

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ “ATOM” KAVRAMINA İLİŞKİN KAVRAMSAL ANLAMA DÜZEYLERİ

Meryem G. Baybars
Milli Eğitim Bakanlığı
mgorecek@hotmail.com

Doç. Dr. Hüseyin Küçüközer
Balıkesir Üniversitesi
hkucuk@balikesir.edu.tr

Özet

Öğrenciler ortaokuldan üniversiteye kadarki süreçte neredeyse her yıl atom kavramı ile karşılaşmaktadır. Atom kavramının iyi anlaşılması fen bilgisi, kimya ve fizik dersleri için önemlidir. Bu çalışma ile Fen Bilgisi öğretmen adaylarının “atom” ile ilgili fikirlerinin ne olduğu ve yapılan öğretimin kavramsal anlamaya etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın örneklemini Fen Bilgisi öğretmenliğinde öğrenim gören toplam 48 öğrenci oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak kavram testi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Öğretim öncesinde Fen Bilgisi öğretmen adaylarının “atom” ile ilgili daha çok alternatif kavram düzeyinde, öğretim sonrasında ise, çoğunun “atom” ile ilgili bilimsel düzeyde kabul edilebilecek kavramlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Atom, alternatif kavram, kavramsal anlama.

THE PRE-SERVICE SCIENCE TEACHERS' CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF ATOM

Abstract

Students are confronted with the concept of atoms almost every year in the period from middle school to university. Understanding concept of atom is important for science, chemistry and physic lessons. The purpose of this study is revealing the ratio of ideas pre-service science teachers have about “atom” before and after instruction and determining the conceptual understanding rate. This research was conducted with a total of 48 students studying in science teaching. Data in the scope of research were obtained from the concept test and semi-structured interviews. Before the instruction, it has been understood that pre-service science teachers have alternative concepts about “atom”. After the instruction, it can be said that most of the pre-service science teachers have scientific concepts about “atom”.

Key Words: Atom, alternative concept, conceptual undrestanding.

GİRİŞ

Kavram, kısaca nesnel gerçeğin insan beyninde yansıma biçimi (Haçerlioğlu, 1967) veya insan zihninde anlaşılan, farklı obje ve olguların değişebilen ortak özelliklerini temsil eden bir bilgi şeklinde tanımlanabilir Ülgen (2004). Morgan (1977) ise kavramları, “belli bir uyarıcının bir ya da daha fazla özelliğinin soyutlanması” şeklinde tanımlamıştır. Kavramlar tanımla öğrenilebilecek bilgi parçaları değildir. Kavram öğretimi konusunda yapılan hatalardan bir tanesi de kavramların sadece tanımla öğretilebileceğine inanılmasıdır. Kavramlar insanlarda doğuştan itibaren gelişmeye başlar. Kavramlar geliştikçe bilginin yapıtaşları oluşur. Oluşan bu yapıtaşları farklı şekillerde birleştirilerek yeni bilgilerin kavranması veya zihinde üretilmesi sağlanabilir (Çepni, 2005). Birey dünyaya geldiği andan itibaren, kavram öğrenmeye başlar ve bu kavram öğrenme süreci bireyin yaşamı boyunca devam eder. Yani bir birey okula başlamadan önce, öğretilen olgu ve

kavramlarla ilgili bilgi ve inanışlara sahiptir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, bireylerin sahip olduğu bu kavram ve inanışlar, oldukça köklü ve bilimsel olarak kabul edilen görüşlerle uyumlu olmayabilir (Osborne, 1985; Gunstone ve Champagne, 1990; Duit ve Treagust, 2003). Literatürde yer alan farklı çalışmalar incelendiğinde, bireyin kavramlarla ilgili sahip olduğu bu fikirler; kavram yanılgıları, yanlış algılamalar, alternatif kavramlar, ön kavramlar, alternatif çerçeveler gibi isimler ile kullanılmaktadır. Çalışmamız kapsamında alternatif kavram ifadesi tercih edilmiştir. Bu alternatif kavramlar hiç şüphesiz ki, bireyin öğrenmesini engelleyebilecek, bireyin karşılaştığı durumları yanlış yorumlamasına sebep olabilecektir. Bu nedenle, bireylerde var olan bu alternatif kavramların kaynaklarının belirlenmesi gerekmektedir. Wandersee vd., (1994), öğrencilerin sahip olduğu alternatif kavramlara benzer şekilde öğretmenlerinde alternatif kavramlara sahip olduğunu belirtmektedirler.

Fen bilimleri alanındaki temel kavramlardan bir tanesi de atom kavramıdır. Öğrenciler ortaokuldan üniversiteye kadarki süreçte neredeyse her yıl atom kavramı ile karşılaşmaktadır. Atom kavramının iyi anlaşılması fen bilgisi, kimya ve fizik dersleri için önemlidir. Bu çalışma ile Fen Bilgisi Öğretmenliği ikinci sınıf öğrencilerinin öğretim öncesi ve öğretim sonrası atom ve atomun yapısına ilişkin fikirlerinin ne olduğu ve yapılan öğretimin kavramsal anlamaya etkisi incelenmiştir.

YÖNTEM

Araştırma nitel ve nicel desenlere sahiptir. Araştırmada deneysel desen türlerinden, ilişkili iki ölçümden elde edilen puanların karşılaştırılması yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda öğrencilere öğretim öncesi ve öğretim sonrasında 1 adet soru yöneltilmiştir. Elde edilen puanlar SPSS 16.0 programına girilmiş, puanlar arasındaki farklılık “parametrik olmayan testlerden Wilcoxon Signed Rank Test (Wilcoxon İşaretli sıralar testi)” kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin “atom” kavramına yönelik alternatif kavramlarını belirlemek ve daha derinlemesine incelemek için yarı yapılandırılmış görüşmelere hem öğretim öncesi hem de öğretim sonrası yer verilmiştir.

Araştırma Örneklemi

Araştırma kapsamında kullanılan örnekleme tipi kolay ulaşılabilir durum örneklemesidir. Bu araştırma, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 2. sınıfta öğrenim gören toplam 48 öğrenci (I. ve II. öğretim) ile yürütülmüştür.

Araştırma Süreci

Öğrencilerin kuantum fiziğine ilişkin kavramsal anlamalarını belirleyebilmek için 14 sorudan oluşan Kuantum Fiziği Kavram Testi kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, “Atom” kavramı ile ilgili 1 sorudan elde edilen verilere yer verilmiştir. Sorular, içerik (kapsam) geçerliğini sağlamak amacıyla konunun uzmanı olan iki fizik eğitimi öğretim elemanı tarafından incelenmiştir. Soruların yapı geçerliği için ise yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak, kuantum fiziğinin temel kavramları konusunda, testte başarılı olan öğrencinin görüşmelerde de başarılı olup olmadığına, aynı şekilde başarısız öğrencinin görüşmelerdeki sorularda da başarısız olup olmadığına bakılarak test sonuçları ve görüşmeler karşılaştırılmıştır.

Kuantum Fiziği Kavram Testi’nin güvenilirliği için 230 öğrenci üzerinde yapılan ön pilot çalışma sonrasında Cronbach alfa güvenilirlik katsayısı .70 olarak bulunmuştur. 2009–2010 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi öğretmenliği 2. sınıf öğrencileri (95 öğrenci) ile pilot çalışma yürütülmüştür. Pilot çalışma yapılan Fen Bilgisi öğretmen adayları kuantum fiziği ile ilgili formal eğitim almadığı için araştırmanın örneklemi ile aynı düzeyde kabul edilmiştir. Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı .64 olarak bulunmuştur. Asıl uygulama 2010–2011 eğitim öğretim yılı bahar döneminde gerçekleştirilmiş olup, kavram testi ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ayrıca araştırmada, yarı yapılandırılmış görüşmelere yer verilmiştir. Öğrencilerin ön kavramlara nasıl ulaştıklarını ortaya koymak ve sahip oldukları alternatif kavramları daha derinlemesine inceleyebilmek için 10 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler uygulama öncesi ve sonrası gerçekleştirilmiştir.

Öğretim sürecinde 7E öğretim modeli kullanılarak dersler yürütülmüştür. Bu model, öğrenme ortamının yapılandırılması sürecinde öğretmene yardımcı olabilecek bir modeldir. 7E öğretim modeli; araştırma merakını artırıp, öğrenci beklentilerini tatmin eden, bilgi ve anlama için aktif bir araştırmaya odaklandırıan beceri ve etkinlikleri içermektedir. 7E öğretim modelinin her aşamasında, öğrencilerin etkinlik içerisine dahil edilmesi ve öğrencilerin kendi kavramlarını yapılandırmaları mümkün olmaktadır. Bilginin öğrenci tarafından yapılandırılabilmesine, içerikten bağımsız ve tutarlı bir kavramsal değişimin sağlanabilmesine imkân veren; öğrencilerin ilgilerini çekerek deneyime dayalı öğrenmeyi teşvik eden bu model, üst düzey düşünme sürecine katkıda bulunmaktadır. Bu bilgiler ışığında araştırmada, öğrenme ortamının yapılandırılmasında kullanılacak model olarak; öğretmenlere öğrencilerin ön bilgilerini belirleme fırsatı, öğrencilere ise yeni kavramları geliştirmelerine yardımcı olacak deneyimler sağlayan, yapılandırmacı kurama dayalı “7E öğretim modeli” tercih edilmiştir. 7E öğretim modeli çerçevesinde, öğrencilere ön bilgileri yoklama aşamasında, “Ne bildiğini fark et” ve “Atom modellerini hatırlayalım” isimli bir çalışma yaprakları uygulanmıştır. Etkinliğin amacı, öğrencilerin atom modelleri hakkında öğrendikleri bilgileri hatırlamaları ve aralarındaki tarihsel gelişim süreçlerini fark etmeleridir. Merak uyandırma aşamasında önceki haftadan öğrencilere çeşitli kaynaklardaki atom ile ilgili görselleri araştırarak sınıf ortamına getirmeleri istenmiş ve bu görsellerin doğru olup olmadığı tartışmaya açılmıştır. Ayrıca bu aşamada öğrencilere “Atomun yapısını anlamak neden önemlidir” sorusu yöneltilmiştir. Keşif aşamasında ise öğrenciler, http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Models_of_the_Hydrogen_Atom adresine yönlendirilmiştir.

Öğrencilere simülasyon ile ilgili bir çalışma yaprağı sunulmuştur. Hazırlanan çalışma yaprağı atom modellerinin tarihsel gelişimine göre hazırlanmıştır, böylece öğrencilerin atom modellerini tarihsel süreçte ele alarak atom modellerinin açıkladıkları ve yetersiz kaldıkları noktaları da keşfetmesi sağlanmıştır.

Açıklama aşamasında ise öğrencilere bohr atom modeli çalışma yaprağı sunulduktan sonra, bu modeli daha iyi kavratmak, modelin açıkladığı ve yetersiz kaldığı noktaları ortaya koymak için bohr yörüngelerinin yarıçapı, bohr yörüngelerinin enerjisi, bohr modelinin eksiği var mı? konularına değinilmiştir. Ancak burada konular direkt olarak öğrencilere verilmemiş, aşama aşama öğrenci katılımı ile formüllerin türetilmesi şeklinde işlenmiştir. Bu açıklamalar yapıldıktan sonra, öğrencilere; Bohr atom modeli ile atomun yapısı tamamen ortaya konmuş mudur? Yoksa diğer atom modellerinde olduğu gibi Bohr atom modelinin de eksik tarafları, açıklayamadığı noktalar var mıdır? şeklinde sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerden cevaplar alındıktan sonra, öğrencilere Bohr atom modelinin eksik yönleri sunulmuştur. Genişletme aşaması öğrenmenin transfer edilmesidir (Thorndike,1923 akt: Eisenkraft, 2003). Bu aşamada, “Hayatımızın neresinde” isimli bir etkinlik gerçekleştirilmiş ve kısaca modern atom teorisinden bahsedilmiştir. Öğrenciler uygulama boyunca edindikleri kavramlar ışığında; değerlendirme aşamasında; yine delillere ve kanıtlara dayanarak farklı sorulara yanıt bulmaya çalışmışlardır. İlişkilendirme aşamasında, öğrencilerden kendi isimleri ile bir atom modeli önermeleri istenmiştir. (Bu noktada öğrenciler şekil çizebilir, şekil üzerinde açıklama yapabilir ya da değişik materyaller kullanarak bir model oluşturabilirler.) Daha sonra öğrencilerin önerdikleri modelleri arkadaşları ile paylaşmaları istenmiş, böylece öğrenciler, fikirlerini diğer öğrenciler ile paylaşma fırsatı elde etmişlerdir. Daha sonra öğrencilerin yapmış oldukları önerileri, modern atom teorisi ile kıyaslamaları istenmiştir.

Veri Analizi

Bu bölümde kavram testinde, “Atom” ile ilgili olarak öğrencilere yöneltilen 1 adet soru ve sorunun değerlendirilmesinde kullanılan analizlere yer verilmiştir. Araştırmanın amacına yönelik olarak öğrencilere yöneltilen 1 adet sorunun betimsel analizi yapılmıştır.

Literatürde yer alan, Trundle, Atwood ve Christopher (2002), Uçar (2007), Saçkes (2010) yaptığı çalışmada kodlar oluşturularak veri analizi yapmıştır. Öğrencilerin kavram testinde yer alan sorulara verdikleri yanıtlar, tek tek incelenmiştir. Görüşme videolarındaki görüntüler ve ses kayıt cihazındaki sesler teker teker yazılı metin haline dönüştürüldükten sonra, kodlamalar belirlenmiş ve öğrencilerin verdikleri yanıtlar bu kodlamalara göre

değerlendirilmiştir. Kodlar ve anlamları oluşturulurken, “BİL.” ile başlayan kodlar bilimsel kavramları, “ALT.” ile başlayan kodlar alternatif kavramları ifade edecek şekilde düzenleme yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Kodlar ve Kodların Anlamları

Kodlar	Kodların anlamları
BİL. ŞEKİL	Açıklamada doğru şekil çizilmişse.
BİL. BULUT	Çekirdekte proton ve nötron, çekirdek etrafında elektronlar elektron bulutu şeklinde yer alır.
BİL. BELİRSİZLİK	Çekirdekte proton ve nötron, çekirdek etrafında bulunma olasılığının en fazla olduğu yerlerde elektronlar bulunur. Elektronların yeri belirsizlik ilkesine göre tam olarak belirlenemez.
ALT. ELEKTRON	Proton ve nötron çekirdekte, elektronlar çok küçük ve hızlı olduğundan yerlerini tam olarak belirtemeyiz.
ALT. YÖRÜNGE	Proton ve nötron çekirdekte elektronlar ise çekirdek etrafında belirli yörüngelerde bulunur.
ALT. GÜNEŞ	Öğrenci güneş sistemi modelini çizmiş ama açıklama yapmamış ise.
ALT. BAŞKA	Başka bir sebeple yanılığın varsa
YOK. MAN.	Mantıksal açıklama ya da yanıt yoksa
YOKSAY	Kodlanacak yanıt oluşmamışsa

Kodlamalar tamamlandıktan sonra Tablo 1’de belirtilen kriterler altında öğrencilerin kavramsal anlamaları gruplanmış ve buna bağlı olarak frekans çizelgeleri ve yüzde çizelgeleri oluşturulmuştur. Kavramsal kategorileri istatistiksel açıdan karşılaştırabilmek amacıyla kategoriler puanlanmıştır. Bilimsel kategori 8 puan ve diğerleri azalan puanlar olacak şekilde Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Kavramsal Kategoriler ve Puanları

Kavramsal kategori	Puan	Kriterler
Bilimsel	8	3 kriteri de içeriyorsa; Yazılan açıklamanın doğru cevabın bütün bileşenlerini içermesidir.
Bilimsel Bölümlü	7	Bu 3 kriterin hepsini içermeyen durumlar; bireyde alternatif model gelişmemiş.
	6	Bilimsel kategoriden 2’sini yazanlar
	6	Bilimsel kategoriden 1’ini yazanlar
Bilimsel ve alternatif	5	Bilimsel kategorideki 3 kriteri de içeriyor ancak bunun yanı sıra alternatif kavramlara da sahip olunan durumlar
Bilimsel Bölümlü ve Alternatif	4	Hem bilimsel hem de alternatif kavramlara sahip olunan durumlar
Alternatif	3	Bireyde alternatif kavram gelişmiş, bunun yanında bilimsel kriterlerin 2’sinde sahip
Alternatif Bölümlü	2	Bireyde alternatif kavram gelişmiş, bunun yanında bilimsel kriterlerin 1’inde sahip
Alternatif Bölümlü	1	Bilimsel anlatımın hiçbirini içermeyen durumlar, 1 alternatif kavrama sahip
Alternatif Bölümlü	1	Alternatif kavramlardan birden çoğunu içeren
Kavramsal Anlama yok	0	Hiçbir anlama, hiçbir yanıt ya da kodlama için yeterli bilgi yok

Bulgular kısmında nitel verilerin sunumunun ardından ilgili yanıt türünü içeren bir görüşme verisi var ise, bunlar o yanıt türünü derinlemesine açıklayabilmeye kullanılmıştır.

Öğretim öncesinde ve sonrasında kavram testinden elde edilen nitel verilerin nicelleştirilmesi sonucunda elde edilen puanlar SPSS 16.0 programına girilmiş, puanlar arasındaki farklılık “parametrik olmayan testlerden Wilcoxon Signed Rank Test (Wilcoxon İşaretli sıralar testi)” kullanılarak incelenmiştir.

BULGULAR

Bu bölümde, kavram testinde, “Atom” konusuyla ilgili olarak öğrencilere yöneltilen “Zihninizde canlandığı atom modelini çizerek açıklayınız.” sorusunun değerlendirilmesine yer verilmiştir.

Öğrencilerin soruya öğretim öncesi ve öğretim sonrasında verdikleri yanıtlar ile bu yanıtlara ait öğrenci sayıları ve yüzdeleri Tablo 3’te yer almaktadır.

Tablo 3: Öğrencilerin Atom Konusuyla İlgili Açıklamalarından Elde Edilen Yanıt Türleri

Yanıt Türleri	Ön test		Son test	
	N	%	N	%
Bilimsel	-	-	5	10,4
Bilimsel Bölümlü	2	4,2	23	47,9
Bilimsel ve Alternatif	-	-	-	-
Bilimsel Bölümlü ve Alternatif	18	37,5	13	27,1
Alternatif	10	20,8	3	6,2
Alternatif Bölümlü	5	10,4	-	-
Hiçbir şey	13	27,1	4	8,4
Genel Toplam	48	100	48	100

Öğrenci yanıtları belirlenmiş olan 3 kriteri de içeriyorsa, bu öğrenciler bilimsel kavrama düzeyi grubuna dahil edilmektedir.

Öğretim öncesi:

Öğrencilerin öğretim öncesi verdikleri yanıtlar incelendiğinde, “bilimsel”, “bilimsel ve alternatif” olarak kabul edilebilir yanıtlara rastlanmamıştır. Öğrencilerin % 4,2’si “bilimsel bölümlü”, % 37,5’i ise “bilimsel bölümlü ve alternatif” kategorisinde yanıt vermiştir. Öğrenci yanıtları değerlendirildiğinde “alternatif” kodlu yanıt türünün oranının % 20,8, “alternatif bölümlü” yanıt oranının ise %10,4 olduğu gözlenmektedir. Öğrencilerin % 27,1’inde ise kodlama için yeterli bilgi yer almamıştır.

Aşağıda öğrencilerde tespit edilen kavramsal kategorilere örnekler sunulmuştur.

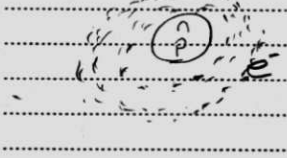
Bilimsel bölümlü:

Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili doğru ancak eksik açıklamalar yaptıkları gözlenmiştir.

Öğretim öncesinde, “bilimsel bölümlü” kategoride yer alan Ö12 (12 numaralı öğrenci) nin cevabı aşağıda sunulmuştur.

Ö12:(BİL.ŞEKİL)(BİL.BULUT)

12- Zihninizde canlandığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



Proton ve nötronun çevresini sarmalayan bulut gibi olan yapı aklıma geliyor. e- lar çekirdek etrafında farklı katmanlar da doluyor.

Yukarıda yer alan öğrenci yanıtı ve çizimi incelendiğinde, öğrencinin çekirdekte proton ve nötron, çekirdek etrafında ise bir bulut şeklinde elektronların yerini gösterdikleri, ancak elektronların yerinin belirsizlik ilkesine bağlı olarak belirlenemediğinden bahsetmedikleri gözlenmiştir. Bu yüzden bu öğrencinin yanıtı “bilimsel bölümlü” kategorisinde değerlendirilmiştir.

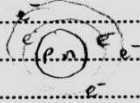
Bilimsel bölümlü ve alternatif:

Bu kategorideki yanıtlar incelendiğinde öğrencilerin gerek açıklamalarında gerekse çizimlerinde güneş sistemine benzer ifade ve çizimler kullandığı gözlenmiştir. Bilimsel bölümlü ve alternatif kategorisinde yer alan öğrenci yanıtlarına örnek olarak Ö35'in cevabı aşağıda sunulmuştur.

Ö35: (ALT. YÖRÜNGE)(BİL. BULUT)

12- Zihninizde canlandığınız atom modelini çizerek açıklayınız.

Çekirdek ve etrafındaki e^- lar dan oluşur. Elektronlar belli bir yörüngelerde hareket ederler. Proton ve nötronlar çekirdekteki. Elektronlar da bulutlu setlik de gösterirler.



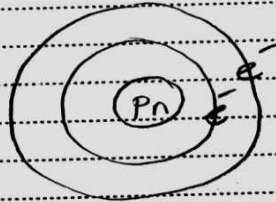
Ö35'in yanıtı incelendiğinde, atomun yapısına ilişkin "Çekirdekte proton ve nötron çekirdek etrafında elektronlar elektron bulutu şeklinde bulunur." bilimsel bölümlü düşüncesine sahip olduğu söylenebilir. Ancak Ö35 çiziminde, proton ve nötronu çekirdekte elektronları ise çekirdek etrafında belirli yörüngelerde gösterdiği için "bilimsel bölümlü ve alternatif" kategorisine dahil edilmiştir. Bu kategoride yer alan tüm öğrenci yanıtları değerlendirildiğinde, diğer öğrencilerin de (Ö5, Ö7, Ö14, Ö17, Ö23, Ö24, Ö25, Ö30, Ö31, Ö33, Ö34, Ö35, Ö36, Ö37, Ö38, Ö41, Ö42) çizimlerinde Ö35'in çizimine benzer gösterimler yaptığı gözlenmiştir.

Alternatif:

Bilimsel kavramlardan hiç birini içermeyen durumlarda öğrenciler alternatif kategorisine dahil edilmiştir. Alternatif kategoride değerlendirilen öğrenci yanıtlarına örnekler aşağıda sunulmuştur.

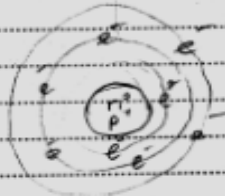
Ö13: (ALT. YÖRÜNGE)

12- Zihninizde canlandığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



Ö4:(ALT. YÖRÜNGE)

12- Zihninizde canlandığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



Yukarıda yer alan öğrenci yanıtları incelendiğinde, öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili sözel açıklama yapmadıkları, sadece şekil çizdikleri gözlenmektedir. Öğrenci yanıtlarında yer alan şekiller incelendiğinde, öğrencilerin proton ve nötronu çekirdekte elektronları ise çekirdek etrafında belirli yörüngelerde gösterdiği görülmektedir. Bu kategoride yer alan diğer öğrencilerde de (Ö1, Ö2, Ö8, Ö18, Ö21, Ö39, Ö43, Ö45) benzer çizimlerin yapıldığı gözlenmiştir. Bu model gerek ders kitaplarında gerekse diğer kaynak kitaplarda sıklıkla yer alan bir model olup, atomun yapısını bilimsel anlamda açıklamada yetersizdir.

Görüşme verileri incelendiğinde, öğrencilerin (Ö43, Ö45) genelde zihinlerindeki modelin, proton ve nötronu çekirdekte elektronları ise çekirdek etrafında belirli yörüngelerde gösteren güneş sistemi modeli olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin atoma ilişkin olarak sahip olduğu düşünceler aşağıda verilen görüşme alıntılarında tartışılmıştır.

A: Atom nedir? Atom deyince zihninde oluşan yapıyı açıklayabilir misin?

Ö45: Atom, aslında eskiden bakılınca maddenin en küçük yapıtaşı ama artık değil çünkü atom altı parçacıkları bulduk. Atom işte bu atom altı parçacıkları içeren ve maddenin yapıtaşlarının bir araya gelmesi ile oluşmuş bir yapı. Zihnimdeki atom modeli eh... genelde eski modeller var. Merkezde proton ve nötronların bulunduğu etrafında ise elektronların dolaştığı bir model (ALT. YÖRÜNGE).

Ö42: Atom dediğimiz zaman aslında kimya dersleri aklıma geliyor direkt. Maddenin en küçük parçacıklarından, bölünebilen en küçük parçası olduğu geliyor aklıma. Bunu daha küçük parçacıkları var tabii. Maddenin yapısı, temel taşı, maddenin özelliğini gösteren en küçük birim. Merkezde çekirdek kısmında proton ve nötronlar var. Elektronlar belirli enerji katmanlarında hareket ediyor (ALT. YÖRÜNGE).

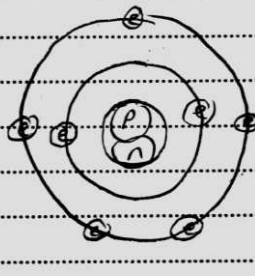
Yukarıda verilen alıntılarda görüldüğü gibi öğrenciler, atomu açıklarken güneş sistemi modelinden yararlanmışlardır. Kavram testine verilen yanıtlar ve görüşme verileri incelendiğinde öğrencilerin "Atomun yapısında çekirdekte proton ve nötron, çekirdek etrafında bulunma olasılığının en fazla olduğu yerlerde elektronlar yer alır. Elektronların yeri Heisenberg belirsizlik ilkesine göre tam olarak belirlenemez.(Doğru şekil çizimi)" bilimsel düşüncesine sahip olmadıkları söylenebilir.

Alternatif bölümlü:

Eğer öğrenci alternatif kavramlardan birden çoğuna sahipse, bu durumda bu öğrenciler "alternatif bölümlü" düzey kategorisine dahil edilmektedir. Aşağıda "alternatif bölümlü" düzeye ait örnek verilmiştir.

Ö5: (ALT. YÖRÜNGE) (ALT. BAŞKA)


12- Zihninizde canlandırdığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



Çekirdekte sabit proton ve nötron vardır. Protonun + yük sayısı - yük sayısından fazladır. Nötronun ise + yük sayısı - yük sayısına eşittir. Çekirdeğin etrafında yörüngeler vardır ve bu yörüngelerde hareket eden elektronlar vardır. Elektronların - yük sayısı daha fazladır.

Ö19: (ALT. BAŞKA)

Küresel güneş sistemi şeklinde değil sistemin merkezi vardır onunla güneş ve etrafında güneş proton gezegenler nötron ve elektron sistemi bir atom diye düşünürüm.



Küresel atom.

Bu kategoride yer alan yanıtlarda, öğrencilerin (Ö3, Ö11, Ö15, Ö19) bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar yapmadıkları ve bilimsel olarak kabul edilebilir şekil çizmedikleri gözlenmektedir. Ö5'e ait yanıt incelendiğinde, öğrencinin merkezde proton ve nötron, onun etrafında belirli yörüngelerde elektronları çizdiği gözlenmektedir. Ayrıca, Ö5, proton, nötron ve elektronun sahip olduğu yük değerleri ile ilgili karşılaştırma yapmaktadır. Ö19'a ait yanıt incelendiğinde ise öğrenci küresel güneş sistemi adı altında bir modelden bahsetmiştir. Bu modele göre Ö19, protonun merkezde, nötron ve elektronların ise yörüngelerde yer aldığını ifade etmektedir. Ö3, Ö11 ve Ö15'in ise bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar yapmadıkları ve bilimsel olarak kabul edilebilir şekil çizmedikleri belirlenmiştir.

Öğretim sonrası:

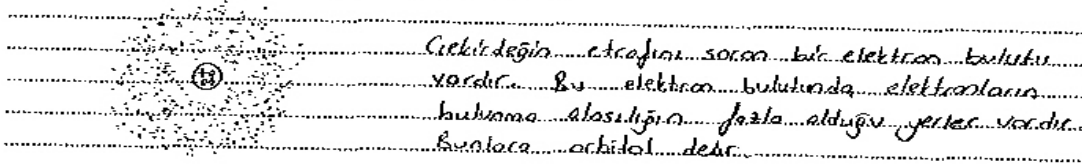
Öğrencilerin öğretim sonrası verdikleri yanıtlar incelendiğinde, “bilimsel ve alternatif” olarak kabul edilebilir yanıtlara rastlanmamıştır. Öğrencilerin % 10,4’ü “bilimsel”, % 47,9’u ise “bilimsel bölümlü” kategorisinde yanıt vermiştir. “Bilimsel bölümlü ve alternatif” kodlu yanıt türünün oranının % 27,1, “alternatif” yanıt oranının ise % 6,2 olduğu gözlenmektedir. Öğrencilerin % 8,4’ünde ise kodlama için yeterli bilgi yer almamıştır. Aşağıda öğrencilerde tespit edilen kavramsal kategorilere örnek sunulmuştur.

Bilimsel:

Bu kategoride yer alan öğrenciler; Ö1, Ö3, Ö30, Ö31, Ö33’tür. Bu öğrencilerden Ö1, öğretim öncesi “alternatif”, Ö3, öğretim öncesi, “alternatif bölümlü”, Ö30, Ö31 ve Ö33 ise öğretim öncesi “bilimsel bölümlü ve alternatif” kategorisinde yer alan yanıtlar vermiştir. Bu kategoriye dahil edilen öğrenci yanıtlarına örnek aşağıda sunulmuştur.

Ö31: (BİL. ŞEKİL) (BİL. BULUT) (BİL. BELİRSİZLİK)

12- Zihninizde canlandırdığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



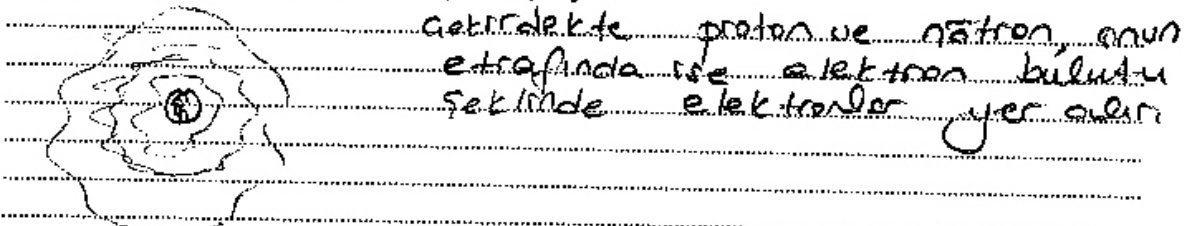
Yukarıda yer alan öğrenci yanıtı incelendiğinde, öğrencinin atomun yapısı ile ilgili bilimsel olarak kabul edilebilir açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Bu kategoride yer alan diğer öğrencilerde (Ö1, Ö3, Ö30, Ö33) benzer açıklamalar yapmışlardır.

Bilimsel bölümlü:

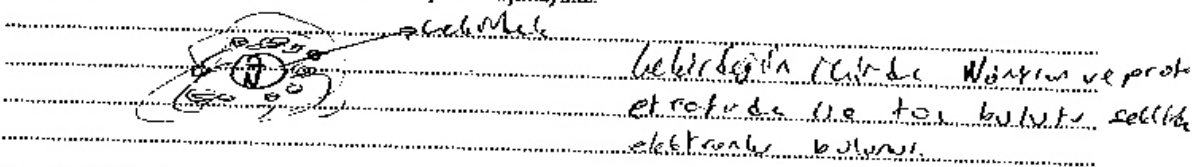
Öğretim sonrasında, “bilimsel bölümlü” yanıtların oranının öğretim öncesine göre % 43,7’lik artış ile % 47,9’a yükseldiği görülmektedir. Bu kategoriye dahil edilen yanıtlara örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ö47: (BİL. ŞEKİL) (BİL. BULUT)

12- Zihninizde canlandırdığınız atom modelini çizerek açıklayınız.

**Ö22: (BİL. ŞEKİL) (BİL. BULUT)**

12- Zihninizde canlandırdığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



Yukarıda yer alan öğrenci yanıtları incelendiğinde, öğrencilerin atomun yapısı ile ilgili bilimsel olarak kabul edilebilir ancak eksik açıklamalar yaptıkları görülmektedir. Bu kategoride yer alan diğer öğrencilerinde (Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö24, Ö34, Ö35, Ö36, Ö38, Ö39, Ö40, Ö42, Ö43, Ö44, Ö45, Ö46) benzer açıklamalar yaptığı gözlenmektedir.

Öğretim sonrasında görüşme yapılan öğrencilerden Ö41 hariç, tüm öğrencilerin bilimsel bölümlü kategoride değerlendirilebilecek yanıtlar verdikleri gözlenmiştir. Öğrenciler görüşme esnasında ön testte vermiş oldukları yanıtlara da yer vererek açıklamalarını yapmışlardır. Öğrencilere görüşme esnasında çizim yaptırılmamıştır. Görüşme alıntıları aşağıda verilmiştir.

Ö40: Atom, şimdi derste de bunu animasyonlarla görmüştük, ehh, en sondan bir önce Bohr atom modeli vardı. Bohr diyordu ki merkezde çekirdek var, çekirdeğin içinde proton ve nötron var ve çekirdeğin etrafında da belirli yörüngelerde dönen elektronlar vardır. Fakat Kuantum fiziği ortaya çıktıktan sonra belirsizlik ilkesi (BİL. BELİRSİZLİK) ile birlikte elektronların sabit bir yeri olmadığı belirlendi ve modern atom teorisi ortaya atıldı. Bu şekilde çekirdek etrafında belirli yörüngede elektronların olmadığı anlaşıldı. Sadece elektron bulutu (BİL. BULUT) şeklinde olduğu düşünülüyor.

Ö42: Elektronların yerinin tam olarak belirlenemeyeceğini düşünüyorum. Bazı enerji düzeyleri var atomda, enerji katmanları var. Elektronlarda bu enerji katmanında bulunma ihtimali var. Ama bunu da tam yerini belirleyemiyoruz. Bunun içinde merkezde proton nötron, etrafında elektron bulutunun (BİL. BULUT) olduğu bir atom modeli düşünüyorum. Aslında önce böyle düşünmüyordum ve ön teste güneş sistemi modelini çizmiştim, ama Heisenberg belirsizlik ilkesini (BİL. BELİRSİZLİK) öğrenince fikrim değişti. Elektronun bulunma ihtimalinin olabileceği yerler var, çünkü elektronun tam yerini kestiremiyoruz biz. Tam yerini kestirseydik gerçekten yörünge olurdu. Elektronlar belirli bir yörüngede hareket etmiyor sonuçta.

Ö47: Atom dediğimizde, çekirdeğinde atom altı parçacıklar bulunuyor. Etrafında elektron bulutları (BİL. BULUT) var. Yani belirli bir yörüngede olmadığını söyleyebiliriz. Modern atom teorisi bunu söylüyor.

A: (Testteki cevabı yöneltiliyor)

Ö47: Buradaki ifade işte enerjinin kesikli değerler alabileceğini söylüyor. Mesela diyelim $\frac{1}{2} hv$ gibi bir değer olmayacaktır. Mesela $n=1$ 1.enerji seviyesinde hv olur, $n=2$ 2.enerji seviyesinde $2 hv$ olacaktır.

A: Güneş sistemi modeli doğru bir model midir?

Ö47: Ehh, belirli yörüngelerinde elektronların olması yanlış. Çünkü elektronların yörüngelerde belirli bir yeri yoktur. Heisenberg belirsizlik ilkesi (BİL. BELİRSİZLİK) bunu açıklıyor zaten.

Ö44: Çok yanlış bildiğimi anladım. Ben yörünge hayal ediyordum hani böyle şey var ya güneş sistemi gibi kabul ediyordum. Hayır, ama doğru değilmiş. Şu an modern atom teorisi var zihnimde. Çünkü bu kuantum devreye girdiğinde şeyi öğrenmiştik ya parçacıkların hem momentimi hem konumu aynı anda bilinemez (BİL. BELİRSİZLİK). Bu yüzden bizim atom teorimizde modern atom teorisi bu an kabul edilen. Protonlar ve nötronlar çekirdek içerisinde elektronlar etrafında belirsiz yörüngelerde, toz bulutu (BİL. BULUT) halinde olduğunu hayal ediyordum çok değişti fikrim. Yoksa böyle çizgi çizgi yörünge üzerinde de elektron değil.

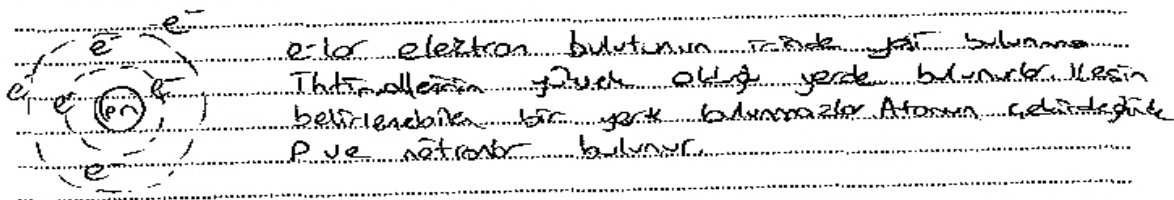
Yukarıda yer alan görüşme alıntılarında da görüldüğü gibi, öğrenciler atomun yapısı ile ilgili olarak yaptıkları açıklamalarında heisenberg belirsizlik ilkesinden yararlanmışlardır. Aynı zamanda öğrenciler, elektronların çekirdek etrafında elektron bulutu şeklinde yer alabileceğinden bahsetmişlerdir. Bu veriler ışığında, öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu yönde etkide bulunduğu söylenebilir.

Bilimsel bölümlü ve alternatif:

Öğretim sonrasında "bilimsel bölümlü ve alternatif" kategoride yer alan yanıtlara örnek aşağıda sunulmuştur.

Ö14: (ALT. ŞEKİL) (BİL. BULUT)

12- Zihninizde canlandırdığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



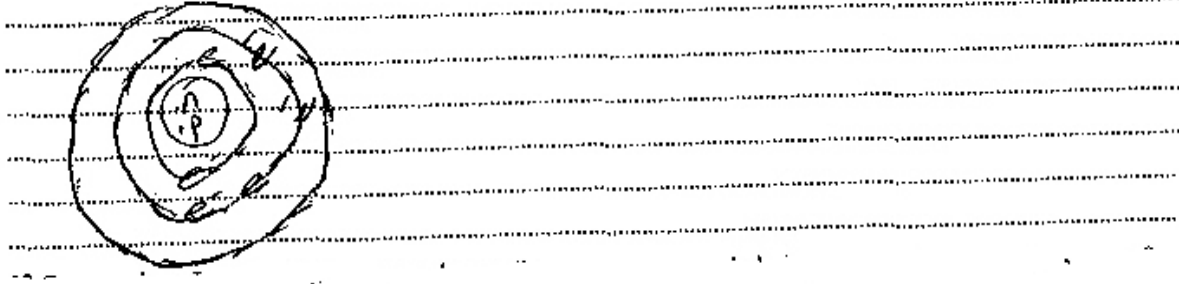
Öğrenci yanıtları değerlendirildiğinde, öğrencilerin genellikle açıklamalarında doğru ifadeler kullandıkları ancak zihinlerinde var olan atom modellerinin çizim aşamasında elektronların belirli yörüngelerde kullanıldığı gözlenmektedir. Bu kategoride yer alan diğer öğrencilerinde (Ö2, Ö7, Ö14, Ö15, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö25, Ö27, Ö28, Ö29, Ö32) benzer açıklamalar yaptığı gözlenmektedir.

Alternatif:

“Alternatif” kategoride değerlendirilen yanıtların oranı öğretim öncesinde % 20,8 iken, öğretim sonrasında bu oran % 6,2’ye gerilemiştir. Bu kategoride yer alan öğrenci yanıtları incelendiğinde, Ö16 ve Ö10 tarafından sadece şekil çizildiği, Ö41’in ise açıklamalarında “ALT. ELEKTRON” alternatif kavramının yer aldığı görülmektedir. Bu kategoride değerlendirilen yanıtlara örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ö10: (ALT. YÖRÜNGE)

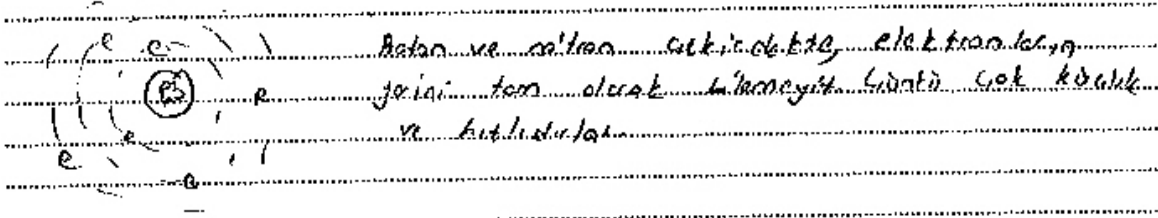
12- Zihninizde canlandığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



Ö10 ve Ö16’nın yanıtı incelendiğinde, öğrencilerin çizim ile ilgili açıklama yapmadığı, çizimlerinde de elektronları belirli yörüngelerde gösterdikleri gözlenmiştir. Her iki öğrenci de öğretim öncesinde bu soruyu yanıtızsız bırakmıştır.

Ö41: (ALT. ELEKTRON)

12- Zihninizde canlandığınız atom modelini çizerek açıklayınız.



Ö41 ise, öğretim öncesinde de “alternatif” kategoride yer almaktadır. Öğretim sonrasında öğrenci elektronların yerinin belirlenememesini çok küçük ve çok hızlı olması ile ilişkilendirmektedir.

Atom Konusunda Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine Ait Bulgular

Bu bölümde öğrencilerin atom konusunda kavramsal anlama düzeyine ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerini gösteren puanlarına ait betimsel istatistikler Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4: Öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Ön test	48	,00	7,00	2,0625	1,74315
Son test	48	2,00	8,00	5,6458	1,91844

Tablo 4’te görüldüğü gibi, öğrencilerin kavram testinde yer alan atom konusuna ait sorulara verdikleri yanıtlardan elde edilen puanların aritmetik ortalaması öğretim öncesinde 2,0625 iken öğretim sonrasında 5,6458 olduğu gözlenmektedir.

Öğretim öncesinde ve sonrasında kavram testinden elde edilen puanlar SPSS 16.0 programına girilmiş, puanlar arasındaki farklılık “parametrik olmayan testlerden Wilcoxon Signed Rank Test (Wilcoxon işaretli sıralar testi)” kullanılarak incelenmiştir. İstatistiksel veri analizleri yardımıyla elde edilen sonuçlar Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5: Öğretim öncesi ve sonrası atom konusuna ait puanların Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Son test-önce test	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
Negatif sıra	2	4,00	8,00	-5,704*	,00
Pozitif sıra	42	23,38	982,00		
Eşit	4	-	-		

* negatif sıralar temeline dayalı

Analiz sonuçları öğrencilerin öğretim öncesi ve öğretim sonrası kavram testinde yer alan atom konusu ile ilgili aldıkları puanlar arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($z=5,704$, $p<.05$) Fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen bu farkın pozitif sıralar, yani son test puanı lehine olduğu görülmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Atom konusuna ilişkin olarak öğretim öncesinde öğrencilerin çoğunun “alternatif” kavrama sahip olduğu gözlenmiştir. Öğretim öncesinde sadece iki öğrenci “bilimsel bölümlü” düzeyde yanıt vermiştir. Öğrencilerin atom ile ilgili “Proton ve nötron çekirdekte, elektronlar çok küçük ve hızlı olduğundan yerlerini tam olarak belirtmeyiz. / Proton ve nötron çekirdekte elektronlar ise çekirdek etrafında belirli yörüngelerde bulunur.” alternatif kavramlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen “Proton ve nötron çekirdekte elektronlar ise çekirdek etrafında belirli yörüngelerde bulunur.” alternatif kavramı pek çok çalışma sonucunda elde edilmiştir (Ireson (1999), Müller ve Wiesner (2002), Gülçiçek vd., (2003), Kaya (2010), Kahraman ve Demir (2011)). Bu çalışmalardan bir tanesi Kahraman ve Demir (2011) tarafından Fen Bilgisi öğretmenliği 1. sınıfta öğrenim gören 145 öğretmen adayı ile gerçekleştirilen çalışmadır. Öğrencilerden H atomunu Modern atom modeline göre çizmeleri istenmiş ve elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin elektronları çekirdek etrafındaki yörüngelerde hareket eden tanecik olarak zihinlerinde canlandırdıkları tespit edilmiştir. Kaya (2010), çalışmasında, atom kavramı ile ilgili “Elektronlar belli yörüngelerde hareket ederler.” alternatif kavramını elde etmiştir. Ireson (1999) tarafından yapılan çalışmada “Elektron çekirdeğin çevresinde belirli orbitallerde yüksek hızlarla hareket eder.” sonucu ön plana çıkmıştır.

Öğrencilerin ilköğretim 5. sınıftan üniversiteye kadarki süreçte neredeyse her yıl atom kavramı ile karşılaştığı bilinmektedir. Atom kavramının iyi anlaşılması fen bilgisi, kimya ve fizik dersleri için önemlidir. Öğretmenlerin sahip oldukları alternatif kavramların öğrencilerde de benzer alternatif kavramların oluşmasında etkili olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak, tüm bu alternatif kavramların oluşmasında, daha önceki öğretim süreçleri neden olmuş olabilir.

Öğrencilerin atom ile ilgili kavramsal anlama düzeyi sonuçları incelendiğinde, öğretim öncesinde, on üç öğrenci “kavramsal anlama yok”, beş öğrenci “alternatif bölümlü”, on öğrenci “alternatif”, on sekiz öğrenci ise “bilimsel bölümlü ve alternatif” kavramsal anlama düzeyine sahiptir. Öğretim öncesinde “alternatif bölümlü” düzeyde değerlendirilen beş öğrencinin, öğretim sonrasında, biri “bilimsel”, ikisi “bilimsel bölümlü”, ikisi de “bilimsel bölümlü ve alternatif” kavramsal anlama düzeyinde değerlendirilmiştir. Öğretim öncesinde “alternatif” kategoride yer alan on öğrenciden, öğretim sonrasında bir tanesi “bilimsel”, üç tanesi “bilimsel bölümlü ve alternatif”, altı tanesi ise “bilimsel bölümlü” kavramsal anlama düzeyinde değerlendirilmiştir. Tüm bu sonuçlar değerlendirildiğinde, öğrencilerin atom konusuna ilişkin olarak kavramsal anlamının gerçekleşmiş olduğu söylenebilir.

Genel olarak tüm bölümler incelendiğinde, öğrencilerin öğretim öncesinde daha çok alternatif kavramlara öğretim sonrasında ise daha çok bilimsel kavramlara sahip olduğu gözlenmiştir. Bu süreç içerisinde, öğrenciler kuantum fiziği temel kavramları ile ilgili farklı bir uygulama içerisinde yer almamışlardır. Bu nedenle araştırmada kullanılan 7E öğretim modelinin ve 7E öğretim modeli içerisinde yer alan etkinliklerin kavramsal anlamada etkili olduğu belirlenmiştir. Özellikle sosyal yapılandırmacı yaklaşımın temel ilkelerine dayandırılarak oluşturulan etkinlikler çerçevesinde, öğrencilerin her aşamada kendi kavramlarını yapılandırmaları sağlanmıştır. Sosyal ortam içerisinde öğretmen adaylarının kavramlar arasındaki benzerlikleri, farklılıkları ve ilişkileri kurabildiği

ayrıca bu kavramların başka ortamlara transfer edilebildiği ve problem çözümünde kullanılabildiği belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının kendi bilgilerini oluşturma sürecinde sosyal çevresi ile olan etkileşimlerinin rol oynadığı gözlenmiştir.

Not 1: Bu çalışma Meryem Görecek Baybars'ın doktora tezinden üretilmiştir.

Not 2: Bu çalışma 06-08 Kasım 2014 tarihlerinde Antalya'da 22 Ülkenin katılımıyla düzenlenen "3rd World Conference on Educational and Instructional Studies- WCEIS-2014"de bildiri olarak sunulmak olarak seçilmiş olup, JRET Bilim Kurulu hakemleri tarafından değerlendirilerek bu sayıda yayınlanmasına karar verilmiştir.

KAYNAKÇA

- Çepni, S. (2005). *Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Ankara: Pegem A Yayınları.
- Duit, R. & Treagust, D. (2003). "Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning", *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688.
- Eisenkraft, A. (2003). "Expanding the 5E Model" *Science Teacher*, 70 (6), 56–59.
- Gunstone, R. F. & Champagne, A. B. (1990). Promoting Conceptual Change in the Laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed). *The Student Laboratory and The Science Curriculum* (159–182). London: Rutledge.
- Gülççek, Ç. ve Yağbasan, R. (2003). Fen Eğitiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 13, 102-120.
- Hançerlioğlu, O. (1967). *Felsefe Sözlüğü*. Varlık Yayınevi.
- Ireson, G. (1999). The Quantum Understanding of Pre-University Physics Students. *Physics Education*. 35 (1),15–21.
- Kahraman, S. ve Demir, Y. (2011). Bilgisayar destekli 3D öğretim materyallerinin kavram yanılgıları üzerindeki etkisi: Atomun yapısı ve orbitaller, *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 1-16.
- Kaya, A. (2010). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Işık ve Atom Kavramlarını Anlama Seviyelerinin Tespiti, *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt-Sayı: 12-1 Yıl: 2010.
- Morgan, C. T. (1977). *Psikolojiye Giriş Ders Kitabı*. (İngilizceden Çeviren: H. Arıcı vd.) (7. Baskı). Ankara: Meteksan.
- Müller, R. & Wiesner, H (1999). *Students' Conceptions of Quantum Physics*. Papers presented at the annual meeting National Association for Research in Science Teaching. (13 Mart 2009) <http://www.idn.uni-bremen.de/pubs/Niedderer/1999-NARSTWKSQAP>
- Osborne, R. (1985). 'Building on Children's Intuitive Ideas'. In R. Osborne and P. Freyberg (Eds) *Learning in Science*, Auckland, NZ: Heinemann.
- Saçkes, M. (2010). *The Role of Cognitive, Metacognitive, and Motivational Variables in Conceptual Change: Preservice Early Childhood Teachers' Conceptual Understanding of the Cause of Lunar Phases*. Unpublished Doctoral Dissertation, Graduate Program in Education, The Ohio State University, The Ohio State.
- Thorndike, E.L. (1923). *Educational Psychology*, Vol. II: *The Psychology of Learning*. New York: Teachers College, Columbia University.

Trundle, K. C., Atwood, R. K. & Christopher, J. E. (2002). Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Moon Phases Before and After Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633–655.

Uçar, S. (2007). *Using Inquiry-Based Instruction with Web-Based Data Archives to Facilitate Conceptual Change About Tides Among Preservice Teachers*, Ph. D. Thesis, Ohio State University.

Ülgen, G. (2004). *Kavram Geliřtirme, Kavram Öğrenme*, Ankara: Pegem A Yayınevi.

Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. & Novak, J.D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science, In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, Macmillan, New York, 177–210.