

## İLKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN “MADDENİN TANECİKLİ YAPISI” ÜNİTESİNE YÖNELİK ANLAMA DÜZEYLERİNİN ÇİZİM YOLUYLA BELİRLENMESİ VE FARKLI DEĞİŞKENLERE GÖRE ANALİZİ

Doç. Dr. Ali Günay Balım  
DEÜ Buca Eğitim Fakültesi  
[agunay.balim@deu.edu.tr](mailto:agunay.balim@deu.edu.tr)

Ümmühan Ormancı  
DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
[ummuhan45@gmail.com](mailto:ummuhan45@gmail.com)

### Özet

Çalışmada; ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik anlama düzeylerinin çizim yoluyla belirlenmesi ve cinsiyetle sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla çalışmada; nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Çalışma grubunu, Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde yer alan bir ilköğretim okulundaki 38 altıncı ve yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Veri toplama aracı olarak; 4 sorudan oluşan çizim testi kullanılmıştır. Uygulamadan elde edilen veriler analiz edilmiş ve SPSS paket programı kullanılarak aritmetik ortalama değerlerine ilişkin veriler oluşturulmuştur. Ayrıca öğrencilerin anlama düzeyleri ile cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleri arasındaki ilişki non-parametrik analiz yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; öğrencilerin anlama düzeylerinin genel olarak orta düzeyde olduğu ifade edilebilir. Sınıf düzeyi açısından baktığımızda ise; altıncı sınıfların bilgi düzeylerinin yedinci sınıflara göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun altıncı sınıfların üniteyi yeni işlemlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak çalışma sonuçlarına ilişkin bazı önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Maddenin tanecikli yapısı, ilköğretim, çizim, anlama düzeyi.

## DETERMINING THE LEVEL OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS' UNDERSTANDING OF THE CHAPTER “STRUCTURE OF MATTER” THROUGH DRAWINGS and ANALYSİNG OF DIFFERENT VARIABLES

### Abstract

The aim of the study is to determine primary school students' level of conception about the structure of matter chapter through drawings and to examine it in terms of gender and grade level variables. For this purpose, the survey model, which is one of the qualitative research methods, was used in the study. The study group consists of 38 sixth and seventh grade students studying at a primary school located in the Pazaryeri district of the city of Bilecik. The data gathering instrument was a drawing test consisting of four questions. Data obtained from the practice was analyzed and data regarding arithmetic mean values was formed using SPSS software. Also, the relationship between the students' level of understanding and gender and grade level variables was determined using non-parametric analysis methods. According to findings obtained from the study, students' levels of understanding were found to be at a medium level. When considered from the aspect of grade level, the conception of sixth graders was seen to be higher than that of the seventh graders. This may be explained with the fact that the sixth graders had recently studied the chapter. Based on the results of the study, some suggestions were made.

**Key Words:** Structure of matter, primary school, drawing, understanding.

## GİRİŞ

Toplumların gelişip ilerleyebilmeleri için, öğrenmeye açık, araştıran ve sorgulayan bireylerden oluşması gerektiği düşünülmektedir. Hançer (2007)'in de belirttiği gibi bugünün toplumunda başarılı ve üretken olabilmek için ve daha da önemlisi yarının yaşanabilir toplumunu oluşturmak için öğrenmeyi öğrenmek, düşünmeyi öğrenmek ve teknolojinin insanlığın hizmetinde nasıl kullanılabileceğinin anlaşılması gerekmektedir. Bu bağlamda bireylerin; bilgileri hazır olarak temel kaynaklardan almalarından çok araştıran, sorgulayan, karşılaştıkları problemleri çözen ve üst düzey düşünme becerilere sahip kişiler olmaları beklenmektedir. Kuşakçı-Ekim (2007)'in ifade ettiği gibi toplumların artık araştıran, sorgulayan, üreten, eleştirel ve yaratıcı düşünebilen, problem çözebilen bireylere ihtiyaç duyduğu düşünüldüğünde ise, fen derslerinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri, fen programları içerisindeki konularla ilgili bilgi ve becerilerin öğrencilere kazandırılmasıdır (Demir, Sipahi, Kahraman ve Yalçın, 2007). Fen programlarında ise öğrencilerin, doğayı, doğada gerçekleşen olayları ve bunlar arasındaki ilişkileri anlamaları hedeflenmektedir. İlköğretimde okutulan Fen Bilgisi dersinin temel amacı, günlük yaşamda karşılaşılan olayları, neden-sonuç ilişkisi içinde inceleyen, düşünen ve olaylar arasında mantıklı ilişkiler kurabilen bireyler yetiştirmek olarak açıklanmaktadır (Çepni, Küçük ve Ayrıacı, 2003). Bu şekilde öğrenciler araştırma yapmaya, problemleri tespit etmeye, hipotezler üretmeye ve verilen problemlerin çözümü için yollar tasarlamaya teşvik edilerek; onların bilimsel süreç becerilerinin ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır (Atasoy, Kadayıfçı ve Akkuş, 2007). Bu anlamda öğretim programı öğrencilerin; gerçek yaşamda karşılaştıkları problemleri çözebilecek şekilde kazanımlar içermekte ve öğrencilerin fen ve teknoloji okur-yazarı olarak mezun olmalarını hedeflemektedir (Taşdemir ve Demirbaş, 2010). Anlaşılacağı üzere ilköğretim programında yer alan fen ve teknoloji derslerinde; öğrencilerin araştıran, sorgulayan, kendi problemlerini çözebilen ve eleştirel, yaratıcı düşünme gibi üst düzey becerileri gelişmiş bireyler olmaları istenmektedir.

Fen ve teknoloji öğretim programları incelendiğinde; öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri bazı konu ve kavramların olduğu ifade edilebilir. Bu konu ve kavramların içerikleri incelendiğinde; genellikle soyut ifade, kavram ve olgular barındırdığı görülmektedir. Buna karşın ilköğretim ikinci düzeyde yer alan öğrencilerin soyut düşünme becerileri tam olarak gelişmediğinden, öğrenciler soyut konuları anlamakta ve yorumlamakta sorunlar yaşayabilmektedirler. Bu konulardan birinin de maddenin tanecikli yapısı olduğu ifade edilebilir. Maddenin tanecikli yapısı ünitesine baktığımızda; konunun somut olaylardan ziyade soyut kavramlar içerdiği ve temel kavramları mikro düzeydeki yapılarla açıklandığı görülmektedir. Kenan ve Özmen (2011)'in belirttiği gibi maddenin tanecikli yapısı kavramı; günlük hayatta yer alan pek çok olayın açıklanmasında kullanılan mikroskobik ve soyut özellikte bir kavramdır. Programa baktığımızda Gabel (1999)'in belirttiği gibi öğrenciler için temel kimya kavramları; ilköğretim okullarındaki fen kitaplarında sunulmaktadır. Öğrenciler 6. sınıfa geldiklerinde maddenin tanecikli yapısı konusuyla tanışmakta ve bu konu içerisinde maddelerin küçük, görülemez, hareketli taneciklerden oluştuklarını, bu tanecikler arasında boşlukların olduğunu, atom ve molekül kavramları ile öğrenmektedirler. Bu öğrenilenlerden yola çıkarak öğrenciler fiziksel ve kimyasal değişimlere geçiş yapmakta ve hal değişim olaylarını maddenin tanecikli yapısıyla ilişkilendirerek incelemektedirler (Özalp ve Kahveci, 2011). Bu bağlamda öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ünitesindeki temel kavramlarla ilköğretim altıncı sınıfta karşılaşmaya başladıkları ifade edilebilir.

Maddenin tanecikli yapısı ünitesi incelendiğinde; hem soyut hem de mikro düzeydeki kavram ve ifadelerin öğretilmesi ve değerlendirilmesi, geleneksel yöntem ve teknikleriyle mümkün görünmemektedir. Özmen (2011a)'in de ifade ettiği gibi geleneksel yaklaşımlar; maddenin parçacıklarının hareketi ve özellikleri gibi maddenin mikroskobik yapısının öğretimi için uygun olmayabilmektedir. Ayrıca maddenin tanecikli yapısı gibi kimya kavramlarını öğretmekte herhangi bir kaynak veya yöntem kullanmadan yapılması öğrenme güçlüklerine neden olabilmektedir (Chang, Quintana ve Krajcik, 2010). Bu açıdan bakıldığında konunun öğretilmesi, ayrıca öğrencilerin neler öğrendiklerinin değerlendirilmesi aşamalarında yapılandırmacı yaklaşımın temel alınması gerektiği düşünülmektedir. Yapılandırmacı yaklaşım; öğrencilerin önceki deneyimleri üzerine, önemi vurgulanan yeni öğrenmelerin inşa edilmesidir (Popov, Zackrisson ve Olofsson, 2001). Yapılandırmacı yaklaşımın en önemli özelliği, öğrenenin bilgiyi yapılandırmasına, oluşturmasına, yorumlamasına ve geliştirmesine fırsat vermesidir (Çakır, 2005). Ayrıca yapılandırmacı yaklaşımla birlikte öğrencilerin anlama ve bilgileri yapılandırma durumlarını belirlemek için alternatif ölçme-değerlendirme yaklaşımlarının da önem kazanmaya başladığı söylenebilir.

Biçimlendirici (alternatif) ölçme-değerlendirme; öğrencilerin sadece öğrenme düzeyi hakkında karar verilmesine değil bunun yanında informal olarak değerlendirilmesine, zaman içinde yeteneklerini ortaya çıkartabilecek şekilde dönüt verilmesine imkân vermekte ve öğretime yön vererek öğretim ile ölçme-değerlendirme faaliyetlerinin birbiriyle kaynaşmasını sağlamaktadır (Birgin ve Baki, 2012). Bu bağlamda öğrencilerin ne öğrendiğini ve bunları nasıl öğrendiğini belirlemede, alternatif ölçme-değerlendirme yaklaşımlarının önemi ön plana çıkmaktadır.

Öğrencilerin, bilgileri anlama ve kavrama düzeylerini belirlemede kullanılan birçok yeni ölçme-değerlendirme yöntem ve tekniğinin olduğu ifade edilebilir. Bunlar arasında; çizim, kelime ilişkilendirme testi, kavram karikatürü, kavram haritası, yapılandırılmış grid, bil-iste-öğren kartları, tanılayıcı dallanmış ağaç gibi yöntem ve tekniklerin yer aldığı söylenebilir. Öğrencilerde gizli kalmış fikir, bilgi ve inançların öğrencileri kelimelerle sınırlamadan ortaya çıkarılmasına imkan tanıyan çizimler (Özmen, 2005) öğrencilerin fikirlerini ve anlama düzeylerini belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır. Reiss ve Tunnicliffe (2001) eğitimde bir araştırma tekniği olarak çizimin kullanılmasına ilişkin ciddi bir literatürün olduğunu ifade etmişlerdir. Bu bağlamda çizimlerin hem bir öğretim hem de bir değerlendirme tekniği olarak sıklıkla kullanıldığı söylenebilir. Zaten çizimin amacı bir anlayışı derinlemesine araştırmak olarak kelime-diyagram üzerinde uç konuları ortaya çıkarmaktır (Aydın, 2011). Ayrıca çizimler; bir tablodan grafik oluşturmayı, mikroskopta gözlemlenen hücreleri çizmeyi veya bilimsel bir fenomeni farklı bir yolla göstermeyi (örn: buharlaşma) içermektedir (Ainsworth, Prain ve Tytler, 2011). Bu bağlamda çizimler sayesinde öğrencilerin, konuya ilişkin fikir ve düşünceleri belli sınırlar içinde özgürce ifade edebilecekleri düşünülmektedir. Anlaşılacağı üzere çizimlerin, öğrencilerin anlamalarını belirlemede kullanılacak etkili bir yöntem olduğu belirtilebilir.

Alan yazın incelendiğinde; çizimlerin fen ve teknoloji dersinin farklı konularında veya ünitelerinde kullanıldığı ve öğrencilerin fikir, anlama veya bilgilerinin belirlemesine yönelik araştırmaların yapıldığı anlaşılmaktadır. Popov ve diğ. (2001) üniversite öğrencilerinin temel fizik kavramlarını, Yörek (2007) lise öğrencilerinin hücre konusunu, Joung ve Gunstone (2010) ise ilköğretim öğrencilerinin kuvvet kavramını anlamalarını belirlemede açık uçlu sorular ve çizimleri kullanmışlardır. Ayrıca Köse (2008) fotosentez ve bitkilerde solunum konusunda, Bell ve Trundle (2008) ise ayın evreleri hakkında katılımcıların anlamalarını/kavram yanılgılarını belirlemede görüşmeleri ve çizimleri kullanmışlardır. Bununla birlikte Prokop, Prokop, Tunnicliffe ve Diran (2007) ise hayvanların içyapısı hakkında öğrencilerin fikirlerini belirlemek için çizimleri kullanırlarken, Reiss ve Tunnicliffe (2001) ise öğrencilerin insanın içyapısına ilişkin anlayışlarını çizimlerle belirlemişler ve verileri cinsiyet, yaş gibi değişkenler açısından incelemişlerdir. Anlaşılacağı üzere çizim yöntemi, farklı yaş grubundaki öğrencilerin konuya ilişkin anlamalarını ve fikirlerini belirlemede kullanılmaktadır.

Fen ve teknoloji dersi içinde önemli bir yere sahip olan maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin ise, alan yazında birçok çalışma yer almaktadır. Çalış (2010) ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji programındaki kimya kavramlarına, Ayas ve Demirtaş (1997) lise öğrencilerinin temel kimya kavramlarına ilişkin anlama düzeylerini ve Canbazoğlu (2008) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin pedagojik alan bilgilerini tespit etmeye çalışmışlardır. Gomez, Benarroch ve Marin (2006) yaptıkları çalışmada; maddenin tanecikli yapısına ilişkin kavramları açıklamak ve öğrenci cevaplarında bir tutarlılık oluşturmayı hedeflemişlerdir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda; Ayas ve Özmen (2002) lise kimya öğrencilerinin ve Özmen (2011b) 4., 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramına ilişkin anlama düzeylerini açık uçlu sorularla belirlemişlerdir. Ayrıca Valanides (2000) çalışmasında ilköğretim öğretmenlerinin maddenin tanecikli yapısı anlamalarını görüşmelerle incelerken, Maskill, Cachapuz ve Koulaidis (1997) ise çalışmalarında üç farklı ülkeden (Yunanistan, Portekiz ve İngiltere) öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin mikroskobik düzeyde fikirlerini kelime ilişkilendirme testi kullanarak araştırmışlardır. Görüldüğü gibi maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik öğrenci fikirleri veya anlama düzeyleri, farklı alternatif ölçme-değerlendirme yaklaşımları kullanılarak belirlenmektedir.

Alan yazın incelendiğinde; hem soyut kavramları içermesi hem de mikro düzeyde bilgiden oluşması sebebiyle maddenin tanecikli yapısı ünitesi veya madde konusu üzerine birçok çalışma yer almaktadır. Ancak maddenin tanecikli yapısı ünitesinde çizim yöntemi kullanılarak öğrencilerin anlama düzeylerinin belirlemesine ilişkin alan yazında çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Sanger (2000) yaptığı çalışmasında öğrencilerin saf madde ve karışım kavramlarını tanımlama ve geliştirme amacıyla partiküller çizimleri kullanırken, Çalık ve Ayas (2005) ise

yaptıkları çalışmada 8. sınıf öğrencileri ile fen ve teknoloji öğretmen adaylarının bazı kimya kavramları (çözelti, gaz ve kimyasal değişim) hakkındaki görüşlerini grup tartışması, açık uçlu sorular ve çizim kullanarak belirlemişlerdir. Bununla birlikte Adbo ve Taber (2009) öğrencilerin madde konusundaki zihinsel modellerini tanecik boyutunda çizimlerine dayanan görüşmelerle incelerken, Nyachwaya, Mohamed, Roehrig, Wood, Kern ve Schneider (2011) ise öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin anlamalarını açık uçlu çizim sorularıyla tespit etmişlerdir. Bu bağlamda madde konusuna ilişkin öğrencilerin anlama düzeylerini belirlemede çizim yöntemi kullanılarak yapılan çalışmaların önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca ülkemizde çizimlerin yeni önem kazanmaya başladığı düşünüldüğünde, madde konusuna ilişkin yapılan bu çalışmanın alan yazına katkı sağlayacağı ifade edilebilir. Bununla birlikte öğrencilerin maddenin tanecikli yapısına ilişkin anlamaları sınıf ve cinsiyet değişkenlerine göre incelenmesi amaçlanmıştır. Alan yazına baktığımızda madde konusuna ilişkin yapılan çalışmalarda; Aydeniz ve Kotowsk (2012) sınıf düzeyi, Badrian, Abdinejad ve Naseriazar (2011) yaş, Ahtee ve Varjola (1998) ile Bunce ve Gabel (2002) ise cinsiyete göre anlama düzeylerini incelemişlerdir. Ancak bu çalışmalarda öğrencilerin madde konusuna ilişkin anlama düzeylerinin farklı ölçme araçları ile belirlendiği söylenebilir. Yapılan çalışma ise öğrencilerin anlama düzeyleri çizim yöntemiyle belirlenmiştir. Bu bağlamda çalışmanın amacı; ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik anlama düzeylerinin çizim yoluyla belirlenmesi ve cinsiyetle sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesidir.

## YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama aracı ve verilerin analizi kısımları yer almaktadır.

### Araştırma Deseni

İlköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik anlama düzeylerinin ve farklı değişkenler açısından durumlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada; nicel araştırma yöntemlerinden tarama modeli kullanılmıştır. Bilindiği gibi tarama modelinde; araştırılmak istenen olayın veya problemin mevcut durumu nedir ve neredeyiz, sorularına cevaplar aranmaktadır (Çepni, 2007). Ayrıca tarama modelinde; katılımcıların bir konu, kavram veya olay hakkındaki mevcut durumların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada da ilköğretim öğrencilerin konuya ilişkin anlama düzeylerinin belirlenmesi amaçlandığından, tarama modelinin kullanılması uygun bulunmuştur.

### Çalışma Grubu

Yapılan çalışmada çalışma grubunu, Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde yer alan bir ilköğretim okulundaki öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışma 6. sınıfta yer alan “maddenin tanecikli yapısı” ünitesinde gerçekleştirildiğinden, çalışma grubu olarak altıncı ve yedinci sınıflar seçilmiştir. Çalışmaya 16 altıncı ve 22 yedinci sınıf öğrencisi olmak üzere toplam 38 ilköğretim öğrencisi katılmıştır. Bu öğrencilerden 15’i kız ve 23’ü erkektir.

### Veri Toplama Aracı

Çalışmada; veri toplama aracı olarak maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin çizim testi kullanılmıştır. Çizim testi geliştirilirken öncelikle alan yazında yer alan çalışmalar incelenmiştir. Alan yazındaki çalışmalara ve öğretim programındaki içeriğe paralel olarak sorular hazırlanmıştır. Oluşturulan beş soru; uzman görüşünü sağlamak amacıyla; iki fen öğreticisi, bir çizim konusunda uzman öğretim elemanı ve iki fen ve teknoloji öğretmenine verilmiştir. Bu şekilde soruların hem kapsam geçerliliğinin hem de yapı geçerliliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Uzmanlardan gelen dönütler sonrasında; bir sorunun öğrenci seviyesine uygun olmadığına karar verilmiş ve testten çıkarılmıştır. Kalan dört soru içinde gerekli düzeltmeler yapılmış ve çizim testinin dört sorudan oluşan son hali oluşmuştur. Çizim testi; ünitenin içeriğine paralel olarak, (i) atomun yapısı ve hücre ile ilişkisi, (ii) katı-sıvı-gazların özellikleri ve tanecik yapıları, (iii) atom-bileşik-karışımın yapısı ve (iv) fiziksel ve kimyasal değişim konularına yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu bağlamda birinci soru atom-hücre modeli çizimi ile arasındaki ilişkiyi gösterme, ikinci soru katı-sıvı-gazların tanecik yapıları ile sıkışma ve hareket durumlarının gösterimi, üçüncü soru atom-bileşik-karışımın yapısı ve tanecik gösterimi, dördüncü soru ise fiziksel ve kimyasal değişim ile tanecik yapısı konularına yönelik olarak geliştirilmiştir. Çizim testinin yanında öğrencilerin kişisel özelliklerini belirlemek için çizim testinin ilk bölümüne demografik özellikler kısmı eklenmiştir.

**Verilerin Analizi**

Çalışmada kullanılan çizim sorularının analizinde araştırmacılar tarafından oluşturulan rubrik (puanlama anahtarı) kullanılmıştır. Rubrik geliştirilirken alan yazında yapılan çalışmalar incelenmiş ve çizim sorularının analizinde beş seviyeden oluşan rubriğin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda çizim sorularının analizinde kullanılan rubrik (puanlama anahtarı) Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1: Çizim Sorularının Analizinde Kullanılan Puanlama Anahtarı

Seviye Düzeyi	Puan	Açıklama
Seviye 5	4	İki boyutun uygun olarak çizilmesi/ ifade edilmesi
Seviye 4	3	Bir boyutun çizilip/ ifade edilip, diğer boyutun kısmen çizilmesi/ ifade edilmesi veya yanlış çizilmesi/ ifade edilmesi
Seviye 3	2	İki boyutun kısmen çizilmesi/ ifade edilmesi veya kavram yanlışlığı içermesi
Seviye 2	1	İki boyutunda yanlış çizilmesi/ ifade edilmesi, ancak konuya ilişkin bilgi içermesi
Seviye 1	0	Boş cevap, ilgisiz çizim veya tamamen yanlış çizimler

Tablodan anlaşılacağı gibi rubrik beş seviyeden ve 0-1-2-3-4 puanlarından oluşmaktadır. Çizim sorularının her biri puanlama anahtarına uygun olarak her soru analiz edilmiş ve toplam puanlar elde edilmiştir. Sonuç olarak uygulamadan elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak analiz edilmiş ve aritmetik ortalama ile standart sapma değerlerine ilişkin veriler tablolaştırılmıştır. Ayrıca öğrencilerin anlama düzeyleri ile cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleri arasındaki ilişki non-parametrik analiz yöntemlerinden Mann-Whitney U testi kullanılarak belirlenmiştir.

**BULGULAR**

Bu bölümde; ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeylerine ilişkin bulgulara ve anlama düzeyleri ile demografik değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik bulgulara yer verilmiştir. İlköğretim altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeylerine yönelik bulgular Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2: İlköğretim Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesine İlişkin Anlama Düzeylerine Yönelik Bulgular

Soru içeriği	Soru sayısı	Kişi Sayısı	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma
Atomun Yapısı ve Hücre ile İlişkisi	1	38	2.39	1.08
Katı-Sıvı-Gazların Özellikleri ve Tanecik Yapıları	2/a	38	2.39	1.13
	2/b	38	2.08	1.38
	2/c	38	1.18	1.14
Atom-Bileşik-Karışımın Yapısı	3/a	38	2.18	1.23
	3/b	38	2.32	1.19
	3/c	38	2.47	1.37
Fiziksel ve Kimyasal Değişim	4/a	38	2.55	1.20
	4/b	38	2.11	1.25
Toplam Puan		38	19.68	7.43

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; öğrencilerin anlama düzeylerinin atomun yapısı ve hücre ile ilişkisi konusunda 2.39, fiziksel ve kimyasal değişim konusunda 2.33, atom-bileşik-karışımın yapısı konusunda 2.32, katı-sıvı-gazların özellikleri ve tanecik yapıları konusunda ise 1.88 olduğu anlaşılmaktadır. Bu bağlamda; öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeylerinin; atomun yapısı ve hücre ile ilişkisi konusunda en yüksek olduğu söylenebilir. Bunun yanında katı-sıvı-gazların özellikleri ve tanecik yapıları konusunda ise anlama düzeylerinin düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca ilköğretim altıncı ve yedinci sınıf

öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik anlama düzeylerinin genel olarak orta düzeyde olduğu ifade edilebilir. İlköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesini anlamaları ile sınıf düzeyleri arasındaki ilişkiye yönelik Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 3'de görüldüğü gibidir.

Tablo 3: İlköğretim Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesine İlişkin Anlamaları ile Sınıf Düzeyleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Bulgular

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
6. Sınıf	16	25.41	406.50	81.500	.004*
7. Sınıf	22	15.20	334.50		

\* $p < .05$  olduğundan değişkenler arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Tablo 3'te anlaşılacağı üzere ilköğretim altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin, maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeyleri puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmaktadır ( $p < .05$ ). Elde edilen verilere göre öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin sıra ortalamaları; altıncı sınıflarda 25.41 ve yedinci sınıflarda 15.20'dir. Bu bağlamda altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeylerinin farklılaştığı ve altıncı sınıf öğrencilerinin puanlarının yedinci sınıflara göre daha yüksek olduğu ifade edilebilir. İlköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesinde yer alan konuları anlamaları ile sınıf düzeyleri arasındaki ilişkiye yönelik Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4: İlköğretim Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesinde Yer Alan Konuları Anlamaları ile Sınıf Düzeyleri Arasındaki İlişkiye Yönelik Bulgular

Soru Sayısı	Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
1. Soru	6. Sınıf	16	22.91	366.50	121.500	.108
	7. Sınıf	22	17.02	374.50		
2. Soru	6. Sınıf	16	22.81	365.00	123.000	.122
	7. Sınıf	22	17.09	376.00		
3. Soru	6. Sınıf	16	26.09	417.50	70.500	.001*
	7. Sınıf	22	14.70	323.50		
4. Soru	6. Sınıf	16	25.03	400.50	87.500	.008*
	7. Sınıf	22	15.48	340.50		

\* $p < .05$  olduğundan değişkenler arasında anlamlı bir farklılık vardır.

Tablo 4'te görüldüğü gibi öğrencilerin; maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik sorulardan birincisine ilişkin sıra ortalamaları altıncı sınıflarda 22.91 iken yedinci sınıflarda 17.02, ikincisine ilişkin sıra ortalamaları altıncı sınıflarda 22.81 iken yedinci sınıflarda 17.09, üçüncüsüne ilişkin sıra ortalamaları altıncı sınıflarda 26.09 iken yedinci sınıflarda 14.70, dördüncüsüne ilişkin sıra ortalamaları altıncı sınıflarda 25.03 iken yedinci sınıflarda 15.48'dir. Bu bağlamda üniteye yönelik anlama düzeyleri arasında birinci ( $U=121.500$ ,  $p > .005$ ) ve ikinci ( $U=123.000$ ,  $p > .005$ ) sorularda anlamlı bir farklılık bulunmazken, üçüncü ( $U=70.500$ ,  $p < .005$ ) ve dördüncü ( $U=87.500$ ,  $p < .005$ ) sorularda altıncı sınıflar lehine anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Ayrıca sıra ortalamalarına bakıldığında tüm sorularda altıncı sınıftaki öğrencilerin daha yüksek puanlara sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeylerinin yedinci sınıf öğrencilerine göre daha yüksek olduğu söylenebilir. İlköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesini anlamaları ile cinsiyet değişkeni arasındaki ilişkiye yönelik Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 5'te verilmektedir.



Tablo 5: İlköğretim Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısı Ünitesine İlişkin Anlamaları ile Cinsiyet Değişkeni Arasındaki İlişkiye Yönelik Bulgular

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Kız	15	18.07	271.00	151.00	.535
Erkek	23	20.43	470.00		

Tablo 5'te görüldüğü üzere; ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlamalarına yönelik sıra ortalamaları kız öğrencilerde 18.07 ve erkek öğrencilerde 20.43 olup, üniteye ilişkin anlama düzeyleri arasında anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmamaktadır ( $U=151.000$ ,  $p>.05$ ). Ayrıca erkek öğrencilerin üniteye ilişkin anlama düzeylerinin kız öğrencilere göre daha yüksek olduğu, ancak bu farklılığın anlamlı düzeyde olmadığı ifade edilebilir.

### TARTIŞMA VE SONUÇ

İlköğretim fen ve teknoloji programlarına bakıldığında; öğrencilerin anlamakta zorluk çektikleri bazı ünitelerin olduğu söylenebilir. Bu üniteleri incelediğimizde genellikle konuların; soyut kavramlar içerdiği ve mikro veya makro düzeyde kavramlardan oluştuğu görülmektedir. İlköğretim öğrencileri ise somut işlemler veya somut işlemler ile soyut işlemler arasında geçiş döneminde olduğundan, bu konuları anlamakta veya zihinlerinde canlandırmakta zorlanmaktadır. Bu duruma paralel olarak öğrenciler bazı ezber kavramları bilmelerine rağmen, konuları derinlemesine öğrenemeyebilmektedirler. Bu bağlamda; öğrencilerin konuyu anlayıp anlamadıkların belirlemek için, geleneksel yöntemlerin yanında alternatif ölçme-değerlendirme yaklaşımlarının kullanılması gerektiği düşünülmektedir. Yapılan çalışmada; öğrencilere herhangi bir sınırlama getirmeden bilgi, düşünce veya anlamalarını ortaya çıkarmalarına yardımcı olan çizimler kullanılmıştır. Bu bağlamda çalışmada; ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik anlama düzeylerinin çizim yoluyla belirlenmesi ve cinsiyetle sınıf düzeyi değişkenleri açısından incelenmesi amaçlanmaktadır.

Yapılan çalışmada; ilköğretim altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine yönelik anlama düzeylerinin genel olarak orta düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda ilköğretim öğrencileri maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin bazı bilgilere sahip olmalarına karşın, onların üniteyi tam olarak anlayamadıkları söylenebilir. Benzer olarak Kokkotas, Vlachos ve Koulaidis (1998) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı hakkında bilimsel bilgi eksikliklerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Mitchell ve Kellington (1982) ise çalışmalarında öğrencilerin maddenin tanecikli yapısında parçaları hatırlamakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte Özmen (2011b) yaptığı çalışmada; tüm sınıf düzeyindeki öğrencilerin maddenin mikroskobik özellikleri hakkında anlamalarının düşük düzeyde olduğunu tespit ederken, Özmen ve Kenan (2007) ise çalışmalarında öğrencilerin maddenin mikroskobik özelliklerinde bilgi düzeylerinin düşük olduğu belirlemişlerdir. Anlaşılacağı üzere alan yazında yapılan çalışmalara paralel olarak, maddenin tanecikli yapısı ünitesinde öğrencilerin anlamalarının düşük veya orta düzeyde olduğu ifade edilebilir. Bu durumun konunun soyut kavramlar içermesi ve bu kavramların mikro düzeyde işlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada; ilköğretim öğrencilerinin anlama düzeylerinin atomun yapısı ve hücre ile ilişkisi konusunda en yüksek olduğu söylenebilir. Bu soruda öğrencilerden atom ile hücre şekillerini çizmeleri ve bu çizimleri atom ile hücre arasındaki ilişkiyi kurarak yapmaları istenmiştir. Sorunun içeriği incelendiğinde; atomun mikro düzeyde bir çizimi ve ilişkisi istenmektedir. Bu bağlamda sorunun öğrencilerin zihninde canlandırmaları zor olduğu düşünülse de, öğrencilerin hem hücre konusunu hem atom konusunu görmüş olmalarından soruda ilişki kurdukları düşünülmektedir. Bu duruma paralel olarak, öğrencilerin soruya ilişkin cevaplarının ve anlamalarının daha yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca yapılan çalışmadan elde edilen diğer bir sonuç; katı-sıvı-gazların özellikleri ve tanecik yapıları konusunda anlama düzeylerinin en düşük olduğudur. Bu sorunun içeriği incelendiğinde; katı-sıvı-gaz maddelerin taneciklerinin çizilmesi, farklı hallerdeki maddelerin sıkışma ve hareket durumları sorularak bunların tanecikler şeklinde çizilmesi istenmiştir. İlköğretim öğrencilerinin bu soruyu cevaplamakta, özellikle taneciklerini çizmekte zorlandıkları anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara paralel olarak Özmen

(2011b) yaptığı çalışmada; taneciklerin sırası, tanecikler arasındaki boşluk, farklı hallerdeki tanecik sayısı, tanecik büyüklükleri ve tanecik hareketleri gibi taneciklerin mikroskobik özellikleri hakkında az bilgiye veya kavram yanılgılarına sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Boz (2006) ise yaptığı çalışmasında katılımcıların üst sınıflarda da dahil olmak üzere çoğunun, hal değişimini açıklamada partiküller uygulamalarda zorluklar yaşadığını belirtmiştir. Kuşakçı-Ekim (2007) çalışmasında öğrencilerde “katı maddenin tanecikleri hiç hareket etmez” kavram yanılgısına ulaşmışlardır. Görüldüğü gibi, öğrenciler maddelerin tanecik düzeylerini çizmede veya anlamada zorluk çekmektedirler. Bu durumun, öğrencilerin somut işlemler döneminde olmaları ve konuların çok soyut olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada; ilköğretim altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeyleri puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık bulunmakta ve altıncı sınıf öğrencilerinin puanlarının yedinci sınıflara göre daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerin in“atomun yapısı ve hücre ile ilişkisi” ile “katı-sıvı-gazların özellikleri ve tanecik yapıları” konularına yönelik sorularda anlamlı bir farklılık bulunmazken, “atom-bileşik-karışımın yapısı” ile “fiziksel ve kimyasal değişim” konularına yönelik sorularda altıncı sınıflar lehine anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Bu durumun altıncı sınıf öğrencilerinin madde konusunu yeni görmüş olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna karşın yedinci sınıf fen ve teknoloji programı incelendiğinde, öğrencilerin madde konusunu sarmal bir yapıda tekrar gördükleri bilinmektedir. Zaten fen ve teknoloji programının yapısında da konuların sarmal bir şekilde altıncı, yedinci ve sekizinci sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Bu bağlamda ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin de maddenin tanecikli yapısına ilişkin anlama düzeylerinin yüksek olması beklenmektedir. Buna karşın ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin ortalamaların düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun öğrencilerin konuyu bir önceki yıl öğrenmelerine karşın, ezbere dayalı öğrenmelerinden veya derinlemesine öğrenememelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Alan yazın incelendiğinde ise; Ahtee ve Varjola (1998) çalışmalarında kimyasal değişim konusunda 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cevapları arasında hiçbir fark olmadığını ifade etmişlerdir. Ayas ve Özmen (2002) yaptıkları çalışmada hem lise 1 hem de lise 2 öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramı ile ilgili yüksek oranlarda ya yanlış anlamaya sahip olduklarını ya da kavramı hiç anlamadıklarını göstermektedir. Çalık ve Ayas (2005) ise yaptıkları çalışmada, öğretmen adaylarının ve sekizinci sınıf öğrencilerin benzer alternatif kavramlara sahip olduğunu bulmuşlardır. Buna karşın Ayas, Özmen ve Çalık (2010) yaptıkları çalışmada madde konusunda genel olarak eğitim seviyesi arttıkça öğrencilerin yanıt sayılarının arttığını, Liu ve Lesniak (2006) ise çalışmalarında madde konusunda ilköğretimden liseye doğru ilerlemenin olduğunu belirtmişlerdir. Nakhleh, Samarapungevan ve Sağlam (2005) çalışmalarında lise öğrencilerin çoğunun maddenin atom ve moleküllerden oluştuğunu bilmelerine rağmen ilköğretim öğrencilerinin neredeyse hiç birinin bilmediği sonucuna ulaşmışlardır. Anlaşılabileceği gibi yapılan çalışmalarda katılımcıların madde konusuna ilişkin anlamalarının düşük ve kavram yanılgılarına sahip oldukları söylenebilir. Öğrenim seviyelerine göre bakıldığında ise genel olarak katılımcıların; sınıf düzeylerine göre, madde konusunu anlamalarında anlamlı bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Buna karşın öğrenim gördükleri kurumların düzeyleri arttıkça madde konusunu anlamakta üst düzeydeki öğrenciler lehine anlamlı bir farklılık oluşmaktadır. Bu durumun ise öğrencilerin somut işlemler döneminden soyut işlemler dönemine geçtikçe, soyut kavramları anlamalarının arttığından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Yapılan çalışmada; erkek öğrencilerin üniteye ilişkin anlama düzeylerinin kız öğrencilere göre daha yüksek olduğu, ancak bu farklılığın anlamlı düzeyde olmadığı söylenebilir. Ünitenin içeriği incelendiğinde; konuların kız veya erkek öğrenciler lehine bir farklılık oluşturmayacak şekilde olduğu görülmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada da kız ve erkek öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık çıkmaması olağandır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; ilköğretim öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin anlama düzeylerinin orta düzeyde olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin anlamalarının yedinci sınıf öğrencilerinininkinden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda; ilköğretim öğrencilerinin madde konusunu anladıkları, ancak konuyu derinlemesine öğrenemedikleri ve konuyu gördükten bir süre sonra unutmaya başladıkları söylenebilir. Öğrencilerin konuyu derinlemesine ve kalıcı öğrenebilmeleri için, aktif öğrenme yaklaşımlarının kullanılarak konuların işlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu bağlamda; maddenin tanecikli yapısı ünitesinin hem soyut kavramlar içermesi hem de kavramların mikro düzeyde olmasından dolayı, öğrencilerin sürece katılarak öğrendiği probleme dayalı öğrenme, araştırmaya dayalı öğrenme, proje tabanlı öğrenme gibi yaklaşımların kullanılması gerektiği önerisinde bulunulabilir.



Bununla birlikte yapılan çalışmada; öğrenciler maddenin taneciklerden oluştuğunu bilmekte, ancak bu taneciklerin gösterimi konusunda sorunlar yaşamışlardır. İlköğretim öğrencilerin maddeyi oluşturan tanecikleri zihinlerinde canlandırabilmeleri için, konunun tanecik boyutu da göz önüne alınarak işlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında; öğretmenlere büyük sorumluluk düşmekte, öğretmen ve öğretmen adaylarının konuları derinlemesine bilmeleri ve kavram yanılgılarına sahip olmamaları gerekmektedir. Bu bağlamda madde konusunu öğretecek olan öğretmen veya öğretmen adaylarıyla, madde konusunu anlama düzeyleri ve konunun öğretilmesine ilişkin çalışmalar yapılması gerektiği önerisinde bulunulabilir.

#### KAYNAKÇA

Adbo, K. & Taber, K. S. (2009). Learners' mental models of the particle nature of matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31 (6), 757-786.

Ahtee, M. & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 305-316.

Ainsworth, S., Prain, V. & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science Education*, 333, 1096-1097.

Atasoy, B., Kadayıfçı, H. ve Akkuş, H. (2007). Öğrencilerin çizimlerinden ve açıklamalarından yaratıcı düşüncelerinin ortaya konulması (çizimler ve açıklamalar yoluyla yaratıcı düşünceler). *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5 (4), 679-700.

Ayas, A. P. & Demirtaş, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of introductory chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 74 (5), 518-521.

Ayas, A. P. ve Özmen, H. (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19 (2), 45-60.

Ayas, A. P., Özmen, H. & Çalik, M. (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 165-184.

Aydeniz, M. & Kotowski, E. L. (2012). What do middle and high school students know about the particulate nature of matter after instruction? Implications for practice. *School Science and Mathematics*, 112 (2), 59-65.

Aydın, F. (2011, Nisan). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin teknolojiye yönelik düşüncelerinin çizimle belirlenmesi. 2<sup>nd</sup> *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, Antalya-Turkey.

Badrian, A., Abdinejad, T. & Naseriazar, A. (2011). A cross-age study of Iranian students' various conceptions about the particulate nature of matter. *Journal of Turkish Science Education*, 8 (2), 49-63.

Bell, R. L. & Trundle, K. C. (2008). The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal of Research In Science Teaching*, 45 (3), 346-372.

Birgin, O. ve Baki, A. (2012). Sınıf öğretmenlerinin ölçme-değerlendirme uygulama amaçlarının yeni matematik öğretimi programı kapsamında incelenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 37 (165), 1-15.

Boz, Y. (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (2), 203-213.

Bunce, D. M. & Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (10), 911-927.

Canbazoğlu, S. (2008). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının maddenin tanecikli yapısı ünitesine ilişkin pedagojik alan bilgilerinin değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Chang, H. Y., Quintana, C. & Krajcik, J. S. (2010). The impact of designing and evaluating molecular animations on how well middle school students understand the particulate nature of matter. *Science Education*, 94, 73-94.

Çalık, M. & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (6), 638–667.

Çalış, S. (2010). The level of understanding of elementary education students' some chemistry subjects. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 4868–4871.

Çakır, Y. (2005). *İlköğretim öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.

Çepni, S., Küçük, M. ve Ayvaci, H. Ş. (2003). İlköğretim birinci kademedeki fen bilgisi programının uygulanması üzerine bir çalışma. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23 (3), 131-145.

Demir, Y., Sipahi, S., Kahraman, S. ve Yalçın, M. (2007). Fen bilgisi programı öğrencilerinin ilköğretim ikinci kademe fen bilgisi (fen ve teknoloji) müfredatındaki ünite, konu ve kavramlara dair farkındalık düzeyleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15 (1), 231-240.

Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76 (4), 548-554.

Gomez, E. J., Benarroch, A. & Marin N. (2006). Evaluation of the degree of coherence found in students' conceptions concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (6), 577–598.

Hançer, A. H. (2007). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğrenmenin kavram yanlışları üzerine etkisi. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 31 (1), 69-81.

Joung, Y. J. & Gunstone, R. (2010). Children's typically-perceived-situations of force and no force in the context of Australia and Korea. *International Journal of Science Education*, 32 (12), 1595-1615.

Kenan, O. ve Özmen, H. (2011, Eylül). "Maddenin tanecikli yapısı" ünitesine yönelik zenginleştirilmiş bilgisayar destekli bir öğretim materyalin tanıtımı. *5<sup>th</sup> International Computer & Instructional Technologies Symposium*, Fırat Üniversitesi, Elazığ-Türkiye.

Kokkotas, P., Vlachos, I. & Kouladis, V. (1998) . Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 291-303.

Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, 3 (2), 283–293.

Kuşakçı-Ekim, F. (2007). *İlköğretim fen öğretiminde kavramsal karikatürlerin öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermedeki etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Liu, X. & Kathleen L. (2006). Progression in children's understanding of the matter concept from elementary to high school. *Journal of Research In Science Teaching*, 43 (3), 320-347.

- Maskill, R., Cachapuz, A. F. C. & Koulaidis, V. (1997). Young pupils' ideas about the microscopic nature of matter in three different European countries. *International Journal of Science Education*, 19 (6), 631-645.
- Mitchell, A. C. & Kellington, S. H. (1982). Learning difficulties associated with the particulate theory of matter in the Scottish Integrated Science course. *European Journal of Science Education*, 4 (4), 429-440.
- Nakhleh, M. B., Samarapungevan A. & Sağlam, Y. (2005). Middle school students' beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (5), 581-612.
- Nyachwaya, J. M., Mohamed, A. R., Roehrig, G. H., Wood, N. B., Kern, A. L. & Schneider, J. L. (2011). The development of an open-ended drawing tool: An alternative diagnostic tool for assessing students' understanding of the particulate nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 121-132.
- Özalp, D. ve Kahveci, A. (2011). Maddenin tanecikli yapısı ile ilgili iki aşamalı tanılayıcı soruların ontoloji temelinde geliştirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 40 (191), 135-155.
- Özmen, H. (2005). Kimya öğretiminde yanlış kavramlar: Bir literatür araştırması. *Gazi Üniversitesi Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 23-45.
- Özmen, H. (2011a). Effect of animation enhanced conceptual change texts on 6th grade students' understanding of the particulate nature of matter and transformation during phase changes. *Computers & Education*, 57, 1114-1126.
- Özmen, H. (2011b). Turkish primary students' conceptions about the particulate nature of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6 (1), 99-121.
- Özmen, H. & Kenan, O. (2007). Determination of the Turkish primary students' views about the particulate nature of matter. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 8 (1), 1-15.
- Popov, O., Zackrisson, I. & Olofsson, K.U. (2001). "Communicating physics in drawings and words: The case of prospective science teachers". Department of mathematics, technology and science education, teacher education, Umea University. 31.01.2011 tarihinde <http://www.educ.umu.se/~popov/publications/drawings%20and%20words.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Prokop, P., Prokop, M., Tunnicliffe, S. D. & Diran, C. (2007). Children's ideas of animals' internal structures. *Journal of Biological Education*, 41 (2), 62-67.
- Reiss, M. J. & Tunnicliffe, S. D. (2001). Students' understandings of human organs and organ systems. *Research in Science Education*, 31 (3), 383-399.
- Sanger, M. J. (2000). Using particulate drawings to determine and improve students' conceptions of pure substances and mixtures. *Journal of Chemical Education*, 77 (6), 762-766.
- Taşdemir, A. ve Demirbaş, M. (2010). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde gördükleri konulardaki kavramları günlük yaşamla ilişkilendirebilme düzeyleri. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 124-148.
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1 (2), 249-262.
- Yörek, N. (2007). Öğrenci çizimleri yoluyla 9. ve 11. sınıf öğrencilerinin hücre konusunda kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22, 107-114.