



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2007, Volume: 2, Number: 3
Article Number: A0033

NATURAL AND APPLIED SCIENCES
BIOLOGY EDUCATION

Received: February 2007
Accepted: July 2007
© 2007 www.newwsa.com

Sami Özgür
Ayberk Bostan
University of Balıkesir
samiozgur1@hotmail.com
Balıkesir-Türkiye

**ATOM KAVRAMININ EPİSTEMOLOJİK ANALİZİ VE ÖĞRENCİLERİN
KONU İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin atom kavramına ilişkin sahip oldukları epistemolojik orijinli kavram yanlışları ile atom kavramının eski çağdan günümüze gelinceye kadarki süreçte karşılaşılan epistemolojik engeller arasında varsa bir ilişki ve/veya benzerlik kurmaktır. Bu amaçla araştırmacılar tarafından geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış beş adet açık uçlu sorudan oluşan kavram yanlışları tespit anketi 105 ilköğretim öğrencisine uygulanmıştır. Ayrıca 20 öğrenci ile görüşme yapılarak konu hakkında daha ayrıntılı veriler toplanmıştır. Atom kavramı ile ilgili literatürde tespit edilen epistemolojik engeller ve öğrencilerin aynı konuya ilişkin sahip oldukları kavram yanlışları arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin atom kavramına ilişkin bazı düşünceleri ile atom kavramının tarihsel sürecindeki epistemolojik engelleri arasında benzerlikler olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atom Modelleri, Kavram Yanlışları,
Epistemolojik Analiz

**THE COMPARASION BETWEEN EPISTOMOLOGICAL ANALYZE OF ATOM CONCEPT AND
STUDENTS' MISCONCEPTIONS ON THE TOPIC**

ABSTRACT

The aim of this research is to establish a link and/or similarity, if there is any, between the misconceptions with epistemological origin of the students on atom concept and the epistemological obstacles which have been encountered since early times on atom concept. To accomplish this aim a misconceptions diagnostic test composed of 5 open-ended questions of which reliability and validity studies had been done administered to 105 primary school students. Moreover, detailed data on the topic had been collected through interviews with 20 students. A comparison between the epistemological obstacles on atom concept in the literature and the misconceptions of the students on the same subject has been done. As a result of the research it has been found out that there are some similarities between the students' various ideas and epistemological obstacles of atom concept in the course of its history.

Keywords: Atom models, Misconceptions, Epistemological Analyze.



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kavramların herkes için aynı anlamı taşıması amacı ile kavramlara ortak bir anlam yüklenmektedir. Kavramlar, çevremizdeki her şeyi, olayları ve objeleri, canlıları ve cansızları benzerlik ve farklılıklarını dikkate alarak gruplandırdığımızda bu grupların her birine verilen isim olarak tanımlanmaktadır [5]. Yanlış kavramalara neden olan önbilgiler birçok araştırmacı tarafından değişik şekillerde isimlendirilmiştir. Novak "önbilgiler", Driver ve Easley "alternatif kavramlar", Helm "kavram yanlışlığı", Halloun ve Hestenes "genel duyu kavramları" vb olarak adlandırmaktadır [9]. Bu çalışmada öğrencilerin yanlış anlamalara neden olan önbilgilerini kavram yanlışlığı olarak adlandırılmıştır. Kavram yanlışlıklarının tanımı birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır. Çakır ve Yürük (1999; aktaran Gülçiçek ve Yağbasan 2003) kavram yanlışlıklarını deneyimler sonucu oluşmuş bilimsel gerçeklere aykırı olan ve bilim tarafından gerçekliği kanıtlanmış kavramların öğretilmesini ve öğrenilmesini engelleyici bilgiler olarak tanımlamaktadır [9]. Stepan (1996; aktaran Gülçiçek ve Yağbasan, 2003) ise kavram yanlışlığını, bir kişinin bir kavramı anladığı şeklin, ortaklaşa kabul edilen bilimsel anlamından önemli derecede farklılık göstermesi şeklinde ifade eder; şeklinde tanımlamaktadır [9]. Kavram yanlışlığı, kavramın bilimsel tanımıyla öğrencinin kendi zihninde oluşturduğu tanımın uyumsuzluğudur [8].

Kavram yanlışlıkları tanımlarından da anlaşılacağı üzere farklı nedenlerden kaynaklanmaktadır. Kavram yanlışlıklarının kaynakları olarak del Poza (2001) aşağıdaki nedenleri göstermektedir:

- Özellikle makroskobik seviyeden mikroskobik seviyeye geçişteki algıların değişmesi
- Günlük dilin ve kültürel anlayışın etkisi
- Konuya ilişkin soyut kavramların kullanılması
- Müfredat [6].

Brousseau (1989) göre kavram yanlışlıklarının nedenleri ise dört ana başlık altında toplanmaktadır;

- Epistemolojik (Bilginin doğası ile ilgili)
- Ontojenik (Öğrenenin bilişsel seviyesi ile ilgili)
- Didaktiksel (Eğitim-öğretim ortamlarının düzenlenmesi ile ilgili)
- Kültürel (Din, dil, masallar, atasözleri, deyimler ...) [2].

Epistemolojik orijinli kavram yanlışlıkları Özgür (2001)'e göre dünyanın değişik bölgelerindeki öğrencilerin aynı konu hakkında sahip oldukları ortak kavram yanlışlıklarıdır [14]. Öğrenme engellerinden biri olarak Bachelard (1938) epistemolojik kaynaklı olanları göstermektedir. *Epistemolojik engel soru sormayı ve şüphe duymayı engelleyen bir bilgidir.* Soru sormayan ve bilimsel şüpheye düşmeyen öğrencilerin öğrenmelerinde güçlükler ile karşılaşmaktadır.

Öğrenciler konu ile ilgili eski çağlardaki düşünürlerin fikirlerine paralel fikirlere sahip olabilmektedirler. Öğrencilerin bu fikirleri, bilginin tarihsel süreçteki gelişimi sırasında karşılaştıkları epistemolojik engellerle benzerlik gösterdiği saptanmıştır [15]. Wandersee ve diğerleri, fen eğitiminde bilim tarihi ve bilim tarihinin gelişim sürecinin göz önüne alınmasının öğrencilerin kavram yanlışlıklarını anlamak ve açıklamak için gerekli olduğunu düşünmektedirler. Wandersee (1986) bilim tarihinin, fen bilimleri öğrencilerinin kavramsal zayıflıklarını keşfetmelerini teşvik ve yardım için kullanılabilirliğini belirtmiştir [1].

Örneklelimizi oluşturan öğrencilerin atom konusu ile ilgili sahip oldukları kavram yanlışlıklarını tespit etmeden önce bu bölümde literatür taraması sonucu derlediğimiz Atom Kavramının Epistemolojik Gelişim süreci özetlenerek verilecektir [1 ve 10].



Maddenin yapı taşının ne olduğu tarih boyunca merak edilen bir konu olmuştur. Tarihsel süreçte maddenin yapı taşı olan atomun yapısı ile ilgili birçok filozof ve bilim insanı fikirlerini belirtmişlerdir.

- **Eski Yunanlı Filozofların Atom Hakkındaki Fikirleri**

Atomun varlığına dair ilk görüşler Eski Yunanlı filozoflar tarafından ortaya atılmıştır. İlk olarak Democritus (M.Ö. 470-370) atom ile ilgili fikirlerini açıklamıştır. Democritus'a göre atomlar tek türden nesnelere kapsıyordu ve maddelerin farklılığı atomların farklı şekilindeki organizasyonundan kaynaklanmaktaydı [1]. Eski Yunanlı düşünürlerden Leukippos bütün maddelerin gözle görülemeyen küçük parçalardan oluştuğunu belirtmiştir. Bu parçalara bölünemez anlamına gelen atom adını vermiştir. Aristoteles atomun parçalanamaz olduğu düşüncesini sorgulamıştır [17]. Atomculara göre doğa sadece atomlar ve boşluktan ibarettir. Bütün maddeler ve elementler birbirinden farklıdır. Maddelerin özellikleri, maddenin sahip olduğu atomların şekilleri ile açıklanabilir. Mesela, şekerli besinler yuvarlak atomlardan oluşurken, asitli besinlerin atomları sivridir. Cisimlerin sahip oldukları şekillerini atomları belirler. Yunanlı filozofların bu fikirler teori kabul edilebilecek kadar olgunlaşmamıştır [18].

- **Hint Filozoflarının Atom Hakkındaki Fikirleri**

İhsanoğlu ve Günergün'e (2005; aktaran Bahar, Gündüz ve Doğan, 2006) göre, Hint atom teorisinde dört unsurun her birinin kendi atom sınıfı vardır. Hint filozofları atomların bölünemez ve parçalanamaz olduğunu düşünmüştür. Farklı atomlar kendi aralarında birleşemezler ancak benzer atomlar üçüncü bir atomun varlığında birleşebilirlerdi. İki atom bir etki (diad) oluşturmakta ve etkilerin üçü bir araya gelerek diğer etkiyi (triad) oluşturmaktadır. Diadların birleşmesi ile oluşan triadlar maddenin farklı özelliklerini vermektedir [1].

- **Dalton Atom Modeli**

Dalton eski Yunanlı filozofların atom ile ilgili düşüncelerinde yer almayan atom ile element arasındaki bağı kurmuş ve elementlerin atomlardan oluştuğunu belirtmiştir. Bir elementin bütün atomlarının birbiri ile aynı olduğunu belirtmiştir. Atomlar bir araya gelerek daha büyük parçacıklar olan molekülleri oluşturmaktadır [10]. Eski Yunanlı filozofların düşüncelerinden etkilenecek atomların bölünemeyeceğini, yapılamayacağını ve ortadan kaldırılamayacağını belirtmiştir. Dalton, atom modelinin şeklini içi dolu küre olarak göstermiştir.

- **Thomson Atom Modeli**

Thomson atomun içerisinde küçük kütleler halinde negatif yüklü parçacıkların olduğunu göstermiştir. Bu parçalara "elektron" adını vermiştir. Elektronların keşfinden sonra atomun şeklini açıklamak için bilim dünyasında yeni bir atom modelinin varlığına ihtiyaç duyuldu [4]. Atomların yüksüz, elektronların negatif yüküyle yüklü olmasından dolayı atomda elektrik yüklerini dengeleyen pozitif yüklü parçacıkların olması gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Thomson pozitif ve negatif yüklerin küre içerisinde elektriksel yük dengesini sağlayacak şekilde dağılması gerektiğini belirtmiştir. Thomson atom modeli "üzümlü kek modeli" ya da "erikli muhallebi modeli" olarak da adlandırılmaktadır.

- **Rutherford Atom Modeli**

Rutherford, Thomson atom modeli üzerinde kendi fikirlerini geliştirmiştir. Atomun kütesinin tamamına yakının çok küçük ve pozitif yüklü çekirdekte toplandığını belirtmiştir. Bu kısma "nükleus" adını vermiştir. Nükleusun atomdan 10000 kat küçük olduğunu belirtmiştir. Elektronlar çekirdeğin çekim kuvveti ile çekirdeğin çevresinde dairesel yörüngelerde dolanmaktadırlar. Rutherford atom modelinde elektronların yapısını klasik mekanik ile açıklamıştır.

Klasik mekanik kurallarının atomun elektronlarının hareketini açıklamakta yetersiz kaldığı noktalar;

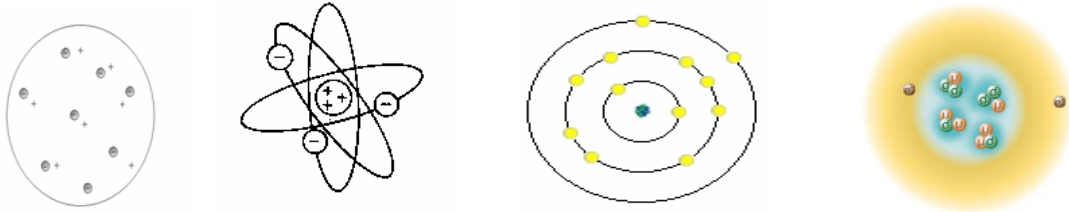
- o Eğer elektronlar sabit ise, negatif ve pozitif yüklü parçacıklar arasındaki çekim kuvvetinden dolayı elektronların nükleusa düşmesi gerekirdi.
- o Eğer elektronlar dairesel hareket yapıyorlarsa, klasik mekaniğin hesaplarına göre enerji kaybedecek ve nükleusa düşecektir.
- o Rutherford atom modeli güneş sistemine de benzetilmektedir. Çekirdek güneşe, çekirdek çevresinde bulunan elektronlar gezegenlere benzetilmiştir.

- **Bohr Atom Modeli**

Bohr Rutherford'un atomun yapısını açıklamada yetersiz kalması sonucu atom modelini açıklamak için kendi kuramını kurmuştur. Bohr atomun yapısını açıklamak için Plank'ın üzerinde çalıştığı atomik spekturumu geliştirmiştir. Bohr, elektronların çekirdek çevresinde rasgele dairesel bir yörüngede değil de belli enerjiye sahip olan dairesel yörüngelerde bulunabileceğini düşünmüştür. Bu yörüngelere enerji seviyesi denir. Elektronlar buldukları enerji seviyesinin enerjisine sahiptirler.

- **Modern Atom Teorisi**

Şu anda bilim çevreleri tarafından kabul edilen ve kullanılan atom modeli modern atom modelidir. Modern atom teorisine göre elektronlar çok küçük tanecikler oldukları için yerleri tam olarak bilinemez. Elektronların buldukları yerler tam olarak bilinmediği için elektronların bulunma ihtimali yüksek olan bölgeler bulunmaktadır. Bu bölgelere orbital denir. Bir orbitalde en fazla iki elektron bulunabilir ve orbitaller s, p, d, f orbitalleri olarak gruplandırılmaktadır.



Şekil 1. Thomson, Rutherford, Bohr atom modelleri ve modern atom teorisi

(Figure 1. Atom models of Thomson, Rutherford, Bohr and modern atom theory)

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Bu araştırmanın amacı, örneklemimiz olan ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili sahip oldukları epistemolojik orijinli kavram yanlışları ile atom kavramının eski çağdan günümüze gelinceye kadar ki süreçte karşılaşılan epistemolojik engeller arasında varsa bir ilişki ve/veya benzerlik kurmaktır.

Atom kavramının epistemolojik sürecinin bilinmesi, öğrencilerde karşılaşılabilecek benzer kavram oluşumlarının anlaşılmasına ışık tutacaktır. Ayrıca öğrencilerin atom modeli ile ilgili sahip oldukları bazı kavram yanlışlarının giderilmesi için atom kavramının tarihsel süreçteki gelişiminden faydalanılabilir.



3. YÖNTEM (METHOD)

3.1. Örneklem (Sampling)

Örneklem 2006-2007 öğretim yılında Yalova iline bağlı Altınova ilçesinde öğrenim gören 105 öğrenciden oluşmaktadır. Okulda öğrenim gören toplam 105 öğrencinin 27 tanesi 8. sınıf, 38 tanesi 7. sınıf, 40 tanesi 6. sınıf öğrencisidir. 6. sınıf öğrencileri fen ve teknoloji dersinde, 7. ve 8. sınıf öğrencileri de halen uygulanmakta olan eski müfredatın 7. sınıf fen bilgisi dersinde atom konusunu işlemişlerdir.

3.2. Veri Toplama Araçları (Data Collection Tools)

Öğrencilerin atom konusu ile ilgili kavram yanlışlarının belirlenmesi amacı ile 5 tane açık uçlu sorudan oluşan atoma ilişkin kavram yanlışlarını tespit anketi (AİKYTA) hazırlanmıştır. Öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplar göz önünde bulundurularak 15 dakika süren yarı yapılandırılmış görüşme yapılmak üzere AİKYTA testinde kavram yanlışları fazla olan 20 öğrenci seçilmiştir. Görüşme esnasında öğrencilere AİKYTA sorularına verdikleri cevapları açıklamaları istenmiştir. Görüşme verileri öğrencilerin izinleri ile kaydedilmiş, daha sonra bu kayıtlar yazıya dökülmüştür. Görüşme sonucunda elde edilen bulgular, anketin sorularına verdikleri cevaplar ile birlikte değerlendirilerek analizleri yapılmıştır.

3.3. Atom Kavramının Epistemolojik Analiz Metodu (The Analysing Method of Atom Concept)

Epistemolojik analiz, konunun tarihsel gelişim sürecindeki "Kim? Neyi? Nasıl? Niçin?" sorularına cevap arar. Atomun epistemolojik analizi yapılırken bu sorulara cevap verecek şekilde literatür taraması yapılmıştır.

3.4. Kavram Yanlışlarını Tespit Etme Metodu (The Method of Determining Misconceptions)

Öğrencilerin atom kavramı ile ilgili kavram yanlışlarının tespit edilmesi için 5 sorudan oluşan AİKYTA hazırlanmıştır. Ankette kullanılan ikinci ve dördüncü sorular hazırlanırken Ergun (2002) yüksek lisans tezinden esinlenilmiştir. Diğer üç soru da araştırmacılar tarafından hazırlanmışlardır.

3.5. Pilot Çalışma (Pilot Study)

İçerik geçerliği, uzman görüşlerine başvurularak ölçme aracının kullanılacağı amaç için uygun olup olmadığına, ölçülmek istenen alanı temsil edip etmediğine ilişkin karar vermedir [11]. Bu amaçla anket uygulanmadan önce 2 kimya eğitimcisi, 2 fizik eğitimcisi ve 1 biyoloji eğitimcisinin görüşleri alınarak anketin ölçmek istenilen alanı temsil ettiği kanısına varılmıştır. Anketi güvenilirliğini sağlamak için de 40 öğrenci üzerinde pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmadan elde edilen bulgular sonucu ilk dört sorunun öğrenciler tarafından anlaşıldığı, beşinci sorunun ise öğrenciler tarafından anlaşılma düzeyinin düşük olduğu görülmüştür. Beşinci soru tekrar düzenlenerek 20 kişi üzerinde ikinci bir pilot çalışması yapılmıştır ve anketin tüm sorularının öğrenciler tarafından anlaşıldığı tespit edilmiştir.

3.6. Atoma İlişkin Kavram Yanlışları Tespit Anketinin (AİKYTA) Analiz Metodu (The Analysing Method of The Questionnaire of Determining Misconceptions on Atom, QDMA)

AİKYTA sorularının her biri için analiz tabloları geliştirilmiştir. Analiz tabloları anketin analizleri sırasında kullanılmıştır. Analiz tabloları oluşturulurken literatür taraması yapılmış ve literatürdeki konu ile ilgili kavram yanlışlarını tespit edilmiştir [3, 7, 13 ve 16]. Literatürdeki kavram yanlışlarının yanı



sıra konu ile ilgili epistemolojik analiz yapılmış ve elde edilen bulgulardan da faydalanılmıştır. Hazırlanan analiz tabloları ile öğrencilerin ankete verdikleri cevapların analizleri esnasında, araştırmacıların objektif olmaları sağlanmış olur. Ayrıca analiz tabloları kullanarak hedefe odaklı bir analiz gerçekleşmiş olur. Böylelikle öğrencilerin sahip oldukları epistemolojik orijinli kavram yanılgıları ile atom konusunun epistemolojik analizinde karşılaşılan epistemolojik engeller arasında kolayca bir ilişki kurulabilir. Aşağıda AİKYYTA her sorusunun analizi için kullanılacak olan analiz tabloları verilmiştir.

- **"Modern Atom teorisine göre atom modelinin şeklini çiziniz" sorusunun analizi için kullanılacak analiz tablosu hazırlanışı**

Öğrencilerin zihinlerindeki atom modelleri ile atom kavramının epistemolojik sürecinde karşılaşılan atom modellerinin paralellik gösterebilecekleri varsayımından hareketle bu modellere analiz tablomuzda yer verilmiştir. Ayrıca Y. Taylan (2006)'ın öğrencilerin atom konusu ile ilgili zihinsel modellerinin tarihsel modellere göre analizi için yaptığı tablodan yararlanılmıştır [16]. Bununla birlikte analiz tablolarının hazırlanırken altıncı sınıf yeni fen ve teknoloji ders kitabında atom modellerinin nasıl ele alındığından da yararlanılmıştır.

Tablo 1. Atom modelleri ile ilgili beklenen cevap türleri
(Table 1. The variety of expected answers on atom models)

C.T.	Öğrencilerden Beklenen Cevap Türleri
1	Modern Atom Teorisi
2	Bohr Atom Modeli
3	Rutherford Atom Modeli
4	Thomson Atom Modeli
5	Dalton Atom Modeli
6	Eski Yunanlıların Atom Modelleri
7	Diğer Modeller

- **"Çelikten yapılmış bir dolap ve (çelik) toplu iğnenin atomlarının şeklini çiziniz" sorusunun analizi için kullanılacak analiz tablosunun hazırlanışı**

Bu sorunun analiz tablosu hazırlanırken Ergun (2002)'nin öğrencilere sorduğu toplu iğne ve su damlasının atomlarının şeklinin nasıl olması gerektiği sorusundan elde ettiği bulgulardan yararlanılmıştır [7]. Söz konusu çalışmada öğrenciler, cisimlerin atomlarının cisimlerin minyatür hali olduğunu düşündükleri görülmüştür.

Sorumuza konu olan cisimlerin aynı maddeden yapılmış fakat farklı boyutlarda olmasının nedeni, öğrencilerin bu iki cismin atomlarını boyutlarını ve şekillerini nasıl düşündüklerini tespit etmek içindir. Aşağıda öğrencilerin soruya vermeleri muhtemel cevaplar kullanılarak ikinci soru için analiz tablosu oluşturulmuştur.

Tablo 2. Aynı maddeden yapılan farklı cisimlerin atomlarının şekli ile ilgili beklenen cevaplar

(Table 2. The expected answers for the design of different objects that are composed of the same atom)

C.T.	Öğrencilerden Beklenen Cevap Türleri
1	Çelik dolap ile toplu iğnenin atomları aynı büyüklükte ve şekilde
2	Çelik dolabın atomları toplu iğnenin atomlarından büyüktür
3	Çelik dolap ile toplu iğnenin atomları cisimlerin şeklinin minyatür halidir.



- **"Bir maddenin ısıtılması sonucu maddenin atomlarında değişiklik gözlemler misiniz? Nedenlerini açıklayınız." sorusunun analizi için kullanılacak analiz tablosunun hazırlanışı**

Bu sorunun sorulma amacı öğrencilerdeki maddelerin ısıtılması ve soğutulması sonucu maddenin atomlarında değişim olup olmayacağını fikrinin saptanmasıdır. Sorunun analiz tablosu hazırlanırken literatür taraması sonucu tespit edilen, öğrencilerde maddenin ısıtılması sonucu atomlarının genleşeceği, maddenin soğutulması sonucu atomlarının donacağı, kavram yanlışlığından faydalanmıştır [3].

Tablo 3. Maddenin ısıtılması sonucu atomlarında neler gerçekleşeceği ile ilgili beklenen cevaplar

(Table 3. The expected answers about what will happen if a substance is subjected to heat)

C.T.	Öğrencilerden Beklenen Cevap Türleri
1	Atomlarda değişiklik olmaz. Maddenin atomları arasındaki mesafede değişiklik olur.
2	Madde ısıtıldığı zaman kimyasal yapısı dolayısıyla atomun yapısı da değişir.
3	Maddenin ısıtılması ile madde hal değişimine uğrar. Ortamdaki elektronlar hal ve durum değiştirir.
4	Atomlar ısıtılarak genişler, büyür.

- **"Bir maddenin soğutulması sonucu maddenin atomlarında değişiklik gözlemler misiniz? Nedenlerini açıklayınız." sorusunun analizi için kullanılacak analiz tablosunun hazırlanışı**

Tablo 4. Maddenin soğutulması sonucu atomlarında ne gerçekleşeceği ile ilgili beklenen cevaplar

(Table 4. The expected answers about what will happen if a substance is subjected to cold)

C.T.	Öğrencilerden Beklenen Cevap Türleri
1	Atomlarda değişim olmaz. Maddenin atomları arasındaki mesafede değişiklik olur.
2	Atom şekli, renk ve koku yönünden değişir.
3	<ul style="list-style-type: none">• Madde soğutulunca atomlarında hal değişimi olur.• Bir madde soğuyunca buz olur.
4	Atomlar soğutulunca büzülür.

- **"Atom denildiğinde aklınıza gelen ilk beş kelimeyi yazınız" sorusunun analizi için kullanılacak tablonun hazırlanışı**

Bu sorunun sorulma amacı öğrencilerin zihninde atom kavramını hangi kelimeler ile ilişkilendirdiğini bulmaktır. Öğrencilerin muhtemel cevapları dört grup altında farklı kategorilerde barındıracakları düşünülmüştür [7].

Tablo 5. Atomun çağrıştırdığı kelimelerin kategorilere ayrılması
(Table 5. The categorisation of the words that are evoked by atom)

Cevap Türü (C.T.)	Öğrencilerden Beklenen Cevaplar
1. Boyutla ilgili	Bölünemez, Görülemez, Küçük, Parça (partikül), Küre
2. Bilimsel olarak	Anyon, Katyon, Hücre, Einstein, Madde Molekül, Fen, Kimya, Periyodik tablo
3. Atomun yapısıyla ilgili	Çekirdek, Elektron, Nötron, Proton
4. Uygulamayla ilgili	Tehlikeli, Hiroşima, Atom bombası, Nükleer Enerji



- "Oksijen atomu, altmış yaşındaki insanın karaciğer hücrelerini, su molekülünü, yeni doğan bebeğin karaciğer hücrelerini <(küçük), >(büyük), =(eşit) simgelerini kullanarak büyükten küçüğe doğru sıralayınız. Nedenini açıklayınız." sorusunun analizi için kullanılacak analiz tablosunun hazırlanışı

Bu soruda öğrencilerin atom, molekül ve hücre arasındaki büyüklük-küçüklük ilişkisini kurmaları beklenilmiştir. Dalton atom modelinde atom, element ve molekül arasındaki ilişkiyi kurmuştur. Atomlar maddenin en küçük yapı taşı olarak tanımlanırken, hücreler canlıların en küçük yapı taşı olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle öğrenciler atom ve hücre arasında bir benzerlik kurarak ikisinin de aynı boyutta oldukları düşüncesine sahip olabilirler.

Tablo 6. Atom, molekül ve hücre kavramlarının birbiri ile olan ilişkisine dair beklentiler

(Table 6. The expectetions about the relationship between atom, molecules and cell concepts)

C.T.	Öğrencilerden Beklenen Cevap Türleri
1	Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri = Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Su molekülü > Oksijen atomu
2	Oksijen atomu > Su molekülü
3	Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri
4	Su molekülü > Oksijen atomu = İnsanın karaciğer hücreleri
5	<ul style="list-style-type: none">• Su molekülü > Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri > oksijen atomu• Su molekülü > Oksijen atomu > Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri• Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Su molekülü > Oksijen atomu > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Aşağıdaki tabloda atom kavramının epistemolojik analizi sonucu, günümüz atom kavramı ile ilgili geçerliliğini kaybetmiş düşünceler, elde edilen bulgular özetlenmiştir. Öğrencilere uygulanan AİKYYTA'den elde edilen bazı sonuçlar Tablo 7'ye göre değerlendirilmiştir.

4.1. AİKYYTA'nin ve Görüşmelerin Analizi Sonucu Elde Edilen Bulgular (The Findings of Analysis of QDMA and Interviews)

- Soru 1:

Öğrencilerin zihinlerindeki kavram yanlışlarının nedenlerinden biri olarak makroskobik düzeyden mikroskobik düzeye geçişteki algıların değişimini gösterilmektedir [6]. Atom gözle görülemeyecek kadar küçük olduğu için öğrenciler atomun şeklini zihinlerinde canlandırma yoluna gitmektedirler. Öğrencilerin bu zihinsel modellerinde de birçok kavram yanlışlığına rastlanmaktadır. Atomun yapısı ile ilgili kavram yanlışları epistemolojik kaynaklı kavram yanlışları olabildiği gibi benzeşim kaynaklı kavram yanlışları olabilir. Gürdal, Şahin ve Çağlar (2001; aktaran Nakiboğlu, Benlikaya ve Karakoç, 2002) benzeşimi, yabancılaşma çekilen bir olgunun, bize tanıdık gelen bir olguya benzetilerek açıklanması olarak tanımlamaktadır [13]. Özellikle soyut olan kavramları anlatmak amacı ile kavramlar farklı yapılara benzetilerek öğrencilerin öğrenmeleri kolaylaştırılmak istenmektedir. Atom soyut bir kavram olduğu için atom modeli ile ilgili birçok benzeşim modeli kullanılmaktadır.



Tablo 7. Atom modellerli ile ilgili filozofların ve bilim insanlarının düşünceleri
(Table 7. The ideas of scinetists and philosophs on atom models)

Atom Modeli	Fikirler
Eski Yunanlı Filozofların Düşünceleri	<ul style="list-style-type: none">• Atomlar gözle görülemeyen küçük parçalardır.• Atom bölünemez.• Atomlar tek türden nesnelere kapsar ve maddelerin farklılığı atomların farklı şekildedeki organizasyonundan kaynaklanır.• Maddenin özelliklerini atomlarının şekli belirler.
Dalton Atom Modeli	<ul style="list-style-type: none">• Atomlar bölünemez.• Elementler atomlardan oluşur ve bir elementin bütün atomları aynıdır.• Atomlar bir araya gelerek molekülleri oluşturur.• Atomların şekli içi dolu küredir.
Thomson Atom Modeli	<ul style="list-style-type: none">• Atom içerisinde negatif yük taşıyan küçük parçacıkları keşfetmiş ve elektron adını vermiştir.• Negatif yükü dengeleyen pozitif yükleri atom içerisine rasgele yerleştirmiştir.• Atom modeline "üzümlü kek" modeli benzetmesi yapılmaktadır.
Rutherford Atom Modeli	<ul style="list-style-type: none">• Pozitif yüklerin çekirdekte toplandığını belirtmiştir.• Çekirdek çevresine elektronları yerleştirmiştir.• Elektronlar çekirdeğin çekim kuvveti ile çekirdeğin çevresinde dairesel yörüngelerde dolmaktadır.• Elektronların hareketini açıklamakta kuramı yetersiz kalmıştır.• Atom modeli "güneş sistemine" benzetilmektedir. Çekirdek güneşi, elektronlar gezegenleri temsil etmektedir.
Bohr Atom Modeli	<ul style="list-style-type: none">• Elektronları çekirdek çevresindeki yörüngelere belli bir düzende yerleştirmiştir.• Bu yörüngelere enerji seviyesi adını vermiştir.• Elektronlar buldukları enerji seviyesinin enerjisine sahiptir.

Tablo 8. Öğrencilerin atom modeli ile ilgili verdikleri cevaplar
(Table 8. The students' answers on atom models)

C.T.	Öğrencilerin Verdikleri Cevaplar	Frekans (%)
1	Modern Atom Teorisi	6
2	Bohr Atom Modeli	14
3	Rutherford Atom Modeli	38
4	Thomson Atom Modeli	11
5	Dalton Atom Modeli	6
6	Eski Yunanlıların Atom Modelleri	0
7	Molekül Etkili Model	9
8	Hücre Etkili Model	4
9	Diğer	12

Atomun tarihsel süreçte kullanılan modelleri öğrencilerin zihinlerinde atomun şeklini açıklamak için hali hazırda kullanılmaktadır. Yaptığımız çalışmada öğrencilerde en sık karşılaşılan epistemolojik engellerden biri Bohr atom modelidir.



Öğrenciler çekirdeğin çevresindeki yörüngelere elektronları belirli bir düzende yerleştirmiştir. Benzer bir sonuca Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya (2002) yaptıkları çalışmada rastlamışlar ve kimya öğretmen adaylarının %48'nin, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının %79.74'nün atomun şeklini Bohr atom modeli ile açıkladığını bulmuşlardır [13].

Atom modelini Bohr atom modeli ile açıklayan öğrenciler ile yapılan görüşmelerde öğrencilerin verdikleri cevaplar:

Ö8: *Mükemmel halini düşündüm. 2-8-8 olduğu halini. Elektronları buna göre yörüngelere yerleştirdim.*

Ö17: *Atomun çekirdeği var. Çekirdeğin çevresine yörüngeleri yerleştirdim, yörüngelere de elektronları koydum. Bence modern atom teorisi böyle olmalı.*

Öğrencilerde epistemolojik engeller ile paralellik gösteren bir diğer kavram yanlışlığı Thomson atom modelidir.

Ö5: *Üzümlü kek teorisi. Madam Curie atomdan daha küçük parçaların olduğunu kanıtladı. Atomdan daha küçük bu parçacıklar atomun çevresindedir.*

Atom modelini Rutherford atom modeli ile açıklayan 11 öğrenci vardır.

Ö20: *Rutherford vardı kitapta. Onun yaptıklarını anladım. Onun atomla ilgili yaptığı bir buluş vardı.*

Dalton atom modeli de öğrencilerde görülen bir diğer epistemolojik kökenli kavram yanlışlığıdır.

Ö6: *Dalton atom modelini duymuştum onu yaptım. Diğer atom modellerini bilmiyorum.*

Ö9: *Dalton yuvarlak, içi dolu. Diğer bilim adamları çevreye parçacıklar koyuyor. Bir de kitapta elmalı turta vardı. Ben Daltona göre çizdim.*

Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde zihinlerindeki atom modelleri ile ilgili fikirleri kitaplarda okuduklarını, öğretmenlerinin anlattığını belirtmişlerdir. Kavram yanlışlarının nedenlerinden biri de müfredattır [6] veya bir başka deyişle didaktiksel orijinlidir [2]. Özellikle sekizinci sınıf öğrencileri ile yapılan görüşmelerde atomun mükemmel halinden ve 2-8-8 elektron dağılımından bahsetmişlerdir. Kitaplarda atom modeli olarak halen Bohr atom modelinin şekli ile gösterilmekte ve de konu ile ilgili değerlendirme soruları öğrencilere bu doğrultuda sorulmaktadır.

Öğrencilerin öğretim sonrası sahip oldukları fikirler ile tarihsel süreçteki fikirlerin paralellik göstermesi, öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının hangi tür kavram yanlışlığına girdiği sorusunu beraberinde getirmektedir. Öğrencilerin sahip oldukları bu kavram yanlışları epistemolojik orijinli kavram yanlışlığı mı yoksa didaktiksel orijinli mi? Biz bu kavram yanlışlarını, eğitim ortamlarında kazanılmış epistemolojik orijinli kavram yanlışları olarak adlandırmayı tercih ediyoruz.

Anketin uygulandığı bütün gruplar konu ile ilgili öğrenim gördükleri için ankette verilen cevaplarda öğretimden etkilenerek benzeşim modellerine de rastlanmıştır. Öğrencilerin atomun şekli ile ilgili zihinlerindeki benzeşim modellerini ortaya çıkarmak için Harrison ve Treagust bir değerlendirme ölçeği oluşturmuştur [16]. Değerlendirme ölçeğinde öğrencilerden atomun şekli ile ilgili beklenen benzeşim modelleri güneş sistemi modeli, medyatik model, çok yörüngeli medyatik model, orbital modeli, elektron bulutu modeli ve top modelidir.

Yaptığımız çalışmada öğrencilerde bütün benzeşim modellerine rastlanılmamıştır. Molekül etkili model öğrencilerin cevapları arasında oldukça sık rastlanan bir cevaptır. Hücre etkili modelde öğrencilerde görülen diğer bir benzeşim modelidir.



Ö1: Öğretmenimiz atomları anlatırken bize oyun hamurları ile açıklamıştı. Atomlar yuvarlak şekillere sahiptir. Aralarına da kürdan koymuştuk.

Ö13: Bir atom var, atomda hücrede bulunan gibi parçacıklar var. Atomda da çekirdek var, parçacıklar elektronlar, nötronlar ve protonlar.

• **Soru 2:**

Tablo 9. Öğrencilerin aynı maddeden yapılan farklı cisimlerin atomlarının şekillerine ilişkin verdikleri cevaplar
(Table 9. The students' answers for the design of different objects that are composed of the same atom)

C.T.	Öğrencilerin Verdikleri Cevaplar	Frekans (%)
1	• Çelik dolap ile toplu iğnenin atomları aynıdır	12
2	• Çelik dolabın atomu > toplu iğnenin atomu	28
3	• Çelik dolap ile toplu iğnenin atomları cisimlerin şeklinin minyatür halidir.	51
4	• Diğer	9

Eski Yunanlı filozoflar, maddenin özelliklerini, atomlarının şeklinin belirleyeceğini düşünmüştür. Şekerli besinlerin atomları yuvarlak atomlardan oluşurken, asitli besinlerin atomları sivridir düşüncesine sahiptirler. Sorunun analizi sonucu öğrencilerin %51'i cisimlerin atomlarının cisimlerin şeklinin minyatür hali olduğunu düşündükleri bulunmuştur. Benzer bir sonuca Ergun (2002)'nin yaptığı çalışmada rastlamış ve öğrencilerin toplu iğnenin ile su damlasının atomlarını cisimlerin minyatür hali olarak gösterdiklerini bulmuştur. Öğrenciler cisimlerin şeklini atomların farklı şekillerde bir araya gelerek oluşturduğu kavram yanılığısına sahiptir [7]. Bu kavram yanılığısı eski Yunanlı filozofların maddelerin farklılığı atomların farklı şekildeki organizasyonundan kaynaklanır fikirleri ile paralellik göstermekte ve epistemolojik kavram yanılığısı olarak adlandırılabilir. Yaptığımız görüşmelerde de öğrenciler bu kavram yanılığısına aşağıdaki gibi açıklamalar getirmişlerdir.

Ö7: Dolabın atomları dolap şeklinde bir araya gelerek dolabı oluşturur, iğnenin atomları da iğne şeklinde bir araya gelerek iğneyi oluşturur.

Ö3: Önce dolabı çizdim, küçük atomları kendine benzer, iğnenin atomları da iğneye benziyor.

Öğrencilerin yaklaşık %28'inde atomların boyutunun cisimlerin boyutlarına göre değişeceği yönünde bir görüşe rastlanmıştır. Öğrenciler aynı maddeden yapılan dolap ve iğnenin atomlarından dolabın atomlarının daha büyük olduğunu düşünmektedirler. Atom kavramının soyut bir kavram olması öğrencilerin konu ile ilgili algılarını zorlaştırmaktadır.

Ö1: Dolabın atomları büyük çünkü dolap büyük bir cisim. İğnenin atomları küçük çünkü iğne küçük.

Ö18: İğnenin atomu küçüktür. İğnenin boyutu küçük, atomunu küçük çizdim. Dolabın atomu büyüktür dolap büyük olduğu için.

Soruda dolabın ve iğnenin aynı maddeden yapıldığı belirtilmiştir. Öğrencilerden beklenen cevap aynı maddeden yapılan cisimlerin atomlarının aynı olduğunu belirtmeleridir. Bu soruya doğru cevap veren öğrenciler ile yapılan görüşmelerde aşağıdaki gibi görüş bildirmişlerdir.

Ö6: Aynı maddeden olduğu için atomları aynıdır. Cismin büyüklüğü atoma etki etmez.



Öğrenciler beklenen cevaplardan farklı olarak iki cimsinde katı olduğunu ve atomlarının düzenli halde olduğunu belirtmişlerdir. Toplu iğne ve dolabın atomlarını düzenli halde göstermektedirler.

• **Soru 3:**

Tablo 10. Öğrencilerin maddenin ısıtılması sonucunda atomlarında neler gözlemleneceğine dair verdikleri cevaplar
(Table 10. The students' answers about what will happen if a substance is subjected to heat)

C.T.	Öğrencilerin Verdikleri Cevaplar	Frekans (%)
1	Atomlarda değişiklik olmaz. Atomlar arası mesafede değişiklik olur.	8
2	<ul style="list-style-type: none">Maddenin ısıtılması sonucu içyapısı (atomları) değişir.Madde ısıtıldığı zaman kimyasal yapısı doğal olarak atom yapısı da değişir.	20
3	<ul style="list-style-type: none">Maddenin ısıtılması ile madde eriyip değişik bir maddeye uğrar.Ortamdaki elektronlar hal ve durum değiştirir.Hal değişimine uğrar. Katı-sıvı-gaz	48
4	Atomlar ısıtılarak genişler, büyür.	13
5	Maddenin ısıtılması sonucu atomların kütlesi artar.	11

Öğrenciler madde ısıtıldığında maddenin atomlarda değişim olacağını düşünmektedirler. Öğrencilerden beklenen cevap madde ısıtıldığında maddenin atomlarında değişim olmayacağı ancak atomlar arasındaki mesafede değişim olacağı yönündedir. Öğrencilerin %8'i doğru cevap vermiştir.

Ö5: Atomlar değişmez. Maddenin tanecikleri arasındaki mesafe artar. Sıcaklık ile atomun alakası yok.

Öğrencilerin % 20 'si maddenin ısıtılması sonucu atomlarının kimyasal değişime uğrayacağı şeklinde görüş bildirmiştir.

Ö18: Farklı olurlar. Madde kimyasal olarak ayrılır, değişir.

A: Değişim ile neyi kastediyorsun?

Ö18: İşte ısıtılan maddelerde kimyasal değişim olur.

Ö11: Isıtma kimyasal değişim, madde kimyasal değişiklik gösterir. Örneğin odunu yakınca odundan geriye kül kalır ve atomları değişir.

Bu soruda en sık karşılaştığımız kavram yanlışlığı maddenin ısıtılması sonucu atomların hal değiştireceği yönündedir. Öğrenciler maddenin fiziksel değişimi olan hal değişiminin maddenin atomlarında gerçekleştiği yönünde bir fikre sahiptir.

Ö8: Maddeler ısıtılınca, katı, sıvı; sıvı gaz olur. Bu durumda atomlar da değişiyor.

Ö1: Bir katı madde ısıtıldığında erir, sıvı madde ısıtıldığında buhar olur. Atomlarda gerçekleşir bu değişimlerin hepsi.

Ö20: Evet madde kaynar atomlar hal değiştirmiş olur.

Öğrenciler maddenin ısıtılması sonucu atomların genişleceği şeklinde bir kavram yanlışlığına sahiptir [3]. Yaptığımız çalışmada öğrencilerin % 13'ü benzer şekilde bu kavram yanlışlığına sahiptir.

Öğrenci 16: Madde ısıtılınca genişler. Bunu yaptığımız deneylerde gördüm. Bir cisim ısıttığımızda genişliyor ve yüzeyi büyüyordu. Telefon telleri de yazın sarkıyor. Bunlar atomun genişmesi ile gerçekleşiyor.



Tablo 11. Öğrencilerin maddenin soğutulması sonucunda atomlarında neler gözlemleneceğine dair verdikleri cevaplar
(Table 11. The students' answers about what will happen if a substance is subjected to cold)

C.T.	Öğrencilerin Verdikleri Cevaplar	Frekans(%)
1	Atomlarda değişim olmaz. Atomlar arasındaki mesafe değişir.	17
2	Atom şekli, renk ve koku yönünden değişir.	12
3	<ul style="list-style-type: none">• Madde soğutulunca atomlarında hal değişimi olur.• Bir madde soğuyunca buz olur. Maddenin atomları bunun için değişecektir.• Atomlardan birkaç tanesi donar.	46
4	<ul style="list-style-type: none">• Atomlar soğutulunca daralır.• Atomlar küçülür.	13
5	Diğer	12

Soruda öğrencilerden madde soğutulduğunda maddenin atomlarında değişiklik olmayacağını belirtmeleri beklenmektedir. Bu yönde bir cevap maddenin ısıtılması sonucu atomların değişmeyeceği yönündeki cevaba oranla daha fazla görülmektedir.

Ö9: Atomlarda değişiklik gözlemlemem çünkü madde soğutulunca hal değiştirmiyor.

Ö20: Atomlarda değişiklik olmaz çünkü madde kaynamıyor.

Öğrencilerin madde soğutulduğunda atomların değişmeyeceği yönünde daha fazla görüş bildirmelerinin nedeni olarak yapılan görüşmelerde öğrencilerin madde soğutulduğunda hal değişimine uğramayacağını düşünmeleri gösterilebilir. Atomlarda değişiklik olmayacağı doğru bir cevap ancak maddenin soğutulması sonucu hal değiştirmeyeceği yanlış bir düşüncedir.

Ö5: Atomlar değişmez. Sadece atomlar birbirine daha çok yakınlaşır.

Öğrencilerin %12'si maddelerin soğutulması sonucu atomların kimyasal değişime uğrayacağı yönünde bir kavram yanlışlığına sahiptir. Bu oran maddenin ısıtılması sonucu atomlarının kimyasal değişime uğrayacağı yönündeki kavram yanlışlığından daha az görülmüştür. Öğrenciler görüşmeler esnasında yanma ile kimyasal değişim arasında bir ilişki kurmuştur. Madde soğutulduğunda kimyasal değişime uğrayacağı fikrine daha az öğrencide rastlanmıştır.

Ö3: Madde ısıtılınca nasıl atomun yapısı değişiyorsa soğutulunca da yapısı değişir.

Öğrencilerin % 46'sı madde soğutulduğunda atomlarının hal değiştireceği yönünde kavram yanlışlığına sahiptir. Benzer bir sonucu da Canpolat, Pınarbaşı, Bayrakçeken, Geban, (2004) yaptığı çalışmada ulaşmıştır [3]. Yapılan görüşmelerde de öğrenciler bu doğrultuda görüş bildirmişlerdir. Öğrencilerin zihinlerinde madde de oluşan hal değişiminin maddenin atomlarında gerçekleştiği yönünde bir düşünce vardır.

Ö14: Atomlarda değişiklik gözlemlerim. Sıvı bir madde soğutulduğunda atomları donar.

Ö8: Madde soğudukça atomları donar, katıların atomları da daha sıktır.

Öğrencilerin %13'ü madde soğutuldukça atomların büzülmesi yönünde kavram yanlışlığına sahiptir. Öğrenciler madde soğutulunca hacim olarak azalmasının nedeni olarak atomların büzülmesini göstermektedir.

Ö2: Madde soğutulunca atomları büzülür.

Kavram yanlışlıklarının nedenlerinden biri soyut kavramların kullanılmasıdır [6]. Atom kavramının soyut bir kavram olması ve gözle



görülememesi öğrencilerde kavram yanlışlarına neden olmaktadır. Öğrenciler maddede gerçekleşen değişimlerin maddenin atomlarını etkilediğini düşünmektedirler. Yeni fen ve teknoloji programında altıncı sınıfta, eski fen müfredatında yedinci sınıfta atom ve fiziksel değişim konuları aynı ünite içinde işlenmiştir. Öğrencilerde maddenin ısıtılması ve soğutulması sonucu atomlarında değişim olacağı yönündeki kavram yanlışlığı öğretim sonunda gözlemlendiği için didaktiksel orijinli kavram yanlışlığıdır [2].

Soru 4:

Tablo 12. Öğrencilerin atomun çağrıştırdığı kelimeler ile ilgili verdikleri cevaplar

(Table 12. The answers given by the students to the questions what atom word evokes on them)

Cevap Türü	Frekans (%)	Cevap Türü	Frekans (%)
1. Boyutla ilgili		2. Bilimsel olarak	
Bölünemez	6	Hücre	20
Küçük	39	Molekül	34
Parça	19	Madde	19
Küre	16	Periyodik tablo	2
Görülemez	6		
3. Atomun yapısıyla ilgili		4. Uygulamayla ilgili	
Çekirdek	20	Hiroşima	3
Elektron	13	Atom bombası	17
Nötron	16	Nükleer enerji	2
Proton	17		

Öğrencilerin atom kelimesinin çağrıştırdığı ilk beş kelimeyi yazmaları ile öğrencilerin atom kavramı ile zihinlerinde hangi kavramları ilişkilendirdiği açığa çıkarılması amaçlanmaktadır. Öğrencilerin %6'sı Eski Yunanlı filozofların atom ile ilgili fikirlerine paralel olarak atomun bölünemeyeceğini düşünmektedir. Öğrencilerin zihnindeki atomun bölünemeyeceği kavram yanlışlığı epistemolojik orijinli bir kavram yanlışlığı olabilir. Öğrencilerin %8'i Thomson atom modeli, üzümlü kek ve erikli muhallebi kavramlarını kullanmıştır. Öğrencilerin %5'i Dalton atom modelinden bahsetmiştir. Öğrencilerin %1'i Bohr ve Rutherford atom modelinden, %5'i Madam Curie'den bahsetmiştir. Öğrencilerin %2'si atom ile gezegen sistemi arasında ilişki kurmuştur. Bu ilişkide öğrenciler atomlarla gezegenleri eşleştirmiştir. Öğrencilerin %20'si ise atomla hücre kavramını ilişkilendirmiştir. Ancak bir sonraki soruda görüldüğü gibi öğrenciler hücre ile atomun arasındaki uygun ilişkiyi kurmakta zorlanmaktadırlar.

• **Soru 5:**

Canlıların hücrelerinin yapısında bulunan su molekülünün boyutunun karaciğer hücrelerinden daha küçük olduğunu, insanların hücrelerinde su molekülünün ve su molekülünün yapısında oksijen atomunun bulunduğunu belirtmeleri beklenilmiştir.



Tablo 13. Öğrencilerin atom, molekül ve hücre arasındaki ilişkiye dair verdikleri cevaplar
(Table 13. The students' answers about the relationship between atom, molecules and cell concepts)

C.T.	Öğrencilerin Verdikleri Cevaplar	%
1	Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri = Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Su molekülü > Oksijen atomu	9
2	Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri = Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Oksijen atomu > Su molekülü	18
3	Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri > Su molekülü > Oksijen atomu	22
4	Su molekülü > Oksijen atomu = Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri = Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri	30
5	<ul style="list-style-type: none">• Su molekülü > Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri > oksijen atomu• Su molekülü > Oksijen atomu > Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri• Altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücreleri > Su molekülü > Oksijen atomu > Yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücreleri	21

Öğrencilerin %9'u doğru cevabı vermiştir. Oksijen atomunun su molekülünden daha küçük olduğunu ve hücrenin molekülden büyük olduğunu belirtmişlerdir.

Ö20: Su molekülü oksijen atomundan daha büyüktür çünkü moleküller en az iki atomun bir araya gelmesi ile oluşur. Hücrelerde moleküllerden büyüktür çünkü hücreler mikroskop ile görülebiliyor ama atomlar mikroskop ile dahi görülemiyor, atomlar sadece insanların zihinlerinde canlandırılıyor. Yeni doğan bebek ile altmış yaşındaki adamın karaciğer hücrelerinin büyüklüğü eşittir çünkü ikisi de aynı hücre.

İlk olarak atom ve molekül arasındaki ilişkiyi Dalton kurmuştur. Dalton atomların bir araya gelerek daha büyük parçacıklar olan molekülleri oluşturduğunu belirtmiştir. Dalton'dan önceki atom modellerinde atom ile molekül arasındaki ilişki kurulamamıştır. Öğrencilerin %18'i oksijen atomları ile su molekülleri arasındaki ilişkiyi kuramamış ve oksijen atomunun su molekülünden daha büyük olduğunu belirtmiştir.

Ö9: Moleküller ufak ufak olur, atomlar büyüktür.

Öğrencilerin % 21'i altmış yaşındaki bir insanın karaciğer hücrelerinin yeni doğan bir bebeğin karaciğer hücrelerinden daha büyük olduğunu düşünmektedir. Yapılan görüşmelerde öğrenciler buna neden olarak zamanla hücrelerin büyüyeceğini göstermektedirler.

Ö5: Altmış yaşındaki adamın karaciğer hücreleri büyüktür çünkü zamanla adamın hücreleri büyür.

Öğrencilerin % 30'u oksijen atomunun karaciğer hücreleri ile aynı büyüklükte olduğunu düşünmektedir.

Ö4: Moleküller atomlardan oluşur, Atomlar ve hücreler aynı büyüklüktedir.

Ö12: Atom ile hücre aynı büyüklüktedir. İkisi de yapı taşıdır. Atomlar maddenin en küçük yapı yaşı, hücreler canlıların en küçük yapı taşıdır.



Yeni Fen ve Teknoloji ders kitabında Keskin ve ark. (2006) hücre canlıları oluşturan birimler olarak atom da maddenin en küçük yapı taşı olarak tanımlanmaktadır [12]. Öğrencilerin zihnindeki atom ile hücre kavramlarının boyutlarının eşit olduğu kavram yanlışlığının nedeni öğretimden kaynaklanmaktadır. Öğrencilerin atom ile hücrenin boyutlarının aynı olduğu kavram yanlışlığı didaktiksel orijinli kavram yanlışlığıdır.

Kavram yanlışlarının nedenlerinden biri konuya ilişkin soyut kavramların kullanılmasıdır [6]. Atom ve moleküllerin soyut kavramlar olması öğrencilerin öğrenmelerini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, öğrenciler ile yapılan görüşmelerden de anlaşıldığı üzere öğretmenler derslerde konu ile ilgili modeller kullanmaktadırlar. Aynı zamanda ders kitabında (ilköğretim fen ve teknoloji altıncı sınıf ders kitabı, s. 87) öğrencilerin atom ve molekül kavramını daha iyi anlaması için oyun hamurları ile yapılan etkinlik öğrencilerde yanlış anlamalara neden olduğu görülmüştür. Soyut bir kavram olan atom kavramının anlaşılmasında kullanılan modellerin öğrencilerin zihinlerinde neden oldukları kavram yanlışları didaktiksel orijinli kavram yanlışlığı olarak adlandırılabilir. Özellikle benzeşim modelleri kullanılırken çok dikkat edilmeli ve bu modellerin öğrencilerin zihinlerinde gerçek modellermiş gibi anlaşılmasının önüne geçilmelidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Öğrenciler öğrenme ortamlarına doğru öğrenmelerini engelleyici fikirler ile gelebilmektedirler. Öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışları belirlenerek, kavram yanlışlarının giderilmesi amacı ile etkinlikler düzenlenmelidir. Öğrencilerin kavram yanlışları kaynakları farklılıklar gösterebilmektedir. Öğrenciler kavramsal değişim sürecine girmeden önce öğrencilerin kavram yanlışlarının kaynaklarının araştırılması bu süreci daha etkin kılacaktır.

Öğrencilerin atom modeli ile ilgili düşünceleri atomun tarihsel sürecindeki epistemolojik analizi sonucu elde edilen bulgular ile paralellik gösterdiği gözlenmiştir. Öğrencilerin atom modeli ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesi için atom kavramının tarihsel süreçteki gelişiminden faydalanılabilir. Kitaplarda öğrencilere öğrenecekleri konunun tarihsel gelişimleri verilmelidir. Öğrenciler tarihsel süreçteki düşünceler ile kendi zihnindeki düşünceleri karşılaştırma fırsatını yakalayabilmelidirler. Öğrencilere tarihsel süreçteki filozofların ve bilim insanlarının fikirlerinin anlatılması öğrencilerin epistemolojik kavram yanlışlarının gidermek için yeterli olmasa da öğrencilerin konu ile ilgili meraklarını uyandırarak konunun öğrenilmesini kolaylaştırması olasıdır. Yaptığımız çalışma sonucunda öğrencilerin tarihsel süreçteki atom modellerinden biri ile benzeşim kurarak atom kavramını kavramsallaştırdıkları görülmektedir. Tarihsel süreçteki atom kavramı ile ilgili bütün modellerin birbiri ile olan ilişkileri verilmeli ve bir bütün olarak ele alınmalıdır. Öğrenciler birbirinden kopuk olarak işlenen konular arasında bağlantı kurmakta zorlanmaktadır. Atom ile ilgili modeller arasındaki bağlantı yeterince kurulmadığı için öğrenciler bu modellerden birini doğru kabul ederek atomun şeklinin bu modele göre açıklamaktadır. Bilim tarihi, konuların öğretilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bilginin durağan olmadığı sürekli geliştiği öğrencilere konunun epistemolojik süreci kullanılarak kavratılmalıdır. Artan bilgi birikimi ile mevcut modellerin ihtiyaçları karşılamaması durumunda yeni modeller geliştirilmektedir. Öğrencilere tarihsel süreçteki atom modellerinin atomun yapısını açıklamakta yetersiz kaldığı noktalarda yeni atom modellerinin devreye girdiği belirtilmelidir. Atom modellerinin bir biri ile olan ilişkileri verilmelidir.



Makroskobik büyüklüklerden mikroskobik büyüklüklere geçişte öğrencilerin algılarındaki değişimler kavram yanılgılarının nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir [6]. Mikroskobik düzeydeki algılarda öğrencilerin kavramları zihinlerinde yapılandırmaları zorlaşmaktadır. Atom ve moleküllerin çok küçük olması, hücrenin ise mikroskop ile gözlenmesi öğrenci algılamalarını zorlaştırmaktadır. Öğretmenler ve ders kitapları soyut kavramların öğretilmesinde benzeşim modelleri kullanmaktadır. Benzeşim modelleri soyut kavramların öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplarda görüldüğü gibi öğrenciler bilimsel olarak şu an geçerli modern atom teorisi modeli yerine diğer benzeşim modellerini kullanabilmektedir. Ders kitaplarının ve öğretmenlerin kavramları açıklamak için sıklıkla benzeşim modellerine başvurduğu görülmüştür. Yapılan görüşmelerde öğrenciler kullandıkları benzeşim modellerini kitaplardan ve öğretmenlerden edindiklerini belirtmişlerdir. Altıncı sınıf fen ve teknoloji ders kitabında (s. 87) yer alan atom ve molekül kavramlarını anlatmak için kullanılan benzetimler öğrencilerde yanlış anlamalara yol açmıştır ve öğrenciler atom modeli olarak molekül etkili atom modelini çizmiştir. Atom kavramı ile ilgili benzer bulgular İngiltere ve Brezilya'da okutulan çeşitli fen kitaplarının araştırılması sonucu açığa çıkarılmıştır [10]. İngiltere ve Brezilya'da okutulan fen kitaplarında günümüzde kabul gören Modern atom teorisinden farklı olarak atom modellerine rastlanmıştır. Öğrencilerin kullandıkları benzeşim modellerinin yanlış/eksik kullanımı öğrencilerin zihinlerinde öğrenme engellerine dönüşebilmektedir. Öğrenme engelleri öğrencilerin yeni öğrenmelerini engellemektedir. Derslerde kavramlar ile ilgili benzeşim modelleri kullanılırken çok dikkat edilmeli ve bu modellerin öğrencilerin zihinlerinde gerçekler gibi anlaşılmasının önüne geçilmelidir. Öğrencilere benzeşim modellerinin gözle görülemeyen kavramların daha rahat anlaşılması için kullanıldığını ancak kavramı bire bir açıklamadığı belirtilmelidir.

Öğrencilerin konular arasındaki ilişkiyi kurması sağlanmalıdır. Atom kavramının molekül ile ilişkisini kurmada fazla zorlanmayan öğrenciler molekül ve hücre arasındaki ilişkiyi kurmakta zorlanmıştır. Buna neden olarak iki kavramın farklı ünitelerde işlenmesi gösterilebilir. Öğrencilerin %4'ü atom modelini açıklarken hücreden etkilenmiş olsa da diğer soruda öğrencilerin %30'u atom ile hücrenin boyutlarının aynı olduğunu belirtmiştir. Bu kavram yanılgısının nedeni atom ve hücre kavramlarının tanımlarından kaynaklanmaktadır. Öğretim esnasında kavramların tanımları yapılırken dikkatli olunmalı ve kavramların birbiri ile ilişkilendirilmesi sağlanmalıdır. Ders kitapları ve öğretmenler konular arasındaki ilişkiyi kurmada öğrencilere rehberlik etmelidir. Öğrencilerin sorgulama yetenekleri geliştirilerek zihinlerindeki bilgileri ilişkilendirmeleri sağlanmalıdır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Bahar, M., Gündüz S. ve Doğan S., (2006). Bilim Tarihine Bir Bakış. Bahar, M.(Ed.). Fen ve Teknoloji Öğretimi (ss:2-35). Ankara PegemA Yayıncılık
2. Brousseau, G., (1989). Construction des Savoirsi, Obstacles et Conflits. Ottawa, Ed Agence d'Arc.
3. Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., (2004). Kimyadaki Bazı Yaygın Yanlış Kavramalar, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, (24) 1, ss:135-146
4. Cox, P.R. ve Parsonage, M., (2006). Atom ve Molekül. Tübitak Popüler Bilim Kitapları
5. Çepni, S., (2005). Kuramdan Uygulamaya Fen ve Teknoloji Öğretimi, PegemA Yayıncılık, Ankara



6. Del Poza, R.M., (2001). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal Science Education (IJSE)* 23(4), ss:353-371.
7. Ergun, M., (2002). Etude des conceptions d'élèves de collège at de lycée, sur l'atome et la structure de la matière, Yüksek Lisans Tezi. Grenoble. Université Joseph Fourier.
8. Gönen, S. ve Akgün, A., (2005). Isı Ve Sıcaklık Kavramları Arasındaki İlişki İle İlgili Olarak Geliştirilen Çalışma Yapracağının Uygulanabilirliğinin İncelenmesi, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 3, 11, ss:92-106
9. Gülçiçek, Ç. ve Yağbasan, R., (2003). Fen Eğitiminde Kavram Yanılgılarının Karakteristiklerinin Tanımlanması, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 13, ss:102-120
10. Justi, R., and Gilbert, J., (2000). History And Philosophy Of Science Through Models: Some Challenges In The Case Of 'The Atom', *International Journal of Science Education*, 22, 9, ss:993-1009.
11. Karasar, N., (2000). Bilimsel Araştırma Yöntemi (10. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
12. Keskin, M.Ö., Uysal, E., ve Özkan, Ş., (2006). İlköğretim Fen ve Teknoloji Ders kitabı, Kaşker Yayınevi Doku Yayıncılık Ankara
13. Nakiboğlu, C., Karakoç Ö., ve Benlikaya, R., (2002). Öğretmen Adaylarının Atomun Yapısı İle İlgili Zihinsel Modelleri, *Abant İzzet Baysal Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 4, ss:88-98.
14. Özgür, S., (2001). La comparaison des conceptions de l'appareil respiratoire chez des eleves de 5^e en France et des eleves de 6^e en Turquie. These de Dea De Didactique Des Disciplines Scientifiques. Grenoble. Université Joseph Fourier.
15. Özgür, S. ve Güngör, B., (2006). Sindirim Kavramının Epistemolojik Analizi İle Öğrencilerin Konu İle İlgili Kavram Yanılgılarının Karşılaştırılması. Avrupa Birliği İle Bütünleşme Sürecinde İlköğretim Eğitimi Sempozyumu. İzmir.
16. Yıldız Taylan, H., (2006). İlköğretim ve Ortaöğretim Öğrencilerinin Atomun Yapısı İle İlgili Zihinsel Modelleri, *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Balıkesir Üniversitesi.
17. www.atominsan.com/ilkcagda_atom.htm (15.03.2007).
18. www.physicsmasterclasses.org/exercises/ddlmdp/fr/Ch1.htm (05.04.2007).