

**Maddenin Tanecikli Yapısının Anlaşılmasına Farklı Yöntemlerin ve Modellerin Etkisi\***

**Effecting of using different methods and Models on understanding the particulate nature of matter**

---

DOI= [10.17556/jef.34457](https://doi.org/10.17556/jef.34457)

---

Oylum ÇAVDAR\*, Seda OKUMUŞ\*\*, Mustafa ALYAR\*\*\*, Kemal DOYMUŞ\*\*\*\*

**Özet**

Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi eğitimi öğrencilerinin gazların tanecikli yapısını anlamalarında işbirlikli öğrenme yöntemi ve modellerin etkisini belirlemektir. Araştırmada yarı-deneysel yöntem kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, fen bilgisi eğitimi birinci sınıfta öğrenim gören 79 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada iki deney grubu [İşbirlikli Öğrenme Grubu ve İşbirlikli öğrenme ve modellerin birlikte kullanıldığı İşbirlikli Model Grubu] ve bir Kontrol Grubu olmak üzere üç gruba çalışılmıştır. Beş sorudan oluşan gazlarla ilgili maddenin tanecikli yapısı testi (GMTYT) öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Yapılan ANOVA sonucuna göre son testte gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerde gazların dağılımının molekül kütleleriyle ilişkili olması, sıcaklık artışı ile meydana gelen hacim değişiminin tanecik sayısı artışından kaynaklanması, gaz moleküllerinin birbiri içerisinde karışırken atomlarına ayrılarak karışmaları şeklinde yanlışlar tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcük:** Gazlar, maddenin tanecikli yapısı, işbirlikli öğrenme, modeller

**Abstract**

The aim of this study was determining the effects of cooperative learning methods and models on the science education students' understanding of the particulate nature of gases. It was used quasi-experimental method with pre-posttest. The sample was composed 79 first class science teacher education program students. It was studied with three groups: cooperative learning group, cooperative learning with models group and control group. In order to compare the academic achievement it was used Particulate Nature of Matter Test (GMTYT) related to gases. The GMTYT contains five drawing questions. Also it was determined the groups' conceptual misconceptions. According to ANOVA results, it found significant difference among groups.

**Keywords:** Gases, particulate nature of matter, cooperative learning, models.

## Giriş

Kimya kavramlarının anlaşılmasında makro, mikro ve sembolik boyut olmak üzere üç kavramsal boyuttan söz edilmektedir. Makro boyut, gözlemlenebilir olaylar, deneyler ve deneyimlerle; mikro boyut, yapısal formüller ve zihinsel görüntülerle; sembolik boyut ise grafikler, kimyasal denklemler gibi resimsel ve cebirsel formüllerle ilgilidir (Ebenezer, 2001; Johnstone, 1991; Meijer, 2011; Özmen ve Ayas, 2003). Bu boyutlar arasındaki doğru anlamalar öğrencilerin kimyayı anlamalarını kolaylaştırmaktadır. Öğrencilerin mikro ve makro boyutlar arasında büyük zihinsel boşluklara sahip olmaları, onların makroskobik olaylarla mikroskobik olayları ilişkilendirmelerini ve bu boşluklar arasında köprü kurmalarını zorlaştırmaktadır. Literatürdeki birçok çalışmaya göre öğrencilerin mikro boyut ile makro boyutu tam olarak ilişkilendiremediği ve mikro boyutu anlamada çeşitli problemler yaşadıkları belirlenmiştir (Adadan, Trundle ve Irving, 2010; Çalık ve Ayas, 2002; Franco ve Taber, 2009; Karaçöp ve Doymuş, 2012; Raviolo, 2001). Öğrencilerin teorik olarak bir kavramı bildikleri halde o kavramla ilgili günlük bir olayı ilişkilendiremedikleri ve mikro boyuttaki kavramları makro boyut ile açıklama eğiliminde oldukları tespit edilmiştir (Demircioğlu, Demircioğlu, Ayas ve Kongur, 2012; Okumuş, Öztürk, Doymuş ve Alyar, 2014). Mikro boyuttaki kavramlar anlatılırken makroskobik dilin kullanılması, öğrencilerin bu kavramları zihinlerinde şekillendirmelerini güçleştirmekte ve kavram yanılgılarına sebebiyet vermektedir. Literatürde özellikle kimya konularında mikro boyutun tam olarak algılanamamasından kaynaklanan kavram yanılgıları belirlenmiştir (Doymuş, Karaçöp ve Şimşek, 2010; Piquette ve Heikkinen, 2005). Bu durum sadece alt öğrenim seviyelerinde görülen bir durum değildir, yanlış anlamalar üniversite öğrencilerinde hatta kimya ve fen bilimleri öğretmenlerinde bile görülebilmektedir. (Adadan, 2012; Ayas, 1995; Ayas ve Özmen, 2002; Çalık, Ayas ve Ünal, 2006; Demircioğlu, 2003; Mumba, Chabalengula ve Banda, 2014; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002). İlkokulda temeli atılan maddenin tanecikli yapısı konusunu, geleceğin fen bilimleri öğretmenleri olan fen bilgisi eğitimi öğrencilerinin öğreteceği düşünüldüğünde, bu öğrencilerin konu hakkındaki yanılgılarının tespit

edilip doğrularıyla değiştirilmesi, gelecek nesillere bu yanlışların taşınmaması açısından büyük önem taşımaktadır.

Soyut özellikler göstermelerinden, görünememelerinden, moleküler seviyede anlama gerektirmelerinden (Demirer, 2009) ve gazlarla ilgili kavramları günlük hayatla bağdaştırmanın güç olmasından (Tüysüz, Tatar ve Kuşdemir, 2010) dolayı öğrencilerin anlamada zorlandıkları konulardan biri de gazlardır (Ergün ve Sarıkaya 2014). Gazlar konusu ile ilgili yapılan birçok çalışma farklı öğretim yöntem ve tekniklerin kullanılmasının öğrencilerin mikro boyuttaki bu konuyu anlamalarına yardımcı olduğunu ortaya koymuştur (İpek, 2007; Kaya, 2005; Yeşiloğlu, 2007). Mikro boyuttaki olayların öğrenciler tarafından tam ve doğru olarak anlaşılması için moleküllerin, atomların, teorik kavramların modellerle ve farklı somutlaştırıcı materyaller kullanılarak öğretilmesi önemli bulunmaktadır (Ebenezer, 2001; Çalık, Ayas ve Ünal, 2006;Ergün ve Sarıkaya 2014; Jaber ve Boujaoude, 2012; Johnstone, 1993; Özmen ve Ayas, 2003; Philipp, Johnson ve Yeziarski, 2014; Raviolo, 2001). Modeller doğru ve etkili kullanıldığında öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları makro boyuttaki olaylar ile kimyanın esasını oluşturan ve öğrencilerde yanlış kavramalara sebebiyet veren mikro boyuttaki olayları ilişkilendirmelerinde anahtar görevi üstlenebilir. Ayrıca hem aktif öğrenme yöntemlerinden olması hem de öğrencilerin süreç içerisinde bireysel ve sosyal becerilerini birlikte arttırması bakımından kavram yanlışlarının giderilmesi için önerilen öğretim yöntemlerinden biri de işbirlikli öğrenmedir (Yavuz ve Çelik, 2013). Dolayısıyla bu yöntem ve tekniğin birlikte uygulanmasının öğrencilerin kavramsal anlamalarını kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın amacı, fen bilgisi eğitimi öğrencilerinin gazların tanecikli yapısını anlamalarına işbirlikli öğrenme yöntemi ve modellerin etkisini belirlemektir.

### **Yöntem**

Araştırmada ön test-son test uygulamalı yarı-deneysel yöntem kullanılmıştır. Buna göre araştırmada iki deney grubu [İşbirlikli öğrenme yöntemlerinden ‘Öğrenci Takımları Başarı Bölümleri’ (ÖTBB) yönteminin uygulandığı ‘İşbirlikli Öğrenme Grubu’ (İÖG)

(N=19); ÖTBB yöntemi ve modellerin birlikte kullanıldığı ‘İşbirlikli Model Grubu’ (İMG) (N=32)] ve bir kontrol grubu (KG) (N= 28) olmak üzere üç gruba çalışılmıştır.

### ***Örneklem***

Araştırmanın örneklemini fen bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören 79 öğrenci oluşturmaktadır.

### ***Veri Toplama Aracı***

Veriler araştırmacılar tarafından hazırlanan beş açık uçlu sorudan oluşan ‘Gazlarla İlgili Maddenin Tanecikli Yapısı Testi’ (GMTYT) ile toplanmıştır. Öğrencilerin bir olayı tanecik seviyesinde çizerek göstermeleri onların zihinsel kavram modellerine erişme imkânı vermektedir. Çünkü öğrencinin sözel ifadeleri her zaman zihnindeki modeli betimlemesinde yeterli olmamakta ya da sözel ifadeleri görsel olarak zihninde oluşturduğu modeli birebir betimlememektedir (Adadan, 2014). Sorularla öğrencilerden beş farklı durumda gazların dağılımlarının tanecik boyutundaki çizimleri istenmiştir. Soruların geçerliği için üç uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Uzmanların önerileri doğrultusunda sorularda düzeltmeler yapılmıştır.

### ***Uygulama***

Araştırmada öncelikle birinci sınıf kimya laboratuvarı dersini alan iki şubeden üç grup öğrenci rastgele olarak seçilerek deney grupları (İÖG, İMG) ve kontrol grubu (KG) olarak atanmış ve tüm gruplara GMTYT ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra her grupta belirlenen yönteme göre ders işlenmiştir. Uygulamalar iki hafta sürmüştür.

İÖG de uygulanan ÖTBB yöntemine göre öğrenciler işbirlikli çalışacakları takımlara ayrılmıştır. Takımların seçimi için öğrencilerin GMTYT’nin ön test olarak uygulanmasından aldıkları puanlar kullanılmış, başarıda ve cinsiyette heterojen, grupların mevcuduna göre 4’er veya 5’er kişilik takımlar oluşturulmuştur. Uygulama süreci boyunca öğrenciler bu takımlar halinde oturmuştur. Konunun işlenişi

aşamasında, öğretmen gazlar konusunu özetledikten sonra öğrenciler konuyu kitaplarından çalışıp, takım arkadaşlarıyla tartışarak öğrenmeye çalışmışlardır. Öğrenci takımları, takımlarındaki her öğrencinin konuyu tam olarak öğrendiğinden emin olmadan çalışmayı bırakmamıştır. Öğrenciler soru sormak istediklerinde önce takım arkadaşlarına, takım üyelerinin hiçbiri cevaplayamazsa en son öğretmene sormuşlardır. Öğretmen takım çalışmalarını sırasında sınıfta dolaşarak, ara sıra takımların yanına oturup çalışmalarını izlemiş, çalışan takımları cesaretlendirmiştir. Tüm takımlar çalışmalarını bitirdiğinde GMTYT gruba son test olarak uygulanmıştır.

İMG uygulamalarında ÖTBB yöntemine ek olarak öğrenciler çalışmalarını bitirdikten sonra takımlara oyun hamurları ve molekül modelleri dağıtılmıştır. Her takımdan, oyun hamurları ve molekül modelleriyle tahtaya formülleri yazılan gazları modellemeleri ve gazların kapalı bir kap içindeki dağılımlarını, dağıtılan dikdörtgen kapakları kapalı bir kap olarak düşünerek bu kapakların üstünde göstermeleri istenmiştir. Her takım modelleme çalışmalarını bitirdikten sonra GMTYT gruba son test olarak uygulanmıştır.

KG de ise gazlar konusu öğretmen merkezli olarak anlatılmıştır. Ardından GMTYT gruba son test olarak uygulanmıştır.

Aşağıdaki Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te İMG grubunun model çalışmalarından örnekler sunulmuştur.

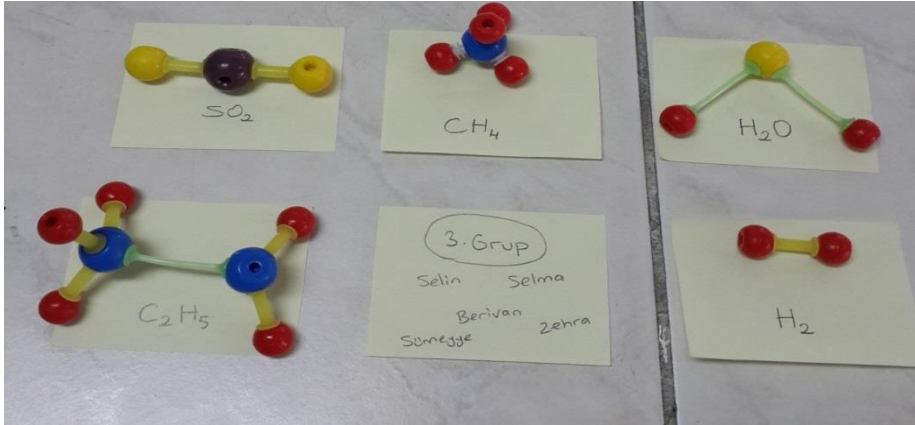


**Şekil 1.**İMG nin Takımlarından Birinin Oyun Hamurları ile Hazırladığı

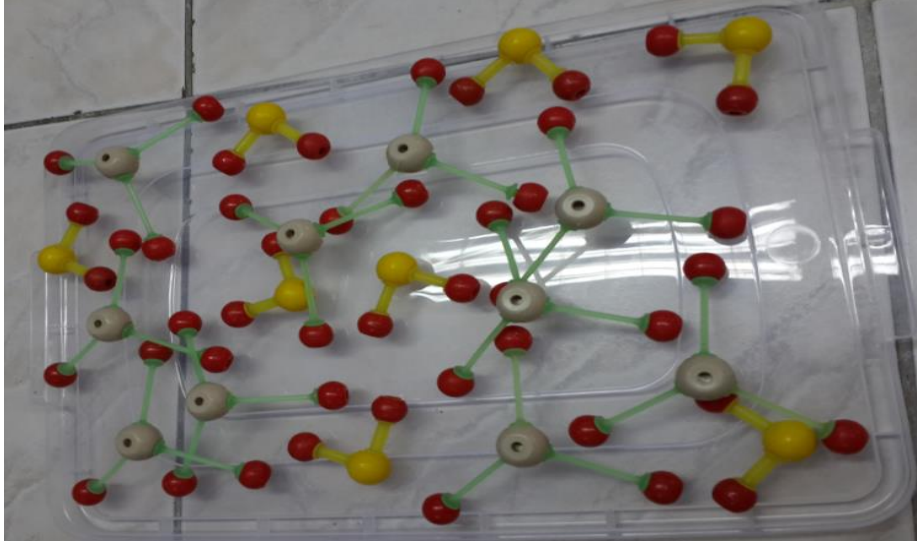
Modellemeler



**Şekil 2.**İMG nin Takımlarından Birinin Molekül Modelleri ile İşbirlikli Çalışmaları



**Şekil 3.**İMG nin Takımlarından Birinin Molekül Modelleri ile Hazırladığı Modellemeler



**Şekil 4.**IMG nin Takımlarından Birinin Molekül Modelleri ile Hazırladıkları Gaz Dağılımı Modellemesi

### ***Verilerin Analizi***

Elde edilen öğrenci çizimleri öncelikle doğru çizim “10”, hatalı çizim “0” olarak puanlanmıştır. Kavram yanlılığı içeren çizimler de “0” puan olarak değerlendirilmiştir. Soruları iki araştırmacı birlikte değerlendirmiş ve puanlamada araştırmacılar arası görüş birliği sağlanmıştır. Öğrenci çizimlerinde elde edilen veriler SPSS 20.0 paket programına aktarılmıştır. Verilerin çözümlenmesinde betimleyici istatistiklerden ortalama ve standart sapma, anlamlılık analizleri için ise tek yönlü varyans analizinden (one way ANOVA) faydalanılmıştır. Gruplar arasında anlamlı fark çıkması durumunda çoklu karşılaştırma testlerinden LSD (Least Significant Different) ve Games-Howell testi kullanılmıştır. Varyans homojenliğinin sağlandığı durumda LSD, sağlanmadığı durumda ise Games-Howell testi kullanılmıştır. Analizler öncelikle beş soru üzerinden daha sonra soru bazında ayrı ayrı yapılmıştır. Sonrasında öğrenci çizimleri ayrıntılı olarak incelenmiş, her soru için doğru çizimler ve benzer hatalı çizimler kategoriler altında toplanarak yüzdeleri hesaplanmıştır. Böylelikle öğrencilerin konuyla ilgili sahip oldukları kavramsal yanılgılar tespit edilmiş, tablolar halinde sunulmuş ve örneklendirilmiştir.

### **Bulgular**

Araştırmanın bu kısmında öncelikle ön testte ve son testte öğrencilerin tüm sorulara verdikleri cevaplar üzerinden analiz yapılmış ardından her soru ayrı ayrı incelenmiş ve öğrenci çizimlerindeki yanlış anlamalar tespit edilmiştir.

Uygulamadan önce ve sonra gruplar arasında fark olup olmadığını tespit etmek için GMTYT sorularının tamamından elde edilen verilere betimleyici istatistikler yapılmıştır.

Tablo 1’de GMTYT nin ön test ve son test olarak uygulanmasından elde edilen verilerin betimleyici istatistik sonuçları verilmiştir.

**Tablo 1.** GMTYTden Elde Edilen Verilerin Betimleyici İstatistikleri

	<b>Gruplar</b>	<b>N</b>	<b>X</b>	<b>SS</b>
<b>Ön test</b>	İÖG	23	14,78	9,941
	İMG	38	16,32	12,175
	KG	27	10,37	10,184
	Toplam	88	14,09	11,207
<b>Son test</b>	İÖG	19	30,00	15,275
	İMG	32	34,06	13,880
	KG	28	22,86	18,630
	Toplam	79	29,11	16,578

Ön testten elde edilen betimleyici istatistik sonuçları incelendiğinde gruplar arasında belirgin bir fark olmadığı, son test sonuçlarında ise İMG ve İÖG nin ortalamalarının birbirine yakın olmakla beraber KG den yüksek olduğu görülmektedir.

Uygulamadan önce ve sonra gruplar arasındaki farklılıkların anlamlı olup olmadığını tespit etmek için soruların tamamından elde edilen verilere ANOVA yapılmıştır.

Tablo 2’de ön test ve son testten elde edilen verilerin ANOVA sonuçları verilmiştir.



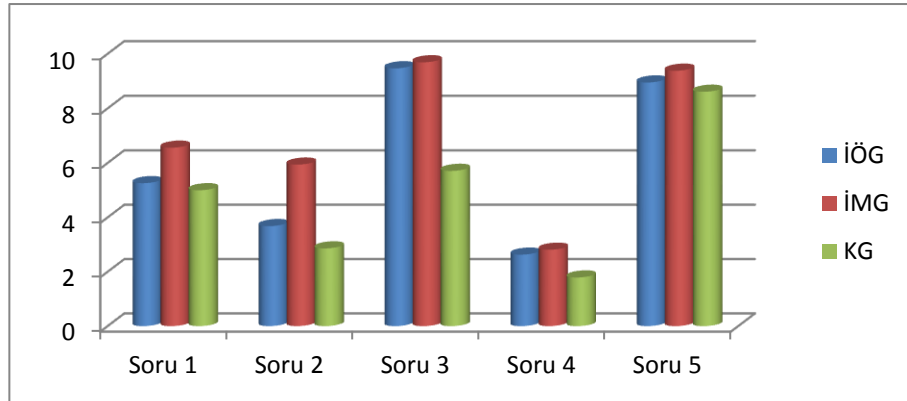
**Tablo 2.**GMTYT den Elde Edilen Verilerin ANOVA Sonuçları

		<b>Karelerin Toplamı</b>	<b>df</b>	<b>Karelerin ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Ön test</b>	Gruplar arası	572,853	2	286,426	2,351	0,101
	Grup içi	10354,420	85	121,817		
	Toplam	10927,273	87			
<b>Son test</b>	Gruplar arası	1894,671	2	947,336	3,684	0,030
	Grup içi	19543,304	76	257,149		
	Toplam	21437,975	78			

Ön testten elde edilen verilere yapılan ANOVA sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilememiştir ( $p>0,05$ ). Buradan hareketle uygulamadan önce grupların denk oldukları söylenebilir.

Son testten elde edilen verilere yapılan ANOVA sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için LSD testinden faydalanılmıştır.LSD testi anlamlı farkın İMG ve KG arasında İMG lehine olduğunu göstermiştir.

Son testte gruplar arasındaki farkı soru bazında toplu halde görmek için grupların doğru çizim ortalamalarının grafiği Şekil 5'te verilmiştir.



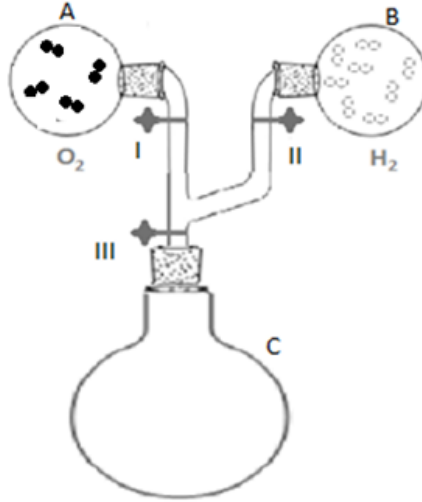
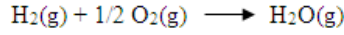
**Şekil 5.**Son TestteGrupların Doğru Çizim Ortalamalarının Soru Bazında Karşılaştırılması

Şekil 5 e göre, uygulamadan sonra her soru için İMG nin doğru çizim oranının İÖG den fazla, İÖG nin de KG den fazla olduğu anlaşılmaktadır. Bu farkın ikinci ve üçüncü soruda daha belirgin olduğu, birinci, dördüncü ve beşinci soruda ise daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin en çok dördüncü soruda zorlandıkları grafikten okunabilen bir bulgudur.

Son testteki anlamlı farkın hangi sorudan kaynaklandığını belirlemek için her soru için ayrı ayrı ANOVA uygulanarak soru bazında değerlendirme yapılmıştır. Ardından öğrencilerin her soru için uygulama öncesinde ve sonrasında sahip oldukları yanlış anlamalar belirlenerek yüzdeleri hesaplanmış, ön test ve son test arasında karşılaştırma yapabilmek için tablolar halinde sergilenmiştir.

Araştırmanın birinci sorusu aşağıda Şekil 6’da verilmiştir.

Aşağıda verilen **A kabında O<sub>2</sub> gazı**, **B kabında ise H<sub>2</sub> gazı** bulunmaktadır. Vakumlu musluklar aynı anda açılıyor ve gazların tamamının **C kabında** toplanması sağlanıyor ve III numaralı musluk kapatılarak gazların geri dönmesi engelleniyor. C kabında kimyasal tepkime gerçekleştikten sonra C kabında bulunan gazı/gazları tanecik boyutunda gösteriniz (H<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> gazları aşağıda verilen reaksiyona göre bileşik oluşturmaktadır).



**Şekil 6.** Araştırmanın Birinci Sorusu

Araştırmanın birinci sorusunda birbiriyle reaksiyon veren gazların dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Öğrencilerden, oksijen ve hidrojen moleküllerinin hepsini kullanarak 8 tane su molekülü (molekül geometrisi doğru bir şekilde) oluşturmaları ve C kabına homojen olarak çizmeleri beklenmektedir.

Birinci sorunun son testteki doğru çizimleri için yapılan betimleyici istatistik sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Birinci Sorunun Son Testinin Betimleyici İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	X	SS
İÖG	19	5,26	5,130
İMG	32	6,56	4,826
KG	28	5,00	5,092
Toplam	79	5,70	4,983

Birinci sorunun son testindeki doğru çizim ortalamalarına bakıldığında ortalaması en yüksek grubun İMG (6,56) olduğu, bunu İÖG (5,26) ve KG nin (5,00) takip ettiği görülmektedir.

Birinci sorunun son testinde gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan ANOVA sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** Birinci Sorunun Son Testinin ANOVA Sonuçları

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin ortalaması	F	p
Gruplar arası	41,150	2	20,575	0,825	0,442
Grup içi	1895,559	76	24,942		
Toplam	1936,709	78			

Yapılan ANOVA sonucunda birinci sorunun son testinde gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilememiştir ( $p>0,05$ ).

Öğrencilerin birinci soruda ön testte ve son testte sahip oldukları yanlış anlamalar ayrı ayrı belirlenerek yüzdeleri hesaplanmış Tablo 5'te sergilenmiştir.

**Tablo 5.** Birinci Sorunun Ön Test ve Son Testinden Elde Edilen Yanlış Anlamalar

	Öğrenci Cevapları	İÖG %		İMG %		KG %	
		Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
<b>Doğru Çizim</b>	Oksijen ve hidrojen moleküllerinin hepsinin kullanılarak 8 tane su molekülü oluşturulması (molekül geometrisi doğru bir şekilde) ve kaba homojen olarak çizilmesi	21,7	52,6	36,8	65,6	25,9	50
	Suyun molekül geometrisinin yanlış çizilmesi	21,1	17,4	7,9	6,3	28,6	14,8
	Sudan başka ürün oluşturulması	10,5	8,7	5,3	3,1	7,4	3,6
	Ürünün oluşturulmaması	34,8	10,5	13,2	-	18,5	-
<b>Hatalı Çizimler</b>	Reaksiyondan artan hidrojen moleküllerinin çizilmesi	10,5	-	3,1	2,6	7,1	-
	Reaksiyondan artan oksijen moleküllerinin çizilmesi	5,3	-	6,3	2,6	10,7	-
	Eksik sayıda su molekülünün çizilmesi	8,7	-	12,5	10,5	32,1	22,2
	Fazla sayıda su molekülünün çizilmesi	4,3	-	7,9	-	18,5	3,6
	Oluşan su moleküllerinin kaba homojen olarak çizilmemesi	8,7	-	15,8	12,5	7,4	3,6
	Reaksiyondan artan hidrojen atomlarının çizilmesi	5,3	-	-	-	3,6	-
	Reaksiyondan artan oksijen atomlarının çizilmesi	8,7	5,3	-	-	14,3	-
Cevap Yok	5,3	-	-	-	-	-	

\*Bazı öğrencilerin cevapları birden fazla hatalı çizim içerebilmektedir.

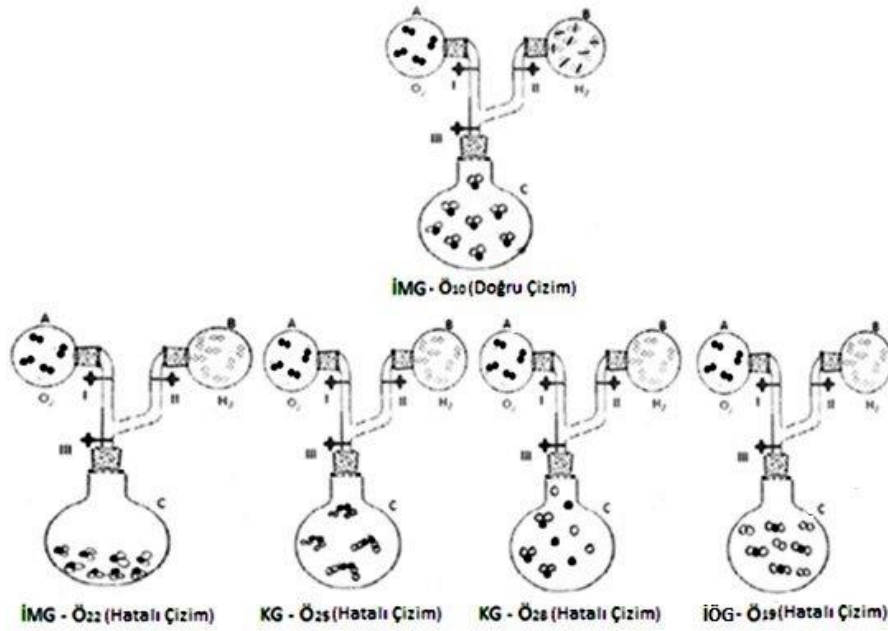
Tabloda görüldüğü gibi birinci soruda İÖG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %21,7 iken uygulamadan sonra %52,6 ya yükselmiştir. İMG nin ön testte doğru çizim oranı %36,8 iken son testte %65,6 ya yükselmiştir. KG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %25,9 iken uygulamadan sonra %50 ye yükselmiştir.

Bazı öğrencilerin hatalı çizimleri son testte devam etmekle birlikte tüm grupların hatalı çizimleri son testte azalmış ya da sona ermiştir. Hatalı çizim oranlarındaki bu azalmalar İMG ve İÖG de KG ye göre daha fazladır.

İÖG ön testte en çok hatalı çizimi reaksiyon sonucunda ürünün oluşturulmamasında (%34,8), son testte ise suyun molekül

geometrisinde (%17,4) yapmıştır. İMG nin ön testte (%15,8) ve son testte (%12,8) en çok hatalı çizimi oluşan su moleküllerinin kaba homojen olarak dağıtılmamasında yaptığı görülmüştür. KG ise ön testte (%32,1) ve son testte (%22,2) en çok hatalı çizimi eksik sayıda su molekülünün çizilmesinde yapmıştır.

Aşağıda Şekil 7’de birinci soruda öğrencilerin son testteki doğru çizimine ve ön testteki hatalı çizimlerine örnekler verilmiştir.

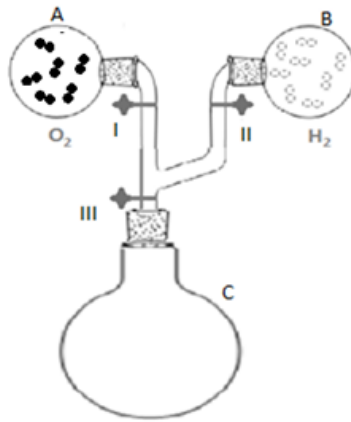
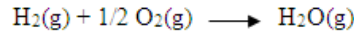


**Şekil 7.** Birinci Sorunun Ön Testindeki Doğru ve Son Testindeki Hatalı Çizimlerden Örnekler

Birinci soru için doğru çizim olarak kabul edilen cevaplara örnek olarak KG den Ö<sub>10</sub> un son test çizimi verilmiştir. Hatalı çizimlere örnekler ön testlerden verilmiştir. İMG den Ö<sub>22</sub> su moleküllerinin kaba homojen olarak çizilmemesi, KG den Ö<sub>25</sub> sudan başka ürün oluşturulması, KG den Ö<sub>28</sub> reaksiyondan artan hidrojen ve oksijen atomlarının çizilmesi, İÖG den Ö<sub>19</sub> reaksiyondan artan hidrojen moleküllerinin çizilmesi ve suyun molekül geometrisinin yanlış çizilmesi kategorilerinde hatalı çizim yapmışlardır.

Araştırmanın ikinci sorusu aşağıda Şekil 8’de verilmiştir.

Aşağıda verilen A kabında O<sub>2</sub> gazı, B kabında ise H<sub>2</sub> gazı bulunmaktadır. Vakumlu musluklar aynı anda açılıyor ve gazların tamamının C kabında toplanması sağlanıyor ve III numaralı musluk kapatılarak gazların geri dönmesi engelleniyor. C kabında kimyasal tepkime gerçekleştiikten sonra C kabında bulunan gazı/gazları tanecik boyutunda gösteriniz (H<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> gazları aşağıda verilen reaksiyona göre bileşik oluşturmaktadır).



**Şekil 8.** Araştırmanın İkinci Sorusu

Araştırmanın ikinci sorusunda birbiriyle reaksiyon veren, ürün olarak reaksiyondan artan gazların da olduğu gaz dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Öğrencilerden, 4 oksijen molekülünü ve hidrojen moleküllerinin hepsini kullanarak oluşturduğu 8 tane su molekülünü (molekül geometrisi doğru bir şekilde) ve reaksiyondan artan 2 oksijen molekülünü C kabına homojen olarak çizmeleri beklenmektedir.

İkinci sorunun son testteki doğru çizimleri için yapılan betimleyici istatistik sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** İkinci Sorunun Son Testinin Betimleyici İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	X	SS
İÖG	19	3,68	4,956
İMG	32	5,94	4,990
KG	28	2,86	4,600
Toplam	79	4,30	4,983

İkinci sorunun son testindeki doğru çizim ortalamalarına bakıldığında ortalaması en yüksek grubun İMG (5,94) olduğu, bunu İÖG (3,68) ve KG nin (2,86) takip ettiği görülmektedir.

İkinci sorunun son testinde gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan ANOVA sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** İkinci Sorunun Son Testinin ANOVA Sonuçları

	<b>Karelerin Toplamı</b>	<b>df</b>	<b>Karelerin ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Gruplar arası</b>	151,300	2	75,650	3,220	0,045
<b>Grup içi</b>	1785,409	76	23,492		
<b>Toplam</b>	1936,709	78			

Yapılan ANOVA sonucunda ikinci sorunun son testinde gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $p < 0,05$ ). Anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için LSD testi yapılmıştır. LSD testi sonucunda anlamlı farkın İMG ve KG arasında İMG lehine olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerin ikinci soruda ön testte ve son testte sahip oldukları yanlış anlamalar ayrı ayrı belirlenerek yüzdeleri hesaplanmış Tablo 8’de sergilenmiştir.

**Tablo 8.** İkinci Sorunun Ön Test ve Son Testinden Elde Edilen Yanlış Anlamalar

	Öğrenci Cevapları	İÖG %		İMG %		KG %	
		Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
<b>Doğru Çizim</b>	Ürün olarak sekiz tane su molekülünün oluşturulması (molekül geometrisi doğru bir şekilde) ve reaksiyondan artan iki tane oksijen molekülünün çizilmesi, kaptaki gazların homojen bir şekilde dağıtılması	4,3	36,8	21,1	59,4	11,1	28,6
	Suyun molekül geometrisinin yanlış çizilmesi	21,1	13	7,9	6,3	17,9	14,8
	Sudan başka ürün oluşturulması	10,5	4,3	10,5	3,1	7,4	7,1
	Ürünün oluşturulmaması	26,1	10,5	5,3	-	7,4	-
<b>Hatalı Çizimler</b>	Reaksiyondan artan hidrojen moleküllerinin çizilmesi	15,8	-	7,9	3,1	14,3	3,7
	Reaksiyondan artan oksijen moleküllerinin çizilmemesi	13	5,3	7,9	-	11,1	3,6
	Eksik sayıda su molekülünün çizilmesi	13	10,5	18,4	12,5	28,6	25,9
	Fazla sayıda su molekülünün çizilmesi	8,7	-	15,8	3,1	18,5	7,1
	Kaptaki gazların homojen olarak çizilmemesi	8,7	-	13,2	9,4	3,7	-
	Reaksiyondan artan hidrojen atomlarının çizilmesi	-	-	2,6	-	3,7	3,6
	Reaksiyondan artan oksijen atomlarının çizilmesi	15,8	-	12,5	5,3	21,4	11,1
	Su ve hidrojen moleküllerinin atomlarına ayrılarak çizilmesi	17,4	-	2,6	-	-	-
	Cevap Yok	5,3	4,3	5,3	-	11,1	-

\*Bazı öğrencilerin cevapları birden fazla hatalı çizim içerebilmektedir.

Tabloda görüldüğü gibi ikinci soruda İÖG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %4,3 iken uygulamadan sonra %36,8 e yükselmiştir. İMG nin ön testte doğru çizim oranı %21,1 iken son testte %59,4 e yükselmiştir. KG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %11,1 iken uygulamadan sonra %28,6 ya yükselmiştir.

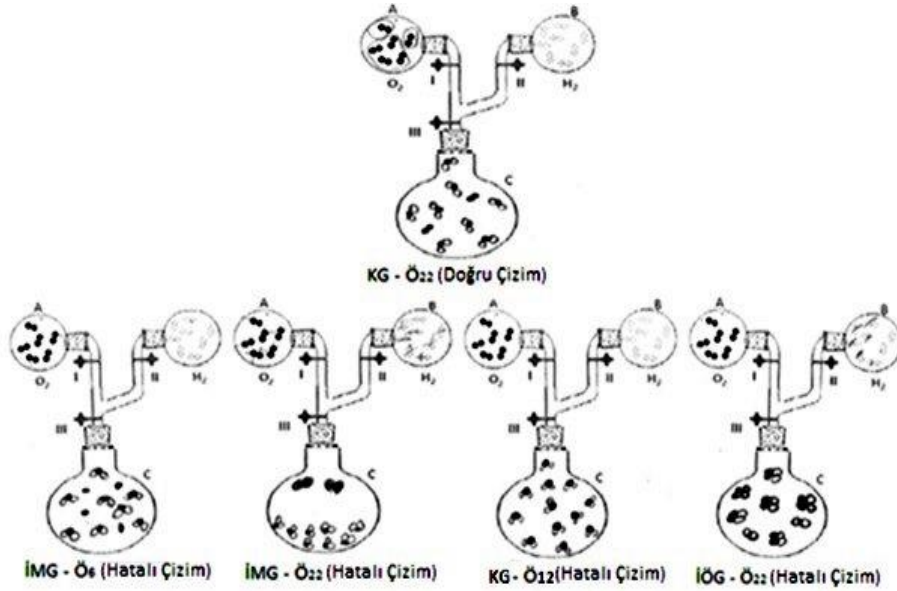
Bazı öğrencilerin hatalı çizimleri son testte devam etmekle birlikte tüm grupların hatalı çizimleri son testte azalmış ya da sona



ermiştir. Hatalı çizim oranlarındaki bu azalmalar İMG ve İÖG de KG ye göre daha fazladır.

İÖG ön testte en çok hatalı çizimi reaksiyon sonucunda ürünün oluşturulmamasında (%26,1), son testte ise ürünün oluşturulmamasında (%10,5) ve eksik sayıda su molekülünün çizilmesinde (%10,5) yapmıştır. İMG nin ön testte (%18,4) ve son testte (%12,5) en çok hatalı çizimi eksik sayıda su molekülünün çizilmesinde yaptığı görülmüştür. KG ise İMG gibi ön testte (%28,6) ve son testte (%25,9) en çok hatalı çizimi eksik sayıda su molekülünün çizilmesinde yapmıştır.

Aşağıda Şekil 9'da öğrencilerin son testteki doğru çizimine ve ön testteki hatalı çizimlerine örnekler verilmiştir.



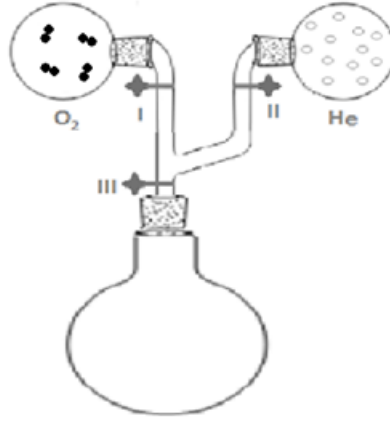
**Şekil 9.** İkinci Sorunun Ön Testindeki Doğru ve Son Testindeki Hatalı Çizimlerden Örnekler

İkinci soru için doğru çizim olarak kabul edilen cevaplara örnek olarak KG den Ö<sub>22</sub> nin son test çizimi verilmiştir. Hatalı çizimlere örnekler ön testlerden verilmiştir. İMG den Ö<sub>6</sub> reaksiyondan artan oksijen atomlarının çizilmesi, İMG den Ö<sub>22</sub> kabındaki gazların kaba homojen olarak çizilmemesi, KG den Ö<sub>12</sub> fazla sayıda su molekülünün

çizilmesi, İÖG den  $O_2$  reaksiyondan artan hidrojen moleküllerinin çizilmesi ve sudan başka ürün oluşturulması kategorilerinde hatalı çizim yapmışlardır.

Araştırmanın üçüncü sorusu aşağıda Şekil 10’da verilmiştir.

Aşağıda verilen **A kabında  $O_2$  gazı**, **B kabında ise He gazı** bulunmaktadır. Vakumlu musluklar aynı anda açılıyor ve gazların tamamının C kabında toplanması sağlanıyor ve III numaralı musluk kapatılarak gazların geri dönmesi engelleniyor. Son durumda **C kabında** bulunan gazı/gazları tanecik boyutunda gösteriniz (He ve  $O_2$  gazlarının tepkime vermediği bilinmektedir).



**Şekil 10.** Araştırmanın Üçüncü Sorusu

Araştırmanın üçüncü sorusunda birbiriyle reaksiyon vermeyen gazların dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Öğrencilerden, 4 oksijen molekülünü ve 12 helyum atomunu C kabına homojen olarak çizmeleri beklenmektedir.

Üçüncü sorunun son testteki doğru çizimleri için yapılan betimleyici istatistik sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9.** Üçüncü Sorunun Son Testinin Betimleyici İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	X	SS
İÖG	19	9,47	2,294
İMG	32	9,69	1,768
KG	28	5,71	5,040
Toplam	79	8,23	3,843

Üçüncü sorunun son testindeki doğru çizim ortalamalarına bakıldığında ortalaması en yüksek grubun İMG (9,69) olduğu, bunu İÖG (9,47) ve KG nin (5,71) takip ettiği görülmektedir.

Birinci sorunun son testinde gruplar arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan ANOVA sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** Üçüncü Sorunun Son Testinin ANOVA Sonuçları

	<b>Karelerin Toplamı</b>	<b>df</b>	<b>Karelerin ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Gruplar arası</b>	274,573	2	137,286	11,893	0,000
<b>Grup içi</b>	877,326	76	11,544		
<b>Toplam</b>	1151,899	78			

Yapılan ANOVA sonucunda birinci sorunun son testinde gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Anlamlı farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Games-Howell testi yapılmıştır. Games-Howell testi sonucunda anlamlı farkın İMG ve KG arasında İMG lehine, İÖG ve KG arasında İÖG lehine olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerin üçüncü soruda ön testte ve son testte sahip oldukları yanlış anlamalar ayrı ayrı belirlenerek yüzdeleri hesaplanmış Tablo 11'de sergilenmiştir.

**Tablo 11.** Üçüncü Sorunun Ön Test ve Son Testinden Elde Edilen Yanlış Anlamalar

	Öğrenci Cevapları	İÖG %		İMG %		KG %	
		Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
Doğru Çizim	Dört tane oksijen molekülü ve on iki tane helyum atomunun kaba homojen olarak çizilmesi	43,5	94,7	5,3	96,8	22,2	57,1
	Oksijen moleküllerinin atomik olarak çizilmesi	-	-	2,6	-	7,4	7,1
Hatalı Çizimler	Helyum atomlarının az çizilmesi	17,4	-	21,1	3,1	48,1	10,7
	Oksijen moleküllerinin fazla çizilmesi	8,7	-	15,8	-	25,9	7,1
	Ürün oluşturulması	26,1	5,3	5,3	-	7,4	7,1
	Gazların kaba homojen olarak dağıtılmaması	4,3	-	13,2	-	25	3,7
	Oksijen moleküllerinin az çizilmesi	4,3	-	-	-	7,4	-
	Helyum atomlarının fazla çizilmesi	4,3	-	7,9	-	7,4	-
	Cevap Yok	8,7	-	2,6	-	-	-

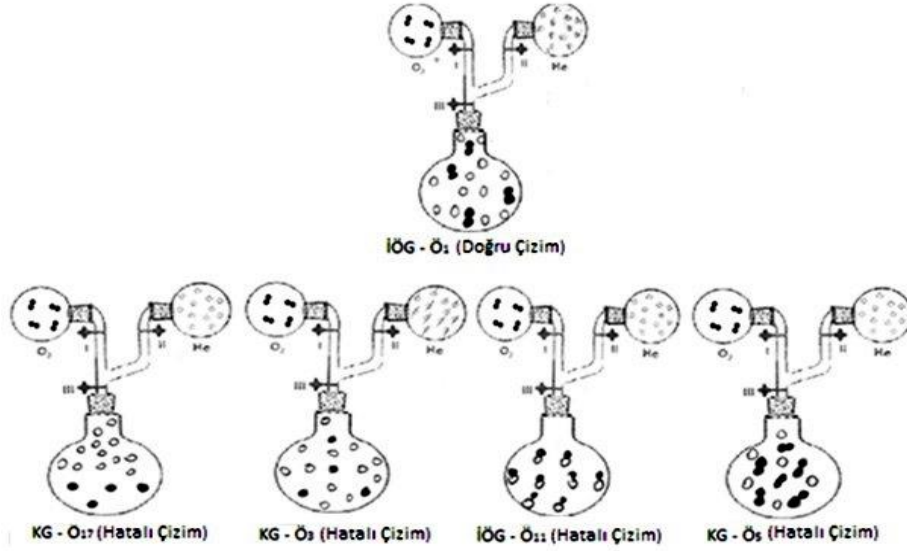
\*Bazı öğrencilerin cevapları birden fazla hatalı çizim içerebilmektedir.

Tabloda görüldüğü gibi üçüncü soruda İÖG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %43,5 iken uygulamadan sonra %94,7 ye yükselmiştir. İMG nin ön testte doğru çizim oranı %5,3 iken son testte %96,8 e yükselmiştir. KG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %22,2 iken uygulamadan sonra %57,1 e yükselmiştir.

Bazı öğrencilerin hatalı çizimleri son testte devam etmekle birlikte tüm grupların hatalı çizimleri son testte azalmış ya da sona ermiştir. Hatalı çizim oranlarındaki bu azalmalar İMG ve İÖG de KG ye göre daha fazladır.

İÖG ön testte (%26,1) ve son testte (%5,3) en çok hatalı çizimi reaksiyon sonucunda ürünün oluşturulmasında yapmıştır. İMG nin ön testte (%21,1) ve son testte (%3,1) en çok hatalı çizimi helyum atomlarını az çizerek yaptığı görülmüştür. KG ise İMG gibi ön testte (%48,1) ve son testte (%10,7) en çok hatalı çizimi helyum atomlarının az çizilmesinde yapmıştır.

Aşağıda Şekil 11’de öğrencilerin son testteki doğru çizimine ve ön testteki hatalı çizimlerine örnekler verilmiştir.

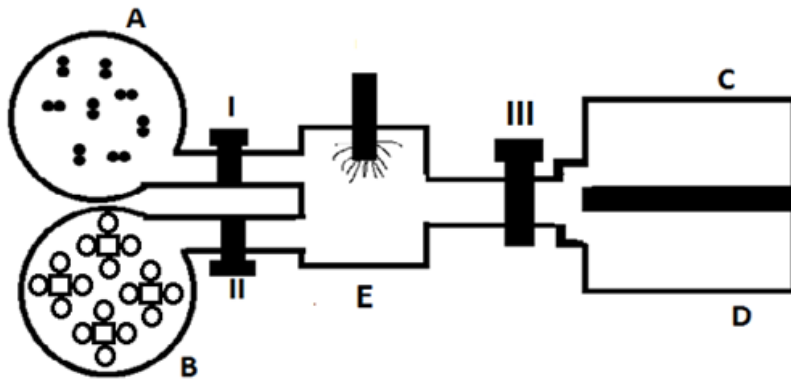
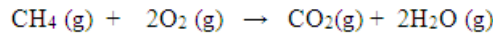


**Şekil 11.** Üçüncü Sorunun Ön Testindeki Doğru ve Son Testindeki Hatalı Çizimlerden Örnekler

Üçüncü soru için doğru çizim olarak kabul edilen cevaplara örnek olarak İÖG den Ö<sub>1</sub> in son test çizimi örnek olarak verilmiştir. Hatalı çizimlere örnekler son testlerden verilmiştir. KG den Ö<sub>17</sub> gazların kaba homojen olarak çizilmemesi ve oksijen moleküllerinin atomik olarak çizilmesi, KG den Ö<sub>3</sub> oksijen moleküllerinin atomik olarak çizilmesi, İÖG den Ö<sub>11</sub> ürün oluşturulması, KG den Ö<sub>5</sub> helyum atomlarının az çizilmesi ve oksijen moleküllerinin fazla çizilmesi kategorilerinde hatalı çizim yapmışlardır.

Araştırmanın dördüncü sorusu aşağıda Şekil 12’de verilmiştir.

Aşağıda verilen A kabında O<sub>2</sub> gazı, B kabında ise CH<sub>4</sub> gazı bulunmaktadır. Vakumlu musluklar (musluk I ve II) aynı anda açılıyor ve gazların tamamının E kabında yanması sağlanıyor ve III numaralı musluk açılarak yanma sonucunda elde edilen gazların C ve D kaplarında toplanması sağlanıyor. C ve D kaplarında toplanan gazları tanecik boyutta çiziniz? Verilen reaksiyonu dikkate alınız.



Şekil 12. Araştırmanın Dördüncü Sorusu

Araştırmanın dördüncü sorusunda birbiriyle reaksiyon veren gazların bölmeli bir kaptaki dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Öğrencilerden, dört tane karbondioksit, sekiz tane su molekülünü kabın bölmelerine homojen olarak çizmeleri beklenmektedir.

Dördüncü sorunun son testteki doğru çizimleri için yapılan betimleyici istatistik sonuçları Tablo 12’de verilmiştir.

**Tablo 12.** Dördüncü Sorunun Son Testinin Betimleyici İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	X	SS
İÖG	19	2,63	4,524
İMG	32	2,81	4,568
KG	28	1,79	3,900
Toplam	79	2,41	4,301

Dördüncü soruda grupların doğru çizim ortalamalarına bakıldığında ortalaması en yüksek grubun İMG (2,81) olduğu, bunu İÖG (2,63) ve KG nin (1,79) takip ettiği görülmektedir.

Dördüncü sorunun son testinde gruplar arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan ANOVA sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

**Tablo 13.** Dördüncü Sorunun Son Testinin ANOVA Sonuçları

	<b>Karelerin Toplamı</b>	<b>Df</b>	<b>Karelerin ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Gruplar arası</b>	17,028	2	8,514	0,454	0,637
<b>Grup içi</b>	1426,010	76	18,763		
<b>Toplam</b>	1443,038	78			

Yapılan ANOVA sonucunda dördüncü sorunun son testinde gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilememiştir ( $p>0,05$ ).

Öğrencilerin dördüncü soruda ön testte ve son testte sahip oldukları yanlış anlamalar ayrı ayrı belirlenerek yüzdeleri hesaplanmış Tablo 14’te sergilenmiştir.

**Tablo 14.** Dördüncü Sorunun Ön Test ve Son Testinden Elde Edilen Yanlış Anlamalar

	Öğrenci Cevapları	İÖG %		İMG %		KG %	
		Ön	Son	Ön	Son	Ön	Son
<b>Doğru Çizim</b>	Dört tane karbondioksit, sekiz tane su molekülünün kabın bölmelerine homojen olarak çizilmesi	13	26,3	13,2	28,1	-	17,8
	Karbondioksit ve su moleküllerinin kabın bölmelerine homojen olarak çizilmemesi	26,1	10,5	34,2	25	33,3	10,7
	Karbondioksitin molekül geometrisinin yanlış çizilmesi	26,3	4,3	12,5	7,9	25	11,1
<b>Hatalı Çizimler</b>	Suyun molekül geometrisinin yanlış çizilmesi	21,1	13	5,3	3,1	14,3	11,1
	Ürün olarak karbondioksit oluşturulmaması	10,5	-	3,1	2,6	10,7	-
	Ürün olarak suyun oluşturulmaması	10,5	-	6,3	-	17,8	-
	Reaksiyondan artan hidrojen moleküllerinin çizilmesi	-	-	3,1	-	-	-
	Reaksiyondan artan oksijen moleküllerinin çizilmesi	5,3	-	6,3	-	3,6	-
	Su ve karbondioksitten başka ürün oluşturulması	26,3	26,1	18,7	13,2	11,1	7,1
	Eksik sayıda su molekülünün çizilmesi	17,4	10,5	23,7	21,8	44,4	14,3
	Fazla sayıda su molekülünün çizilmesi	8,7	-	5,3	3,1	7,4	7,1
	Eksik sayıda karbondioksit molekülünün çizilmesi	4,3	-	7,9	-	18,5	10,7
	Fazla sayıda karbondioksit molekülünün çizilmesi	17,4	-	2,6	-	37	10,7
	Ürün oluşturulmaması	13	-	7,9	-	7,4	-
	Reaksiyondan artan hidrojen atomlarının çizilmesi	4,3	-	-	-	-	-
	Cevap Yok	-	-	13,2	6,3	7,4	-

\*Bazı öğrencilerin cevapları birden fazla hatalı çizim içerebilmektedir.

Tabloda görüldüğü gibi dördüncü soruda İÖG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %13 iken uygulamadan sonra %26,3 e yükselmiştir. İMG nin ön testte doğru çizim oranı %13,2 iken son

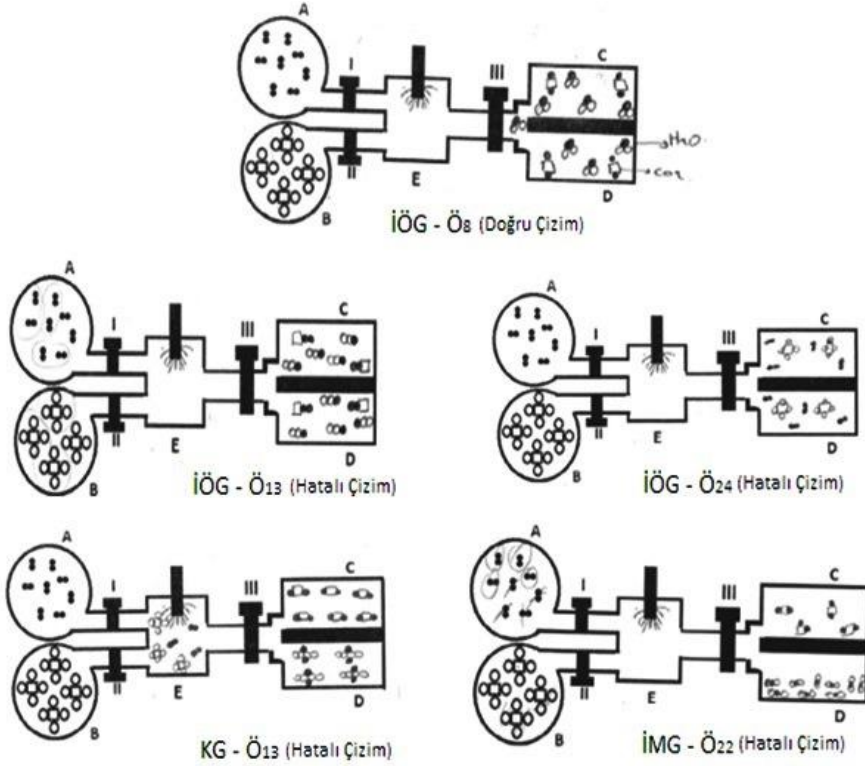


testte %28,1 e yükselmiştir. KG nin uygulamadan önce doğru çizimi yok iken uygulamadan sonra %17,8 e yükselmiştir.

Bazı öğrencilerin hatalı çizimleri son testte devam etmekle birlikte tüm grupların hatalı çizimleri son testte azalmış ya da sona ermiştir. Hatalı çizim oranlarındaki bu azalmalar İMG ve İÖG de KG ye göre daha fazladır.

İÖG ön testte en çok hatalı çizimi karbondioksitin molekül geometrisinin yanlış çizilmesinde (%26,3) ve su ve karbondioksitten başka ürün oluşturulması (%26,3), son testte ise su ve karbondioksitten başka ürün oluşturulmasında (%26,1) yapmıştır. İMG nin ön testte (%34,2) ve son testte (%25) en çok hatalı çizimi karbondioksit ve su moleküllerinin kabın bölmelerine homojen olarak çizilmemesinde yaptığı görülmüştür. KG ise ön testte (%44,4) ve son testte (%14,3) en çok hatalı çizimi eksik sayıda su molekülünün çizilmesinde yapmıştır.

Aşağıda Şekil 13'te öğrencilerin son testteki doğru çizimine ve ön testteki hatalı çizimlerine örnekler verilmiştir.

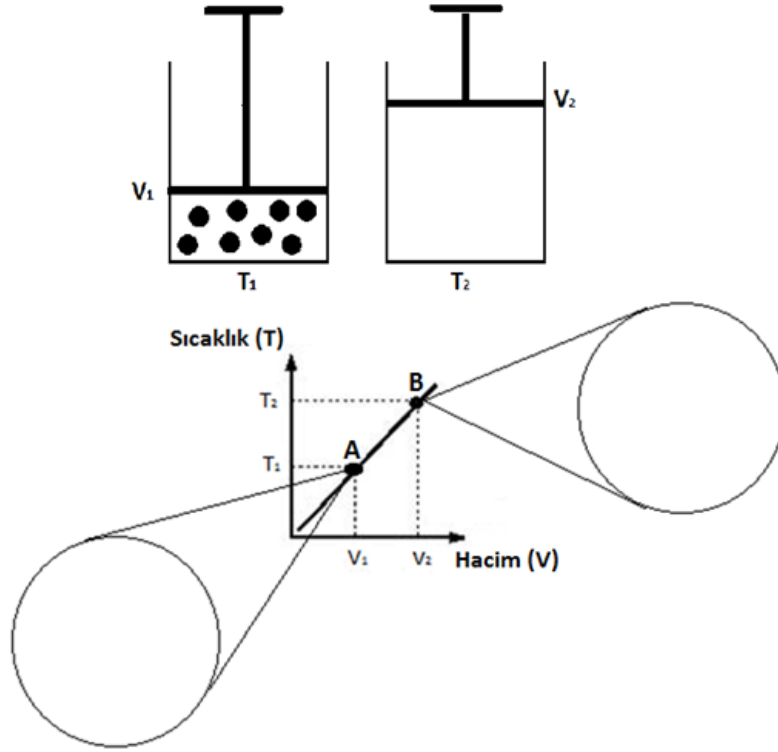


Şekil 13. Dördüncü Sorunun Ön Testindeki Doğru ve Son Testindeki Hatalı Çizimlerden Örnekler

Dördüncü soru için doğru çizim olarak kabul edilen cevaplara örnek olarak İÖG den Ö<sub>8</sub> in son test çizimi verilmiştir. Hatalı çizimlere örnekler ön testlerden verilmiştir. İÖG den Ö<sub>13</sub> karbondioksit ve suyun molekül geometrisinin yanlış çizilmesi, İÖG den Ö<sub>24</sub> ürün olarak karbondioksit ve suyun oluşturulmaması, KG den Ö<sub>13</sub> sudan başka ürün oluşturulması, İMG den Ö<sub>22</sub> karbondioksit ve su moleküllerinin kabın bölmelerine homojen olarak çizilmemesi kategorilerinde hatalı çizim yapmışlardır.

Araştırmanın beşinci sorusu aşağıda Şekil 14'te verilmiştir.

Aşağıda pistonlu kaptaki bulunan  $V_1$  hacimli X gazının  $T_1$  sıcaklığından  $T_2$  sıcaklığına ısıtılıyor ve hacmi  $V_2$  oluyor. X gazı ile ilgili sıcaklık-hacim grafiği aşağıda verilmiştir. X gazının A ve B noktadaki taneciklerinin durumunu grafikte verilen balonların içine çiziniz.



**Şekil 14.** Araştırmanın Beşinci Sorusu

Araştırmanın beşinci sorusunda sıcaklık ve hacim değişimine bağlı olarak gazların dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Öğrencilerden, A ve B noktalarına sekizer tane tanecik çizmeleri beklenmektedir.

Beşinci sorunun son testteki doğru çizimleri için yapılan betimleyici istatistik sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

**Tablo 15.** Beşinci Sorunun Son Testinin Betimleyici İstatistik Sonuçları

Gruplar	N	X	SS
İÖG	19	8,95	3,153
İMG	32	9,07	2,459
KG	28	7,50	4,410
Toplam	79	8,61	3,484

Beşinci sorunun son testindeki doğru çizim ortalamalarına bakıldığında ortalaması en yüksek grubun İMG (9,07) olduğu, bunu İÖG (8,95) ve KG nin (7,50) takip ettiği görülmektedir.

Beşinci sorunun son testinde gruplar arasında anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için yapılan ANOVA sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

**Tablo 16.** Beşinci Sorunun Son Testinin ANOVA Sonuçları

	<b>Karelerin Toplamı</b>	<b>Df</b>	<b>Karelerin ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Gruplar arası</b>	55,388	2	27,694	2,361	0,101
<b>Grup içi</b>	891,447	76	11,730		
<b>Toplam</b>	946,835	78			

Yapılan ANOVA sonucunda beşinci sorunun son testinde gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilememiştir ( $p>0,05$ ).

Öğrencilerin beşinci soruda ön testte ve son testte sahip oldukları yanlış anlamalar ayrı ayrı belirlenerek yüzdeleri hesaplanmış Tablo 17’de sergilenmiştir.

**Tablo 17.** Beşinci Sorunun Ön Test ve Son Testinden Elde Edilen Yanlış Anlamalar

	<b>Öğrenci Cevapları</b>	<b>İÖG %</b>		<b>İMG %</b>		<b>KG %</b>	
		<b>Ön</b>	<b>Son</b>	<b>Ön</b>	<b>Son</b>	<b>Ön</b>	<b>Son</b>
<b>Doğru Çizim</b>	A ve B noktalarına sekizer tane tanecik çizilmesi	52,2	89,5	5,3	90,6	29,6	75
	<b>Hatalı Çizimler</b>						
	A noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesi	21,7	3,1	15,8	-	33,3	25
	B noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesi	17,4	5,3	10,5	3,1	25,9	10,7
	A noktasına az sayıda tanecik çizilmesi	4,3	5,3	7,9	3,1	3,7	-
	B noktasına az sayıda tanecik çizilmesi	21,7	5,3	13,2	3,1	7,4	7,1
	Cevap Yok	4,3	-	15,8	-	25,9	-

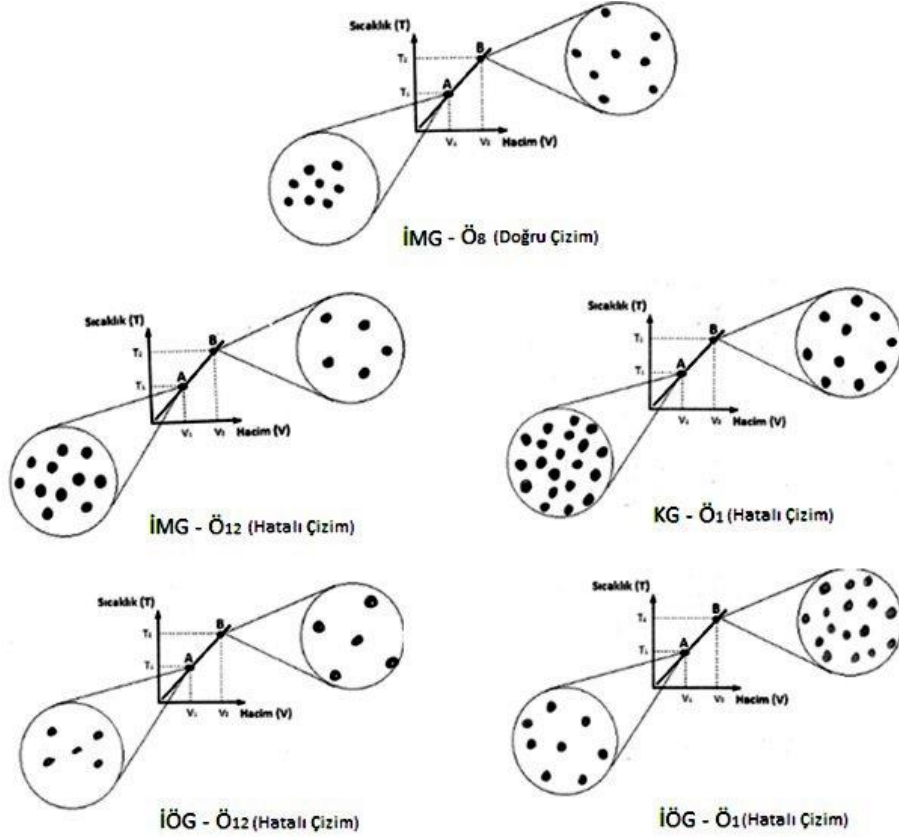
\*Bazı öğrencilerin cevapları birden fazla hatalı çizim içerebilmektedir.

Tabloda görüldüğü gibi beşinci soruda İÖG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %52,2 iken uygulamadan sonra % 89,5 e yükselmiştir. İMG nin ön testte doğru çizim oranı %5,3 iken son testte %90,6 ya yükselmiştir. KG nin uygulamadan önce doğru çizim oranı %29,6 iken uygulamadan sonra %75 e yükselmiştir.

Bazı öğrencilerin hatalı çizimleri son testte devam etmekle birlikte tüm grupların hatalı çizimleri son testte azalmış ya da sona ermiştir. Hatalı çizim oranlarındaki bu azalmalar İMG ve İÖG de KG ye göre daha fazladır.

İÖG ön testte en çok hatalı çizimi A noktasına fazla sayıda (%21,7) ve B noktasına (%21,7) az sayıda tanecik çizilmesinde, son testte ise B noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesi (%5,3), A noktasına az sayıda tanecik çizilmesi (%5,3) ve B noktasına az sayıda tanecik çizilmesinde (%5,3) yapmıştır. İMG nin ön testte en çok hatalı çizimi A noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesinde (%15,8), son testte ise A noktasına (3,1) ve B noktasına (%3,1) az sayıda tanecik çizilmesinde ve B noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesinde (%3,1) yaptığı görülmüştür. KG ise ön testte (%33,3) ve son testte (%25) en çok hatalı çizimi A noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesinde yapmıştır.

Aşağıda Şekil 15’te öğrencilerin son testteki doğru çizimine ve ön testteki hatalı çizimlerine örnekler verilmiştir.



Şekil 15. Beşinci Sorunun ÖnTestindeki Doğru ve Son Testindeki Hatalı Çizimlerden Örnekler

Beşinci soru için doğru çizim olarak kabul edilen cevaplara örnek olarak İMG den Ö<sub>8</sub> in son test çizimi verilmiştir. Hatalı çizimlere örnekler ön testlerden verilmiştir. İMG den Ö<sub>12</sub> A noktasına fazla, B noktasına az sayıda tanecik çizilmesi, KG den Ö<sub>1</sub> A noktasına ve B noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesi, İÖG den Ö<sub>12</sub> A noktasına ve B noktasına az sayıda tanecik çizilmesi, İÖG den Ö<sub>1</sub> B noktasına fazla sayıda tanecik çizilmesi kategorilerinde hatalı çizim yapmışlardır.

### Sonuç ve Tartışma

Çalışmada ön test verilerine uygulanan ANOVA sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı

belirlenmiştir( $p>0,05$ ). Buradan hareketle uygulama öncesinde grupların ön bilgisinin denk olduğu söylenebilir.

Uygulama sonrasında gruplara uygulanan son testten elde edilen ANOVA sonuçlarına göre ise gruplar arasında gazların tanecikli yapısının anlaşılması konusunda anlamlı bir farklılık gözlenmiştir ( $p>0,05$ ). Anlamlı farkın hangi sorudan kaynaklandığını belirlemek ve her soru için öğrencilerin ön testte ve son testte sahip oldukları yanlış anlamaları belirlemek adına soru bazında değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmenin sonunda araştırmanın ikinci ve üçüncü sorusunda gruplar arasında anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). İkinci soru için yapılan LSD testi anlamlı farkın İMG ve KG arasında İMG lehine olduğunu göstermiştir. Buradan hareketle birbiriyle reaksiyon veren ve ürün olarak reaksiyondan artan gazların da olduğu gaz dağılımının tanecik boyutunda anlaşılmasında işbirlikli öğrenmeyle birlikte kullanılan modellerin etkili olduğu söylenebilir. Tüm gruptaki bazı öğrencilerin hatalı çizimleri son testte devam etmekle birlikte genel anlamda hatalı çizimler son testte azalmış ya da sona ermiştir. Hatalı çizim oranlarındaki bu azalmalar İMG ve İÖG de KG ye göre daha fazladır. Bu soruda öğrenciler ön testte ve son testte en çok hatalı çizimi reaksiyon sonucu eksik sayıda su molekülü oluşturarak yapmışlardır. Bu bulgu öğrencilerin kimyasal reaksiyonda kütle korunumu yasasını teorik olarak bilseler de yaptıkları çizimler var olan atomların yok olmayacağını sadece eşlerini değiştireceklerini çizimlerine yansıtamadıklarını göstermektedir. Öğretmen adaylarının kütle korunumunu bildikleri fakat bu bilginin hangi durumlar için nasıl kullanıldığını bilmedikleri yapılan çalışmalarda da (Demircioğlu vd., 2002; Erdem vd, 2004) belirlenmiştir. Ayrıca hatalı çizimler arasında hidrojen ve oksijen moleküllerinin atomlarına ayrılarak çizilmesi dikkat çeken bir bulgudur ve soruların tamamına yakınında bu hataya rastlanmıştır. Öğrenciler moleküllerin birbiri içerisinde karışırken atomlarına ayrılarak karışacakları yanılışına sahiptirler. Üçüncü soru için yapılan Games-Howell testi sonucunda anlamlı farkın İMG ve KG arasında İMG lehine, İÖG ve KG arasında İÖG lehine olduğu tespit edilmiştir. Buradan hareketle birbiriyle reaksiyon vermeyen gazların tanecik boyutunda dağılımlarını anlamada işbirlikli öğrenmenin ve işbirlikli öğrenmeyle birlikte kullanılan modellerin etkili olduğu

söylenbilir. Gruplardaki hatalı çizimlerin hepsi ortadan kalkmasa da İMG ve İÖG de fazla olmak üzere tüm gruplardaki hatalı çizimler azalmış ya da sona ermiştir. Öğrenciler ön testte ve son testte en çok hatalı çizimi reaksiyona girmeyen helyum atomlarını az sayıda çizerek yapmışlardır. Bu bulgu da ikinci soruda en çok yapılan hatalı çizim ile paralellik göstermektedir. Sonuç olarak modele dayalı etkinliklerin işbirlikli öğrenme yöntemi ile kullanıldığında gazların tanecikli yapısının anlaşılmasına yardımcı olduğu söylenebilir. Bunun nedeninin öğrencilerin birlikte çalıştıkları modeller sayesinde atomları ve molekülleri görerek, dokunarak deneyimleme fırsatı bularak soyut olan maddenin tanecikli yapısı konusunu somut hale getirmesi olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda öğretmen eğitimcilerinin kimya derslerinde tanecikli yapının anlaşılmasında işbirlikli model etkinliklerini kullanmaları ve öğretmenlik süreçlerinde bu etkinlikleri ilköğretimde kullanmaları için öğretmen adaylarını yönlendirmeleri önerilmektedir. Böylece bu yöntem ve teknikleri etkin kullanabilen öğretmenler sayesinde öğrencilerde erken yaşlarda oluşan kavram yanılgılarının da önlenebileceği düşünülmektedir.

Araştırmanın birinci, dördüncü ve beşinci sorusunda her grubun doğru cevap sayısı artmış, hatalı cevap sayısı azalmıştır fakat son testte aralarında anlamlı bir fark tespit edilememiştir ( $p < 0,05$ ). Birinci soruda birbiriyle reaksiyon veren gazların dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Bu soruda öğrenciler ön testte en çok hatayı reaksiyon sonucunda ürün oluşturmayarak, reaksiyona giren hidrojen ve oksijen moleküllerini kaba aynen çizerek yapmışlardır. Bu yanılmanın son testte büyük ölçüde giderilmesi sevindiricidir. Son testte ise en çok hatayı suyun molekül geometrisini yanlış çizerek yapmışlardır. Öğretmen adaylarının suyun molekül geometrisini bilmemeleri şaşırtıcıdır fakat bu bulguya literatürde de rastlanmıştır (Kahraman ve Demir, 2011; Yılmaz ve Morgil, 2001).Araştırmanın dördüncü sorusunda birbiriyle reaksiyon veren gazların bölmeli bir kapta dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Öğrenciler en çok bu soruda zorlanmışlardır. Bu soruda öğrenciler ön testte en çok hatayı karbondioksit ve su moleküllerini kabın bölmelerine homojen olarak çizmeyerek yapmışlardır. Çizimler incelendiğinde öğrencilerin molekül kütlesi fazla olan karbondioksiti kabın alt bölmesine çizme eğiliminde oldukları belirlenmiştir. Bu



durum öğretmen adaylarının gazların homojen bir karışım oluşturduklarını teorik olarak bilseler de bunun zihinlerinde somutlaşmadığını göstermektedir. Bu bulgu literatürle de desteklenmektedir (Erten ve Yıldırım, 2010; Koç, 2014). Öğrenciler son testte en çok hatayı eksik sayıda su molekülü çizerek yapmışlardır. Araştırmanın beşinci sorusunda sıcaklık ve hacim değişimine bağlı olarak gazların dağılımının tanecik boyutunda gösterilmesi istenmiştir. Öğrencilere A noktasındaki tanecik sayısı verilmesine rağmen ön testte ve son testte bu noktaya tanecik sayısını eksik ya da fazla çizmelerinin dikkatsizliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. O yüzden bu soruda kavramsal hata açısından, sıcaklık artışı ile pistonlu kaptan taneciklerin durumunu gösteren B noktasına taneciklerin eksik veya fazla çizilmesi önemlidir. Grupların hepsi de ön testte en çok hatalı çizimi B noktasına fazla sayıda tanecik çizerek yapmışlardır. B noktasına fazla sayıda tanecik çizmeleri öğrencilerin sıcaklık artışıyla tanecik sayısının artacağını, hacim artışının bu yüzden meydana geldiğini düşündüklerini göstermektedir. Öğretmen adaylarının gazlarda sıcaklık-hacim-basınç gibi gazların durumunu etkileyen faktörleri oluşturan kavramlar arasındaki ilişkileri kurmada zorlandıkları, yetersiz anlamalara ve bazı yanlışlara sahip oldukları literatürde de ortaya çıkarılmıştır (Birinci Konur ve Ayas 2010; Nakiboğlu ve Özkılıç Arık, 2006). Son testte ise İMG de bu yanlış tamamen, İÖG de büyük oranda giderilmiştir. Sonuç olarak, reaksiyon sonunda ürün oluşturulmaması, öğrencilerin homojen bir karışım oluşturmak yerine molekül kütlesi fazla olan gazı kabın altına tarafına çizmeleri, pistonlu bir kaptan sıcaklık artışı ile meydana gelen hacim artışının tanecik artışından kaynaklandığı şeklindeki yanlışları giderme konusunda gruplar arasında anlamlı bir fark olmamıştır. Bunun nedeni öğrencilerin üniversite seviyesine kadar sahip oldukları, zihinlerinde yer eden yanlışların doğrularla değişiminin zor olması ve uzun süreli çalışmalar gerektirmesi olabilir. Bunda öğrencilerin sadece bir saat modellerle çalışabilme olanağı olmasının da etkisi olduğu düşünülmektedir. Öğrencileri kendi mantıklarına yatmayan yanlış kavramları doğrularıyla değiştirme konusunda ikna etmek zor olmakta dolayısıyla bu değişim daha uzun süreli daha kapsamlı çalışmalar gerektirmektedir. Bu doğrultuda mikro boyutu anlamaya yardımcı farklı modeller uzun vadede kullanılarak söz konusu öğrencilerin yanlışlarının giderilip giderilemediğine tekrar bakılabilir.

### **Kaynaklar**

- 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. (2014). 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., 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.
- Ayas, A. (1995). Lise 1 kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. II. Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu'nda sunulan 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).
- Birinci Konur, K. & Ayas, A. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının gazlarda sıcaklık-hacim-basınç ilişkisini anlama seviyeleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7 (3).
- Çalık, M. & Ayas, A. (2002). Öğrencilerin bazı kimya kavramlarını anlama seviyelerinin karşılaştırılması. I. Öğrenme ve Öğretme Sempozyumu, 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, G. (2003). Lise II asitler ve bazlar ünitesi ile ilgili rehber materyal geliştirilmesi ve uygulanması. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, KTÜ, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- 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.
- Demircioğlu, H., Ayas, A., Demircioğlu, G. (2002). Sınıf öğretmen adaylarının kimya kavramlarını anlama düzeyleri ve karşılaşılan yanlışlar. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 16-18 Eylül, ODTÜ Eğitim Fakültesi, Ankara.
- Demirer, C. (2009). Gazlar ünitesinde bilgisayar destekli ve laboratuvar temelli öğretimin öğrencilerin başarısına, kavram öğrenimine ve kimya tutumlarına etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Doymuş, K., Karaçöp, A. & Şimşek, Ü. (2010). Effects of jigsaw and animation techniques on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry. *Education Tech Research Dev*, 58, 671–691.
- 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.
- Erdem, E., Yılmaz, A., Atav, E. & Gücüm, B (2004). Öğrencilerin “madde” konusunu anlama düzeyleri, kavram yanlışları, fen bilgisine karşı tutumları ve mantıksal düşünme düzeylerinin araştırılması.*H.Ü. Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 74-82.
- Ergün, A. & Sarıkaya, M. (2014). Maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde modele dayalı aktivitelerin etkisi. *NWSA-Education Sciences*, 248-275.
- Erten, H. & Yıldırım, B. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının gazlar konusundaki kavramları anlama düzeyleri ile kavram yanlışlarının tespiti. 9. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, 20 -22 Mayıs, Elazığ, .335-340.
- 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.
- İpek, İ. (2007). Basit araçlarla öğrenmeye dayalı kavramsal değişim metodunun 10. sınıfta gazlar konusunda uygulanması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 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., (1993). The development of chemistry teaching, *Journal of Chemical Education*, 70, 701-704.
- Kahraman, S. & Demir, Y. (2011).Bilgisayar destekli 3d öğretim materyallerinin kavram yanlışları üzerindeki etkisi: atomun yapısı ve orbitaller. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi* 13(1).
- 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.
- Kaya, Ö. (2005). Kimya eğitiminde yapılandırıcı yaklaşım ile geleneksel yaklaşımın karşılaştırılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Koç, Y. (2014). Fen eğitimi öğrencilerinin gazların dağılımını mikro boyutta anlama düzeyleri. *e – Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1 (1).
- 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.
- Mumba, F., Chabalengula, V.M. & Banda A. (2014). Comparing male and female pre-service teachers' understanding of the particulate nature of matter. *Journal of Baltic Science Education*, 13 (6), 821-827.
- Nakiboğlu, C. & Özkılıç Arık, R. (2006). 4. Sınıf öğrencilerinin “gazlar” ile ilgili kavram yanlışlarının v-diyagramı kullanılarak belirlenmesi. *Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Edu7, 1(2).
- Okumuş, S., Öztürk, B., Doymuş, K. & Alyar, M. (2014). Maddenin tanecikli yapısının mikro ve makro boyutta anlaşılmasının sağlanması. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 4 (1), 349-368.
- Özmen, H. & Ayas, A. (2003). Students' difficulties in understanding of the conservation of the matter in open and closed-system chemical reactions. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4, 279-290.
- Özmen, H., Ayas, A. & Coştu, B. (2002). Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı hakkındaki anlama seviyelerinin ve yanlışlarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 2 (2), 507-529.
- Philipp, S. B., Johnson, D. K. & Yezierski, E. J. (2014). Development of a protocol to evaluate the use of representations in secondary chemistry instruction. *Chemistry Education: Research and Practice*, 15, 777.
- Piquette, J. S. & Heikkinen, H. W. (2005). Strategies reported used by instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (10), 1112-1134.
- Raviolo, A. (2001). Assessing students' conceptual understanding of solubility equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78, 629-631.
- Tüysüz, C., Tatar, E. & Kuşdemir, M. (2010). Probleme dayalı öğrenmenin kimya dersinde öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7 (13), 48-55.
- Yavuz, S. & Çelik, G. (2013). Sınıf öğretmenliği öğrencilerinin gazlar konusundaki kavram yanlışlarına tahmin-gözlem-açıklama tekniğinin etkisi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1).
- Yeşiloğlu, S.N. (2007). Gazlar konusunun lise öğrencilerine bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi. *Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.*
- Yılmaz, A. & Morgil, İ. (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.

\*\*

### **Extended Summary**

#### **Purpose**

Understanding of the gas issues in chemistry is difficult for student because it shows intangible features, invisible, requires understanding at the molecular level (Demirer, 2009) and difficult to reconcile with daily life (Tüysüz, Tatar & Kuşdemir, 2010). In several research studies on gases, the use of different teaching methods and techniques has helped students to understand the issues at the micro level (Kaya, 2005; İpek, 2007; Yeşiloğlu, 2007). Teaching of the molecules, atoms and theoretical concepts with models and concrete materials are important for complete and accurate understanding of events in micro level by students (Çalık, Ayas & Ünal, 2006; Ebenezer, 2001; Jaber & Boujaoude, 2012; Johnstone, 1993; Özmen & Ayas, 2003; Philipp, Johnson & Yezierski, 2014; Raviolo, 2001). Also, cooperative learning that active learning methodis one of the teaching methods to eliminate misconceptions in point of increasing the students' individual and social skills in the process (Yavuz & Çelik, 2013). So, coadminstration of these method and technique is considered to facilitate the students' conceptual understanding. The purpose of this study was determining the effects of cooperative learning methods and models on the science education students' understanding of the particulate nature of gases.

#### **Method**

In this study was used quasi-experimental design with the inclusion of pre- and post-test. In this research were studied including two experimental groups [the first experimental group (İGÖ) that applied method of the Students Teams Achievement Divisions Technique (ÖTBB), the second experimental group (İMG) that the model used together (ÖTBB) and the control group. The sample was composed 79 first class science teacher education program students. Data was collected with the test of particulate nature of the gases that it consists of five drawing questions designed by researchs. The students were asked drawing in the particle size distribution of gases in five different states using questions. Before GMTYT was applied to students as pre-test, following it was applied as post-test after each group learning the course with their own methods and techniques. It was used the mean and standard deviation analysis of for descriptive statistics and it was utilized one-way analysis of variance (one way ANOVA) for the significance analysis in the analysis of data. LSD test of multiple comparison tests and Games-Howell test were used in the event of significant differences between groups. The analysis were carried out on five questions at the outset, and then they were done on the questions bases separately. The students' drawing have been examined in detail, and then percentages was calculated for each question that collected as accurate and similar faulty drawings under categories. Hereby, students' miscopceptions have been identified regarding this topic, presented in tables and illustrated.

#### **Results**

There was a significant difference between groups as a result of ANOVA

applied to the post-test ( $p<0,05$ ). Performed LSD test showed that there is a difference in favor İMG between İMG and KG. While there is a significant difference between groups in the second and third questions, there is no significant difference in the first, fourth and fifth questions in the basic question. But, possessed misunderstanding of students in pre-test have decreased or have been ended in post-test.

### **Conclusion**

Consequently, when model-based activities use with cooperative learning method, it helps to understand the granular structures of gases. It is believed that the abstract subject of granular structures of the matter is made of concrete, because students have found the opportunity to experience seeing and touching through models. It is recommended to teacher educators that directed teacher candidates for using the model activities for understanding of granular structures of matter and using these activities in primary education in teaching process.

Misconceptions students have been identified as it is associated the distribution of gases with their molecules masses, increase of number particles due to the resulting volume change with increasing temperature, gas molecules are mixed into separate atoms. Students misconceptions eliminated with this study largely, but there is no a significant different between groups in the post-test for some questions. The reason for this may be, the misunderstandings' change is difficult from correct ones in their mind that this misunderstanding has up to university level and it is required long-term studies. Besides, it may be effective to the short working time students with models. The students don't change to the misconceptions with correct concepts, it is difficult to convince them about it and it is required long-term and more comprehensive studies.

\* \* \* \*