

FEN ALANLARI ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOBİLİM ve NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLERE GÖRE İNCELENMESİ¹

Examining Nanoscience and Nanotechnology Awareness Level of Preservice Science Teachers in Terms of Different Variables

Oktay ASLAN²

Tuba ŞENEL³

Öz

Bu araştırmanın amacı ortaokul ve lise fen alanları (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının, nanobilim ve nanoteknoloji (NBT) farkındalık düzeylerini belirlemek ve cinsiyet, bölüm ve akademik başarı düzeyi değişkenlerine göre incelemektir. Çalışma grubu 122 fen bilimleri, 60 biyoloji, 37 fizik ve 34 kimya öğretmen adayı olmak üzere toplam 253 öğretmen adayı (179 kız, 74 erkek) oluşmaktadır. Araştırma betimsel tarama yöntemine göre yürütülmüş olup, veri toplama aracı olarak Sagun Gököz (2012) tarafından geliştirilen “Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık Anketi” kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının NBT farkındalıkları orta düzeydedir. Öğretmen adaylarının NBT farkındalıkları arasında bölüm değişkenine göre anlamlı fark bulunurken, cinsiyet ve akademik başarı düzeyi değişkenlerine göre anlamlı farklılıklar bulunamamıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre fen alanları öğretmen adaylarının NBT farkındalıklarını arttırmak üzere çeşitli önerilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fen bilimleri öğretmen adayları, nanobilim ve nanoteknoloji, farkındalık düzeyi

DOI: 10.14582/DUZGEF.534

¹ Bu çalışma XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi’nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur (11-14 Eylül 2014/Çukurova Üniversitesi/Adana).

² Yrd. Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Konya-Türkiye, oktayaaslan@gmail.com.

³ Yüksek Lisans Öğrencisi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Konya-Türkiye, tubasenell@hotmail.com.

Abstract

The purpose of this research was to determine nanoscience and nanotechnology (NST) awareness level of middle and high schools preservice science teachers and to investigate these levels according to gender, department academic achievement variables. The sample of the research consisted of 122 science, 60 biology, 37 physics and 34 chemistry preservice teachers, a total of 253 people (179 of whom are female and 74 of whom are male). In this study descriptive survey method was used and data of this study were collected using the “Nanoscience and Nanotechnology Awareness Questionnaire”. The results of this study showed that NST awareness level of the preservice science teachers were mid-range. While there were meaningful differences between NST awareness levels of the preservice science teachers according to the variables of department, no meaningful differences between the awareness levels of the participants were found according to the variable of type of task.

Keywords: *Preservice science teachers, nanoscience and nanotechnology, awareness level*

GİRİŞ

Yunanca “Nanos” kelimesinden gelen “Nano” kelimesi bir ölçütün milyarda birini ifade etmektedir. Bu durumda bir nanometre, metrenin milyarda biri olarak tanımlanmaktadır (Uldrich ve Newberry, 2005) ve kullanıma elverişli nano yapıların büyüklüğü 1-100 nm aralığında kabul edilmektedir. Yani nanometrenin çalışma alanı, atom ve molekül boyutlarında var olmaktadır (Erkoç, 2007).

Dünya çapındaki internet ağında Nanobilim ve Nanoteknoloji (NBT) kavramları genel olarak birbirinin yerine kullanılıyor olmasına rağmen, aslında bu iki kavram arasında belirgin bir fark vardır (Ng, 2009). Nanobilim “Atomik, moleküler ve makro moleküler boyutlarda; daha büyük boyutlarda olduğundan önemli derecede farklı özellikler sergileyen materyallerin sergiledikleri olayların ve davranışların

incelendiği çalışma (bilim alanı)" olarak tanımlanırken (The Royal Society and the Royal Academy of Engineering, 2004), nanoteknoloji; "Atom veya moleküllerin belirli düzenlerde tasarlanarak, ya yeni nano yapılar tasarlayıp sentezlemeyi ya da 100 nm'den daha küçük boyutlardaki nano yapılara yeni, olağan üstü özellikler kazandırmayı ve bu özellikleri yeni işlevlerde kullanmayı amaçlayan çalışma alanı" olarak tanımlanmaktadır (Department of Innovation, Industry and Regional Development [DIIRD], 2004). Bu iki kavram için birer örnek vermek istersek; büyük partikül boyutlarında çinko oksit ve/veya titanyum dioksit içeren güneş kremleri, cilde uygulandığında beyaz renkte görünmektedir. Çünkü bu tanecikler zararlı ultraviyole ışınları soğururken, görünür ışığın tüm renklerini yansıtmaktadır. Ancak daha küçük boyutlardaki örneğin, yaklaşık 20 nm boyutlarındaki çinko oksit ve/veya titanyum dioksit nano taneciklerinin elde edilmesi ile özellikleri değiştirilebilmekte ve bu taneciklere görünür bölge ışınlarının tanecikleri arasından kayıp geçerken, zararlı ultraviyole ışınları absorblama özelliği kazandırılabilir. Verilen bu örneklere göre nano boyuttaki bu değişiklikleri inceleyen çalışma alanı "Nanobilim", bu nano taneciklerin kullanılmasıyla elde edilen ürün ise "Nanoteknoloji" olarak tanımlanabilmektedir (Erkoç, 2007).

Nanobilimde olaylar, nanobilimin araştırmacı doğası ve disiplin karmaşıklığı nedeniyle klasik bilimlerde olduğunda biraz daha farklı bir şekilde meydana gelmektedir. Nanobilim, birkaç nanometre boyutlarında ölçülen tüm yapılarla, özellikle bireysel atom ve moleküllerle ilgilenmektedir. Bu boyutlarda biyoloji, fizik ve kimya gibi klasik disiplinler arasındaki sınırlar net olarak birbirinden ayrılamamaktadır. Bu konuda şu ana kadar disiplinlerarası çalışmalar

yürüten grupların nano dünyayı yöneten yasaların keşfedilmesinde daha başarılı olduğu görülmüştür (Gyalog, 2007). Yani NBT eğitimi için başlangıç noktası disiplinlerarası bir anlayıştır (Laherto, 2010b).

Yakın bir gelecekte tüm bireylerin bu konularla karşılaşmasındaki artış muhtemel olduğundan, NBT farkındalığının oluşması ve NBT eğitimi için duyulan ihtiyaç güncel fen okuryazarlığı ile ilişkilendirilmektedir (Sabelli ve diğ., 2005; Stevens, Sutherland ve Krajcik, 2009; Zenner ve Crone, 2008). NBT ile ilgili konuların öğretim programlarıyla bütünleştirilmesi genel olarak bilimsel ve teknolojik okuryazarlığın amaçları kapsamında değerlendirilmektedir (Laherto, 2010a). Bu nedenle NBT güncel fen okuryazarlığında rol oynayan önemli bir eğitimsel alan olarak görülmekte (Laherto, 2012) ve NBT eğitimi, fen eğitiminin önemli bir parçası olarak düşünülmektedir (Akaygün, 2010).

Fen bilimleri dersi öğretim programının vizyonu; tüm öğrencilerin fen okuryazarı bireyler olarak yetiştirilmesidir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Fen okuryazarlığının, doğal dünyada ve toplumda nanoteknolojinin araştırma ve uygulamalarını vurgulayan, özel bir bileşeni de nano-okuryazarlıktır (Hingant ve Albe, 2010; Sahin ve Ekli, 2013). Nano-okuryazar bireyler her türlü nanoteknoloji ürün ve uygulaması, bunların risk ve yararları ya da nasıl kullanılacağı bilgisine sahip olmayabilirler. Ancak önerilen nano-okuryazar birey profilinden beklenen, bu bireylerin, nano ürünler ve bunların kullanımında doğal olarak karşılaşılan risk ve yararların tespit edilmesi hizmetini yeterli düzeyde anlamalarıdır. Nano-okuryazarlık, nano ürünlerin tüketicisi olarak, daha bilinçli kararlar veren bir toplum hazırlayacaktır (Yawson, 2012). Yakın bir gelecekte, günlük yaşamla ve toplumla ilgili olarak

bilim tabanlı konularda konuşmak için, tüm insanların bir çeşit nano-okuryazarlığa ihtiyaç duyacakları iddia edilmektedir (Laherto, 2010a). Çünkü nanobilim, modern bilimin bir parçasıdır ve yüksek oranda bilimsel okuryazarlığa sahip bir nüfusa gerek duyulmaktadır (Schank, Krajcik ve Yunker, 2007). Bu nedenle NBT eğitiminin bireylere daha erken yaşlarda tanıtılması ve her eğitim düzeyinde artarak devam etmesi gerekmektedir (Ban ve Kocijancic, 2011). Öğrencilerin ilköğretim ve orta öğretim düzeyindeyken iyi bir NBT eğitimi alması, öğrencilerin akademik benlik gelişimlerinde ve yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde yapacakları meslek seçiminde mutlaka etkili olacaktır (URL1). Bireylerin NBT konusunda eğitilmesi; nanoteknolojinin toplumda hızla benimsenmesini sağlayacak, çocuklara nanoteknoloji ile ilgili alanlarda kariyer yapmaları için motive edecek ve gerekli eğitim reformları için siyasi alt yapıyı oluşturmada yardımcı olacaktır (Foley ve Hersam, 2006).

Nanoteknolojinin hızla geliştiği alanlara anlamlı şekilde katılım sağlayacak yeni bir “okuryazar” ihtiyacının karşılanması, yani nano-okuryazar bireylerin yetiştirilmesi; nanoteknolojinin tam verimle kullanılabilmesi, nanoteknoloji alanında ihtiyaç duyulan işgücünün sağlanması ve ulusal kalkınma için oldukça önemlidir (Yawson, 2012). NBT bu şekilde gelişmeye devam ederse ve eğitim sisteminde gerekli düzenlemeler yapılmazsa, NBT alanlarında eğitilmiş araştırmacı ihtiyacı ve bu konularda bilgi sahibi teknisyenler, bilim insanları, mühendisler, girişimciler, politikacılar, yöneticiler ve iletişimcilerden oluşan eğitimli yeni bir nesile duyulacak gereksinimin (Yawson, 2010) yanısıra tüm vatandaşlar için, sürekli gelişmekte olan NBT konularına yönelik politika oluşturma sürecine dahil olma ve finansal kararlara katılma

ihtiyacı da artacaktır (Jones ve diğ., 2013). Ayrıca NBT eğitimi bilimsel ve teknolojik okuryazarlığı sürdüren motivasyonel faktörleri taşıması açısından da önemlidir (Laherto, 2010a). Eğer NBT eğitimi acilen ele alınmazsa; tüketicilerin günlük yaşamlarında kullandıkları teknolojinin etkilerini anlayamamalarına ek olarak, araştırmacıların teknoloji kullanımının da azalmasından dolayı bilimsel ve teknolojik gelişmelerde yavaşlama riski ortaya çıkacaktır (Roco, 2003).

Bugün, istenilen nano-okuryazarlık seviyesine ulaşmak için tüm dünyada artarak devam eden bir çabanın olduğu görülmektedir. Bu amaçla çeşitli kurumlar; okullar ve toplum için NBT eğitime yönelik sergiler sunmakta ya da eğitim kurumlarına ziyaret organizasyonları yapmaktadır. Almanya Eğitim ve Araştırma Federal Bakanlığı tarafından oluşturulan NanoTruck (URL-2) ve Rice Üniversitesi tarafından geliştirilen Nanokids (URL-3) dikkat çekici organizasyonlar arasında yer almaktadır. Ayrıca araştırmacılar için bilgi ve oyunlar sağlayan, çalıştaylar, seminerler, interaktif dersler ve birçok online kaynaklar bulunmaktadır (Laherto, 2010a). Bu konunun formal eğitim sistemine katılmasına ek olarak, NBT eğitimi için dünya çapında üretilen farklı sosyal proje girişimleri vardır. Bu girişimler, müze ve bilim merkezlerindeki sergilerin yanı sıra kamuya yönelik eğitsel web tabanlı materyaller içermektedir (Ban ve Kocijancic, 2011).

Ülkemizde NBT'ye yönelik öğretim sınırlı sayıdaki üniversitelerde ve genellikle lisansüstü düzeyde verilmektedir. Anadolu Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Birimi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı ve Ar-Ge Merkezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Koç Üniversitesi Mikro-Nano Teknolojileri Araştırma Merkezi, Marmara Araştırma Merkezi (MAM), İzmir Yüksek

Teknoloji Enstitüsü, TÜBİTAK, UNAM (Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi), Hacettepe Üniversitesi Nanotıp ve İleri Teknolojiler Uygulama Merkezi, Gazi Üniversitesi Nanotıp ve İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi bunlardan bazılarıdır. Lise düzeyinde sadece birkaç derste ve çok sınırlı bir düzeyde öğretim yapılmaktadır. Ortaokul ve ilkokul düzeyinde bu konuların öğretimine yönelik herhangi bir öğretimsel uygulama bulunmamaktadır.

Literatürde, NBT konularına yönelik fen eğitimi alanında yapılan çalışmalar dört ana grupta toplanmaktadır. Bunlar NBT konuları üzerine program geliştirme çalışmaları; nano-bağlantılı konulara yönelik öğrenci kavramlarının değerlendirildiği çalışmalar; NBT konularının öğretiminde materyallerin kullanılmasıyla ilgili çalışmalar ve NBT konularında ortaöğretim öğretmenlerine yönelik mesleki gelişim çalışmalarıdır (Hingant ve Albe, 2010).

NBT eğitimi üzerine ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığı zaman bu çalışmaların genel olarak iki grupta toplandığı görülmektedir. Birinci grupta NBT eğitime yönelik öğretimsel uygulamaların gerçekleştirildiği çalışmalar yer almaktadır. Örneğin Şenel (2009) çalışmasında öğretmen adayları için NBT kavramlarının öğretimine yönelik rehber materyal ve Sagun Gököz (2012) lise öğrencileri için NBT atölyesi geliştirmiştir. Gerçekleştirilen bu öğretimsel uygulamalardan sonra katılımcıların NBT bilgi ve farkındalık düzeylerinde artış meydana geldiği gözlenmiştir. İkinci grupta ise farklı yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi ve meslek gruplarından bireylerle yapılan NBT' ye yönelik değerlendirme çalışmaları vardır. Bu çalışmaların ortak sonuçları; katılımcıların NBT' ye yönelik duyuların az olması ve bu duyuların kaynağının daha çok medya olması (Ekli, 2010;

Şenocak, 2014), NBT farkındalık ve bilgi düzeylerinin yetersiz olmasıdır (Aslan, Şenel ve Zor, 2014; Kadioğlu, 2010).

NBT eğitimi için ihtiyaç duyulan standartlara paralel olarak, nano-okuryazar öğretmenler de önemli bir ihtiyaçtır (Fonash, 2001). Öğretmenlerin boyut ve ölçek anlayışlarındaki eksiklikler son yıllarda yapılan çalışmalarda açık olarak görülmektedir (Jones ve diğ., 2011). Bu çalışmalar öğretmenlerin, günlük objelerin boyutlarının yanısıra, nanometre boyutunda da sınırlı bilgiye sahip olduklarını göstermiştir (Kumar, 2007). Öğretmenlerin NBT konularını sınıf ortamına aktarmalarını engelleyen en büyük sebeplerden biri bu konularda mesleki gelişimlerinin yetersiz olmasıdır (Schank ve diğ., 2007). Bu nedenle bu konularla ilgili sınıf içi tartışmalara rehberlik etme yaklaşımlarını ve olayların eksiksiz açıklamalarını sağlamak için öğretmenlere yönelik eğitsel materyallerin oluşturulması gerektiği önerilmektedir (Hingant ve Albe, 2010). Öğretmenlerin NBT kavramlarının öğretimi için hazırlanması, NBT eğitimi için atılan ilk adımların daha erken eğitim düzeylerine çekilmesinde anahtar rol oynayacaktır (Chanunan, 2010). Öğretmenler bu yeni içeriklerin öğretiminden er ya da geç sorumlu olacaktır (Hingant ve Albe, 2010) ve NBT ile ilgili bir eğitim almamışlarsa, bu konuların öğretimi onlar için büyük bir zorluk oluşturacaktır (Greenberg, 2009). Bu nedenle öğretmenlerin bu konuları kendi sınıflarında öğrencileriyle konuşabilmesi ve tartışabilmesi için kendi NBT anlayış ve farkındalıklarını geliştirmeleri gerekmektedir (Blonder, Parchmann, Akaygün ve Albe, 2014).

Öğretmenlerin NBT konularını sınıf uygulamalarına yansıtmakta karşılaştıkları zorluklar içsel ve dışsal engeller olmak üzere iki ana

nedene bağlamaktadır. İçsel engeller daha çok öğretmenin sahip olduğu öğretimsel inanışlar, konu alanı bilgisi ve öz yeterliği gibi faktörlerdir. Dışsal engeller ise öğrencilerden kaynaklanan zorluklar, öğretim materyali yetersizliği, programın yapısı, zaman kısıtlamaları ve yönetsel sorunlardır. NBT öğretiminin başarılı bir şekilde gerçekleşebilmesi, bu içsel ve dışsal engellerin ortadan kaldırılmasına bağlanmaktadır (Bamberger ve Krajic, 2012). Bu nedenle öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının NBT konularında farkındalık ve bilgi düzeylerinin ve bu konuları öğretimsel uygulamalarına yansıtma engelleyen nedenlerin, öğretmenler ve öğretmen adaylarına verilecek eğitimler öncesinde tespit edilerek analiz edilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Öğrencileri NBT içeren bir geleceğe hazırlamak için, bu kritik alanlarda öğretmen eğitimi ile ilgili daha çok sayıda araştırma yapılması gerekmektedir (Jones ve diğ., 2013). Literatür gözden geçirildiğinde, belirtildiği gibi öğretmenlerin nano ile ilgili içerik bilgilerinin araştırılması çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır (Hingant ve Albe, 2010).

Yapılan literatür taraması dikkate alındığında farklı düzeylerdeki öğrencilerin NBT' ye yönelik temel bilgi, görüş ve düşüncelerini belirleme amacıyla yapılan çalışmalar bulunmasına rağmen ortaokul ve lise fen alanları öğretmen adaylarının NBT farkındalıklarını belirlemek üzere yapılmış bir çalışmanın bulunmaması araştırmanın problem durumunu oluşturmaktadır.

Bu araştırmanın amacı ortaokul ve lise fen alanları (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının, NBT farkındalık düzeylerini belirlemek ve cinsiyet, bölüm ve akademik başarı düzeyi

değişkenlerine göre farkındalık düzeylerini incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

1. Öğretmen adaylarının NBT farkındalık düzeyleri nedir?
2. Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar var mıdır?
3. Öğretmen adaylarının akademik başarı düzeylerine göre NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar var mıdır?
4. Öğretmen adaylarının bölümlerine göre NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar var mıdır?

YÖNTEM

Araştırmanın Deseni

Araştırmada, betimsel tarama yöntemlerinden “genel tarama modeli” kullanılmıştır. Çok sayıda elemandan oluşan bir evrende, evren hakkında genel bir kanıya varmak amacı ile evrenin tümü ya da evrenden alınacak bir grup, örnek ya da örneklem üzerinde yapılan tarama düzenlemeleri, genel tarama modelleri olarak tanımlanmaktadır (Karasar, 2003).

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın hedef kitlesi 2013-2014 eğitim öğretim yılı, bahar döneminde Necmettin Erbakan Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi’nde öğrenim görmekte olan fen alanları öğretmen adaylarıdır. Çalışma grubu belirlenirken amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminde örneklem için daha önceden belirlenen ölçütleri karşılayan birimler örnekleme alınırlar (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz, ve Demirel, 2009). Bu araştırmada öğretmen adaylarının

belirlenmesinde temel ölçüt olarak fen alanlarından birinde öğretime devam etmek, temel alan derslerini tamamlamak, 4. veya 5. Sınıfta olmak gibi ölçütler esas alınmıştır. Fen alanları öğretmen adayları grubuna fen bilgisi öğretmenliği 4. sınıf öğrencileri, fizik, kimya ve biyoloji öğretmenliği 4. ve 5 sınıf öğrencileri alınarak tüm şubelere uygulama yapılmıştır. Araştırma fen bilgisi öğretmenliği 4. sınıflardan 122 fen bilimleri, 60 biyoloji, 37 fizik ve 34 kimya öğretmen adayı olmak üzere toplam 253 öğretmen adayı (179 kız, 74 erkek) ile gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Toplanması

Araştırmada veri toplama aracı olarak Sagun Gököz (2012) tarafından geliştirilen “Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık Anketi” kullanılmıştır. Anket beşli derecelendirme ölçeği türünde hazırlanmıştır ve tek boyutta toplam 20 maddeden oluşmaktadır. Anketten alınabilecek en yüksek puan 100, en düşük puan ise 20’dir. Anketin çalışma grubu için Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı $\alpha=0.93$ olarak hesaplanmıştır.

Veri Analizleri

Verilerin betimsel analizlerinde aritmetik ortalama ve standart sapma puanları, çıkarımsal analizlerinde ise varsayımların sağlanması durumuna göre parametrik (Tek Yönlü Varyans Analizi/ANOVA) ve varsayımların sağlanmaması durumuna göre parametrik olmayan (Mann-Whitney U, Kruskal Wallis) testler kullanılmıştır. Ayrıca ANOVA sonucu ortaya çıkan anlamlı farkın hangi gruplar arasında oluştuğunu test etmek için post hoc testlerden Dunnet’s C kullanılmıştır.

Tüm çıkarımsal analizlerde anlamlılık düzeyi $p=0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının NBT farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık Anketi'nden elde edilen betimsel istatistik sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. NBT farkındalık düzeyleri betimsel istatistik sonuçları

Madde No	\bar{X}	S	Madde No	\bar{X}	S
1.	3.02	0.97	11.	1.91	1.16
2.	3.48	1.08	12.	2.76	1.17
3.	2.47	1.29	13.	2.59	1.15
4.	3.61	1.16	14.	3.15	1.22
5.	3.20	1.13	15.	3.13	1.19
6.	3.18	1.12	16.	2.90	1.10
7.	2.74	1.07	17.	3.08	1.14
8.	2.11	1.03	18.	3.05	1.19
9.	3.26	1.16	19.	2.59	1.12
10.	2.66	1.08	20.	2.98	1.19
Genel Toplam				2.89	0.75

Tablo 1'e göre Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık Anketi'nde yer alan maddelerin aritmetik ortalamaları yorumlanırken; 1.00-1.80 arasındaki ortalama değerler "Kesinlikle Katılmıyorum", 1.81-2.60 arasında bulunan ortalama değerler "Katılmıyorum", 2.61-3.40 arasında bulunan ortalama değerler "Kararsızım", 3.41-4.20 arasında bulunan ortalama değerler "Katılıyorum" ve 4.21-5.00 arasında bulunan ortalama değerler ise "Kesinlikle Katılıyorum" derecesinde değer taşıdığı kabul edilmiştir. Buna göre öğretmen adayları 11. madde ile ($\bar{X}=1.91$) en düşük, 4. madde ile ($\bar{X}=3.61$) en yüksek farkındalık

ortalama puanına sahiptirler. Ölçeğin tamamında ise $\bar{X}=2.89$ ortalama farkındalık puanı ile “Kararsızım” derecesinde farkındalığa sahiptirler. Ayrıca ölçeğin tamamında 5 madde (3, 8, 11, 13 ve 19. maddeler) “Katılmıyorum”, 13 madde (1, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18 ve 20. maddeler) “Kararsızım” ve 2 madde (2 ve 4. maddeler) “Katılıyorum” derecesinde yer alırken, “Kesinlikle Katılmıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” derecesinde herhangi bir madde yer almamaktadır.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre NBT farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Cinsiyet değişkenine göre betimsel istatistik sonuçları

Cinsiyet	N	\bar{X}	S
Kız	179	57.05	14.50
Erkek	74	59.70	15.58

Tablo 2’de görüldüğü gibi kız öğretmen adaylarının NBT farkındalık anketinden aldıkları ortalama puanların ($\bar{X}=57.05$) erkek öğretmen adaylarının aldıkları ortalama puanlardan ($\bar{X}=59.70$) daha düşük olduğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Cinsiyet değişkenine göre Mann-Whitney U testi sonuçları

Cinsiyet	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	p	z
Kız	123.10	22035.50	5925.50	0.188	-1.31
Erkek	136.43	10095.50			

Tablo 3'e göre, kız öğretmen adayları (N=179; \bar{X} =57.05; S=14.50) ve erkek öğretmen adaylarının (N=74; \bar{X} =59.70; S=15.58) NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır (z=-1.31, U=5925.50, p=0.188).

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının akademik başarı düzeylerine göre NBT farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Akademik başarı düzeyi değişkenine göre betimsel istatistik sonuçları

Başarı Düzeyi	N	\bar{X}	S
1 (Yüksek)	62	61.19	12.73
2 (Orta)	152	57.31	15.03
3 (Düşük)	31	54.36	18.15

Tablo 4'e göre 1. başarı düzeyi "Yüksek Başarı", 2. başarı düzeyi "Orta Düzeyde Başarı" ve 3. başarı düzeyi "Düşük Başarı" yı ifade etmektedir ve öğretmen adaylarının başarı düzeylerine göre NBT farkındalık ortalama puanları birbirinden farklıdır. Bu farklılığın anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Başarı düzeyi değişkenine göre Kruskal Wallis testi sonuçları

Başarı Düzeyi	N	Sıra ortalaması	Sd	χ^2	p
1 (Yüksek)	62	140.04	2	5.83	0.054
2 (Orta)	152	119.63			
3 (Düşük)	31	105.45			

Tablo 5'e göre; yüksek (N=62; \bar{X} =61.19; S=12.73), orta (N=152; \bar{X} =57.31; S=15.03) ve düşük (N=31; \bar{X} =54.36; S=18.15) başarı düzeyine

sahip öğretmen adaylarının NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmamaktadır [X^2 (sd=2, N=245)=5.83, p=0.054].

Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bölümlerine göre NBT farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Bölüm değişkenine göre betimsel istatistik sonuçları

Bölüm	N	\bar{X}	S
Fen (a)	122	61.63	12.13
Kimya (b)	35	64.45	12.18
Fizik (c)	37	53.85	17.95
Biyoloji (d)	60	49.30	15.52

Tablo 6’ya göre öğretmen adaylarının bölümlerine göre NBT farkındalık ortalama puanları birbirinden farklıdır. Kimya bölümünde öğrenim görmekte olan öğretmen adayları \bar{X} =64.45 ortalama ile en yüksek ortalama puana sahipken, biyoloji bölümünde öğrenim görmekte olan öğretmen adayları \bar{X} =49.30 ortalama ile en düşük ortalama puana sahiptir. Öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri bölüme göre NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığı belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Bölüm değişkenine göre tek yönlü varyans analizi sonuçları

Varyansın kaynağı	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Sd	F	p	η^2	Anlamlı fark
Gruplar arası	8244.833	2748.278	3	14.11	0.000	0.145	a-d
Gruplar içi	48684.795	194.739	250				b-c
Toplam	56929.628		253				b-d

Tablo 7’ye göre; fen bilimleri (N=122; \bar{X} =61.63; S=12.13), kimya (N=35; \bar{X} =64.45; S=12.18), fizik (N=37; \bar{X} =53.85; S=17.95) ve

biyoloji (N=60; \bar{X} =49.30; S=15.52) bölümlerinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının NBT farkındalıkları arasında anlamlı fark vardır [F(3,250)=14.11 p=0.000]. Anlamlı farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla post hoc test karşılaştırmalarından Dunnet's C sonuçlarına göre; fen bilimleri ve biyoloji, kimya ve fizik, kimya ve biyoloji bölümlerinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının NBT farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark vardır. Öğretmen adaylarının öğrenim görmekte oldukları bölümlerin, NBT farkındalık düzeyleri üzerinde yüksek derecede etkisinin olduğu söylenebilir ($\eta^2=.145$) (Green ve Salkind, 2008).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ortaokul ve lise fen alanları (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının, NBT farkındalık düzeylerini belirlemek ve cinsiyet, bölüm ve akademik başarı düzeyi değişkenlerine göre farkındalık düzeylerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmanın bulguları aşağıda ilgili literatür kapsamında maddeler halinde tartışılmış ve yorumlanarak sonuçlara ulaşılmıştır.

Birinci alt problemde elde edilen bulgular yorumlandığında öğretmen adaylarının NBT farkındalığına sahip oldukları ve bu farkındalığın genel olarak "Kararsızım" düzeyinde/orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bu sonuç NBT'ye yönelik değerlendirme çalışmalarının sonuçları ile paralellik göstermektedir. Örneğin Sheetza, Vidalb, Pearsonc ve Lozano (2005) nanoteknoloji ve teknolojinin ilerlemesi hakkında ne hissettiklerini belirlemek amacıyla, Texas Pan Amerikan Üniversitesi (UTPA) dahilindeki 978 öğrenci ve personele çoktan seçmeli bir anket uyguladıkları çalışmalarında, katılımcıların yalnız %17'sinin nanoteknoloji farkındalığına sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Benzer şekilde Peter D. Hart Research Associates, Inc. tarafından hazırlanan raporda (URL-4) Amerikan halkının bu konularda farkındalığının yeterli düzeyde olmadığı, katılımcıların %75'inin nanoteknoloji konularında duyularının olmadığı ya da çok az olduğu belirtilmiştir. Ekli de (2010) 1396 ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmada, öğrencilerin büyük bir kısmının teknolojiye yönelik olumlu tutumlara sahip olduğunu, bununla birlikte öğrencilerin bu konular hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını ve sınırlı duyularının kaynağının da daha çok görsel medya olduğu tespit etmiştir. Retzbach, Marschall, Rahnke, Otto ve Maier (2011) bilime ve bilgiye olan ilgilerinin yanısıra, nanoteknolojinin risk ve yarar algıları ile ilişkilendirilmiş bilim hakkındaki inançlarının nasıl olduğunu değerlendirmek amacıyla, 587 yetişkin Amerikan katılımcı ile online bir anket aracılığıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Amerikan halkının hala nanoteknolojiye yabancı olduğunu belirtmişlerdir. Farshchi, Sadrnezhaad, Nejad, Mahmoodi ve Abadi (2011) İran halkının nanoteknolojiye karşı farkındalık ve tutumlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, halkın nanoteknolojiye yabancı olduğunu ve farkındalık düzeylerinin düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Şenocak (2014) Türk toplumun nanoteknoloji kavramlarına yönelik anlayışlarını değerlendirmek üzere farklı cinsiyet, yaş ve eğitim seviyelerinden 513 kişi ile yapmış olduğu çalışmada, Türk toplumunun büyük kısmının nanoteknoloji kavramlarını daha önce hiç duymadığını ya da çok az duyduğunu ve nanoteknolojiye yabancı olduğunu tespit etmiştir. Elmarzugi ve diğ. (2014) Trablus (Alfateh) Üniversitesi akademik personeli ve öğrencilerinin NBT hakkında farkındalıklarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, akademik personel ve öğrencilerin

nanoteknoloji hakkında farkındalıklarının düşük olmasıyla birlikte, katılımcıların çoğunluğunun nanoteknoloji ve uygulamalarının önemini bilincinde olduklarını ve bu ileri teknoloji hakkında daha fazla bilgi edinmek için istekli olduklarını belirtmişlerdir.

Nanobilim ve nanobilimle elde edilecek teknolojilerin gelişimi büyük ölçüde geniş halk kitleleri tarafından desteklenmesine bağlıdır. Ancak toplum henüz NBT'nin yeterli düzeyde farkında değildir ve NBT alanlarındaki bu yetersiz farkındalık, üzerinde düşünülmemiş endişeleri ile birleştiğinde, bu durum NBT alanlarındaki gelişme ve uygulamalar için desteklerin azalmasına neden olabilir (Allen ve Bassett, 2008). Ayrıca nanobilimin temel gerçeklerine yönelik yaygın bir farkındalık olmadan, halk ve siyasetçiler, nanoteknoloji ve ürünleri hakkında bilinçli karar verebilme bilgisine sahip olmayacaklardır (Roco ve Bainbridge, 2005). Bu nedenle NBT farkındalığının oluşturulmasının tüm toplum için büyük öneme sahip olduğu söylenebilir. Yapılan çalışmalara göre toplumun NBT farkındalıkları üzerinde medyanın diğer bilgi kaynaklarına göre çok daha fazla etkiye sahip olduğu düşünülürse, toplumun farkındalık düzeyinin artırılması için medyada bu konular hakkında daha fazla haber ve içeriğin yer alması gerekmektedir.

İkinci alt problemde elde edilen bulgulara göre erkek öğretmen adaylarının NBT farkındalık anketinden aldıkları ortalama puanlarının, kız öğretmen adaylarının ortalama puanlarından yüksek olmasına karşılık cinsiyet ile NBT farkındalığı arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Benzer şekilde Aslan ve diğ. (2014) 380 fen bilimleri öğretmen adayının NBT farkındalık ve bilgi seviyelerini tespit etmek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, erkek öğretmen adaylarının

ortalama puanlarının, kız öğretmen adaylarının ortalama puanlarından yüksek olduğunu ancak cinsiyete göre öğretmen adaylarının NBT farkındalığı arasında anlamlı fark bulunmadığını tespit etmişlerdir. Ancak Şenocak (2014) cinsiyet ile nanoteknolojiye yönelik aşinalık arasında erkekler lehine anlamlı fark bulunduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Ekli (2010) ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarını farklı değişkenler açısından araştırmayı amaçladığı çalışmada, cinsiyete göre öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik temel bilgi, görüş ve risk algılarının erkekler lehine anlamlı şekilde farklılaştığını belirlemiştir. Aynı çalışmada yer verilen bir diğer bulgu ise teknolojiye yönelik tutumların yine erkekler lehine anlamlı şekilde farklılaşmasıdır.

NBT'ye yönelik farkındalık cinsiyet açısından değerlendirildiğinde, erkek öğretmen adaylarının kız öğretmen adaylarına oranla NBT farkındalıklarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Chang, Yeung ve Cheng (2009) cinsiyet ile teknolojiye yönelik tutumlar üzerinde farklılıklarının sebebi 4 faktöre bağlanmıştır. Bunlar sosyal faktörler, psikolojik ve kimlik faktörleri, öğretim programı, pedagoji ve okul faktörleri ve kariyer faktörleridir. Erkek öğretmen adaylarının NBT'ye yönelik farkındalıklarının kız öğretmen adaylarına göre daha yüksek olması erkek öğretmen adaylarının sosyal yaşamlarında teknolojiye daha çok zaman ayırmalarından, teknolojik gelişmeleri takip etmelerinden, bu gelişmelerin farkında olmalarından ve bu alanlarda kariyer yapma konusunda daha istekli olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir (Ekli, 2010; Özsevgeç, Batman, Yazar ve Yiğit, 2014). Kız öğrencilerin/öğretmen adaylarının NBT

farkındalıklarını geliştirmek üzere bu konuların öğretiminde onların ilgilerini çekebilecek uygulamalara ve içeriklere yer verilerek etkileri değerlendirilebilir.

Üçüncü alt problemde elde edilen bulgulara göre yüksek, orta ve düşük başarı düzeyine sahip öğretmen adaylarının NBT farkındalık anketinden aldıkları puanlar birbirinden farklı olmasına rağmen öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri ve NBT farkındalıkları arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Ancak Ekli (2010) çalışmasında öğrencilerin fen derslerindeki başarı düzeylerinin, nanoteknolojiye yönelik görüşleri üzerinde etkisinin olup olmadığı araştırmış ve anlamlı farklılık elde edildiğini bildirmiştir. Buna göre öğrencilerin fen derslerindeki başarı notu arttıkça nanoteknolojiye yönelik olumlu görüşlerinin de arttığını belirtmiştir. Benzer şekilde Aslan ve diğ. (2014) yaptıkları çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının akademik başarı seviyelerine göre NBT farkındalıkları arasında anlamlı fark bulmuşlardır. Emrahoğlu ve Öztürk (2010) fen ve teknoloji öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde bilişsel farkındalık faktörünün etkisi belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada öğretmen adaylarının bilişsel farkındalık beceri düzeyleri ile akademik başarı puanları arasında yüksek düzeyde pozitif ve anlamlı bir ilişkinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Bağçeci, Döş ve Sarıca (2011) ilköğretim 7.sınıf öğrencilerinin üstbilişsel farkındalıkları ile Seviye Belirleme Sınavı (SBS) ve Yılsonu Başarı Puanları (YSBP) arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada, öğrencilerin üstbilişsel farkındalıkları ile SBS başarıları ve yılsonu başarı puanları arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişkinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Dördüncü alt problemde elde edilen bulgulara göre fen bilimleri, kimya, fizik ve biyoloji bölümlerinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının NBT farkındalık anketinden aldıkları ortalama puanlar birbirinden farklı olup, öğretmen adaylarının öğrenim görmekte oldukları bölümler ve NBT farkındalıkları arasında anlamlı fark vardır. Bu farklılığın öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri bölümlerde tercih ettikleri seçmeli derslerin içeriğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir ve bu sonuç literatürdeki çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Örneğin Şenel (2009) fizik, kimya, biyoloji ve matematik öğretmen adaylarının, nanoteknolojide kullanılan temel kavramları öğrenebilmeleri için kullanılacak bir rehber materyal geliştirmeyi ve bu materyalin işlevsel etkililiği ile öğretmenlerin bu materyale ilişkin görüşlerini değerlendirilmesi amacıyla yaptığı çalışmada, geliştirilen rehber materyal ile eğitim alan öğretmen adaylarının Nanoteknoloji Kavram Testi'nden aldıkları öntest-sontest ortalama puanları arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür. Ng (2009) eğitim fakültesi öğretmen adayları ve akademisyenler tarafından düzenlenen “Nanoteknoloji Günü” adlı etkinliğe katılan ve iki farklı ilkokula devam eden 6 yaş grubu 139 öğrencinin görüşlerini değerlendirdiği çalışmasında elde edilen sonuçlara göre, çocukların büyük bir bölümün etkinliklerle eğlendikleri ve nano, atom ve nanoteknoloji gibi konularda anlayış geliştirdikleri görülmüştür. Benzer şekilde Sagun Gököz (2012) araştırmasında NBT atölyesi çalışmasına katılan öğrencilerin NBT kavramsal anlamalarında ve farkındalık düzeylerinde artış olduğunu tespit etmiştir. Öğretmen adaylarının NBT farkındalıklarını arttırmak amacıyla öğretim programlarına bu konulara

yönelik dersler eklenebilir veya mevcut alan dersleri bu konularla ilişkilendirilerek işlenebilir.

Bu araştırmada sadece ortaokul ve lise fen alanları (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının NBT farkındalık düzeyleri belirlenerek cinsiyet, bölüm ve akademik başarı düzeyi değişkenlerine göre farkındalık düzeyleri incelenmiştir. Gelecekte bu alanda yapılacak araştırmalarda farklı alanlardaki öğretmen adayları ve öğretmenlerin NBT farkındalık ve bilgi düzeyleri araştırılarak, diğer değişkenlerle ilişkisi inceleyebilir. Ayrıca NBT farkındalıklarının kaynakları sorgulanarak, bunların öğretimlerine ve öğrencilerinin anlayışlarına yansımaları da değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Akaygün, S. (2010). *A Nanoscience Workshop for and from Pre-Service Teachers*. Paper presented at the annual meeting of the 10th European Conference on Research in Chemistry Education, Pedagogical University of Kraków, Kraków, July 04-07.
- Allen, E. E. & Bassett, D. R. (2008). Listen Up! The Need for Public Engagement in Nanoscale Science and Technology. *Nanotechnology Law & Business*, 5(4), 429-439.
- Aslan, O., Şenel T. ve Zor, E. (2014). *Preservice Science Teachers' Awareness of Nanoscience and Nanotechnology.*, 10. Ulusal Nanobilim ve Nanoteknoloji Konferansı (NanoTR-10) sunulmuş bildiri, Yeditepe Üniversitesi, İstanbul, 17-21 Haziran.
- Bağçeci, B., Döş, B. ve Sarıca, R. (2011). İlköğretim Öğrencilerinin Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri ile Akademik Başarısı Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 551-566.
- Bamberger, Y. M., & Krajic, J. (2012). Teacher Belief and Change About Integrating Nanoscale Science and Technology into a Secondary Science Curriculum. *Electronic Journal of Science Education*, 16(1), 1-20.

- Ban, K., & Kocijancic, S. (2011). *Introducing Topics on Nanotechnologies to Middle and High School Curricula*. Paper presented at the annual meeting of the 2nd World Conference on Technology and Engineering Education, Ljubljana, Slovenia, September 5-8.
- Blonder, R., Parchmann, I., Akaygün, S., & Albe, V. (2014). Nanoeducation: Zooming into Teacher Professional Development Programmes in Nanoscience and Technology. In C. Bruguière., A. Tiberghien., & P. Clément. (Eds.), *Topics and Trends in Current Science Education. 9th ESERA Conference Selected Contributions* (pp. 159–174). New York: Springer.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri (3.baskı)*. Ankara: Pegem Akademi
- Chang, S. N., Yeung, Y. Y., & Cheng, M. H. (2009). Ninth Graders' Learning Interests, Life Experiences and Attitudes Towards Science & Technology. *Journal of Science Education and Technology, 18(5)*, 447-457.
- Chanunan, S. (2010). *A Hands-on Experiment Based Professional Training Program on Fundamental Nanoscience and Nanotechnology for Thai High School Science Teachers*. Paper presented at the annual meeting of the 10th European Conference on Research in Chemistry Education, Pedagogical University of Kraków, Kraków, 2010 July 04-07.
- Department of Innovation, Industry and Regional Development. (DIIRD). (2004). *Nanotechnology: Skills Capabilities Requirements for Victoria : Paper for Discussion*. Melbourne.
- Ekli, E. (2010). *İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Nanoteknoloji Hakkındaki Temel Bilgi ve Görüşleri ile Teknolojiye Yönelik Tutumlarının Bazı Değişkenler Açısından Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Elmarzugı, N. A., Keleb, E. I., Mohamed, A. T., Benyones, H. M., Bendala, N. M., Mehemed, A. I., & Eid, A. M. (2014). Awareness of Libyan Students and Academic Staff Members of Nanotechnology. *Journal of Applied Pharmaceutical Science, 4(06)*, 110-114.
- Emrahoğlu, N. ve Öztürk, A. (2010). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Akademik Başarılarına Bilişsel Farkındalığın Etkisi: Bir

- Nedensel Karşılaştırma Araştırması. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 18 – 30.
- Erkoç, Ş. (2007). *Nanobilim ve Nanoteknoloji*. (2. Baskı), Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Farshchi, P., Sadrnezhaad, S. K., Nejad, N. M., Mahmoodi, M. & Abadi, L. I. G. (2011). Nanotechnology in the Public Eye: The Case of Iran, as a Developing Country. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(8), 3511–3519.
- Foley E. T., & Hersam, M. C. (2006). Assessing the Need for Nanotechnology Education Reform in the United States. *Nanotechnology Law & Business*, 3(4), 467-484.
- Fonash, S. (2001). Education and Training of the Nanotechnology Workforce. *Journal of Nanoparticle Research*, 3, 79–82.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2008). *Using SPSS for Windows and Macintosh: Analyzing and Understanding Data*. Fourth edition, Pearson International Edition.
- Greenberg A. (2009). Integrating Nanoscience into the Classroom: Perspectives on Nanoscience Education Projets. *ACS Nano*, 3 (4), 762-769.
- Gyalog, T. (2007). Nanoscience Education in Europe. *Europhysicsnews*, 38(1), 13-15.
- Hingant, B., & Albe, V. (2010). Nanosciences and Nanotechnologies Learning and Teaching in Secondary Education: A Review of Literature. *Studies in Science Education* 46 (42) 121-152.
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational Challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490–1512.
- Jones, M. G., Paechter, M., Gardner, G., Yen, I., Taylor, A., & Tretter, T. (2011). Teachers' Concepts of Spatial Scale. An International Comparison Between Austrian, Taiwanese, and The United States. *International Journal of Science Education*, 1–21. doi: 10.1080/09500693.2011.610382.
- Kadıoğlu, F. (2010). *Fen Öğretiminde Öğrenim Gören Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji ile İlgili Güncel ve Geleceğe Yönelik Düşünceleri (Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesinde Yapılan Bir*

- Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karasar, N. (2003). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri (12.Baskı)*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kumar, D. D. (2007). Nanoscale Science and Technology in Teaching. *Australian Journal of Education in Chemistry*, 68, 20–22.
- Laherto, A. (2010a). An Analysis of the Educational Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technological Literacy. *Science Education International*, 21 (3), 160-175.
- Laherto, A. (2010b). Interdisciplinary Aspects of Nanoscience and Nanotechnology for Informal Education. In M.F. Taşar & G. Çakmakcı (Eds.), *Contemporary Science Education Research: Teaching* (pp. 105-111). Ankara, Turkey: Pegem Akademi.
- Laherto, A. (2012). *Nanoscience Education for Scientific Literacy, Opportunities and Challenges in Secondary School and in Out-of-School Settings*. Helsinki: Academic Dissertation.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Ng, W. (2009). Nanoscience and Nanotechnology for The Middle Years. *Teaching Science*, 55, 16-24.
- Özsevgeç, T., Batman, D., Yazar, E. ve Yiğit, N. (2014). Öğretmen Adaylarının Teknolojik Terim Farkındalıklarının Belirlenmesi. *Eğitim ve Bilim*, 39(173), 235-248.
- URL-1. Türkiye’de Nanoteknoloji Eğitimi ve Ar-Ge Faaliyetleri, [Online]
http://www.nanott.hacettepe.edu.tr/nanobulten/08/nanobulten_08.pdf. Erişim tarihi: 15-Ekim-2009
- URL-2. Why a Nationwide Information Campaign About Nanotechnology?, [Online]
<http://www.nanotruck.de/en/initiative-nanotruck/project-goal.html> Retrieved on 15-October-2013
- URL-3. [Online] : <http://www.nanokids.rice.edu/>. Retrieved on 06-March-2014

- URL-4. Awareness of and Attitudes Towards Nanotechnology and Synthetic Biology: A Report of Findings. [Online]
<http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7040/final-synbioreport.pdf> Retrieved on 14-September-2014.
- Retzbach, A., Marschall, J., Rahnke, M., Otto, L., & Maier, M. (2011). Public Understanding of Science and the Perception of Nanotechnology: The Roles of Interest in Science, Methodological Knowledge, Epistemological Beliefs, and Beliefs About Science. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(12), 6231–6244.
- Roco, M. C. (2003). Converging Science and Technology at The Nanoscale: Opportunities for Education and Training. *Nature Biotechnology*, 21, 1247–1249.
- Roco, M. C. & Bainbridge, W. S. (2005). Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology: Maximizing Human Benefit. *Journal of Nanoparticle Research*, 7, 1–13.
- Sabelli, N., Schank, P., Rosenquist, A., Stanford, T., Patton, C., Cormia, R., & Hurst, K. (2005). *Report of the Workshop on Science and Technology Education at the Nanoscale*. Draft Technical Report. Menlo Park, CA: SRI International.
- Sagun Gököz, B. (2012). *Design and Implementation of a Nanoscience & Nanotechnology Workshop: Investigating 11th Grade Students' Awareness and Conceptual Understanding of Nanoscience & Nanotechnology*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Boğazici Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sahin, N., & Ekli, E. (2013). Nanotechnology Awareness, Opinions and Risk Perceptions Among Middle School Students. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 867-881.
- Schank, P., Krajcik, J., & Yunker, M. (2007). Can Nanoscience Be a Catalyst for Education Reform?. In: F. Allhoff, P. Lin, J. Moor, J. Weckert (Editors), *Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology*, Hoboken, NJ: Wiley Publishing.
- Sheetza, T., Vidalb, J., Pearsonc, T. D., & Lozano, K. (2005). Nanotechnology: Awareness and Societal Concerns. *Technology in Society*, 27, 329–345.

- Stevens, S., Sutherland, L., & Krajcik, J. (2009). *The Big Ideas of Nanoscale Science and Engineering*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Şenel, A. (2009). *Nanoteknoloji Kavramlarına İlişkin Rehber Materyal Geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şenocak, E. (2014). A Survey on Nanotechnology in the View of the Turkish Public. *Science Technology & Society, 19(1)*, 79–94.
- The Royal Society and the Royal Academy of Engineering . (2004). *Nanoscience and Nanotechnology: Opportunities and Uncertainties*. [Online] Retrieved on 27-November-2008, at URL:
<http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>
- Uldrich, J., & Newberry, D. (2005). *Sıradaki Büyük Şey Aslında Çok Küçük*. (Çeviren:Tolga Alıcı). Ledo Yayınları.
- Yawson, R. M. (2012). An Epistemological Framework for Nanoscience and Nanotechnology Literacy. *International Journal of Technology and Design Education, 22(3)*, 297–310.
- Yawson, R. M. (2010). Skill Needs and Human Resources Development in the Emerging Field of Nanotechnology. *Journal of Vocational Education & Training, 62(3)*, 285-296.
- Zenner, G., & Crone, W. (2008). Introducing Nanotechnology and Society Issues into the Classroom. In A. E. Sweeney, & S. Seal (Eds.), *Nanoscale Science and Engineering Education* (pp. 622-647). Stevenson Ranch, CA: American Scientific Publishers.