



## Investigation of secondary school students' cognitive structure about the concept of atom through the drawing technique<sup>1</sup>

## Ortaokul öğrencilerinin atom kavramına ilişkin bilişsel yapılarının çizim tekniği ile incelenmesi

Özlem Eryılmaz Muştı<sup>2</sup>  
Sare Ucer<sup>3</sup>

### Abstract

In the current study, the purpose is to determine the secondary school students' cognitive structure related to the concept of atom by using the drawing technique. The study was conducted with the participation of 90 5<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> grade students in 2016-2017 school year. The students were asked two open-ended questions to illustrate the concept of atom in their minds and to explain where they have learned the information expressed in their drawings about the atom so that the atom models in their minds could be elicited. The students' responses to these questions were categorized by means of qualitative analysis and frequencies were calculated for them. At the end of the study, it was determined whether the atom models drawn by the students are false or acceptable. It was seen that the students rarely illustrated nucleus and electrons in their drawings and they usually drew spheres. Moreover, the students stated that they learned this information mostly from different textbooks or the Internet.

**Keywords:** Atom; cognitive structure; drawing technique; secondary school students.

[\(Extended English abstract is at the end of this document\)](#)

### Özet

Çocuklar, etraflarında olan olaylara karşı aşırı meraklıdır ve kavramlara kendileri kişisel anlamlar yüklemektedir. Öğrencilerin kavramları anlayabilmeleri için kavramların zihinlerine doğru bir şekilde kodlanması gerekmektedir. Bu çalışmada; ortaokul öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının çizim tekniği ile belirlenmesi amaçlanmıştır. 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde gerçekleştirilen çalışma; 5., 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim görmekte olan toplam 90 ortaokul öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öğrencilerin zihinlerindeki atom modellerini belirlemek amacıyla atom kavramı ile ilgili bir çizim yapmaları ve bu çizdikleri şekle ait bilgiyi nereden öğrendiklerini ifade edebilmeleri için iki adet açık uçlu soru sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar nitel analiz yöntemiyle kategorilere ayrılmış ve frekans değerleri elde edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çizdikleri atom modellerinin yanlış veya kabul edilebilir seviye olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin çizimlerinde nadiren çekirdek ve elektronlara yer verdiği genellikle küre şeklinde çizim yaptıkları görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin bu bilgilere genellikle farklı ders kitaplarından veya internetten öğrendiklerini ifade ettikleri tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Atom; bilişsel yapı; çizim tekniği; ortaokul öğrencileri.

<sup>1</sup> This article has been presented at TFD 33<sup>rd</sup> International Physics Congress.

<sup>2</sup> Yrd. Doç. Dr., Aksaray University, Faculty of Education, [ozlemeryilmaz@gmail.com](mailto:ozlemeryilmaz@gmail.com)

<sup>3</sup> M.Sc., Aksaray University, Institute of Science, [sareucer@gmail.com](mailto:sareucer@gmail.com)

## 1. Giriş

Kavram, bir nesnenin veya düşüncenin zihindeki soyut ve genel tasarımı olarak tanımlanmaktadır (Url-1). Kavramlar; varlıklar, olaylar, insanlar ve düşünceler benzerliklerine göre gruplandırıldığında gruplara verilen ortak adlardır (Kaptan & Korkmaz, 2001, s.21). Çocuklar, etraflarında olan olaylara karşı aşırı meraklıdırlar ve kavramlara kendileri kişisel anlamlar yüklemektedir.

Öğrenme, öğrenciler ezbere değil kavramsal anlama gerçekleştirdiklerinde başarıyla gerçekleşmiş olur (Özden, 2003). Öğrenciler, bir kavramı anlamlı öğrenirken bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme alt basamaklarının sırayla gelişmesi beklenir (Ayvacı & Devocioğlu, 2008). Her bir kavramın anlamlı öğrenme basamaklarında başarıyla gelişmesi bir sonra öğrenilecek olan alternatif kavramlarında da temelini oluşturmaktadır (Çiftçi & Çökelez, 2012). Kavram öğrenme bütün öğrenmelerin temelini oluşturan bir anahtardır (Ülgen, 2001). Bu sebeple fen eğitiminde kavram öğrenme önemli bir yer tutmaktadır.

Bireyler kavramları adlandırdığında, zihinlerinde oluşan resimler, o kavramın imajıdır (Atasoy, 2004). Bireyler çevrelerindeki olay ve olguları anlayarak tasvir ederler ve zihinsel modeller geliştirirler. Her zihinsel model, bilginin temsilidir, dolaylıdır, kişiseldir ve bilimsel değildir (Yüce, 2013). Öğrenciler bir kavramı anlayıp, özümseyebilirlerse o kavram ile ilgili doğru zihinsel modeller geliştirebilirler. Öğrencilerin kavramları anlayabilmeleri için kavramların zihinlerine doğru bir şekilde kodlanması gerekmektedir. Literatür incelendiğinde atom kavramı ile ilgili öğrencilerin zihinsel modellerini inceleyen bir çok çalışma yapıldığı görülmektedir (Harrison & Treagust, 1996; Yıldız, 2006; Akyol, 2009; Yalçın, 2011; Çökelez A., 2012; Çökelez & Yalçın, 2012; Karagöz & Sağlam Arslan, 2012; Yaseen & Akaygün, 2016). Harrison & Treagust, (1996) çalışmalarında birçok öğrencinin atomu büyük bir çember içinde küçük daire olarak gösterdiklerini tespit etmişlerdir. İlköğretim öğrencilerinin büyük çoğunluğunun zihnindeki atom modelinin “güneş sistemi modeli” olduğunu belirlemiştir (Yalçın, 2011; Karagöz & Sağlam Arslan, 2012). Akyol, (2009) çalışmasının sonucunda Fen alanında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin büyük çoğunluğunun Rutherford atom modeline benzer çizimler yaptıklarını gözlemiştir. Başka bir çalışmada öğretim öncesinde öğrencilerin çoğunluğunun atomu berk küreler şeklinde düşündüğü öğretim sonrasında ise öğrencilerin zihinlerinde beliren atom modelinin Bohr Atom Modeli olduğu görülmüştür (Çökelez & Yalçın, 2012; Yaseen & Akaygün, 2016). Baybars & Küçüközer, (2014) çalışmalarında öğretim öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının güneş sistemine benzer ifadeler ve çizimler kullandıklarını, öğretim sonrasında ise elektron bulutu modeline benzer ifade ve çizimler kullandıklarını belirlemişlerdir. Özgür & Bostan, (2007) İlköğretim öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili kavram yanlışlarını inceledikleri çalışmalarında öğrencilerin çizdikleri atom modellerinin çoğunlukla Bohr ve Rutherford atom modelleri olduklarını tespit etmişlerdir. Ortaokul öğrencileriyle yapılan diğer bir çalışmada öğrencilerin zihinlerindeki atom modellerini çizerken yuvarlak şekilde ya da çekirdek ile yörüngelerden oluşan bir model çizdikleri belirlenmiştir (Ormancı & Balım, 2014). Yirmi yılı aşkın bir süredir atomun yapısına ait zihinsel modelleri içeren çalışmalar yapılmakta ve araştırmacılar bu konu hakkındaki kavram yanlışlarının düzeltilmesi konusunda öneriler sunmaktadır (Demirci, Yılmaz, & Şahin, 2016). Öğrencilerin zihinlerindeki kavramların imajlarını belirlenmenin en kolay yollarından biri zihinlerindeki kavramları resme dönüştürmektir (Yüce, 2013). Bu çalışmada da ortaokul öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinlerindeki imajların ve bilişsel yapılarının çizim tekniği ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Yöntem

### 2.1 Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma desenlerinden durum çalışması yaklaşımı kullanılmıştır. Durum çalışması; güncel bir olguyu kendi gerçek yaşam çerçevesi içinde çalışan, olgu ve içinde bulunduğu içerik arasındaki sınırların kesin hatlarıyla belirgin olmadığı ve birden fazla kanıt veya veri kaynağının mevcut olduğu durumlarda kullanılan bir araştırma yöntemidir (Yıldırım & Şimşek, 2016, s.289).

## 2.2 Örneklem

Araştırma, 2016-2017 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde 5., 6., 7. ve 8. sınıfta öğrenim görmekte olan toplam 90, ortaokul öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 5. sınıftan 16, 6. sınıftan 27, 7. sınıftan 22, 8. sınıftan 25 öğrencisi olmak üzere toplam 90 ortaokul öğrencisi katılmıştır. Çalışmada uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örnekleme zaman ve işgücü açısından oluşan sınırlılıklar nedeniyle örneklemin kolay uygulama yapılabilecek birimden seçilmesidir (Büyüköztürk vd., 2008, s.90).

## 2.3 Verilerin Toplanması

Araştırmada öğrencilerin atom kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının çizim tekniği ile tespit etmek amacıyla atom kavramı ile ilgili bir çizim yapmaları ve bu çizdikleri şekle ait bilgiyi nereden öğrendiklerini ifade etmeleri için iki adet açık uçlu soru sorulmuştur.

## 2.4 Verilerin Analizi

Araştırma verilerinin analizinde öğrencilerin çizimleri nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi yöntemiyle incelenmiş, frekans ve yüzde değerleri elde edilerek sonuçlar yorumlanmıştır. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenbilir bir tekniktir (Büyüköztürk vd., 2008, s.263).

Açık uçlu sorulardan elde edilen verilerin analizinde öğrencilerin cevapları “doğru”, “kabul edilebilir”, “yanlış” ve “cevap vermeme” şeklinde 4 kategoride toplanmıştır. Oluşturulan kategoriler 2 araştırmacı ve bir fen eğitimi uzmanı tarafından incelenmiştir. Bu kategoriler;

**Doğru:** Soru ile ilgili bilimsel fikirlerin tamamını içeren cevaplar bu kategoriye yerleştirilmiştir.

**Kabul edilebilir:** Geçerli olan cevabın bir yönünü içeren, fakat bütün yönlerini içermeyen veya geçerli cevabın bazı yönleriyle birlikte bazı yanlış anlamaları içeren öğrenci cevapları bu kategoriye yerleştirilmiştir.

**Yanlış:** Sorulan soruyla ilgisi olmayan ve bilimsel değerden yoksun öğrenci cevapları bu grupta toplanmıştır.

**Cevap Vermeme:** Öğrencilerin boş bıraktıkları veya hatırlamıyorum, açıklayamıyorum, bilmiyorum şeklinde verdikleri cevaplar bu kategoriye dahil edilmiştir.

## 3. Bulgular

Bu bölümde çalışmaya katılan ortaokul öğrencilerinin açık uçlu sorulara verdikleri cevapların yer aldığı kategoriler tablolar halinde verilerek yorumlanmıştır.

Öğrencilerin “Atom denildiğinde zihninizde oluşan şekli çiziniz?” sorusuna verdikleri cevapların frekans (f) ve yüzde (%) değerleri tablo 1’ de verilmiştir.

**Tablo 1. Öğrencilerin “Atom denildiğinde zihninizde oluşan şekli çiziniz?” sorusuna verilen cevapların frekans (f) ve yüzde (%) değerleri**

Cevaplar	5. sınıf		6. sınıf		7. sınıf		8. sınıf	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Doğru	0	0	0	0	0	0	0	0
Kabul edilebilir	2	13	0	0	3	14	4	16
Yanlış	13	81	27	100	18	82	21	84
Cevap Vermeme	1	6	0	0	1	4	0	0
Toplam	16	100	27	100	22	100	25	100

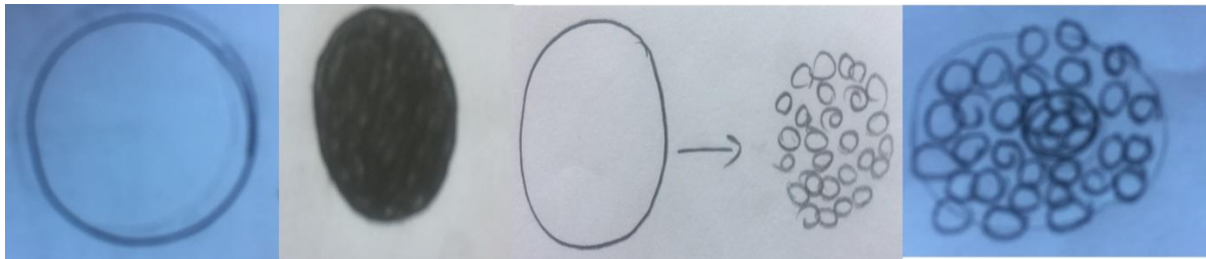
Tablo 1 incelendiğinde “Atom denildiğinde zihninizde oluşan şekli çiziniz?” sorusuna 5., 6., 7.ve 8. sınıf öğrencilerinin doğru çizimler yapamadıkları görülmektedir. Öğrenci çizimleri incelendiğinde 5. sınıf öğrencilerin %13, 7. sınıf öğrencilerin %14 ve 8. sınıf öğrencilerinin %16 oranında kabul edilebilir çizimler yaptıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin sıklıkla yanlış çizimler yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca 5. ve 7. sınıftan toplam 2 öğrencinin bu soruya cevap vermediği tespit edilmiştir.

Öğrencilerin “Atom denildiğinde zihninizde oluşan şekli çiziniz?” sorusuna verdikleri yanlış ve kabul edilebilir cevaplar tablo 2’ de verilmiştir.

**Tablo 2. Öğrencilerin “atom denildiğinde zihninizde oluşan şekli çiziniz?” sorusuna verdikleri yanlış ve kabul edilebilir cevapların frekans değerleri**

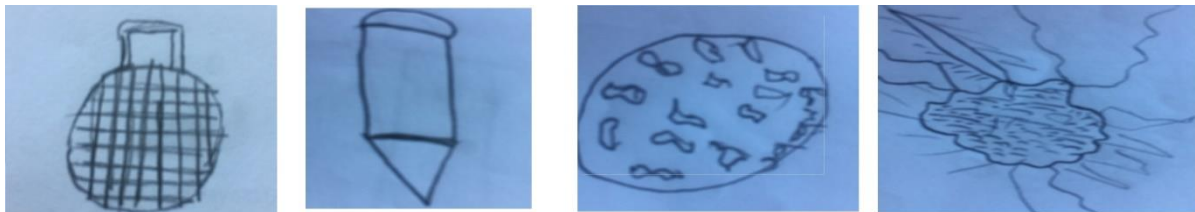
Kategoriler			5. sınıf	6. sınıf	7. sınıf	8. sınıf
Kabul Edilebilir	Çekirdek	Yörüngesinde Elektronlar	2	0	3	4
		İçi Dolu	1	2	1	4
Yanlış	Küre	Çekirdek ve Parçacıklarla Dolu	1	0	0	0
		İçi Parçacıklarla Dolu	4	1	1	3
		İçi Bomba dolu	1	2	1	0
		İçi Boş	0	3	5	3
	Çekirdek	Etrafında Boş Yörüngeler	0	0	3	3
	Yörüngeler		0	0	0	2
	Bomba		0	4	0	0
	Bomba Fırlatıcısı		0	4	0	0
	Nokta		0	0	3	0
	Mermi		0	8	0	0
İlgisiz		6	3	4	5	
Bilmiyorum		1	0	1	0	
Toplam		16	27	22	25	

Tablo 2 incelendiğinde yanlış cevap veren ortaokul öğrencilerinin zihinlerindeki atom şeklinin sıklıkla küre şeklinde olduğu ve bu küreyi içi parçacıklarla dolu, içi bomba dolu, içi dolu veya içi boş şekilde çizdikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu çizimler ile ilgili örnekler şekil 1’de verilmektedir.



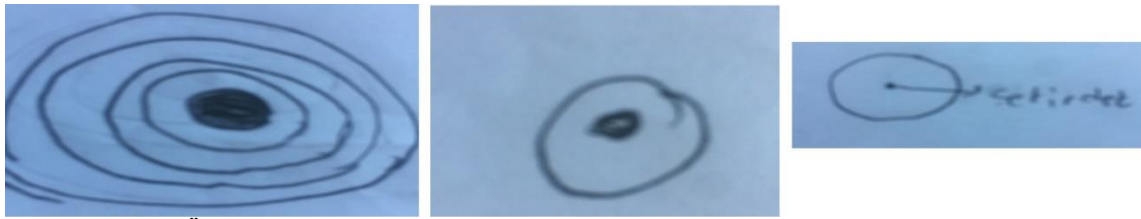
**Şekil 1- Öğrencilerin atom ile ilgili küre şeklindeki çizimlerine örnekler**

Bazı öğrenciler ise yörünge, mermi, bomba, bomba fırlatıcısı, nokta ve ilgisiz şekiller çizmişlerdir. 5. sınıf öğrencilerinin genellikle küre ve ilgisiz şekiller çizdikleri, 6. sınıf öğrencilerinin ise bomba, mermi gibi patlayıcı maddeler çizdikleri görülmektedir. Bu çizimlerden bazı örnekler şekil 2’de görülmektedir.



**Şekil 2- Öğrencilerin atom ile ilgili bomba-patlayıcı madde çizimlerinden örnekleri**

7. ve 8. sınıftaki bazı öğrencilerin çekirdek ve etrafına boş yörüngeler ya da sadece yörüngeler çizdikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin cevapları ile ilgili örnek çizimler Şekil-3'de verilmiştir.



Şekil 3- Öğrencilerin atom ile ilgili çekirdek ve çevresinde boş yörüngeler çizimlerine örnekler

Öğrencilerin kabul edilebilir cevapları incelendiğinde 5. sınıfta 1, 7. sınıfta 3 ve 8. sınıfta 4 öğrencinin çekirdek etrafında yörünge ve yörünge üzerinde elektronların bulunduğunu belirten şekiller çizdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu çizimlerine ait örnekler Şekil 4'te verilmektedir. Ayrıca 5. ve 7. sınıflardan toplam 2 öğrencinin bu soruya bilmiyorum cevabını verdikleri görülmektedir.



Şekil 4- Öğrencilerin atom ile ilgili çizimlerinden kabul edilebilir cevaplara örnekler

Tablo 3: Öğrencilerin “atom denildiğinde zihninizde oluşan şekli çiziniz?” sorusuna verdiğiniz cevabı hangi kaynaktan öğrendiğinizi açıklayınız.” sorusuna verdikleri cevapların frekans (f) değerleri

Öğrenci cevapları		frekans (f)			
		5. sınıf	6. sınıf	7. sınıf	8. sınıf
Kitap	Popüler bilim kitabı	3	0	3	0
	Fen bilimleri ders kitabı	1	1	2	14
	Türkçe ders kitabı	0	3	0	0
	Sosyal Bilgiler kitabı	0	3	0	0
	Test kitabı	2	0	0	2
Derste	Fen bilimleri öğretmeni	0	0	0	3
	İlkokul öğretmeni	0	2	0	0
	Türkçe Öğretmeni	0	3	0	0
İnternet		0	1	1	0
Medya (Gazete-tv-film-belgesel)		3	6	1	0
Arkadaş- Aile		1	0	4	0
Kendim		5	7	7	3
Bilmiyorum		4	1	3	3
Gördüm		1	0	0	0

Tablo 3 incelendiğinde 5. sınıf öğrencilerinin 5'inin soruya verdikleri cevabı kendi düşüncesi olarak belirttiği, 4'ünün ise cevaplarının kaynağını bilmediği görülmektedir. Diğer öğrencilerin ise cevaplarını genellikle kitaplar, medya ve aile-arkadaşlarından öğrendiğini ifade ettiği belirlenmiştir. Bu kitaplar arasında test kitapları, fen bilimleri ders kitabı ve popüler bilim kitapları yer almaktadır.

6. sınıf öğrencileri atom kavramı ile ilgili yaptıkları çizimi öğrendikleri kaynağı sıklıkla Türkçe ders kitabı, sosyal bilgiler kitabı, Türkçe öğretmeni, ilkökul öğretmeni, medya ve internet şeklinde ifade etmişlerdir. Ayrıca 7 öğrencinin soruya verdikleri cevabı kendi düşüncesi olarak belirttikleri görülmektedir. 7. sınıf öğrencileri sorunun cevabını fen bilimleri ders kitabından, popüler bilim



kitabından, arkadaş-aile bireylerinden öğrendiklerini ifade etmişlerdir. 7 öğrencinin soruya verdikleri cevabı kendi düşüncesi olarak belirttikleri, 3 öğrencinin de cevabın kaynağını belirtmediği görülmektedir. 8. sınıf öğrencilerinin ise sıklıkla cevaplarını fen bilimleri ders kitabından kitabı ve fen bilimleri öğretmenlerinden öğrendikleri görülmektedir. 3 öğrencinin soruya verdikleri cevabı kendi düşüncesi olarak belirttikleri, 3 öğrencinin de cevabın kaynağını belirtmediği görülmektedir.

#### 4. Tartışma

Ortaokul öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının çizim tekniği ile belirlemek amacıyla yapılan araştırma sonucuna göre ortaokul öğrencilerinin zihinlerinde atom ile ilgili doğru imajlar olmadığı ve doğru çizimler yapamadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğunun genellikle yanlış cevaplar verdiği, 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin bazılarının ise sınırlı sayıda kabul edilebilir cevaplar verdiği görülmüştür. Öğrenci çizimleri incelendiğinde 5. sınıf öğrencilerinin bir kısmının atomu içi farklı maddelerle dolu küre bir kısmının ise bilimsel bilgiler ile uyuşmayan cevaplar verdiği ve bu cevapların genellikle kendi fikirleri ya da aile-arkadaş ortamlarından edindikleri görülmektedir. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin yanlış çizimleri incelendiğinde öğrencilerin “küre” şeklinde çizimler yaptığı ve içinin dolu olduğunu gösterdikleri ya da sadece çekirdek ve etrafında boş yörüngeler çizdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu imajlara kaynak olarak ise kendi fikirlerinin yanı sıra aile-arkadaş ve çeşitli kitapları kaynak göstermişlerdir. Bu sonuç öğrencilerin atomun yapısını zihinlerinde doğru bir şekilde yapılandırmadıklarının bir göstergesidir. Öğrencilerin çizimlerinden küre şeklinde çizimler yapan öğrencilerin atomu top veya küre şeklinde ifade eden Dalton Atom modelin veya ders kitaplarında üzümlü kek olarak sıkça yer alan Thomson atom modelinin etkisi altında kaldıkları söylenebilir. Bu durum literatürdeki diğer çalışmalar ile de uyum içerisindedir. Griffiths & Preston (1992), Tezcan & Salmaz (2005), Çökelez & Yalçın (2012) ve Karagöz & Sağlam Arslan (2012)’ çalışmalarında öğrencilerin atomu genellikle berk küreler şeklinde ifade ettikleri sonuçlarına ulaşmışlardır. Çekirdek ve boş yörüngeler çizen öğrencilerin ise merkezinde çekirdek olan ve ders kitaplarında sıkça yer alan Rutherford atom modeli gösterimlerinden etkilendikleri görülmüştür. Yaseen & Akaygün (2016) çalışmalarında öğrencilerin ders kitaplarında Dalton ve Bohr Atom modellerinin sıklıkla resmedildiğini ifade etmişlerdir. Bu durumun çalışma sonucuna da yansıdığı söylenebilir.

6. sınıf öğrencilerinin yanlış cevaplarına bakıldığında öğrencilerin sıklıkla bomba, bomba fırlatıcısı ve mermi gibi patlayıcı şekiller çizdikleri ve bu bilgileri Türkçe, sosyal bilgiler kitabı, Türkçe öğretmeni veya ilkökul öğretmeni gibi farklı disiplinlerdeki derslerde öğrendikleri belirlenmiştir. Bu sonuç farklı disiplinlerle ilgili derslerde geçen atom ile ilgili kavramının öğrencilerin zihinlerindeki atom imajını değiştirdiğini göstermektedir.

Öğrencilerin kabul edilebilir cevaplarda nötron ve proton içeren bir çekirdek ve etrafında yörüngede elektronların olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç öğrencilerin ders kitaplarındaki Bohr Atom modeli çizimlerinden etkilendikleri ve elektronun çekirdek etrafında bulunma ihtimali ile ilgili yanlış anlamalara sahip olduğu şeklinde ifade edilebilir. Bu sonuç Nakiboğlu & Karakoç (2002), Tsapalis & Papaphotis, (2009), Çökelez A. (2012), Özgür & Bostan (2007) ve Ormancı & Balım (2014)’ ün bireylerin zihinsel modellerinin Bohr Atom Modeline benzer yapıda olduğunu belirledikleri çalışmalarla da uyum içerisindedir. Benzer şekilde Harrison & Treagust, (1996) ve Karagöz & Sağlam Arslan, (2012)’in çalışmalarında öğrencilerin elektronun konumu ile ilgili yanlış anlamalara sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

#### 5. Sonuç

Öğrencilerin günlük hayatta kullandıkları ve ön öğrenmeleri olan kavramlar ile doğru veya yanlış kavramaların tespit edilmesi ve öğrenilen kavramın nereden öğrenildiğinin belirlenmesi anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi açısından önemlidir. Bu sebeple öğrencilerin kavramlar ile ilgili zihinlerinde oluşturdukları yanlış imajların tespit edilip düzeltilmesi ve doğru bilginin doğru kaynaklardan aktarılması öğrenci başarısını da olumlu etkileyecektir. Bu çalışma ortaokul öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili bilişsel yapılarının çizim tekniği kullanarak tespit etmek

amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında ortaokul öğrencilerinin atom kavramı doğru bir şekilde resmedemedikleri ve zihinlerindeki atom imajının genellikle yanlış kavramlarla ilişkilendirdikleri görülmektedir. Bu durum öğrencilerin atomun yapısını doğru bir şekilde anlamadığının ve konuyu öğrenemediğinin bir göstergesidir. Öğrencilerin bu imajları farklı kaynaklardan öğrendiklerini ifade ettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin günlük hayatta öğrendikleri yanlış kavramlar ile geldikleri ve bunların değiştirilmesinin oldukça güç olduğu ve bu zorluğun öğrenme sürecine yansıdığı bir kez daha görülmüştür. Araştırma sonucunda farklı derslerde kullanılan fen kavramlarının öğrencilerin zihninde yanlış imajlar oluşmasına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ders kitaplarında yer alan görsellerin doğru kullanılmaması da öğrencilerin kavramlar ile ilgili doğru imaj oluşturmaları için bir etkidir. Bu bağlamda ders kitaplarında yer alan model, resim ve benzetmelerin öğrencilerin günlük hayattan kazandıkları yanlış kavramları giderecek şekilde hazırlanması, uzman kişiler tarafından incelenmesi ve simülasyon, animasyon vb. üç boyutlu uygulamaların kullanılması önerilmektedir. Ayrıca öğretmenlere modelleme, kavram öğretimi, kavram geliştirme ve kavram yanlışları konusunda hizmet içi eğitimler verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Akyol, D. (2009). *Fen alanlarında öğrencim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Atasoy, B. (2004). *Fen Öğretimi ve Öğrenimi*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Ayvacı, H. Ş., & Devecioğlu, Y. (2008). İlköğretim öğrencilerinin fizik kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirme düzeyleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(24), 69-79.
- Baybars, M., & Küçüközer, H. (2014). Fen bilgisi öğretmen adaylarının "atom" kavramına ilişkin kavramsal anlama düzeyleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 405-417.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (21. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Çiftçi, S., & Çökelez, A. (27.06.2012- 30.06.2012). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin "görüntü kavramı" ile ilgili kavramsal öğrenmelerinin incelenmesi, *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 27.06.2012 - 30.06.2012. Niğde, Türkiye.
- Çökelez, A. (2012). Junior high school students' ideas about the shape and size of the atom. *Research in Science Education*, 42, 673-686. <http://doi.org/10.1007/s11165-011-9223-8>
- Çökelez, A., & Yalçın, S. (2012). İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Kavramı ile İlgili Zihinsel Modellerinin İncelenmesi. *Elementary Education Online*, 2(11), 452-471.
- Demirci, S., Yılmaz, A., & Şahin, E. (2016). Lise ve Üniversite Öğrencilerinin Atomun Yapısı ile İlgili Zihinsel Modellerine Genel Bir Bakış. *Journal Of The Turkish Chemical Society Chemical Education*, 87-106.
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 Student's Misconceptions Relating Fundamental Characteristics of atom and molecules. *Journal of Research in Science Education*, 22(1), 1-11. <http://doi.org/10.1002/tea.3660290609>
- 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. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199609\)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F](http://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199609)80:5<509::AID-SCE2>3.0.CO;2-F)
- Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001) *İlköğretimde Fen Bilgisi Öğretimi. İlköğretimde Etkili Öğretme ve Öğrenme Öğretmen El Kitabı. Modül 7*. T.C MEB Projeler Koordinasyon Merkezi Başkanlığı. Ankara.
- Karagöz, Ö., & Sağlam Arslan, A. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(1), 132-142.
- Nakiboğlu, C., & Karakoç, Ö. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(2), 88-98.

- Ormancı, Ü., & Balım, A. G. (2014). Ortaokul Öğrencilerinin Madde Konusuna Yönelik Fikirleri; Çizim Yöntemi. *İlköğretim Online*, 827-846.
- Özgür, S., & Bostan, A. (2007). Atom Kavramının Epistemolojik Analizi ve Öğrencilerin Konu İle İlgili Kavram Yanılgılarının Karşılaştırılması. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 214-231.
- Tezcan, H., & Salmaz, Ç. (2005). Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramların giderilmesinde bütünleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.
- Tsaparlis, G., & Papaphotis, G. (2009). High-school students' conceptual difficulties and attempts at conceptual changes: The case of basic quantum chemical concepts. *International Journal of Science Education*, 31(7), 895-930.
- Url-1: [www.tdk.gov.tr](http://www.tdk.gov.tr). Adresinden alınmıştır. Erişim tarihi: 05.07.2017
- Ülgen, G. (2001). *Kavram Geliştirme*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Yalçın, S. (2011). *İlköğretim 7. Sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modelleri*. Yüksek lisans tezi. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yaseen, Z., & Akaygün, S. (2016). Lise Öğrencilerinin Atom İle ilgili zihinsel modellerinin ders kitaplarındaki görsellerle karşılaştırılması. *Mehmet Akif Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (40), 469-490.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, H. T. (2006). *İlköğretim ve Ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri*. Yüksek lisans tezi. Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yüce, G. (2013). *Kimya Öğretmen Adaylarının kimyasal reaksiyonlar konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

### **Extended English Summary**

Concept is defined as an abstract and a general design of an object or a thought in the mind (Url-1). Concepts are the common names given to entities, events, humans and thoughts when they are grouped on the basis of their similarities (Kaptan, 1999). Children are highly curious about the events happening around them, and they assign their own personal meanings to concepts. Learning occurs successfully when students realize conceptual understanding rather than memorization (Özden, 2003). While students are learning a concept meaningfully, the sub-stages of knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis and evaluation are expected to develop sequentially (Ayvacı & Devecioğlu, 2008). Successful development of each concept at the stages of meaningful learning lies the ground for the alternative concepts to be learned later (Çiftçi & Çökelez, 2012). Concept learning is the key to all learning (Ülgen, 2001). Therefore, concept learning has a significant place in science education.

The pictures occurring in the minds of individuals when they name concepts are the images of these concepts (Atasoy, 2004). Individuals describe events and phenomena in their environments by understanding and developing mental models. Every mental model is a representation of knowledge, which is indirect, personal and not scientific (Yüce, 2013). If students can understand and internalize a concept, they can develop the correct mental models for that concept. For students to understand concepts, they need to correctly code them in their minds. When the relevant literature is reviewed, it is seen that there is a large amount of research focusing on the investigation of students' mental models about the concept of atom (Harrison & Treagust, 1996; Yıldız, 2006; Akyol, 2009; Yalçın, 2011; Çökelez A., 2012; Çökelez & Yalçın, 2012; Karagöz & Sağlam Arslan, 2012; Yaseen & Akaygün, 2016). In their study, Harrison & Treagust, (1996) reported that many students drew atom as a small sphere within a larger circle. It was also found that the atomic model in the minds of most elementary school students is "the solar system model" (Yalçın, 2011; Karagöz & Sağlam Arslan, 2012). As a result of the study by Akyol (2009), it was revealed that high majority of the university students produced the drawings of atom similar to the



Rutherford atomic model. In another study, while majority of the students were found to be thinking of atom as berk spheres prior to the instruction, then following the instruction, the atomic model emerging in their minds were found to be the Bohr Atomic Model (Çökelez & Yalçın, 2012; Yaseen & Akaygün, 2016 ). Baybars & Küçüközer(2014) found that while the pre-service science teachers produced drawings similar to the solar system prior to the instruction, following the instruction, they started to produce drawings more similar to the electron cloud atomic model. Özgür & Bostan, (2007) investigated the elementary school students' misconceptions related to the concept of atom and found that the atomic models drew by the students are mostly the Bohr and Rutherford atomic models. For more than twenty years, research focusing on the mental models of the structure of atom has been conducted and many suggestions have been made to correct misconceptions related to the structure of atom (Demirci, Yılmaz, & Şahin, 2016). One of the easiest ways to determine the images of concepts in students' minds is to transform them into paintings (Yüce, 2013). In this regard, the purpose of the current study is to determine the secondary school students' cognitive structures about the concept of atom through the drawing technique.

### **Method**

The current study employed the case study approach, one of the qualitative research designs. The case study is a research method used to explore an up-to-date phenomenon in its natural environment where the border between the phenomenon and the context surrounding it is not clear and there are more than one evidence or data source (Yıldırım & Şimşek, 2016).

### **Sampling**

The study was conducted with the participation of ninety 5<sup>th</sup>, 6<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> grade secondary school students in the spring term of 2016-2017 school year. Of the participating students, 16 are fifth graders, 27 are sixth graders, 22 are seventh graders and 25 are eighth graders. The study employed the convenience sampling method. The convenience sampling refers to the selection of the sampling from the unit where application can be easily conducted due to time and labor-induced limitations (Büyüköztürk vd., 2016).

### **Data Collection**

The students were asked two open-ended questions to produce drawings about the concept of atom and to explain where they have obtained the information leading them to produce their drawings.

### **Data Analysis**

In the analysis of the collected data, content analysis was employed; thus, percentages and frequencies were calculated and then they were interpreted. Content analysis is a systematic, repeatable technique in which certain words of a text are summarized by smaller content categories with a certain rule-based coding (Büyüköztürk vd., 2016).

In the analysis of the students' responses to the open-ended questions, the responses were grouped under four categories as "correct", "acceptable", "false" and "no response". The categories formed were examined by two researchers and science education specialist. These categories are as follows;

**Correct:** Responses including all the scientific ideas related to the question are collected in this category.

**Acceptable:** Responses including some but not all the aspects of the correct answer or including some false understanding as well as some correct understanding are grouped in this category.

**False:** Irrelevant responses or responses having no scientific value are grouped in this category.

**No response:** If students do not give any response or give a response such as "I do not remember", "I cannot explain" or "I do not know", then they are included in this group.

## Findings

In this section, the categories including the secondary school students' responses to the open-ended questions are presented in tables and then interpreted.

The frequencies (f) and percentages (%) of the responses given to the question "Can you draw the picture of the image that comes to your mind when you hear the word *atom*?" by students are given in Table 1.

**Table 1. Frequencies (f) and percentages (%) of the responses given to the question "Can you draw the picture of the image that comes to your mind when you hear the word *atom*?"**

Responses	5 <sup>th</sup> grade		6 <sup>th</sup> grade		7 <sup>th</sup> grade		8 <sup>th</sup> grade	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Correct</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Acceptable</b>	2	13	0	0	3	14	4	16
<b>False</b>	13	81	27	100	18	82	21	84
<b>No response</b>	1	6	0	0	1	4	0	0
<b>Total</b>	16	100	27	100	22	100	25	100

As can be seen in Table 1, the drawings of the students to depict the image of atom in their minds are mostly false. Only 13% of the 5<sup>th</sup> graders, 14% of the 7<sup>th</sup> graders and 16% of the 8<sup>th</sup> graders were able to produce acceptable drawings. Most of the students produced false drawings and a total of 2 students from 5<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> grades did not give any response to this question.

The false and acceptable responses of the students given to the question "Can you draw the picture of the image that comes to your mind when you hear the word *atom*?" are given in Table 2.

**Table 2. Students' false and acceptable responses to the question "Can you draw the picture of the image that comes to your mind when you hear the word *atom*?"**

			5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>	7 <sup>th</sup>	8 <sup>th</sup>
<b>Acceptable</b>	<b>Nucleus</b>	<b>Electrons at its orbit</b>	2	0	3	4
		<b>It is full</b>	1	2	1	4
<b>False</b>	<b>Sphere</b>	<b>It is full of nuclei and particles</b>	1	0	0	0
		<b>It is full of particles</b>	4	1	1	3
		<b>It is full of bombs</b>	1	2	1	0
		<b>It is empty</b>	0	3	5	3
		<b>Nucleus</b>	0	0	3	3
	<b>Orbits</b>	0	0	0	2	
	<b>Bomb</b>	0	4	0	0	
	<b>Grenade thrower</b>	0	4	0	0	
	<b>Dot</b>	0	0	3	0	
	<b>Bullet</b>	0	8	0	0	
<b>Irrelevant</b>	6	3	4	5		
<b>Don't know</b>			1	0	1	00
<b>Total</b>			16	27	22	25

When Table 2 is examined, it is seen that the image of atom in the minds of the students giving false answers is mostly in the form of a sphere and this sphere is depicted as full of particles, full of bombs, full or empty. Some students drew orbit, bullet, grenade thrower, dot or produced irrelevant drawings. While the fifth grade students mostly drew a sphere or produced irrelevant drawings, the sixth grade students drew explosives such as bomb and bullet. Some seventh and eighth graders; on the other hand, drew nucleus and empty orbits around it or only orbits. When

the students' acceptable responses are examined, it is seen that one 5<sup>th</sup> grader, three 7<sup>th</sup> graders and four 8<sup>th</sup> graders produced drawings showing orbits around the nucleus and electrons on the orbit. A total of 2 students from 5<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> grades gave the answer "I do not know".

**Table 3: Frequencies (f) of the students' responses to the question "Can you explain where you have obtained the information leading you to produce your drawing?"**

		5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>	7 <sup>th</sup>	8 <sup>th</sup>
<b>Book</b>	<b>Popular science book</b>	3	0	3	0
	<b>Science textbook</b>	1	1	2	14
	<b>Turkish textbook</b>	0	3	0	0
	<b>Social studies textbook</b>	0	3	0	0
	<b>Test book</b>	2	0	0	2
<b>In the class</b>	<b>Science teacher</b>	0	0	0	3
	<b>Elementary school teacher</b>	0	2	0	0
	<b>Turkish teacher</b>	0	3	0	0
<b>Internet</b>		0	1	1	0
<b>Media (Newspaper-TV-Film-Documentary)</b>		3	6	1	0
<b>Friend- Family</b>		1	0	4	0
<b>Myself</b>		5	7	7	3
<b>I do not know</b>		4	1	3	3
<b>I saw</b>		1	0	0	0

When Table 3 is examined, it is seen that 5 fifth grade students stated that their responses to this question are a result of their own thinking and four of them do not know the source of the information. Other students' responses show that in general they have learned from books, media and family-friends. These books include test books, science textbooks and popular science books. The most popular sources mentioned by the 6<sup>th</sup> graders as the source of their knowledge are Turkish textbook, social studies textbook, Turkish teacher, elementary school teacher, media and internet. Moreover, 7 students stated that their responses to this question are the result of their own thinking.

The sources mentioned by the 7<sup>th</sup> graders are science textbook, popular science books, friends-family members. Seven 7<sup>th</sup> graders stated that their responses are a result of their own thinking and 3 of them did not mention the source of their knowledge.

The sources frequently mentioned by the 8<sup>th</sup> graders as the source of their knowledge are science textbooks and science teachers. Three of the 8<sup>th</sup> graders pointed to their own thinking as the source of their responses and three students did not state any source for their responses.

## Discussion

The findings of the current study conducted to determine the secondary school students' cognitive structures about the concept of atom revealed that most of the secondary school students did not have correct images of atom in their minds and did not produce correct drawings. In general they provided false answers and the 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> grade students gave a limited number of acceptable responses. When the drawings of the 5<sup>th</sup> grade students were examined, it was found that while some of them are of the opinion that atom is a kind of sphere filled with different materials, some others provided responses not complying with scientific views and this false information is generally of their own production or has been learned from friends or family members. When the false drawings of the 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup> graders were examined, it was found that they generally produced drawings of a sphere as filled with materials and they only drew a nucleus with

empty orbits around. The students showed their own ideas, family members and friends and various books as the source of these images. This is an indication that the students have not accurately constructed the structure of atom in their minds. Thus it can be argued that the students depicting atom as a sphere in their drawings have been affected by Dalton illustrating atom as a ball or a sphere and by the Thomson atomic model frequently included in textbooks as the raisin pie. These findings concur with those reported by some studies in the literature (Griffiths & Preston, 1992; Tezcan & Salmaz, 2005; Çökelez & Yalçın, 2012; Karagöz & Sağlam Arslan, 2012) stating that students mostly illustrate atom as a sphere. Moreover, Yaseen & Akaygün (2016) reported that in student textbooks the Dalton and Bohr Atomic models are frequently illustrated. This is believed to have affected the results of the current study.

When the false responses of the 6<sup>th</sup> graders were examined, it was found that the students mostly drew explosives in their drawings such as bomb, grenade thrower and bullet and such drawings are the result of information they obtained from Turkish textbooks, social studies textbooks, Turkish teachers or elementary school teachers. This shows that the concept of atom studied in classes related to different disciplines change the image of atom in students' minds.

In the students' acceptable responses, it was determined that there are some illustrations depicting a nucleus including a neutron and proton and electrons at the orbit around it. This indicates that the students have been affected by the illustrations of the Bohr Atomic model in textbooks and that they hold some misconceptions about the likelihood that electrons can be around the nucleus. This finding is in compliance with the findings reported by Nakiboğlu & Karakoç, (2002), Tsapalis & Papaphotis (2009) and Çökelez (2012) stating that individuals' mental models have a similar structure to the Bohr Atomic Model. Similarly Karagöz & Sağlam Arslan (2012) and Harrison & Treagust (1996) pointed out that students have misconceptions about the location of the electron.

## Results

Determination of students' prior knowledge about concepts they use in their daily lives, their correct or false conceptions and the source of these conceptions is important for meaningful learning to occur. Elicitation of the false images formed in students' minds about concepts and their correction and directing students to correct sources of information will have positive effects on students' achievement. The current study was conducted to determine the secondary school students' cognitive structures of the concept of atom through the drawing technique. When the research findings are evaluated in general, it can be argued that secondary school students cannot illustrate the concept of atom accurately and they generally associate the image of atom in their minds with wrong concepts. This indicates that the students have not understood the structure of atom accurately and not mastered the subject of atom. It was also determined that they have learned the images they hold in their minds from different sources. It was once more proved that students come to the class with alternative concepts they have learned in their daily lives and it is quite difficult to change these alternative concepts and this negatively affects the learning process. It was also found that science concepts used in different courses result in the formation of false images in students' minds. Moreover, proper use of illustrations in textbooks is also effective in terms of students' creating accurate images of concepts in their minds. In this regard, it can be suggested that models, drawings and analogies used in textbooks should be designed under the leadership of specialists to help students get rid of their misconceptions and that three-dimensional applications such as simulations and animations should be used. Furthermore, teachers should be informed about modeling, concept teaching, concept development and misconceptions through in-service trainings.