

Lise ve Üniversite Öğrencilerinin Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modellerine Genel Bir Bakış

Sinem Demirci¹, Ayhan Yılmaz², Elvan Şahin¹

¹Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara-Türkiye.

²Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara-Türkiye.

ÖZ: Atomun yapısı, gözle görülemeyen kavramları içerdiği için öğrencilerin birçoğu tarafından anlaşılması zor bir konu olmuştur. Bu nedenle öğrenciler, konuyu somutlaştırmak için zihinlerinde modeller oluşturmakta ve bu modeller öğrenmelerini etkilemektedir. Bu çalışma, ortaöğretim ve yükseköğretim öğrencilerinin atomla ilgili zihinsel modellerini belirlemeye yönelik araştırmaları inceleyerek konunun nasıl algılandığına dair bir portre oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, zihinsel modelleri içeren yayınlar taranmış ve çalışmalar içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmaları ortak özelliklerine göre sınıflandırmak amacıyla temalar oluşturulmuş ve bu temalar üzerinden analizler yapılmıştır. Bazı öğrencilerin çizdikleri modellere bakıldığında, basit küre veya çekirdeğin etrafında bulunan elektronların çizildiği gözlenmiş, fakat elektron bulutu modelinin derslerde gösterilmesine rağmen az sayıda öğrencinin bu şekli çizimlerine yansıttığı rapor edilmiştir. Ayrıca mevcut çalışmalardaki zihinsel modellere bakılarak öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışları da belirlenmiştir. Çalışmaları yürüten araştırmacıların büyük bir kısmı etkili öğrenme için modellemeye derslerde daha fazla yer verilmesi ve kavram yanlışlarını gidermeye yönelik müfredatlarda düzenlemelerin yapılması gerekliliğini vurgulamışlardır.

Anahtar Kelimeler: Zihinsel model, atom, içerik analizi.

ABSTRACT: Many students have considered the structure of an atom as a difficult topic since it includes abstract concepts. Therefore, students construct mental models in their mind in order to grasp the structure of atoms and these mental models interfere with their learning. This study aims to explore mental models of the high school students and university students related to the atom by examining the studies in the literature in order to portray how students perceive the structure of atoms. In this context, the studies related to the mental models were documented and analyzed by using content analysis. In order to categorize the studies with respect to some certain characteristics, the main themes were formed by the researchers and the analyses were conducted based on these themes. Examining the mental models of the students, it was observed that they drew a solid sphere or some electrons orbiting around the nucleus. Moreover, electron cloud model were the least drawn model even though it was included within the educational programs. Besides, some misconceptions were determined within the studies by examining the mental models of the students. Most of the researchers conducting these studies recommended that modeling should be included more in the instructions of the teachers. Moreover, they suggested that current educational programs should be rearranged in order to eliminate the possible misconceptions pertinent to the structure of an atom.

Keywords: Mental models, atom, content analysis.

GİRİŞ

Kimya bilim dalı, gözle görülemeyen ve dokunulamayan kavramlara ilişkin algılama seviyesini yükselten ve duyu organlarımızla direkt olarak tespit edemediğimiz bilgilerin anlamlandırılmasına da katkı sağlayan bir öğrenme alanıdır. Doğrudan göremediğimiz ve hayalde canlandırmak zorunda kaldığımız atom ve atomun yapısı, Demokritus'tan Kuantum Teorisi'ne doğru uzanan değişim sürecinde fen bilimlerinin çekirdek konularından biri olarak görülmüştür. Mikroskopik doğası itibarıyla atom soyut bir kavram olarak adlandırılmaktadır ve öğrencilerde de öğrenme güçlüğünün en çok yaşandığı bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Öte yandan, atom ve atomun yapısı fen bilimlerindeki elektrik, nükleer enerji gibi diğer konuların anlaşılabilmesi sürecinde de önemli bir yapı taşıdır. Bu nedenle öğrencilerin atom konusundaki öğrenme güçlüklerinin giderilip anlamlı öğrenmenin sağlanması, üst düzeyde ve daha geniş kapsamda fen bilimleri konularının anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Öğrencilerin bu konu üzerine bilimsel bir anlayış geliştirmesi, makro düzeydeki olguları mikro düzeydeki yapılarla ve uygun gösterimlerle zihinlerinde canlandırmalarını gerektirir. Bireylerin geliştirdikleri zihinsel modeller, kişilerin zihninde benzer kavramları ve olayları birbiriyle nasıl ilişkilendirdiğinin görselleştirmesi olarak tanımlanabilir (Greca & Moreira, 2000). Bir zihinsel model, çeşitli araştırmacılar (Örn; Greca, I. M., & Moreira, M. A. 2000; Harrison, A.G. & Treagust, D.F., 1996; Johnson-Laird, 1983) tarafından da desteklendiği gibi hiçbir zaman sabitleşip dengeye ulaşmaz ya da oluşumunu durdurmaz. Yeni bir bilginin entegrasyonu ile gelişmeye ve değişmeye devam eder. Dolayısıyla atomun yapısı konusunu öğrenme sürecinde öğrenen öğrenciler, atomun yapısını somutlaştırmak için zihinlerinde bir model oluşturmakta ve bu model de öğrenmelerini doğrudan etkilemektedir. Öğrenme sürecinin devamlılığını göz önünde bulundurduğumuzda da, öğrenciler yeni bir bilgiyle karşılaştıklarında atomun yapısı üzerine oluşturdukları zihinsel modelleri geliştirebilir ya da yeni bir model oluşturabilirler. Bireylerin bilimsel açıdan kabul edilebilir bir zihinsel model geliştirebilmesi için atomun yapısı ile ilgili kavram ve olayları birbiriyle uygun şekilde ilişkilendirip bir görsele çevirmesi gerekir. Öğrencilerdeki bilişsel gelişimler göz önüne alındığında Park ve Light (2009) tarafından da vurgulandığı gibi lise seviyesinden başlayarak atomun yapısı konusunun anlaşılabilmesi beklenmektedir.

Zihinsel modeller kişilerin bilişsel sisteminin kapasitesine ve kavramları nasıl algıladıklarına bağlı olarak şekillenir ve bizlere kişilerin sahip olduğu kavram yanılgıları hakkında ipuçları sağlayabilir. Benzer şekilde birçok çalışma atomun yapısı üzerine öğrenme güçlükleri ve kavram yanılgılarına vurgu yapmıştır. Atom, şekil açısından öğrenciler tarafından çoğunlukla "yuvarlak" (Çökelez & Yalçın, 2012; Griffiths & Preston, 1992), "top" veya "küre" (Harrison & Treagust, 1996) şeklinde açıklanmıştır. Dokusu ile ilgili olarak ise "sert" veya "katı" olarak

nitelendirilmiştir (Griffiths & Preston, 1992; Harrison & Treagust, 1996). Öğrencilerde sıklıkla rastlanan bir diğer kavram yanılgısı ise atomların boyutlarıyla ilgilidir. Yapılan araştırmalarda (Charlet-Brehelin, 1998, Çökelez & Yalçın, 2012, Harrison & Treagust, 1996) çoğu öğrenci atomun çok küçük olduğunu ya da görülemeyecek kadar küçük olduğunu belirtirken teknolojik cihazlar yardımıyla, örneğin güçlü bir mikroskop ile görülebileceğini savunmuşlardır. Atomaltı parçacıklar ile ilgili olarak Kıray (2016), fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada elektronun bir dalga mı yoksa parçacık mı olduğu konusunda net bir anlayışa sahip olmadıklarını göstermiştir. Çökelez ve Dumon ise (2005) 10-12. sınıf düzeyindeki öğrencileri hedef alarak yaptıkları araştırmada, birçok öğrencinin Lewis gösteriminden kaynaklı olarak (sembol ve elektron çiftleri) elektronların bir atom içerisinde elektron çiftleri halinde bir arada toplandıklarına dayalı bir zihinsel model oluşturduklarını ifade etmişlerdir. Ek olarak, öğrencilerin %46'sında atom ile ilgili gösterimlerin Lewis modeli ile eşleştiğini belirtmişlerdir. Oktet kuralının bu öğrenciler tarafından bir zihinsel model olarak benimsendiği öne sürülmüştür. Böyle bir model, atom içerisinde elektronların statik yapılanması ve çiftler halinde gruplaşmaları durumuna karşılık gelmektedir. Kavram yanılgıları üzerine yapılmış olan bu çalışmalar, öğrencilerin atomun yapısı konusunda bilimsel bilgi ile desteklenebilecek zihinsel model oluşturmakta zorlandıklarını göstermiştir.

Özellikle son 20 yılda atomun yapısı konusunda kavram yanılgılarını da kapsayacak şekilde öğrencilerin zihinsel modellerinin belirlenmesi üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların bulgularını yeniden düzenleyerek eğitimsel yansımalarını ortaya çıkaran bir sentez çalışmasına rastlanmamıştır. Atomun yapısı üzerine, lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilerin zihinsel modelleri kapsamında ileriye yönelik araştırma gereksinimleri mevcut çalışmaların değerlendirilmesi ile ortaya çıkarılacaktır. Bu doğrultuda, bu çalışmanın amacı lise ve üniversite düzeyindeki öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerine yönelik yapılmış olan mevcut çalışmaların bilimsel araştırma yöntemleri, katılımcıların öğrenim düzeyi, kavram yanılgıları (atomun şekli, büyüklüğü, yapısı), zihinsel modellerin kategorilendirilmesi ve dağılımı, eğitimsel yansımaları kapsamında bir değerlendirmesini yapmaktır. Böylece belirtilen bu alandaki bilgi birikimi ve düşünsel oluşumlar artırılırken, mevcut araştırmaların kuvvetli ve zayıf yanları vurgulanabilir ve gelecekteki araştırmalara yön verilebilir. Bir başka bakış açısıyla, atom ve atomun yapısı ile ilgili kavramların öğretiminde etkin olan bir öğretim programı hazırlanabilmesi için elde edilen ipuçları öğretmenler, öğretmen eğitimcileri ve program geliştirme uzmanlarına eğitim uygulamaları konusunda güncel kalabilmeleri için katkıda bulunur.

YÖNTEM

Bu çalışmada, lise ve üniversite öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini ortaya çıkarmaya yönelik yapılan bilimsel çalışmalar içerik analizi yöntemi ile incelenmiştir. İçerik analizi, araştırmacıların insan davranışını dolaylı olarak çalışmasına olanak sağlayan bir tekniktir (Fraenkel, Wallen, ve Hyun, 2012). İçerik analizinde genel olarak yazılı veya görsel dokümanlar (ders kitapları, gazeteler, dergiler, makaleler, resimler ve/veya diğer yazılı dokümanlar) incelenmektedir. Bu yöntem, atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri çalışan bilimsel araştırmaların incelenmesine, araştırmaların birbirine benzeyen sonuçlarının bir araya getirilerek analiz edilmesine ve okuyuculara genel bir çerçeveye çizilmesine olanak sağladığı için seçilmiştir (Cohen, Manion ve Morrison, 2007).

Atom ve atomun yapısı ile ilgili kavram yanlışları hakkındaki alanyazın çok geniştir. Ancak bu çalışma kapsamında sadece "atomun yapısı" ve "zihinsel model" konularını içeren araştırmalar incelenmiştir. Bu şekilde zihinsel modellerden yola çıkılarak öğrencilerin atom ve atomun yapısı ile ilgili sahip olduğu kavram yanlışları da incelenmiştir. Atomun şekli, büyüklüğü ve yapısı ile ilgili kavram yanlışları öğrencilerin zihinsel modellerine dair veri sunduğu için bu çalışma kapsamında ele alınmıştır. Ulusal ve uluslararası alanyazınları web ortamında taranmış; ulaşılabilir alanyazınında bulunan, 1992-2016 yılları arasında İngilizce veya Türkçe olarak yayınlanmış 28 çalışma içerik analizi yapılarak araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Ayrıca 9 - 12. sınıf ve üniversite düzeyindeki öğrencilerin sadece atomun yapısı çerçevesindeki anlayış ve kavram yanlışlarını ortaya koyan ve de zihinsel modelleri içeren çalışmalar ele alınmıştır. Çeşitli veri tabanı ve indekslerde (Web of Science, ERIC, Google Akademik, EBSCO-Host, YÖK tez tarama merkezi) tam metinlerine ulaşılan çalışmalar (tez, makale ve konferans tam metinleri) incelenerek mevcut durumun ortaya konması amaçlanmıştır. Konferans özetleri, oluşturulan kategorilere uyum sağlama hususunda kısıtlı bilgiler sunduğu için çalışma kapsamına alınmamıştır.

Verilerin Analizi

Mevcut çalışmanın amacına uygun olan bilimsel çalışmalara ulaşıldıktan sonra, atomun yapısı ile ilgili zihinsel modeller hakkında betimsel bilgiler elde etmek adına araştırmacılar tarafından ana temalar oluşturulmuştur. Bu temalar, belirli bir zaman aralığında yapılmış olan ilgili bilimsel çalışmaları ortak özelliklerine göre sınıflandırmak, araştırma sonuçlarından birbirine benzeyen verileri bu temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve sunmak amacıyla oluşturulmuştur. Bazı temaların sonuçları genel bir şablon olarak rapor edilirken, bazı temalar betimsel istatistik

yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Kategoriler ile ilgili detaylı bilgi bulgular kısmında verilmiştir.

BULGULAR

Bu çalışma ortaöğretim ve yükseköğretim seviyesindeki öğrencilerin atom ile ilgili zihinsel modellerini belirlemeye yönelik olan mevcut araştırmaları inceleyerek, öğrencilerin atomun yapısını nasıl kavramsallaştırdıklarına dair bir portre oluşturmayı amaçlamıştır. Atomun yapısı ile ilgili yapılan çalışmalara kronolojik açıdan bakıldığında, öğrencilerin zihinsel modellerine dair ilk ipuçları taşıyan araştırmalar (Örneğin Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein, 1986; Zoller, 1990; Nakhleh, 1992), atom ve yapısı ile ilgili kavram yanılgıları çerçevesinde ele alınmıştır. Son yıllarda bu tip çalışmalar (Örneğin Montagna, Sales ve Medeiros, 2015; Tümay, 2016) devam etmekle birlikte zihinsel model kavramının kullanımı da yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle 2000 yılından sonra zihinsel modellerle ilgili çalışmaların sayısında bir artış gözlenmektedir. Atomun yapısı konusundaki mevcut bilimsel çalışmalar değerlendirilirken bilimsel araştırma yöntemleri, örneklem (öğrenim düzeyi, uzmanlık alanı), kavram yanılgıları (atomun şekli, büyüklüğü, yapısı), zihinsel modellerin kategorilendirilmesi, dağılımı ve eğitimsel yansımaları temaları kapsamında inceleme yapılmıştır.

Mevcut Bilimsel Çalışmaların Örnekleri

Atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri içeren çalışmaların katılımcılarının öğrenim düzeyleri ve uzmanlık alanları incelendiğinde aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Tablo 1: Çalışmalara Katılan Bireylerin Öğrenim Düzeyleri ve Uzmanlık Alanları.

| <i>Sınıf Düzeyi</i> | <i>f</i> |
|---|----------|
| Lise Öğrencileri | 11 |
| Genel Kimya Dersi Öğrencileri | 2 |
| Genel Fizik Dersi Öğrencileri | 1 |
| Kimya Öğretmen Adayları | 4 |
| Fen Bilgisi Öğretmen Adayları | 5 |
| Fizik Öğretmen Adayları | 2 |
| Diğer Bölümler (Örn. İlköğ. Mat. Öğrt.) | 3 |

Tablo 1’de de belirtildiği gibi atomun yapısı ile ilgili zihinsel model çalışmaları en çok lise öğrencileri ile yapılmıştır. Lise öğrencilerinin yanı sıra öğretmen adayları ile de benzer çalışmalar yürütülmüştür. Hizmetiçi eğitimlerde öğretmenlerle ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Mevcut Bilimsel Çalışmalarda Kullanılan Bilimsel Araştırma Yöntemleri ve Veri Toplama Araçları

Mevcut olan toplam 28 bilimsel çalışma kullanılan araştırma yöntemleri açısından incelendiğinde; 11'inin nitel, 2'sinin nicel ve 4'ünün de karma araştırma desenine sahip olduğu belirtilmiştir. 11 çalışmada ise kullanılan araştırma yöntemi doğrudan ifade edilmemiştir. Ancak çalışmaların amacı, veri toplama araçları ve verilerin analiz yöntemleri incelendiğinde; bu çalışmaların 6'sının karma yöntem, 3'ünün nicel ve 1 tanesinin de nitel çalışma olduğu tespit edilmiştir. 1 çalışmanın ise araştırma yöntemi belirlenmemiştir.

Mevcut çalışmaların veri toplama araçları incelendiğinde çok çeşitli veri toplama araçlarına rastlanmaktadır. Örneğin Cokelz ve Dumon (2005) öğrencilere bir element veya molekül çizdirirerek, Yıldız (2006) ise herhangi bir atomu çizdirerek onların zihinsel modellerini ortaya çıkarmayı hedeflemiştir. Öte yandan Abdo ve Taber (2009) yarı yapılandırılmış görüşme yaparak veri toplarken, Bak ve Ayas (2008) atom ile ilgili kavram haritası çizdirerek öğrencilerin atomun yapısı hakkındaki zihinsel modellerini incelemişlerdir.

Öğrencilerin Zihinsel Modelleri, ilgili Kavram Yanılgıları ve Eğitime Yansımalar

Atomun yapısı üzerine zihinsel modelleri ortaya çıkarmak amacıyla çeşitli veri toplama araçları kullanılmıştır. Çizilen şekiller, yapılan görüşmeler ve diğer analizler sonucunda mevcut çalışmalarda sınıflandırmalar oluşturulmuş ve rapor edilmiştir. Bu çizimler daha sonra değerlendirilerek mevcut olan kavram yanılgıları da belirtilmiştir. Tablo 2'de mevcut çalışmaların katılımcılarının öğrenim düzeylerine göre zihinsel modelleri, kavram yanılgıları ve eğitime yansımaları verilmektedir. Örneğin, mevcut çalışmalardaki zihinsel modeller atom modellerinin tarihsel gelişimine göre ya da benzeşim yaklaşımına uygun olarak sınıflandırırken, bazı araştırmacılar ise kendileri kategoriler oluşturarak farklı isimlendirme kullanmışlardır. Lise öğrencilerinde benzeşime göre sınıflandırma daha yaygın olarak kullanılırken üniversite öğrencilerinde tarihsel gelişim modeli daha sık kullanılmıştır. Ek olarak Yıldız (2006), katılımcılarının zihinsel modellerini hem benzeşim modellerine göre hem de tarihsel gelişim modellerine göre sınıflandırarak aynı veri üzerinde iki farklı analiz yapmıştır. Öte yandan Tablo 2'de "Diğer" kategorisine giren çalışmaların bir kısmı zihinsel modelleri belirlemede veriyi analiz ederek kendi kategorilerini oluşturup sınıflandırma yaparken (n=4), bir kısmı da konu kavrama testlerinin sonuçlarından faydalanarak (n=6) öğrencilerin zihinsel modellerini ve kavram yanılgılarını tespit etmiştir.

Mevcut Bilimsel Çalışmaların Zihinsel Modelleri Sınıflandırma Biçimleri


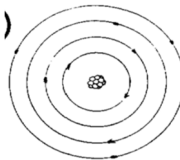
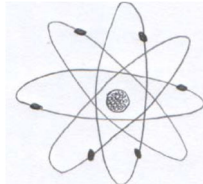
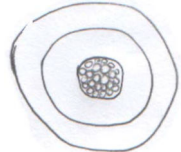
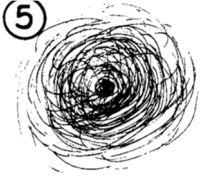


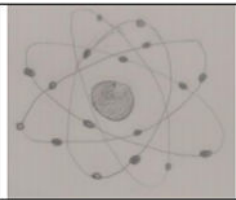
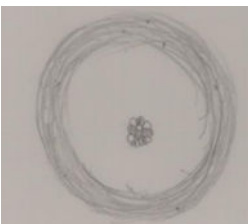
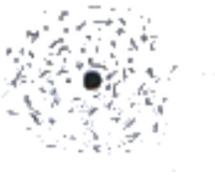
Öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri daha önce de belirtildiği gibi farklı araştırmacılar tarafından farklı sınıflandırma biçimleriyle sınıflandırılmıştır. Şekil 1'de bazı öğrencilerin zihinsel modelleri verilmektedir.

| Katılımcıların Öğrenim Düzeyi | Sınıflandırma Biçimi | | | Kavram Yanılgıları | Eğitime Yansımalar |
|-------------------------------|----------------------|--------------|-----------|--|--|
| | Benzeşim (n) | Tarihsel (n) | Diğer (n) | | |
| Lise | 6 | 1 | 5 | <ul style="list-style-type: none"> -Atom sert bir küredir. (KY 1)* -Atom bir daireye benzer. (KY 1) -Atomun yassı bir yüzeyi vardır. (KY 1) -Atom içindeki bileşenlerle birlikte küresel bir yapıya sahiptir. (KY 1) -Atom çıplak gözle görülemeyecek kadar küçüktür, ancak güçlü bir mikroskopla görülebilir. (KY 2)** -Atomlar moleküllerden daha büyüktür. (KY 2) -Elektronlar çiftler halinde bulunur. (KY3)*** -Elektronlar çekirdeğin çevresinde belirli orbitallerde yüksek hızlarla hareket eder. (KY3) -Elektronlar çekirdek etrafındaki yörüngelerde hareket eden taneciklerdir. (KY 3) -Elektronlar çok küçük ve hızlı oldukları için yerlerini tam olarak belirtemeyiz. (KY 3) -Atom çekirdekten oluşur. (KY 3) | <ul style="list-style-type: none"> -Öğretmenler, öğrencilerin sahip olabileceği önbilgileri konusunda bilgi sahibi olmalıdır. -Sınıf içi etkinliklerde atomun tarihsel gelişimi üzerinde daha fazla durulmalıdır. -Atomun yapısı konusuna başlamadan önce kavram yanılgıları belirlenmeli -Ders kitaplarındaki şekillerden ve öğretmenlerin kullandığı şekillerden öğrenciler etkilenmektedir. |
| Üniversite | 3 | 6 | 8 | <ul style="list-style-type: none"> -Elektronlar çekirdek etrafındaki yörüngelerde hareket eden taneciklerdir. (KY 3) -Elektronlar çok küçük ve hızlı oldukları için yerlerini tam olarak belirtemeyiz. (KY 3) -Atom çekirdekten oluşur. (KY 3) | <ul style="list-style-type: none"> -Öğretmenler, okullar ve üniversiteler öğrencilerin sahip olabileceği önbilgileri ve kavram yanılgıları konusunda bilgi sahibi olmalıdır. -Derslerde daha fazla modern atom teorisine yer verilmelidir. -Tarihsel gelişim anlatılırken modellerin eksikliklerine sınıfta daha fazla yer verilmeli. |

*KY 1: Atomun şekli üzerine kavram yanılgısı, **KY 2: Atomun büyüklüğü üzerine kavram yanılgısı, *** KY 3: Atomun yapısı üzerine kavram yanılgısı

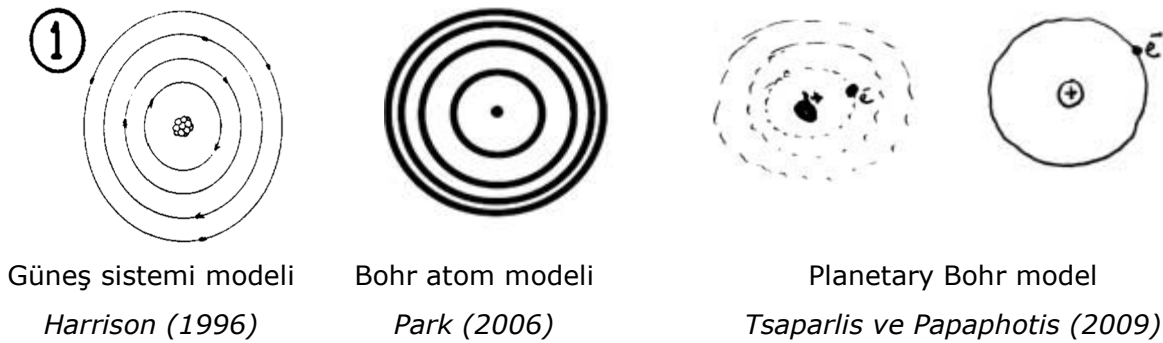
Tablo 2: Atom modellerinin çeşitli eğitim düzeylerine sahip bireyler tarafından algılanması.

Çalışmalarda Belirlenen Bazı Zihinsel Modeller

| | | | | | |
|----------------------|---|--|--|---|--|
| Benzeşim |  Top Modeli <i>Çökelez ve Dumon (2005)</i> |  Güneş Sistemi Modeli <i>Harrison ve Tregaust (1996)</i> |  Medyatik Model <i>Yıldız (2006)</i> | Hücre Etkili Model  Yıldız (2006) | 5  Elektron Bulutu Modeli <i>Harrison ve Tregaust (1996)</i> |
| Sınıflandırma Biçimi |  Parçacık Modeli <i>Park (2006)</i> |  Bohr Atom Modeli <i>Park (2006)</i> |  Rutherford Atom Modeli <i>Kıray (2016)</i> |  Electronium Orbit Model <i>Kıray (2016)</i> |  Elektron Bulutu Modeli <i>Kahraman ve Demir (2011)</i> |
| Tarihsel | | | | | |

Şekil 1: Mevcut Çalışmalarda Adlandırılan Bazı Zihinsel Modeller.

Çalışmalardaki sınıflandırma biçimleri incelendiğinde, öğrencilerin atom ve yapısı ile ilgili zihinsel modelleri için ortak bir sınıflandırma dili bulunmamaktadır. Örneğin Park ve Light (2006), Kahraman ve Demir (2011) ile Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya (2002) araştırmalarında, öğrencilerin zihinsel modellerini atom modellerinin tarihsel gelişimine uygun olarak adlandırırken (Bohr, Modern Atom Modeli vb.), Harrison (1996) ile Cokelmez ve Dumon (2005) güneş sistemi modeli ve parçacık modeli gibi kategorilerin yer aldığı benzeşime dayalı bir sınıflandırma yapmışlardır. Zihinsel modellerin daha farklı isimlerle sınıflandırıldığı çalışmalar da alanyazınında bulunmaktadır (Baybars ve Küçüközer, 2014; Özcan, 2013; Badrian, Abdinejad ve Naseriazar, 2011; Kıray, 2016). Öte yandan aynı özellikleri taşıyan zihinsel bir model farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde isimlendirilmiştir. Örneğin bir araştırmada Bohr Atom Modeli diye adlandırılan bir çizim (Park, 2006), diğer araştırmada Güneş Sistemi Modeli olarak adlandırılmakta (Harrison, 1996), hatta bir çalışmada (Tsaparlis ve Papaphotis, 2009) Güneş Sistemi, Bohr Atom Modeli (Planetary Bohr Model) olarak isimlendirilmektedir. Bu modeller Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2: Farklı İsimlendirilen Bir Zihinsel Modele Örnek.

Araştırmaların sonuçları genel olarak incelendiğinde, öğrencilerin çok küçük bir kısmının Modern Atom Teorisine uygun bir zihinsel modele sahip olduğu belirtilmektedir. Örneğin Yıldız (2006) kendi çalışmasında Rutherford Atom Modelini çizen ortaöğretim öğrencilerin %25.5, Bohr Atom Modelini çizen öğrencilerin %21.7 ve Modern Atom Teorisini çizen öğrencilerin %0.6 olduğunu rapor etmiştir.

Mevcut Çalışmalarda Öğrencilerin Kavram Yanılgıları

Tablo 2’de atomun şekli, büyüklüğü ve yapısı kapsamında tespit edilen kavram yanılgıları, zihinsel modelleri sınıflandırma biçimleri ve eğitime yansımalar katılımcıların öğrenim düzeylerine göre gösterilmektedir. Atomun büyüklüğü ile ilgili sonuçlar incelendiğinde,

öğrencilerin atomların çok küçük olmalarına rağmen çok güçlü mikroskoplarla görülebileceğine inandıklarını gösteren çalışmalara rastlanmıştır (Charlet-Brehelin, 1998; Cokelez, 2012; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996). Mevcut bilimsel çalışmalar incelendiğinde ise, öğrencilerin çizdikleri atom modellerinin şeklinin basit olarak küre veya çekirdeğin etrafında dönen elektronlar biçiminde çizildiği gözlemlenmiştir (Harrison, ve Treagust, 1996; Griffiths, ve Preston, 1992). Öte yandan bazı araştırmalar sınıf seviyesi arttıkça çizimlerde daha karmaşık modellerin yer aldığını belirtse de (Kurnaz ve Emen, 2013), üst sınıflarda da küre biçimindeki zihinsel modellere rastlanmıştır (Griffiths ve Preston, 1992). Cokelez ve Dumon'un bir çalışmasında (2005), öğrencilerin işlenen dersin etkisiyle çizimlerinin geliştiği, fakat bir süre sonra tekrar zihinsel modelleri incelendiğinde başlangıç seviyesine geri döndüğü söylenmektedir. Bunların dışında yapılan çalışmalarda (Örneğin Park, 2006; Tsapalis ve Papaphotis, 2009) öğrencilerin genel olarak en fazla Bohr Atom Modeli çizdiği rapor edilmiştir. Elektron Bulutu Modelinin derslerde gösterilmesine rağmen az sayıda öğrenci bu şekli zihinsel modellerinde yansıtmıştır (Örneğin Charlet-Brehelin, 1998; Cokelez ve Dumon, 2005).

Mevcut Çalışmalarda Rapor Edilen Eğitime yansımalar

Tablo 2'de çalışmaların öneri ve sonuç kısımlarında öne çıkan bazı eğitime yansımalar verilmiştir. İncelenen bu öneriler, araştırmacılar derse başlamadan önce öğrencilerin ön bilgilerinin yoklanıp kavram yanlışlarının belirlenmesinin önemini, ders kitaplarının ve hocaların ders notlarının öğrencilerinin zihinsel modellerini olumsuz etkileyebileceğini, sınıf içi etkinliklerde atomun tarihsel gelişimi üzerinde daha fazla durulması gerektiğini ve tarihsel gelişim anlatılırken modellerin eksikliklerine sınıfta daha fazla yer verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Mevcut Çalışmalardan İki Örnek

Ulaşılabilir alanyazınında elde edilen 28 çalışma araştırmacılar tarafından belirlenen temalara göre analiz edilmiştir. Oluşturulan temaların büyük bir kısmına açık ifadelerle yer veren iki çalışmanın sonuçları bu bölümde değerlendirilmiştir.

Zihinsel modellerin geliştirilmesi açısından kimya eğitimine öneriler sunan bir çalışma olan Baybars ve Küçüközer'in çalışması (2014), fen bilgisi öğretmen adaylarının katılımıyla atom konusundaki kavramları değerlendirmiştir. Ayrıca 7E öğretim modelinin kullanıldığı ve bilim tarihinin entegre edildiği bir öğretim modeli sonucunda da öğrencilerin alternatif kavramlarındaki değişimi incelenmiştir. Çalışmada "Zihninizde canlandırdığınız atom modelini

çizerek açıklayınız.” şeklinde bir açık uçlu sorunun sorulmasının ardından mülakatlar yapılarak veri toplanmıştır. Katılımcılardaki bilimsel anlayışın var olup olmadığını saptamak için aşağıdaki şekilde kriterler açıklanmıştır:

- Açıklamada doğru şekil çizilmeli,
- “Çekirdekte proton ve nötron, çekirdek etrafında elektronlar elektron bulutu şeklinde yer alır.” ifadesi bulunmalı,
- “Çekirdekte proton ve nötron, çekirdek etrafında bulunma olasılığının en fazla olduğu yerlerde elektronlar bulunur. Elektronların yeri belirsizlik ilkesine göre tam olarak belirlenemez.” ifadesi yer almalı.

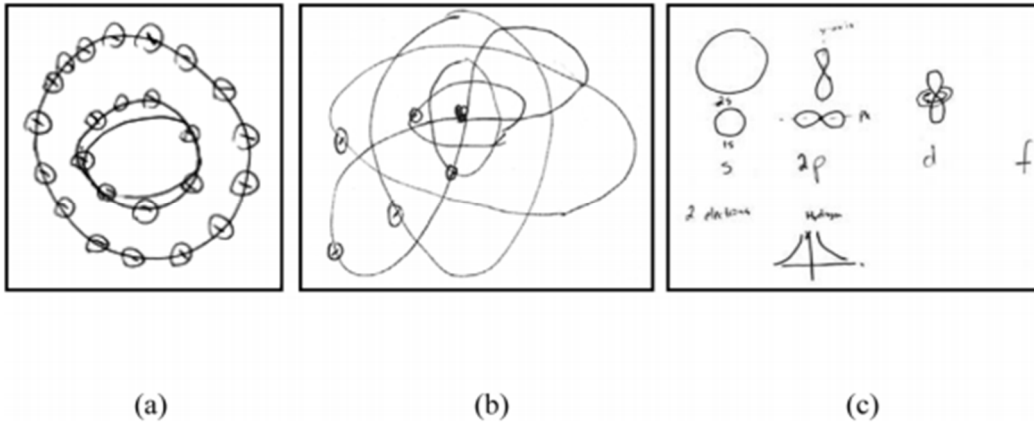
Toplanan veriler analiz edildiğinde öğretim öncesi hiçbir öğretmen adayında tam bilimsel yanıt rastlanmamıştır. Öğrencilerin çoğu kısmen bilimsel ve alternatif kavramlara sahiptir. Yaklaşık %30’u da hiçbir yanıt verememiştir. Öğretim öncesinde sahip oldukları alternatif kavramların bazıları aşağıdaki gibi listelenmiştir:

- Proton ve nötron çekirdekte, elektronlar ise çekirdek etrafında belirli yörüngelerde bulunur.
- Elektronlar çok küçük ve hızlı oldukları için yerlerini tam olarak belirtemeyiz.

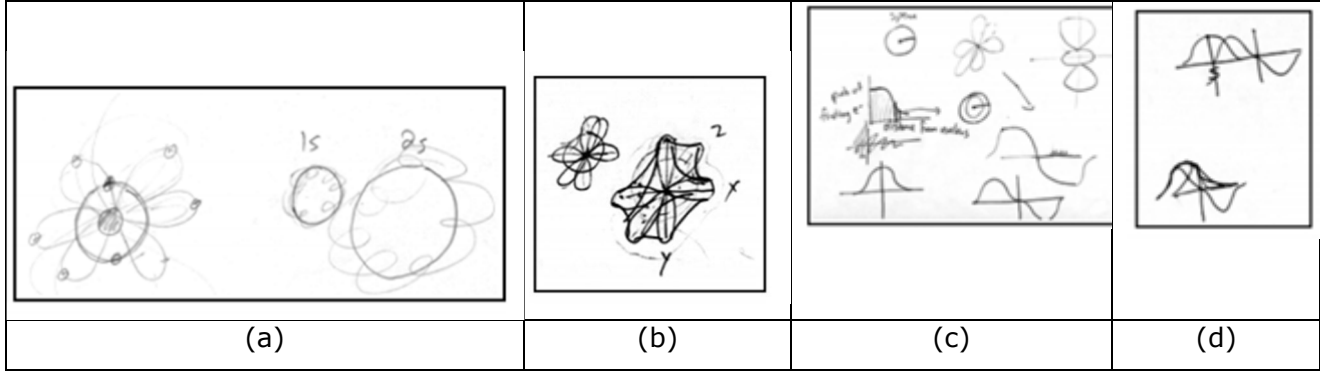
Bu çalışmada öğretmen adaylarının atom ile ilgili zihinsel modelleri çizdikleri gösterimler çerçevesinde detaylı bir kategorilendirilme yapılmamıştır. Sadece bu gösterimlerin bilimsel olmayıp alternatif kavramları yansıttığı ve Güneş Sistemi Modelinden esinlendiği yönünde bir değerlendirme yapılmıştır. Öğretim sonrasında ise birçok öğrencinin zihnindeki atom modelinin değiştiği tespit edilmiştir. Yaptıkları açıklamalarda Heisenberg belirsizlik ilkesine yer vererek çoğunluğunun Güneş Sistemi Modelini terk ettiği belirlenmiştir. Alternatif kavramlara öğretim sonrasında da sahip olan öğrenciler proton ve nötronların çekirdekte, elektronların ise çekirdek etrafında yer aldıklarını belirtmişler, elektronların yerinin tam olarak tespit edilemeyeceğini açıklamışlar, ancak bu durumu elektronların çok küçük ve çok hızlı olmasıyla ilişkilendirmişlerdir. Çalışmanın eğitime yansımaları incelendiğinde, araştırmacılar öğretmen adaylarının sahip olduğu kavram yanlışlarının öğrencilerde de oluşabileceğine dikkat çekmiş, kullandıkları 7E modelinin öğretmen adaylarının kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Uluslararası yayınlardan bir örnek olan Park ve Light (2009) çalışmalarında, atomun yapısı konusunun anlamlı bir şekilde öğrenilmesi için bazı kavramsal engellerin aşılmasının önemine

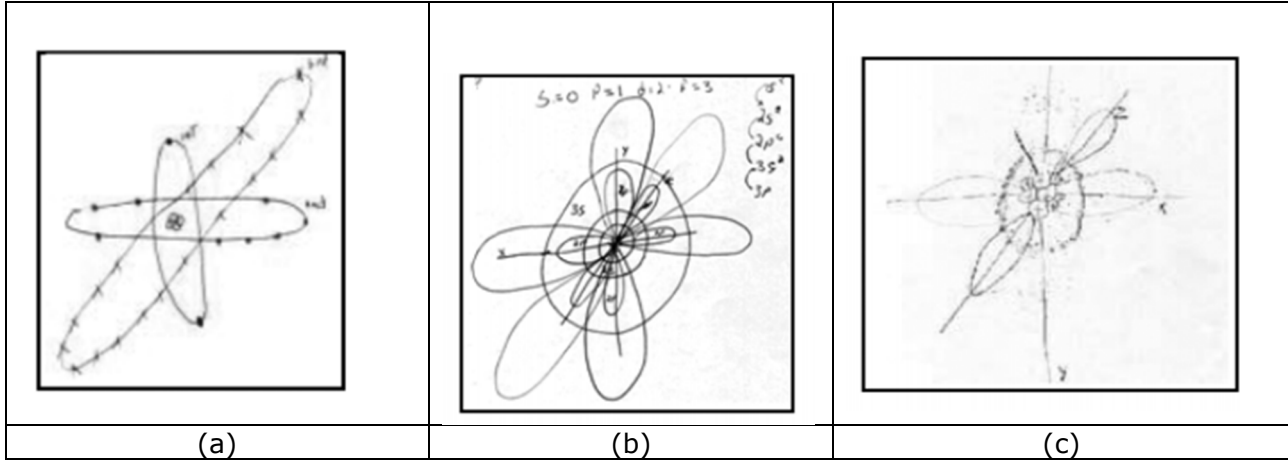
vurgu yapmışlardır. Eşik kavram olarak tanımlanan bu kavramlar ilgili alanyazınında bir anlayışın, yorumun ya da görüşün dönüştürülerek yeni bir boyut kazanmasına sebep olan kavramlar olarak tanımlanmıştır (Meyer ve Land, 2003) ve özellikle öğrencilerin bu kavramları anlamadan daha ileri konuları kavramasının güç olduğu ifade edilmiştir. Bu tanımdan yola çıkarak Park ve Light (2009), atomun yapısı konusunun diğer kimya konularını anlamada eşik kavram olup olmadığını belirlemeyi hedefleyen bir çalışma yapmışlardır. Amerika'da bir üniversitede Genel Kimya dersini alan öğrencilerden seçilen 20 öğrenciden veri toplanmıştır. 20 öğrenci arasından seçilen 3 başarılı öğrenci ile dönem başında ve dönem sonunda görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere zihinlerindeki atom modellerini çizdirmişler ve çizimlerden yola çıkarak öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modellerini belirlemişlerdir. Zihinsel modelleri belirlemek için kullanılan rubrik; ilgili ders kitabı, dersi veren öğretim üyesinin ders notları ve dersi o dönem içinde alan 633 öğrencinin ön-test ve son-test sonuçları göz önünde bulundurularak 3 uzman tarafından oluşturulmuştur. Oluşturulan rubrikte 4 model isimlendirilmiştir (Tanecik Modeli, Çekirdek Modeli, Bohr Atom Modeli ve Kuantum Modeli). Görüşme yapılan 3 öğrencinin zihinsel modelleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:



Şekil 3: Tom'un atom modeli çizimleri: (a) Ön-görüşme Bohr Atom Modeli, (b) Son-görüşme Bohr Atom Modeli, (c) Son-görüşme orbital çizimi (Park ve Light, 2009).



Şekil 4: Joshua'nın atom modeli çizimleri: (a) Ön-görüşme Kuantum Modeli, (b) Son-görüşme Kuantum Modeli, (c) ve (d) Son-görüşme orbital çizimi (Park ve Light, 2009)



Şekil 5: Zach'ın atom modeli çizimleri: (a) Ön-görüşme Bohr'un Atom Modeli, (b) ve (c) Son-görüşme Kuantum Modeli (Park ve Light, 2009)

Bu sonuçlardan yola çıkarak Park ve Light (2009), çalışmadaki 3 başarılı öğrencinin görüşmeler sırasında tekil (iki farklı modeli birbirine karıştırmadan tek bir modele sahip olmak) ve uyumlu zihinsel modellere sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca Bohr Atom Modelinin öğrencilerin kavramları oluşturma sürecinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bunların dışında yapılan görüşmeler sonucunda "olasılık" ve "enerji hesaplanması" kavramlarının atomun yapısı konusundaki eşik kavramlar olduğu gözlenmiştir. Yazarlar bu iki kavramı içselleştiren öğrencilerin atomun yapısı konusunu daha etkili bir biçimde algılayacaklarını savunmaktadırlar. Ek olarak kuantum mekaniği, spektroskopi ve bağ teorisi gibi ileri seviyedeki konuları anlamak için bu eşik kavramların önemi de vurgulanmıştır.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Atomun yapısına ait zihinsel modellerle ilgili yapılan çalışmalarda, öğrencilerin sahip oldukları zihinsel modeller ve kavram yanılgıları saptanmaya çalışılmakta ve bu kavram yanılgılarının giderilmesi için alanyazında çeşitli yöntemler sunulmaktadır. Özellikle araştırmaların gerçekleştiği yıl aralığına bakıldığında araştırmacılar yirmi yılı aşkın süredir benzer kavram yanılgılarını sistematik bir biçimde tanılayıp sonuçlarını paylaşmaktadırlar. Öte yandan derslerde Modern Atom Teorisi gösterilmesine rağmen, bu durum çok az öğrencinin zihinsel modellerine yansımaktadır. Ek olarak zihinsel modelleri sınıflandırma hususunda ortak bir dil kullanılmamaktadır. Ortak bir dilin olmaması, veri toplama araçlarının çeşitli olması ve bütün çizimlerin çalışmalarda verilmesinin mümkün olmaması sebebiyle de öğrencilerin zihinsel modelleri ile ilgili genel bir desen oluşturulmasını zorlaştırmaktadır.

Öğrencilerin kavramsal gelişimini belirlemek ve kavram yanılgılarını tanılamak için onların zihinsel modellerini incelemek bize gerekli ipuçlarını sağlamaktadır. Ancak mevcut çalışmalar sayıca yetersiz olduğu için atomun yapısı ile ilgili zihinsel modeller konusundaki çalışmaların yaygınlaşmasını desteklemek gerekmektedir. Çalışmaların sayısı ve kalitesi arttıkça sonuçlar daha açık ve genellenebilir olacağı için öğrencilerin kavram yanılgılarının tanınıp giderilmesi hususunda müfredatta gerekli düzenlemeler yapılması kolaylaşacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdo, K., & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particulate nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31 (6), 757-786.
- Badrian, A., Abdinejad, T., & Naseriazar, A. (2011). A cross-age study of Iranian students' various conceptions about the particulate nature of matter. *Journal of Turkish Science Education*, 8(2), 49-63.
- Bak, Z., & Ayas, A. (2008). Kimya öğrencilerinin atom kavramını anlama düzeylerinin kavram haritası yöntemiyle., 8. Uluslararası Eğitim Teknolojileri Konferansı (EICT 2008), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Baybars, M. G., & Küçüközer, H. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının "atom" kavramına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 3(4), 405-417.

- Ben-Zvi, R., Eylon, B. S., & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? J. Chem. Educ, 63(1), 64.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. Education in chemistry, 25(3), 89-92.
- Charlet Brehelin, D. (1998). Contribution à l'enseignement-apprentissage du concept d'atome au collège (Doctoral dissertation).
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). Observation. Research methods in education, 6, 396-412.
- Çökelez, A. (2012). Junior high school students' ideas about the shape and size of the atom. Research in Science Education, 42, 673-686.
- Çökelez, A. & Dumon, A. (2005). Atom and molecule: Upper secondary school students' representations in long-term memory. Chemistry Education Research and Practice, 6(3), 119-135. french Research
- Çökelez, A., & Yalçın, S. (2012). The analysis of the mental models of students in grade- 7 regarding atom concept. Elementary Education Online,11(2), 452-471.
- de Vos, W., & Verdonk, A. H. (1996). The particulate nature of matter in science education and in science. Journal of Research in Science Teaching, 33(6), 657-664.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). How to design and evaluate education (8th edt.). New York: McGram-Hill Companies. research in
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. International Journal of Science Education, 22(1), 1-11.
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. Journal of Research in Science teaching, 29(6), 611-628.
- Harrison, A. G. (1996). Conceptual change in secondary chemistry: the role of multiple analogical models of atoms and molecules. Doctoral Dissertation, Curtin University of Technology, Perth, Australia.

- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry, *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (No. 6). Harvard University Press.
- Kahraman, S., & Demir, Y. (2011). The Effects Of Computer-Based 3d Instruction Materials On Misconceptions: Atomic Structure And Orbitals. *Journal of Education Faculty*, 13(1), 173-188.
- Kıray, S. A. (2016). The pre-service science teachers' mental models for concept of atoms and learning difficulties. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(2), 147-162.
- Kurnaz, M. A., & Emen, A. Y. (2013). Mental Models Of The High School Students Related To The Contraction Of Matter. *International Journal of Educational Research and Technology*, 4(1), 1-5.
- Meyer, J., & Land, R. (2003). *Threshold concepts and troublesome knowledge: Linkages to ways of thinking and practising within the disciplines*. Edinburgh: University of Edinburgh.
- Montagna, E., Sales, A. M. S., & Medeiros, M. L. (2015). Students' misconceptions about the nature of matter and how it impairs biochemistry learning. *Revista de Ensino de Bioquímica*, 13(2), 35.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö., & Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 88-98.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Özcan, Ö. (2013). Investigation of mental models of Turkish pre-service physics students for the concept of "spin". *Eğitim Araştırmaları-Eurasian Journal of Educational Research*, 52, 21-36.
- Park, E. J. (2006). Student perception and conceptual development as represented by student mental models of atomic structure. (Unpublished Doctoral Dissertation), Ohio State Üniversitesi, Ohio.

- Park, E. J., & Light, G. (2009). Identifying atomic structure as a threshold concept: Student mental models and troublesomeness. *International Journal of Science Education*, 31(2), 233-258.
- Polat-Yaseen, Z. (2012, December). A comparison between elementary school students' mental models and visualizations in textbooks for the concept of atom. Paper presented at the Joint Australian Association for Research in Education and Asia-Pacific Educational Research Association Conference (AARE-APERA 2012) World Education Research Association (WERA) Focal Meeting, Sydney.
- Tsaparlis, G., & Papaphotis, G. (2009). High-school Students' Conceptual Difficulties and Attempts at Conceptual Change: The case of basic quantum chemical concepts. *International Journal of Science Education*, 31(7), 895-930.
- Tümay, H. (2016). Reconsidering learning difficulties and misconceptions in chemistry: emergence in chemistry and its implications for chemical education. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 229-245.
- Yıldız, H. T. (2006). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Zoller, U. (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (general and organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 1053-

EXTENDED SUMMARY

Purpose

Chemistry has been one of the difficult branches of science since it requires grasping the nature of invisible concepts (Polat-Yaseen, 2012). The most widely known concept among them can be the concept of atom. Due to being an abstract concept, students construct models in their mind to understand the structure of the atoms and this model directly influence their level of learning (Harrison & Tregaust, 1996). In this context, the present study aims to explore mental models of the high school students and university students related to the atom by examining the studies in the literature in order to portray how students perceive the structure of atoms.

Method

To understand how high school students and university students perceive the structure of atoms, research articles and theses from both global and national perspectives were documented. Content analysis was chosen to analyze those perceptions related to the atom. Moreover, some misconceptions about atom and its structure were explored via content analysis and reported.

Results

When the studies were analyzed by chronological order, the early researches related to the perceptions on atomic structures were about the misconceptions about the atoms and their atomic structures. As the literature is growing, the focal point of the studies shifted from misconceptions to mental models of the students in a way that the misconception can also be determined by analyzing the mental models of the students. Moreover, by examining mental models, researchers have also an opportunity to understand how students build their mental models as they learn something.

Studies have revealed that the most common mental model drawn by students is the Bohr atomic model. On the other hand, some studies have shown that students draw atoms as simple spheres or electrons orbiting a nucleus (Harrison & Tregaust, 1996; Griffiths, & Preston, 1992). However, in higher grade levels, the mental models become complicated (Kurnaz & Emen, 2013), even though some studies reported that simple spheres were still drawn by the higher grade students (Griffiths & Preston, 1992). In addition, even though the electron cloud model is taught within the lectures, only a few students reflect this into their model (Charlet-Brehelin, 1998). Interestingly, Cokelez and Dumon (2005) reported that students' mental models were improved by the instruction; however, as time passes, these mental models did not retain and students' mental models turned back into the initial level.

The mental model studies also detected some misconceptions as atoms can be seen under powerful microscopes (Griffiths & Preston, 1992; Harrison & Treagust, 1996; Charlet-Brehelin, 1998; Cokelez, 2012); all atoms have equal weights (Griffiths, & Preston, 1992; Harrison, & Treagust, 1996). Moreover, students have also some difficulties to differentiate atoms and molecules (Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1988; de Vos, & Verdonk, 1996).

When the classification patterns of the studies were examined, different researchers classified the mental models in their own way. In other words, they categorized the mental models

different from each other. For instance, while some researchers use analogical models (e.g. solar system model) to categorize the types of mental models, whereas some other researchers use the names that evoke the historical developments of atomic models (e.g. Rutherford's atomic models). In fact, a mental model named as Bohr atomic model in one study (Park, 2006), whereas the same mental model called solar system model in another study (Harrison, 1996) and named as Planetary Bohr model in another study (Tsapalis ve Papaphotis, 2009). These diverse categorizations make it harder to have a general sense about students' tendencies while constructing mental models.

The researches about the mental models of the students on atom and atomic structures in the accessible literature were reviewed and 16 studies were documented. These studies were published mostly after 2008. When the results were analyzed, the similar classification-related problem was observed as in the national literature. That is to say, national researchers used different names for the categorization of the mental models. In a similar manner, very few numbers of students construct mental models regarding the electron cloud model. Besides, Bohr atomic model is also most commonly drawn mental models among the others.

