
**BİLGİSAYAR DESTEKLİ 3D ÖĞRETİM MATERYALLERİNİN
KAVRAM YANILGILARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ATOMUN
YAPISI VE ORBİTALLER**

**THE EFFECTS OF COMPUTER-BASED 3D INSTRUCTION
MATERIALS ON MISCONCEPTIONS: ATOMIC STRUCTURE
AND ORBITALS**

Sakıp KAHRAMAN*
Yaşar DEMİR**

ÖZET

Bu çalışma bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin atomun yapısı ve orbitaller konusu ile ilgili öğrencilerde görülen kavram yanlışlarını gidermedeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmanın örneklemini Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören toplam 145 (Deney grubu=72; Kontrol grubu=73) öğrenci oluşturmaktadır. Kimya dersinin atomun yapısı ve orbitaller konusu deney grubuna 3D Max 9 programıyla araştırmacılar tarafından üç boyutlu olarak geliştirilen resim, animasyon ve simülasyonlarla Bilgisayar Destekli Öğretim yöntemiyle anlatılmıştır. Ayrıca, deney grubundaki öğrencilere her ders sonrası bilgisayar laboratuvarında uygulama imkânı tanınmıştır. Kontrol grubunda ise ders iki boyutlu resim ve animasyonlarla desteklenerek geleneksel yöntemle yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak atomun yapısı ve orbitaller konusunda açık uçlu sorulardan oluşan test kullanılmıştır. Bulgular öğrencilerin atomun yapısı ve orbitaller konusunda kavram yanlışlarına sahip olduğunu göstermektedir. Uygulama sonrası elde edilen veriler ise başarı öntestinde belirlenen kavram yanlışlarının giderilmesinde Bilgisayar Destekli Öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre çok daha etkili bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Bilgisayar destekli öğretim, Kavram yanlışlığı, 3D

* Yrd. Doç. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, OFMA. E posta: kahramansakip@comu.edu.tr

** Prof. Dr. Muğla Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Muğla. E posta: yasdemir@atauni.edu.tr

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the effects of computer-based 3D materials to overcome students' misconceptions related to atomic structure and orbitals topics. The sample of this study consists of 145 (Experimental group=72; Control group=73) freshman students enrolled department of science education. The atomic structure and orbitals was taught to the experimental group through computer assisted instruction using three-dimensional pictures, animations and simulations developed by 3D Max 9. Additionally, students in the experimental group practice in the computer laboratory every lesson. Students in the control group were instructed with traditional instruction. As a data collection tool a questionnaire consisting of open-ended questions related to atomic structure and orbitals was used. The findings showed that students have misconceptions related to atomic structure and orbitals. After the instruction, the obtained data revealed that computer assisted instruction more effective method than traditional method to overcome students' misconceptions.

Key words: Computer assisted instruction, Misconceptions, 3D

1. GİRİŞ

Yıllardır fen eğitimi alanında yapılan birçok çalışma öğrencilerin özellikle kimya konularını kompleks ve zihinde canlandırılması zor konular olarak gördüklerini ve dolayısıyla kimya konularına yönelik olarak birçok kavram yanlışlığına sahip olduklarını göstermektedir (Yılmaz & Morgil, 2001; Peterson & Treagust, 1989; Bradley & Mosimege, 1998; Goh, Khoo & Chia, 1993). Bununla birlikte deneysel çalışmalar öğrencilerin özellikle mikroskobik ve sembolik seviyedeki olayları anlamakta zorluk yaşadıklarını ortaya koymaktadır (Ben-Zvi vd., 1987; Griffiths & Preston, 1992). Çünkü bu seviyelerdeki olaylar oldukça soyut ve gözlemlenemezdir. Soyut ve anlaşılması zor olan kavramlar öğrenci zihninde hedeflenen farklı bir şekilde yapılabilmektedir.

Öğrencilerin kavramları anlama seviyelerinin ve oluşturdukları yanlış anlamaların belirlenmesi ve giderilme yöntemleri konusundaki çalışmalar, geleneksel öğretim anlayışında öğrenim gören öğrencilerin istenen düzeyde başarılı olamadıklarını göstermektedir (Thornton & Sokoloff 1990; Yalçınalp vd., 1995). Özellikle soyut kavramları algılamadaki başarısızlık öğrencilerin ezberle yönelmesine neden olmaktadır.

Soyut ve zihinde yapılandırılması zor olan kavramlar anlatılırken öğrencilerin görsel ve düşünsel yapılarını harekete geçirebilecek öğretim

aktivitelerinin geliştirilip kullanılması oldukça önemlidir. Bu nedenle öğrencilerde mikroskobik düzeyde doğru anlayışlar geliştirebilmek için araştırmacılar somut modellerin kullanımı (Copolo ve Hounshell, 1995; Barnea and Dori, 1999) ve bilgisayar destekli öğretim araçlarının kullanımı (Barnea ve Dori 1996; Carlos ve Tridade 1998; Wu vd., 2001) gibi çeşitli öğretim yöntemleri ileri sürmüşlerdir. Bu yöntemlerden geleceği en parlak olarak görüneni Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) yöntemidir. BDÖ, öğrenmenin meydana geldiği bir ortam olarak kullanıldığı, öğretim sürecini ve öğrenci motivasyonunu güçlendirdiği, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre yararlanabileceği ve kendi kendine öğrenme ilkesinin bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemi olarak tanımlanmaktadır (Şahin ve Yıldırım, 1999: 57-60). Bilgisayar kullanımının öğrencilerin fen başarılarına etkileri araştırılmış ve bazı araştırmalar ortaöğretim fen derslerinde BDÖ'nin diğer geleneksel öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğunu göstermiştir (Pektaş vd., 2009; Sanger ve Badger, 2001; Akçay vd., 2005). Buna karşın eğitim-öğretim sürecinde bilgisayar kullanımının kavram yanlışları üzerine etkilerini araştıran çok az sayıda araştırma bulunmaktadır (Köse, Ayas ve Taş, 2003; Yeşilyurt ve Kara, 2007, Kaplan, 2007).

Bu çalışmanın amacı, atomun yapısı ve orbitaller konusunda geliştirilen üç boyutlu (3D) bilgisayar destekli öğretim materyallerinin kavram yanlışları üzerine etkilerini araştırmaktır.

2. YÖNTEM

2.1. Örneklem

Araştırmanın örneklemini Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim görmekte olan toplam 145 (Kontrol grubu=73; Deney grubu=72) öğrenciden oluşmaktadır.

2.2. Yöntemlerin Uygulanması

Uygulama için öğrencilerin zihninde canlandırmakta zorluk çektikleri ve kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenen atomun yapısı ve orbitaller konusu seçilmiştir (Ben-Zvi et al., 1986; Peterson and Treagust, 1989; Griffiths and Preston, 1992; Tsaparlis, 1997; Tsaparlis and Papaphotis, 2002; Nakiboğlu, 2003).

Öğretim deney grubunda araştırmacılar tarafından geliştirilen kavramsal bilgisayar animasyonları, simülasyonları ve üç boyutlu resimleri içeren BDÖ yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Ders aynı zamanda PowerPoint

sunumlarıyla da desteklenmiştir. Ayrıca, sınıfta gerçekleştirilen her uygulama sonrası öğrenciler bilgisayar laboratuvarına götürülmüş ve öğrencilere derste işlenen konuları bilgisayar ile birebir uygulama ve tekrar edebilme imkânı sağlanmıştır. Bununla birlikte, öğrencilerin anlatılan dersi/dersleri zamandan ve mekândan bağımsız olarak çalışabilmeleri için geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyalleri internet ortamında <http://194.27.49.22/kimya3d> adresinden paylaşımına sunulmuştur. Kontrol grubunda ise iki boyutlu resimlerle ve animasyonlarla oluşturulan PowerPoint sunumlarıyla birlikte ders geleneksel yöntem şeklinde yürütülmüştür. Dersler her iki gruba da aynı araştırmacı tarafından anlatılmıştır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Öğrencilerin Maddenin Atomik Yapısı ve Orbitaler konusundaki başarılarını ölçmek için araştırmacı tarafından literatürden (Kontogeorgiou *et al.*, 2008; Chang, 2000) yararlanılarak on üç adet açık uçlu sorudan oluşan bir test geliştirilmiştir. Test soruları belirlenirken öğrencilerin kavram yanlışlığına düşüp düşmediklerini ve kavramlar arasındaki ilişkileri kurup kuramadıklarını belirleyecek nitelikte olmasına da dikkat edilmiştir. Hazırlanan test, geçerliğinin tespiti için alanında uzman üç öğretim üyesi tarafından incelenmiş ve inceleme sonucu uzmanların görüşleri ışığında yapılan bu değişikliklerle başarı testine son hali verilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir.

2.4. Verilerin Analizi

Gruplara uygulanan açık uçlu sorulardan oluşan başarı öntestleri analiz edilmiş ve kavram yanlışlığına sahip olan öğrencilerin yüzde değerleri hesaplanmıştır. Uygulama sonrası değerlendirilen sontest sonuçlarına göre kavram yanlışlığına sahip öğrenci yüzdelilerindeki azalmalar belirlenmiş ve deney grubundaki öğrenci cevaplarından alınan örnekler ışığında bulgular tartışılmıştır.

3. BULGULAR


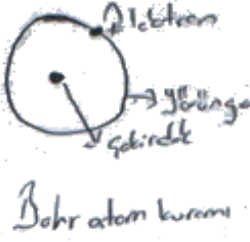




Uygulama öncesi öğrencilere uygulanan başarı öntesti dikkatle incelenmiş ve her iki gruptaki öğrencilerin atomun yapısı, orbitaler ve molekül geometrileri konusunda çeşitli kavram yanlışlığına sahip oldukları belirlenmiştir.

Başarı öntestinde öncelikle atomun yapısı ile ilgili olarak öğrencilerden hidrojen atomunu Bohr atom kuramı ve Modern atom kuramına göre çizmeleri istenmiştir. Uygulama öncesi her iki gruba da uygulanan başarı

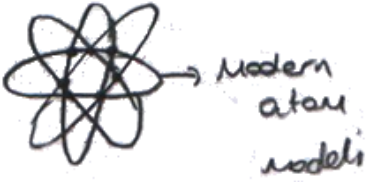
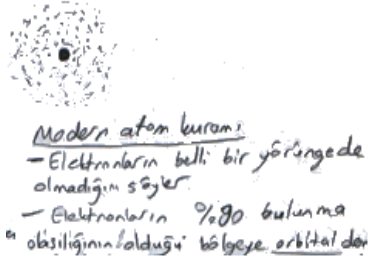
öntestleri analiz edildiğinde, öğrencilerin bu konu ile ilgili olarak kavram yanlışlığına sahip oldukları görülmüştür. Elde edilen veriler hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin bir kısmının Bohr atom modelini Thomson atom modeli ile Modern atom modelini ise Bohr atom modeli ile karıştırdıklarını ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, Bohr atom modeline göre H atomunu resmeden deney grubundaki öğrencilerin %8'inin kontrol grubundaki öğrencilerin ise %15'inin elektronların çekirdek içerisinde serbest halde hareket ettiğini (Üzümlü kek modeli) düşündükleri tespit edilmiştir. Sontest sonuçlarına bakıldığında ise bu yanlışlığa sahip olan öğrencilerin sayısının deney grubunda %0'a düştüğü, kontrol grubunda ise bu oranın %3'e gerilediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerden H atomunu Modern atom modeline göre çizmeleri istenmiş ve elde edilen verilerin analizi sonucu deney grubundaki öğrencilerin %22'sinin kontrol grubundaki öğrencilerin ise %29'unun elektronları çekirdek etrafındaki yörüngelerde hareket eden tanecik olarak zihinlerinde canlandırdıkları tespit edilmiştir. Sontest sonuçları bu yanlışlığa düşen öğrencilerin deney grubunda %7'ye, kontrol grubunda ise %26'ya gerilediğini göstermektedir. Başka bir yanlışlık olarak hem deney grubundaki hem de kontrol grubundaki öğrencilerin %6'sı Bohr atom teorisine göre protonların merkezde toplandığını, Modern atom teorisine göre ise protonların her yere eşit miktarda dağıldıklarını düşündükleri saptanmıştır. Sontest sonuçları bu yanlışlığın uygulama sonrası her iki grupta da ortadan kalktığını göstermektedir.

Aşağıda “Bohr atom kuramına ve modern atom kuramına göre hidrojen atomunu çizerek gösteriniz.” sorusuna deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası verdikleri cevaplardan bazı örneklerle karşılaştırmalı olarak yer verilmiştir.

Tablo 1. Başarı öntest-sontestinden elde edilen “Bohr atom kuramına ve modern atom kuramına göre hidrojen atomunu çizerek gösteriniz” sorusuna verilen öğrenci cevapları

	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası
Bohr Atom Kuramı	<p>Bohr atom modeli</p>  <p>Çekirdek</p>	 <p>Bohr atom kuramı</p>
Modern Atom Kuramı	<p>Modern atom modeli</p>  <p>Çekirdek</p>	 <p>Orbital</p> <p>Çekirdek</p>
Bohr Atom Kuramı	 <p>Bohr</p> <p>Bohr a göre elektronlar atom için de serbest kalmazlar</p>	 <p>Bohr atom kuramı</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belli izin verilen yörüngelerde elektronlar hareket eder. - Elektronlar izin verilen bir yörüngede diğer izin verilen yörüngeye geçebilir.

Tablo 1'in devamı.

Modern Atom Kuramı	 <p>Modern atom modeli</p>	 <p>Modern atom kuramı - Elektronların belli bir yörüngede olmadığını söyler. - Elektronların %90 bulunma olasılığının olduğu bölgeye orbital der</p>
--------------------	---	---

Başarı testinde ki başka bir soruda öğrencilerden orbital kavramının onlar için ne ifade ettiğini şekil çizerek açıklamaları istenmiştir. Bu kapsamda başarı öntesti incelendiğinde her iki gruptaki öğrencilerin birçoğunun orbital kavramını açıklayamadığı görülürken deney grubundaki öğrencilerin %29'unun kontrol grubundaki öğrencilerin ise %15'inin orbital kavramını çekirdeğin etrafında elektronların döndüğü yörüngeler olarak düşündükleri belirlenmiştir. Sontest sonuçları bu oranın deney grubundaki öğrencilerde %3'e kontrol grubunda ise %9'a gerilediğini göstermektedir. Diğer taraftan deney grubundaki öğrencilerin %44'ünün kontrol grubundaki öğrencilerin ise %42'sinin elektron konfigürasyonunu aynı zamanda elektronun spinini gösteren orbital diyagramlarını orbital olarak düşündükleri tespit edilmiştir (Tablo 1). Örneğin, öğrencilerin bir kısmının H atomunun orbitalini kimya derslerinde orbitale elektron yerleştirmek için kullanılan kutucuklar olarak anladıkları ve orbitali aşağıdaki diyagramda görüldüğü gibi gösterdikleri belirlenmiştir.

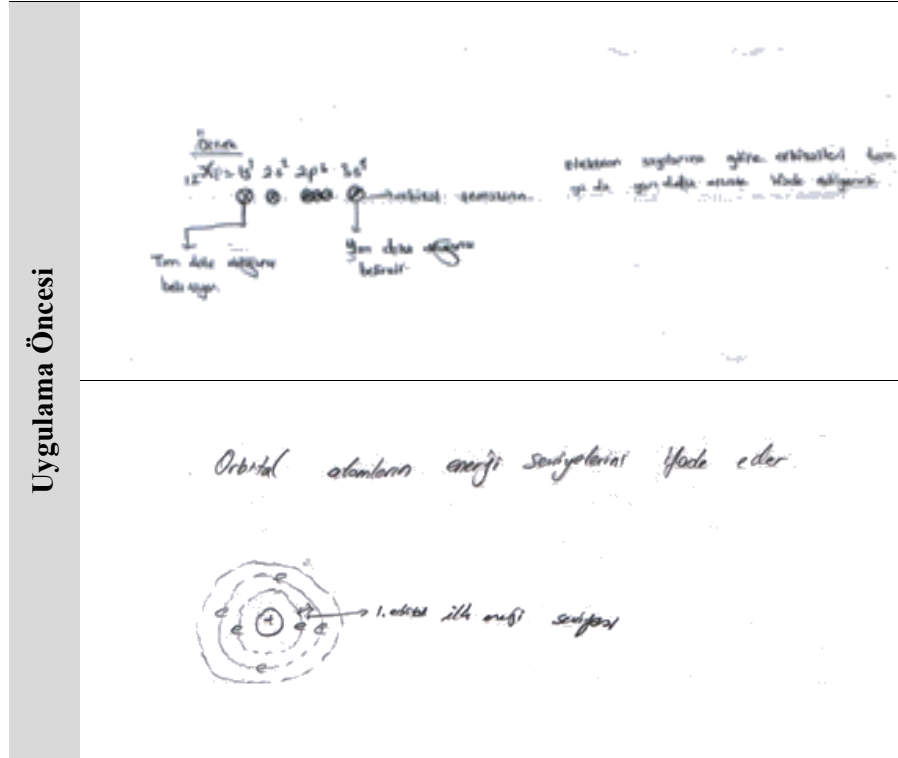


Uygulama sonrası elde edilen sontest sonuçları bu yanılığa ait oranların deney grubundaki öğrencilerde %8'e, kontrol grubundaki öğrencilerde ise %34'e gerilediğini göstermektedir. Bu sonuçlar deney grubunda yer alan öğrencilerde kontrol grubu öğrencilerine kıyasla anlamlı düzeyde öğrenmenin gerçekleştiğini ve deney grubundaki öğrencilerde mevcut olan bu kavram yanılığının büyük oranda giderildiğini ortaya koymaktadır.

Aşağıda "Orbital kavramı sizin için ne ifade etmektedir? Şekil çizerek açıklayınız." sorusuna deney grubu öğrencilerinin uygulama öncesi ve

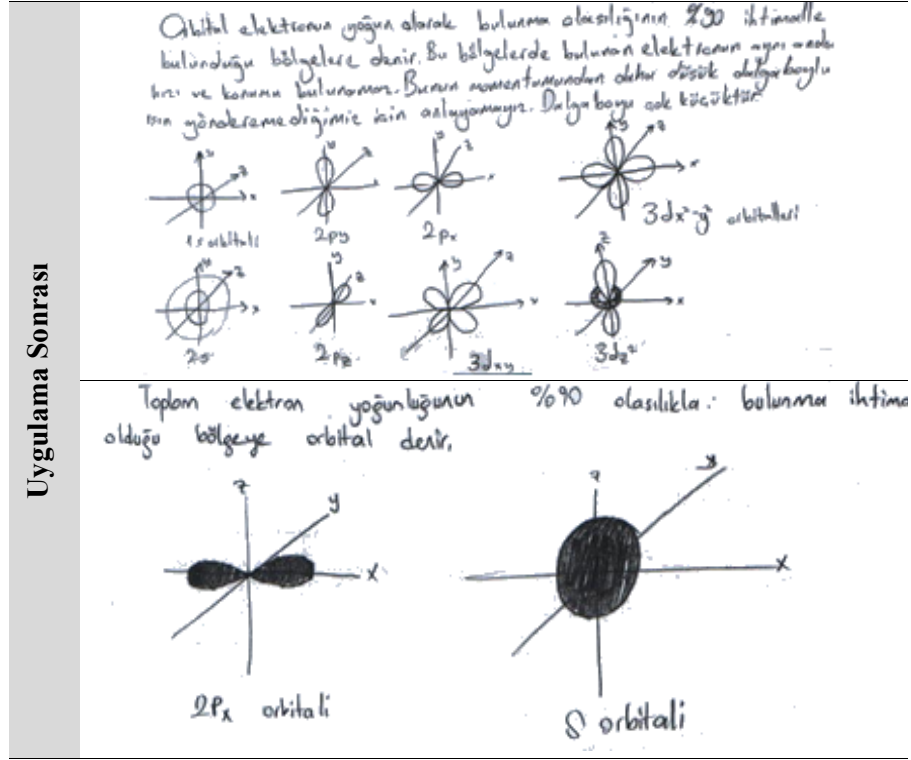
sonrası verdikleri cevaplardan alınan bazı örneklere karşılaştırmalı olarak yer verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Başarı öntest-sontestinden elde edilen “Orbital kavramı sizin için ne ifade etmektedir? Şekil çizerek açıklayınız” sorusuna verilen öğrenci cevapları



Bir başka soruda öğrencilerden $2p_y$, $3d_z^2$ ve $3d_{x^2-y^2}$ orbitallerini çizmeleri istenmiş ve başarı öntestinden elde edilen veriler öğrencilerin yarısından fazlasının bu soruya cevap veremediklerini gösterirken öğrencilerin bir kısmının yukarıda belirtilen orbital kavramı ile ilgili olarak düşüktükleri kavram yanlışlarını destekler nitelikte yanlışlara sahip olduklarını ortaya koymuştur. Başka bir ifadeyle başarı öntest verilerinden elde edilen bulgular neticesinde, her iki gruptaki öğrencilerin bir kısmı orbital kavramını elektronların etrafında hareket ettiği bir yörünge olarak düşündükleri tespit edilmiştir. Uygulama sonrasında elde edilen bulgular ise deney grubundaki öğrencilerin orbital kavramını doğru bir şekilde açıkladıklarını ve çizmeleri istenilen orbital türlerini ise başarı öntestinde yanlışya düşen öğrencilerin tablo 3’te görüldüğü gibi doğru olarak çizdiklerini göstermektedir.

Tablo 2'nin devamı.



Aşağıda “Aşağıda verilen orbitallerin ($2p_y$, $3d_z^2$ ve $3d_{x^2-y^2}$) şekillerini (sınır yüzeylerini) koordinat eksenlerini göstererek çiziniz.” sorusuna deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası verdikleri cevaplardan alınan bazı örnekler karşılaştırmalı olarak yer almaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Başarı öntest-sontestinden elde edilen “Aşağıda verilen orbitallerin şekillerini (sınır yüzeylerini) koordinat eksenlerini göstererek çiziniz” sorusuna verilen öğrenci cevapları

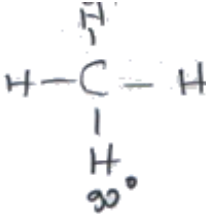

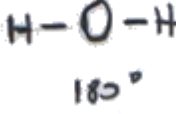



Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası

“Suyun kaynama noktası niçin benzer moleküllerinkinden daha yüksektir?” gibi soruların cevabı ancak moleküllerin yapıları, atomların uzayda dizilişleri, bağ açıları ve bağ türlerinin bilinmesiyle açıklanabilmektedir. Bu nedenle verilen moleküllerin geometrilerinin doğru bir şekilde çizilebilmesi ilişkili kavramların açıklanabilmesi açısından önem taşımaktadır. Ancak yapılan başarı öntesti öğrencilerin büyük bölümünün özellikle molekül geometrileri ile ilgili olarak kavram yanılığına sahip olduklarını göstermektedir. Başarı testinde öğrencilerden CH_4 , H_2O ve NH_3 moleküllerinin geometrilerini Değerlik Kabuğu Elektron Çiftleri İtmesi (Valens Shell Electron Pair Repulsion: VSEPR) göre çizmeleri istenmiştir. Elde edilen başarı öntesti sonuçları analiz edilmiş ve deney grubundaki öğrencilerin %80’inin CH_4 molekülünü, %40’ının H_2O molekülünü, %29’unun da NH_3 molekülünü çizerken yanılığa düştükleri belirlenirken kontrol grubundaki öğrencilerin %49’unun CH_4 molekülünü, %26’sının H_2O molekülünü ve %19’unun ise NH_3 molekülünü resmederken kavram yanılığı içerisinde oldukları tespit edilmiştir. Uygulamanın sonrası elde edilen sontest sonuçları deney grubundaki öğrencilerin %18’inin CH_4 molekülünü, %4’ünün NH_3 molekülünü ve %0’ının H_2O molekülünü çizerken yanılığa düştüklerini ortaya koymaktadır. Diğer taraftan kontrol grubunda CH_4 molekülünü çizerken yanılığa düşen öğrencilerin oranı %80’e yükselirken, H_2O molekülünü kavram yanılığına düşecek şekilde çizen öğrencilerin oranı %43’e çıkmıştır. Aynı şekilde NH_3 ’ü molekülünü çizerken yanılığa düşen öğrencilerin oranının da %38’e yükseldiği saptanmıştır. Uygulama sonrası her iki gruba da uygulanan sontest sonuçlarında deney grubundaki öğrencilerin molekül geometrileri ile ilgili sahip oldukları kavram yanılığının büyük oranda giderildiği görülürken kontrol grubundaki öğrencilerde ise var olan yanılığın uygulama sonrasında artarak devam ettiği tespit edilmiştir.

Kontrol grubundaki var olan kavram yanlışlarındaki artışa geleneksel öğretim yönteminde kullanılan iki boyutlu resimlerin sebebiyet verebileceği düşünülmektedir.

Aşağıdaki tabloda (Tablo 4) “CH₄, H₂O ve NH₃ moleküllerinin geometrilerini Valens-örtü elektron çifti itme (VSEPR) modeline göre çizerek bağ açılarını belirtiniz.” sorusuna deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası verdikleri cevaplardan alınan bazı örneklerle karşılaştırılabilir olarak yer verilmiştir.

Tablo 4. Başarı öntest-sontestinden elde edilen “CH₄, H₂O ve NH₃ moleküllerinin geometrilerini Valens-örtü elektron çifti itme (VSEPR) modeline göre çizerek bağ açılarını belirtiniz.” sorusuna verilen öğrenci cevapları

	Uygulama öncesi	Uygulama sonrası
CH ₄ Molekülü		<p>CH₄ → e⁻ grubu sayısı = 4 ort. e⁻ çifti = 0 bağ açısı = 109,5° AX₄</p> 
H ₂ O Molekülü		<p>H₂O AX₂E₂ e⁻ grubu sayısı = 4 ort. e⁻ çifti = 2 bağ açısı = 104,5°</p> 
NH ₃ Molekülü		<p>NH₃ → AX₃E⁻ e⁻ grubu sayısı = 4 ort. e⁻ çifti = 1 bağ açısı = 107°</p> 

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada atomun yapısı ve orbitaller konusunda öğrencilerin sahip olduğu kavram yanlışlarını gidermede bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bulgular öğrencilerin orbitali matematiksel bir fonksiyon, bir uzay parçası olarak görmeleri yerine elektronların etrafında dolandığı bir yörünge olarak düşündükleri tespit edilmiştir. Cervelati ve Perugini (1981) tarafından yapılan bir çalışmada İtalya'da üniversite birinci sınıf öğrencilerinin orbital kavramını anlayışlarının ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, orbital tanımını matematiksel fonksiyon olarak yapan öğrenci sayısının düşük, yörünge olarak tanımlayanların sayısının fazla (%46) olduğunu göstermiştir. Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş (2003) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçları da bu çalışmanın sonuçları ile aynı paralellindedir. Deney grubunda bilgisayar destekli 3D öğretim modelleriyle gerçekleştirilen öğretim sonrası öğrencilerin sahip olduğu yanlışların büyük oranda ortadan kalktığı görüldükçe derslerin geleneksel yöntemle yürütüldüğü sınıftaki öğrencilerde yanlışların devam ettiği tespit edilmiştir.

Kavramlar soyut düşünce yapıları olduğu için somutlaştırıldıkları ölçüde anlaşılması kolaylaşmaktadır. Bu nedenle soyut olayların somutlaştırılması kavramların öğretilmesi noktasında büyük önem taşımaktadır. Bu amaca hizmet etmek için bilgisayar ortamında oluşturulan üç boyutlu materyaller, direkt bir şekilde gözlenmesi mümkün olmayan ve hareketlilik ihtiva eden süreçleri çok daha basite indirgeyerek ve somutlaştırarak öğrenciye aktarabilme imkânı sunmaktadır. Bu noktada öğrencilerde oluşabilecek olası kavram yanlışlarının da önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Williamson and Abraham (1995) tarafından maddenin doğası ile ilgili animasyonların başarıya olan etkisini incelemek için yapılan bir araştırmada animasyonlarla eğitim gören öğrencilerin, durağan resimler içeren eğitimi alan öğrencilerden daha az kavram yanlışlığına sahip oldukları ortaya konmuştur.

Ayrıca, yapmış olduğumuz çalışmada uygulanan başarı öntestinde öğrencilerin, bağ açıları, VSEPR kuramı ve molekül şekilleri ile ilgili olarak kavram yanlışlığına sahip oldukları da tespit edilmiştir. Uygulama sonrası deney grubunda uygulanan BDÖ yönteminin kontrol grubunda uygulanan geleneksel yöntemle göre kavram yanlışlığını gidermede daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun geliştirilen simülasyonların yardımıyla öğrencilerin sanal ortamda her yöne özgürce hareket ederek bağ yapılarını ve molekül geometrilerini her açıdan rahatlıkla gözlemleyebilmelerine bağlanabilir. Özellikle kimya gibi üç boyutlu düşünebilme yeteneği-

nin gerektiği derslerde bu tür simülasyonların kullanımının büyük önem taşıdığı düşünülmektedir. Yapılan araştırmalar gelişmiş üç boyutlu düşünme yeteneğinin birçok kimya kavramını derinlemesine anlamada önemli bir unsur olduğu ve bu sürece önderlik ettiği yönündedir (Pribyl & Bodner 1987; Barke 1993; Yang vd., 2003). Bu çalışmanın sonuçları Wang vd., (2007) tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir. Yapılan bu çalışma, üç boyutlu ortamların iki boyutlu ortamlara nazaran öğrencilerin üç boyutlu düşünme yeteneklerini geliştirme açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak bilgisayar ortamındaki 3D öğretim materyallerinin kavram yanlışlarını giderme noktasında geleneksel öğretim yöntemine göre daha başarılı bir yöntem olduğu söylenebilir. Bu nedenle soyut ve anlaşılması zor kimya konularının anlamlı öğrenilmesi ve kavram yanlışlarının giderilebilmesi için ünite ve konu bazında müfredata uygun yazılımlar kullanılabilir. Ancak bu noktada bu yazılımların kullanımı konusundaki öğretmen ve öğrenci yeterlikleri ön plana çıkmaktadır. Bundan dolayı eğitim sistemimizde kullanımı hızla yaygınlaşan bilgisayarların daha verimli ve etkili kullanılabilmesi için öğretmen ve öğrencilerin bilgisayarlarla ilgili yeterli derecede bilgi ve beceriye sahip olmaları gerektiği tartışmasız bir konudur. Öğretmen ve öğrencilerin bilgisayarlar ile ilgili yeterliklerinin belirlenmesinin de ayrı bir çalışmanın konusu olduğu açıktır.

5. KAYNAKLAR

- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H. İ., Şensoy, Ö. (2005). Fen Eğitiminde İlköğretim 6. Sınıflarda Çiçekli Bitkiler Konusunun Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 103-116.
- Atasoy, B., Kadayıfçı, H., Akkuş, H. (2003). Lise 3. Sınıftaki Öğrencilerin Kimyasal Bağlar Konusundaki Yanlış Kavramaları ve Bunların Giderilmesi Üzerine Yapılandırıcı Yaklaşımın Etkisi. *T. Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(1), 61-79.
- Barnea, N., Dori, Y. J. (1996). Computerized Molecular Modeling as a Tool to Improve Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 36(4), 629-636.
- Barnea, N., Dori, Y. J. (1999). High-School Chemistry Students' Performance and Gender Differences in a Computerized Molecular Modeling Learning Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 8(4), 257-271.

- Barke, H. D. 1993. Chemical Education and Spatial Ability. *Journal of Chemical Education*, 70, 968-971.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., Silberstein, J. (1986). Is an Atom of Copper Malleable? *J. Chem. Educ.*, 63(1), 64-66.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., Silberstein, J. (1987). Students Visualisation of a Chemical Reaction. *Education in Chemistry*, 24(3), 117-120.
- Bradley, J. D., Mosimege, M. D. (1998). Misconceptions in acids and bases: A comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *South African Journal of Chemistry*, 51, 137-147.
- Carlos, F., Trindade, J. F. (1998). Use of Computers in Physics Education, Proceedings of the "Euroconference'98 - New Technologies for Higher Education", Aveiro, Setembro.
- Cervelati, R., Perugini, D. (1981). The Understanding of The Atomic Orbital Concept by Italian High School Students. *Journal of Chemical Education*, 58(7), 568-569.
- Chang, R. (2000). *Chemistry*, 6nd Edition, McGraw Hill, New York.
- Copolo, C. F., Hounshell, P. B. (1995). Using Three-Dimensional Models to Teach Molecular Structures in High School Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 4(4), 295-305.
- Goh, N.K., Khoo, L.E., Chia, L.S. (1993). Some misconceptions in chemistry: A cross-cultural comparison and implications for teaching. *Australian Science Teachers Journal*, 39, 65-68.
- Griffiths, A. K., Preston, K. P. (1992). Grade-12 Students Misconceptions Relating to Fundamental Characteristic of Atoms and Molecules. *Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Kaplan D. (2007). "Maddedeki değişim ve enerji" ünitesindeki kavram yanlışlarının tespiti ve bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle giderilmesi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kontogeorgiou, A. M., Bellou, J., Mikropoulos, T. A. 2008. Being inside the Quantum Atom. *Psychology Journal*, 6(1), 83-98.
- Köse S., Ayas, A., Taş, E. 2003. Bilgisayar Destekli Öğretimin Kavram Yanılgıları Üzerine Etkisi: Fotosentez. *Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 106-112.

- Nakiboğlu, C. (2003). Instructional Misconceptions of Turkish Prospective Chemistry Teachers About Atomic Orbitals and Hybridization. *Chemistry Education: Research and Practice*, 4(2), 171-188.
- Pektaş, H.M., Çelik, H., Katrancı, M., Köse, S. (2009). 5. sınıflarda ses ve ışık ünitesinin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(2), 649-658.
- Peterson, R., Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of Chemical Education*, 66, 459-460.
- Pribyl, J. R., Bodner, G. M. J. (1987). Spatial Ability and its Role in Organic Chemistry: A Study of Four Organic Courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 229-240.
- Sanger, M. J., Badger, S. M. (2001). Using Computer-Based Visualization Strategies to Improve Students' Understanding of Molecular Polarity and Miscibility. *J. Chem. Educ.*, 78 (10), 1412.
- Şahin, T. Y., Yıldırım, S. (1999), *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*, Anı Yayıncılık, Ankara.
- Thornton, R. K., Sokoloff, D. R. (1990). Learning Motion Concepts Using Real-Time Microcomputer-Based Laboratory(MBL) Activities to Help Students Overcome Some Common Conceptual Difficulties in Kinematics. *American Journal of Physics*, 58,858-867.
- Tsapalis, G. (1997). Atomic Orbitals, Molecular Orbitals and Related Concepts: Conceptual Difficulties Among Chemistry Students. *Research in Science Education*, 27(2), 271-287.
- Tsapalis, G., Papaphotis, G. (2002). Quantum-Chemical Concepts: Are They Suitable for Secondary Students? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 3(2), 129-144.
- Wang, H.C., Chang, C.Y., Li, T.Y. (2007). The Comparative Efficacy of 2D - versus 3D-Based Media Design for Influencing Spatial Visualization Skills. *Computers in Human Behavior*, 23, 1943-1957.
- Williamson, V. M., Abraham, M. R. (1995). The Effects of Computer Animation on the Particulate Mental Models of College Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 521-534.
- Wu, H. K., Krajcik, J. S., Soloway, E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Reserach in Science Teaching*, 38, 821-842.

-
- Yalçınalp, S., Geban, Ö., Özkan, İ. (1995). Effectiveness of Using Computer-Assisted Supplementary Instruction for Teaching the Mole Concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1083-1095.
- Yang, E. M., Andre, T., Greenbowe, T. J. (2003). Spatial Ability and The Impact of Visualization / Animation on Learning Electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 25, 329-349.
- Yeşilyurt, S., Kara, Y., (2007). Ders Yazılımlarının Öğrenci Başarısına, Kavram Yanılgılarına ve Biyolojiye Karşı Tutumlara Etkisinin Araştırılması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 75-84.
- Yılmaz, A., Morgül, İ., 2001. Üniversite Öğrencilerinin Kimyasal Bağlar Konusundaki Kavram Yanılgılarının Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 172-178.

* * * *