

# Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Fiziksel ve Kimyasal Olaylarda Maddenin Tanecikli Yapısı İle İlgili Anlamalarının Belirlenmesi

## Determining Pre-Service Science Teachers' Understandings Related to the Particulate Nature of Matter at Physical and Chemical Events

*Seda OKUMUŞ*

*Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.,  
Erzurum, e-posta: seda.okumus@atauni.edu.tr*

*Bilge ÖZTÜRK*

*Bayburt Üniversitesi, Bayburt Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D., Bayburt,  
e-posta: bilge-biber@hotmail.com*

*Oylum ÇAVDAR*

*Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.,  
Erzurum, e-posta: oylumcavdar@hotmail.com*

*Yusuf KARADENİZ*

*Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.,  
Erzurum, e-posta: yk25@mynet.com*

*Kemal DOYMUŞ*

*Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi A.B.D.,  
Erzurum, e-posta: kdoymus@atauni.edu.tr*

### Özet

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısını mikro düzeyde anlamaları tespit edilmiştir. Araştırmanın örneklemini Fen Bilgisi Öğretmenliği programı üçüncü sınıfında öğrenim gören 57 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada tarama yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama amacıyla iki açık uçlu sorudan oluşan Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (MTYT) kullanılmıştır. Verilerin analizi için öğretmen adaylarının verdikleri cevaplardan kategoriler oluşturulmuş ve tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre fen bilgisi öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun maddenin halleri hakkındaki fikirlerini çizime dökemedikleri, çeşitli kavram yanlışlarına sahip oldukları ve bazı öğretmen adaylarının hal değişimi esnasında taneciklerin yapısının değiştiğini düşündükleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun kimyasal bir reaksiyonda reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan maddeleri tanecik boyutunda gösteremedikleri belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Maddenin tanecikli yapısı, fen bilgisi öğretmen adayları, fiziksel değişim, kimyasal değişim

### Abstract

It was aimed to determine pre-service science teachers' understandings related to the particulate nature of matter at micro level. The sample of research was consisted of 57 pre-service science teachers in the third level undergraduate of science teacher education program. Survey method was used in this research. The Particulate Nature of Matter Test (PNMT) that contains two open-ended questions was used for collecting data. In order to analyze data, it was formed categories from answers of pre-service teachers and done descriptive statistics. According to findings, it was determined that the most of pre-service science teachers did not transfer their knowledge related to the states of matter to drawing, have some misconceptions and some of the pre-service science teachers think that the structure of particles is changed during the changing state of matter. In addition, it was seen that most of the pre-service science teachers cannot draw at micro level reactants and products at a chemical reaction.

**Keywords:** The particulate nature of matter; pre-service science teachers, physical changing, chemical changing

## GİRİŞ

Sürekli gelişen bilim ve teknolojiyi yakından takip etmek, toplumda var olan ekonomik, sosyal ve çevresel sorunları çözmek ve bütün bunları yapabilecek yaratıcı, bilinçli ve kritik düşünme becerisine sahip bireylerin yetişmesini sağlamak amacıyla fen bilimlerine ve fen eğitimine verilen önem her geçen gün artmaktadır (Ayas ve Özmen, 2002; Öztürk, Okumuş, Koç, Çavdar ve Doymuş, 2013; Ünal, 2003). Nitelikli, çağın gereklerine ayak uydurabilen, farklı boyutlarda düşünen ve sahip olduğu bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirebilen bireylerin yetiştirilebilmesine katkı sağlamak için fen bilimleri kapsamında yer alan konuların soyut özellikler içermesinden dolayı özellikle kimya konularının öğrenciler tarafından tam ve doğru bir şekilde öğrenilmesinin sağlanması gerekmektedir.

Kimyanın birçok soyut kavramı içermesi ve üst düzey düşünme becerileri gerektirmesi nedeniyle (Demircioğlu, Demircioğlu, Ayas ve Kongur, 2012; Doymuş, 2007; Papageorgiou, Stamovlasis ve Johnson, 2010);

öğrenciler için öğrenilmesi ve öğretmenler için de öğretimi zor bir alan olduğu bilinmektedir (Adadan, 2012; Haigh, France ve Gounder, 2011; Ültay ve Çalık, 2012; Wheeldon, Atkinson, Dawes ve Levinson, 2012). Kimya kavramlarının kalıcı, doğru ve anlamlı bir şekilde öğrenilmesi için kavramların makro, mikro ve sembolik düzeylerde tanımlanmalarına yer verilmelidir (Balushi, 2013; Jaber ve Boujaoude, 2012; Novick ve Nussbaum, 1981; Şimşek, Doymuş, Doğan ve Karaçöp, 2009; Talanquer, 2011). Makro düzeydeki olaylar öğrencilerin doğrudan gözlem yapabildikleri olayları kapsarken; mikro düzeydeki olaylar moleküllerin, atomların, teorik kavramların modellerle ve farklı somutlaştırıcı materyaller kullanılmasıyla açıklanabilmektedir. Sembolik düzeyde ise semboller, sayılar, formüller, eşitlikler ve yapılar kullanılır (Çalık, Ayas ve Ünal, 2006; Ebenezer, 2001; Jaber ve Boujaoude, 2012; Johnstone, 1991; Özmen ve Ayas, 2003; Philipp, Johnson ve Yezierski, 2014; Raviolo, 2001). Bir kavramın yeterli düzeyde anlaşılabilmesi için makro, mikro ve sembolik düzeyler arasındaki bağlantıların uygun bir şekilde kurulması gerekmektedir (Pekdağ ve Le Maréchal, 2010; Raviolo, 2001; Talanquer, 2011). Birçok araştırmada öğrencilerin makro ve sembolik düzeyi ilişkilendirebilirken, mikro ve makro düzeyler arasındaki ilişkilendirmeyi doğru bir şekilde yapılandıramadıkları için konuları mikro düzeyde anlamlandırmada önemli problemler yaşadıkları belirlenmiştir (Adadan, 2012; Adadan, Trundle ve Irving, 2010; Çalık ve Ayas, 2002; Franco ve Taber, 2009; Karaçöp ve Doymuş, 2012; Smith ve Villarreal, 2015; Talanquer, 2011; Tien, Teichert ve Rickey, 2007). Tüm düzeyler arasında doğru anlamlandırmanın sağlanması öğrencilerin kimya konularını anlamalarını kolaylaştırıcaktır.

Öğrencilerin genellikle kimya konularını açıklamada makro düzeyi kullanma eğiliminde oldukları belirlenmiştir (Kahn ve Arıkkıl, 2010; Jaber ve Boujaoude, 2012; Stavridou ve Solomonidou, 1998). Oysaki kimya kavramlarının doğru, derinlemesine ve anlamlı bir şekilde öğrenilmesi için öğrencilerin kavramları makro düzeyin yanı sıra, mikro düzeyde anlamaları ve zihinlerinde anlamlandırarak yapılandırmaları gerekmektedir. Öğrenciler kimya konularındaki mikroskobik olayları zihinlerinde canlandırabildikleri zaman, bu konular hakkında öğrendikleri bilgileri daha anlamlı bir şekilde yapılandırarak diğer bilgi türlerini daha kolay kavramsallaştırabilir ve bu bilgiler arasında uygun ilişkiler oluşturabilirler (Ebenezer, 2001).

Çeşitli çalışmalarla kimyanın temel kavramlarını kapsayan maddenin tanecikli yapısı konusunda öğrencilerin ilköğretim seviyesinden üniversite seviyesine kadar çeşitli yanlış anlamalara sahip oldukları ve fen bilgisi öğretmen adaylarının da bu konuyla ilgili sadece yüzeysel anlamalara sahip oldukları belirlenmiştir (Adadan, 2014a; Adadan, 2012; Adadan vd., 2010; Ayas, 1995; Demircioğlu, Ayas ve Demircioğlu, 2002; Jaber ve Boujaoude, 2012; Karşı ve Ayas, 2013; Pageorgioua vd., 2010; Smith ve Villarreal, 2015; Yakmacı Güzel, 2013). Birçok konuya temel teşkil ettiği bilinen maddenin tanecikli yapısı konusu (Adadan vd., 2010; Gökulu, 2013) mikro düzeyde en çok problem yaşanan konulardan biri olarak göze çarpmaktadır. Jaber ve Boujaoude (2012) çalışmalarında 10.sınıf öğrencilerinin kimyasal reaksiyonlar konusunda mikro, makro ve sembolik boyutlarda anlamalarını incelemişlerdir. Her üç alanda öğrencilerin anlamalarını geliştirmek için çizim, grafik gibi şematik ve sembolik sunumlar kullanarak her üç alanı ilişkilendirerek derslerini işlemişlerdir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çoğunun kimyasal reaksiyonları makro seviyede açıklayabildiği, mikro boyuttaki olayları mikroskobik nedenlerle açıklama eğiliminde oldukları ve kullanılan stratejilerin kavramsal anlamaları geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Smith ve Villarreal (2015) çalışmalarında fiziksel değişimler sırasında taneciklerin durumu hakkında birinci sınıf kimya öğrencilerinin kavram yanlışlıklarını incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla faz değişimlerinin tanecik boyutunda anlaşılmasını sağlamak için animasyonlar kullanmış ve animasyonların gösterimi sırasında öğrenci tartışmaları tasarlamışlardır. Araştırma sonucunda animasyonların ve tartışmaların kullanılmasından sonra da öğrencilerde bazı kavram yanlışlıklarının devam ettiğini ve taneciklerin sıvı fazdaki hareketlerini anlama üzerine animasyonların önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Adadan (2014b) çalışmasında model tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısını anlamaları üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmasında açık uçlu sorulardan oluşan tanı ölçeğini veri toplama aracı olarak kullanmıştır. Araştırma sonucunda model tabanlı öğrenme ortamlarının, öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı konusunda daha bilimsel kavramsal anlamalar geliştirmelerine imkan tanıdığını belirlemiştir. Bununla birlikte öğrencilerin, katı taneciklerinin hareketsiz olduğu, tanecikler arası boşlukların hava ile dolu olduğu ve katı, sıvı ve gaz taneciklerinin dizilimi hakkında kavram yanlışlıklarına sahip oldukları belirlenmiştir. Literatürde konuyla ilgili var olan çalışmalarda genellikle öğrencilerin anlama düzeyleri belirlenmeye çalışılmış ve var olan kavram yanlışlıklarını ya da yanlış anlamaları giderilmeye çalışılmıştır. Bu araştırmada fiziksel bir değişim olan suyun hal değişimi ile kimyasal bir değişim olan metanın yanma reaksiyonunda öğrencilerin mikro boyutta anlamları belirlenmeye çalışıldığı için, bu bakımdan literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Maddenin tanecikli yapısı konusu dahilinde herhangi bir kavramı anlamada yaşanan en küçük bir problemin, ilerleyen yıllarda öğrenilecek olan diğer kimya kavramlarını mikro düzeyde tam, doğru ve anlamlı bir şekilde yapılandırma açısından da bir çok problemi beraberinde getireceği söylenebilir. Bu bakımdan ilköğretim düzeyinden üniversite düzeyine kadar bütün öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı konusunu hem makro hem de mikro düzeyde doğru bir şekilde anlamalarının sağlanması gerekmektedir. Öğrencilerin kavramları açıklamada makro düzeyi kullanmalarının öne çıktığı düşünüldüğünde (Demircioğlu vd., 2012; Özmen ve Ayas, 2003), öğrencilerin anladıklarını mikro düzeyde ifade edemedikleri ve kavramları mikro düzeyde açıklamada sorunlar yaşadıkları söylenebilir. Bu açıdan bakıldığında, gelecek nesilleri yetiştirecek olan öğretmen adaylarının kimya

konularını özellikle mikro düzeyde zihinlerinde doğru yapılandırmaları şarttır. Öğretmen adaylarının kimya konularında yer alan herhangi bir kavramı yanlış anlamlandırmaları hem kendilerini hem de ileride yetiştirecekleri nesilleri olumsuz etkileyecektir. Bu düşünceden hareket edilerek yapılan bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının fiziksel ve kimyasal değişim gibi kimyanın temelini oluşturan ve maddenin tanecikli yapısı konusuyla doğrudan ilişkili olan konuları mikro düzeyde nasıl ifade ettiklerini belirlemektir.

## YÖNTEM

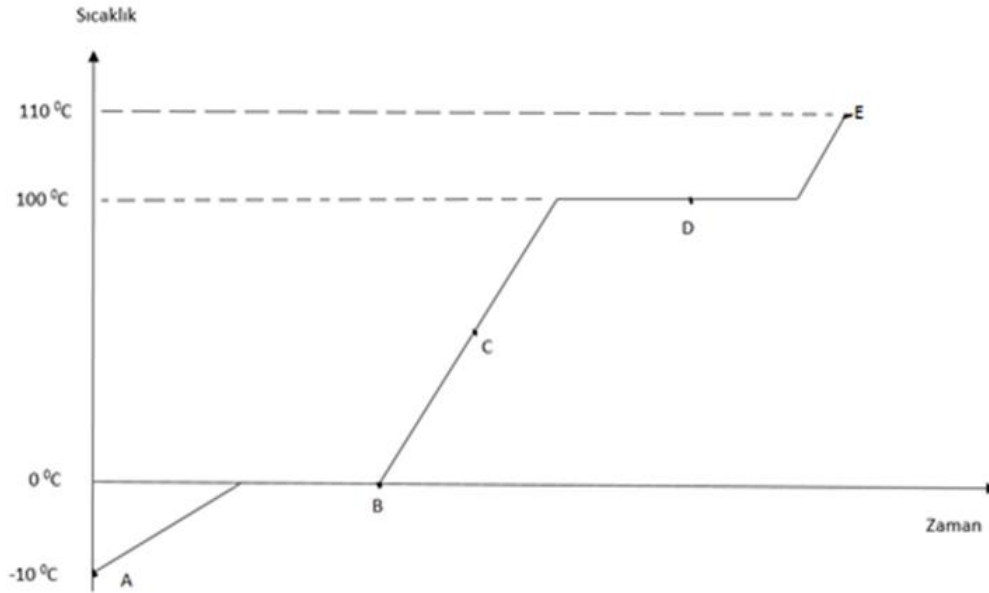
Bu araştırmada fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı konusunu mikro düzeyde anlamalarını belirlemek amacıyla tarama yöntemi kullanılmıştır.

Araştırmanın örneklemini Fen Bilgisi Öğretmenliği programı üçüncü sınıfında öğrenim gören 57 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarının tümü birinci yıl Genel Kimya I ve Genel Kimya II derslerini tamamlamışlardır. Ayrıca ikinci yıl ileri düzey kimya derslerini de (Analitik Kimya ve Organik Kimya) tamamlamışlardır.

Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen açık uçlu iki sorudan oluşan Maddenin Tanecikli Yapısı Testi (MTYT) kullanılmıştır. MTYT fiziksel ve kimyasal değişimlerin öğretmen adayları tarafından mikro boyutta ne düzeyde anlaşıldığının belirlenmesi amacıyla açık uçlu ve çizim içerecek şekilde oluşturulmuştur. Literatürde öğrenci anlamalarını belirlemek için hazırlanan çizim soruları içeren testlere sıkça rastlanmaktadır (Abraham, Williamson ve Westbrook, 1994; Çalık vd., 2006). MTYT 'nin geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuştur. MTYT'nin güvenilirliğinin sağlanması için ise araştırmacılar arası puanlama tutarlılığı sağlanmıştır.

Araştırmada kullanılan MTYT'nin birinci sorusunda öğretmen adaylarına fiziksel bir değişim olan hal değişimi olayında taneciklerin durumu sorulmuştur. Birinci soru aşağıda verilmiştir.

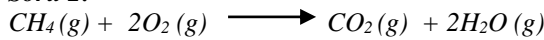
**Soru 1:** 10 gram buz parçasının  $-10^{\circ}\text{C}$ 'den  $110^{\circ}\text{C}$ 'ye kadarki ısınma grafiği aşağıdaki şekilde verilmiştir. A, B, C, D ve E noktalarında maddenin tanecikli yapısını mikro düzeyde çizerek gösteriniz.



Şekil 1. Araştırmada kullanılan birinci soruya ait diagram

Araştırmada Kullanılan MTYT'nin ikinci sorusunda öğretmen adaylarına kimyasal bir değişim olan metan gazının yanması reaksiyonunda girenler ve ürünler kısmında taneciklerin durumu sorulmuştur. İkinci soru aşağıda verilmiştir.

**Soru 2:**



Reaksiyonunun başlangıç ve sonunu göz önünde bulundurularak her bir maddeye bir sembol vererek mikro düzeyde çiziniz.

Literatürde açık uçlu sorulardan ve çizimlerden elde edilen verilerin analizi sırasında kategorileri kullanmanın verileri daha düzenli ve anlamlı sunulacağını sağlayacağı ifade edilmiştir (Çalık, vd., 2006; Yin,

1994). Bu bakımdan bu araştırmada öğretmen adaylarının çizimleri “bilimsel doğru çizim”, “kavram hatası içeren çizim” ve “yanlış çizim/boş” olarak üç kategoride sınıflandırılmış ve tanımlayıcı istatistikler yapılmıştır. Bu kategorilerin oluşturulmasında, Abraham, Gryzybowski, Renner ve Marek (1992), Ayas ve Özmen (2002), Çalık vd. (2006) ve Demircioğlu vd. (2012) nin çalışmalarındaki kategorilerden faydalanılmıştır. Aşağıda Tablo 1 de MTYT'nin analizinde kullanılan kategoriler ve puanlama ölçütleri verilmiştir.

Tablo 1.  
*MTYT'nin analizinde kullanılan kategoriler ve puanlama ölçütleri*

Kategoriler	Puanlama ölçütleri
Bilimsel doğru çizim	Geçerliği olan cevabın bütün yönlerini içerir.
Kavram hatası içeren çizim	Geçerliği olan cevabın bütün yönlerini içermez.
Yanlış çizim/boş	Bilimsel olarak yanlış çizimler içerir. Boş bırakma şeklinde cevaplar İlişkisiz çizim yapma

MTYT'deki her iki soru için de yapılan çizimler ve açıklamalar yukarıdaki kategoriler dikkate alınarak analiz edilmiş ve öğretmen adaylarının cevapları yüzdelik halinde sunulmuştur. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar, çizimin ve açıklamanın doğru olduğu durumlarda “bilimsel doğru çizim”, çizimin bazı kısımlarının ve açıklamanın bazı kısımlarının doğru olduğu durumlarda “kavram hatası içeren çizim”, çizimlerin yanlış yapılması ya da boş bırakılması durumunda da “yanlış çizim/boş” kategorisinde değerlendirmeye alınmıştır. MTYT'den elde edilen verilere dayanarak öğretmen adaylarının anlamalarına yönelik yorumlarda bulunulmuş ve var olan yanlışları belirlenmeye çalışılmıştır.

## BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın bu kısmında her iki soru için öğretmen adaylarının cevaplarından elde edilen bulgular ve bulgulara dayalı yorumlar sunulmuştur. Her bir soru için elde edilen bulgular “bilimsel doğru çizim” ve “kavram hatası içeren çizim” ve “yanlış çizim/boş” olmak üzere üç aşamada değerlendirilmiştir:

### *Birinci Sorudan Elde Edilen Verilerin Analizi*

Birinci soru için öğretmen adaylarının yapmış oldukları çizimler, A, B, C, D ve E noktalarındaki çizimler olmak üzere beş kısımda incelenmiştir. Öğretmen adaylarının çizimlerinin yüzdesi Tablo 2’de verilmiştir.

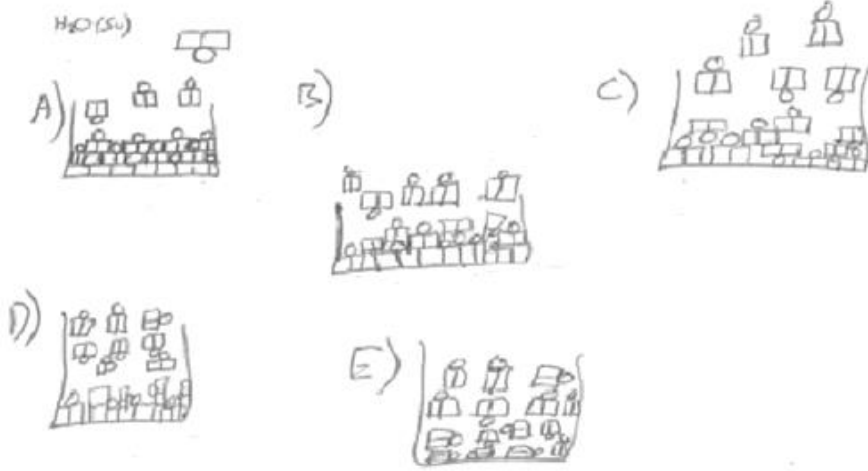
Tablo 2.  
*Birinci soruya öğretmen adaylarının verdikleri cevapların yüzdesi*

Öğretmen adaylarının çizimleri	A noktası (%)	B noktası (%)	C noktası (%)	D noktası (%)	E noktası (%)
Bilimsel doğru	71,9	43,9	36,8	-	38,6
Kavram hatası	15,8	36,8	45,6	75,4	36,8
Yanlış/Boş	12,3	19,3	17,6	24,6	24,6
<b>Toplam</b>	100	100	100	100	100

Tablo 2 ye göre, A noktasında maddenin tanecikli yapısıyla ilgili öğretmen adaylarının % 71,9 unun bilimsel olarak doğru cevap verdiği görülmektedir. Buna göre öğretmen adaylarının çoğunluğu maddenin katı halinde tanecikler arası mesafenin çok az olduğu, katı halin maddenin en düzenli hali olduğunu ve taneciklerin titreşim hareketi yaptıklarını bildikleri görülmektedir. B noktasında maddenin sıvı halde olduğu ve buna göre tanecik boyutundaki çizimi öğretmen adaylarının %43,9 u tarafından doğru olarak çizilmiştir. Öğretmen adaylarının % 36,8 i kavram hatası içeren çizim yapmış ve taneciklerin katı-sıvı olacak şekilde çizim yapmışlardır. Soruda buzun içerisinde bulunduğu kabın ağzı açık bir kap olduğu belirtilmiştir. C noktasında sıvı haldeki maddenin tanecik boyutundaki gösterimi öğretmen adaylarının % 36,8 i tarafından doğru olarak çizilmiştir. Öğretmen adaylarının %45,6 sı ise kavram hatası içeren çizim yapmıştır. Öğretmen adaylarının D noktasına verdikleri cevaplar incelendiğinde çizimlerin büyük bir çoğunluğunun kavram hatası içerdiği görülmektedir. D noktasında madde sıvı-gaz halde olduğu ve aynı zamanda kaynadığı göz önüne alınırsa öğretmen adaylarının bu durumu mikro düzeyde kavrayamadıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının E noktasında maddenin hali ile ilgili çizimleri incelendiğinde öğretmen adaylarının çoğunluğunun maddenin gaz halini doğru olarak gösteremedikleri belirlenmiştir.

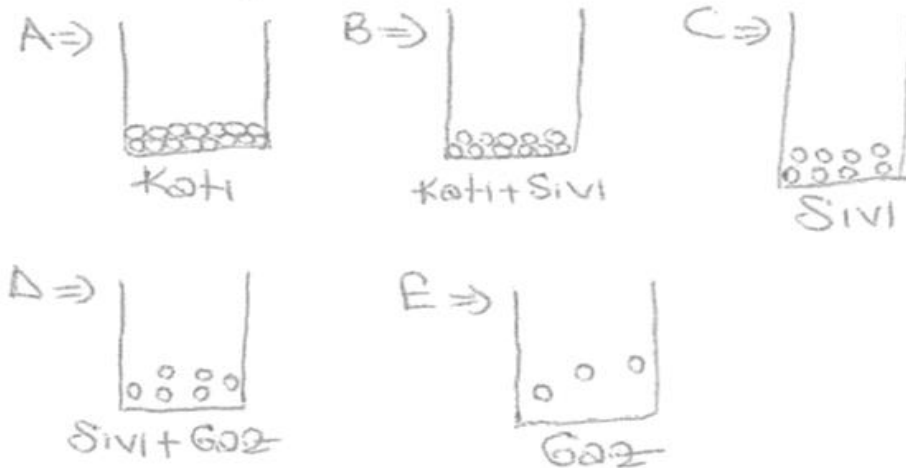
Aşağıda öğretmen adaylarının her bir noktada maddenin hali ile ilgili tanecik boyutunda bilimsel olarak doğru kabul edilen ve kavram hatası içeren gösterimlerini içeren örnekler verilmiş ve bu örnekler üzerinden öğretmen adaylarının fiziksel bir olay olan hal değişimi esnasında maddenin tanecikli yapısını anlama bakımından

hangi noktalarda problemlerinin olduğu belirlenmiştir. MTYT uygulanırken ise öğretmen adaylarından bir istisna olan suyun moleküllerinin katı fazdaki altıgen molekül yapısını göz ardı etmeleri, genel olarak katı fazdaki maddeleri düşünerek çizim yapmaları istenmiştir. Bu durum göz önünde bulundurularak öğretmen adaylarının çizimleri değerlendirilmiştir. Öğretmen adaylarının çizimlerinde her nokta ile ilgili bilimsel doğru çizim yapan öğretmen adayı olmadığı için her noktadaki çizimler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu nedenle bilimsel doğru çizim olarak kabul edilen ve örneklerde verilen öğretmen adaylarının çizimlerinde tüm noktalarda doğru çizim yapılmamıştır. Örneğin, öğretmen adayı A noktasında doğru çizim yapmıştır ancak C noktasında doğru çizim yapmamıştır. Buna göre aşağıda Şekil 2 ve Şekil 3 te öğretmen adaylarının birinci soruyla ilgili bilimsel olarak doğru kabul edilen çizimlerinden ve çizimlerine yaptıkları açıklamalardan örnekler verilmiştir.



Şekil 2. ÖA<sub>8</sub> in birinci soruyla ilgili çizimi

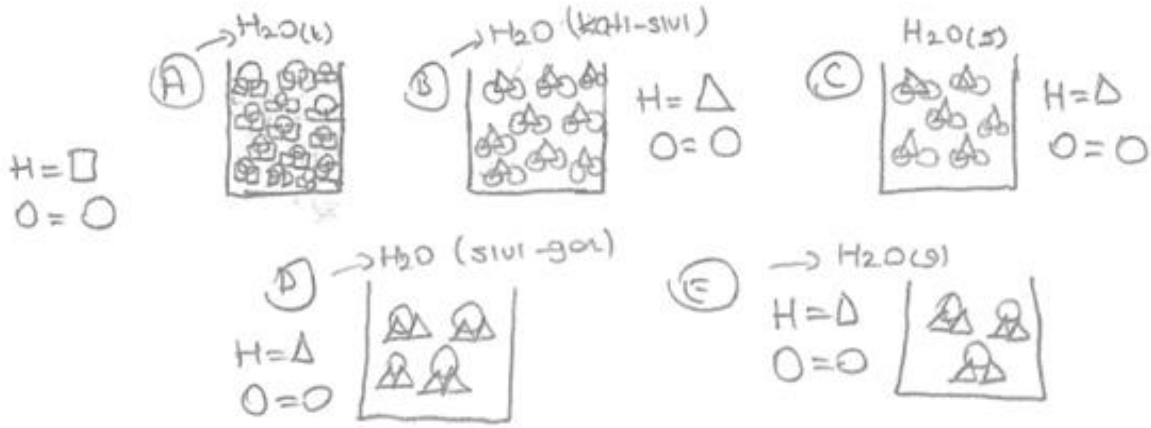
ÖA<sub>8</sub> çiziminde A noktasında maddenin katı halde olduğunu ve tanecikler arası mesafenin en az olduğunu belirtmiş ve az da olsa buharlaşma olacağı için su moleküllerinin su buharı halinde buz halinden uzaklaşacağını belirtmiştir. B noktasında maddenin katı-sıvı halde olduğunu ve buharlaşmanın biraz daha fazla olduğunu belirtmiştir. B noktasında maddenin tamamen eridiğini bilmemektedir. C noktasında maddenin sıvı halde olduğunu ve buharlaşma hızının katı- sıvı hale göre daha fazla olduğunu ifade etmiştir. ÖA<sub>8</sub> sıcaklığın fazla olmasından dolayı buharlaşma hızının B noktasındakinden fazla olduğunu düşünmüş olabilir. D noktasında maddenin sıvı-gaz halde olduğunu ve buharlaşma hızının sıvı hale göre daha fazla olduğunu belirtmiştir. Ancak D noktasında kaynama olayı gerçekleşmesine rağmen ÖA<sub>8</sub> çiziminde sıvının her yerinden buharlaşmayı göstermemiştir. E noktasında ise maddenin gaz halinde olduğu ve buharlaşma hızının diğer hallere göre en fazla olduğunu belirtmiştir. E noktasında maddenin tamamen gaz halinde olduğu düşünülürse gaz fazında bulunan maddeler için buharlaşma hızından bahsedilemez. Bilimsel olarak doğru kabul edilen cevaplar arasında sadece ÖA<sub>8</sub> her sıcaklıkta buharlaşmanın olduğunu göz önüne almıştır. Diğer öğretmen adayları her sıcaklıkta buharlaşma olacağını ifade etmemişlerdir. Ancak çizimlerinde katıdan gaza doğru ısınma grafiğinde tanecik sayılarını azaltarak ağız açık bir kaptaki buharlaşmanın madde miktarını azaltacağını göstermişlerdir.



Şekil 3. ÖA<sub>12</sub> nin birinci soruyla ilgili çizimi

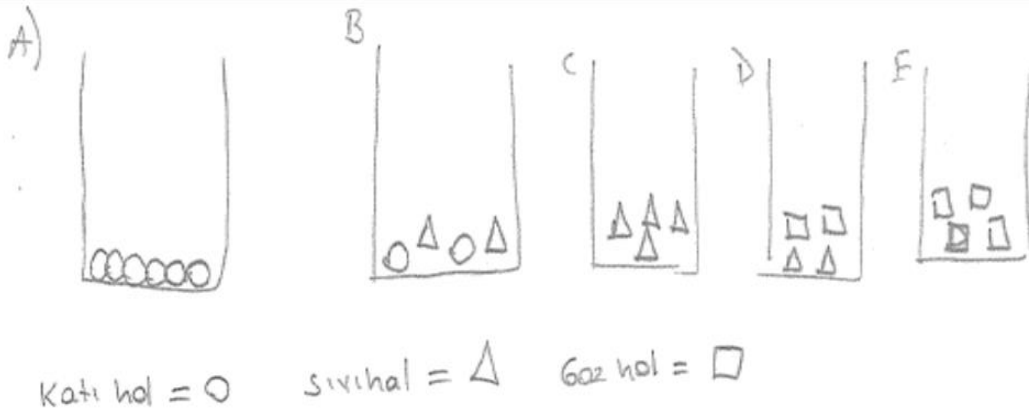
ÖA<sub>12</sub> çiziminde maddenin katı halinde tanecikler arasındaki mesafeyi en az, katı-sıvı halde biraz daha fazla göstermiş, sıvı halde katı hale göre ve geçiş haline göre daha fazla göstermiştir. Öğretmen adaylarından suyun katı fazda altıgen yapısını ihmal ederek çizim yapmaları istendiği için A noktasındaki çizimi bilimsel doğru kabul edilmiştir. B noktasında maddenin tamamen eridiğini göz ardı etmiş ve katı-sıvı faz olarak değerlendirmiştir. C noktasında sıvı taneciklerin gösterimini yaparken tanecikler arası mesafeyi fazla göstermesi bir kavram hatası olarak değerlendirilmiştir. Çünkü sıvıların tanecikleri arası mesafe katılara göre fazla olmasına rağmen gazlara göre azdır ve birbirlerinden tamamen bağımsız değildir. Birbirlerinin üzerinden kayma hareketi yaparlar bu nedenle çok aralıklı çizimler doğru kabul edilmemiştir. Sıvı-gaz halinde tanecikler arası mesafeyi daha fazla göstermiş ve maddenin en düzensiz hali olan gaz halinde ise tanecikler arası mesafeyi en fazla olacak şekilde çizimini yapmıştır. Ancak D noktasında kaynama olayını ihmal etmiştir bu nedenle D noktasındaki çizimi kavram hatası içeren bir çizim olarak değerlendirilmiştir. Isıtma işleminin ağız açık kaptaki gerçekleştiğini göz önüne alarak tanecik sayısını ısıtma sürecinde azaltarak çizmiştir. E noktasında madde tamamen gaz hale geçtiği için ve ağız açık bir kaptaki ısıtma işlemi gerçekleştiği için çizimi doğru yapmıştır. Ancak her sıcaklıkta buharlaşma olacağını ifade etmemiştir.

Aşağıda Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6 da öğretmen adaylarının birinci soruyla ilgili kavram hatası içeren çizimlerinden ve çizimlerine yaptıkları açıklamalarından birkaç örnek verilmiştir.



Şekil 4. ÖA<sub>3</sub> ün birinci soruyla ilgili çizimi

ÖA<sub>3</sub> çiziminde katı halde H atomlarını farklı bir şekilde gösterirken diğer hallerde farklı bir şekilde göstermiştir. Buna göre hal değişimi esnasında maddenin yapısının değiştiğini düşündüğü sonucu çıkarılabilir. B noktasında katının tamamen ermediği, katı-sıvı halde olduğunu düşünmektedir. Çiziminde ağız açık kaptaki zamanla madde miktarının azaldığını göstermiştir. Ancak molekül halinde gösterim yaptığı için moleküller arası çekim kuvvetlerini dikkate alması gerektiği halde taneciklerin konumunu yanlış olarak göstermiştir. Yine D noktasında sıvının kaynadığını göz ardı etmiştir.



Şekil 5. ÖA<sub>25</sub> in birinci soruyla ilgili çizimi

ÖA<sub>25</sub> çiziminde maddenin hal değişimi esnasında taneciklerin yapısının değiştiğini düşünerek katı, sıvı ve gaz halinde tanecikleri farklı gösterimlerle göstermiş olabilir ya da farklı hallerde taneciklerin durumunun farklı olduğunu belirtmek için farklı temsiller kullanmış olabilir. A noktasında maddenin katı halde, B noktasında katı-sıvı halde, C noktasında sıvı halde, D noktasında sıvı-gaz halde ve E noktasında gaz halde olduğunu belirtmiştir.

Katı halde taneciklerin sayısını fazla çizerken diğer hallerde aynı olarak göstermiştir. Ayrıca her sıcaklıkta buharlaşmanın olduğunu göz önüne almamıştır.



Şekil 6. ÖA32 nin birinci soruyla ilgili çizimi

ÖA32 maddenin faz değişimi sırasında tanecikleri arasındaki çekim kuvvetlerinin değiştiğini ve katı fazdan gaz faza geçişte moleküller arası çekim kuvvetlerinin azaldığını çiziminde göstermiştir. Ancak her sıcaklıkta buharlaşma olduğunu göz önüne almadan ağzı açık bir kaptaki zaman içerisinde madde miktarında azalma olacağını göstermemiştir. A ve B noktalarında maddenin katı halde olduğunu düşündüğü çiziminden anlaşılmaktadır. Yine D noktasında kaynama olayını ihmal ettiği görülmektedir.

#### İkinci Sorudan Elde Edilen Verilerin Analizi

İkinci soru için öğretmen adaylarının yapmış oldukları çizimlerin yüzdesi Tablo 3'te verilmiştir.

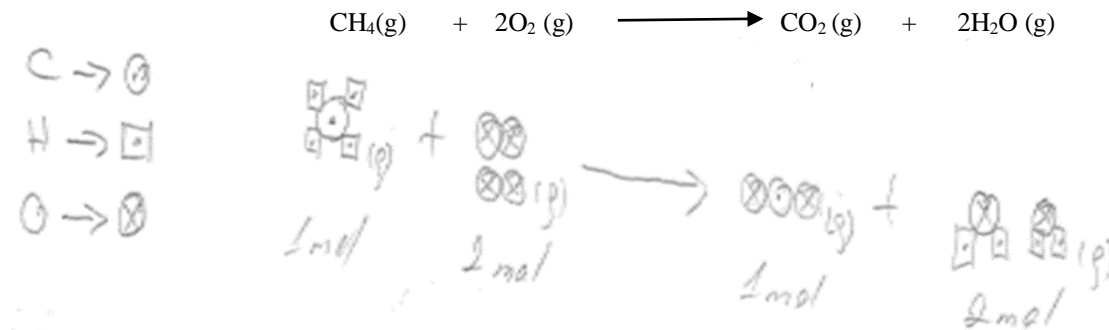
Tablo 3.

İkinci soruya öğretmen adaylarının verdikleri cevapların yüzdesi

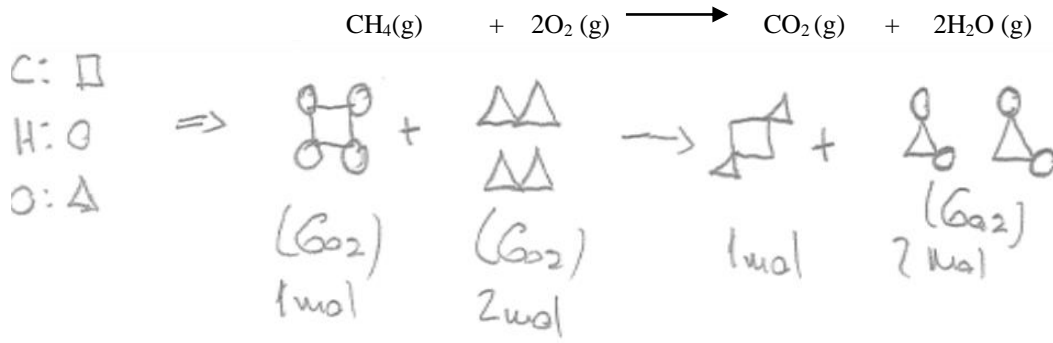
Öğretmen adaylarının çizimleri	Yüzde (%)
Reaksiyonun tümü için doğru gösterim yapanlar	12,3
Kavram hatası içeren çizimler	71,9
Yanlış/Boş	15,8
<b>Toplam</b>	<b>100</b>

Tablo 3'e göre, ikinci soruya öğretmen adaylarının % 12,3'ünün bilimsel olarak doğru cevap verdiği belirlenmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun kimyasal bir olayda tanecikli yapısı doğru olarak gösteremedikleri görülmektedir.

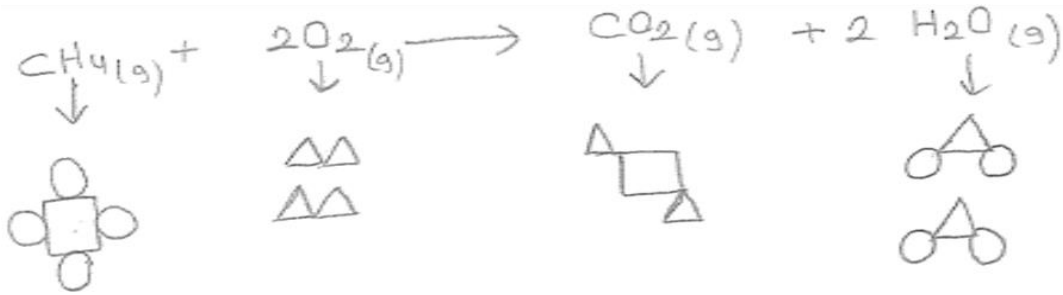
Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9 da öğretmen adaylarının ikinci soruyla ilgili bilimsel doğru kabul edilen çizimlerinden örnekler verilmiştir.



Şekil 7. ÖA22 nin ikinci soruyla ilgili çizimi



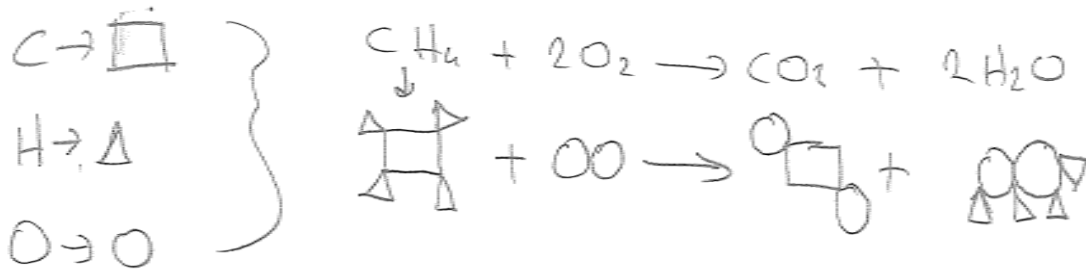
Şekil 8. ÖA<sub>24</sub> ün ikinci soruyla ilgili çizimi



Şekil 9. ÖA<sub>48</sub> ün ikinci soruyla ilgili çizimi

Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9 a göre ÖA<sub>22</sub>, ÖA<sub>24</sub> ve ÖA<sub>48</sub> çizimlerinde metan molekülünü (CH<sub>4</sub>), oksijen molekülünü (O<sub>2</sub>), karbondioksit molekülünü (CO<sub>2</sub>) ve su molekülünü (H<sub>2</sub>O) doğru olarak gösterdiği kabul edilmiştir. O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O moleküllerindeki moleküller arası çekim kuvvetlerini göstermemişlerdir: soruda sadece girenlerin ve ürünlerin tanecik boyutunda çizimi istendiği için çizimi doğru olarak kabul edilmiştir. Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9 a göre bilimsel olarak doğru çizim yapan öğretmen adaylarının reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan maddelerin reaksiyondaki mol sayılarına dikkat ettikleri belirlenmiştir. Soruda moleküller arası bağ gösterimi istenmediği için birden çok molekül içeren O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O moleküllerinde moleküller arası kuvvetleri göstermedikleri belirlenmiştir.

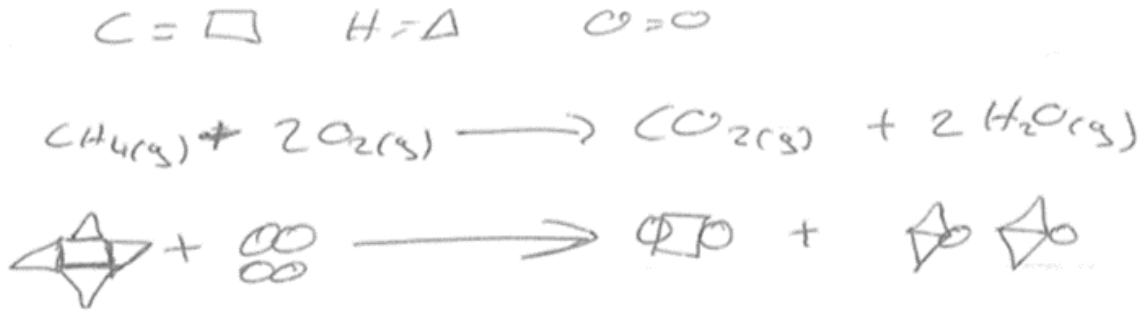
Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13, Şekil 14 ve Şekil 15 te öğretmen adaylarının ikinci soruyla ilgili kavram hatası içeren/ yanlış çizimlerinden örnekler verilmiştir.



Şekil 10. ÖA<sub>4</sub> ün ikinci soruyla ilgili çizimi

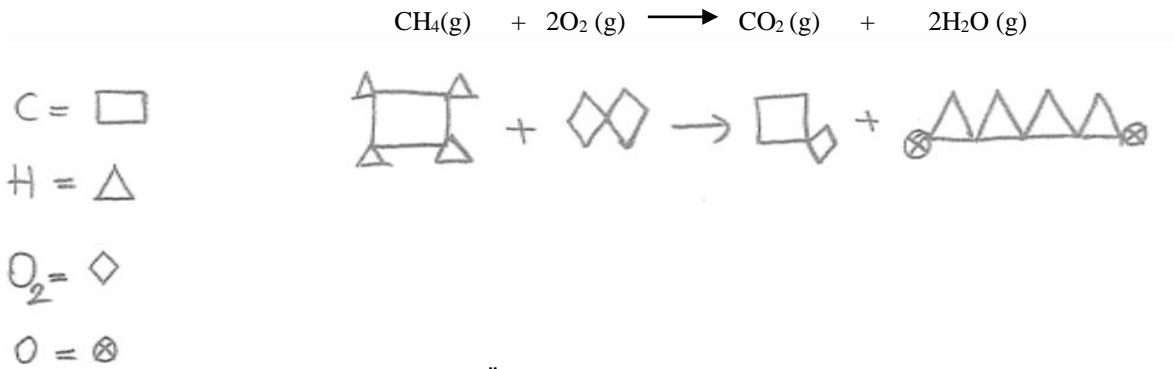
ÖA<sub>4</sub> çiziminde CH<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub> moleküllerini 1 mole 1 mol olarak göstermiş, ancak 2 mol olan O<sub>2</sub> molekülünü 1 mol olarak göstermiştir. Ayrıca H<sub>2</sub>O molekülünü 2 mol olarak göstermesine rağmen H<sub>2</sub>O molekülleri arasındaki moleküller arası bağı yanlış bir şekilde çizmiştir.





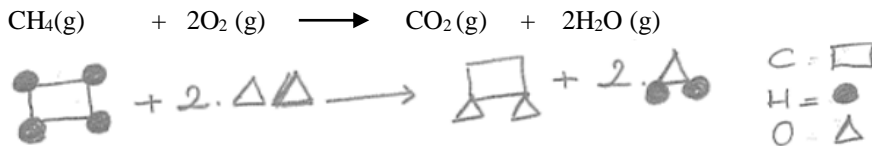
Şekil 11. ÖA<sub>8</sub> in ikinci soruyla ilgili çizimi

ÖA<sub>8</sub> çiziminde CH<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub> moleküllerini birer mol olarak ve O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O moleküllerini ikişer mol olarak göstermiş, ancak H<sub>2</sub>O moleküllerinin molekül geometrisini yanlış olarak çizmiştir.



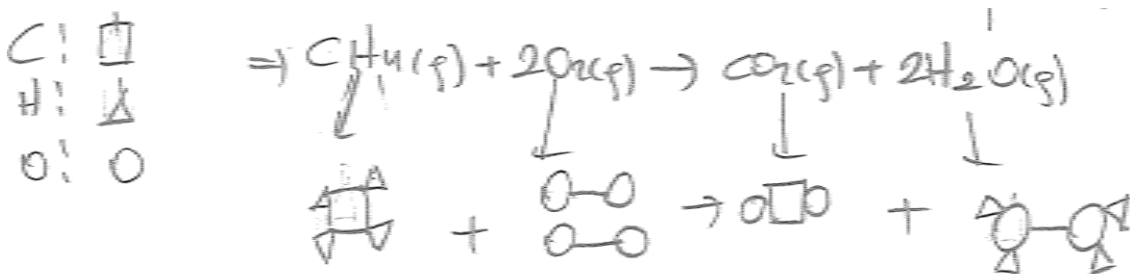
Şekil 12. ÖA<sub>10</sub> un ikinci soruyla ilgili çizimi

ÖA<sub>10</sub> çiziminde sadece CH<sub>4</sub> molekülünü doğru olarak göstermiştir. O<sub>2</sub> molekülünü ve oksijen atomunu farklı simgelerle göstermiştir. CO<sub>2</sub> molekülünü ise tamamen yanlış çizmiştir. H<sub>2</sub>O moleküllerini 2 mol olarak göstermesine rağmen, moleküller arasındaki bağı yanlış bir şekilde çizmiştir.



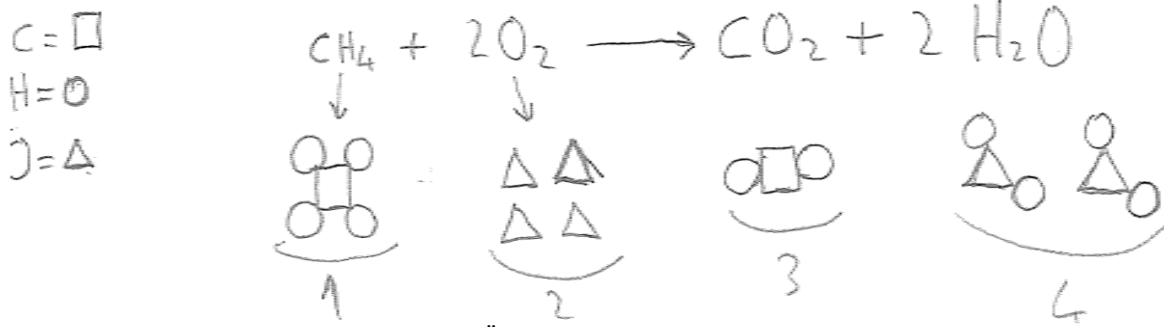
Şekil 13. ÖA<sub>13</sub> ün ikinci soruyla ilgili çizimi

ÖA<sub>13</sub> çiziminde CH<sub>4</sub> molekülünü ve H<sub>2</sub>O moleküllerini doğru olarak göstermesine rağmen, O<sub>2</sub> molekülünü moleküler halde değil de atomik halde çizmiştir. Ayrıca CO<sub>2</sub> in molekül geometrisini yanlış çizmiştir.



Şekil 14. ÖA<sub>18</sub> in ikinci soruyla ilgili çizimi

ÖA<sub>18</sub> çiziminde CH<sub>4</sub> ve CO<sub>2</sub> moleküllerini farklı bir molekül gösterimi ile gösterirken, O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O moleküllerini farklı bir molekül gösterimi ile göstermiştir. Ayrıca H<sub>2</sub>O molekülleri arasındaki moleküller arası bağı yanlış bir şekilde çizmiştir.



Şekil 15. ÖA<sub>32</sub> nin ikinci soruyla ilgili çizimi

ÖA<sub>32</sub> çiziminde CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O moleküllerini doğru göstermiş ancak O<sub>2</sub> molekülünü moleküler halde değil de atomik halde çizmiştir.

Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13, Şekil 14 ve Şekil 15 e göre kavram hatası içeren/yanlış çizimlere bakıldığında; öğretmen adaylarının reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan maddelerin miktarlarını göz ardı ettikleri, moleküller arası bağları yanlış gösterdikleri, reaksiyondaki moleküllerin molekül geometrisini tam olarak bilmedikleri ve molekülleri atomik halde çizdikleri görülmüştür.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu kısımda araştırmadan elde edilen veriler doğrultusunda sonuçlara ve önerilere yer verilmiştir.

Araştırmada kullanılan birinci soruya öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo 2, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6), öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun suyun altıgen yapısı istenmediği için maddenin katı halinin çizimini doğru olarak yapabildikleri, faz değişim noktalarında ve sıvı ve gaz fazında ise büyük oranda yanlış çizimler yaptıkları belirlenmiştir. Adadan (2014a), Griffiths ve Preston (1992) ve Meşeci, Tekin ve Karamustafaoğlu (2013) da bu araştırmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde, çalışmalarında öğrencilerin en çok maddenin sıvı halini yanlış çizdiklerini belirlemişlerdir. Öğretmen adaylarının maddenin en düzenli halinin katı hal olduğunu, sıvı halde tanecikler arası çekim kuvvetlerinin katı hale göre biraz daha zayıf olduğunu, gaz halde ise tanecikler arası mesafenin en fazla olduğunu bildikleri belirlenmiştir. Ancak öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun maddenin halleri hakkındaki fikirlerini çizime dökemedikleri görülmüştür. Canbazoglu, Demirelli ve Kavak (2010) fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmada da, bu çalışmada olduğu gibi öğretmen adaylarının maddenin farklı fazlarında tanecikler arası çekim kuvvetlerini bildiklerini belirlemişlerdir.

Öğretmen adaylarının çoğunluğunun her sıcaklıkta buharlaşma olacağını ihmal ettikleri, bazılarının ise her sıcaklıkta buharlaşma olduğunu bilmelerine rağmen ağız açık bir kaptaki ısıtma işlemini mikro düzeyde gösterirken tanecik sayılarının azaldığını göz ardı ettikleri belirlenmiştir. Çünkü açıklamalarında her sıcaklıkta buharlaşma olduğunu ifade etmişlerdir. Ancak Bu durum öğretmen adaylarının çizimlerine dikkat etmemesinden kaynaklanabilir. Çünkü yaptıkları çizimleriyle ilgili açıklamalarında ısıtma sürecinde zaman içerisinde madde miktarında azalma olacağını ifade etmişlerdir (Öğretmen adaylarının kendi çizimlerine yaptıkları açıklamalar verilen şekillerin altında aktarılarak ifade edilmiştir). Öğrencilerin olayları genellikle tanecik seviyesini dikkate almaksızın makroskobik seviyede açıklama eğiliminde oldukları Adadan (2014a), Martín Del Pozo ve Porlán (2001), Özmen (2011) ve Stavridou ve Solomonidou (1998) çalışmalarında da belirlenmiştir. Bazı öğretmen adaylarının ise hal değişimi esnasında H<sub>2</sub>O taneciklerini katı, sıvı ve gaz halde farklı simgelerle gösterdikleri belirlenmiştir. Buradan bazı öğretmen adaylarının (örneğin ÖA<sub>25</sub> gibi) fiziksel bir değişim olan hal değişimi esnasında taneciklerin yapısının değiştiğini düşündükleri yorumu yapılabilir. Ya da farklı hallerde taneciklerin durumunun farklı olduğunu belirtmek için farklı temsiller kullanmış olabilir. Ahtee ve Varjola (1998), Boujaoude (1992), Demircioğlu vd. (2012), Kabapınar ve Adik (2005), Novak ve Musonda (1991), Solsona ve De Jong (2003) ve Stavridou ve Solomonidou (1998) çalışmalarında öğrencilerin hal değişimi esnasında bir kimyasal reaksiyon meydana geldiğini düşündüklerini ortaya çıkarmışlardır. Griffiths ve Preston (1992) çalışmalarında öğrencilerin bir maddenin hal değişimi esnasında, atomlarının büyüklüğü, şekli ve ağırlığında da değişiklikler olacağını düşündüklerini belirlemişlerdir. Özmen (2011) çalışmasında öğrencilerin hal değişimi sırasında taneciklerin sayısının ve yapısının değiştiğini düşündüklerini belirlemiştir. Bu bakımdan çalışmanın sonuçları literatürle uyumludur. Bazı kavram hatası içeren çizimlerde ise öğretmen adaylarının tanecikleri moleküler olarak çizdiği ancak moleküller arası çekim kuvvetlerini dikkate alması gerektiği halde taneciklerin konumunu yanlış olarak gösterdikleri belirlenmiştir. Buna göre bu şekilde çizim yapan öğretmen adaylarının (örneğin ÖA<sub>3</sub>) moleküller arası kuvvetlerin gösterimini doğru olarak bilmedikleri söylenebilir.

Araştırmada kullanılan ikinci soruya öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar incelendiğinde (Tablo 3, Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13, Şekil 14 ve Şekil 15), öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun kimyasal bir reaksiyonda reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan maddeleri tanecik boyutunda

gösteremedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin kimyasal olayları tanecik boyutunda açıklayamadıkları Abraham vd. (1994), Çalık vd. (2006) ve Demircioğlu vd. (2012) çalışmalarında da belirlenmiştir. Bilimsel olarak doğru çizim yapan öğretmen adaylarının reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan maddelerin moleküllerini doğru olarak çizdikleri ve reaksiyondaki maddelerin miktarına dikkat ettikleri belirlenmiştir. Soruda moleküller arası bağ gösterimi istenmediği için birden çok molekül içeren O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O moleküllerinde moleküller arası kuvvetleri gösteremedikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarından bu gösterim beklenmediği için bilimsel olarak doğru cevap veren öğretmen adaylarının kimyasal bir reaksiyonu tanecik boyutunda gösterebildikleri yorumu yapılabilir. Kavram hatası içeren ve yanlış çizimler yapan öğretmen adaylarının ise reaksiyondaki moleküllerin molekül geometrisini tam olarak bilmedikleri, reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan maddelerin miktarlarını göz ardı ettikleri, moleküller arası bağları yanlış gösterdikleri ve molekülleri atomik halde çizdikleri görülmüştür. Bu şekilde çizim yapan öğretmen adaylarının moleküller arası bağları yanlış göstermelerinin temelinde, elementlerin bileşiklerinde aldıkları değerleri bilmemeleri, bir molekülde hangi elementin elektron almaya veya vermeye yatkın olduğunu tam olarak bilmemeleri etkili olabilir. Bu sonuçlara göre öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun kimyasal bir reaksiyonda reaksiyona giren ve reaksiyondan çıkan maddeleri tanecik boyutunda anlayamadıkları söylenebilir.

Kimyanın mikro düzeyde birçok kavram içermesinden dolayı öğrenciler tarafından anlaşılması zor bir ders olarak görüldüğü birçok çalışmada ortaya konulmuştur (Acar ve Tarhan, 2008; Adadan, 2012; Demircioğlu vd., 2012; Haigh vd., 2011; Kalın ve Arıkkıl, 2010; Ültay ve Çalık, 2012; Wheeldon vd., 2012). Anlaşılması zor olan bir konu olan maddenin tanecikli yapısı konusu da soyut kavramlar içermesinden dolayı en çok kavram yanlışlığı içeren konulardandır. Kimya kavramlarının makro, mikro ve sembolik seviyenin birbirleriyle doğru ilişkilendirildiği ölçüde anlaşılacağı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Gabel ve Bunce, 1994; Pekdağ ve Le Maréchal, 2010; Sanger, Phelps ve Fienhold, 2000). Bu bakımdan maddenin tanecikli yapısının tam ve doğru olarak anlaşılmasının sağlanması için, bu üç düzey arasındaki ilişki göz önüne alınarak öğreneni merkeze alacak, çalışmalara aktif olarak katılmasını sağlayacak yöntemlerle ve zihinlerinde canlandırmalarını kolaylaştıracak animasyonlar ve modeller gibi farklı tekniklerle konunun anlaşılmasına sağlanması gerekmektedir.

İlerleyen yıllarda öğrencilere fen kavramlarını öğretecek olanların öğretmen adayları olduğu düşünüldüğünde, öğretmen adaylarının bu kavram yanlışlarına düşmemeleri için, öncelikle konunun hangi noktalarında problem yaşadıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca bu problemlerin giderilmesi için öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirici çeşitli çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Bu çalışmalarla öğretmen adaylarının bu konuyu zihinlerinde mikro düzeyde doğru bir şekilde canlandırmaları sağlanmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Abraham, M. R., Williamson, V. M. & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2), 147-165.
- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 105-120.
- Acar, B. & Tarhan, L. (2008). Effects of cooperative learning on students' understanding of metallic bonding. *Res Sci Educ*, 38, 401-420.
- Adadan, E. (2014a). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particulate nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 219-238.
- Adadan, E. (2014b). Model tabanlı öğrenme ortamının kimya öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı kavramını ve bilimsel modellerin doğasını anlamaları üzerine etkisinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33 (2), 378-403.
- Adadan, E. (2012). Using multiple representations to promote grade 11 students' scientific understanding of the particle theory of matter. *Research in Science Education*, 43 (3), 1079-1105.
- Adadan, E., Trundle, K. C. & Irving, K. E. (2010). Exploring grade 11 students' conceptual pathways of the particulate nature of matter in the context of multi representational instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (8), 1004-1035.
- Ahtee, M. & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 305-316.
- Ayas, A. (1995). "Lise I kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma", II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumunda Sunulmuş Bildiri, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Ayas, A. & Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19 (2), 45-60.
- Balushi, S. (2013). The effect of different textual narrations on students' explanations at the submicroscopic level in chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9 (1), 3-10.

- Boujaoude, S. B. (1992). The relationship between students' learning strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (7), 687-699.
- Canbazoglu, S., Demirelli, H. & Kavak, N (2010). Investigation of the relationship between pre-service science teachers' subject matter knowledge and pedagogical content knowledge regarding the particulate nature of matter. *İlköğretim Online*, 9 (1), 275-291.
- Çalık, M. & Ayas, A. (2002). Öğrencilerin bazı kimya kavramlarını anlama seviyelerinin karşılaştırılması. 2000'li Yıllarda I. Öğrenme ve Öğretme Sempozyumu, 29-31 Mayıs, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Çalık, M., Ayas, A. & Ünal, S. (2006). Çözünme kavramıyla ilgili öğrenci kavramalarının tespiti: Bir yaşlar arası karşılaştırma çalışması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4 (3), 309-322.
- Demircioğlu, H., Ayas, A. & Demircioğlu, G. (2002). "Sınıf öğretmen adaylarının kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar", V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde Sunulmuş Bildiri, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. Ayas, A. & Kongur, S. (2012). Onuncu sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili teorik ve uygulama bilgilerinin karşılaştırılması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9 (1), 162-181.
- Doymuş, K. (2007). The effect of cooperative learning strategy in the teaching of phase an done-component phase diagrams. *Journal of Chemical Education*, 84 (11), 1857-1860.
- Ebenezer, J. (2001). A hypermedia environment to explore and negotiate students' conceptions: Animation of the solution process of table salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10, 73-91.
- Franco, A.G. & Taber, K.S. (2009). Secondary students' thinking about familiar phenomena: Learners' explanations from a curriculum context where 'particles' is a key idea for organizing teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 31 (14), 1917-1952.
- Gabel, D. L. & Bunce, D. M. (1994). Research on problem solving: Chemistry. *Handbook of research on science teaching and learning* (Edt: D. L. Gabel). New York: Macmillan. pp. 301-325.
- Gökulu, A. (2013). Bilgisayar destekli öğretimin etkisinin incelenmesi ve maddenin tanecikli yapısı konusunda ilgili öğrencilerin kavram yanlışlarının tespiti. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6 (5), 571-585.
- Griffiths, A.K. & Preston, K.R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611-628.
- Haigh, M., France, B. & Gounder, R. (2011). Compounding confusion? When illustrative practical work falls short of its purpose-A case study. *Research in Science Education*, 42 (5), 967-984.
- Jaber, L. Z. & Boujaoude, S. (2012). A macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34 (7), 973-998.
- Johnstone A. H., (1991), Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J. Comput. Assist. Learn.*, 7, 75-83.
- Kabapınar, F. M. & Adık, B. (2005). Ortaöğretim 11. sınıf öğrencilerinin fiziksel değişim ve kimyasal bağ ilişkisini anlama seviyesi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38 (1), 123-147.
- Kalın, B. & Arıkil, G. (2010). Çözümler konusunda üniversite öğrencilerinin sahip olduğu kavram yanlışları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4 (2), 177-206.
- Karaçöp, A. & Doymuş, K. (2012). Effects of jigsaw cooperative learning and animation techniques on students' understanding of chemical bonding and their conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education Technology*, 22, 186-203.
- Karlı, F. & Ayas, A. (2013). Fen bilgisi öğretmen adaylarının kimya konularında sahip oldukları alternatif kavramlar. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7 (2), 284-313.
- Martín Del Pozo, R. & Porlán, R. (2001). Spanish prospective teachers' initial ideas about teaching chemical change. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2 (3), 265-283.
- Meşeci, B., Tekin, S. & Karamustafaoğlu, S.(2013). Maddenin tanecikli yapısıyla ilgili kavram yanlışlarının tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5 (9), 20-40.
- Novak, J. D. & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28 (1), 117-153.
- Novick, S. & Nussbaum, J. (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross age study. *Science Education*, 65 (2), 187-196.
- Özmen, H. (2011). Effect of animation enhanced conceptual change texts on 6th grade students' understanding of the particulate nature of matter and transformation during phase changes. *Computers & Education* 57, 1114-1126.
- Özmen, H. & Ayas, A. (2003). Students' difficulties in understanding of the conservation of matter in open and closed-system chemical reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 4 (3), 279-290.

- Öztürk, B., Okumuş, S., Koç, Y., Çavdar, O. & Doymuş, K. (2013). Fen ve teknoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarının iyi bir eğitim ortamı için yedi ilke hakkındaki görüşleri. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (1), 102-115.
- Papageorgiou, G., Stamovlasis, D. & Johnson, P.M (2010). Primary teachers' particle ideas and explanations of physical phenomena: Effect of an in-service training course. *International Journal of Science Education*, 32 (5), 629-652.
- Pekdağ, B. & Le Maréchal, J.F. (2010). An explanatory framework for chemistry education: The two-world model. *Education and Science*, 35 (157), 84-99.
- Philipp, S. B., Johnson, D. K. & Yeziarski, E. J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 777-786.
- Raviolo, A. (2001). Assessing students' conceptual understanding of solubility equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78 (5), 629-631.
- Sanger, M. J., Phelps, A. J. & Fienhold, J. (2000). Using a computer animation to improve students' conceptual understanding of a can-crushing demonstration. *Journal of Chemical Education*, 77 (11), 1517-1520.
- Smith, K. C. & Villarreal, S. (2015). Using animations in identifying general chemistry students' misconceptions and evaluating their knowledge transfer relating to particle position in physical changes. *Chemical Education Research and Practice*, 16, 273-282.
- Solsona, N. & De Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. *International Journal of Science Education*, 25 (1), 3-12.
- Stavridou, H. & Solomonidou, C. (1998). Conceptual reorganization and the construction of the chemical reaction concept during secondary education. *International Journal of Science Education*, 20 (2), 205-221.
- Şimşek, Ü., Doymuş, K., Doğan, A. & Karaçöp, A. (2009). İşbirlikli öğrenmenin iki farklı tekniğinin öğrencilerin kimyasal denge konusundaki akademik başarılarına etkisi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (3), 763-791.
- Talanquer, v. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33, (2), 179-195.
- Tien, L.T., Teichert, M.A. & Rickey, D. (2007). Effectiveness of a more laboratory module in promoting students to revise their molecular- level ideas about solutions. *Journal of Chemical Education*, 84 (1), 175-181.
- Ültay, N. & Çalık, M. (2012). A thematic review of studies into the effectiveness of context based chemistry curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21 (6), 686-701.
- Ünal, S. (2003). Lise 1 ve 3 öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavramları anlama seviyelerinin karşılaştırılması, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Wheeldon, R., Atkinson, R., Dawes, A. & Levinson, R. (2012). Do high school chemistry examinations inhibit deeper level understanding of dynamic reversible chemical reactions? *Research in Science & Technological Education*, 30 (2), 107-130.
- Yakmacı Güzel, B. (2013). Preservice chemistry teachers in action: an evaluation of attempts for changing high school students' chemistry misconceptions into more scientific conceptions. *Chemical Education Research and Practice*, 14, 95-104.

## PURPOSE

It can be try to determine pre-service science teachers' understandings at physical (change of state of matter) and chemical changing (chemical reaction of  $\text{CH}_4$  with  $\text{O}_2$ ) of the particulate nature of matter topic in this research.

## METHOD

In this research it was used survey method in order to determine pre-service science teachers' understandings of the particulate nature of matter topic at micro level.

The sample of research was consisted of 57 pre-service science teachers who studied in the third level undergraduate of science teacher education program.

For collecting data it was used The Particulate Nature of Matter Test (PNMT) which contains two open-ended questions. It was applied to expert views for validity. In order to analyze data, it was formed categories from answers of pre-service teachers and done descriptive statistics.

Pre-service science teachers' drawings related to topic was classified at three categories as "true scientific drawings", "drawings contain misconceptions" and "false drawings/free".

## RESULTS & DISCUSSION

According to the first question of the PNMT, it was seen that most of the pre-service science teachers knew that solid state of matter and its properties like intermolecular distances are too few. According to their drawings, pre-service science teachers have some misconceptions related to the liquid and gas states of matter and phase changing points. Adadan (2014a), Griffiths and Preston (1992) and Meseci et al. (2013) determined that students drew the state of liquid phase as false at the most, similarly. According to these results it can be inferred that most of the pre-service science teachers did not draw their views about the state of matter. Similarly, most of the pre-service science teachers cannot understand liquid-gas and gas states of matter at micro level. However, Canbazoglu et al. (2010) found that pre-service science teachers knew intermolecular forces of different phases of matter in their research.

Pre-service science teachers who drew correctly of the particles' position of during the change of state of matter as scientifically know the decrease the amount of matter at an opening pot during the heating process, intermolecular distances are too few at solids, in liquids intermolecular distances are a little more than solids and intermolecular distances gases are the highest. But, only Pre-service Science Teacher 8 (PST<sub>8</sub>) expressed "evaporation occurs each temperature" and showed this in his drawing. According to pre-service science teachers' expressions and drawings, it can be inferred that these pre-service science teachers ignored or not to know evaporation occurs at each temperature because they expressed that it is decreased the amount of matter at an opening pot during the heating process. According to this, it can be said that most of them know the state of matter but they cannot draw at micro level. Students tend to explain events at macro level, they do not consider particles and thus micro level. This situation determined in several researches like Adadan, (2014a), Martín Del Pozo and Porlán (2001), Ozmen (2011) and Stavridou and Solomonidou (1998).

Also, some of the pre-service science teachers thought that during the changing state of matter a physical changing is occurred and the particulate nature of matter is changed. These results was existed in literature (Ahtee & Varjola, 1998; Boujaoude, 1992; Demircioglu et al., 2012; Kabapinar & Adik, 2005; Novak & Musonda, 1991; Solsona & De Jong, 2003; Stavridou & Solomonidou, 1998), too.

According to the second question of the PNMT, most of the pre-service science teachers cannot showed the particulate nature of matter in a chemical reaction as correctly. Pre-service science teachers who drew correctly as scientifically showed molecular geometry of reactants and products in a chemical reaction correctly and paid attention number of moles in the reaction.

According to drawings contain misconceptions, some pre-service science teachers ignored the amount of reactants and products, they showed intermolecular forces as false, did not know molecular geometry of compounds exactly, and drew molecules as atomic state. Similarly, it was determined students did not explain events at micro level in Abraham et al. (1994), Calik et al. (2006) and Demircioglu et al. (2012) studies.

## CONCLUSION & IMPLEMENTATION

According to drawings of the first question, most of the pre-service science teachers have some misconceptions related to liquid and gas phases of matter. Some of the pre-service science teachers knew that intermolecular forces as true, however, it was seen that most of the pre-service science teachers cannot draw their views related to the state of matter on their drawings. Another important result of this study was that pre-service science teachers ignore evaporation occurs each temperature. Although some of them know evaporation that occurs

each temperature, they ignored a decrease of matter amount in an opening pot at micro level. This situation can be originate from not to be careful their drawing by pre-service science teachers. Because they expressed in their explaining matter amount will decrease with time.

Some of the pre-service science teachers like PST<sub>25</sub> showed H<sub>2</sub>O particles different symbols at solid, liquid and gas state during the change of state. According to this situation, it can be said that they think that particles' structure is changing during the change of state. Griffiths and Preston (1992) found students thought that atoms' size, shape and weight are changing during the change of state. In some of the drawings which contain misconceptions, pre-service science teachers showed particles as molecular shape but they ignored intermolecular forces among particles. With reference to this, it can be said that pre-service science teachers like PST<sub>3</sub> do not know illustration of intermolecular forces exactly.

According to drawings of the second question, most of the pre-service teachers attended to research cannot show correctly of illustration of reactants and products of a chemical reaction at micro level. According to true scientifically drawings, pre-service science teachers took care of matter amount and molecular geometry of reactants and products during the reaction process. It was seen that some pre-service science teachers did not know exactly molecular geometry of molecules in a chemical reaction, ignored the amount of matter at reactants and products of reaction, showed intermolecular bonds as false and showed molecules as atoms. On the basis of showing intermolecular bonds as false, it can be effective that they have lacking knowledge related to topic, do not know elements' valence in compounds, do not know which element want to give electron or which element want to take electron in its compound in a molecule. With regard to these results, it can be concluded that most of the pre-service science teachers cannot understand matters at micro level which are reactants and products of a chemical reaction.

With respect to a lot of researches in chemistry contains several conceptions at micro level and seem as a difficult subject so, it is not understood effectively by students (Acar & Tarhan, 2008; Adadan, 2012; Demircioglu, et al., 2012; Haigh et al., 2011; Kalin & Arikil, 2010; Ultay & Calik, 2012; Wheeldon et al., 2012). The particulate nature of matter topic is one of the misunderstand topic of chemistry because of containing abstract concepts. It was determined that relating correctly of macroscopic, microscopic, and symbolic level of chemical concepts facilitates understanding of chemistry (Gabel & Bunce, 1994; Pekdag & Le Maréchal, 2010; Sanger et al., 2000). From this point of view, it is needed different techniques or methods like animations and models which keep in view among three level, are focused on students and provide to attending of students on studies actively in order to provide to understand chemical concepts correctly and exactly.

If it thought that pre-service science teachers will be a science teacher in future, for not to fall into misconceptions of students, firstly it must be determined of pre-service science teachers' misconceptions in which point of subject and what their problems are related to subject. In addition, it should be need new researches related to topic and it should be provide to vitalize the topic at micro level in their mind as correctly.