



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş:29.01.2019 ✓Accepted/Kabul:17.02.2020

DOI: 10.30794/pausbed.519234

Araştırma Makalesi/ Research Article

Harman, G. ve Çelikler D. (2020). "Modelle Öğretim Yönteminin Moleküllerin Geometrik Yapılarının Öğretimine Etkisi: CH₄, NH₃, H₂O Örnekleri"
Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, sayı 39, Denizli, s. 117-130.

MODELLE ÖĞRETİM YÖNTEMİNİN MOLEKÜLLERİN GEOMETRİK YAPILARININ ÖĞRETİMİNE ETKİSİ: CH₄, NH₃, H₂O ÖRNEKLERİ

Gonca HARMAN*, Dilek ÇELİKLER**

Özet

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğrencilerine molekül geometrisinin öğretilmesi, öğrencilerin mevcut bilgilerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi ile öğrencilerin model oluşturma becerilerinin geliştirilmesi üzerinde modelle öğretim yönteminin etkilerini incelemektir. Araştırmaya Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı 1. sınıfında öğrenim gören toplam 35 öğrenci katılmıştır. Araştırmada tek örneklem ön-son test desen kullanılmıştır. Fen bilgisi öğrencilerinden uygulama öncesi ve sonrasında CH₄, NH₃, H₂O moleküllerine ait soruları cevaplamaları ve bu molekülleri modellemeleri istenmiştir. Araştırmanın sonucunda gruplar tarafından yapılan çizimlerde ön testte belirlenen bağ açısının, molekül geometrisinin ve elektron grubu geometrisinin yanlış gösteriminin son testte H₂O molekülü için tamamen giderildiği, NH₃ ve CH₄ molekülünde ise tam olarak giderilemediği görülmüştür. Ayrıca ön testte molekülün yapısında yer alan atom türlerinin belirtilmemesi, moleküllerin yapısında yer alan ortaklanmamış elektron çiftinin gösterilmemesi gibi bilgi eksikliği ile bağ yapmayan elektron sayısının yanlış gösterilmesi gibi kavram yanlışlarının son testte giderildiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Modelle öğretim yöntemi, Model oluşturma becerisi, Kavram yanlışlığı, Molekül geometrisi, Fen bilgisi öğrencisi.

THE EFFECT OF MODEL-BASED TEACHING METHOD ON TEACHING OF GEOMETRIC STRUCTURES OF MOLECULES: CH₄, NH₃, H₂O EXAMPLES

Abstract

The aim of this study was to examine the effect of the model based teaching method on the teaching of the geometric structures of the molecules; the identification and remedying of students' knowledge and misconceptions on this subject; and the development of students' model-forming skills. The study was conducted with the participation of 35 first-year students attending the Science Education Department of the Faculty of Education. One sample pre-posttest design was used in this study. The students were asked to answer questions about the CH₄, NH₃ and H₂O molecules, and to model these molecules both before and after the application. The study results indicated that all of the study groups erroneously depicted the bond angles, molecular geometry and electron group geometry in the pretest, while these errors were entirely remedied in the posttest for the H₂O molecule, and partly remedied for the NH₃ and CH₄ molecules. In addition, it was observed that errors and misconceptions observed during the pretest – such as errors regarding the types of atoms within the molecular structure,

*Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, KARAMAN.

e-posta: goncaharman@kmu.edu.tr, (orcid.org/0000-0002-9717-1150)

**Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, SAMSUN.

e-posta: dilekc@omu.edu.tr, (orcid.org/0000-0002-9945-7195)

the failure to depict the lone electron pairs, and the erroneous depictions regarding the number of non-bonding electrons – had all largely been remedied in the posttest.

Keywords: *Model-based teaching method, Model-forming skills, Misconception, Molecular geometry, Science student.*

1. GİRİŞ

Atom ve molekül teorisi üzerine kurulu bir bilim olan kimya, maddenin makroskobik davranışlarını maddeyi oluşturan mikroskobik birimlerin uzaysal yapısını temel alarak açıklar. Mikroskobik yapı dikkate alındığında şekil ya da geometri kavramları moleküler özelliklerin saptanmasında ve makroskobik maddenin davranışının anlaşılmasında son derece önemlidir (Yalçın ve Ağgöl-Yalçın, 2011). Maddenin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin anlaşılması uzaysal yapısının yani moleküler geometrisinin anlaşılmasına bağlıdır (Sarıkaya, 2007: 513).

“Neden bazı elementler çok atomlu moleküllerdir?, Neden suyun kaynama noktası benzer moleküllerden daha yüksektir?” sorularına cevap verebilmek için moleküllerin yapılarının, atomların uzayda diziliş şekillerinin, bağ türlerinin ve bağ açılarının bilinmesi gereklidir (Yılmaz ve Morgil, 2001: 177). Somut bir yapı olan maddeyi oluşturan atom ve moleküllerin duyu organları aracılığı ile algılanamayan mikro yapılar olması (Hurwitz vd., 2001) ile birlikte uzaysal yapıların zihinde canlandırılmasının ve üç boyutlu olarak çizilmesinin güç olması nedenleri ile fen, mühendislik ve tıp eğitiminde birinci sınıf müfredatında yer alan, genel ve inorganik kimyanın önemli konularından biri olan molekül geometrisinin anlaşılmasında zorluklar yaşanmaktadır (Sarıkaya, 2007: 514-515). Öyle ki, birinci sınıfta öğrenim gören fen bilgisi öğrencilerinin kimyasal bileşiğin dörtüzlü ve sekizyüzlü geometrik yapısını çizmede yeterli olmadıkları (Çelikler, Aksan ve Ünan, 2018: 24), amonyak (NH₃) molekülü için elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), molekül geometrisinin adı, molekül geometrisinin yapısının çizimi ve bağ açısı ile ilgili olarak verdikleri cevapların çoğunun bilimsel açıdan doğru olmadığı (Çelikler, Aksan ve Ünan, 2016: 267) ortaya koyulmuştur. Kimya öğretmen adaylarının atomik orbitaller ve hibritleşme konusunda kavram yanılgılarına sahip oldukları (Nakıboğlu, 2003: 171), 12. sınıf öğrencilerinin değerlik kabuğu elektron çifti itmesi konusu ile ilgili problem durumlarına yönelik uygulamalarda sıkıntı yaşadıkları (Peterson ve Treagust, 1989: 460) saptanmıştır. Bireylerin iki boyutlu, somut cisimleri bile zihinlerinde canlandırma ve çizmede yaşadıkları zorluklar düşünüldüğünde molekül geometri gibi üç boyutlu uzaysal yapıları anlamada zorlanmaları şaşırılmayacak bir durumdur (Hurwitz vd., 2001). Bu tür zorlukların ortadan kaldırılması ve konunun anlaşılmasının kolaylaştırılması için molekül gibi mikro yapılar modellenerek görselleştirilmelidir. Öyle ki, öğretmen adayları ve öğretmenler moleküllerin uzaysal yapılarının sadece kâğıt ya da tahtaya çizilerek gösterilmesi ile moleküler yapıyı anlayamamaktadır (Sarıkaya, 2007: 514). Öğretmen adayları ve öğretmenlerde saptanan öğrenme güçlüklerine benzer şekilde ortaöğretimden lisans düzeyine kadar çeşitli eğitim kademelerindeki öğrencilerde de kimya eğitiminde ortaya çıkan temel problemlerden biri kavramların tam olarak anlaşılabilmesi, birçok kavram ve olayın makroskobik, mikroskobik ve sembolik düzeydeki temsillerinin birbirleri ile ilişkilendirilememesidir (Şendur ve Toprak, 2013: 268). Soyut düşünce yapıları olan kavramların somutlaştırılmaları anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır (Kahraman ve Demir, 2011: 184). Aksi durumda soyut ve anlaşılması zor olan kavramlar öğrenci zihninde hedeflenenden farklı bir şekilde yapılanmaktadır. Soyut kavramları algılamada başarısız olan öğrenciler de ezbere yönelmektedir (Kahraman ve Demir, 2011: 174). Bu olumsuz durumu önlemek için öğretim ortamları düzenlenirken modele dayalı etkinliklere yer verilerek etkinliklere öğrencilerin aktif bir şekilde katılımı sağlanarak öğrencilere öğrendikleri bilgileri uygulama ve pekiştirme imkânı sunulmalıdır (Ergün ve Sarıkaya, 2014: 266).

Bireyin öğrenme sürecine bizzat oluşturacağı modellerle aktif olarak katılımı ve kimyasal maddelerle görerek ve dokunarak etkileşim halinde olması gereklidir. Bu sayede atom, molekül, bileşik ve molekül geometrisi kavramları somut bir nitelik kazanabilecektir. Bunun sonucu olarak da birey yaptığı modeli uzun süreli belleğine kaydederek elinde tuttuğu modelin temsil ettiği moleküle ait uzaysal yapıyı daha kolay ve bilinçli bir şekilde çizebilecektir (Sarıkaya, 2007: 517).

Alan yazında yer alan ifadelerden konunun öğretiminde gerçeği temsil edebilecek nitelikte olan modeller kullanılarak ders işlenmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır. Aynı ya da farklı maddeler kullanılarak hazırlanan ve gerçeğin bir temsili olarak nitelendirilen modellerin öğrenme ortamına getirilmesi ile gerçekleştirilen

öğretim modelleri öğretim yöntemidir (Çilenti, 1985: 63; Kaptan, 1998: 203). Bu bağlamda araştırmada fen bilgisi öğrencilerine soyut bir konu olan molekül geometrisinin somutlaştırılarak öğretilmesi, öğrencilerin konuyla ilgili mevcut bilgilerinin saptanması, kavram yanlışlarının belirlenmesi ve olası kavram yanlışlarının giderilmesi ve model oluşturma becerisinin geliştirilmesi üzerinde modellerle öğretim yönteminin etkileri incelenmiştir.

2.YÖNTEM

2.1.Araştırmanın deseni

Araştırmada tek örneklem ön test-son test deseni kullanılmıştır. Bu desende araştırmaya katılan gruba veri toplama aracı ön test olarak verilir. Böylece uygulama öncesindeki durum saptanır. Daha sonra uygulama gerçekleştirilir. Uygulamadan sonra aynı veri toplama aracı gruba son test olarak verilir. Elde edilen veriler analiz edildiğinde ön ve son test sonuçları arasında son test lehine anlamlı bir farklılık saptanırsa bu farkın uygulamadan kaynaklandığı kabul edilir (Baştürk, 2009: 36-37). Fen bilgisi öğrencilerine molekül geometrisinin öğretilmesi, öğrencilerin mevcut bilgilerinin ve kavram yanlışlarının belirlenmesi ve giderilmesi ile öğrencilerin model oluşturma becerilerinin geliştirilmesi üzerinde modellerle öğretim yönteminin etkileri incelendiği için bu araştırma tek örneklem ön test-son test deseni ile yürütülmüştür.

2.2.Araştırmanın çalışma grubu

Araştırma 2014-2015 bahar yarıyılında Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı birinci sınıfta öğrenim gören 35 fen bilgisi öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler rastgele 5'er kişiden oluşan 7 gruba ayrılmıştır.

2.3.Veritoplama aracı

Araştırmacılar tarafından iki veri toplama aracı hazırlanmıştır. Birinci veri toplama aracı olan bilgi testi CH_4 , NH_3 , H_2O moleküllerinin elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), VSEPR (Valance Shell Electron Pair Repulsion-Değerlik Kabuğu Elektron Çifti İtmesi) gösterimi, bağ açısı ve şekli (çizim) ile ilgili soruların yer aldığı her molekül için 5 tane olmak üzere toplam 15 sorudan oluşmaktadır. Bilgi testindeki soruların kapsam geçerliğinin yeterliliğini, ifadelerin gerekliliğini, anlaşılabilirliğini ve uygulama için verilecek süreyi belirlemek amacıyla uzmanlık alanı kimya eğitimi ve fen bilgisi eğitimi olan iki öğretim üyesinden görüş alınmıştır. Uzmanların görüşleri dikkate alınarak veri toplama aracı son haline getirilmiştir. Hazırlanan bilgi testi öğrencilerin mevcut bilgilerini ve kavram yanlışlarını saptamak için uygulama öncesinde ön test olarak uygulanmıştır. Daha sonra bu test molekül geometrisinin öğretimi, öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesi ile öğrencilerin model oluşturma becerilerinin geliştirilmesi üzerinde modellerle öğretim yönteminin etkilerini saptamak için uygulama sonunda öğrenci gruplarına son test olarak uygulanmıştır.

İkinci veri toplama aracında ise bilimsel süreç becerilerinden birleştirilmiş süreç becerilerinin bir alt kategorisi olan verileri kullanma ve model oluşturma becerisi (Bozkurt ve Olgun, 2005) kapsamında öğrenci gruplarından molekül geometrisine ilişkin bilgilerini çizim ve üç boyutlu modellerle de ortaya koymaları istenmiştir.

2.4.Uygulama süreci

Konuyla ilgili ön bilgileri ortaya çıkarabilmek amacı ile veri toplama aracı fen bilgisi öğrencilerine ön test olarak uygulanmıştır. Öğrenciler 5 kişilik gruplar halinde soruları cevaplandırmış ve belirtilen moleküllerin geometrik yapılarını temsil eden çizimler yapmışlardır. Gruplar kendilerine verilen model setlerini kullanarak aynı moleküller için moleküllerin geometrik yapılarını temsil eden modeller oluşturmuşlardır. Grupların oluşturdukları tüm modeller fotoğraflanmıştır. Daha sonra molekül geometrisi konusu Genel Kimya I dersi kapsamında modellerle öğretim yöntemine uygun olacak şekilde her molekül için 2 ders saati olmak üzere toplam 6 ders saatinde işlenmiştir. Ders işleme sürecinde grupların model setleri ile birebir etkileşim halinde olmaları sağlanmıştır.

Modellerle öğretim yöntemine uygun işlenen derslerden sonra gruplar ön testte cevaplandıkları aynı soruları tekrar cevaplandırmış ve belirtilen moleküllerin geometrik yapılarını temsil eden çizimler yapmışlardır. Gruplar kendilerine verilen model setlerini kullanarak moleküllerin geometrik yapılarını temsil eden modeller oluşturmuşlardır. Grupların oluşturdukları tüm modeller fotoğraflanmıştır.

2.5. Veri analizi


Öğrencilerin sorulara 5 kişilik gruplar halinde verdikleri cevaplar, yaptıkları çizimler ve oluşturdukları modellerin fotoğrafları daha önceden belirlenen kategorilere göre analiz edilmiştir. Bu kategoriler araştırma öncesinde elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), elektron grubu geometrisi, ortaklanmamış elektron çifti sayısı, molekül geometrisi ve bağ açısı, öğrencilerin molekül modellerini oluştururken molekülün içerdiği farklı atom türleri için kullandıkları topların renkleri ve tek-çift bağ oluşturma durumları olarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE YORUM

3.1. CH₄ molekülüne ait bulgular

Grupların CH₄ molekülünün elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), VSEPR gösterimi, bağ açısı ve şekli (çizim) ile ilgili sorulara ön ve son testte verdikleri cevapların frekans değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Grupların CH₄ molekülü için ön ve son testte verdikleri cevapların frekans değerleri

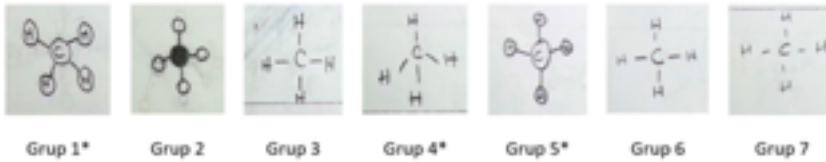
		ÖT			ST		
		D	Y	B	D	Y	B
1. Elektron grubu sayısı (Bağ yapan)	4	5	2	-	7	-	-
2. Elektron grubu sayısı (Bağ yapmayan)	0	7	-	-	7	-	-
3. VSEPR gösterimi	AX ₄	2	4	1	7	-	-
4. Bağ açısı	109,5°	1	3	3	7	-	-
5. Molekül şekli (çizim)		3	4	-	4	3	-

D: doğru, Y: yanlış, B: boş

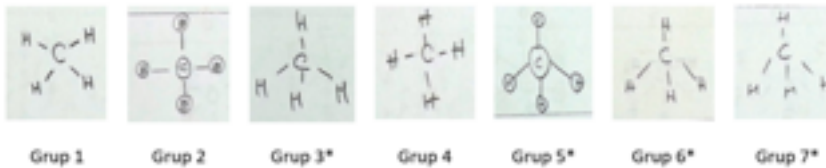
Tablo 1 incelendiğinde ön testte sadece bağ yapmayan elektron sayısının tüm gruplar tarafından doğru cevaplandığı; son testte ise sadece 3 grubun molekül şeklinin çizimlerinde yanlışları olduğu diğer soruları doğru cevapladıkları görülmektedir.

Grupların CH₄ molekülü için ön ve son testte yaptıkları çizimler Şekil 1a-1b'de verilmiştir.

Şekil 1a: Grupların CH₄ Molekülü için Ön Testte Yaptıkları Çizimler (*: doğru)



Şekil 1b: Grupların CH₄ Molekülü için Son Testte Yaptıkları Çizimler (*: doğru)



Grupların CH₄ molekülü için ön (Şekil 1a) ve son (Şekil 1b) testte yaptıkları çizimler elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), ortaklanmamış elektron çifti, elektron grubu geometrisi, molekül geometrisi, bağ açısı, bağ türü açısından analiz edilmiş ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Grupların CH₄ molekülü için ön ve son testte yaptıkları çizimlerin analizi

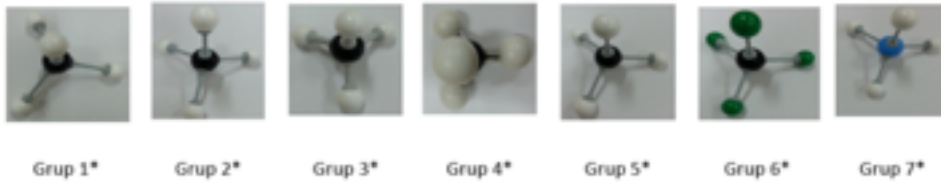
	Grup	Elektron grubu sayısı		Ortaklanmamış elektron çifti sayısı	Elektron grubu geometrisi	Molekül geometrisi	Bağ açısı	Bağ türü
		Bağ yapan	Bağ yapmayan					
ÖT	1-4-5*	4	-	-	Dört yüzlü	Dört yüzlü	109,5°	4 tek
	2	4	-	-	Dört yüzlü	Dört yüzlü	109,5°	4 tek
	3-6-7	4	-	-	Kare düzlem	Kare düzlem	90°	4 tek
ST	3-5-6-7*	4	-	-	Dört yüzlü	Dört yüzlü	109,5°	4 tek
	1-2-4	4	-	-	Kare düzlem	Kare düzlem	90°	4 tek

*: doğru

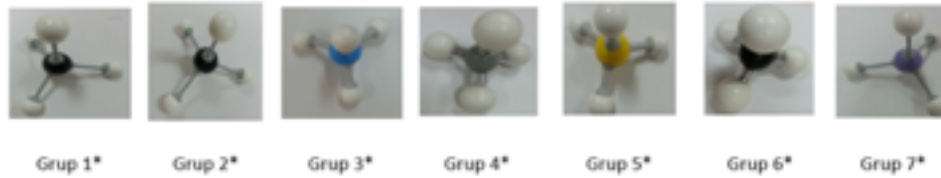
Şekil 1a-1b ve Tablo 2 incelendiğinde ön testte grup 3, 6 ve 7 tarafından yapılan çizimlerde bağ yapan ve yapmayan elektron grubu sayısının, ortaklanmamış elektron çifti sayısının ve bağ türünün doğru çizildiği diğer bilgilerin ise yanlış olduğu görülmektedir. Grup 2 tarafından yapılan çizimde molekülü oluşturan karbon ve hidrojen atomları yazılmamıştır. Grup 1, 4 ve 5 tarafından yapılan çizimler ise doğrudur. Son testte grup 1, 2 ve 4’ün yaptıkları çizimlerde elektron grubu geometrisi, molekül geometrisi ve bağ açılarının yanlış olduğu, diğer grupların yaptıkları çizimlerin ise doğru olduğu görülmektedir.

Grupların CH₄ molekülü için ön ve son testte yaptıkları molekül modelleri Şekil 2a-2b’de verilmiştir.

Şekil 2a: Grupların CH₄ Molekülü için Ön Testte Yaptıkları Modeller (*: doğru)



Şekil 2b: Grupların CH₄ Molekülü için Son Testte Yaptıkları Modeller (*: doğru)



Grupların CH₄ molekülü için ön (Şekil 2a) ve son (Şekil 2b) testte yaptıkları modeller elektron grubu sayısı, elektron grubu geometrisi, ortaklanmamış elektron çifti sayısı, molekül geometrisi, bağ açısı, bağ türü açısından analiz edilmiş ve Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Grupların CH₄ molekülü için ön ve son testte yaptıkları modellerin analizi


Grup	Elektron grubu sayısı	Elektron grubu geometrisi	Ortaklanmamış elektron çifti sayısı	Molekül geometrisi	Bağ açısı	Bağ türü
1-2-3-4-5-6-7*	4	Dörtüzlü	0	Dörtüzlü	109,5°	4 tek

Şekil 2a-2b ve Tablo 3 incelendiğinde ön ve son testte CH₄ molekülünü tüm grupların doğru bir şekilde modellediği görülmektedir. Tüm gruplar oluşturdukları modellerde CH₄ molekülündeki karbon ve hidrojen atomları için iki farklı renk top kullanmışlardır.

3.2.NH₃ Molekülüne Ait Bulgular

Grupların NH₃ molekülünün elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), VSEPR gösterimi, bağ açısı ve şekli (çizim) ile ilgili sorulara ön ve son testte verdikleri cevapların frekans değerleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Grupların NH₃ molekülü için ön ve son testte verdikleri cevapların frekans değerleri

		ÖT			ST		
		D	Y	B	D	Y	B
1.Elektron grubu sayısı (Bağ yapan)	3	5	2	-	4	3	-
2.Elektron grubu sayısı (Bağ yapmayan)	1	-	7	-	7	-	-
3.VSEPR gösterimi	AX ₃ E	-	6	1	7	-	-
4.Bağ açısı	107°	-	4	3	1	6	-
5.Molekül şekli (çizim)		2	5	-	6	1	-

D: doğru, Y: yanlış, B: boş

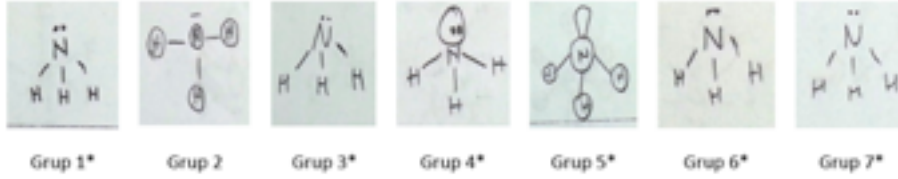
Tablo 4 incelendiğinde ön testte sadece bağ yapan elektron sayısının beş grup ve molekül şekline ait çizimin ise iki grup tarafından doğru cevaplandığı görülmektedir. Son testte ise elektron grubu sayısı (bağ yapmayan) ve VSEPR gösterimi ile ilgili soruları tüm grupların, molekül çizimini altı grubun, elektron grubu sayısını (bağ yapan) dört grubun doğru cevapladığı görülmektedir. Buna karşın son testte bağ açısını sadece bir grubun doğru olarak belirtmesi dikkat çekicidir.

Grupların NH₃ molekülü için ön ve son testte yaptıkları çizimler Şekil 3a-3b’de verilmiştir.

Şekil 3a: Grupların NH₃ Molekülü için Ön Testte Yaptıkları Çizimler (*: doğru)



Şekil 3b: Grupların NH₃ Molekülü için Son Testte Yaptıkları Çizimler (*: doğru)



Grupların NH₃ molekülü için ön (Şekil 3a) ve son (Şekil 3b) testte yaptıkları çizimler elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), ortaklanmamış elektron çifti, elektron grubu geometrisi, molekül geometrisi, bağ açısı, bağ türü açısından analiz edilmiş ve Tablo 5'te verilmiştir.

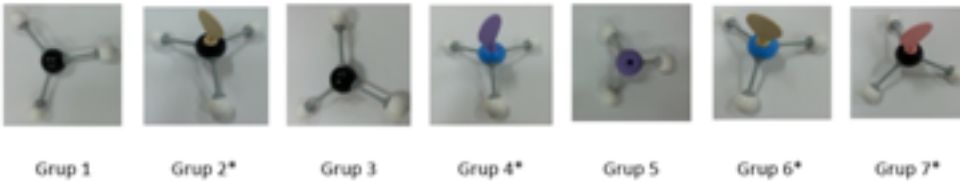
Tablo 5: Grupların NH₃ molekülü için ön ve son testte yaptıkları çizimlerin analizi

	Grup	Elektron grubu sayısı		Ortaklanmamış elektron çifti sayısı	Elektron grubu geometrisi	Molekül geometrisi	Bağ açısı	Bağ türü
		Bağ yapan	Bağ yapmayan					
ÖT	2-4*	3	1	1	Dört yüzlü	Üçgen piramit	107°	3 tek
	1	3	-	-	Üçgen düzlem	Üçgen düzlem	120°	3 tek
	3-7	3	1	1	T şekli	T şekli	90°	3 tek
	5	3	-	-	Dört yüzlü	Üçgen piramit	107°	3 tek
	6	3	1	1	Üçgen düzlem	Üçgen düzlem	120°	3 tek
ST	1-3-4-5-6-7*	3	1	1	Dört yüzlü	Üçgen piramit	107°	3 tek
	2	3	1	1	T şekli	T şekli	90°	3 tek

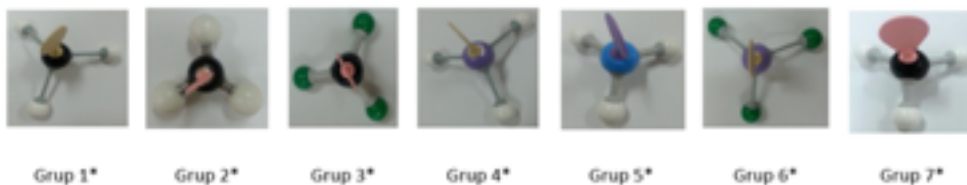
Şekil 3a-3b ve Tablo 5 incelendiğinde ön testte 2 ve 4 nolu grupların yaptıkları çizimlerin tamamen doğru olduğu, diğer grupların ise eksik ve yanlış çizimler yaptıkları; son testte grup 2 hariç diğer gruplar tarafından yapılan çizimlerin doğru olduğu görülmektedir.

Grupların NH₃ molekülü için ön ve son testte yaptıkları molekül modelleri Şekil 4a-4b'de verilmiştir.

Şekil 4a: Grupların NH₃ Molekülü için Ön Testte Yaptıkları Modeller (*: doğru)



Şekil 4b: Grupların NH₃ Molekülü için Son Testte Yaptıkları Modeller (*: doğru)



Grupların NH₃ molekülü için ön (Şekil 4a) ve son (Şekil 4b) testte yaptıkları modeller elektron grubu sayısı, elektron grubu geometrisi, ortaklanmamış elektron çifti sayısı, molekül geometrisi, bağ açısı, bağ türü açısından analiz edilmiş ve Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Grupların NH₃ molekülü için ön ve son testte yaptıkları modellerin analizi

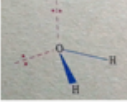
	Grup	Elektron grubu sayısı	Elektron grubu geometrisi	Ortaklanmamış elektron çifti sayısı	Molekül geometrisi	Bağ açısı	Bağ türü
ÖT	2-4-6-7*	4	Dörtüzlü	1	Üçgen piramit	107°	3 tek
	1-3	3	Üçgen düzlem	0	Üçgen düzlem	120°	3 tek
	5	3	Dörtüzlü	0	Üçgen piramit	107°	3 tek
ST	1-2-3-4-5-6-7*	4	Dörtüzlü	1	Üçgen piramit	107°	3 tek

Şekil 4a-4b ve Tablo 6 incelendiğinde ön testte sadece grup 2, 4, 6 ve 7 tarafından yapılan modellerin tamamen doğru diğer grupların ise eksik ve yanlış modeller yaptıkları; son testte NH₃ molekülünü tüm grupların doğru bir şekilde modelledikleri görülmektedir. Tüm gruplar oluşturdukları modellerde NH₃ molekülündeki azot ve hidrojen atomları için iki farklı renk top kullanmışlardır.

3.3.H₂O molekülüne ait bulgular

Grupların H₂O molekülünün elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), VSEPR gösterimi, bağ açısı ve şekli (çizim) ile ilgili sorulara ön ve son testte verdikleri cevapların frekans değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

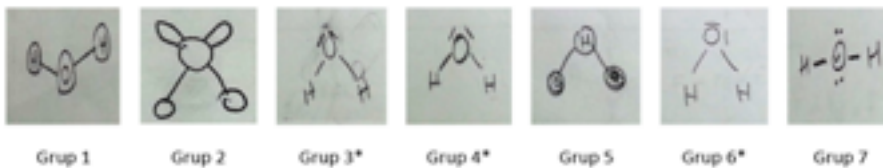
Tablo 7: Grupların H₂O molekülü için ön ve son testte verdikleri cevapların frekans değerleri

		ÖT			ST		
		D	Y	B	D	Y	B
1.Elektron grubu sayısı (Bağ yapan)	2	4	3	-	4	3	-
2.Elektron grubu sayısı (Bağ yapmayan)	2	-	7	-	7	-	-
3.VSEPR gösterimi	AX ₂ E ₂	-	6	1	7	-	-
4.Bağ açısı	104,5°	-	4	3	2	3	2
5.Molekül şekli (çizim)		3	4	-	6	1	-

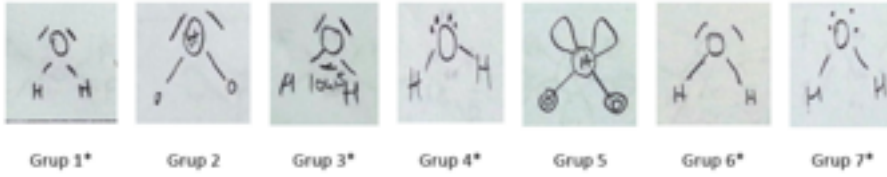
Tablo 7 incelendiğinde ön testte sadece bağ yapan elektron sayısının dört grup ve molekül şekline ait çizimin ise üç grup tarafından doğru cevaplandığı; son testte ise elektron grubu sayısı (bağ yapmayan) ve VSEPR gösterimi ile ilgili soruları tüm grupların, molekül çizimini altı grubun, elektron grubu sayısını (bağ yapan) dört grubun doğru cevapladığı görülmektedir. Buna karşın bağ açısını sadece iki grubun doğru cevaplama dikkat çekicidir.

Grupların H₂O molekülü için ön ve son testte yaptıkları çizimler Şekil 5a-5b'de verilmiştir.

Şekil 5a: Grupların H₂O Molekülü için Ön Testte Yaptıkları Çizimler (*: doğru)



Şekil 5b: Grupların H₂O Molekülü için Son Testte Yaptıkları Çizimler (*: doğru)



Grupların H₂O molekülü için ön (Şekil 5a) ve son (Şekil 5b) testte yaptıkları çizimler elektron grubu sayısı (bağ yapan-bağ yapmayan), ortaklanmamış elektron çifti, elektron grubu geometrisi, molekül geometrisi, bağ açısı, bağ türü açısından analiz edilmiş ve Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Grupların H₂O molekülü için ön ve son testte yaptıkları çizimlerin analizi

	Grup	Elektron grubu sayısı		Ortaklanmamış elektron çifti sayısı	Elektron grubu geometrisi	Molekül geometrisi	Bağ açısı	Bağ türü
		Bağ yapan	Bağ yapmayan					
ÖT	3-4-6*	2	2	2	Dört yüzlü	Açısal	104,5°	2 tek
	2	2	2	2	Dört yüzlü	Açısal	104,5°	2 tek
	1-5	2	-	-	Üçgen düzlem	Açısal	120°	2 tek
	7	2	2	2	Doğrusal	Doğrusal	180°	2 tek
ST	1-3-4-6-7*	2	2	2	Dört yüzlü	Açısal	104,5°	2 tek
	2-5	2	2	2	Dört yüzlü	Açısal	104,5°	2 tek

Şekil 5a-5b ve Tablo 8 incelendiğinde ön testte sadece grup 3, 4 ve 6 tarafından yapılan çizimlerin tamamen doğru olduğu görülmektedir. Grup 2 molekülün yapısında yer alan farklı atom türlerini belirtmemiş, grup 5 ise 2 oksijen ve 1 hidrojen atomu çizmiştir. Son testte ise beş grubun tamamen doğru çizimler yaptıkları görülmektedir. Bu bulgunun aksine grup 2 ve 5’te yer alan öğrenciler 2 oksijen ile 1 hidrojen atomu çizmiş ve merkez atom oksijen olmasına karşın hidrojen atomunu merkeze yerleştirmiştir.

Grupların H₂O molekülü için ön testte yaptıkları molekül modelleri Şekil 6a-6b’de verilmiştir.

Şekil 6a: Grupların H₂O Molekülü için Ön Testte Yaptıkları Modeller (*:doğru)



Şekil 6b: Grupların H₂O Molekülü için Son Testte Yaptıkları Modeller (*:doğru)



Grupların H₂O molekülü için ön (Şekil 6a) ve son (Şekil 6b) testte yaptıkları modeller elektron grubu sayısı, elektron grubu geometrisi, ortaklanmamış elektron çifti sayısı, molekül geometrisi, bağ açısı, bağ türü açısından analiz edilmiş ve Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: Grupların H₂O molekülü için ön ve son testte yaptıkları modellerin analizi

	Grup	Elektron grubu sayısı	Elektron grubu geometrisi	Ortaklanmamış elektron çifti sayısı	Molekül geometrisi	Bağ açısı	Bağ türü
ÖT	1-2-3-4-6-7*	4	Dörtüzlü	2	Açısal	104,5°	2 tek
	5	2	Üçgen düzlem	0	Açısal	120°	2 tek
ST	1-2-3-4-5-6-7*	4	Dörtüzlü	2	Açısal	104,5°	2 tek

Şekil 6a-6b ve Tablo 9 incelendiğinde H₂O molekülünü ön testte altı grubun; son testte araştırmaya katılan tüm grupların doğru bir şekilde modellediği görülmektedir. Tüm gruplar oluşturdukları modellerde H₂O molekülündeki hidrojen ve oksijen atomları için iki farklı renk top kullanmışlardır.

Grupların CH₄, NH₃, H₂O molekülleri için yaptıkları çizimlerde ve modellerde saptanan kavram yanlışlarına ait frekans değerleri Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Grupların yaptıkları çizimlerde ve modellerde saptanan kavram yanlışlarının frekans değerleri

		CH ₄		NH ₃		H ₂ O	
		ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST
Bağ açısının yanlış gösterilmesi	Çizim	3	3	4	1	3	-
	Model	-	-	2	-	1	-
Molekül geometrisinin yanlış gösterilmesi	Çizim	3	3	4	1	1	-
	Model	-	-	2	-	-	-
Elektron grubu geometrisinin yanlış gösterilmesi	Çizim	3	3	4	1	3	-
	Model	-	-	2	-	1	-
Molekülün yapısında yer alan farklı atom türlerinin sayısının yanlış gösterilmesi	Çizim	-	-	-	-	1	2
	Model	-	-	-	-	-	-
Merkezde yer alması gereken atomun yanlış yerleştirilmesi	Çizim	-	-	-	-	1	2
	Model	-	-	-	-	-	-
Molekülün yapısında yer alan bağ yapmayan elektron sayısının yanlış gösterilmesi	Çizim	-	-	2	-	2	-
	Model	-	-	3	-	1	-

Tablo 10 incelendiğinde grupların yaptıkları çizimlerde CH₄ molekülünde ön testte belirlenen bağ açısı, molekül geometrisi ve elektron grubu geometrisine ait yanlış gösterimlerin son testte de devam ettiği, NH₃ molekülünde azaldığı ve H₂O molekülü için giderildiği görülmektedir. Ayrıca ön testte NH₃ ve H₂O moleküllerinin yapısında yer alan bağ yapmayan elektron sayısına ait yanlış gösterimlerin son testte giderildiği saptanmıştır. Yine ön testte yapılan çizimlerde H₂O molekülünün yapısında yer alan farklı atom türlerinin sayısının yanlış gösterimi ve merkezde yer alması gereken atomun 2 grup tarafından yanlış yerleştirilmiş olduğu görülmüştür. Grupların yaptıkları modeller incelendiğinde ise ön testte belirlenen kavram yanlışlarının son testte giderildiği saptanmıştır.

Grupların CH_4 , NH_3 , H_2O molekülleri için yaptıkları çizimlerde ve modellerde saptanan eksik bilgilere ait frekans değerleri Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11: Grupların yaptıkları çizimlerde ve modellerde saptanan eksik bilgilerin frekans değerleri

		CH_4		NH_3		H_2O	
		ÖT	ST	ÖT	ST	ÖT	ST
Molekülün yapısında yer alan atom türlerinin belirtilmemesi	Çizim	1	-	-	-	-	-
	Model	-	-	-	-	-	-
Molekülün yapısında yer alan ortaklanmamış elektron çiftinin gösterilmemesi	Çizim	-	-	2	-	2	-
	Model	-	-	3	-	1	-

Tablo 11 incelendiğinde grupların CH_4 , NH_3 ve H_2O molekülleri ile ilgili ön testte saptanan eksik bilgilerinin son testte giderildiği görülmektedir.

4.TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda grupların yaptıkları çizimlerde belirlenen kavram yanlışlarının modellerde belirlenen kavram yanlışlarından daha fazla olduğu görülmüştür. Çizimlerde bağ açısının, molekül geometrisinin, elektron grubu geometrisinin, molekülün yapısında yer alan farklı atom türlerinin sayısının, molekülün yapısında yer alan bağ yapmayan elektron sayısının yanlış gösterilmesi ile merkezde yer alması gereken atomun yanlış yerleştirilmesi olmak üzere bilimsel açıdan doğru olmayan gösterimler belirlenmiştir. Bu gösterimlerin modellerle giderilmesi bağlamında molekül geometrisi konusunun öğretiminde çizimlerle eş zamanlı olarak modellerin de kullanılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ön testte grupların çizimlerinde saptanan kavram yanlışlarının son testte azalması ve giderilmesi modelle öğretim yönteminin grupların doğru çizimler yapmalarında etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Bazı grupların H_2O molekülü için merkeze yerleştirilmesi gereken oksijen atomunun yerine hidrojen atomunu yerleştirmelerinden merkez atomu belirlemede zorlandıkları anlaşılmıştır. Nitekim Brady ve diğerleri (1990) da yaptıkları çalışmada öğrencilerin moleküllerin Lewis yapılarını çizerken merkez atomu belirlemede zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Araştırma sonucunda modelle öğretim yönteminin molekül geometrisi konusunu öğrenme, kavram yanlışlarının belirlenmesi, kavram yanlışlarının giderilmesi ve model oluşturma becerisinin geliştirilmesi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Alanyazında da model ve model oluşturma olumlu etkileri farklı çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bilgisayar animasyonları ve plastikten yapılmış fiziksel modeller kullanılarak gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin stereokimya problemlerini çözerken yaşadıkları güçlüklerin giderilmesinde etkili olduğu görülmüştür (Kuo vd., 2004). Üç boyutlu öğrenme ortamlarının üç boyutlu düşünme becerisini geliştirdiği ve molekül geometrisi ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesinde etkili olduğu saptanmıştır (Kahraman ve Demir, 2011). Üç boyutlu görselleştirme becerileri kimyada son derece önemlidir (Tuckey, Selvaratnam ve Bradley, 1991: 464). Kimya öğretmenleri ve eğitim alanında araştırma yapanlar kimya öğreniminde görselleştirmenin önemini kabul etmektedirler (Wu ve Shah, 2004: 466). Bu kabulü destekler nitelikte kimya öğretmen adaylarının HF , CH_4 , NH_3 , H_2O , BeH_2 bileşiklerine ait değerlik elektron sayısı, Lewis yapısı, hibrit türü, molekül geometrisi gösterimini çeşitli renklerde oyun hamurları ve kürdanlarla yaptıkları modellerle gerçekleştirilen uygulamaların başarı, tutum ve kalıcılık üzerinde olumlu etkileri olduğu ortaya koyulmuştur (Yılmaz ve Dinçol-Özgür, 2012). Molekül modelleri ya da bilgisayar animasyonlarının kullanılmasının alkol türlerinin ve fonksiyonel gruplu diğer organik bileşiklerin zihinde yapılandırılmasında oldukça etkili olduğu görülmüştür (Şendur ve Toprak, 2013: 297-298). Birinci sınıfta öğrenim gören fen bilgisi öğrencilerine origami ile düzgün dörtyüzlü (CH_4) molekül geometrisinin modelinin yaptırılmasının düzgün dörtyüzlü molekül geometri yapısının öğretiminde etkili olduğu, öğrencilerin üç boyutlu düşünebilme becerisini olumlu yönde etkilediği ortaya koyulmuştur (Ünan, Aksan ve Çelikler, 2016: 422). Üç boyutlu modellerin moleküler geometri ile ilgili kavramların daha iyi anlaşılmasını sağladığı, öğrencilerin önemli

bir bölümünün bağ yapan ve bağ yapmayan elektron çiftleri ile ilgili olarak doğru cevap verdikleri, metan ve amonyağın moleküler geometrisini doğru olarak açıkladıkları ortaya koyulmuştur (Uce, 2015: 499). Bu bağlamda araştırmadan elde edilen sonuçlar alanyazın tarafından desteklenmektedir.

Bu araştırmada 5'er kişilik gruplar halinde aktif bir şekilde çalışarak model oluşturan öğrencilerin derslerde eğlenerek öğrendikleri gözlemlenmiştir. Alanyazında da modellemeye dayalı etkinliklerin öğrencilere derse aktif katılım, çok sayıda duyu organını kullanarak öğrenme ve öğrendiklerini pekiştirme imkânı sunduğu ifade edilmiştir (Ergün ve Sarıkaya, 2014: 266). Öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin karton, toplu iğne, oyun hamuru gibi maliyet ve temin edilebilirlik açısından ekonomik olan araç-gereçler kullanarak yapacakları molekül modellerinin kimya öğretimine eğlenceli bir nitelik kazandıracığı ve dersleri sıkıcı olmaktan kurtaracağı ifade edilmiştir (Sarıkaya, 2007: 516-517).

Araştırmadan elde edilen sonuçları ışığında çoğu öğrencinin kimyanın soyut kavramlarını ezberleyerek öğrenmeye çalıştıkları düşünülmektedir. Öyle ki, öğrenciler molekül geometrisi konularını ortaöğretimde görmelerine karşın ön testte bilgi eksikliği ve kavram yanlışlığına sahip olduklarını ortaya koyan cevaplar vermişlerdir. Bu sonuç öğrencilerin ezberleyerek öğrenmeye çalıştıklarının göstergesidir. Ezber anlamlı öğrenmenin ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığı önünde bir engel oluşturup dersi içinden çıkılmaz bir hale getirerek öğrencinin sıkılmasına ve kendisini öğrenmeye kapatmasına neden olabilir. Bu bağlamda moleküllerin geometrik yapılarının öğretiminde kullanılan çizimlerin modelle öğretim yöntemi ve model oluşturma etkinlikleri ile desteklenmesinin anlamlı öğrenme üzerinde bilişsel, duyuşsal ve psiko-motor açıdan olumlu etkileri olacağı düşünülmektedir. Modelle öğretim yöntemi ve model oluşturma etkinliklerinde yaparak yaşayarak aktif bir şekilde öğrenme fırsatı elde eden öğrenci bizzat oluşturacağı modellerle soyut yapıları somutlaştırarak anlamlı ve kalıcı bir şekilde öğrenebilecektir.

KAYNAKÇA

- Baştürk, R. (2009). "Deneme Modelleri", *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, (Ed: A. Tanrıöğen), Anı Yayıncılık, Ankara, 31-54.
- Bozkurt, O. ve Olgun, Ö. S. (2005). "Fen ve Teknoloji Eğitiminde Bilimsel Süreç Becerileri", *İlköğretimde Fen ve Teknoloji Öğretimi*, (Ed: M. Aydoğdu ve T. Kesercioğlu), Anı Yayıncılık, Ankara, 56-70.
- Brady, J. A., Milbury-Steen, J. N. ve Burmeister, J. L. (1990). "Lewis Structure Skills. Taxonomy and Difficulty Levels", *Journal of Chemical Education*, 67/6, 491-493.
- Çelikler, D., Aksan, Z. ve Ünan, Z. (2016). "Measuring Science Majors' Levels of Understanding Concerning Trigonal Pyramidal Molecular Geometry", *Internatioanal Contemporaray Educational Research Congress*, 267-273.
- Çelikler, D., Aksan, Z. ve Ünan, Z. (2018). "Fen Bilgisi Öğrencilerinin Kimyasal Bileşiklerin Dörtüzlü ve Sekizyüzlü Geometrik Yapılarını Matematik Bilgileri İle İlişkilendirmeleri", *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 3/1, 17-30.
- Çilenti, K. (1985). *Eğitim Teknolojisi ve Öğretim*, Kadioğlu Matbaası, Ankara.
- Ergün, A. ve Sarıkaya, M. (2014). "Maddenin Parçacıklı Yapısı ile İlgili Kavram Yanılgılarının Giderilmesinde Modele Dayalı Aktivitelerin Etkisi", *NWSA-Education Sciences*, 9/3, 248-275.
- Hurwitz, C. L., Abegg, G., Garik, P. ve Nasr, R. (2001). "High School Students' Understanding of The Quantum Basis of Chemistry. Home Page of "The Quantum Science Across Disciplines."
- Kahraman, S. ve Demir, Y. (2011). "Bilgisayar Destekli 3D Öğretim Materyallerinin Kavram Yanılgıları Üzerindeki Etkisi: Atomun Yapısı ve Orbitaler", *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13/1, 173-188.
- Kaptan, F. (1998). *Fen Bilgisi Öğretimi*, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Kuo, M-T, Jones, L. L., Pulos, S. M. ve Hyslop, R. M. (2004). "The Relationship of Molecular Representations, Complexity, and Orientation to The Difficulty of Stereochemistry Problems", *The Chemical Educator*, 9/5, 321-327.
- Nakıboğlu, C. (2003). "Instructional Misconceptions of Turkish Prospective Chemistry Teachers About Atomic Orbitals and Hybridization", *Chemistry Education: Research and Practice*, 4/2, 171-188.
- Peterson, R.F. ve Treagust, D.F. (1989). "Grade-12 Students' Misconceptions of Covalent Bonding and Structure", *Journal of Chemical Education*, 66/6, 459-460.
- Sarıkaya, M. (2007). "Kolay Sağlanabilir Malzemelerle Molekül Model Yapımı", *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5/3, 513-537.
- Şendur, G. ve Toprak, M. (2013). "Öğretmen Adaylarının Organik Kimya Konularındaki Anlama Düzeylerinin ve Kavram Yanılgılarının Bir Analizi: Alkoller Örneği", *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 7/1, 264-301.
- Tuckey, H., Selvaratnam, M. ve Bradley, J. (1991). "Identification and Rectification of Student Difficulties Concerning Three-Dimensional Structures, Rotation, and Reflection", *Journal of Chemical Education*, 68/6, 460-464.
- Uce, M. (2015). "Constructing Models in Teaching of Chemical Bonds: Ionic Bond, Covalent Bond, Double and Triple Bonds, Hydrogen Bond and Molecular Geometry", *Educational Research and Reviews*, 10/4, 491-500.
- Ünan, Z., Aksan, Z. ve Çelikler, D. (2016). "Origami Modeling of Tetrahedral Molecular Geometry", *Internatioanal Contemporaray Educational Research Congress*, 418-423.
- Wu, H.K. ve Shah, P. (2004). "Exploring Visuospatial Thinking in Chemistry Learning", *Science Education*, 88/3, 465-492.
- Yalçın, M. ve Ağgöl-Yalçın, F. (2011, 22-24 September). "Organik Kimya Öğretiminde Moleküler Modelleme Programlarının Kullanımı: Sikloheksan Örneği", *5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, Fırat University, Elazığ-Turkey.

- Yılmaz, A. ve Dinçol-Özgür, S. (2012). "Türetimci Çoklu Ortamın Öğretmen Adaylarının Öğrenme Stillerine Göre Başarı, Tutum ve Kalıcılığa Etkisi", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42, 441-452.
- Yılmaz, A. ve Morgil, İ. (2001). "Üniversite Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi", *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.