

## FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMENLERİNİN NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİ

Dr. Selcen Süheyla Ergün  
Afyon Kocatepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi  
[sergun@aku.edu.tr](mailto:sergun@aku.edu.tr)

Doç. Dr. İjlal Ocak  
Afyon Kocatepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi  
[iocak@aku.edu.tr](mailto:iocak@aku.edu.tr)

Yrd. Doç. Dr. Ertuğrul Ergün  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Uzaktan Eğitim MYO  
[ertue@aku.edu.tr](mailto:ertue@aku.edu.tr)

### Özet

Bu araştırmanın amacı fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerini belirlemektir. Çalışma grubunu Afyonkarahisar'daki ilköğretim okullarında görev yapmakta olan 10 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Çalışma nitel araştırma desenindedir. Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiş, uzman görüşleri ve pilot uygulama sonucunda son şekli verilmiş olan yedi açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu kullanılmıştır. Veriler görüşme tekniklerinden yarı yapılandırılmış görüşme tekniği ile toplanmıştır. Verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğretmenlerin yarısı nanoteknolojiyi bilimsel bir dille tanımlayamamış diğer bir yarısı ise nanoteknolojinin hayatımızın içerisinde çok fazla yer olmadığını ve ihtiyaçtan çıktığını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin çoğunluğu nanoteknolojinin en fazla tekstil alanında kullanıldığını ve Türkiye'de nanoteknoloji ile ilgili çalışmaların olmadığını söylemiştir. Sonuç olarak günümüzün önemli teknolojik gelişmelerinden ve uygulamalarından olan nanoteknoloji ile ilgili öğretmenlerin farkındalıklarının bilimsel düzeyde olmaktan daha çok güncel bilgiler şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Fen bilgisi, fen bilimleri öğretmenleri, nanoteknoloji.

### VIEWS OF SCIENCE TEACHERS ABOUT NANOTECHNOLOGY

#### Abstract

The aim of this study is to reveal the views of science teachers about nanotechnology. The participants; 10 science teachers working in the elementary schools in Afyonkarahisar. The study was designed as qualitative research. The data collection tool was an interview form with seven open-ended items which was developed by the authors. It was reviewed by field experts, used in pilot study before finalizing. Semi-structured interviews were conducted. The data were examined using the descriptive analysis method. The findings showed that half of the participants could not define nanotechnology using scientific language. The other half of the participants reported that nanotechnology did not have place in our life and emerged due to needs. Most of the participants stated that; nanotechnology is mostly used in textile industry; there is not enough studies on nanotechnology in Turkey. It is found that participants had actual information about nanotechnology, not scientific knowledge about it.

**Keywords:** science, science teachers, nanotechnology.

## GİRİŞ

Yunanca "Nanos" kelimesinden gelen "Nano" kelimesi bir ölçütün milyarda biri olarak ifade edilmektedir. "Nanoteknoloji", "nanobilim" gibi başında "nano" öneki bulunan terimler, "nanometre" teriminden gelmekte olup bir nanometre, metrenin bir milyarda birine eşit olan uzunluk birimi şeklinde tanımlanır (Sharifzadeh, 2006). Nanobilim ve nanoteknoloji fizik, kimya, biyoloji gibi temel bilimler ile malzeme, elektronik, kimya, makine, bilgisayar mühendisliği gibi uygulamalı bilimlerin ortak ilgi alanına girmesinden dolayı disiplinlerarası işbirliği yapılarak sonuç alınabilecek bir alandır (Drane, Swarat, Light, Hersam ve Mason, 2009; Meyyappan, 2004; Özdoğan, Demir ve Seventekin, 2006; Wansom ve diğ., 2009).

Nanoteknoloji; nanoölçek boyutlardaki yapıların ve bileşenlerin fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri değişen malzeme ve sistemlerle ilgilenmektedir. Nanobilim ve nanoteknolojinin hedefi, nanoboyutta işlevsel olan yapıların malzemelerini ve kendilerini kontrollü bir şekilde üretebilmek ve günlük hayatta kullanılabilir hale getirmektir (Erkoç, 2007). Nanoteknolojinin önemi ise malzemelerin nanoboyutta fizik kurallarının farklı işlenmesinden ve madde ile enerjinin bu ölçekte farklı özellikler göstermesinden kaynaklanmaktadır (TÜSİAD, 2008).

Nanobilim ve nanoteknoloji alanında yapılan çalışma ve araştırmalar çoğu ülkede olduğu gibi Türkiye'de de desteklenmekte ve hızla artmaktadır. Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun (TÜBİTAK) 2004 yılında yayınladığı '2003-2023 Strateji Belgesi'nde, 2003-2023 yılları arası bilim ve teknoloji alanında izlenecek ulusal stratejiler saptanmıştır. 2023 Türkiye vizyonunda nanoteknolojinin de içinde yer aldığı 8 ana stratejik teknoloji alanı belirlenmiştir. Raporda 'Türkiye'nin, nanobilim ve nanoteknolojinin yaratacağı radikal değişikliklerde etkin rol alabilecek bilimsel, teknolojik ve endüstriyel birikime sahip olabilmesinin önemi belirtilmiştir. Eğitim programlarında da bu gelişmeye uygun yeni düzenlemeler yapılması gerekmektedir. Birçok gelişmiş ülkede nanobilim ve nanoteknoloji alandaki gelişmeler dikkate alınarak yeni programlar açılmaktadır. Türkiye'de de bu yönde çalışmaların başlamış olması sevindiricidir (Erkoç, 2007).

Yakın bir gelecekte tüm bireylerin bu konularla karşılaşmasındaki artış muhtemel olduğundan, nanobilim teknolojisi farkındalığının oluşması ve nanobilim teknolojisi eğitimi için duyulan ihtiyaç güncel fen okuryazarlığı ile ilişkilendirilmektedir (Aslan ve Şenel, 2015:366). Fen okuryazarlığının, dünyada ve toplumda nanoteknolojinin araştırma ve uygulamalarını inceleyen bir kolu da nano-okuryazarlıktır. Fen eğitiminde nanoteknoloji eğitiminin verilmesi ile nanoteknolojik ürünleri bilinçli tüketebilen, bu ürünler hakkında doğru kararlar alabilen ve güncel gelişmeler hakkında yeni fikirler üretebilen bireyler yetiştirilebilir (Akaygün, 2010; Hingant ve Albe, 2010; Laherto, 2012; Sahin ve Ekli, 2013).

Öğrencilerin ilk ve orta öğretim düzeyindeyken iyi bir nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi almaları, kendilerini akademik olarak geliştirmelerinde ve yaşamlarının ilerleyen dönemlerinde yapacakları meslek seçiminde mutlaka etkili olacaktır (Bowman ve Hodge, 2007; Yawson, 2012).

Nanobilim ve nanoteknoloji eğitiminin önemi ve gerekliliği her geçen gün artarken, yapılan literatür incelemelerinde fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknolojiye yönelik bilgi düzeylerini ve görüşlerini inceleyen kapsamlı bir çalışmanın bulunmadığı görülmektedir. Bu eksiklikten hareketle bu araştırmanın amacı fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknolojiye yönelik bilgi düzeylerini ve görüşlerini belirlemektir.

## YÖNTEM

### Araştırmanın Deseni

Bu araştırmada fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerini belirleyebilmek için nitel araştırma tekniklerinden yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmede, görüşmenin bazı kısımları yapılandırılmış, bazı kısımları yapılandırılmamış ve bireyin serbest tepki vermesine olanak sağlayan sorulardan meydana gelmektedir. Yarı yapılandırılmış

görüşme, yapılandırılmış görüşmeden biraz daha esnekler. Bu teknikte, araştırmacı önceden sormayı planladığı soruları içeren görüşme protokolünü hazırlar. Buna karşın araştırmacı görüşmenin akışına bağlı olarak değişik yan ya da alt sorularla görüşmenin akışını etkileyebilir ve kişinin yanıtlarını açmasını ve ayrıntı vermesini sağlayabilir (Ekiz, 2003). Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde, görüşme önceden hazırlanmış görüşme protokolüne bağlı olarak sürdürüldüğünden daha sistematik ve karşılaşılabılır bilgi sunarak araştırmacıya büyük kolaylık sağlar (Yıldırım ve Şimşek, 2003).

### **Çalışma Grubu**

Çalışma grubunu Afyonkarahisar'daki ilköğretim okullarında görev yapmakta olan 10 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır. Öğretmenlerin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi amacıyla açık uçlu sorular görüşme yoluyla yöneltilmiştir. Araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formundaki soruların yöneltildiği öğretmenler rastgele seçilerek belirlenmiştir.

### **Verilerin Toplanması**

Çalışmada araştırmacılar tarafından geliştirilmiş, uzman görüşleri ve pilot uygulama sonucunda son şekli verilmiş olan yedi açık uçlu soru kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, öğretmenlerin kendilerini rahat ifade edebileceği ve ses kaydı yapılabilecek ortamlarda, kendilerinin randevu verdikleri zaman dilimlerinde toplanmıştır. Görüşme soruları her bir katılımcıya, aynı sözcüklerle ve aynı anlamı çağrıştıracak tonlamalarla yöneltilmiştir. Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde ses kayıt cihazı ve not alma tekniği birlikte kullanılmıştır. Daha sonra yapılan kayıtlar çözümlenmiştir. Öncelikle, verilerin yazıya dökümü, dökümlerin doğruluğu sağlanmış, belirlenen temalara göre verilerin işlenmesi ve doğrudan alıntılarla bulguların yorumları yapılmıştır. Verilerin güvenilirliğini sağlamak için kayıtlar ve kaydın dökümü araştırmacılar dışındaki başka bir araştırmacı tarafından incelenerek karşılaştırması yapılmıştır (Yılmaz ve Altınkurt, 2011). Kayıtlar ile yazılı dökümler arasında çok küçük eksikliklerin olduğu belirlenmiş ve bu eksiklikler de giderilmiştir.

Öğretmenlere hazırlanan ölçme aracı yoluyla şu sorular yöneltilmiştir:

1. Nanoteknoloji deyince aklınıza neler geliyor?
2. Nanoteknolojiyi nerelerde kullanıyoruz?
3. Nanoteknoloji hangi amaçla çıktığı konusunda ne düşünüyorsunuz?
4. Nanoteknoloji ürünleri hayatımızın neresindedir?
5. Nanoteknoloji ürünleri hakkında neler düşünüyorsunuz?
6. Nanoteknoloji ile ilgili Türkiye'deki durum nedir?
7. Nanoteknoloji okullarda anlatılmalı mıdır?

Görüşme sonrasında, öğretmenlerin açık-uçlu sorulara verdikleri yanıtlar her bir araştırmacı tarafından ayrı ayrı incelenerek "görüş birliği" ve "görüş ayrılığı" olan konular tartışılmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Araştırmanın güvenilirlik hesaplaması için Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği güvenilirlik formülü kullanılmıştır. Güvenirlik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) Hesaplama sonucunda araştırmanın güvenilirliği % 96 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik hesaplarının %70'in üzerinde çıkması, araştırma için güvenilir kabul edilebilmesi için yeterlidir. (Miles ve Huberman, 1994). Burada elde edilen sonuç, araştırma için güvenilir kabul edilmiştir.

### **Veri Analizleri**

Araştırma verilerinin çözümlenmesinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Betimsel analiz; verilerin araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre organize edilmesine ve kullanılan sorular veya boyutlar dikkate alınarak sunulmasına imkan verir. Ayrıca görüşülen bireylerin görüşlerinin çarpıcı bir biçimde yansıtmak amacıyla sık sık doğrudan alıntılar kullanıldığı ve elde edilen sonuçların neden-sonuç ilişkileri çerçevesinde yorumlandığı analiz tekniğidir (Yıldırım ve Şimşek, 2003).

Bu araştırmada, görüşme sorularının her birine verilen yanıtlardan elde edilen verilerle tematik bir çerçeve oluşturulmuş ve bu temalara görüşleriyle vurgu yapan öğretmenlerin sayıları 8 öğretmen (8), 10 öğretmen (10) şeklinde kısaltılarak parantez içinde belirtilmiştir. Öğretmenlerin görüşlerini yansıtmak için de öğretmenlerin belirttiği ifadelerden doğrudan alıntılar yapılmıştır. Alıntılar yapılırken de öğretmenlerin isimleri yerine öğretmen 3 (Ö.3), öğretmen 5 (Ö.5), şeklinde kısaltarak kodlama

yapılmıştır. Öğretmenlerin görüşme sorularına verdiği yanıtlar araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından ayrı ayrı incelenerek kodlanmış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

## BULGULAR

Araştırmada açık uçlu sorulardan oluşan anket yoluyla 10 öğretmenin görüşleri alınmıştır. Öğretmenlerin kendilerine yöneltilen sorulara verdiği yanıtlardan elde edilen bulgular, temalar ve alt temalar altında öğretmenlerin yanıtlarından dorudan alıntılar yapılarak verilmiştir. Dorudan alıntılarda frekansı yüksek olan görüşlere daha çok yer verilmiştir. Fen Bilimleri öğretmenlerine ilk soru olarak "Nanoteknoloji deyince aklınıza neler geliyor?" sorusu yöneltilmiş, bu sorunun yanıtına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerin sahip olduğu düşünceler ile frekans dağılımları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Fen Bilimleri Öğretmenlerinin "Nanoteknoloji Deyince Aklınıza Neler Geliyor?" Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

| <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknoloji'nin Tanımı Hakkındaki Düşünceleri</i>           | <i>f</i> |
|--|----------|
| (a) nanoteknoloji ile üretilen ürünler ve günlük hayattaki örnekler                            | 5        |
| (b) nanometre düzeyinde yada çok küçük birimlerde çalışma yapmak ve teknolojik ürünler üretmek | 5        |
| Görüşler Toplamı   | 10       |

Tablo 1'de görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmenlerinin 5'i bu soruya nanoteknoloji ile üretilen ürünleri ve günlük hayattaki örnekleri cevap olarak vermiştir. (Ö.1): "Nanoteknolojinin günlük hayatta bazı alanlarda kullanıldığını duyduk. Özellikle halılarda, giyim üzerine kıyafetlerde yine tıp alanında duyuyoruz. Bu gibi alanlarda duyduk." (Ö.4): "Nanoteknoloji dediğim zaman temizlik maddeleri, kumaşlar, tekstil ürünleri yani hayatımızda karşımıza çıkan şeylerle ilgili şeyler geliyor."

Fen bilimleri öğretmenlerinin 5'i ise bu soruya nanometre düzeyinde ya da çok küçük birimlerde çalışma yapmak ve teknolojik ürünler üretmek olarak cevap vermiştir. (Ö.3): "Nanoteknoloji, çok küçük maddenin yapısıyla yapılan araştırmalar bildiğim kadarıyla metrenin milyarda biriydi herhalde. Nanometre olarak adlandırılıyor." (Ö.10): "Nanoteknoloji yeni bir teknoloji son yıllarda çıkan. Maddenin atomik boyutta, moleküler boyutta kontrolü diye biliyorum."

Fen Bilimleri öğretmenlerine ikinci soru olarak "Nanoteknolojiyi nerelerde kullanıyoruz?" sorusu yöneltilmiş, bu sorunun yanıtına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerin sahip olduğu düşünceler ile frekans dağılımları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Fen Bilimleri Öğretmenlerinin "Nanoteknolojiyi Nerelerde Kullanıyoruz?" Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

| <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknolojinin Kullanım Alanları Hakkındaki Düşünceleri</i> | <i>f</i> |
|--|----------|
| (a) tekstil alanında   | 9        |
| (b) tıp alanında ve elektronik eşyalarda   | 5        |
| (c) temizlik ürünlerinde, mobilyada, fizikte, kimyada, biyolojide                              | 5        |
| (d) malzeme teknolojisinde, otomotiv sanayisinde, su üretiminde ve boyada                      | 1        |
| Görüşler Toplamı   | 20       |

Tablo 2'de görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmenlerinin 9'u tekstil alanında, 5'i tıp alanında ve elektronik eşyalarda, 3'ü teknolojide, 5'i temizlik ürünlerinde, mobilyada, fizikte, kimyada, biyolojide, 1'i ise malzeme teknolojisinde, otomotiv sanayisinde, su üretiminde ve boyada kullanıldığını düşünmektedirler. (Ö.1): "Fizik, kimya, biyoloji, tıp alanı, malzeme teknolojisi, otomotiv sanayi gibi alanlarda kullanıldığını biliyorum." (Ö.4): "Tekstil ürünlerinde, mutfak aletlerinde, teknolojide bunlar arasında kullanıyoruz." (Ö.10): "Nanoteknolojinin kullanım alanları atom ve moleküllerin en küçük boyutta olduğu için. Bunların kullanım alanları son yıllarda gelişiyor ama tıpta, tekstilde, temizlik ürünlerinde, kir tutmayan vs. gibi kullanıldığını biliyorum."

Fen Bilimleri öğretmenlerine üçüncü soru olarak "Nanoteknolojinin hangi amaçla çıktığı konusunda ne düşünüyorsunuz?" sorusu yöneltilmiş, bu sorunun yanıtına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin sahip olduğu düşünceler ile frekans dağılımları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Fen Bilimleri Öğretmenlerinin "Nanoteknolojinin Hangi Amaçla Çıktığı Konusunda Ne Düşünüyorsunuz?" Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

| <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknolojinin Ortaya Çıkma Amacı Hakkındaki Düşünceleri</i> | <i>f</i> |
|---|----------|
| (a) verim elde etmek amaçlı   | 4        |
| (b) hayatı kolaylaştırma amaçlı   | 3        |
| (c) ihtiyaç amaçlı  | 2        |
| (d) ekonomik getiri, enerji tasarrufu ve sağlık amaçlı  | 2        |
| (e) silahlanma, tarım ve temizlik amaçlı  | 1        |
| Görüşler Toplamı  | 12       |

Tablo 3'te görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmenlerinin 4'ü verim elde etmek için, 3'ü günlük hayatı kolaylaştırmak için, 2'si ihtiyaçtan ötürü, 2'si ekonomik getiri, enerji tasarrufu ve sağlık amaçlı çıktığını ve 1'i silahlanma, tarım ve temizlik amaçlı çıktığını düşünmektedirler. (Ö.1): "Bence insanların hayatını kolaylaştırmak amaçlı diğer yandan ekonomik getiri amaçlı olabilir. Çevreden veya enerjiden tasarruf amaçlı kullanıldığını söyleyebiliriz." (Ö.3): "İnsanlar için en önemli şeylerden biri sağlık olduğuna göre sağlık alanında ilk adımlar atıldığını düşünüyorum ama tabii dünya devlerinin en önemli şeyi silah, silahlanma da var. Bu alanda olmuş olabilir." (Ö.9): "Daha kullanışlı, daha verimli ürünler elde etmek için. Farklı ürünler elde etmek için."

Fen Bilimleri öğretmenlerine dördüncü soru olarak "Nanoteknoloji ürünleri hayatımızın neresindedir?" sorusu yöneltilmiş, bu sorunun yanıtına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin sahip olduğu düşünceler ile frekans dağılımları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4: Fen Bilimleri Öğretmenlerinin "Nanoteknoloji Ürünleri Hayatımızın Neresindedir?" Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

| <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknolojinin Hayatlarındaki Yeri Hakkındaki Düşünceleri</i> | <i>f</i> |
|--|----------|
| (a) tekstil ürünlerinde  | 5        |
| (b) temizlik ürünlerinde   | 4        |
| (c) mobilyalarda(halı, kanepeler vs.), elektronik eşyalarda, sağlık alanında                     | 3        |
| (d) teknolojide  | 2        |
| (e) tarım ürünlerinde  | 1        |
| (f) hayatımızda yok  | 1        |
| Görüşler Toplamı   | 16       |

Tablo 4'te görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmenlerinin 5'i tekstil ürünlerinde, 4'ü temizlik ürünlerinde, 3'ü mobilyalarda(halı, kanepeler vs.), elektronik eşyalarda, sağlık alanında, 2'si teknolojide, 1'i tarım ürünlerinde kullanıldığını düşünmektedir. Fakat 1'i ise henüz hayatımızda olmadığını düşünmektedir. (Ö.1): "Kıyafetlerde, takım elbiselerde satarken bahsediliyor. Bazı araçlarda camlar silecek kullanmadan silinebiliyor. Leke tutmayan halılarda, kanepelerde kullanılıyor." (Ö.2): "Hayatımıza yeni yeni giriyor aslında. Çoğu kişi bu konuda pek de bilgi sahibi değil. Nanoteknolojiyi ilk defa duyan çok insan vardır açıkçası, o yüzden çok da hayatımızda değil henüz." (Ö.3): "Şuan çok yaygın değil. Günlük hayatta kullanılabilecek, tekstil alanında bildiğim kadarıyla kirlenmeyen takım elbiseleri üretiliyor. Bazıları hiç ıslanmayan, su geçirmeyen eşarplar var. Tıp alanında çok küçük alan iç organların içerisinde yapılan ameliyatlarda kullanıldığı konusunda bilgi sahibiyim." (Ö.10): "Bildiğim kadarıyla temizlik ürünleri kullanıldığı ve tıpta yaygın olarak kullanılmaya başlanıyor yavaş yavaş. O konularda bilgi sahibiyim."

Fen Bilimleri öğretmenlerine beşinci soru olarak "Nanoteknoloji ürünleri hakkında neler düşünüyorsunuz?" sorusu yöneltilmiş, bu sorunun yanıtına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin sahip olduğu düşünceler ile frekans dağılımları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Fen Bilimleri Öğretmenlerinin "Nanoteknoloji Ürünleri Hakkında Neler Düşünüyorsunuz?" Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

| <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknoloji Ürünleri Hakkındaki Düşünceleri</i> | <i>f</i>  |
|--|-----------|
| (a) zararları yok  | 8         |
| (b) günlük hayatı kolaylaştırır  | 6         |
| (c) tedavileri kolaylaştırır   | 3         |
| (d) birçok alanda faydalı olabilir   | 3         |
| (e) çevre kirliliğini azaltır ve enerji tasarrufu sağlar                           | 1         |
| (f) zaman içinde zararları ortaya çıkabilir  | 1         |
| (g) fikir sahibi değilim   | 1         |
| <b>Görüşler Toplamı</b>  | <b>23</b> |

Tablo 5'te görüldüğü gibi fen bilimleri 8'i zararlarının olmadığını, 6'sı günlük hayatı kolaylaştıracağını, 3'ü tedavilerde kolaylık sağlayacağını, 3'ü birçok alanda faydalı olacağını, 1'i çevre kirliliğini azaltacağını ve enerji tasarrufu sağlayacağını, 1'i fikir sahibi olmadığını, 1'i ise zaman içerisinde zararlarının ortaya çıkabileceğini düşünmektedirler. (Ö.4): "Kesinlikle zararları olduğunu düşünmüyorum. Aksine gerçekten doğru kullanıldığında birçok fayda sağlayacağını düşünüyorum." (Ö.5): "Ürünlerin zararları olduğunu düşünmüyorum açıkçası. Nanoteknolojiyle yapılan ürünlerde yakıt sarfiyatını azaltıp çevre kirliliğini azaltabilir. Enerji tasarrufu ile yine çevreye zararını azaltabilir. Tekstil sanayinde, insan vücudu ile bazı kısımlarda faydası olabilir." (Ö.6): "Dediğim gibi bayan olduğumuz için en çok ev temizliğinde işimize yarıyor. Kir tutmayan eşyalarda, temizlik işlerinde çok yararı var. Eğer tipta kullanılırsa çok büyük hastalıkların önüne geçebileceğini düşünüyorum. Aklıma temizlik ve tıp geliyor."

Fen Bilimleri öğretmenlerine altıncı soru olarak "Nanoteknoloji ile ilgili Türkiye'deki durum nedir?" sorusu yöneltilmiş, bu sorunun yanıtına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin sahip olduğu düşünceler ile frekans dağılımları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Fen Bilimleri Öğretmenlerinin "Nanoteknoloji İle İlgili Türkiye'deki Durum Nedir?" Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

| <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknolojinin Türkiye'deki Durumu Hakkındaki Düşünceleri</i> | <i>f</i>  |
|--|-----------|
| (a) Türkiye' de nanoteknoloji ile ilgili çalışmalar yok  | 8         |
| (b) Türkiye' deki çalışmaları takip etmiyorum ve bilgi sahibi değilim                            | 6         |
| (c) Türkiye' de tekstil ve temizlik ürünlerinde kullanılıyor                                     | 3         |
| (d) Türkiye'de sağlık alanında çalışmalar yapılıyor  | 1         |
| <b>Görüşler Toplamı</b>  | <b>18</b> |

Tablo 6'da görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmenlerinin 8'i Türkiye' de çalışmaların olmadığını, 6'sı çalışmaları takip etmediklerini ve bilgi sahibi olmadıklarını, 3'ü tekstil ve temizlik ürünlerinde kullanıldığını 1'i ise sağlık alanında çalışmalar yapıldığını düşünmektedirler. (Ö.4): "Daha henüz gelişmediğimizi düşünüyorum. Çünkü diğer ülkeler daha fazla bunu kullanıyorlar. Özellikle teknolojide. Biz sadece birazcık daha alıp kopyalama yapıyoruz gibi geliyor. Türkiye' deki çalışmalardan haberim yok" (Ö.6): "Türkiye' de yeni yeni yapılmaya başlandı. Ama daha çok günlük kullandığımız malzemelerde diye biliyorum. Başka ilerleme yok herhalde. Tıpta ve temizlik ürünlerinde ilerleme var. Diğer türlü şuan ne kadar ilerdeyiz bilmiyorum." (Ö.9): "Türkiye' de üretim yapılıyor, kullanılıyor diye biliyorum. Yapılan çalışmaları pek bilmiyorum."

Fen Bilimleri öğretmenlerine yedinci soru olarak "Nanoteknoloji okullarda anlatılmalı mıdır?" sorusu yöneltilmiş, bu sorunun yanıtına ilişkin fen bilimleri öğretmenlerinin sahip olduğu düşünceler ile frekans dağılımları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Fen Bilimleri Öğretmenlerinin "Nanoteknoloji Okullarda Anlatılmalı mıdır?" Sorusuna Verdikleri Yanıtlar

| <i>Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknolojinin Okullarda Anlatılmasına İlişkin f Düşünceleri</i> |    |
|---|----|
| (a) okullarda anlatılması ve müfredata girmesi gerekir  | 10 |
| (b) ilkökul seviyesinin düşük olur bu yüzden ortaokuldan itibaren anlatılması gerekir               | 5  |
| (c) seçmeli ders olarak anlatılması gerekir   | 1  |
| Görüşler Toplamı  | 16 |

Tablo 7'de görüldüğü gibi fen bilimleri öğretmenlerinin tamamı okullarda anlatılması ve müfredata girmesi gerektiğini, 5'i ilkökul seviyesinin düşük olacağını bu yüzden ortaokuldan itibaren anlatılması gerektiğini, 1'i ise seçmeli ders olarak anlatılması gerektiğini düşünmektedirler. (Ö.1): "İlkokul seviyesi düşük olabilir. Ortaokul seviyesinden itibaren anlatılmasında fayda olacağını düşünüyorum." (Ö.6): "Bence anlatılmalı. Çünkü biz bile çok fazla bilgi sahibi değiliz. Ben çok bilmiyorum hani neler yürütülüyor. Sadece kullandığımız malzemelerle kısıtlıyız. Bence anlatılmalı çünkü hep kulaktan dolma bilgilerle nanoteknoloji deyiş alıyoruz. Ama ne olduğunu bilmiyoruz yeni yeni öğreniyoruz." (Ö.8): "Okullarda anlatılmalıdır. Öğrencilerin fikirleri de alınmalı. Gelecekte daha fazla yerlerde kullanılması düşünüülüyorsa bence anlatılmalı. Yararlı ürünleri var, o ürünler teşvik edilmeli. Normal bir ders değil ama seçmeli ders olarak anlatılabilir."

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknolojiye yönelik görüşlerinin alındığı bu çalışmada, öğretmenlerinin yarısı nanoteknolojinin tanımını nanoteknoloji ile üretilen ürünler ve günlük hayattaki örneklerle ilgili yaparken diğer yarısı nanoteknolojiyi bilimsel bir dille tanımlayamamıştır. Bu bulgu Şenocak (2014)'ın yapmış olduğu çalışmasında, "Türk toplumunun büyük kısmının nanoteknoloji kavramlarını daha önce hiç duymadığı veya çok az duyduğu aynı zamanda nanoteknolojiye de yabancı olduğu" bulgusuyla paralellik göstermektedir. Benzer sonuçlar Aydın Sayılan ve Mercan'ın (2016) hemşirelik öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, hemşirelik öğrencilerinin nanoteknoloji kavramı ve sağlık alanındaki kullanım alanları konularında yetersiz bilgiye sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca Ateş ve Üce (2017)'nin lise öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığı araştırdıkları çalışmada öğrencilerin nanoteknolojiyi daha çok medyadan duydukları ve nanoteknoloji temelli konuların derinlemesine bilinmediği ortaya çıkmıştır.

Fen bilimleri öğretmenleri nanoteknolojinin kullanım alanları hakkında, en fazla tekstil alanında sonra temizlik ürünleri, mobilyada, elektronikte askeriye ve sağlık alanlarında kullanıldığını düşünmektedirler. Kadioğlu (2010), çoğunluğu fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencileri olan 547 öğrenci ile gerçekleştirdiği "Fen öğretiminde öğrenim gören öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri" başlıklı çalışmasında, katılımcıların sınıf düzeylerine göre nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin anlamlı farklılıklarını incelemiştir. Fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğu nanoteknoloji hakkında bilgilerinin az olduğunu ve nanoteknoloji ile ilgili ilk bilgilerini daha çok Radyo-TV programları aracılığı ile edindiklerini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Ekli (2010) de gerçekleştirdiği çalışmada, öğrencilerin büyük bir kısmının nanoteknoloji hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını ve sınırlı duyularının kaynağının da daha çok görsel medya olduğunu tespit etmiştir.

Fen bilimleri öğretmenlerinin yarısına yakını nanoteknolojinin verim elde etmek amaçlı ortaya çıktığını düşünürken, bir kısmı hayatı kolaylaştırma amaçlı, bir kısmı tedavi amaçlı, bir kısmı temizlik, askeri, kaliteli yaşam amaçlı ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Bir kısmı da fikri olmadığını, kararsız olduğunu ifade etmiştir. Aslan ve Şenel'in (2015), ortaokul ve lise fen alanları (fen bilimleri, fizik, kimya, biyoloji)

öğretmen adaylarının, nanobilim teknolojisi farkındalıklarının "Kararsızım" düzeyinde/orta düzeyde bulunmuştur.

Fen bilimleri öğretmenlerinin yarısı nanoteknolojinin tekstil ürünlerinde bulunduğunu belirtirken yarısına yakın bir kısmı temizlik ürünlerinde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin çok az bir kısmı hayatlarında yer almadığını belirtirken yine az bir kısmı da elektronik, sağlık, teknoloji ve tarımda yer aldığını belirtmişlerdir. Retzbach, Marschall, Rahnke, Otto ve Maier (2011), halkın anlamasında bilim ve nanoteknoloji algısının, bilim ilgi rolleri, metodolojik bilgi, epistemolojik inançlar ve bilim hakkındaki inançlarını değerlendirmek amacıyla, 587 katılımcı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Amerikan halkının hala nanoteknolojiye yabancı olduğunu belirtmişlerdir.

Fen bilimleri öğretmenlerinin çoğu nanoteknoloji ürünlerinin zararlarının olmadığını düşünürken çok az bir kısmı zaman içerisinde zararlarının ortaya çıkabileceğini düşünmektedirler. Öğretmenlerin yarısından çoğu günlük hayatı kolaylaştırdığı için bir kısmı da sağlık alanında, çevre kirliliğini önlemede, enerji tasarrufu sağlamada ve birçok alanda faydalı olacağını düşünmektedirler. Elmarzugi ve diğ. (2014), 330 akademik personel ve öğrencilerin nanoteknoloji 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. Fen bilimleri öğretmenlerinin hemen hemen tamamı nanoteknoloji ile ilgili Türkiye'de yeterince çalışma bulunmadığını belirtmişlerdir. Bununla ilgili literatürde nanoteknolojinin bilimde, teknolojide, endüstride ve siyasette popüler bir deyim olduğu, fakat bu deyim pek çok öğretmen ve öğrenci tarafından tanınmasına rağmen detaylı olarak bilinmediği ve Türkiye'deki üniversitelerde ve okullarda detaylı olarak öğretilmediği vurgulanmaktadır (Enil ve Köseoğlu, 2016).

Fen bilimleri öğretmenlerinin tamamı nanoteknolojinin okullarda anlatılması gerektiğini düşünmektedirler. Yürütülen bir çalışmada lise öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji konusunda bilgi, beceri ve farkındalık kazanımının, araştırma ve sorgulamanın önemini erken yaşlarda kazanıldığı bildirilmiştir (Gököz Sagun ve Akaygün 2014). Alpat, Uyulgan, Şeker, Altaş ve Gezer (2017), çalışmalarında deney grubu öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yöntemi ile nanoteknoloji konusunun öğretiminin faydalı, eğitici ve bilgilendirici, konunun da ilgi çekici bir konu olduğunu belirttikleri ortaya çıkmıştır. Atabaş (2012) ilköğretim düzeyindeki öğrencilerle gerçekleştirdiği yüksek lisans tezinde öğrencilerin konuyu ilgi çekici bulduğunu ve konuyu öğrenmede zorluk çekmediklerini belirtmiştir. Ayrıca nanoteknoloji konusunun müfredata eklenebileceği konusunda öneride bulunmuştur. Fakat yapılan araştırmalar, Nanoteknoloji eğitiminin belirli bir konu başlığı olarak verilmesinin yanı sıra fen müfredatına konuya özgü kavram ve bilimsel olaylarla entegre edilmesi gerektiğini, bu durumun nanoteknoloji konusunu disiplinler arası bir yaklaşımla verilmesini sağlayacağını belirtmektedir (Ak, 2009; Daly, Hutchinson ve Bryan, 2007; Stevens, Sutherland, Schank ve Krajcik, 2007). Müfredatın başarılı olarak uygulanabilmesi için bu alanda yetişmiş fen öğretmenlerinin bulunması gerekmektedir. Şenel (2009), yüksek lisans tezinde biyoloji, fizik, kimya ve matematik öğretmen adaylarının, nanoteknolojideki temel kavramları öğrenebilmeleri için bir rehber materyal geliştirmiş ve bu rehber materyalin öğrenme düzeylerine etkisini incelemiştir. Bu alanda yapılacak benzer araştırmalarla ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki Fen bilimleri (fizik, kimya, biyoloji) öğretmenleri ve öğretmen adayları nanoteknoloji konusunda hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimler ile bilgilendirilebilir.

**Not 1:** Bu çalışma 17.Kariyer.01 numaralı proje ile AKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

**Not 2:** Bu çalışma 26-27 Ekim 2017 tarihlerinde Antalya'da düzenlenen 6'ncı Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dünya Kongresi'nde bildiri olarak da değerlendirilmiştir.



## KAYNAKÇA

- Ak, N. (2009). *Nanoteknoloji eğitiminin lise düzeyine uyarlanması*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akaygün, S. (2010). A nanoscience workshop for and from pre-Service teachers. *10th European Conference on Research in Chemistry Education*. Krakow, Poland, 04-07 Temmuz.
- Alpat, S. K., Uyulgan, M. A., Şeker, S., Altaş, H.Ş., Gezer, E. (2017). Nanoteknoloji Konusunda İşbirlikli Öğrenme Yönteminin Ortaöğretim 10.Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Görüşlerine Etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 30-57.
- Aslan, O. ve Şenel, T. (2015). Fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 363-389.
- Atabaş, Ü. (2012). *İlköğretim öğrencilerini nanoteknoloji ve biyoteknoloji konularında eğitmeye ve bilgilendirmeye yönelik bir çalışma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Fatih Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ateş, İ. ve Üce, M. (2017). Lise Öğrencilerinin Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalığı. *GEFAD / GÜJGEF*, 37(2): 685-710 .
- Aydın Sayılan, A. ve Mercan, Y. (2016). Hemşirelik öğrencilerinin nanoteknoloji bilgi düzeyleri ve bilgi düzeyini etkileyen faktörler. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 5706-5720.
- Bowman, D. M. ve Hodge, G. A. (2007). Nanotechnology and public interest dialogue: Some international observations. *Bulletin of Science Technology Society*, 27, 118-132.
- Daly, S., Hutchinson, K. & Bryan, L. (2007). *Incorporating nanoscale science and engineering concepts into middle and high school curricula*. Erişim tarihi: 02.08.2016, <http://icee.usm.edu/icee/conferences/asee2007/papers/1686>
- Drane, D., Swarat, S., Light, G., Hersam, M. & Mason, T. (2009). An evaluation of the efficacy and transferability of a nanoscience module. *Journal of Nano Education*, 1, 8-14.
- Ekiz, D.(2003). *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metotlarına Giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Ekli, E. (2010). *İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Nanoteknoloji Hakkındaki Temel Bilgi ve Görüşleri ile Teknolojiye Yönelik Tutumlarının Bazı Değişkenler Açısından Araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Elmarzugi, 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.
- Enil, G. & Köseoğlu Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri, İlgileri ve Tutumlarının Araştırılması, *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(1):61-77.
- Erkoç, Ş. (2007). *Nanobilim ve Nanoteknoloji*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.

Gököz-Sagun, B. ve Akaygün, S. (2014). Üniversiteden Liseye Uzanan Köprü: Bir Nanobilim Atölye Çalışması, *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2):49-71.

Hingant, B. & Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature. *Studies in Science Education*, 46(2), 121-152.

Kadioğlu, F. (2010). *Fen Öğretiminde Öğrenim Gören Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji ile İlgili Güncel ve Geleceğe Yönelik Düşünceleri*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Laherto, A. (2012). *NanoScience education for scientific literacy: Opportunities and challenges in secondary school and in out-of-school settings*. Unpublished Doctoral dissertation. University of Helsinki, Finland.

Meyyappan, M. (2004). Nanotechnology education and training. *Journal of Materials Education*, 26(3), 311- 320.

Miles, M. B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: an expanded sourcebook*. (2nd Edition). Calif. : SAGE Publications.

Özdoğan, E., Demir, A. & Seventekin, N. (2006). Nanoteknoloji ve tekstil uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16(3), 159-168.

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.

Sahin, N. ve Ekli, E. (2013). Nanotechnology awareness, opinions and risk perceptions among middle school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 867-881.

Sharifzadeh, M. (2006). *Nanotechnology Sector Report*. Cronus Capital Markets, 1st Quarter.

Stevens, S., Sutherland, L., Schank, P. & Krajcik, J. (2007). *The big ideas of nanoscience*. Erişim tarihi: 09.09.2016, <http://www.hice.org/projects/nano/index.html>.

Şenel, A. (2009). *Nanoteknoloji Kavramlarına İlişkin Rehber Materyal Geliştirilmesi*. Yayımlanmamış 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.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Arastırma Kurumu, (TÜBİTAK) (2004). *Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları*, 2003-2023. [http://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/vizyon2023/Vizyon2023\\_Strateji\\_Belgesi.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/Vizyon2023_Strateji_Belgesi.pdf) (Aralık 2013).

TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi (2008). *Nanorapor Son Uluslar Arası Rekabet Stratejileri*. Nanoteknoloji ve Türkiye (Yayın no.TÜSİAD-T/2008-11/474).

Wansom, S., Mason, T. O., Hersam, M. C., Drane, D., Light, G., Cormia, R., Stevens, S. & Bodner, G. M. (2009). A rubric for post-secondary degree programs in nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Engineering Education*, 25(3), 615-627.

Yawson, R. M. (2012). An epistemological framework for nanoscience and nanotechnology literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(3), 297–310.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2003). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.

Yılmaz, K. & Altınkurt, Y. (2011). Göreve Yeni Başlayan Özel Dershane Öğretmenlerinin Kurumlarındaki Çalışma Koşullarına İlişkin Görüşleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11 (2), 635-650.