

## Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması

*Investigation of nanotechnology awareness, interests and attitudes of pre-service Science (Physics, Chemistry and Biology) teachers*

Gizem Enil<sup>1</sup> Yüksel Köseoğlu<sup>2</sup>

Received Date: 17 / 10 / 2015

Accepted Date: 29/ 12 / 2015

### Öz

Nanoteknoloji bilimde, teknolojiye, endüstride ve siyasette popüler bir deyim oldu. Bu anahtar teknoloji, sadece bilimde, teknolojiye, tıpta ve diğer alanlardaki gelişmelerin ana kaynağı olarak değil aynı zamanda 21. Yüzyılda endüstrinin en önemli rekabet alanlarından biri olarak düşünülmektedir. Bununla birlikte, nanoteknoloji kelimesi pek çok öğretmen ve öğrenci tarafından tanınmasına rağmen konu detaylı olarak bilinmemekte ve Türkiye'deki üniversitelerde ve okullarda etraflıca öğretilmemektedir. Bu yüzden ülkelerin gelecek nesillerini yetiştirecek olan öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki farkındalık, ilgi, tutum ve bilgi seviyelerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu araştırmanın amacı, Fen Bilimleri alanı öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili geleceğe yönelik düşüncelerinin alınması, dünyadaki nanoteknolojik gelişmelerle ilgili farkındalık düzeylerinin belirlenmesi, bu bilime ne kadar önem verildiğini sorgulayarak neler yapılması gerektiğinin farkına varılmasını sağlamaya katkıda bulunmaktır. Bu çalışmada, Fen Bilimleri alanlarında pedagojik formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalığı, ilgi ve tutumlarının cinsiyet, yaş, mezun olduğu bölüm gibi değişkenler ile ilişkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada kullanılan anket nanoteknoloji ile ilgili literatür çalışmalarından elde edilen veriler doğrultusunda soru havuzu oluşturularak hazırlanmıştır. Seçilen maddelerin uygunluğu açısından uzman görüşüne başvurulmuştur. Kullanılan anket geri bildirim almak amacıyla Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde okuyan 41 öğrenciye pilot uygulama olarak yapılarak çalışmada kullanılacak anket son halini almıştır. Çalışmanın örneklemini Süleyman Demirel Üniversitesi, Pamukkale Üniversitesi ve Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültelerinde pedagojik formasyon eğitimi alan 154 adet Fizik, Kimya ve Biyoloji öğretmen adaylarına yönelik nanoteknoloji ile ilgili anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar SPSS programı yardımı ile analiz edilmiştir. SPSS analizi sonucunda, öğretmen adaylarının bölümleri arasında nanoteknoloji farkındalık düzeylerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durumun, öğretmen adaylarının çoğunun nanoteknoloji hakkında bilgilerinin az olduğundan ve nanoteknoloji ile ilgili ilk bilgilerini daha çok TV programları aracılığı ile edindiklerine atfedilmiştir. Sonuç olarak üniversitelerimizde öğrenim gören Fen dersleri öğretmen adaylarının yetiştirilmesi için öğretim programlarına nanoteknoloji ile ilgili derslerin eklenmesi ve bunun gelecek nesilleri yetiştirecek olan öğretmen adaylarının daha donanımlı yetiştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Nanoteknoloji, Fen Bilimleri, Pedagojik formasyon, Öğretmen adayları, Farkındalık düzeyi, İlgi

### Abstract

Nanotechnology has become a popular buzzword in science, technology and politics. This key technology is considered not only a major source of innovation in technology, industry, medicine and other fields, but also one of the main challenges of the industries for the 21st century. However, although the word nanotechnology will be familiar to many teachers and students, the subject is not known entirely and not widely taught in Turkish universities and schools. Therefore, it is really important to determine pre-service science teacher's awareness, interests and attitudes level about nanotechnology, who will be bringing up future generation of countries. The purpose of this study was to develop and validate a multidimensional nanotechnology awareness, knowledge and attitudes of

<sup>1</sup> Suleyman Demirel University, Faculty of Education, Department of Primary Education,, ISPARTA-TÜRKIYE, [gizemenil@gmail.com](mailto:gizemenil@gmail.com)

<sup>2</sup> Suleyman Demirel University, Faculty of Education, Department of Primary Education,, ISPARTA-TÜRKIYE, [yukselkoseoglu@sdu.edu.tr](mailto:yukselkoseoglu@sdu.edu.tr)

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

*154 pre-service science teachers having pedagogical education at three different universities (Suleyman Demirel University, Mehmet Akif University and Pamukkale University) in Turkey. We have investigated the relationship between the nanotechnology awareness, knowledge and attitudes of the pre-service science teachers with their age, gender and departments. First of all, an explorative literature study was conducted to gather an initial pool of items and prepared a questionnaire by reviewing the literature, Later, the questionnaire was reviewed by an expert and according to his opinions we have arranged the questionnaire. And then, the questionnaire was applied to 41 first year science students studying at Suleyman Demirel University (SDU) to get feedback and rearrange the questionnaire. Item selection took place using qualitative and quantitative methods. The obtained results from the questionnaire were analyzed by using SPSS program. The results showed that there is no significant difference between the departments. This result is given to that they have less information about nanotechnology and most of the pre-service science teachers have not taken much courses related with nanotechnology and/or they have got the initial information about nanotechnology from advertisements and TV programs. Any differences between universities and gender affecting the nanotechnology awareness, knowledge and attitudes were observed. This is also attributed to that the pre-service teachers did not take any course related with nanotechnology during their undergraduate study. As a result, some courses related with nanotechnology must be added to the curriculum of the universities having teacher education preparing teachers for the schools. Therefore, the science teacher candidates can be trained more effectively to prepare young generation for the future.*

**Keywords:** Nanotechnology, Science, Teacher candidates, Pedagogical training, Awareness, Interests

## 1. Giriş

Yunanca “Nanos” kelimesinden gelen “Nano” kelimesi bir ölçütün milyarda biri anlamına gelmektedir. Bu durumda bir nanometre, metrenin milyarda biri olarak tanımlanmaktadır (Ulrich ve Newberry, 2005). Nanometrenin çalışma alanı, atom ve molekül boyutlarında uygulanmaktadır (Erkoç, 2007). 21. yüzyılın teknoloji olarak tanımlanan, birçok disiplinin ortak çalışması sonucu ortaya konan bilim, tıp, mühendislik ve diğer alanlara dayalı gelişmelerin ana kaynağının bir tanesi Nanoteknoloji’dir. 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). Nanoteknoloji insan hayatında ve bilim dünyasında çok büyük imkânlar sağlayacak bir teknolojidir. Nanoteknoloji ile üretilen ürünler; malzeme ve imalat sektörü, nano-elektronik ve bilgisayar teknolojileri, havacılık ve uzay araştırmaları, tıp ve sağlık, çevre ve enerji, biyoteknoloji ve tarım, savunma, bilim ve daha pek çok alanda kolaylık sağlamaktadır. Son yıllarda dünyada eğitim alanında nanoteknoloji ile ilgili çok fazla bilim adamları yetişmiş ve bilimsel sıçramalar yapılmıştır (Elmarzugi ve diğ., 2014).

Ülkemizde 1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanunu'nun, Türk Milli Eğitiminin Temel İlkeleri 13 Madde'sinde "Her derece ve türdeki ders programları ve eğitim metotlarıyla ders araç ve gereçleri, bilimsel ve teknolojik esaslara ve yeniliklere, çevre ve ülke ihtiyaçlarına göre sürekli olarak geliştirilir. Eğitimde verimliliğin artırılması ve sürekli olarak gelişme ve yenileşmenin sağlanması bilimsel araştırma ve değerlendirmelere dayalı olarak yapılır. Bilgi ve teknoloji üretmek ve kültürümüzü geliştirmekle görevli eğitim kurumları gereğince donatılıp güçlendirilir; bu yöndeki çalışmalar maddi ve manevi bakımından teşvik edilir ve desteklenir." ifade edilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2015). Ele aldığımız bu ilkede de belirtildiği üzere günümüz teknolojinin nanoteknoloji olması ve bu teknolojinin gerisinde kalmamak için nano bilinçli bireylerin yetiştirilmesi; nanoteknolojinin tam verimle kullanılabilmesi, nanoteknoloji alanında ihtiyaç duyulan işgücünün sağlanması ulusal kalkınma için oldukça önemlidir (Yawson, 2012). Toplum-

muzun büyük bir kesiminin bu konuda bilgi eksikliğine sahip olduğu düşünülmektedir. Bu eksikliklerin belirlenmesi ve giderilmesi adına, nanoteknoloji eğitimi konusunda yeni programların oluşturulması ve bu konudaki hazır programların gözden geçirilmesi ve iyileştirmesi, hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin daha nitelikli bir bilgi seviyesine ulaşmalarını sağlamak amacıyla, araştırmanın başlangıcından itibaren nanoteknoloji konusunu anlatacak ve öğretecek olan öğretmenlerin bu konudaki farkındalıkları ve bilgi düzeylerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Öğretmenlerin boyut ve ölçek anlayışlarındaki eksiklikler son yıllarda yapılan çalışmalarda açık olarak görülmektedir (Jones ve diğ., 2011). Bu çalışmalar öğretmenlerin, günlük objelerin boyutlarınının yanısıra, nanometre boyutunda da sınırlı bilgiye sahip olduklarını göstermiştir (Kumar, 2007). Öğretmenlerin nanoteknoloji konularını sınıf ortamına aktarmalarını engelleyen en büyük sebeplerden biri bu konularda mesleki gelişmelerinin yetersiz olmasıdır (Schank ve diğ., 2007). Bu nedenle bu konularla ilgili sınıf içi tartışmalara rehberlik etme yaklaşımlarını ve olayları eksiksiz açıklamalarını sağlamak için öğretmenlere yönelik eğitsel materyallerin oluşturulması gerektiği önerilmektedir (Hingant ve Albe, 2010). Öğretmenlerin nanoteknoloji kavramlarının öğretimi için hazırlanması, nanoteknoloji eğitimi için atılan ilk adımların daha erken eğitim düzeylerine çekilmesinde önemli rol oynayacaktır (Chanunan, 2010). Öğretmenler bu yeni içeriklerin öğretiminden er ya da geç sorumlu olacaktır (Hingant ve Albe, 2010) ve nanoteknoloji 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 nanoteknoloji anlayış ve farkındalıklarını geliştirmeleri gerekmektedir (Blonder, Parchmann, Akaygün ve Albe, 2014).

Ortaokul ve lise Fen Bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerini belirlemek ve farklı değişkenlere göre farkındalık düzeylerini incelemek amacıyla yapılan çalışmalarda; Sheetza, Vidalb, Pearsonc ve Lozano (2005) nanoteknoloji farkındalığını belirlemek amacıyla Texas Pan Amerikan Üniversitesinde (UTPA) 978 öğrenci ve personele çoktan seçmeli bir anket uygulamışlar ve katılımcıların yalnız %17'sinin nanoteknoloji farkındalığına sahip olduklarını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Peter D. Hart Research Associates tarafından yapılan çalışmada Amerikan halkının bu konularda farkındalığının yeterli düzeyde olmadığı, katılımcıların %75'inin nanoteknoloji hakkında bilgi sahibi olmadığı ya da çok az olduğu belirtilmiştir. Ekli de (2010) 1396 ortaokul öğrencisiyle gerçekleştirdiği çalışmada, Türk öğrencilerin büyük bir kısmının nanoteknolojiye yönelik olumlu tutumlara sahip olduğunu, bununla birlikte öğrencilerin bu konular hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını ve bilgi kaynaklarının da daha çok görsel medya olduğunu tespit etmiştir. Retzbach, Marschall, Rahnke, Otto ve Maier (2011) halkın bilime ilgilerinin yanısıra, nanoteknolojinin risk ve yarar ile ilişkilendirilmiş bilim hakkındaki inançlarının nasıl olduğunu değerlendirmek amacıyla 587 yetişkin Amerikan katılımcı ile online bir anket gerçekleştirerek yaptıkları 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 belirtmişlerdir. Şenocak (2014) Türk toplumun nanoteknoloji farkındalığını değerlendirmek üzere farklı cinsiyet, yaş ve eğitim seviyelerinden 513 kişi ile yapmış olduğu çalışmasında, Türk toplumunun büyük kısmının nanoteknolojiyi 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 nanoteknoloji hakkında farkındalıklarını belirlemek amacıyla

yaptıkları çalışmada, akademik personel ve öğrencilerin nanoteknoloji hakkında farkındalıklarının düşük olduğunu ve nanoteknoloji hakkında daha fazla bilgi edinmek için istekli olduklarını belirtmişlerdir.

Öğrencileri nanoteknoloji çağına hazırlamak için, nanoteknoloji alanında öğretmen eğitimi ile ilgili daha çok sayıda araştırma yapılması gerekmektedir (Jones ve diğ., 2013). Literatür gözden geçirildiğinde nanoteknoloji eğitiminin, birçok gelişmiş ülkede ortaöğretim düzeyinde yerini almaya başladığı görülmektedir. Hatta nanoteknoloji eğitiminin liselerde ve ortaokullarda da olması yönünde, öğretmenler ve üniversiteler arasında ortak çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda öğretim ders planları hazırlanmıştır. Ülkemizde ise buna benzer çalışmalar oldukça az yapılmış olup, nanoteknoloji eğitiminin lisans seviyesi ile birlikte ortaöğretim seviyesine de indirilmesi ve buna yönelik projeler uygulamaya geçirilmelidir. Ayrıca öğretmenlerin nanoteknoloji ile ilgili farkındalık, tutum ve bilgi seviyelerini ölçmeye yönelik araştırma çalışmalarına da ihtiyaç duyulmaktadır (Hingant ve Albe, 2010).

Ülkemizde öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik temel bilgi, görüş ve düşüncelerini belirleme amacıyla yapılan çalışmalar bulunmasına rağmen ortaokul ve lise fen alanları öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık, bilgi ve tutum düzeylerini belirlemek üzere yapılmış çalışmalar yok denecek kadar azdır veya yapılan çalışmaların kapsamı çok dar ve yeterli bilgi vermemektedir. Nanoteknoloji farkındalığı, bilgi düzeyi ve tutum üzerine yapılan çalışmaların çoğunluğu ortaokul ve lise düzeyindeki öğrencilere yapılmıştır fakat nanoteknoloji farkındalığı oluşturmak için öncelikle öğretmenlerin farkında olması, tutum ve bilgi seviyelerinin yüksek olması daha önemlidir. Bu çalışmanın amacı, özellikle fen alanı öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili dünyadaki nanoteknolojik gelişmelerden ne kadar farkında olduğunu, bu bilime ne kadar önem verildiğini sorgulayarak neler yapılması gerektiğinin farkına varılmasını sağlamaya katkıda bulunmaktadır. Ayrıca üniversitemizde öğrenim gören fen dersleri öğretmen adaylarının yetiştirilmesi için öğretim programlarına (müfredat) nanoteknoloji ile ilgili derslerin eklenmesi ve öğretmen adaylarının daha donanımlı yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır.

## 2. Yöntem

Bu bölümde, evren ve örneklem, veri toplama teknikleri ve veri analizi ile ilgili açıklamalar yer almaktadır.

### 2.1. Evren ve örneklem

Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Fakültesinde pedagojik formasyon eğitimi alan fizik, kimya ve biyoloji bölümü öğretmen adaylarına yönelik nanoteknoloji ile ilgili anket çalışması yapılmıştır. Pilot çalışması Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Eğitimi 2. sınıf öğrencilerine (41 öğrenci) uygulanmıştır. Ana uygulama Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde pedagojik formasyon dersleri alan fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Anket çalışması öğretmen adaylarının yeterli sayıya ulaşması için Denizli Pamukkale Üniversitesi ve Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültelelerinde pedagojik formasyon alan öğretmen adaylarına da uygulanmıştır. Bu anket çalışması toplamda; 60 biyoloji, 58 fizik ve 36 kimya öğretmen adayı olmak üzere toplam 154 öğretmen adayı (85 kadın, 69 erkek) ile gerçekleştirilmiştir.

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Investigation of nanotechnology awareness, interests and attitudes of pre-service Science (Physics, Chemistry and Biology) teachers. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

## 2.2. Verilerin toplanması

Bu çalışmada kullanılacak anket, nanoteknoloji ile ilgili literatür taramalarından elde edilen veriler doğrultusunda nitel ve nicel metotlara göre bir soru havuzu oluşturularak hazırlandı. Oluşturulan maddelerin dil açısından uygunluğu dil konusunda uzman görüşü alındıktan sonra kavramsal uygunluk açısından da uzman görüşüne başvuruldu. Anket 5'li likert tipi sorular türünde hazırlanarak toplam 34 maddeden oluşmaktadır. Öğretmen adayları ölçekteki sorulara 1 (Kesinlikle katılmıyorum) ile 5 (Kesinlikle katılıyorum) aralığında cevap vermiştir. Ölçeğin nasıl uygulanacağına yönelik kısa ve açıklayıcı yönergeler başlangıçta verilmiş olup bu sayede ölçeğin doğru bir şekilde uygulanması sağlanmıştır. Katılımcılar aynı zamanda demografik özellikleri (cinsiyet, bölüm, nanoteknolojiyi daha önce duymu, öğrenim döneminde nanoteknoloji dersi aldığı) ölçekte belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuçların analizi sonucunda, ölçeğin beklenen yapıyı ölçüp ölçmediği incelenmiş ve veri toplama aracının tek faktörlü (genel faktör) ya da çok faktörlü olup olmadığı, hem tek faktörlü hem de çok faktörlü özellik gösterip göstermediği incelenmiştir (Büyüköztürk, 2010). Elde edilen analizler sonucunda uygun bir şekilde döndürme işlemi yapıp elde edilen faktörlerin adlandırılması kısmına geçilmiştir. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik analizleri tamamlandıktan sonra sonuçlar irdelenip raporlanmıştır.

## 2.3. 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 testi kullanılarak  $p < 0.05$  aralığında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakıldı. ANOVA bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2002).

## 3. Bulgular

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına ait demografik veriler aşağıda belirtilmiştir. Öğretmen adaylarının bölümlerine göre dağılımı Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının bölümlerine göre dağılımı.

	N	%
<b>Biyoloji</b>	60	39,0
<b>Fizik</b>	58	37,7
<b>Kimya</b>	36	23,4
<b>Toplam</b>	154	100

Tablo 1'de görüldüğü gibi katılımcıların % 39,0'ı biyoloji, % 37,7'si fizik, % 23,4'ü kimya bölümünde formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarından oluşmaktadır.

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerini belirlemek amacıyla uygulanan Nanoteknoloji Farkındalık Anketi'nden elde edilen betimsel istatistik sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

Tablo 2. Nanoteknoloji farkındalık düzeyleri betimsel istatistik sonuçları.

Madde No	$\bar{X}$	Ss	Madde No	$\bar{X}$	Ss	Madde No	$\bar{X}$	Ss	Madde No	$\bar{X}$	Ss
1	3,84	1,03	10	3,53	0,77	19	3,98	0,90	28	3,63	0,89
2	4,06	0,93	11	2,72	1,08	20	3,83	1,07	29	2,95	0,89
3	3,98	0,93	12	3,71	0,87	21	3,66	0,94	30	3,42	0,95
4	3,98	0,91	13	4,00	1,16	22	4,12	0,89	31	4,02	4,24
5	3,45	1,18	14	4,06	0,92	23	3,97	0,94	32	2,73	1,04
6	3,26	0,98	15	3,38	0,96	24	4,02	0,97	33	3,69	0,91
7	3,73	0,86	16	4,08	0,86	25	2,60	0,99	34	3,83	0,81
8	4,09	0,88	17	4,13	0,98	26	2,90	0,89			
9	3,92	0,87	18	4,04	1,03	27	3,82	0,89			

Tablo 2'ye göre 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 25. madde ile ( $\bar{X}=2,60$ ) en düşük, 17. madde ile ( $\bar{X}=4,13$ ) en yüksek farkındalık ortalama puanına sahiptir. Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin betimsel istatistik sonuçları.

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	Ss	t	$n^2$
Kadın	85	3,60	0,49	-2,11	0,02
Erkek	69	3,78	0,52		

Tablo 3'e göre öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerini cinsiyete göre kıyaslamak için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır. Buna göre erkekler ( $\bar{X}=3,78$ ,  $Ss=0,52$ ) ile kadınların ( $\bar{X}=3,60$ ,  $Ss=0,49$ ) hemen hemen benzer düzeyde ihtiyaca sahip oldukları görülmüştür [ $t(152)=-2,11$ ,  $n^2=0,02$ ,  $p>0,05$ ]. Öğretmen adaylarının bölümlerine göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Öğretmen adaylarının bölümlerine göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Bölüm	N	$\bar{X}$	Ss	F	$n^2$	Anlamlı Fark
A. Biyoloji	60	3,78	0,43	5,31*	0,07	A-B A-C*
B. Fizik	58	3,72	0,46			
C. Kimya	36	3,45	0,65			

\* $p<0,05$

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Investigation of nanotechnology awareness, interests and attitudes of pre-service Science (Physics, Chemistry and Biology) teachers. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

Tablo 4’te öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin betimsel istatistikleri ve bölümlerine göre yapılmış tek faktörlü gruplar arası ANOVA sonuçları sunulmuştur. Buna göre, nanoteknoloji farkındalığı için bölümlere göre anlamlı farklar bulunmuştur [ $F(2, 151)=5,31$ ,  $n^2=0,07$ ,  $p<0,05$ ]. Farkların hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için Tukey HSD post hoc testi uygulanmış ve kimya bölümünde olan öğretmen adaylarının ( $\bar{X}=3,45$ ,  $Ss=0,65$ ) diğer bölümlere göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin daha az olduğu görülmüştür. Bölümlerin nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerinde orta seviyede etkisi vardır. Öğretmen adaylarının öğrenim döneminde nanoteknoloji dersi alıp almadıklarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının öğrenim döneminde nanoteknoloji dersi alıp almadıklarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Ders durumu	N	$\bar{X}$	Ss	t	$n^2$
Ders almıştır	32	4,01	0,39	-4,31	0,10
Ders almamıştır	122	3,59	0,50		

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerini öğrenim döneminde nanoteknoloji dersi alıp almadıklarına göre kıyaslamak için bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır (Tablo5). Buna göre gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur [ $t(60,44)=-4,31$ ,  $n^2=0,10$ ,  $p<0,05$ ]. Nanoteknoloji içerikli bir ders alan öğretmen adayları ( $\bar{X}=4,01$ ,  $Ss=0,39$ ) nanoteknoloji içerikli bir ders almayan öğretmen adaylarına ( $X=3,59$ ,  $Ss=0,50$ ) göre nanoteknoloji farkındalığı açısından daha olumlu bir tutuma sahiptirler. Nanoteknoloji içerikli bir ders alımının öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalığı üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğunu belirtilebilir.

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında ilk bilgilerini hangi kaynaktan edindikleri ile ilgili nanoteknoloji farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında ilk bilgilerini hangi kaynaktan edindikleri ile ilgili nanoteknoloji farkındalık düzeylerine ilişkin betimsel istatistik sonuçları.

Bilgi Kaynağı	N	$\bar{X}$	Ss	F	$n^2$	Anlamlı Fark
A. Radyo-TV programları, Reklamlar	84	3,58	0,53	5,68	0,07	A-B A-C*
B. İnternet	33	3,67	0,50			
C. Okul	37	3,91	0,39			

\*  $p<0,05$

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin betimsel istatistikleri ve nanoteknoloji hakkında ilk bilgilerini hangi kaynaktan edindiğine yönelik yapılmış tek faktörlü gruplar arası ANOVA sonuçları Tablo 6’da sunulmuştur. Buna göre, nanoteknoloji farkındalığı ile kaynaklar arasında anlamlı fark bulunmuştur [ $F(2, 151)=5,68$ ,  $n^2=0,07$ ,  $p<0,05$ ]. Farkların hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için Tukey HSD post hoc testi uygulanmış ve ilk bilgi edindikleri kaynağın Radyo-TV programları ve reklamlar olan öğretmen adaylarının ( $\bar{X}=3,58$ ,  $Ss=0,53$ ) diğer bilgi kaynaklarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin daha az olduğu gö-

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

rülmüştür. Bilgi kaynaklarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerinde orta seviyede bir etkisi vardır. Okullarında nanoteknoloji ile ilgili ders veya seminer alanların farkındalık düzeyleri diğerlerine göre daha yüksek çıkmıştır.

#### 4. Sonuç ve yorum

Fen bilimleri (fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının; cinsiyet, bölüm, öğrenim dönemi boyunca nanoteknoloji dersi alıp almadıkları ve nanoteknoloji hakkında ilk bilgilerini hangi kaynaktan edindikleri değişkenlerinin nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmanın bulguları aşağıda incelenen literatür kapsamında maddeler halinde tartışılmış ve yorumlanarak sonuçlara ulaşılmıştır.

Cinsiyet değişkeni ile ilgili olarak nanoteknoloji farkındalığı değerlendirildiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çoğunluğunu kadın öğretmen adaylarının (kadın %55,19; erkek %44,80) oluşturduğu anket sonuçlarına göre; erkek öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık anketinden aldıkları ortalamalarının, kadın öğretmen adaylarının ortalamalarından yüksek olmasına karşılık cinsiyet ile nanoteknoloji farkındalığı arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Benzer şekilde Aslan ve diğ. (2014) 380 fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerine yapmış oldukları nanoteknoloji farkındalık anketi çalışmasında, erkek öğrencilerin ortalamalarının, kız öğrencilerin ortalamalarından yüksek olduğunu ancak cinsiyete göre öğrencilerin nanoteknoloji farkındalığı arasında anlamlı bir fark bulunmadığını tespit etmişlerdir. Ancak Şenocak (2014) 513 katılımcı ile yapmış olduğu çalışmada, cinsiyet ile nanoteknolojiyi bilmeleri arasında erkeklerin kadınlara göre anlamlı bir fark bulunduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Ekli (2010) 1396 ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarını farklı değişkenler açısından araştırma çalışmasında, cinsiyete göre öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre anlamlı şekilde farklılaştığını belirlemiştir. Amerika'da (Cobb ve Macoubrie, 2004; Braman diğerleri, 2007b; Macoubrie, 2006) ve İngiltere (Parr, 2005; Pidgeon ve ark 2007) yapılan bazı çalışmalarda halkın nanoteknoloji farkındalığının oldukça düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmalarda erkek katılımcıların kadın katılımcılara göre nanoteknoloji hakkında duyularının daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır (Cobb ve Macoubrie, 2004; Nerlich vd., 2007). Nanoteknoloji farkındalığı bölümler arasında karşılaştırıldığında, biyoloji ve fizik bölümü öğretmen adaylarının kimya bölümü öğretmen adaylarına göre nanoteknoloji farkındalığının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni biyoloji ve fizik bölümü öğretmen adaylarının seçmeli ders içeriklerinde nanoteknoloji ile ilgili bir kavramla karşılaşmış olmaları olabilir. Kimya bölümü öğretmen adaylarının farkındalıklarının az çıkması ise nanoteknoloji ile ilgili konuların kimya eğitimi müfredatında yer almamasından kaynaklı olabilir. Öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri bölümlerin, nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerinde bir miktar etkisinin olduğu söylenebilir. Ancak Aslan ve Şenel (2015) 253 fen alanları öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi çalışmasında, kimya bölümünde öğrenim görmekte olan öğrenciler en yüksek ortalama puana sahipken biyoloji bölümünde öğrenim görmekte olan öğrenciler en düşük ortalama puana sahip olduğunu ve bölüme göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı farklar bulunduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Green ve Salkind (2008) çalışmalarında fen bilimleri ve biyoloji, kimya ve fizik, kimya ve biyoloji bölümlerinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark bulduklarını ve öğret-



men adaylarının öğrenim görmekte oldukları bölümlerin, nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerinde yüksek derecede etkisinin olduğunu söylemektedirler. Kadioğlu (2010) 547 öğrenci ile gerçekleştirdiği fen öğretiminde öğrenim gören öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri çalışmasında, katılımcıların çoğunluğunun fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinden oluştuğu bununla birlikte ankette katılımcıların sınıf düzeylerine göre nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin anlamlı farklılıklarını incelemiştir.

Öğretmen adaylarının çoğunluğu nanoteknoloji hakkında bilgilerinin az olduğunu ve nanoteknoloji ile ilgili ilk bilgilerini daha çok Radyo-TV programları aracılığı ile edindiklerini ifade etmişlerdir. Nanoteknoloji hakkında bilgi sahibi olan öğretmen adaylarının bu bilgilerinin öğrenim gördükleri seçmeli derslerin içeriğinden kaynaklanmış olabileceği anlaşılmaktadır. Sheetza, Vidalb, Pearsonc ve Lozano (2005) nanoteknoloji ve teknolojinin ilerlemesi hakkında ne hissettiklerini belirlemek amacıyla 978 öğrenci ve akademik personele uyguladıkları çalışmalarında, katılımcıların yalnız %17'sinin nanoteknoloji farkındalığına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Ekli (2010) de gerçekleştirdiği çalışmada, öğrencilerin büyük bir kısmının nanoteknoloji hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını ve sınırlı duyumlarının kaynağının da daha çok görsel medya olduğunu tespit etmiştir. 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. Farshchi, Sadrnezhaad, Nejad, Mahmoodi ve Abadi (2011) İran halkının nanoteknoloji farkındalık ve tutumlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, halkın nanoteknolojiye yabancı olduğunu ve farkındalık düzeylerinin düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Şenocak (2014) yapmış olduğu çalışmada, Türk toplumunun büyük kısmının nanoteknoloji kavramlarını daha önce hiç duymadığını veya çok az duyduğunu aynı zamanda nanoteknolojiye de yabancı olduğunu tespit etmiştir. Elmarzugı ve diğ. (2014) 330 akademik personel ve öğrencilerinin 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. Yapılan çalışmalara göre toplumun nanoteknoloji farkındalıkları üzerinde Radyo-TV programları ve reklamların diğer bilgi kaynaklarına göre daha çok etkiye sahip olduğu görülmüştür. Toplumun farkındalık düzeyinin artırılması için medyada bu konu hakkında daha fazla nanoteknoloji içerikli tanıtım ve programlar yer alması gerekmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada fen alanları (fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri belirlenerek; cinsiyet, bölüm, öğrenim döneminde nanoteknoloji içerikli ders alıp almadıkları ve nanoteknoloji hakkında ilk bilgi kaynakları değişkenlerine göre farkındalık düzeyleri incelenmiştir. Şimdiki ve gelecekteki günlük hayatımızda nanoteknoloji ile en fazla karşılaşılacak olanlar yeni nesillerdir. Bu yeni nesillerin nanoteknoloji farkındalıkları, tutumları ve bilgi seviyelerinin artırılması da onları yetiştirecek olan öğretmenlerine bağlıdır. Bu nedenle konuyu öğreten öğretmenlerin ve öğrencilerin bilinçlendirilmesi, konuyla ilgili gerekli eğitimin verilmesi ve öncelikle öğretmenlerin nanoteknoloji konusunda farkındalık, tutum ve bilgi seviyelerinin artırılması gerekmektedir. Bunu başarmak için Üniversitelerimizde öğrenim gören Fen dersleri öğretmen adaylarının yetiştirilmesi için öğrenim programlarına (müfredat) nanoteknoloji ile ilgili gerek seçmeli gerekse zorunlu derslerin eklenmesinin öğretmen adaylarının

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

daha donanımlı yetiştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Böylelikle gelecek nesillerimizi karşılayacakları yeniçağ olan nanoteknoloji çağına daha hazır hale getirebiliriz. Ayrıca, nanoteknoloji konularının öğrencilerin anlama seviyelerine ve ilgilerini çekebilecek uygulamalara ve içeriklere yer verilerek ortaöğretim öğrenim programlarına entegre edilebileceği ve öğrencilerin nanoteknoloji ye karşı ilgilerinin artırılabilceği anlaşılmaktadır.

### Kaynakça

- Aslan, O., Şenel, T. (2015). Fen Alanları Öğretmen Adaylarının Nanobilim Ve Nanoteknoloji Farkındalık Düzeylerinin Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, (2015) 363-389 363
- 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.
- Büyükköztürk, Ş. (2010). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: *İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Pegem Akademi.
- 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.
- Cobb, M. D. (2005). Framing effects on public opinion about nanotechnology. *Science Communication*, 27, (2): 221-239.
- Cobb, M. D., Macoubrie, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 6, (4): 395-405.
- Çıracı, S. (2007). 21. Yüzyılda Yeni Bir Sanayi Devrimi: *Nanoteknoloji. Bilim ve Ütopya*, 152: 4-12.
- 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.
- 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.
- Erkoç, Ş. (2007). *Nanobilim ve Nanoteknoloji*. (2. Baskı), Ankara: ODTÜ Yayınları.
- 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.
- 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.

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Investigation of nanotechnology awareness, interests and attitudes of pre-service Science (Physics, Chemistry and Biology) teachers. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

- 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., 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.
- 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.
- Kadioğlu, 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.
- Kumar, D. D. (2007). Nanoscale Science and Technology in Teaching. *Australian Journal of Education in Chemistry*, 68: 20–22.
- Macoubrie, J. (2006). Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government. *Public Understanding of Science*, 15, (2): 221-241.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2015). *Millî Eğitim Temel Kanunu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Nerlich, B., Clarke, D. D., Ulph, F. (2007). Risks and benefits of nanotechnology: how young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments. *Health, Risk & Society*, 9, (2): 159-171.
- Parr, D. (2005). Will nanotechnology make the world a better place?. *Trends in Biotechnology*, 23, (8): 395-398.
- Pidgeon, N., Rogers, H. T. (2007). Opening up nanotechnology dialogue with the publics: Risk communication or 'upstream engagement'?. *Health Risk & Society*, 9, (2): 191-210.
- 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. (2002). Nanotechnology– A Frontier for Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*. 18 (5): 488-497.
- 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.
- Şenocak, E. (2014). A Survey on Nanotechnology in the View of the Turkish Public. *Science Technology & Society*, 19(1): 79–94.
- Uldrich, J. And Newberry, D. (2005). *Sıradaki Büyük Şey Aslında Çok Küçük* (Çev. Tolga Alıcı). İstanbul: Ledo Yayıncılık.
- Tamerler, C. (2008). “Nanoteknolojinin Uygulama Alanları Ve Yeni Fırsatlar”. *İSO VİZYON Toplantıları*: Nisan 2008, Toplantı Notları, 1-16.
- Yawson, R. M. (2012). An Epistemological Framework for Nanoscience and Nanotechnology Literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(3): 297–310.

### Extended abstract in English

Nanotechnology has become a popular buzzword in science, technology and politics. This key technology is considered not only a major source of innovation in technology, industry, medicine and other fields, but also one of the main challenges of the industries for the 21st century. However, although the word nanotechnology will be familiar to many teachers and students, the subject is not known entirely and not widely taught in Turkish universities and schools. Therefore, it is really important to determine pre-service science teacher's awareness, interests and attitudes level about nanotechnology, who will be bringing up future generation of countries. The purpose of this study was to develop and validate a multidimensional nanotechnology awareness, knowledge and attitudes of 154 pre-service science teachers (Physics, Chemistry and Biology) having pedagogical education at three different universities (Suleyman Demirel University, Mehmet Akif University and Pamukkale University) in Turkey. We have investigated the relationship between the nanotechnology awareness, knowledge and attitudes of the pre-service science teachers with their age, gender and departments. First of all, an explorative literature study was conducted to gather an initial pool of items and prepared a questionnaire by reviewing the literature, Later, the questionnaire was reviewed by an expert and according to his opinions we have arranged the questionnaire. And then, the questionnaire was applied to 41 first year science students studying at Suleyman Demirel University (SDU) to get feedback and rearrange the questionnaire. Item selection took place using qualitative and quantitative methods. First, explorative factor analysis (EFA) was used to investigate the structure of the questionnaire. Afterwards, a confirmatory factor analysis was conducted. According to analysis, the nanotechnology awareness, knowledge and attitude questionnaire was validated in different dimensions. An independent T test was calculated to determine, if there were a mean score differences between female and male for nanotechnology awareness. The obtained results from the questionnaire were analyzed by using SPSS program. The results showed that there is no significant difference between the departments.

The results obtained after this questionnaire are summarized as follows.

Table 1. Statistical results for nanotechnology awareness of pre-service science teachers

Item No	$\bar{X}$	Ss	Item No	$\bar{X}$	Ss	Item No	$\bar{X}$	Ss	Item No	$\bar{X}$	Ss
1	3,84	1,03	10	3,53	0,77	19	3,98	0,90	28	3,63	0,89
2	4,06	0,93	11	2,72	1,08	20	3,83	1,07	29	2,95	0,89
3	3,98	0,93	12	3,71	0,87	21	3,66	0,94	30	3,42	0,95
4	3,98	0,91	13	4,00	1,16	22	4,12	0,89	31	4,02	4,24
5	3,45	1,18	14	4,06	0,92	23	3,97	0,94	32	2,73	1,04
6	3,26	0,98	15	3,38	0,96	24	4,02	0,97	33	3,69	0,91
7	3,73	0,86	16	4,08	0,86	25	2,60	0,99	34	3,83	0,81
8	4,09	0,88	17	4,13	0,98	26	2,90	0,89			
9	3,92	0,87	18	4,04	1,03	27	3,82	0,89			

According to Table 1 showing arithmetic means of the items included in the questionnaire, pre-service science teachers have lowest nanotechnology awareness ( $\bar{X}=2,60$ ) for item 25th and highest level for item 17th.

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Investigation of nanotechnology awareness, interests and attitudes of pre-service Science (Physics, Chemistry and Biology) teachers. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

Table 2. Sexual descriptive statistical results for nanotechnology awareness level of pre-service science teachers.

Sex	N	$\bar{X}$	Ss	t	n <sup>2</sup>
Female	85	3,60	0,49	-2,11	0,02
Male	69	3,78	0,52		

In Table 2, when we compare nanotechnology awareness of pre-service science teachers according to their sex, there is no significant sexual difference. Although, most of the surveyed pre-service teachers are female (female %55,20; male %44,80) no significant difference is observed about their nanotechnology awareness. Arithmetic means of awareness are  $\bar{X}=3,78$ , Ss=0,52 for male and  $\bar{X}=3,78$  Ss=0,52 for female. [ $t(152)=-2,11$ ,  $n^2=0,02$ ,  $p>0,05$ ].

Table 3. Department dependent descriptive statistical results for nanotechnology awareness level of pre-service science teachers.

Department	N	$\bar{X}$	Ss	F	n <sup>2</sup>	Difference
A. Biology	60	3,78	0,43	5,31*	0,07	A-B
B. Physics	58	3,72	0,46			
C. Chemistry	36	3,45	0,65			

\* $p<0,05$

When we compare the awareness according to the departments of pre-service science teachers (Table 3.), it is observed that Physics and Biology pre-service teachers have greater awareness ( $\bar{X}=3,78$  and  $\bar{X}=3,72$ ) than that of Chemistry teachers ( $\bar{X}=3,45$ , Ss=0,65). This can be attributed to the courses taken related with nanotechnology during their undergraduate study. [ $F(2, 151)=5,31$ ,  $n^2=0,07$ ,  $p<0,05$ ].

Table 4. Descriptive statistical results for nanotechnology awareness level of pre-service science teachers depending whether they have taken any nanotechnology related course during undergraduate study.

	N	$\bar{X}$	Ss	t	n <sup>2</sup>
Course taken	32	4,01	0,39	-4,31	0,10
Course not taken	122	3,59	0,50		

The pre-service science teachers who have taken nanotechnology related courses have greater nanotechnology awareness ( $\bar{X}=4,01$ , Ss=0,39) than those has not taken ( $\bar{X}=3,59$ , Ss=0,50) during their undergraduate study. It can be mentioned that taking nanotechnology related courses during undergraduate study has intermediate effect on nanotechnology awareness.

Table 5. Descriptive statistical results for nanotechnology awareness level of pre-service science teachers depending on from where they have taken initial knowledge about nanotechnology.

Source	N	$\bar{X}$	Ss	F	n <sup>2</sup>	Difference
A. Radio-TV programmes, Advertisements	84	3,58	0,53	5,68	0,07	A-B
B. Internet	33	3,67	0,50			
C. School	37	3,91	0,39			

\*  $p<0,05$

Önil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.

---

The ANOVA test results about descriptive statistics of nanotechnology awareness levels of pre-service science teachers and from where they have got the initial information about nanotechnology are shown in Table 5. According to Table 5, there is a significant difference between the nanotechnology awareness of pre-service science teachers depending on the sources of nanotechnology information [ $F(2, 151)=5,68, n^2=0,07, p<0,05$ ]. In order to determine the differences between the groups, Tukey HSD post hoc test was applied the teachers who have taken the initial information from Radio-TV programs and advertisements have less nanotechnology awareness ( $\bar{X}=3,58, Ss=0,53$ ) than the others. The source of initial information about nanotechnology has intermediate effect on nanotechnology awareness.

These results indicate that pre-service science teachers who surveyed this questionnaire about nanotechnology awareness have less information about nanotechnology and most of the pre-service science teachers have not taken much courses related with nanotechnology and/or they have got the initial information about nanotechnology from advertisements and TV programs. Any differences between universities and gender affecting the nanotechnology awareness, knowledge and attitudes were observed. This is also attributed to that the pre-service teachers did not take any course related with nanotechnology during their undergraduate study.

As a result, since teachers who will be bringing up future generation of countries must be educated for the future technology of nanotechnology and they have to be aware of this nanotechnology. In order to prepare teachers for this technology, some courses related with nanotechnology must be added to the curriculum of the universities having teacher education preparing teachers for the schools. Therefore, the science teacher candidates can be trained more effectively to prepare young generation for the future.