

Maddenin Tanecikli Yapısının Anlaşılması Üzerine Analoji ve Deneylerin Etkisi¹

The Effects Of Experiments and Analogy On The Understanding Of The Particulate Nature Of Matter

Mustafa ALYAR, Kemal DOYMUŞ

Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Fen
Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye

Makalenin Geliş Tarihi : 02.03.2015

Yayına Kabul Tarihi: 09.06.2015

Özet

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlama düzeylerini analoji destekli deneylere dayalı olarak tespit etmektir. Araştırma, deneysel araştırma modellerinden tek grup ön test-son test desenine göre tasarlanmıştır. Araştırmanın örneklemini, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında bir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında öğrenim gören toplam 96 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Maddenin Tanecikli Yapısı Testleri (MTYT_{1,2,3,4}) kullanılmıştır. Testler açık uçlu sorulardan oluşturulmuş ve testlerin geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuştur. Uygulama aşamasında öğrencilere her hafta yapılacak deneyle ilgili deneyden önce MTYT ön test olarak, deney yapıldıktan sonra aynı test son test olarak tekrar uygulanmıştır. Her bir deney analoji örnekleri ile desteklenmiştir. Verilerin analizinde her bir test için elde edilen puanların ortalamaları ve öğrenci çizimleri dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin deneylerden önce maddenin tanecikli yapısıyla ilgili anlamalarındaki eksikliklerin deneylerden sonra azaldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maddenin Tanecikli Yapısı, Fen Bilgisi, Analoji

Abstract

The purpose of this research is to determine understanding levels of science students related to the particulate nature of matter via experiments supported with analogies. This research designed as one group pretest- posttest design of experimental method. The sample of this study consists of 96 students from science teacher education program at first-year undergraduates an Educational Faculty during the 2013-2014 academic year. In the study, The Particulate Nature of Matter Tests (PNMT_{1,2,3,4}) were used for the data collection. Tests were obtained from open-ended questions and for validity it was applied to expert views. It was implemented PNMTs as pretest before the experiment and posttest after the experiment every week to students at implementation process. Each experiment was supported with the example of analogies. Student evaluation is done by giving points to the drawing. The average of the scores obtained and student's drawings for each

1. Bu araştırma Prof. Dr. Kemal DOYMUŞ danışmanlığında yürütülen Mustafa ALYAR'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

evaluation PNMT was performed considering. According to the results, it was determined that students' deficiencies related to the particulate nature of matter was reduced from before the experiments to after the experiments.

Keywords: *The Particulate Nature of Matter, science, analogy*

1. Giriş

Eğitimle ilgili çalışmalarda temel ağırlık öğrenme öğretme sürecinin etkinliği olup, öğrenmenin tüm öğrenciler için kolay, verimli ve kaliteli duruma getirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşmak için mevcut öğretim yöntem ve tekniklerini destekleyecek analogileri ve animasyonları kullanmak, öğrenme öğretme faaliyetlerinde yeni yaklaşımlar uygulamak gerekmektedir (Mutlu ve Aydoğdu 2003). Günümüzde kimya eğitiminde öğrencilere kavramlar verilirken, öğrencilerde düşünme yeteneğinin geliştirilmesi de çok önemli bir olgudur. Bu nedenle kimyada öğretilen kavramlar sadece bilgi düzeyinde kalmakta, bu kavramların öğretilmesinde uygulamalı, öğrencinin yaparak, yaşayarak kavramı keşfetmesini sağlayacak eğitim yöntemlerine yer verilmemektedir (Noyanalpan, 1996; Duncan ve Rivet, 2013). Kimya, bütün öğretim kademelerinde en çok zorlanılan derslerin başında gelmektedir. Kimya eğitimi alan öğrencilerin kimyadaki başarılarının genellikle düşük olduğu göz önüne alınırsa, etkili ve verimli bir öğretimin yapıldığı söylenemez. Kimya eğitimi, yaparak yaşayarak öğrenmeye dayanan bir süreç olmalıdır. Bu nedenle öğrencilerin bizzat yaparak yaşayarak öğrenmesine önem verilmesi gerekir. Aksi halde öğrenciler kimya konularını ezberleyerek öğrenirler. Öğrencileri ezbercilikten kurtarmak için laboratuvar çalışmalarına gereken önem verilmelidir. Çünkü laboratuvar, öğrencileri aktif durumda tutarak öğretim etkinliklerine bizzat katılmalarını sağlayarak öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarına ve öğrendiklerinin daha kalıcı olmasına yardım etmektedir. Yaparak yaşayarak öğrenme ortamını sağlayan laboratuvar, konuların daha kolay anlaşılmasında, daha çok akılda tutulmasında, bilginin istendik davranışlara transfer edilmesinde, öğrencilerin motivasyonunun ve yeteneklerinin artırılmasında ve anlaşılması zor konuların daha kolay anlaşılmasında etkin rol oynamaktadır (Aladejana ve Aderibigbe, 2007; McKee, Williamson ve Ruebush, 2007; Aksoy, 2010; Adadan, 2014; Chiu, DeJaegher ve Chao, 2015).

Kimya derslerinde yaygın olarak kullanılması gereken mikro, makro ve sembolik anlama boyutu, kavramları gerçek manada anlamaya yardımcı olurken üst düzey düşünme becerilerini de geliştirmektedir. Bu boyutlardan makro anlama boyutu gözlemlenebilir olaylar, deneyler ve deneyimlerle; mikro anlama boyutu yapısal formüller ve zihinsel görüntülerle ve sembolik anlama boyutu grafikler ve kimyasal denklemler gibi resimsel ve cebirsel formüllerle ilgilidir (Johnstone, 1991; Meijer, 2011). Araştırmalar, mikro düzeyde kimyasal olguların soyut ve görülmez olduklarından dolayı öğrencilerin bu olguları anlamalarının zor olduğunu göstermiştir (Karaçöp, 2010; Raviolo, 2001; Harrison and Treagust 2002; Barthlow ve Watson, 2014). Kimya konularının öğrenciler tarafından tam ve doğru olarak anlaşılması için kimyanın temeli olan maddenin tanecikli yapısı konusunun kavranması oldukça önemlidir. Maddenin tanecikli yapısı kimyanın yanı sıra fizik ve biyoloji konularının anlaşılması ve öğrenilmesi için temel teşkil etmektedir. Parçacık teorisindeki atom, molekül ve iyon kavramları doğal olayların açıklanmasında önemli bir rol oynar. Kimyasal süreçler moleküllerle temsil edilir ve

mikroskobik bakış açısıyla açıklanır (Karaçöp, 2010; Eilks, Witteck ve Pietzner, 2012; Williamson et al.,2012; Becker et al., 2013). Kimyanın derinlemesine anlaşılabilmesi için kimyadaki makroskobik, mikroskobik ve sembolik seviyelerin anlaşılmasının gerekli olduğu belirtilmektedir (Aydeniz ve Kotowski, 2012; Taber, 2013).

Araştırmalar öğrencilerin maddenin sürekli görünüşünden tanecikli görünüşüne geçiş yapabilmeleri için kavramsal değişim geçirmeleri gerektiğini ortaya koymuştur. Aynı zamanda araştırmacılar modellerin kullanılması, oluşturulması ve anlaşılmasının öğrencilerin fiziksel ve kimyasal olayları anlamalarına yardım edebileceğini göstermiş ve desteklemişlerdir (Karaçöp, 2010; Saari and Viiri 2003; Ardac and Akaygun 2004; Wei, Liu, Wang ve Wang, 2012). Bu çerçevede kimyanın temel konularının öğretilmesinde öğretmenlerin zorlandığı ve öğrencilerin ise öğrenmede güçlük çektiği bilinmektedir.

Kimyanın kimyasal bağlar, çözeltiler, kimyasal kinetik, asitler ve bazlar, elektrokimya, atomun elektron yapısı, gazlar vb. gibi konularda, öğrencilerden maddeyi oluşturan taneciklerin konumlarını ve tanecikler arasındaki çekim kuvvetlerini kavramış olmaları beklenmektedir (Kabapınar 2007, Karaçöp 2010; Taber, Tsaparis ve Nakiboğlu, 2012; Karaçöp ve Doymuş, 2013). Elektron, iyonlaşma enerjisi, elektronegatiflik, bağlanma, geometri, moleküler yapı ve kararlılık kimya konularının çoğunda temel kavramlar olarak kabul edilmektedir. Öğrencilerin kimyasal bağların nasıl oluştuğunu anlamalarında bu kavramları anlamış olmaları çok önemlidir (Özmen 2004; Luxford ve Bretz, 2014; Burrows ve Mooring, 2015). Yukarıda sayılan kimya konularının öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılması ve bu konuda oluşan kavramsal yanlış anlamaların giderilmesi üzerine birçok araştırma yapılmıştır (Özmen 2004; Yeziński ve Birk, 2006; Doymuş ve Şimşek, 2007; Tsitsipis, Stamovlasis ve Papageorgiou, 2012; Okumuş, Öztürk, Doymuş ve Alyar, 2014). Literatürde birçok çalışma olmasına rağmen öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını kavramalarında hala problemler yaşanmaktadır. Bu bakımdan soyut bir yapıya sahip olan ve bu nedenle öğrencilerin mikro boyutu makro boyutla ilişkilendirememelerinden kaynaklanan anlama problemlerini ortadan kaldırmak için analogiler kullanılabilir.

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlama düzeylerini analogi destekli deneylere dayalı olarak tespit etmektir.

2. Yöntem

Bu bölümde araştırmanın modeli, örnekleme, uygulama aşaması, veri toplama araçları ve verilerin analizi yer almaktadır.

Araştırmanın Modeli

Araştırma deneysel araştırma modellerinden tek grup ön test-son test desene göre tasarlanmıştır (Karasar, 2014). Araştırmanın amacına uygun olarak öğrencilerin maddenin tanecikli yapısını anlamaları üzerine deneylerin ve analogilerin etkisi inceleneceği için araştırmanın hipotezini gerçekleştirmek üzere tek grup ile çalışılmıştır.

Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemini, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında Fen Bilgisi Öğretmenliği Programının birinci sınıfında öğrenim gören toplam 96 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrenciler 1 den 96 ya kadar kodlanmış, 24'er kişilik dört grup oluşturulmuş ve ilk 24 öğrenci üzerinde deneyler ve analogilerin maddenin tanecikli yapısını anlamaları üzerine etkisine bakılmıştır, diğer öğrencilerle ise sadece deneyler yapılmıştır.

Araştırmada Kullanılan Ölçme Araçları

Araştırmada her bir deney için ayrı ayrı MTYT testleri hazırlanmıştır. Bu testlerin amacı öğrencilerin deneye dayalı olarak tanecik boyutunu anlamalarını tespit etmektir. Testler sırasıyla aşağıda verilmiştir. MTYT₁, heterojen karışımlarda maddenin tanecikli yapısının öğrenciler tarafından anlaşılmasını amaçlamaktadır ve deney 1 ile ilgili olarak iki açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Birinci soruda öğrencilere heterojen karışımlarda hacmin nasıl değiştiği sorulmakta, ikinci soruda ise öğrencilerden heterojen bir karışımı tanecik boyutunda çizmeleri istenmektedir. MTYT₂, aynı maddenin farklı derişimlerdeki çözeltilerinde maddenin tanecikli yapısının öğrenciler tarafından anlaşılmasını amaçlamaktadır ve deney 2 ile ilgili olarak üç açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Her bir soruda öğrencilerden aynı maddeye ait farklı derişimlerdeki çözeltileri tanecik boyutunda çizmeleri istenmektedir. MTYT₃, farklı pH değerlerine sahip asitlerin ve bazların tanecikli yapısının öğrenciler tarafından anlaşılmasını amaçlamaktadır ve deney 3 ile ilgili olarak iki açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Birinci soruda öğrencilerden farklı pH değerlerine sahip iki asidik çözeltiyi tanecik boyutunda çizmeleri istenmekte, ikinci soruda ise farklı pH değerlerine sahip iki bazik çözeltiyi tanecik boyutunda çizmeleri istenmektedir. MTYT₄, çözeltilerde maddenin tanecikli yapısının öğrenciler tarafından anlaşılması amaçlanmıştır ve deney 4 ile ilgili olarak iki açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Öğrencilerden soruların ikisinde de hazırlanmış olan iki çözeltiyi tanecik boyutunda çizmeleri istenmektedir. Testlerin geçerliği için kimya eğitiminde uzman bir akademisyen görüşüne başvurulmuş ve sorulardaki kavram hataları giderilmiş ve düzeltmeler yapılmıştır.

Uygulama

Araştırmada öğrencilerin maddenin tanecikli yapıda olduğunu kavrayabilmeleri için dört deney tasarlanmıştır. Deneyler dört hafta sürmüştür. Öğrenciler her hafta deneye başlamadan önce deneyle ilgili MTYT ön test olarak uygulanmıştır. Ardından konuyla ilgili deneye geçilmiştir. Deneyden sonra öğrencilerin anlamalarını kolaylaştırmak amacıyla deneyle ilgili analogiler uygulanmıştır. Deney bittikten sonra MTYT son test olarak tekrar uygulanmıştır. Diğer haftalarda da birinci hafta izlenen yol takip edilmiştir. Uygulama grubunun dışındaki öğrencilerde ise önce deneyle ilgili MTYT ön test olarak uygulanmıştır. Ardından deneye geçilmiş ve deneyden sonra tekrar MTYT son test olarak uygulanmıştır. Uygulama aşamasında yapılan deneylerin adları ekte verilmiştir.

3. Bulgular ve Yorumlar

Çalışmaya katılan tüm öğrencilerin maddenin tanecikli yapısının bilgi düzeylerini belirlemek için her bir deney için deney öncesi ve deney sonrası her bir deney konusuna ait maddenin tanecikli boyuttaki çizimleri istenmiştir. Öğrenci cevapları “doğru” ve

“yanlış” olarak sınıflandırılmış ve öğrencilerin ortalama puanları uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında hesaplanmıştır. Değerlendirme sonuçları ortalama puan olarak Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo1. MTYT lerden elde edilen puanların ortalamaları

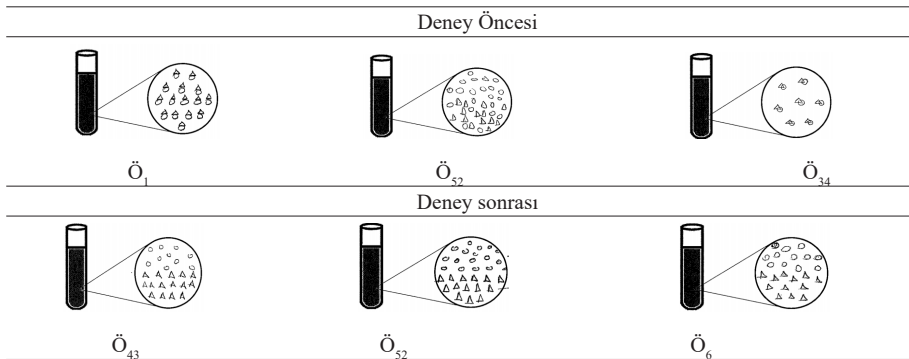
Deneyler	Deney Öncesi (X)*	Deney Sonrası (X)*
Deney 1 (MTYT ₁)	15	85
Deney 2 (MTYT ₂)	20	58
Deney 3 (MTYT ₃)	24	74
Deney 4 (MTYT ₄)	46	78

*Maksimum puan 100 değeridir.

Tablo 1 incelendiğinde, deney öncesi, öğrencilerin deney 1 de en düşük deney 4 te ise en yüksek puan aldıkları görülmektedir. Deney sonrası ise tüm deneylerde yüksek puan aldıkları ancak deney 2 de kısmen düşüş olduğu görülmektedir. Bu düşüşün nedeni çözünürlük olayının tam anlaşılmasına bağlanabilir. Bu sonuçlar öğrenci çizimlerinden de anlaşılmaktadır. Deneylere dayanılarak elde edilen tanecik boyuttaki çizim örnekleri deney bazında aşağıda verilmiştir.

MTYT lerden elde edilen verilerden deney öncesinde öğrencilerin hatalı kavramalarını içeren örnekler ve deney sonrasında öğrencilerin doğru çizimlerinden örnekler sunulmuştur. Bu kısımda analogi destekli deneyler yapan gruptan elde edilen verilerin yanı sıra sadece deney yapan öğrencilerin çizimlerinden de örnekler sunulmuştur. Bulgular doğru ve yanlış olarak sınıflandırılmış, gruplar arası istatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır.

MTYT₁'in kloroform (CHCl₃) ile saf suyun (H₂O) karışımının tanecikli boyutta gösterilmesi ile ilgili sorusuna öğrenci çizimlerinden elde edilen bazı örnekler Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Deney öncesi ve Deney sonrası MTYT₁'den elde edilen çizim örnekleri

Şekil 1 de deney öncesinde Ö₁ ve Ö₃₄, kloroform ve suyu tepkimeye giren iki

madde gibi düşünmüş ve tanecikleri birleşik çizmişlerdir. Öğrencilerin bu şekilde düşünmelerinde kloroformun yapısını bilmemeleri etkili olabilir.

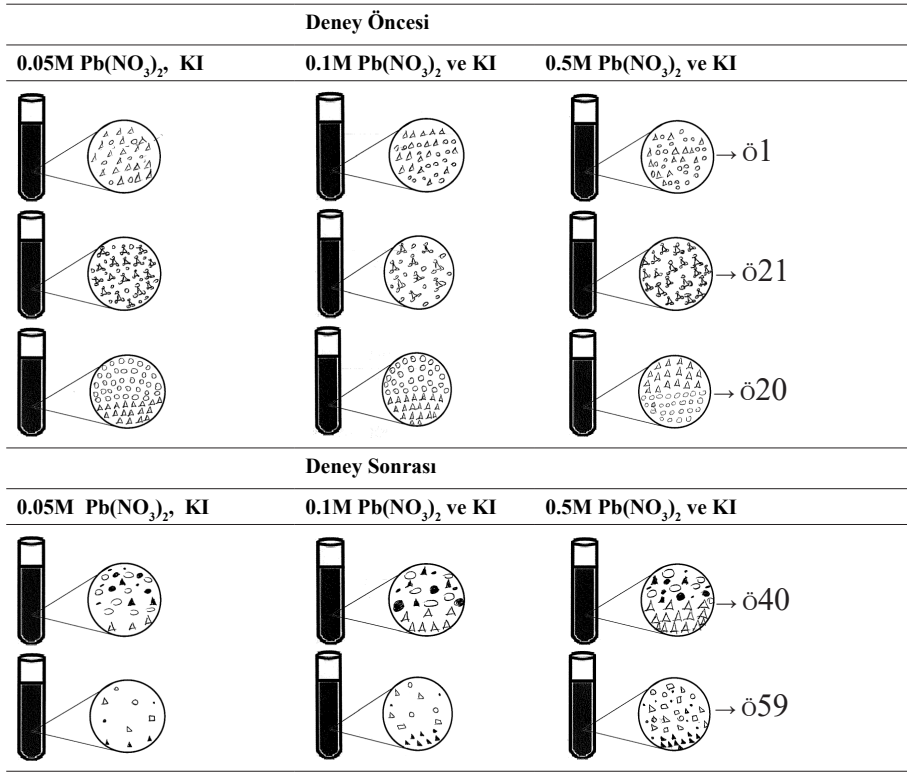
Ö₅₂, kloroformun yoğunluğunun suyun yoğunluğundan fazla olduğunu bildiği için kloroform taneciklerinin büyük bir miktarını deney tüpünün alt kısmında göstermiştir. Ancak yine deney tüpünün alt kısmında su taneciklerini de göstererek kloroform ve suyun birbiri içerisinde çözündüğünü düşünmüştür. (Δ : Kloroform taneciğini temsil etmektedir, \circ : Saf su taneciğini temsil etmektedir.). Öğrencilerin bu şekilde düşünmelerinde, hangi tür maddelerin birbiri içerisinde çözündüğünü bilmemeleri etkili olabilir.

Deney sonrası tekrar öğrencilerden kloroform (CHCl_3) ile saf suyun (H_2O) karışımını tanecikli boyutta göstermeleri istenmiştir.

Ö₄₃, Ö₅₂ ve Ö₆ öğrenci çizimleri incelendiğinde, öğrenciler kloroform ve suyun bir heterojen karışım oluşturduğunu görmüşlerdir. Buna göre öğrencilerin heterojen karışımları tanecik boyutunda anladıkları söylenebilir. Bu sonucu Tablo 1 de desteklemektedir.

MTYT₂ de üç farklı derişime sahip kurşun nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ çözeltileri ile aynı derişime sahip potasyum iyodür KI çözeltilerinin karıştırılması sonucu oluşacak karışımı tanecik boyutta çizimleri istenmiştir. Öğrencilerin soru için yaptıkları çizimlerden elde edilen bazı örnekler Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2’de deney öncesi çizimlere bakıldığında Ö₁, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ve KI çözeltilerinin derişimine bakmaksızın $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ve KI çözeltilerinin birbiri içerisinde homojen olarak çözündüğü düşünmüş, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ve KI taneciklerini homojen olarak çizmiştir. Ö₂₁, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ve KI çözeltilerinin kimyasal olarak etkileşime girdiğini düşünerek $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ve KI taneciklerini birbirine yapışık olarak çizmiştir. Buna göre öğrencinin çözünme olayını kimyasal bir değişim gibi algıladığı söylenebilir. Ö₂₀’nin yapmış olduğu çizimleri soldan sağa doğru incelediğimizde ilk iki çizimde bu öğrencinin de derişime dikkat etmediği görülmektedir. Ancak $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ’ın molekül ağırlığının büyük olduğunu düşünerek $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ’ı karışımın alt tarafında göstermiştir. Fakat üçüncü çiziminde $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ’ın değil KI’ün karışımın alt tarafında yer aldığını düşünmüştür.



Şekil 2. Deney öncesi ve Deney sonrası MTYT₂ elde edilen çizim örnekleri

Şekil 2'deki deney sonrası çizimlere bakıldığında; Ö₄₀, deney sonrası Pb(NO₃)₂ ve KI'nin etkileşimi sonucunda PbI₂'ün çöktüğünü öğrenmiştir. Bu çökme miktarının derişimi büyük olanda daha fazla olduğunu gözlemlemiştir. K⁺ ve NO₃⁻ iyonlarının ise karışımın üst tarafında su içerisinde homojen bir dağılım gösterdiğini düşünerek çizimini yapmıştır. (PbI₂: △, K⁺: ○, NO₃⁻: ●, H₃O⁺: ●, OH⁻: ▲)

Ö₅₉, yapılan deney sonrası Pb(NO₃)₂ ve KI'nin etkileşimi sonucunda PbI₂'ün çöktüğünü öğrenmiştir. Bu çökme miktarının derişimi büyük olanda daha fazla olduğunu gözlemlemiştir. K⁺ ve NO₃⁻ iyonlarının ise karışımın üst tarafında su içerisinde homojen bir dağılım gösterdiğini düşünerek çizimi yapmıştır. (PbI₂: ▲, K⁺: △, NO₃⁻: ○, H₃O⁺: ●, OH⁻: □). Benzer çizimler diğer öğrenciler tarafından da yapılmıştır. Doğru çizim yüzdeleri Tablo 1 de verilmiştir.

MTYT₃ te farklı pH derecelerine sahip hidroklorik asit (HCl) ve sodyum hidroksit (NaOH) çözeltilerinin pH derecelerinin belirlenmesinde etkili olan hidronyum iyonunun (H₃O⁺) derişimle ilişkisini kurarak her bir çözeltinin içerdiği H₃O⁺ miktarını tanecik boyutta çizimleri istenmiştir. Bu soruya cevap olarak verilen öğrenci çizimlerinin ön testten elde edilen bazı örnekleri Şekil 3'te ve son testten elde edilen örnekleri ise Şekil 4 te verilmiştir.

1.10⁻¹ M HCl	1.10⁻³ M HCl	Ö ₁₉ 'un H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
		Ö ₃₇ 'nin H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
		Ö ₂₉ 'un H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
1.10⁻³ M NaOH	1.10⁻⁵ M NaOH	Ö ₁₉ 'un H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
		Ö ₃₇ 'nin H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
		Ö ₂₉ 'un H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler

Şekil 3. Deney öncesi MTYT₃ elde edilen çizim örnekleri

Şekil 3 incelendiğinde Ö₁₉ ve Ö₃₇'nin HCl için yapmış oldukları çizimlerde pH değeri 1 olan çözeltinin içerisindeki H₃O⁺ sayısının pH değeri 3 olan çözeltideki H₃O⁺ sayısından daha az olduğunu düşünmüşlerdir. NaOH için yaptıkları çizimlerde ise pOH değeri büyük olan çözeltide H₃O⁺ miktarının daha fazla olduğunu düşünmüşlerdir. (○:H₃O⁺)

Ö₂₉'un HCl için yapmış olduğu çizimlerde pH değeri 1 olan çözeltinin içerisindeki H₃O⁺ sayısının pH değeri 3 olan çözeltideki H₃O⁺ sayısından daha az olduğunu düşünmüştür. NaOH için yaptığı çizimlerde ise pOH değeri büyük olan çözeltide H₃O⁺ miktarının daha fazla olduğunu düşünmüştür. (△: H₃O⁺, ○:OH⁻).

Şekil 4'e bakıldığında Ö₁₃ ve Ö₃₅'in HCl için çizmiş oldukları hidronyum (H₃O⁺) taneciklerinin sayılarına bakıldığında pH derecesinin büyük olduğu çözeltide daha fazla H₃O⁺ olduğunun öğrenildiği görülmektedir. Ö₁₃ ve Ö₃₅'in NaOH için çizmiş oldukları hidronyum (H₃O⁺) taneciklerinin sayılarına bakıldığında ise pOH derecesinin büyük olduğu çözeltide daha az H₃O⁺ olduğunun öğrenildiği anlaşılmaktadır. (H₃O⁺: ○, △). Buradan deneylerin ve analogilerin birlikte kullanılmasının, asitler ve bazlar konusunun tanecikli yapısının anlaşılması üzerine olumlu bir etki gösterdiği söylenebilir.

1.10⁻¹ M HCl	1.10⁻³ M HCl	
		Ö ₁₃ 'ün H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
		Ö ₃₅ 'in H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
1.10⁻³ M NaOH	1.10⁻⁵ M NaOH	
		Ö ₁₃ 'ün H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler
		Ö ₃₅ 'in H ₃ O ⁺ tanecikleri için yaptığı çizimler

Şekil 4. Deney sonrası MTYT₃ elde edilen çizim örnekleri

MTYT₄ te şeker (C₆H₁₂O₆) ve iyot (I₂) un etil alkol (C₂H₅OH) içerisinde çözünmesini tanecik boyutta çizmeleri istenmiştir. Öğrencilerin bu soruyla ilgili yaptıkları çizimlerinden elde edilen bazı örnekler Şekil 5'de verilmiştir.

Deney Öncesi		
		→ ö ₁ 'e ait çizimler
		→ ö ₂₇ 'ye ait çizimler
		→ ö ₃₁ 'e ait çizimler
Deney sonrası		
		→ ö ₄ 'e ait çizimler

Şekil 5. Deney öncesi ve Deney sonrası MTYT₄ elde edilen çizim örnekleri

Ö₁'in yapmış olduğu çizimleri soldan sağa doğru açıklayacak olursak birinci çizimde 1g iyotu 5mL etil alkol içerisinde çözdüğünü tanecik yapıda çizmeye çalışmıştır. Ancak öğrenci, burada sadece iyotu temsil eden (○) taneciği belirtmiş, etil alkol taneciklerinden bahsetmemiştir. Yine ikinci çizimde öğrenci 1g şekeri 5mL

etil alkol içerisinde çözünmüş halde göstermeye çalışmıştır. Burada da sadece şeker tanecikliğini (○) resmetmiş etil alkolden bahsetmemiştir. Buna göre öğrencinin çözünme olayında çözücüyü ihmal ettiği söylenebilir.

Ö₂₇'nin yapmış olduğu çizimleri soldan sağa yorumlayacak olursak birinci çizimde iyotun etil alkol ile karıştırılması sonucu etil alkolün kendisini oluşturan maddelere ayrışacağını düşünerek burada kimyasal bir değişimin söz konusu olabileceği kanısına varmıştır. Bu çizimde iyotu Δ sembolüyle hidrojeni ○ sembolüyle hidroksil iyonunu ● ve karbonu □ sembolüyle göstermiştir. Yine aynı öğrenci ikinci çiziminde etil alkol ile şekerin kimyasal tepkimeye girerek etil alkolün kendisini oluşturan maddelere ayrışacağını şekerin ise aynı kalacağını düşünerek çizimini tamamlamıştır. Burada da şekeri ■ sembolüyle hidrojeni ○ sembolüyle hidroksit iyonunu ● karbonu □ sembolüyle göstermiştir.

Ö₃₁'in yapmış olduğu çizimleri soldan sağa doğru açıklayacak olursak birinci çiziminde etil alkol ve iyot çözeltilisinde sadece iyotu Δ sembolüyle göstererek çizmiş etil alkol taneciklerini ise çizmemiştir. Aynı öğrenci etil alkol şeker çözeltilisinde şekeri □ sembolüyle belirterek çizimini yapmış ancak etil alkolden bahsetmemiştir. Burada öğrencinin çözücüyü ihmal ettiği görülmektedir. Bu bakımdan Ö₃₁ in çizimi Ö₁ in çizimiyle benzerlik göstermektedir.

Ö₄'ün deneyden sonra yapmış olduğu çizimi soldan sağa doğru açıklayacak olursak birinci şekilde etil alkolü Δ sembolüyle göstermiş iyotu ■ sembolüyle göstererek iyotun etil alkol içerisinde çözünerek homojen bir şekilde dağıldığını göstermiştir. Yine aynı öğrenci ikinci çiziminde etil alkolü Δ sembolüyle göstermiş şekeri ○ sembolüyle göstererek şekerin etil alkol içerisinde çözünerek homojen bir şekilde dağıldığını göstermiştir.

4. Sonuç ve Tartışma

MTYT₁ e göre deney öncesinde öğrencilerin yoğunlukları farklı maddelerin oluşturdukları heterojen karışımları tanecikli boyutta gösteremedikleri söylenebilir (Tablo 1). MTYT₁ son test sonuçlarına bakıldığında ise öğrencilerin heterojen karışımları tanecik boyutunda göstermede başarılı oldukları belirlenmiştir (Tablo 1). Yine öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı çizimlerine bakıldığında deney öncesi yoğunluk farkını dikkate alarak tanecik boyutta çizim hataları yaptıkları görülmektedir (Şekil 1). Deney sonrasındaki çizimlere bakıldığında ise öğrencilerin hatalarının önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Şekil 1 de doğru çizimlerden örnekler verilmiştir. Öğrencilerin uygulama sonunda MTYT₁ de doğru çizimleri yapmalarında, yapılan deneyin ve farklı yoğunluktaki maddelerin oluşturduğu karışımı temsil eden misketlerle yapılan analogilerin etkili olduğu düşünülmektedir. Deneyler ve analogilerin kullanılmasının öğrencilerin birbirine karışmayan maddeleri hem tanecik boyutunda doğru çizimleri hem de kavramsal olarak doğru anlamalarını sağladığı ifade edilebilir (Akaygun ve Jones, 2013; Çalık, Turan ve Coll, 2014).

MTYT₂ ye göre deney öncesinde öğrencilerin farklı derişimlerdeki çözeltilerin tanecikli yapısını anlamada problem yaşadıkları belirlenmiştir (Tablo 1). Bu durum öğrencilerin derişim farkıyla maddenin tanecikli yapısı arasındaki ilişkiyi

anlayamadıklarından kaynaklanabilir. $MTYT_2$ son test sonuçlarına bakıldığında öğrencilerin konuyu tanecik boyutta anladıkları söylenebilir. Öğrencilerin ön test çizimlerine bakıldığında (Şekil 2) çökme olayını ve çökmeyen iyonlarının neler olduğunu tanecik boyutta çizemedikleri ancak son test çizimlerinde ise hatalarının büyük oranda giderildiği görülmüştür. Öğrencilerin uygulama sonunda doğru çizim yapmalarında, farklı derişimlerdeki çözeltilerden elde edilen çökelek miktarlarını gözle görmeleri etkili olmuştur. Bu bakımdan bu sonuçlar literatürle paralellik göstermektedir (Tanel, 2006; Şimşek, Doymuş, Doğan ve Karaçöp, 2009; Adadan, 2013).

$MTYT_3$ e göre deney öncesinde öğrencilerin farklı pH lardaki asitlerin ve bazların tanecikli yapısını anlamalarında problemler yaşadıkları belirlenmiştir. Buna göre öğrencilerin pH derecesine göre tanecikli yapıyı kavrayamadıkları söylenebilir (Tablo 1, Şekil 3). $MTYT_3$ son test değerlerine bakıldığında öğrencilerin asitler ve bazların tanecikli yapısını anlamalarının büyük ölçüde sağlandığı yapılan doğru çizimlerden anlaşılmaktadır (Şekil 4). Bu durumun ortaya çıkmasında, öğrencilerin deneye aktif katılmaları, gruptaki arkadaşlarını da aktif hale getirmeye çalışmaları ve ilgi göstermeyen öğrencileri uyarak ilgilerini sağlamaları etkili olabilir. pH ile ilgili çalışmaların başarılı olabilmesi için asit ve baz konularının iyi kavratılması maddenin tanecikli yapısı ile bağlantısının kurulması için temel bilgi düzeylerinin yeterli olması gerekmektedir. Daha önce yapılmış bazı çalışmaların sonuçları bu çalışma ile paralellik göstermektedir (Şengören, 2006; Zahara ve Anowar, 2010; Naah ve Sanger, 2012; Kahveci, 2013).

$MTYT_4$ e göre deney öncesinde öğrencilerin çözünürlük farkından faydalanarak maddenin tanecikli yapısını anlamaları konusunda problemler yaşadıkları belirlenmiştir. Ancak deney öncesinde diğer deneylere göre bu deneyde öğrencilerin daha başarılı oldukları söylenebilir (Tablo 1). Bu farklılığın nedeni öğrencilerin lisede öğrendikleri bilgilerine bağlanabilir. $MTYT_4$ son testinden elde edilen verilere bakıldığında başarının büyük oranda arttığı görülmektedir (Tablo 1). Öğrencilerin ön test çizimlerine bakıldığında öğrencilerin çözüneni dikkate aldıkları çözücüye dikkate almadıkları, bazı öğrencilerin ise çözünme olayını kimyasal reaksiyon olarak düşündükleri (Şekil 5) görülmüştür. Son test çizimlerine bakıldığında hataların büyük oranda giderildiği söylenebilir (Fong ve Kwen, 2007).

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre deneyler sonrasında da bazı öğrencilerde yanlış anlamaların devam ettiği söylenebilir. İlerleyen çalışmalar için farklı yöntem ve tekniklerin bir arada kullanılması ile bu gibi eksikliklerin giderilebileceği önerilmektedir.

5. Kaynakça

- Adadan, E. (2013). 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. (2014). Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 15 (2), 219-238.
- Akaygun, S., & Jones, L. L. (2013). Dynamic visualizations: Tools for understanding the particulate nature of matter. *In Concepts of matter in science education (pp. 281-300)*. Springer Netherlands.

- Aksoy, G. (2010). *Öğrencilerin fen ve teknoloji dersindeki deneyleri anlamalarına okuma-yazma uygulama ve birlikte öğrenme yöntemlerinin etkileri*. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aladejana, F., & Aderibigbe, O. (2007). Science laboratory environment and academic performance. *Journal of science Education and Technology*, 16 (6), 500-506.
- Ardac, D., & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of research in science teaching*, 41 (4), 317-337.
- Aydeniz, M., & Kotowski, E. L. (2012). What do middle and high school students know about the particulate nature of matter after instruction? Implications for practice. *School Science and Mathematics*, 112 (2), 59-65.
- Barthlow, M. J., & Watson, S. B. (2014). The effectiveness of process-oriented guided inquiry learning to reduce alternative conceptions in secondary chemistry. *School Science and Mathematics*, 114 (5), 246-255.
- Becker, N., Rasmussen, C., Sweeney, G., Wawro, M., Towns, M., & Cole, R. (2013). Reasoning using particulate nature of matter: An example of a sociochemical norm in a university-level physical chemistry class. *Chemistry Education Research and Practice*, 14 (1), 81-94.
- Burrows, N. L., & Mooring, S. R. (2015). Using concept mapping to uncover students' knowledge structures of chemical bonding concepts. *Chemistry Education Research and Practice*, 16 (1), 53-66.
- Chiu, J. L., DeJaegher, C. J., & Chao, J. (2015). The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. *Computers & Education*, 85, 59-73.
- Çalik, M., Turan, B., & Coll, R. K. (2014). A cross-age study of elementary student teachers' scientific habits of mind concerning socioscientific issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12 (6), 1315-1340.
- Doymuş, K., & Şimşek, Ü. (2007). Kimyasal bağların öğretilmesinde jigsaw tekniğinin etkisi ve bu teknik hakkında öğrenci görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 173 (1), 231-243.
- Duncan, R. G., & Rivet, A. E. (2013). Science learning progressions. *Science*, 339 (6118), 396-397.
- Eilks, I., Witteck, T., & Pietzner, V. (2012). The role and potential dangers of visualisation when learning about sub-microscopic explanations in chemistry education. *CEPS Journal*, 2 (1), 125-145.
- Fong, H. F., & Kwen, B. H. (2007). Exploring the effectiveness of cooperative learning as a teaching and learning strategy in the physics classroom. *Proceedings of the redesigning pedagogy: Culture, Knowledge, and Understanding, Singapura*, 28-30.
- Harrison A.G. and Treagust D.F., (2002), The particulate nature of matter: challenges in understanding the submicroscopic world, In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust and J. H. Van Driel (Eds.), *Chemical education: towards research-based practice* (pp. 213-234), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.
- Kabapınar, Y. (2007). *İlköğretimde hayat bilgisi ve sosyal bilgiler öğretimi* (1. Baskı). Ankara: Maya Akademi
- Kahveci, A. (2013). Diagnostic assessment of student understanding of the particulate nature of matter: decades of research. In *Concepts of Matter in Science Education* (pp. 249-278). Springer Netherlands.
- Karacop, A., & Doymuş, K. (2013). 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 and Technology*, 22 (2), 186-203.
- Karaçöp, A. (2010). *Öğrencilerin elektrokimya ve kimyasal bağlar ünitelerindeki konuları anlamalarına animasyon ve jigsaw tekniklerinin etkileri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Karasar, N. (2014). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. (27. Baskı), Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Luxford, C. J., & Bretz, S. L. (2014). Development of the Bonding Representations Inventory to identify student misconceptions about covalent and ionic bonding representations. *Journal of Chemical Education*, 91 (3), 312-320.
- McKee, E., Williamson, V. M., & Ruebush, L. E. (2007). Effects of a demonstration laboratory on student learning. *Journal of Science education and Technology*, 16 (5), 395-400.
- Meijer, M. R. (2011). Macro-meso-micro thinking with structure-property relations for chemistry education: An explorative design-based study. Utrecht: Freudenthal Institute for Science and Mathematics Education, Faculty of Science, Utrecht University / FIsme Scientific Library (formerly published as CD-β Scientific Library), 65.
- Mutlu, M., & Aydoğdu, M. (2003). Fen bilgisi eğitiminde Kolb'un yaşantısal öğrenme yaklaşımı. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(13), 15-29.
- Naah, B. M., & Sanger, M. J. (2012). Student misconceptions in writing balanced equations for dissolving ionic compounds in water. *Chemistry Education Research and Practice*, 13 (3), 186-194.
- Noyanalpan, N. (1996). *İlköğretim okullarında fen öğretimi ve sorunları*. Ankara: Türk Eğitim Derneği Yayınları.
- Okumuş, S., Öztürk, B., Doymuş, K. & Alyar, M. (2014). Maddenin tanecikli yapısının mikro ve makro boyutta anlaşılmasının sağlanması [Aiding comprehension of the particulate of matter at the micro and macro levels]. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi - Journal of Educational Sciences Research*, 4 (1), 349-368. <http://ebad-jesr.com/>
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (1), 100-111.
- Raviolo, A. (2001). Assessing students' conceptual understanding of solubility equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78 (5), 629-631.
- Saari, H., & Viiri, J. (2003). A research-based teaching sequence for teaching the concept of modelling to seventh-grade students. *International Journal of Science Education*, 25 (11), 1333-1352.
- Şengören, S. K. (2006). *Optik dersi ışıkta girişim ve kırınım konularının etkinlik temelli öğretimi: İşbirlikli öğrenme yönteminin etkilerinin araştırılması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- 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).
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14 (2), 156-168.
- Taber, K. S., Tsaparis, G., & Nakiboğlu, C. (2012). Student conceptions of ionic bonding: Patterns of thinking across three European contexts. *International Journal of Science Education*, 34 (18), 2843-2873.
- Tanel, Z. (2006). *Manyetizma konularının lisans düzeyindeki öğretiminde geleneksel öğretim yöntemi ile işbirlikli öğrenme yönteminin etkilerinin karşılaştırılması*. Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2012). A probabilistic model for students' errors and misconceptions on the structure of matter in relation to three cognitive variables. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10 (4), 777-802.

- Wei, S., Liu, X., Wang, Z., & Wang, X. (2012). Using Rasch measurement to develop a computer modeling-based instrument to assess students' conceptual understanding of matter. *Journal of Chemical Education*, 89 (3), 335-345.
- Williamson, V. M., Lane, S. M., Gilbreath, T., Tasker, R., Ashkenazi, G., Williamson, K. C., & Macfarlane, R. D. (2012). The effect of viewing order of macroscopic and particulate visualizations on students' particulate explanations. *Journal of Chemical Education*, 89 (8), 979-987.
- Yeziarski E.J. & Birk J.P. (2006) Misconceptions about the particulate nature of matter. Using animations to close the gender gap. *Journal of Chemical Education*, 83 (6), 954-960.
- Zahara A. & Md. Anowar H. (2010). A comparison of cooperative learning and conventional teaching on students' achievement in secondary mathematics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences Journal*, 9, 53-62.

Ekler:

- Deney 1:** Birbiri içerisinde çözünmeyen bileşiklerden faydalanılarak maddenin tanecikli yapısının anlaşılması,
- Deney 2:** Derişimin maddenin tanecikli yapısının anlaşılması üzerine etkisi
- Deney 3:** pH ölçümü ile maddenin tanecikli yapısının anlaşılması
- Deney 4:** Farklı maddelerin aynı madde içerisindeki çözünürlüğünden faydalanarak maddelerin tanecikli yapısının belirlenmesi

Extended Abstract

Research Design and Sample

In this research it was used one group pretest, posttest design. The sample of this research consists of 96 students from science teacher education program at first level.

Instruments

For data collecting it was used The Particulate Nature of Matter Tests (PNMT_{1,2,3,4}). With these tests it wanted to determine student's understandings related to the particulate nature of matter at micro level. These tests are given below:

PNMT₁ was consisted of two open-ended questions. At the first question, it was asked to student why volume changes at heterogeneous mixture. At the second question, it was asked to students how they draw heterogeneous mixtures at micro level. PNMT₂ was consisted of two open-ended questions. At the each questions, it was wanted to draw at micro level of the solution of the same matters at different concentration. PNMT₃ was consisted of two open-ended questions. At the first question, it was wanted to draw two acidic solution that have different pH at micro level. At the second question, it was wanted to draw two alkaline solution that have different pH at micro level. PNMT₄ was consisted of two open-ended questions. At the each questions, it wanted to draw solutions as micro level from students.

Implementation

At the implementation process it was done five experiment related to PNMT for provide students' understanding the particulate nature of matter. Experiments and it is aims are given below:

Experiment 1 was related to heterogeneous mixtures and it aimed to provide understanding the particulate nature of matter.

Experiment 2 was related to solution concentrations and it aimed to prove determinig effectiveness concentrations of solutions on the particulate nature of matter.

Experiment 3 was related to pH and it aimed to provide understanding relationship between pH and the particulate nature of matter.

Experiment 4 was related to solubility and aimed to provide understanding the solubility of different matter into the same matter at micro level.

Results

Related to PNMT₁, it can be inferred that students could not drew particles at micro level before the experiment. Otherwise, students understood micro level and they could drew heterogeneous mixtures as quitely. So, it can be said that student was successful at understanding micro level of heterogeneous mixtures. Also, it can be said that students had some misconceptions related to density before the experiment. But, then, students' misconceptions and true, false drawings were reducing after the experiments.

Related to PNMT₂, it was determined that students' understandings related to the particulate nature of matter were lower level. This sutation can be originated from

relationship between concentration and micro level. In addition to this, according to drawings, it can be said that students do not understand falling down event and what ions are not fall down. However, related to post-PNMT₂ students' misunderstandings were reduced.

Related to pre-PNMT₃, it can be said that students' understandings before the experiment were very low. According to this, it inferred that they did not understand relationship between pH and micro level. However, related to post-PNMT₃ students can be relate pH and micro level of particles. According to this results, it is seen that experiments was effective on understandings. Because students studied voluntarily and were aware of their responsibility at their cooperative groups.

Related to pre-PNMT₄ students' understandings before the experiment were higher than other tests. This results can be originated students' previous knowledge. According to pre-PNMT₄ students drew solute but did not draw solvent in solution and some students thought that resolution is a chemical event. At the post-PNMT₄ academic achievement raised high ratio.