

ÖĞRETMEN ADAYLARININ ATOMUN YAPISI İLE İLGİLİ ZİHİNSEL MODELLERİ*

Yard. Doç Canan NAKİBOĞLU, Araş. Gör. Özlem KARAKOÇ,
Araş. Gör. Ruhan BENLİKAYA
Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi
Kimya Eğitimi Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, ilköğretim düzeyinden itibaren atomun yapısını açıklamada kullanılan benzeşim modellerinin, kimya ve yan alanı fen bilgisi olan öğretmen adaylarının atomun yapısıyla ilgili zihinsel modellerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu amaçla, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde 2001-2002 akademik yılında öğrenim gören 25 OFMA Kimya Eğitimi Ana Bilim Dalı öğrencisi ile 2002-2003 akademik yılında öğrenim gören ve yan alanı Fen Bilgisi olan toplam 79 ilköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği programı öğrencisinden günümüzde geçerli olan atom modelini zihinlerinde nasıl canlandırdıklarını çizmeleri istenmiştir. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin zihnindeki bu modeller 6 grupta toplanmıştır. Öğrencilerin büyük çoğunluğunun atomu zihinlerinde Bohr Modeline benzer bir yapıda canlandırdıkları tespit edilmiş ve bu konunun öğretimine yönelik bazı önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Atom modelleri, zihinsel modeller, benzeşim modelleri, yanlış kavramalar.

ABSTRACT

In this study, the effect of the analogical models used in teaching atomic structures beginning from elementary level on the mental models of Chemistry and Mathematics prospective teachers about this topic was investigated. For this purpose, in 2001-2002 academic year, 25 prospective chemistry teachers, and in 2002-2003 academic year, 79 prospective elementary mathematics teachers, whose secondary subject matter is science, were asked to draw how they imagine atomic structure accepted by scientists, and these drawings were grouped into 6 categories. At the end of the study, it was determined that most of the students in the sample group have a mental model like Bohr Model and some implications related to atomic structure was discussed.

* Çalışmanın bir kısmı XVI. Ulusal Kimya Kongresinde poster olarak sunulmuştur.

Key Words: Atomic structure, analogical models, mental models, misconceptions.

1. GİRİŞ

Kimyasal bağlar, periyodik cetvel, molekül yapısı gibi kimyadaki pek çok konuya ön koşul teşkil eden atomun yapısı ile ilgili bilgiler ilk olarak ilköğretim Fen Bilgisi derslerinde verilmektedir. Orta öğretime gelindiğinde, kimya derslerinde atomun yapısını açıklayan bütün teoriler genişletilerek ele alınmakta, modern atom teorisi ve bu konuya bağlı olarak da orbital kavramı ile çok elektronlu atomların yapısı gösterilmektedir. Üniversite Genel Kimya derslerinde ise orta öğretim kimya derslerinde verilen bu bilgiler daha da genişletilerek işlenirken, kimya öğrencilerinin aldığı Anorganik Kimya ve Kuantum Kimyası gibi derslerde, dalga mekaniğine göre atomun yapısı tekrar ele alınarak atom ve molekül orbitalleri geniş bir şekilde anlatılmaktadır.

Bütün bu düzeylerde, atomun yapısı açıklanırken; ders kitaplarında, derslerde çeşitli benzeşim modelleri kullanılır. Benzeşim, yabancılık çekilen bir olgunun, bize tanıdık gelen bir olguya benzetilerek açıklanmasıdır (Gürdal, Şahin & Çağlar, 2001). Benzeşim öğrenilecek yeni materyalin daha iyi bir şekilde özümsemesini sağlayabilir ve özellikle hızlı bir şekilde soyut düşünme yeteneğine sahip olmayan öğrencilerin kavramları daha iyi bir şekilde anlamalarına yardımcı olur (Thiele & Treagust, 1992). Bununla birlikte öğrenciler bu benzeşim modelleri ile karşılaştıklarında, bunları kendi düşünceleri ile birleştirerek doğru ya da yanlış, kendi zihinsel modellerini oluştururlar. Öğrencilerin oluşturdukları bu zihinsel modellerin oldukça kişisel, dinamik ve ulaşılması zor bir yapısı vardır. Bazı zihinsel modeller, doğru olmasa da işlevseldir ve bir üst düzeydeki öğrenmelerini etkileyebilir. Ayrıca eğer özel olarak ilgilenilmez ise değişmeksizin kalır. Bu nedenle öğretmenler, öğretimleri sırasında öğrencilerinin zihinsel modellerini ortaya çıkaracak değerlendirmeler yapmalı ve kullanılan benzeşim modellerinin, öğrencinin zihninde istenenden farklı zihinsel modelleri oluşturup oluşturmadığını araştırmalıdır.

Orta öğretim düzeyindeki öğrencilerin atomun yapısına ait zihinsel modelleri ile atom teorilerini açıklamada kullanılan benzeşim modelleri arasındaki ilişkinin incelendiği bir araştırmada, öğrencilerin zihinlerinde öğretim sırasında kullanılan benzeşim modellerinin gerçek modeller şeklinde yer aldığı belirtilmiştir (Harrison and Treagust, 1996, Harrison and Treagust, 2000). Öğrencilerin kimyasal bağlar ile ilgili zihinsel modellerinin incelendiği başka bir çalışmada ise, öğrencilerin sınavlarda kimyasal bağları

oldukça karmaşık ve ayrıntılı zihinsel modeller kullanarak açıklamalarına rağmen, aslında konuya ait temel oluşturmak amacı ile verilen oldukça basit ve yüzeysel zihinsel modellere sahip oldukları bulunmuştur (Coll & Tragust, 2001; Coll & Taylor, 2002).

Doğru bir şekilde oluşturulmayan zihinsel modeller yanlış kavramalara, eğer daha önce sahip olunan bir yanlış kavrama varsa, bu da uygun olmayan zihinsel modellerin oluşmasına yol açabilir. Bu nedenle, atomun yapısı ile ilgili zihinsel modeller konusunda yapılan çalışmalarla, modern atom teorisi veya atom orbitalleri ile ilgili yanlış kavramaların belirlenmesine yönelik çalışmalar paralellik göstermektedir. Cervellati ve Perugini (1981) atom orbitali ile ilgili çalışmalarında, 1. sınıf üniversite öğrencilerinin büyük çoğunluğunun orbitalleri enerji düzeyleri ile bir kısmının da Bohr yörüngeleri ile eşdeğer gördüklerini belirlemişlerdir. Taber (2001) araştırmasında genel olarak öğrencilerin yörünge, enerji düzeyi ve kabuk kavramlarını birbiri yerine kullandıklarını ifade etmiştir. Tsaparris (1997) ise kuantum kimyası almakta olan kimya öğrencilerinin de atomik ve moleküler orbitalleri tanımlamada problemleri olduğu sonucuna ulaşmıştır. Nakıboğlu & Benlikaya (2001) öğrencilerin atom orbitalleri ve modern atom teorisine yönelik yanlış kavramalar ile ilgili çalışmalarında, araştırmaya katılan 428, 11. sınıf öğrencisinin %51'inin atomun yapısını açıklamada Güneş Sistemi Modeli veya Bohr Atom Modelini kullandıklarını bulmuşlardır. Benzer sonuçlara üniversite öğrencilerinde ulaşan Cros ve arkadaşları da (1988), öğrencilerin çok ayrıntılı bir şekilde dalga mekaniğine göre atom yapısını derslerinde görmelerine rağmen, atomun yapısı ile ilgili ilk bilgilerinin çok az değiştirilebildiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, ilköğretim düzeyinden itibaren atomun yapısını açıklamada derslerde, ders kitaplarında ve görsel materyallerde kullanılan benzeşim modellerinin kimya ve yan alanı fen bilgisi olan öğretmen adaylarının atomun yapısıyla ilgili zihinsel modellerini nasıl etkilediği araştırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Çalışmanın modeli:

Çalışma *ilişkişel tarama modelinde* olup, genel olarak atomun yapısını açıklamada kullanılan benzeşim modellerinin öğrencilerin zihinsel modelleri nasıl etkilediği araştırılmıştır.

2.2. Evren ve Örneklem:

Çalışmanın evrenini, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, OFMA Kimya öğretmenliği programı öğrencileri ile yan alanı Fen Bilgisi öğretmenliği olan İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği öğrencileri oluşturmaktadır. Örneklem ise 2001-2002 eğitim-öğretim yılında öğrenim görmekte olan, 25, 4. sınıf Kimya Eğitimi Anabilim Dalı öğrencisi ile 79 İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği öğrencisi olmak üzere toplam 104 öğrenciden oluşmaktadır.

2.3. Veri toplama:

Örneklem grubundaki öğretmen adaylarına günümüzde geçerli olan atom modelini zihinlerinde nasıl canlandırdıkları sorularak, zihinlerinde canlanan bu şekli çizimleri istenmiş ve bu çizimler toplanmıştır. Ayrıca bazı öğrencilerden çizdikleri modellerle ilgili daha ayrıntılı görüşleri alınmıştır.

2.4. Veri çözümleme:

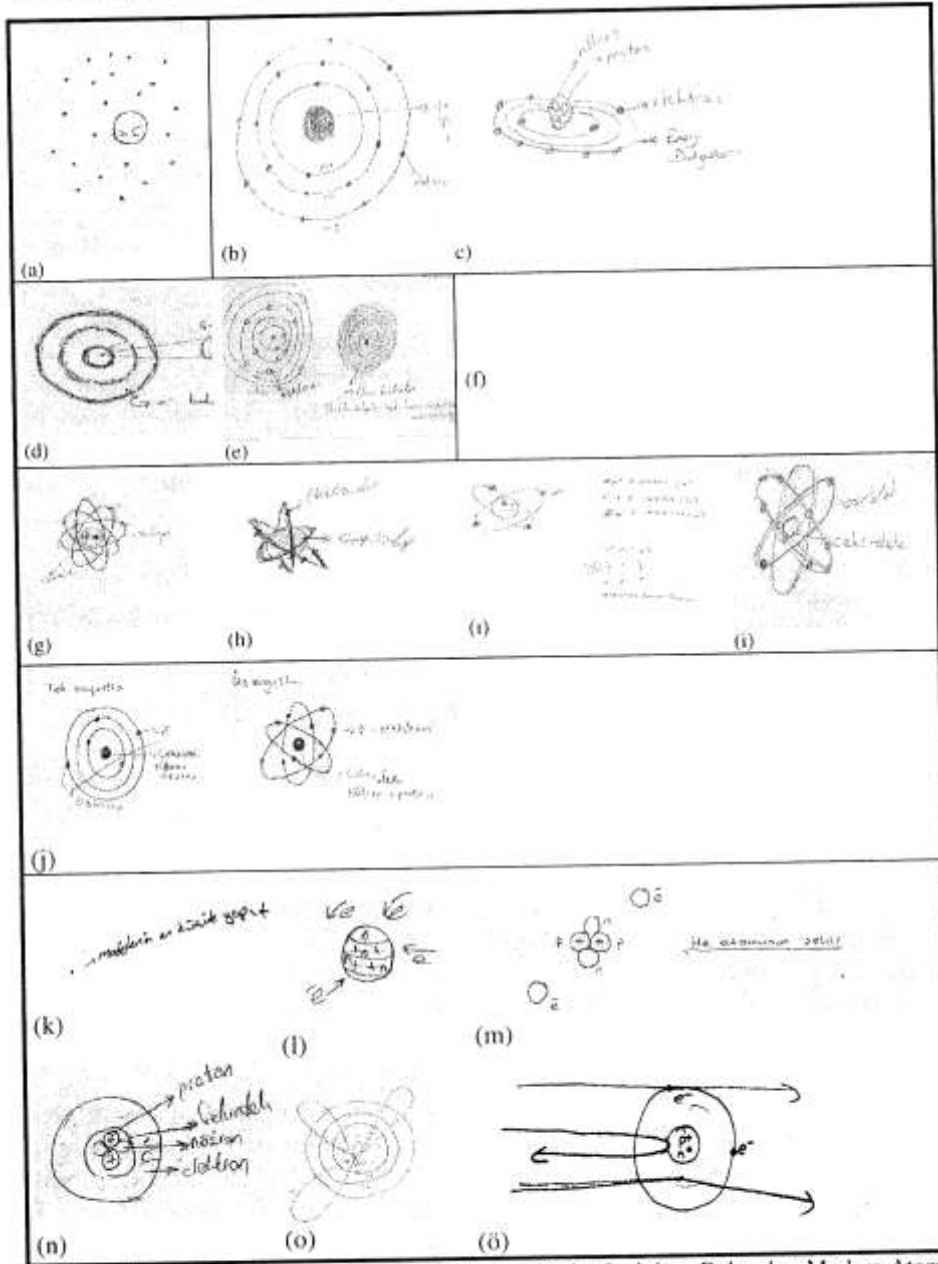
Nitel bir çalışma olan bu araştırmada, tekrarlanan şekiller kodlanarak, içerik analizi yöntemiyle öğrencilerin zihinsel model türleri belirlenmiştir.

BULGULAR

3.1 Öğrencilerin çizimlerine ait bulgular

Öğrencilerin, zihinsel modellerine ait çizimleri gruplandırılmış ve bunların Şekil 1 de görülen 6 grup halinde toplanmasının mümkün olduğu görülmüştür. Bazı öğrencilerin atomun yapısını, Rutherford Atom Modelinde (Şekil 1a) olduğu gibi, merkezde çekirdek ve yerleri henüz netleşmemiş diğer yüklü taneciklerin çekirdeğin etrafına rasgele bir şekilde dağıtılması şeklinde düşündükleri görülmektedir. Öğrencilerin oldukça büyük bir kısmı ise, atomu Bohr Atom Modelinde olduğu gibi (Şekil 1 b-c), merkezde küçük bir hacimde çekirdek ve onun etrafında dairesel yörüngelerde hareket eden elektronlar şeklinde düşünmektedirler.

Bununla birlikte bazı öğrencilerin, Bohr Atom modeline göre çizim yapmalarına rağmen, Modern Atom Teorisinin etkisinde kaldıkları ve bu iki teoriyi bazı noktalarda birbirine karıştırdıkları görülmektedir. Bu tip zihinsel modellere örnek verilebilecek iki çizim Şekil 1d ve e'de yer almaktadır. Bu öğrenciler Bohr Modelindeki gibi yörüngeler çizmekle birlikte, d çiziminde olduğu gibi yörüngeleri bir elektron bulutu olarak göstermektedirler. Yine e çiziminde, çekirdek etrafında 1s orbitalinin yerleştirilmesine benzer bir elektron bulutu çizimi yapılmıştır.



Şekil 1: Öğrencilerin çizdikleri atom modelleri: a: Rutherford, b-c: Bohr, d-e: Modern Atom Teorisi'nin etkisinde çizilen Bohr, f: Rutherford Modeli + Bohr, g-h-i-i: Medyatik model, j: Medyatik Model + Bohr, k-l-m-n-o-ö: hiçbir atom modeli ile açıklanamayan zihinsel modeller.

Bazı öğrenciler ise Bohr modeli ile Rutherford modelini (Şekil 1f) karıştırmakta ve atomik yapıyı çekirdeğin etrafında belli bir uzaklıkta yan yana dizilmiş elektronlar şeklinde göstermektedirler.

Öğrencilerin diğer bir kısmı, televizyon, internet ya da bazı ders kitaplarının kapaklarında yer alan resimleri, atomun yapısını gösteren gerçek çizimler şeklinde düşünmektedirler. Medyatik model adını verebileceğimiz bu gruba ait örnek çizimler Şekil 1g-h-i-i'de görülmektedir. Hatta bir öğrenci Bohr Modeli ile medyatik gösterimi birleştirmekte ve bu şekli Bohr Modelinin üç boyutlu bir gösterimi olarak çizdiğini belirtmektedir (Şekil 1j).

Bilinen atom modelleri ile b.re bir eşleştirelemeyen kalan çizimler, diğer modeller başlığı altında toplanmıştır. Bu gruba ait bazı örnek çizimler Şekil 1k-l-m-n-o-ö'de verilmiştir. Şekil 1k'da atomun sadece bir nokta olarak düşünüldüğü, Şekil 1l ve m' de atomun, proton ve nötrondan oluşan ve muhtemelen çekirdek olarak çizilen bir grup ile bunlardan biraz daha uzakta elektronlardan oluştuğunun düşünüldüğü, Şekil 1-n' de ise atomun çekirdek ve etrafında bir bulut şeklinde elektronların yer aldığı şekilde düşünüldüğü görülmektedir. Şekil o'da görüldüğü gibi başka bir öğrenci atomun yapısı için Rutherford α parçacığı deneyindeki gösterimi kullanmıştır. Şekil 1ö'deki çizimde, çekirdek etrafında yörüngeler çizilmiş ancak bunların üzerine S1, S2 gibi yazılar yazılarak s orbitalleri ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Bu şeklin üzerine ayrıca kısmen p orbitallerinin loblarına benzer çizimler eklenmiştir.

Tablo 1 ve 2'de örneklem grubunda yer alan iki ayrı gruptaki öğretmen adaylarının, içerik analizi sonunda elde edilen zihinsel modellerinin frekans ve yüzde dağılım değerleri verilmektedir.

Tablo-1: Kimya Eğitimi Ana bilim Dalı öğrencilerinin zihinsel modellerine ait sonuçlar

ZİHİNSEL MODEL	Öğrenci sayısı (f)	%
Rutherford	1	4
Bohr	12	48
Bohr + Modern Atom	2	8
Rutherford + Bohr	3	12
Medya etkili	4	16
Diğer	3	12
Toplam	25	100

Tablo 1 ve 2 incelendiğinde, örneklem grubundaki öğretmen adaylarının yaklaşık %78'inin atomik yapı ile ilgili Bohr Atom modeline benzer bir zihinsel modele sahip oldukları görülmektedir. Bu zihinsel modele sahip olan öğrencilerle yapılan görüşmelerde ise öğretmen adaylarının atomun yapısını açıklamada genellikle benzer ifadeler kullandıkları dikkati çekmiştir. Aşağıda bu ifadelerle örnek teşkil edebilecek bir öğrencinin görüşü verilmiştir:

Tablo 2: İlköğretim Bölümü Matematik Öğretmenliği öğrencilerinin zihinsel modellerine ait sonuçlar

ZİHİNSEL MODEL	Öğrenci sayısı (f)	%
Rutherford	-	-
Bohr	63	79,74
Modern atom teorisi (MAT)	-	-
Medya etkili	8	10,13
Medya etkili+ Bohr	1	1,26
Bohr + Modern Atom	2	2,53
Rutherford + Bohr	1	1,26
Diğer	4	5,06
Toplam	79	100

“Atom bir çekirdek ve çekirdek çevresinde yörüngeler üzerinde bulunan elektronlardan oluşmuştur. Çekirdekte proton ve nötron denen tanecikler vardır. Protonlar pozitif, elektronlar (-), nötron da yüksüz (nötr) taneciklerdir. Elektronlar çekirdek çevresinde belli enerji düzeylerinde bulunur.”

Yine Bohr Modeli zihinsel yapısı olan bir öğrenci şu ifadeleri kullanmaktadır:

“Bence atomun şekli ortada proton ve nötronlar, etrafında ise elektronların yörüngelerde dolaşır vaziyette olduğudur. Çünkü proton artı yüklü elektron ise eksi yüklüdür. Bu yüzden bunlar arasında bir çekim kuvveti olur bu yüzden bunlar birbirine belli bir mesafeden sonra kahrılar. Çünkü elektronlara dış kuvvetler de etki eder. Nötronlar ise zaten elektronla protonun birbirini nötrlemesidir. Yani yükü sıfırdır.”

Başka bir öğrenci ise atomu şu şekilde tarif etmektedir:

“Dairesel bir şekli vardır. Merkezde proton ve nötronlar, çevresinde elektronlar.”

Tablo 1 ve 2'den öğrenci dağılımlarının yüksek olduğu bir diğer zihinsel modelin ders kitaplarının kapakları ya da çeşitli iletişim araçlarında gösterilen medyatik model olduğu görülmektedir.

Taber (2001) bir çalışmada belirttiği gibi, bu çalışmada da öğrencilerin yörünge, orbital ve kabuk kavramlarını birbiri yerine kullanabilmektedirler. Bir öğrenciye ait aşağıdaki ifadeden bunu açıkça görmekteyiz. Ayrıca bu ifade de öğrencinin Modern Atom teorisi ile Güneş sistemi modeli arasındaki farklanmayı yapamadığı, birbiri ile aynıymış gibi düşündüğü görülmektedir.

“Modern atom teorisine göre atomun merkezinde çekirdek ve çekirdeğin etrafında iç içe girmiş orbitaller (elektronların en çok bulunma olasılığının olduğu kabuksal bölge) mevcuttur. Atomun yapısını kısaca güneş sistemine benzetebiliriz.”

“Diğer” başlığı verdiğimiz zihinsel modellere sahip olan öğrencilerin de yine bir karmaşa içinde olduklarını söyleyebiliriz. Şekil 1m’de gösterdiğimiz modele sahip olan öğrenci düşüncelerini şu şekilde ifade etmektedir:

“Bana göre çekirdekte proton ve nötron var ama bunun yanında daha açıklanamayan bir çok şey var olduğunu düşündüm. Elektronlar ise hiç durmaksızın bu çekirdeğin çevresinde sağa sola değişik yönlerde hareket ediyor.”

Şekil 1 o’daki zihinsel modele sahip olan öğrenci ise düşüncelerini şu şekilde ifade etmektedir:

“(+) yüklü protonlar ve yüksüz nötronlar çekirdek deneni ve atomun kütlece yoğun olduğu kısımda bulunurlar. (-) yüklü elektronlar ise çekirdeğin etrafında bir gaz bulutu halinde bulunurlar”.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma verilerinin analizinden elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1. Öğretmen adaylarının sahip oldukları zihinsel modellerin büyük bir çoğunluğunun derslerde kullanılan benzeşim modelleri (Güneş

sistemi, elektron bulutu, enerji kabuğu gibi ifadeler ile çeşitli şekilsel gösterimler) ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

2. Bazı öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihninde açık ve net bir model olmadığı görülmüştür.
3. Öğrencilerin atomik yapı ile ilgili zihinsel modellerinin çoğunlukla Modern Atom Teorisinden farklı olduğu görülmektedir. Bu durum büyük ölçüde Modern Atom Teorisinin diğer modellere göre daha ayrıntılı ve kuramsal olması ve öğrencinin özellikle orbitalleri canlandırmasından kaynaklanmaktadır.

Modern Atom Teorisinin doğru olarak öğrenilmesini zorlaştıran denler kısaca şöyle sıralanabilir:

- ✓ İlköğretim düzeyinde atom ile ilgili ilk açıklamalar yapılırken kolaylık olması açısından Güneş Sistemi Modeli ile başlanması.
 - ✓ Orta öğretim Kimya derslerinde ve üniversite Genel Kimya derslerinde bütün atom teorilerinin arka arkaya birbirinden kopuk bir şekilde anlatılıp, şu an kabul gören teori ile bu teorilerin ilişkilendirilmemesi.
 - ✓ Orta öğretim Kimya ders kitaplarında Bohr teorisinin çizimlerinin yer alması ancak Modern Atom Teorisine ait uygun bir çizimin verilmemesi ve bunun yanında Bohr Teorisine ait çizimlerin daha anlaşılır olması, öğrencilerin zihninde son geçerli teori olarak Bohr teorisinin kalması.
 - ✓ Üniversitede öğretim elemanlarının daha önce görüldü düşüncesiyle, atom teorilerini hızlı bir şekilde tekrar mahiyetinde işlemesi. Özellikle kimya öğretmen adayları için, Anorganik Kimya ve Kuantum kimyası derslerinde öğrencilerin yapıyı bildikleri kabul edilerek karışık hesaplamalara geçilmesi.
4. Bazı öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerinin ders kitaplarının kapaklarında, televizyon ve internet ortamında atomun yapısı ile ilgili gösterilen yanlış resimlerle de bağlantılı olduğu görülmüştür.

Atomun yapısının doğru olarak öğretilebilmesi ve öğrencilerin zihinlerinde atomik yapı ile ilgili doğru zihinsel modellerin oluşturulabilmesi için şu önerilerde bulunulabilir:

- 1- İlköğretim düzeyinde atom konusu anlatılırken, yanlış benzeşim modelleri kullanılmamalı ve bu sırada doğru kaynaklardan yararlanılmalıdır.
- 2- Orta öğretim Kimya derslerinde atom teorileri anlatılırken; bazı teorilerin bugün geçerli olmadığı belirtilmeli, bir teoriden diğerine neden geçildiği, yeni gelen teorinin önceki teorinin hangi eksikliklerini tamamladığı ve hangi yanlışlıklarını düzelttiği öğrencilere sorgulatarak, öğrencinin zihninde konunun doğru olarak yapılandırılması sağlanmalıdır.
- 3- Öğretmenlere ve özellikle özel öğretim yöntemleri derslerinde öğretmen adaylarına atomun yapısı konusundaki yanlış kavramalardan bahsedilerek bu konunun öğretiminin nasıl olması gerektiği tartışılmalıdır. Ayrıca atomik yapı ile ilgili benzeşim modellerinin çok dikkatli kullanılması gerektiği vurgulanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Cervellati R., & Perugini, D. (1981). The Understanding of The Atomic Orbital Concept By Italian High School Students. **Journal of Chemical Education**, **58**(7), 568-569.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2001). Learners' Mental Models of Chemical Bonding. **Research in Science Education**, **31**(3), 357-382.
- Coll, R. K. & Taylor, N. (2002). Mental Models in Chemistry: Senior Chemistry Students' Mental Models of Chemical Bonding. **Chemistry and Education: Research and Practice in Europe**, **3**(2), 175-184.
- Cros, D., Chastrette, M. & Fayol, M.(1988). Conceptions of Second Year University Students of Some Fundamental Notions in Chemistry. **International Journal of Science Education**, **10**(3), 331-336.
- Gürdal, A.; Şahin, F. & Çağlar, A. (2001). **Fen Eğitimi, İlkeler, Stratejiler ve Yöntemler**. İstanbul: Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (1996). Secondary School Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. **Science Education**, **80**(5),509-534.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (2000). Learning about Atom, Molecules, and Chemical Bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. **Science Education**, **84**, 352-381.
- Nakiboğlu, C. & Benlikaya, R. (2001). Orbital Kavramı ve Modern Atom Teorisi ile İlgili Yanlış Kavramalar. **Kastamonu Eğitim Dergisi**, **9**(1):165-174.
- Taber, K.S. (2001). Bulding the structural concepts of Chemistry:Some considerations from educational research. **Chemistry Education: Research and**

Nakiboğlu, Ö. Karakoç, R. Benlikay

- Practice in Europe**, 2(2),123-158.
- ieie, R. B., Tragust, D. F. (1992, June). **Analogies in Senior High School Chemistry Textbooks: A Critical Analysis**. *Paper presented at the ICASE research conference in chemistry and physics education, Dortmund, Germany.*
- aparlis, G. (1997). Atomic orbitals, molecular orbitals and related concepts: conceptual difficulties among chemistry students. **Research in Science Education**,27, 271-287.
- aparlis, G. (2002). Quantum-chemical concepts: Are they suitable for secondary students? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 3(2), 129-144.

Yazışma Adresi

Yard. Doç Canan NAKİBOĞLU
Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi
Kimya Eğitimi Anabilim Dalı
canan@balikesir.edu.tr