

KAVRAMSAL DEĞİŞİM METNİNİN VE ÜÇ BOYUTLU MODELİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ATOMUN YAPISINI ANLAMALARINA ETKİSİ

Gökhan DEMİRCİOĞLU¹, Merve ALTUNTAŞ AYDIN², Hülya DEMİRCİOĞLU³

Özet

Bu çalışmada, kavramsal değişim metinleri ile modelin birlikte kullanılmasının 7. sınıf öğrencilerinin “Atomun Yapısı” kavramını anlamalarına ve alternatif kavramlarının giderilmesine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada alternatif kavramlar ve olası nedenleri dikkate alınarak kavramsal değişim metinleri ve üç boyutlu bir model geliştirilmiştir. Çalışma, yarı-deneysel tasarım çerçevesinde 7. sınıf düzeyinde bir ortaokulda öğrenim gören iki farklı sınıftan toplam 46 öğrenci ile yürütülmüştür. Mevcut sınıflardan biri rastgele deney grubu (N=24), diğeri ise kontrol grubu (N=22) olarak atanmıştır. Atomun yapısı konusu deney grubu öğrencilerine, kavramsal değişim metinleri ve model kullanılarak öğretilirken, kontrol grubu öğrencilerine geleneksel yaklaşımla öğretilmiştir. Çalışmada veri toplamak amacıyla 28 doğru/yanlış önermesi ve 4 açık uçlu sorudan oluşan bir test kullanılmıştır. Testten elde edilen veriler, t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Uygulama sonrasında deney ve kontrol grupları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Buradan model ve kavramsal değişim metinleri ile öğretilen deney grubu öğrencilerinin geleneksel yöntemle öğretilen kontrol grubu öğrencilerinden daha başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fen Eğitimi, Kavramsal Değişim Metinleri, Model, Modelleme

¹ Doç.Dr.,KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, demircig73@hotmail.com

² Fen ve Teknoloji Öğrtmeni., Özel Neşem Koleji, altuntas_merve@hotmail.com

³ Doç.Dr.,KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, hulyadem76@hotmail.com

THE EFFECT OF CONCEPTUAL CHANGE TEXT AND THREE DIMENSIONAL MODEL WITH ON 7TH GRADE STUDENTS' UNDERSTANDING ABOUT THE STRUCTURE OF ATOM

Abstract

In this study, it was investigated that the effect of the use of conceptual change texts (CET) accompanied with model on promoting 7th grade students' understanding of the topic "The Structure of Atom" and on overcoming their alternative conceptions about it. In the study, by taking into consideration the alternative conceptions and their possible reasons, three dimensional model and conceptual change texts were prepared. The study was conducted with forty-six students from two different 7th classes in a middle school. One of the classes was randomly assigned to the experiment group (N=24), and another class was randomly assigned as the control group (N=22). The experiment group students were taught the topic "the structure of atom" by conceptual exchange texts and model, whereas the control group students were taught with the traditional approach. A test consisting of 28 true/false statements and 4 open-ended questions were developed by the authors. The data from the test were compared by using t-test. After the treatment, a statistically significant difference was found between experimental group and control group in favor of the experimental group. Hence, it was concluded that the experimental group students taught with model and conceptual change texts were more successful than the control group students taught by the traditional approach.

Key words: Science Education, Conceptual Change Texts, Model, Modeling

GİRİŞ

Yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrenme, öğrencilerin karşılaştıkları yeni bilgileri, önbilgileri ile karşılaştırarak yeniden yapılandırdığı aktif bir süreçtir (Bodner, 1986). Bu ifadeden de anlaşılacağı gibi öğrenme sürecinde öğrencinin önbilgileri son derece önemlidir. Ancak bilindiği üzere bu önbilgiler genellikle bilimsel anlamalardan oldukça farklıdır (Bodner, 1986). Bu çalışmada, bilimsel anlamadan uzak öğrenci fikirlerini tanımlamada alternatif kavram (Schoon ve Boone, 1998) ifadesi kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalar, hemen her öğrenim seviyesindeki öğrencilerin, maddenin tanecikli yapısı (Yeğnidemir, 2000), faz değişimi (Tsai, 1999), kimyasal bağlanma (Tan ve Treagust, 1999), çözeltiler (Çalık, 2005), fiziksel ve kimyasal değişme (Demircioğlu vd., 2012) gibi birçok temel fen kavramıyla ilgili çok sayıda alternatif kavrama sahip olduklarını göstermektedir. Öğrencilerde bulunan alternatif kavramların yaygın olarak görüldüğü konulardan birisi de “Atomun Yapısı” konusudur. Literatürde yer alan çalışmalarda, atomun yapısı ve şekli (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Karagöz ve Sağlam-Arslan, 2012; Renström vd., 1990; Yeğnidemir, 2000), atomun büyüklüğü (Abraham vd., 1992; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Nakhleh, 1999; Renström vd., 1990; Ünal ve Zollman, 1997), atomun kütlesi (Griffiths ve Preston, 1992; Renström vd., 1990), atomun canlılığı (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Ünal ve Zollman, 1997; Yeğnidemir, 2000) ve atomda bulunan tanecikler (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Kadayıfçı, 2001; Renström vd., 1990; Tsai, 1999; Ünal ve Zollman, 1997) ile ilgili öğrencilerin çeşitli alternatif kavramlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili yapılan çalışmalarda da genellikle atom ve yapısı kavramları üzerinde durulmuştur (De Vos ve Verdonk, 1996; Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Renström vd., 1990; Tsai, 1999; Ünal ve Zollman, 1997; Yeğnidemir, 2000). Ayrıca atomun yapısı ile ilgili öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modeller (Akyol, 2009; Harrison ve Treagust, 1996, 2000; Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002; Park ve Light, 2009; Wright, 2003; Yıldız-Taylan, 2006) ile atom kavramının kimya ders kitaplarında ele alınış şeklini araştıran çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır (Niaz, 1998; Niaz vd., 2002; Polat-Yaseen, 2012). Özellikle mikroskobik ve soyut yapısından dolayı her yaştaki öğrenciler için anlaşılması zor bir kavramdır (Çökelez ve Duman, 2005; Griffiths ve Preston, 1992; Justi ve Jilbert, 2000; Pringle, 2004; Tan ve Treagust, 1999). Çoğu öğretmenin kullandığı geleneksel öğretim yöntemleri de (anlatım, soru-cevap, v.b.) bu zorluğu arttırmaktadır. Geleneksel yöntemler ve ders kitapları öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramları dikkate almamakta ve bu nedenle giderilmesinde yetersiz kalmaktadırlar (Hewson ve

Hewson, 1983). Varlığından haberdar olmadığınız ve dikkate almadığınız bir sorunun düzelmesini beklemek ne derece doğrudur. Bu yüzden öğretiminde, alternatif kavramları merkeze alan materyallerin ve öğretim yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Craik, 1943).

Fen eğitiminin önemli bir amacı, tüm öğrencileri temel düzeyde fen okuryazarı yapmaktır (MEB, 2006). Fen okuryazarlığının bir boyutu da, temel fen kavramlarının anlamlı bir şekilde derinlemesine öğrenilmesidir. Bununla birlikte, öğrencilerin önemli bir bölümünün temel fen kavramları arasında ilişki kuramadıkları bilinmektedir. Bu ilişkilerin geliştirilmesinde modellerin önemli bir yer tuttuğu söylenebilir. Bunun sağlanabilmesi için; öğrencilerin kavramlar hakkındaki mevcut bilgi birikimlerinin ortaya çıkartılması gerekmektedir (Hewson ve Hewson, 1984). Ancak, etkili kavram öğretimi sağlamak için öğrencilerin ön bilgilerini ve alternatif kavramlarını belirlemek tek başına yeterli değildir. Bu öğretim süreci öncesindeki ilk aşamadır. Öğretim süreci içerisinde, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramları dikkate alan, bunların giderilmesini veya ortadan kaldırılmasını amaçlayan etkinliklere yer verilmesi gerekmektedir. Özellikle 1980’li yılların başlarında Posner ve arkadaşları (1982) tarafından ortaya atılan ve Hewson ve Hewson (1983) ve Hewson ve Hewson (1984) tarafından yapılan çalışmalarla yeniden revize edilen kavramsal değişim yaklaşımı yaygın çevrelerce desteklenmiş ve hala öğrencilerin alternatif kavramlarını bilimsel anlamalara dönüştürmede etkili bir öğretim modeli olarak görülmektedir (Posner vd., 1982; Chambers ve Andre, 1997). Posner vd. (1982) tarafından ortaya konulan bu modelde, kavramsal değişim için dört koşul (tatminsizlik, anlaşılabilirlik, mantıklılık ve faydalılık) tanımlanmaktadır. Bu koşullar sağladıktan sonra öğrencinin kavramsal değişimi gerçekleştirebileceği savunulmaktadır. Bununla birlikte, Posner’in (1982) teorisi, öğrencinin amaçlara yönelik motivasyonel inançları, ilgi ve eğilimleri ve bilişsü farkındalığını gözardı ettiği için eleştirilmektedir (Niaz vd., 2002; Sinatra and Pintrich, 2003). Sinatra ve Pintrich (2003)’e göre bu bileşenler öğrencilerin kavramsal değişimini ilerletebilir ya da engelleyebilirler. Diğer bir eleştiri, kavramsal değişimin sadece bireyin zihninde oluşan bilişsel bir süreç olmadığı, daha geniş durumsal, kültürel ve eğitimsel bir kontekste gerçekleşen bir süreç olduğu vurgusudur (Treagust ve Duit, 2008; Vosniadou, 2008). Kavramsal değişim, kısa bir zaman periyodu içerisinde gerçekleşen dramatik ve bütünsel bir değişimden ziyade yavaş ve dereceli bir süreç olduğu yönünde de eleştiriler almaktadır (Vosniadou, 2008). Tüm bu eleştirilere rağmen, Posner’in kavramsal değişim modelinin alternatif kavramları düzeltmede etkili olduğuna yönelik bulgulara rastlanmaktadır (Beerenwinkel vd., 2011; Demircioğlu, 2009; Demircioğlu vd., 2004; Demircioğlu vd., 2005; Şendur ve Parlak, 2013). Etkili ve anlamlı öğrenmeyi sağlamak amacıyla kavramsal değişim yaklaşımına dayalı birçok metot geliştirilmeye çalışılmıştır. Bunlardan bazıları; analogiler (Şendur vd., 2008; Stavy, 1991), açıklayıcı modeller (Brown, 1994; Obut, 2005; Ünal

ve Ergin, 2006), kavramsal değişim metinleri (KDM) (Chambers ve Andre, 1997; Hynd ve Alverman, 1986; Ünal, 2007), kavram haritaları (Kaya, 2003), somut aktiviteler (Case ve Fraser, 1999), çalışma yaprakları (Coştu vd., 2003; Demircioğlu, vd., 2004) ve bilgisayar destekli eğitim (Hameed vd., 1993; Obut, 2005; Ünal, 2007) şeklinde sıralanabilir.

Kavramsal değişim yaklaşımı çerçevesinde yukarıda da bahsedildiği gibi kullanılan modellerden biri, açıklayıcı modellerdir. Soyut olan, gerçeğinden daha büyük veya küçük olan, sınıf ortamına getirilemeyecek veya yaşanan çevrede bulunamayacak, gözlemlenemeyecek olan şeylerin model yardımıyla öğrencilerin anlayabilecekleri boyuta getirilerek daha etkili bir öğretimin gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir (Harrison, 1998, 2001; Jong, 2009). Modeller, asıl cisimden daha büyük ya da daha küçük olabildiği gibi, yerini aldığı gerçek eşya ile tamamen aynı büyüklükte ve yapıda olabilir. Modeller, gerçek nesnenin taklitidir ve gerçek nesne gibi çalışır durumda olabileceği gibi çalışır durumda da olmayabilir. Öğretmenler, öğrencilerinin zihinsel modellerini inşa etmelerinde onlara yardımcı olmak için genellikle iki boyutlu ya da üç boyutlu modellerden faydalanırlar (Polat-Yaseen, 2012). Modeller, atomun yapısı gibi soyut, gözlenemeyen ve dokunulamayan fen kavramlarını anlamada kullanılabilir değerli öğretim araçlarıdır (Pringle, 2004). Bu noktada modeller, öğrencilere görsel sunumlar sağlamaktadır. Zaten zihinsel modeller, gözlem ve deneyimlere dayalı olarak şekillendirilmektedir. Modelden hareketle öğrenci, kendi zihinsel modelini daha doğru bir şekilde yapılandırabilir.

Modellerin yanı sıra, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramlarını gidermek ve onların yanlış olan fikirlerini ortadan kaldırmak için kullanılan öğretim materyallerinden birisi de KDM'dir. KDM, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların bilincinde olmalarını sağlayan, bu fikirlerin neden yanlış olduğunu örnekleri ve gerekçeleri ile açıkladığı, onlara önceki fikirlerinin karşılaştıkları yeni olayları açıklamada yetersiz kaldığını hissettirerek bilimsel olarak kabul edilen doğru kavramın ikna edici bir şekilde sunulduğu yazılı metinlerdir (Beerenwinkel vd., 2011; Chambers ve Andre, 1997; Guzzetti vd., 1992; Hynd ve Alvermann, 1986; Şendur ve Parlak, 2013). KDM genellikle “öyküsel” ve “açıklayıcı” olmak üzere iki değişik şekilde hazırlanabilir ve kullanılabilir. Literatürdeki araştırmalarda daha çok, açıklayıcı KDM kullanılmaktadır (Beerenwinkel vd., 2011; Chambers ve Andre, 1997; Guzzetti vd., 1997; Hynd vd., 1997; Şendur ve Parlak, 2013). Ancak az da olsa öyküsel KDM'ler de yer almaktadır (Guzzetti, 2000; Guzzetti vd., 1997). KDM'lerin, öğrencilerin başarısı ve tutumu üzerine olumlu etkiler sağladığını gösteren birçok çalışma literatürde mevcuttur (Chambers ve Andre, 1997; Demircioğlu, 2009; Guzzetti vd., 1992; Özmen ve Demircioğlu, 2003). Tipik bir KDM'nin, ilk aşamasında öğrencilerin önbilgilerini harekete geçirmek ve kendi fikirleri ile tatminsizlik oluşturmak için hazırlanan zorlayıcı bir soru verilir ve öğrenciden bu soruya cevap vermesi istenir. Daha

sonra belirlenen öğrenci alternatif kavramları doğrudan sunulur. Bu alternatif kavramların neden yanlış olduğu kanıtlar gösterilerek çürütülmeye çalışılır. Son olarak doğru bilimsel açıklamalar örneklerle desteklenerek verilir. Fen eğitimi literatürü, KDM'lerin öğrencilerin alternatif kavramları üzerinde etkili olduğunu ve kavramsal değişimi kolaylaştırdığını gösteren çok sayıda çalışma içermektedir (Chambers ve Andre, 1997; Çalık vd., 2007; Demircioğlu, 2009; Demircioğlu vd, 2004). Bu çalışmalar, KDM'lerin öğrencilerin zihinlerinde bilişsel çelişki oluşturmada ve anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirmede de etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca KDM'lerin önemli bir avantajı özellikle kalabalık sınıflarda kolayca uygulanabilir olmasıdır (Çobanoğlu ve Bektaş, 2012).

Literatürde KDM'lerin ve modellerin diğer yöntemlerle birlikte öğrenci başarısı üzerinde etkisini araştıran çalışmalara da rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan; bilgisayar destekli öğretim ile modelin (Obut, 2005), KDM'ler ile deney yönteminin (Durmuş, 2009), KDM ile analogilerin (Çetingül ve Geban, 2011; Dilber, 2006) ve bilgisayar destekli öğretim yöntemi ile KDM'lerin (Ünal, 2007) bir arada kullanıldığı çalışmalar örnek olarak verilebilir. Bir konunun öğretiminde farklı kavramsal değişim metodlarının birlikte kullanımının öğrencilerin alternatif kavramlarının giderilmesi ve başarılarının artırılmasında tek bir kavramsal değişim metoduna göre daha etkili olduğu iddia edilmektedir (Çetingül ve Geban, 2011). Buna gerekçe olarak da tek bir kavramsal değişim metodunun öğrenciler için sıkıcı olabileceği ve istenen başarıyı sağlamadığına yönelik araştırma bulguları gösterilebilir (Dole, 2000; Huddle vd., 2000). Hatta Chambers ve Andre (1997) deneylerin (etkinlik) öğrencilerin alternatif kavramlarını bilimsel olanlara dönüştürmede KDM'lerden daha etkili olabileceğini tartışmıştır. Model ya da analogi kullanımı fen eğitiminde etkili olmasına rağmen çoğu öğretmen bu metodu beklenen düzeyde kullanamamaktadır (Harrison, 1998; Treagust vd., 1998). Kullananlar ise sıklıkla plansız bir şekilde rastgele kullanmaktadırlar (Duit, 1991).

Atomun yapısı kavramı, yukarıda da belirtildiği gibi öğrencilerin anlamakta zorluk çektiği ve çok sayıda alternatif kavrama sahip olduğu, önemli ve merkezi bir kavramdır. Bu zorlukları gidermek ve alternatif kavramları engellemek için etkili öğretim yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada KDM'ler ile model kullanımının ortak etkisi araştırılmıştır. Tek başına KDM'lerin kullanımı okumaya dayalı bir süreci gerektirdiğinden öğrenciler açısından sıkıcı olabilir. Bu nedenle mümkün olduğunca şekillerle zenginleştirilmiş metinler hazırlanmaya çalışılmıştır. Ancak şekiller, iki boyutlu olduğu için ilave alternatif kavramlara sebebiyet verebileceğinden, üç boyutlu bir modelle desteklenmeye çalışılmıştır. Atomun yapısı konusunda öğrenciden beklenen üç boyutlu, gözle görülemeyen bir yapıyı zihninde şekillendirmesi olduğundan, atomun üç boyutlu bir modelinin kullanılması yerinde olacağı düşünülmüştür. Ayrıca atomun yapısının öğretimine yönelik literatürde sınırlı sayıda çalışma olması ve model ve KDM'lerin ortak etkisini

araştıran çalışma bulunmaması bu çalışmanın yapılma gerekçeleri arasında sayılabilir. Fen eğitiminin birçok alanında KDM ve modeller, öğrencilerin başarısını arttırmak ve öğrencilerde bulunan alternatif kavramlarını gidermek için kullanılmış ve genellikle olumlu sonuçlar rapor edilmiştir. Buradan hareketle, kavramsal değişim metinleri ve modellerin birlikte kullanımına dayalı öğretimin öğrencilerin atomun yapısı konusundaki alternatif kavramlarını bilimsel anlamalara dönüştürmede, diğer bir ifade ile kavramsal değişimi sağlamada ne kadar etkili olduğunun araştırılmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir.

AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, Ortaokul Fen ve Teknoloji Öğretim Programı'nda yer alan "Maddenin Yapısı ve Özellikleri" ünitesindeki "Atomun Yapısı" konusu ile ilgili kavramsal değişim metinleri ve bir atom modeli içeren materyal geliştirmek ve bu materyallerin 7.sınıf öğrencilerinin bu konuyla ilgili var olan alternatif kavramları ve anlama seviyeleri üzerine etkisini araştırmaktır.

YÖNTEM

Bu çalışmada yarı-deneysel yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem, kişilerin gruplara rastgele dağıtılmasının mümkün olmadığı durumlarda, özellikle eğitim araştırmalarında, sıklıkla başvurulan bir yöntemdir (Thistlethwaite ve Campell, 1969). Okullarda önceden oluşturulmuş sınıflar aynı şekilde alınmakta ve bunlardan biri şans yoluyla deney grubu diğeri de kontrol grubu olarak atanmaktadır. Çalışma, Trabzon ili Akçabat ilçesindeki bir ortaokulda öğrenim gören 46 öğrenci ile yürütülmüştür. Okulda 7.sınıf düzeyinde bulunan iki sınıftan biri rasgele olarak deney (N=24), diğeri ise kontrol grubu (N=22) olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Aracı

Testin hazırlanması sürecinde öncelikle atomun yapısı ile ilgili literatür incelenmiştir. Sonrasında MEB'in fen ve teknoloji öğretim programı ve yabancı fen ve teknoloji kitaplarından yararlanılarak atomun yapısı içeriği belirlenmiştir (MEB, 2006). Bu içeriğe yönelik literatürden belirlenen alternatif kavramlar, doğru ve yanlış önermelere dönüştürülmüş ve 28 doğru-yanlış (11 doğru, 17 yanlış) maddesi yazılmıştır. Öğrencilerin anlamalarını derinlemesine belirlemek ve zihinlerinde atomu nasıl modellediklerini belirlemek amacıyla, 4 tane de açık uçlu soru hazırlanmıştır. Son hali ile test 28 doğru/yanlış önermesi ve 4 açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Testin geçerliğini sağlamak amacıyla, kimya eğitimi alanında 3 uzman ve

2 tecrübeli fen ve teknoloji öğretmenine incelettirilmiştir. Uzman görüşleri çerçevesinde, yanlış anlamaya yol açabilecek bazı önermelerin ifade edilmiş şekillerinde değişiklikler yapılmıştır. Ayrıca test pilot amaçlı, 40 öğrenciye uygulanmıştır. Madde analizi sonucunda testin doğru/yanlış bölümünün iç tutarlılık katsayısı KR-20 formülü kullanılarak 0,71 olarak belirlenmiştir. Açık uçlu soruların güvenilirliği, puanlayıcılar arası tutarlılık (inter-rater consistency) analizi ile belirlenmiştir. Bu amaçla 40 öğrencinin açık uçlu 4 soruya verdikleri cevaplar, kimya eğitimi alanında 3 uzman tarafından birbirinden bağımsız olarak Tablo 1 (açık uçlu sorular) ve Tablo 2’de (çizim sorusu) belirtilen kriterler doğrultusunda puanlanmıştır. Puanlayıcılar arası güvenilirlik, non-parametrik bir test olan “Kendall’s W” (Kendall’s coefficient of concordance) analizi ile hesaplanmıştır. Kendall W testi, ikiden fazla bağımsız puanlayıcı arasındaki uyumu belirlemede kullanılmaktadır (Can, 2013; Legendre, 2005; Siegel ve Castellan, 1988). Bu analizin sonucu, üç farklı puanlayıcının, 40 öğrenci için yaptıkları değerlendirmeler arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir uyum olduğu olduğunu göstermektedir ($W_{(39)}=0,89$ ve $p<0,001$). p değerinin 0,05’ten önemli oranda küçük olması ve W değerinin 0,70’in üzerinde olması, testin açık uçlu kısmının güvenilirliğinin yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir (Can, 2013; Legendre, 2005).

Verilerin Analizi

Doğru/yanlış maddeleri için doğru ve yanlış cevapların ayrı ayrı frekans ve yüzdeler hesaplanmıştır. Doğru cevaba 1 ve yanlış cevaba 0 verilerek puanlama yapılmıştır. Bu bölümden öğrencinin alabileceği en yüksek puan 28 olarak belirlenmiştir. Açık uçlu üç soru için cevap kategorileri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de görüldüğü gibi bu kategoriler, anlama (4), kısmen anlama (3), alternatif kavram (2), anlamama (1) ve cevapsız-boş (0) şeklindedir. Benzer sınıflandırmalara farklı çalışmalarda rastlanmaktadır (Abraham vd., 1992).

Tablo 1. Açık uçlu soruların değerlendirme kriterleri

Anlama Dereceleri	Puanlama Kriterleri
Anlama	Geçerliliği olan cevabın bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmen Anlama	Geçerliliği olan cevabın bir yönünü içeren cevaplar Geçerli cevabın bazı yönleriyle birlikte bazı yanlış anlamaları içeren cevaplar
Alternatif kavram	Mantıksız veya doğru olmayan bilgiler içeren cevaplar
Anlamama	Soruyu aynen tekrarlama İlgisiz veya boş olmayan cevap verme
Boş	Boş bırakma, bilmiyorum, anlamadım şeklinde cevaplama

Çizim sorusunu (32. Soru) değerlendirmek için araştırmacılar tarafından bir rubrik hazırlanmıştır (Tablo 2). Rubrik öğrencilerin tüm çizimleri incelendikten sonra tüm çizimleri içine alacak şekilde düzenlenmiştir. Beş çizim seviyesi kullanılmış ve diğer açık uçlu soruların puanlaması ile örtüşmesi adına 0-4 puan aralığı tercih edilmiştir.

Tablo 2. Çizim sorusu için kullanılan puanlama anahtarı

Seviye	Puan	Açıklama
Seviye 5	4	Üç boyutlu çekirdek (proton, nötron), katman ve elektronun çizimi
Seviye 4	3	Üç boyutlu çekirdek (proton, nötron), katman yerine yörünge ve elektronun gösterilmesi
Seviye 3	2	İki boyutlu çekirdek (proton, nötron), yörünge ve elektronun gösterilmesi
Seviye 2	1	İki boyutlu diğer çizimler (nötron, proton yok)
Seviye 1	0	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler

Testin bu bölümünden alınabilecek en yüksek puan $4 \times 4 = 16$ puandır. Testin her bir bölümünün ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Deney ve kontrol grubunun testin her iki bölümünden elde ettikleri ortalamalar bağımsız örneklemlili t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Kavramsal Değişim Metinlerinin (KDM) ve Modelin Hazırlanması

Kavramsal değişim metinleri, öğrencilerin alternatif kavramlarını düzeltmeyi ve kavramsal değişimi gerçekleştirmeyi amaçlayan çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Guzzetti vd., 1992; Hynd vd., 1997). KDM'ler ile sahip olunan hatalı bilgiler harekete geçirilmekte ve bu bilgilerin yanlış oldukları delillerle kanıtlanmaktadır. Ayrıca metinler görsellerle desteklenebilmektedir. Modelleme yöntemi ile kavramlar, gözlemlenebilir ve daha somut hale getirilebilmektedir. Ortaokul somut düşüncelerden soyut düşüncelere geçiş dönemidir ve bu geçiş dönemlerinde öğrenciler zihinlerinde bu soyut yapıları oluşturmada güçlük çekerler. Atom kavramı da soyut olduğundan öğrencilerin zihinlerinde atomun yapısını canlandırmaları oldukça güçtür. Buradan hareketle, bu çalışmada model ve KDM'ler birlikte kullanılmıştır. Atomun yapısının öğrencilerin zihninde canlandırılması amacıyla, Şekil 1'de fotoğrafı görülen model kullanılmıştır. Atomun yapısı konusunun öğretiminde kullanılan KDM'ler hazırlanırken öncelikle konunun içeriği belirlenmiştir. Daha sonra literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve bu yaş grubundaki öğrencilerin atom kavramıyla ilgili alternatif kavramları belirlenmiştir. Alternatif kavramlar ve kazanımlar dikkate alınarak 7 tane KDM hazırlanmıştır. KDM'lerin başlıkları şu şekildedir: “Element ile

atomları arasındaki farklılıklar”, “Atomların hepsi aynı mıdır?”, “Elektron ve çekirdek etkileşimi”, “Elektron, proton ve nötronun kütlesi”, “Elektronların yeri”, “Atomu görebilir miyiz?” ve “Atomun yapısı”. “Atomların hepsi aynı mıdır?” isimli KDM örnek olarak Ek 1’de verilmiştir. Bu KDM, öğrencilerde belirlenen “Alüminyum ve demir atomları proton, nötron ve elektron içerdiklerine göre bu iki atom da aynıdır” ve “Nötr bir atomda proton sayısı ile atom numarası birbirine eşittir” şeklindeki alternatif kavramları düzeltmek amacıyla hazırlanmıştır.



Şekil 1’de görüldüğü gibi, çalışma için araştırmacılar tarafından hazırlanan model, 11 protonu ve 12 nötronu bulunan nötr Sodyum (Na) atomudur. Herbir atom için ayrı bir model geliştirilmemiştir. Örnek olarak sadece sodyum atomu için tasarlanmıştır. Bununla birlikte, ders esnasında yeri geldiğinde, diğer atomların nasıl olması gerektiğine yönelik açıklamalar yapılırken bu modelden faydalanılmıştır. Atom modelinde, elektronlar için sarı plastik tenis topu, proton ve nötronlar ise kırmızı ve mavi boncuklar ve elektron bulutu için pamuk kullanılmıştır. Elektronlar, beyaz ve turuncu, protonlar mavi ve nötronlar da kırmızı renge boyanmıştır. Model ve metinlerin pilot uygulaması, çalışmadan bir ay önce farklı bir sınıfta yapılmış ve eksiklikler giderilmiştir. Pilot çalışma öncesi modelde elektron bulutunu temsilen pamuk kullanılmamıştı ve elektronlar için tek renk tercih edilmişti. Bu durum öğrencilerin elektronların beyaz renkte olduğunu düşünmelerine sebebiyet vermiştir. Bunu ortadan kaldırmak ve modeli daha dikkat çekici hale getirmek için farklı renkler kullanılmıştır. Ayrıca pamuk kullanılmaması, öğrencilerin elektronların sabit bir yol izledikleri (yörünge) fikrine kapılmalarına sebebiyet vermiştir.

Pilot çalışma esnasında bazı öğrenciler KDM’lerde bulunan kavramların hatalı olduğunu belirten ifadenin ardından yapılan konu ile alakalı açıklamaları anlamakta zorluk yaşamışlardır. Bu sebeple açıklamaların yapıldığı bölümde örnekler verilerek konunun daha net anlaşılması sağlanmıştır. ‘Atom görülebilir mi?’ başlıklı kavramsal değişim metninde atomların mikroskopla görülemeyeceğini ifade ettiğimizde bazı öğrenciler bunun neden mümkün olmadığını, mikroskobun ne kadar büyültme yapabileceğini sormaları üzerine bu konuyla ilgili KDM’ye açıklayıcı bir paragraf eklenmiştir. Bu paragrafta mikroskopların bir maddeyi ne kadar büyütmedikleri ve bu oranın bile atomu görmek için yeterli olmadığı belirtilmiştir.

Materyallerin Uygulama Süreci

Öncelikle geliştirilen test, materyallerin uygulanmasından bir ay önce deney ve kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulama bir ders saatinde (40 dakika) tamamlanmıştır. Dersler ikinci yazar tarafından yürütülmüştür. Kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yaklaşımla öğretim yapılırken deney grubundaki öğrencilere KDM'ler ve modelin birlikte kullanılmasıyla öğretim yapılmıştır. Her iki gruptaki uygulama 5 ders saati sürmüştür. Kontrol grubu öğrencilerine ilk derste, fen ve teknoloji ders kitabından, öğretmen kılavuzu ile birlikte konu anlatılmaya başlanmıştır. Önemli görülen yerler öğrencilere not aldırılmış ve tahtada öğretmen tarafından atom modeli çizilmiştir. Konuyla ilgili ders kitabındaki parçalar öğrencilere okutturulmuş ve öğretmen tarafından da anlatılmıştır.

Deney grubundaki uygulamalarda, herbir KDM'nin uygulanmasında aynı yol takip edilmiştir. Öncelikle KDM, öğretmen tarafından sınıftaki öğrenci sayısı kadar çoğaltılarak öğrencilere dersin başında dağıtılmıştır. Aynı anda KDM projeksiyon cihazı yardımıyla perdeye yansıtılmıştır. Öğrencilerden KDM'nin başında yer alan soru hakkındaki düşüncelerini KDM'lerine yazmaları istenmiştir. Bu işlemden sonra öğretmen kontrolünde soruya yönelik bir tartışma ortamı oluşturulmuştur. Bu aşamada, öğrencilerden fikirlerini tartışmaları ve önbilgilerini harekete geçirmeleri beklenmiştir. Öğretmen rehber olarak hareket etmiştir. Tartışma tamamlandıktan sonra öğrencilerden KDM'nin kalan kısmını sessizce okumaları istenmiştir. Bunun için öğrencilere 10 dakika zaman verilmiştir. Okuma işleminden sonra KDM'nin başındaki soruya verdikleri cevabı tekrar gözden geçirmeleri istenmiştir. Sonrasında tekrar bir sınıf tartışması başlatılmıştır. Özellikle KDM'lerin ikinci kısmında yer alan yaygın alternatif fikirler öğrencilerle birlikte değerlendirilmiştir. Herkes düşüncelerini ve düşüncelerindeki değişimleri belirttikten sonra öğretmen konuyu toparlamak amacıyla gerekli açıklamalarda bulunmuştur. Üçüncü KDM ile birlikte atomun parçacıkları ele alınmaya başlandığından, bu KDM ve sonraki KDM'lerin uygulanması sürecinde gerektiği yerde üç boyutlu model kullanılmıştır. KDM'lerde incelenen kavramlar, üç boyutlu model üzerinde tekrar tartışılmıştır. Model üzerinde ders anlatılırken modelin benzer ve farklılıkları detaylı bir şekilde öğrencilerle tartışılmıştır. Materyallerin uygulanmasından sonra hem deney grubu hem de kontrol grubuna test, son test olarak tekrar uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Testin Birinci Bölümünden Elde Edilen Bulgular ve Tartışması

Her iki gruptaki öğrencilerin ön ve son testin doğru-yanlış önermelerinden elde ettikleri, yanlış cevap yüzdeleri Tablo 3 ve tanımlayıcı istatistik verileri Tablo 4'te verilmiştir. Öğrencilerin ön testte %30'undan fazlasının

taşıdığı alternatif kavramlar dikkate alınarak Tablo 3 oluşturulmuştur. Bu haliyle tabloda 18 ifade bulunmaktadır. Ön testte deney grubundaki alternatif kavramların yüzdesi %33 ile %88 arasında değişirken, kontrol grubunda %32 ile %91 arasında değişmektedir. Son testte ise deney grubundaki yüzdeler %13 ile %79, kontrol grubundaki yüzdeler %32 ile %68 arasında değişmektedir.

Tablo 3. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin testteki ifadelerine verdikleri yanlış cevap yüzdeleri

Madde No	İFADELER	Deney Grubu (%)		Kontrol Grubu (%)	
		Ön test	Son test	Ön test	Son test
1	Maddenin yapısında atomdan daha küçük parçacık bulunmaz	79	13	75	64
4	Elektronlar çekirdek etrafında belirli yörüngelerde (belli bir yolda) dolanırlar	75	25	77	68
5	Atom içi dolu katı bir küreye benzer	88	42	91	64
6	Çekirdek hacim olarak küçük olmasına karşın atomun hemen hemen tüm kütlelerini oluşturur	38	13	32	45
7	Elektronlar, proton ve nötrondan daha ağır parçacıklardır	79	17	58	32
9	Elektronlar, fiziksel olarak protonlardan daha büyüktürler	67	33	41	45
10	Atomlar mikroskop ile görülürler	38	4	59	41
11	Çekirdekte bulunan proton ve nötronlar aynı kütleyle sahiptirler	63	42	32	59
14	Alüminyum ve demir atomları proton, nötron ve elektron içerdiklerine göre bu iki atom da aynıdır	42	8	41	32
16	Elektronların kütleleri yoktur	38	17	55	41
19	Atomu oluşturan proton, nötron ve elektronlar renksiz oldukları için atomu göremeyiz	63	54	45	55
20	Atomlar hareket ettikleri için canlıdır	38	25	45	55
21	Atomu dıştan saran ve koruyan bir zar vardır	83	17	41	41
23	Altın sarı renkte olduğuna göre altını oluşturan atomlar da sarı renktedir	33	17	41	50
24	Atomun yapısında sadece elektronlar ve protonlar temel parçacıklardır	75	33	55	45
25	Çekirdek etrafındaki bütün elektronları eşit kuvvette çeker	50	21	68	41
26	Atom boşluklu bir yapıya sahiptir	58	29	59	50
28	Bakır levhayı sıkıştırdığımızda levhayı oluşturan bakır atomları da sıkışıp düzleşir	63	79	50	59

Tablo 4'ten görüldüğü gibi uygulama öncesi deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında testin birinci bölümü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($t_{(44)}=1,68$; $p=0,099$). Diğer bir ifade ile uygulama öncesi

her iki grubun hem sahip oldukları alternatif kavramların hem de çalışılan kavramlarla ilgili anlama düzeylerinin birbirine yakın olduğu söylenebilir. Ancak, deney ve kontrol grubu öğrencilerinin son test ortalamalarının deney grubu lehine anlamlı olduğu görülmektedir ($t_{(38,23)}=8,59$; $p<0,05$). Buradan, atomun yapısı konusunun öğretiminde model ve KDM'lerin bir arada kullanılmasının, geleneksel yöntemle karşılaştırıldığında öğrencilerin bu konudaki anlamalarını daha fazla artırdığı ve alternatif kavramlarını azalttığı söylenebilir. Tablo 3'ten her iki gruptaki öğrencilerin son testte alternatif kavramlarını azalttığı görülmektedir. Ancak bu azalma deney grubunda daha fazladır. Bu sonuç, farklı konulardaki öğrencilerin fikirlerinde kavramsal değişimi gerçekleştirebilmek için benzer yöntem ve teknikleri kullanan birçok çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir (Brown, 1994; Demirci ve Özmen, 2012; Dilber, 2006; Guzzetti vd., 1992; Ünal, 2007; Ünal ve Ergin, 2006). Testin birinci bölümünün alternatif kavramlara yönelik hazırlandığı dikkate alındığında, materyalin özellikle alternatif kavramlar üzerinde etkili olduğu istatistiksel sonuçlarla da desteklenmektedir. Özellikle KDM'lerin doğrudan öğrencilerin alternatif kavramlarını dikkate alması düşünüldüğünde bu sonuç şaşırtıcı değildir.

Tablo 4. Deney ve kontrol grubunun doğru/yanlış testinden elde ettikleri puanlara yönelik t testi sonuçları

	Grup	N	Ortalama	SS	SD	t	p
Ön-test	Kontrol	22	13,45	3,11	44	1,68	0,099
	Deney	24	11,96	2,91			
Son-test	Kontrol	22	16,59	2,36	38,23	8,59	0,000
	Deney	24	21,87	1,73			

Tablo 3'te bulunan 14 nolu alternatif kavram "Alüminyum ve demir atomları proton, nötron ve elektron içerdiklerine göre bu iki atom da aynıdır" bu duruma örnek olarak verilebilir. Bu alternatif kavram, kontrol grubunda ön testten son teste %41'den %32'ye gerilerken, deney grubunda %42'den %8'e gerilemiştir. Görüldüğü gibi deney grubunda önemli oranda bir düzelme gözlenmiştir. Bu alternatif kavram, Ek 1'de verilen KDM ile düzeltilmeye çalışılmıştır.

Diğer taraftan alternatif kavramların hiçbiri tamamıyla ortadan kaldırılamamıştır. Üstelik, deney grubunda 28. alternatif kavram, kontrol grubunda ise 6., 9., 11., 19., 20., 23. ve 28. alternatif kavramlarda uygulama öncesine göre bir artış gözlenmiştir (Tablo 3). Alternatif kavramlardaki artışın en önemli nedeni, atomun gözlenemeyen soyut yapısına yönelik öğrencilerin zihinsel modellerinin bir anda şekillenememesi ya da yanlış yönde şekillenmesi gösterilebilir. Öğrencinin zihnini şekillendirmesi için zamana ihtiyaç vardır ve her yeni bilgi bu şekillendirme sürecine katkı sağlamaktadır. Diğer bir ifade ile zihinsel model tamamlanmaz, yeni bilgi ile gelişir ve tekrar

şekillenir (Greca ve Moreira, 2000). Tablo 3'teki 28. alternatif kavram, Benzwi, Eylon ve Silberstein (1986) tarafından yapılan çalışmadan alınmıştır. Bu çalışmada, bakır levhayı çekiçle dövdüğümüzde, bakır atomlarının da ezildiği düşüncesi öğrencilerde tespit edilmiştir. Bu alternatif kavramı gidermeye yönelik deney grubunda "element ile atomları arasındaki farklılıklar" adlı KDM kullanılmıştır. KDM'de, "bir maddeyi çekiçle dövdüğümüzde atomlarının bundan etkilenmediği" açıkça ifade edilmiş ve tartışılmıştır. Bu KDM'deki çürütücü açıklamanın bir kısmı şu şekildedir; Maddenin gözleyebildiğimiz özelliklerini atomları için de düşünmek doğru değildir. Tek bir atomu ezebilmek ya da düzleştirebilmek imkânsızdır. Diğer bir ifade ile elimizdeki çekiçle atomun yapısını bozamayız. Bilindiği gibi atom bombası atom çekirdeğinin parçalanmasıyla olur. Siz bir çekiçle atomun çekirdeğini parçalayabileceğinizi iddia etmiş oluyorsunuz. Bununla birlikte bu KDM, uygulama esnasında öğrencilerin en fazla zorlandıkları ve sorular sordukları metindir. Bunun en önemli nedeni maddenin gözlenebilen özelliklerini, maddeyi oluşturan atomlara atfetmeleridir. Benzer şekilde literatürde de öğrencilerin maddelerin genişleme, erime, büyüme gibi özelliklerini hatalı bir şekilde atoma atfettileri belirtilmektedir (Albanese ve Vicentini, 1997; Andersson, 1990; De Vos ve Verdonk, 1996; Johnson, 1998).

Tablo 3'ten görülebileceği gibi bu alternatif kavramda uygulama öncesinden (%63) uygulama sonrasında (%79) deney grubunda artış gözlenmiştir. Bu durum maddeyi oluşturan atomlar/moleküller ile maddenin gözlenebilir özelliklerini ayırt etmede hala ciddi zorluklar yaşadıklarını göstermektedir. Maddeyi oluşturan atom ve moleküllerle öğrencilerin ilk kez karşılaşması ve konunun oldukça soyut olması, bu olumsuz sonuca varmada önemli iki etkidir. Bu konuda yapılan açıklamaların da bu yaş öğrenciler için yeterli olmadığı bir göstergesidir. Çünkü yapılan açıklamalar öğrencileri ikna etmede etkili olmamıştır. Ayrıca, mikroskobik boyutun hiçbir şekilde gözle gözlenememesi, atomun yapısıyla ilgili bilimsel bulguların hala sonlanmamış olması ve bu konudaki araştırmaların devam etmesi de, öğrencilerin bu konuda sağlıklı anlamalar geliştirememesine ve alternatif kavramlar taşımasına neden olmuş olabilir. Öğretim programında konuya ayrılan sürenin 5 ders saati olması da bu durumu olumsuz olarak etkilemektedir. Maddenin gözlenebilir yapısı ile maddeyi oluşturan taneciklerin özelliklerinin farklılaştırılmaması sonucu ortaya çıkan diğer bir alternatif kavram, "Atomu oluşturan proton, nötron ve elektronlar renksiz oldukları için atomu göremeyiz" şeklindedir (Tablo 3). Bu alternatif kavramda, uygulama sonrasında deney grubunda az da olsa bir azalma gözlenirken kontrol grubunda artış olmuştur (Tablo 3). Bu alternatif kavram aynı zamanda literatürdeki bir çok çalışmada irdelenmiştir (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Renström vd., 1990; Yeğnidemir, 2000). Yeğnidemir (2000) çalışmasında, öğrencilerin mikroskobik düzeydeki olayları açıklarken makroskobik özellikleri kullandıklarına yani öğrencilerin makroskopik ve mikroskobik özellikleri birbirinden ayırt edemediklerine

vurgu yapmıştır.

Tablo 3'ten görüleceği gibi öğrencilerin önemli bir kısmı elektronun belli bir yolu takip ederek çekirdek etrafında dolandığını düşünmektedir (4. alternatif kavram). Bu çalışmada atom, atomun tarihsel gelişim modellerinden bahsedilmeden önce atomun kuantum modeli, üç boyutlu atom modeli yardımıyla öğrencilere açıklanmaya çalışılmıştır. Diğer bir ifade ile öğrencilerin ilk zihinsel modellerini kuantum modeli çerçevesinde şekillendirmeleri için özel çaba harcanmıştır. Sonrasında atomun kuantum modeline gelinceye kadar hangi aşamalardan geçildiği basitçe açıklanmaya çalışılmıştır. Burada önemli olan öğrencilerin atomu üç boyutlu olarak algılamalarının sağlanmasıdır. Karagöz ve Sağlam Arslan (2012) ise öğrencilerin bazılarının, elektronları belirli yörüngelerde hareket eden tanecikler olarak, bazılarının ise tek bir yörüngede hareket eden tanecikler olarak gösterdiğini iddia etmektedir. Literatürdeki diğer çalışmalarda da bu alternatif kavrama rastlanmıştır (Griffiths ve Preston, 1992; Harrison ve Treagust, 1996; Kadayıfçı vd., 2001; Renström vd., 1990; Tsai, 1999; Ünal ve Zollman, 1997). Çalık vd. (2009), atomun yapısını kavratmak için güneş sistemi analogisinden faydalanmışlardır. Burada da öğrencilerin yeni alternatif kavramlar ürettikleri ifade edilmiştir. Öğrencilerin elektronların yörüngelerde dolaştığını düşünmelerinin nedeni, elektron atom içerisinde dönüyorsa mutlaka bir yolu olduğunu düşünmeleri ve atom kavramının tarihsel gelişim süreci içerisinde yörünge kavramının kullanılması (Çökelez ve Yalçın, 2012) ve benzer şekilde öğretmenlerin de tarihsel gelişim açısından öncelikle bu modelleri kullanmaları olabilir. Diğer bir neden ise atomun yapısının güneş ve gezegen modeline benzetilerek açıklanmaya çalışılması olabilir. Çökelez ve Yalçın (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, öğrenim sonrasında öğrencilerin yarısının Bohr Atom Modelini, 1/4'ünün ise Güneş Sistemi Modelini çizdiklerini tespit etmişlerdir. Bu benzetimde benzetilen durum ile hedef kavram arasındaki benzerlik ve farklılıkların yeterince vurgulanmaması belirtilen alternatif kavramların daha da derinleşmesine neden olmuştur (Çalık vd., 2009). Gerek ders kitapları gerekse öğretmenler modelleri genellikle öğrenilmesi gereken, durağan gerçekler olarak öğrencilere sunmaktadırlar (Gülçiçek vd., 2003). Öğrenciler atomla ilgili zihinsel modellerini, ders kitaplarındaki iki boyutlu görseller, öğretmenlerin üzerinde durduğu modeller, internet ve televizyon gibi sosyal çevrelerinden esinlenerek oluşturmaktadırlar (Yıldız-Taylan, 2006). Özellikle analogiler hatta modeller kullanılırken dikkatli olunmalıdır. Glynn (1989), “analoji iki ucu keskin bir kılıçtır ve alternatif kavramlara neden olabilir” şeklindeki düşüncesi buradaki tartışmayı özetlemektedir.

Bununla ilgili Kadayıfçı vd. (2001) yaptığı çalışmada; lise-3'üncü sınıf öğrencilerinde, “orbital, gezegenin hareket ettiği yörüngedir veya orbital elektronun çekirdek etrafında döndüğü yörüngedir”, şeklinde alternatif kavramların bulunduğunu belirlemiştir. Bu alternatif kavram üzerine doğru bilgiler inşa edilmeye çalışılması da elbette ki yeni alternatif kavramların

oluşmasına neden olmaktadır. Materyalde bu alternatif kavrama yönelik, ‘Elektronların Yeri’ adlı KDM kullanılmıştır. Elektronların buldukları yerlere katman adı verildiği ve elektronların katmanlarda çok hızlı döndükleri için yerlerini tam tespit edemediğimiz ifade edilmiştir. Ayrıca elektronların buldukları katmanlar, model üzerinde gösterilerek açıklanmıştır. Pamuk ile sarılmış her bir halkanın ayrı katmanlar oldukları ve sodyum atomunun üç katmandan oluştuğu belirtilmiştir. Katmanlarda elektronların bulunma olasılıklarının yüksek olduğu yerler (orbital) olduğu vurgulanmıştır. Sonuçta deney grubunda bu alternatif kavrama sahip öğrenci oranı %75’ten %25’e düşerken kontrol grubunda %77’den %68’e gerilemiştir. Bu durum, materyalin bu alternatif kavramların giderilmesinde geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Testin İkinci Bölümünden Elde Edilen Bulgular ve Tartışması

Kavram başarı testinin ön ve son test olarak uygulanması sonucu testin ilk 3 açık uçlu sorusuna deney ve kontrol grubu öğrencilerinin verdikleri cevaplar, Tablo 5 sunulmuştur.

Tablo 5’te görüldüğü gibi açık uçlu sorularda ön testte deney grubundaki alternatif kavramlar %25 ile %54,2 arasında değişirken, kontrol grubunda %0 ile %36,4 arasında değişmektedir. Son testte ise deney grubunda alternatif kavramlara rastlanmazken, kontrol grubundaki yüzdeler %4,5 ile %18,2 arasında değişmektedir.

Tablo 5. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son testin açık uçlu sorularına verdikleri cevaplar

Soru No	Grup	Anlama		Kısmen Anlama		Alternatif Kavram		Anlamama		Boş	
		Ön test %	Son test%	Ön test %	Son test%	Ön test %	Son test%	Ön test %	Son test %	Ön test %	Son test%
29	DG	4	95,8	8,3	4,17	25	0	37,5	0	25	0
	KG	9,1	81,8	4,5	9,1	36,4	9,1	31,8	0	18,2	0
30	DG	0	83,3	25	12,5	37,5	0	33,3	4,2	4,2	0
	KG	18,2	77,3	22,7	18,2	36,4	4,5	18,2	0	4,5	0
31	DG	0	75	0	16,7	54,2	0	20,8	8,3	25	0
	KG	0	50	0	13,6	0	18,2	81,8	9,1	18,2	9,1

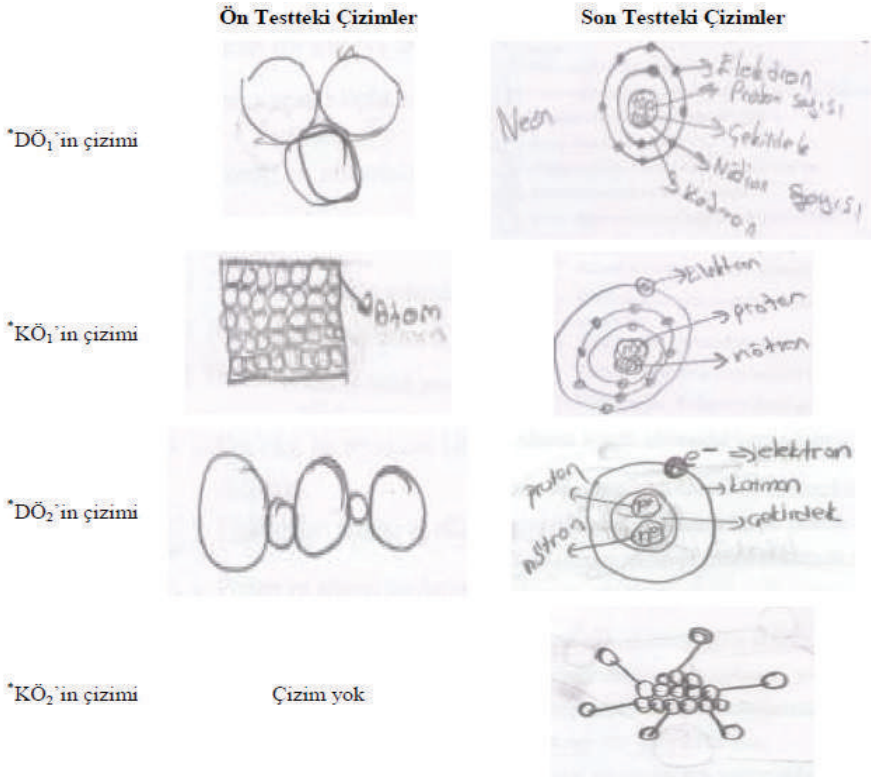
DG: Deney grubu; KG: Kontrol grubu

Testin 32. sorusu; “Atomun yapısını gösteren basit bir şekil çizerek üzerinde kısımlarını gösteriniz”, şeklindedir. Bu soruya verilen cevaplar, Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön ve son teste çizim sorusuna verdikleri cevaplar

Soru no	Grup	Seviye 5		Seviye 4		Seviye 3		Seviye 2		Seviye 1	
		Ön test %	Son test %	Ön test %	Son test %	Ön test %	Son test %	Ön test %	Son test %	Ön test %	Son test %
32	DG	0	20,8	0	12,5	4,17	54,2	54,2	12,5	41,7	0
	KG	0	4,55	0	4,55	4,55	20,8	45,5	54,2	50	8,33

Tablo 6'dan görüldüğü gibi ön çizimlerde öğrencilerin hiçbiri üç boyutlu çizimlerinde kullanmamışlardır. Son çizimlerde ise deney grubu öğrencilerinin %33,3'ü üç boyutlu yapıyı vurgularken, kontrol grubunda bu oran %9,1' de kalmıştır. Öğrencilerin ön ve son testte verdikleri çizim örnekleri Şekil 2'de verilmiştir.



*DÖ: Deney grubu öğrencisi, KÖ: Kontrol grubu öğrencisi

Şekil 2. Atomun yapısı ile ilgili öğrenci çizimleri

Şekil 2'den görüleceği gibi, her iki deney grubu öğrencisi de kontrol grubu öğrencilerinden farklı olarak katman ifadesini kullanmışlardır. KÖ₂

öğrencisi ise farklı bir şekil çizip kısımlarını isimlendirmemiştir. $KÖ_1$, $DÖ_1$ ve $DÖ_2$ öğrencilerinin son test çizimleri, katman ifadesi hariç ders kitaplarındaki çizimlerle örtüşmektedir. Çizimlerde, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında deney grubunun daha başarılı olduğu görülmektedir (Tablo 6). Bu başarıdaki daha büyük payın modele ait olduğu düşünülmektedir. Çünkü model, atomun şeklini üç boyutlu olarak somutlaştırmıştır.

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin testin ikinci bölümünden elde ettikleri puanlara yönelik tanımlayıcı istatistik verileri ve t testi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Öğrencilerinin açık uçlu sorulardan elde ettikleri puanlara yönelik t testi sonuçları

	Grup	N	Ortalama	SS	SD	t	p
Ön test	Kontrol	22	6,31	2,69	44	0,288	0,775
	Deney	24	6,13	1,80			
Son test	Kontrol	22	13,86	2,73	30,38	2,02	0,053
	Deney	24	15,17	1,37			

Tablo 7’den görüldüğü gibi, uygulama öncesi deney ve kontrol grubu öğrencileri arasında testin ikinci bölümü açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($t_{(44)}=0,288$; $p=,775$). Son testlerde deney ve kontrol grubu arasında deney grubu lehine 1,31’lik bir ortalama farkı olduğu Tablo 7’den görülmektedir. Kontrol grubu ön testten son testte 7,55’lik bir ortalama artışı kaydederken, deney grubu ise 9,04’lük bir ortalama artışı gerçekleştirmiştir. Ancak deney ve kontrol grubunun ortalamaları arasındaki bu fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($t_{(44)}=2,02$; $p=0,053$; Tablo 7).

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Testten elde edilen veriler, model ve KDM’lerin birlikte kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili alternatif kavramlarını düzeltmede ve anlama düzeylerini arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Buradan, özellikle öğrencilerin alternatif kavramlarını dikkate alarak hazırlanan materyallerin alternatif kavramları düzeltmede, bu kavramları dikkate almayan yaklaşımlardan daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretim faaliyetleri planlanırken öğrencilerin önbilgileri ve varsa alternatif kavramlarının belirlenmesi anlamlı bir öğrenme için ilk adım olmalıdır. Sınıflarda farklı özelliklere sahip öğrenciler olduğu için tek bir öğretim yöntem ve tekniğinden ziyade duruma göre farklı öğretim yöntem ve teknikleri birlikte kullanılmalıdır. Sonraki çalışmalarda, modelin araştırmacı ya da öğretmen tarafından hazırlanmasından ziyade öğrencilerin hazırlayacakları ve tartışacakları model ya da modellerin etkisi araştırılabilir.

Çalışmada kullanılan modelin öğrencilerin konuyu daha kolay

anlamalarına katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Çünkü modelin içerisinde öğrencilerin ilgisini çeken, onların göremedikleri ve zihinlerinde canlandırmakta güçlük çektikleri atom ve atomun yapısını görme fırsatı sağlamıştır. Modelin atom konusundaki soyut kavram ve olayları somutlaştırması sayesinde, öğrenmenin anlamlı olmasına da katkı sağladığı düşünülmektedir. Özellikle soyut kavramlara yönelik öğrencilerin zihinsel modellerini yapılandırmalarında ders kitaplarında yer alan modeller ile öğretmenlerin kullandıkları modeller son derece önemlidir. Modellerin doğru geliştirilmesi kadar doğru kullanılması da önemlidir. Model ve modellemeye yönelik bilimsel çalışmaların daha geniş örneklerle ve farklı konularla çalışılması, bu konudaki problemlerin giderilmesinde önemli bir yer tutacaktır. Özellikle ilkökul ve ortaokulda ders kitapları, ortaöğretime oranla daha fazla kullanılmaktadır. Bu nedenle, ders kitaplarında kullanılan modellerin hazırlanmasında daha fazla titizlik gösterilmeli, üç boyutlu model ve bilgisayar animasyonlarıyla bu süreç desteklenmelidir. Ayrıca öğretmenlerin model geliştirme, öğrencilerinin zihinsel modellerini ortaya çıkarma ve geliştirdikleri modelleri sınıflarında kullanmaya yönelik hizmet içi eğitime tabi tutulmaları, etkili model kullanımının yaygınlaşması adına faydalı olacaktır.

Çalışmada elektron ile alakalı alternatif kavramlara sahip olan öğrencilerin, atomun yapısı ile alakalı alternatif kavramlara da sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, öğrencilerin sahip oldukları alternatif kavramların yeni alternatif kavramların oluşmasına neden olabileceğini göstermektedir. Öğretmenlerin, öğrencilerin alternatif kavramlarından haberdar olması ve öğrencilerin okuduğu ders kitaplarında alternatif kavramlara yer verilmesi gerekir.

Çalışmadan elde edilen diğer önemli bir sonuç, öğrencilerin bazı kavramları birbirlerinin yerine kullandıkları ve birbirleriyle karıştırdıklarıdır. Özellikle, atom ile maddenin tanecikli yapısı ve yörünge ile katman kavramlarını birbiriyle karıştırmakta ve bu kavramları açıklarken birbirilerinin yerine kullanmaktadırlar. Buradan kavram öğretiminin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Kavramın içinin doğru bir şekilde doldurulması, başka kavramlarla karıştırılmasının önüne geçecektir. Bu nedenle, sınıflarda kavramsal anlamaya daha fazla yer verilmeli, işlemsel ve algoritmik uygulamalardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Kavram öğretimi, öğrencilerin önceden öğrenmiş oldukları kavramları bırakmalarını gerektiriyorsa, o zaman öğrencilerin fikirlerini özgürce ifade ettikleri bir ortam oluşturulması gereklidir. Böylece öğrenciler kendi kavramları üzerinde daha fazla düşünme imkânı bulurlar. Bu da öğretim için daha fazla zaman demektir. Aksi takdirde bilgileri olduğu gibi sorgulamadan almaya çalışan bireyler yetişir. Sorgulayıcı ve düşünen bireyler yetiştirmek için kavram öğretimine mümkün olduğunca fazla zaman ayrılmalıdır. Fakat ülkemizde fen eğitiminde konular için ayrılan sürelerin kesinlikle yetersiz olduğu yapılan birçok çalışmada da belirtilmiştir (Ayvacı ve Er-Nas, 2009;

Demircioğlu, 2003; Şahin, Turan ve Apak, 2005). Bundan dolayı mevcut öğretim programlarının içeriğinin hafifletilmesi ve fen ve teknoloji ders saatlerinin belli ölçüde artırılması yerinde olacaktır.

Çalışmada kullanılan öğretim materyalleri öğrencilerin önemli bir kısmının alternatif kavramlarının giderilmesinde başarılı olsa da, bazı öğrencilerin alternatif kavramlarını gidermede yeterli olmamıştır. Bu durum, alternatif kavramların giderilmesinin son derece zor olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Alternatif kavramların ortadan kaldırılamamasının bir nedeni de, öğretim sürecinde tartışılan alternatif kavramların öğrenci tarafından zihinde tutulması veya öğrencinin derslere katılmasındaki ilgi ve motivasyon eksikliği olabilir. Bu durumları ortadan kaldırabilmek için, alternatif kavramların olduğu her bir alanla ilgili sınıf içi tartışmaların sonrasında alternatif kavramlar ve bu fikirlerin neden yanlış olduğu iyice vurgulanmalı, tartışmalar sınıftaki tüm öğrencileri kapsayacak şekilde gerçekleştirilmelidir. Sınıftaki tüm öğrencilerin kendi fikirlerini bilimsel fikirlerle karşılaştırmalarına imkân verilmeli ve bunlar için gerekli zaman öğrencilere sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akyol, D. (2009). Fen alanında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Albanese, A. ve Vicentini, M. (1997). "Why do we believe that an atom is colourless? Reflections about the teaching of the particle model". *Science & Education*, 6, 251-261.
- Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W. ve Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstanding of eight graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (2), 105-120.
- Ayvacı, H. Ş. ve Er-Nas, S. (2009). Öğretmen kılavuz kitaplarının yapılandırmacı kurama göre öğretmen görüşlerine dayalı olarak değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3 (2), 212-225.
- Beerenwinkel, A., Parchmann, I. ve Grasel, C. (2011). Conceptual change texts in chemistry teaching: A study on the particle model of matter, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 671-696.
- Ben-Zwi, R., Eylon, B. ve Silberstein, J. (1986). "Is an Atom of copper Malleable?". *Journal of Chemical Education*, 63, 64-66.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of*

- Chemical Education, 63 (10), 873-878.
- Brown, D.E. (1994). Facilitating conceptual change using analogies and explanatory models. *International Journal of Science Education*, 16, 2, 201-214.
- Can, A. (2013). SPSS ile bilimsel araştırma süresince nicel veri analizi. Pegem Akademi, Ankara.
- Case, M.J. ve Fraser, M.D. (1999). An investigation into chemical engineering students' understanding of the mole and the use of concrete activities to promote conceptual change. *International Journal of Science Education*, 21 (12), 1237-1249.
- Chambers, S.K., ve Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 107-123.
- Coştu, B., Karataş, ve Ayas, A. (2003). Kavram öğretiminde çalışma yapraklarının kullanılması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 14-33
- Craik, K. (1943). *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Çalık, M. (2005). A cross-age study of different perspectives in solution chemistry from junior to senior high school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 671-696.
- Çalık, M., Ünal, S., Costu, B., Dede, N. ve Ayas, A. (2009). Investigating effectiveness of analogies embedded within four-step constructivist teaching model: a case of the 'atom' concept. *Journal of Science Education*, 1 (10), 36-40.
- Çalık, M., Ayas, A., Coll, R. K., Ünal, S. ve Coştu, B. (2007). Investigating the effectiveness of a con-structivist-based teaching model on student understanding of the dissolution of gases in liquids. *Journal of Science Education and Technology*, 16 (3), 257-270.
- Çetingül, İ. ve Geban, Ö. (2011). Using conceptual change texts with analogies for misconceptions in acids and bases. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 112-123.
- Çobanoğlu, E. O. ve Bektaş, H. (2012, Haziran). Kavramsal değişim metinlerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin dolaşım sistemi konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2542-04_06_2012-16_30_29.pdf adresinden alındı.
- Çökelez, A. ve Duman, A. (2005). Atom and molecule: upper secondary school french students' representations in long-term memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6 (3), 119-135.
- Çökelez, A. ve Yalçın, S. (2012) The analysis of the mental models of students

- in grade-7 regarding atom concept. İlköğretim Online, 11(2), 452-471.
- Demirci, Ö. ve Özmen, H. (2012). Zenginleştirilmiş bir öğretim materyalinin öğrencilerin asit ve bazlarla ilgili anlamalarına etkisi. Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(1), 1-17.
- Demircioğlu, G. (2003). Lise II Asitler ve Bazlar Ünitesi İle İlgili Rehber Materyal Geliştirilmesi ve Uygulanması. KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Trabzon.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G. ve Ayas, A. (2004). Kavram yanlışlarının çalışma yapılarıyla giderilmesine yönelik bir çalışma. Milli Eğitim Dergisi, 163, 120-130.
- Demircioğlu, G., Özmen, H. ve Ayas, A. (2004). Asit ve baz kavramları üzerine bir araştırma çerçevesinde kimyada karşılaşılan kavram yanlışları. Educational Sciences: Theory and Practice, 4 (1), 73-80.
- Demircioğlu, G., Ayas, A. ve Demircioğlu, H. (2005). Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. Chemistry Education Research and Practice, 6, 36-51.
- Demircioğlu, G. (2009). Comparison of the effects of conceptual change texts implemented after and before instruction on secondary school students' understanding of acid-base concepts. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, Volume 10, Issue 2, Article 5.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., Ayas, A. ve Kongur, S. (2012). Onuncu sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişme kavramları ile ilgili teorik ve uygulama bilgilerinin karşılaştırılması. Türk Fen Eğitimi Dergisi, 9 (1), 162-181.
- De Vos, W. ve 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.
- Dilber, R. (2006). Fizik öğretiminde analogi kullanımının ve kavramsal değişim metinlerinin kavram yanlışlarının giderilmesine ve öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Doğruöz, P. (1998). Effect of science process skill oriented lesson on understanding of fluid force concepts. Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dole, J. A. (2000). Readers, texts and conceptual change learning. Reading and Writing Quarterly, 16, 99-118.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. Science Education, 75 (6), 649- 672.
- Durmuş, J. (2009). İlköğretim fen bilgisi dersinde kavramsal değişim metinlerinin ve deney yönteminin akademik başarıya kavram yanlışlarını gidermeye etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Glynn, S., (1989). The Teaching with analogies (TWA) model: Explaining

- concepts in expository text. In K. D. MUTH (ed.), *Children's Comprehension of Text: Research into Practice*, International Reading Association, Newark, DE.
- Griffiths, A. K. ve 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.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., ve Glass, G. V. (1992). Promoting conceptual change in science: Can texts be used effectively. *Journal of Reading*, 35(8), 642-649.
- Guzzetti, B. J., Williams, W. O., Skeels, S. A. ve Wu, S. M. (1997). Influence of text structure on learning counterintuitive physics concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 701-719.
- Guzzetti, B. J. (2000). Learning counter intuitive science concepts: What have we learned from over a decade of research?. *Reading, Writing, Quarterly*, 16, 89-98.
- Gülçiçek, Ç., Bağı, N. ve Moğol, S. (2003). Öğrencilerin atom yapısı-güneş sistemi pedagojik benzeştirme (anoloji) modelini analiz yeterlilikleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 74-84.
- Hameed, H., Hackling, M. W. ve Garnett, P. J. (1993). Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15 (2), 221-230.
- Harrison, A. G. (1998). Modeling science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98 (8), 420-429.
- Harrison, A. G. (2001). Thinking and working scientifically: The role of analogical and mental models. *The Australian Association for Research in Education*, Fremantle, WA.
- Harrison, A.G. ve Treagust, D.F. (1996). "Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry". *Science Education*, 80 (5), 509-534.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms molecules and chemical bonds; A case study of multiple model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84 (3), 352-381.
- Hewson, M.G. ve Hewson, P.W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (8), 731-743.
- Hewson, P. W. ve Hewson, M. G. (1984). The role conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13, 1-13.
- Huddle, P. A., White, M. W. ve Rogers, F. (2000). Simulations for teaching chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 77 (7), 920-926.
- Hynd, C. ve Alvermann, D. E. (1986). The role of refutation text in overcoming difficulty with science concepts. *Journal of Reading*, 29, 440-446.
- Hynd, C. R., Alvermann, D. ve Qian, G. (1997). Pre-service elementary school

- teachers' conceptual change about projectile motion: refutation text, demonstration, affective factors, and relevance. *Science Education*, 81, 1-27.
- Johnson, P. (1998). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20 (4), 393-412.
- Jong, O. D. (2009). How to teach scientific models and modelling: A study of prospective chemistry teachers' knowledge base. *International Journal of Science Education*, 31 (6), 829-850.
- Justi, R. ve Jilbert, J. (2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. *International Journal of Science Education*, 22 (9), 993-1009
- Kadayıfçı, H. (2001). Lise-3 sınıftaki öğrencilerin kimyasal bağlar konusundaki yanlış kavramların belirlenmesi ve yapılandırıcı yaklaşımın yanlış kavramaların giderilmesi üzerine etkisi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Karagöz, Ö. ve Sağlam-Arslan, A. (2012). İlköğretim öğrencilerinin atomun yapısına ilişkin zihinsel modellerinin analizi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9 (1), 132-142
- Kaya, O. N. (2003). Fen eğitiminde kavram haritaları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13 (1), 70-79.
- Legendre, P. (2005). Species associations: The kendall coefficient of concordance revisited. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 10 (2), 226-245.
- MEB. (2006). Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. MEB Yayınları. Ankara.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. ve Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2 (4), 88-98.
- Niaz, M. (1998). From cathode rays to alpha particles to quantum of action: A rational reconstruction of structure of the atom and its implications for chemistry textbooks. *Science Education* 82, 527-552.
- Niaz, M., Aguilera, D., Maza, A. ve Liendo, G. (2002). Arguments, contradictions, resistances and conceptual change in students' understanding of atomic structure. *Science Education*, 86, 505-525.
- Obut, S. (2005). İlköğretim 7.sınıf, maddenin iç yapısına yolculuk ünitesindeki atomun yapısı ve periyodik çizelge konusunun eğitsel oyunlarla bilgisayar ortamında öğretimi ve buna yönelik bir model geliştirme. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

- Özmen, H. ve Demircioğlu, G. (2003). Asitler ve bazlar konusundaki öğrenci yanlış anlamalarının giderilmesinde kavram değişim metinlerinin etkisi. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 111-119.
- Park, E. J. ve 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, Dec.). A comparison between elementary school students' mental models and visualizations in textbooks for the concept of atom, AARE-APERA International Conference, Sydney. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED542254.pdf> adresinden alındı.
- Posner, G.J., Strike, K.A. ve Hewson, P.W. (1982). Accomodation of a scientific conception: toward of conceptual change. *Science Education*, 66 (2), 211-227.
- Pringle, R. M. (2004). Making it visual: Creating a model of the atom. *Science Activities*, 40 (4), 30-33.
- Renström, L., Anderson, B. ve Marton, F. (1990). Students' conception of matter. *Journal of Chemical Psychology*, 82 (3), 555-559.
- Schoon, J. K. ve Boone, J. W. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, 83, 553-568.
- Siegel, S. ve Castellan, N. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Sinatra, G.M. ve Pintrich, P.R. (2003). *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stavy, R. (1991). Using analogy to overcome misconceptins about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 305-313.
- Şahin, İ., Turan, H. ve Apak, Ö. (28-30 Eylül 2005). Yeni ilköğretim birinci kademe fen ve teknoloji programının Stake'in uygunluk modeliyle değerlendirilmesi, XIV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Denizli.
- Şendur, G. ve Parlak, M. (2013). The role of conceptual change texts to improve students' understanding of alkenes. *Chemistry Education: Research and Practice*, 14, 431-449.
- Şendur, G., Toprak, M. ve Şahin-Pekmez, E. (2008). Buharlaşıma ve kaynama konularındaki kavram yanlışlarının önlenmesinde analogi yönteminin etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 9(2), 37-58.
- Tan, K. D. ve Treagust, D. F. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81, 294, 75-84.
- Thistlethwaite, D.L. ve Campbell, D.T. (1969). Regression-discontinuity analysis: An alternative to the Ex-Post Facto Experiment, *Journal of Educational Psychology*, 51, 309-317.
- Treagust, D. ve Duit, R. (2008). Compatibility betwen cultural studies and conceptual change in science education: there is more to aknowledge

- than to fight straw men!. *Cultural Studies of Science Education*, 3, 387–395.
- Treagust, D. F., Harrison, A. G. ve Venville, G. J. (1998). Teaching science effectively with analogies: An approach for preservice and inservice teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 9 (2), 85-101.
- Tsai, C.C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8 (1), 83-91.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 188-196.
- Ünal, S. (2007). 'Atom ve molekülleri bir arada tutan kuvvetler' konularının öğretiminde yeni bir yaklaşım: BDÖ ve KDM'nin birlikte kullanılmasının kavramsal değişime etkisi. Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ünal, R. ve Zollman, D. (1997). Students' description of an atom: A phenomenographic analysis. Department of Physics Kansas State University.
- Vosniadou, S. (2008). Bridging culture with cognition: A commentary on "culturing conceptions: from first principles". *Cultural Studies of Science Education*, 3, 277–282.
- Wright, T. (2003). Images of atoms. *Australian Science Teachers' Journal*, 1, 18-24.
- Yeğnidemir, D. (2000). Temel eğitim 8. sınıf öğrencilerinde madde ve maddenin tanecikli-boşluklu-hareketli yapısı ile ilgili yanlış kavramaların tespiti ve giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız-Taylan, H. (2006). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir University, Balıkesir.

Ek 1. Kavramsal değişim metni örneği

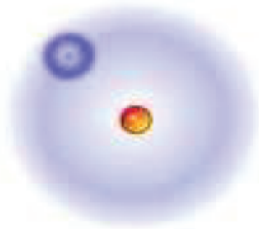
ATOMLARIN HEPSİ AYNI MIDIR?



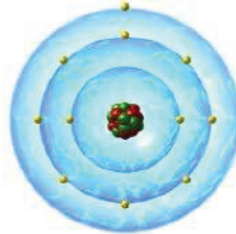
Acaba tüm atomlar
birbirinin aynısı mıdır?

Atomlar elektron, proton ve nötronlardan oluştuğu için tüm atomlar birbirinin aynısıdır diye düşünen öğrenciler **hatalıdır**. Çünkü her bir elemente ait atomların proton, nötron ve elektronlarının sayısı aynı değildir. Bir elementin atomunun diğer elementin atomundan farklı olmasının nedeni, çekirdek içerisinde bulunan **proton sayısına** bağlıdır. Örneğin; hidrojen (H) atomunun çekirdeğinde 1 proton bulunmasına karşılık, sodyum (Na) atomunun çekirdeğinde 11 proton bulunmaktadır. Bundan dolayı H atomu, Na atomundan farklıdır.

Hidrojen Atomu



Sodyum Atomu



O halde şunu söyleyebiliriz; her atom birbirinin aynısı değildir. Farklı elementlerin atomları aynı sayıda nötron içerebilirler. Aynı şekilde nötr olmayan atomların elektron sayıları birbirine eşit olabilir. **Nötr atom**, proton sayısı elektron sayısına eşit atom demektir. Fakat farklı atomların proton sayıları hiçbir zaman aynı olamaz. Bundan dolayı bir atomda bulunan protonların sayısı o elementin kimliğini belirler. Proton sayısı, aynı zamanda **atom numarası** olarak da adlandırılmaktadır.

Sonuc olarak; elementlerin birbirinden farklı olma sebeplerinin, çekirdekte bulunan proton sayısına bağlı olduğu unutulmamalıdır.

TEBRİKLER!!! TÜM ATOMLARIN AYNI OLMADIĞINI ÖĞRENDİNİZ.