

Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Nanoteknolojiye Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi ¹

Aliye GÖÇMEN² Hasan KAYA³

Gönderim Tarihi: 12.12.2022

Kabul Tarihi: 06.02.2023

Yayın Tarihi: 19.04.2023

Özet: Bu çalışmanın amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik görüşlerini belirlemektir. Araştırmada, nitel araştırma desenlerinden olgubilim (fenomenoloji) ve amaçlı örnekleme türlerinden ölçüt örnekleme tercih edilmiştir. Bu nedenle disiplinlerarası bir özelliğe sahip olan nanoteknolojiye ilişkin her sınıf düzeyinde bir kız ve bir erkek olmak üzere toplam sekiz fen bilimleri öğretmen adayı ile görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde, araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Katılımcıların görüşlerinin içerik analizi sonucunda üç tema (bilişsel boyut, davranışsal boyut ve duygusal boyut) oluşturulmuştur. Görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adayları nanoteknoloji kavramını daha önce okul hayatında ve yeni teknolojik gelişmeler ile ilgili haberlerde duyduklarını belirterek, bu alanda farkındalıklarının olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca katılımcıların çoğunluğu nanoteknoloji kavramını nano boyutlarda çalışan bir teknoloji olarak ifade ederken, nano boyut kavramını ise tanımlamada zorlanmışlardır. Nano boyut kavramının birinci ve ikinci sınıf öğretmen adaylarına karmaşık geldiği belirlenmiş, üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarının ise daha önce duyduğu nanoteknolojik ürünlere dair örnekler verebildikleri görülmüştür. Katılımcıların çoğunluğu nanoteknolojik ürünlerin daha çok bilgisayar, tekstil ve tıp alanında hayatımızda kolaylık sağladığı, çevre kirliliğini azaltacağı ve olumsuz herhangi bir etkisinin olmayacağı yönünde görüş bildirmişlerdir. Araştırmanın sonuçlarına göre; fen bilimleri öğretim programlarına nanoteknoloji ile ilgili derslerin eklenmesi gelecek nesilleri yetiştirecek olan öğretmen adaylarının daha donanımlı yetiştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fen bilgisi öğretmen adayları, nanoteknoloji, nitel araştırma

Determination of Pre-Science Teachers Views on Nanotechnology

Abstract: The aim of this study is to determine the views of prospective science teachers about nanotechnology. In the research, phenomenology, which is one of the qualitative research designs, and criterion sampling, which is one of the purposive sampling types, were preferred. For this reason, a total of eight science teacher candidates, one girl and one boy, were interviewed at each grade level, regarding nanotechnology, which has an interdisciplinary feature. In these interviews, a semi-structured interview form prepared by the researcher was used. As a result of the content analysis of the opinions of the participants, three themes (cognitive dimension, behavioral dimension and emotional dimension) were formed. According to the results obtained from the interviews; pre-service teachers stated that they had heard about the concept of nanotechnology in school life and in the news about new technological developments, and they revealed that they had awareness in this area. In addition, while the majority of the participants expressed the concept of nanotechnology as a technology working in nano dimensions, they had difficulty in defining the concept of nano size. It was determined that the concept of nano dimension was complicated for first and second grade teacher candidates, and it was seen that third and fourth grade teacher candidates were able to give examples of nanotechnological products that they had heard before. The majority of the participants stated that nanotechnological products provide convenience in our lives, mostly in the fields of computers, textiles and medicine, will reduce environmental pollution and will not have any negative effects. According to the results of the research, it is suggested that adding nanotechnology-related courses to the science curriculum will contribute to the better equipped pre-science teachers who will raise the next generations.

Keywords: Pre-science teachers, nanotechnology, qualitative research

¹ Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünden üretilmiştir

² Erciyes Üniversitesi, Türkiye, gocmen.aliye1996@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8478-7354

³ Erciyes Üniversitesi, Türkiye, hasankaya@erciyes.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3529-9762

GİRİŞ

İlk çağlardan bu yana karşılaşılan sorunlara ve ihtiyaçlara karşı çözüm aranmıştır. Bu sorunların çözümü ve ihtiyaçların karşılanabilmesi için bilimsel ve teknolojik gelişmeler, bilgilerin hızlı bir şekilde aktarılmasına, bilimsel bilgilerin sistematik bir şekilde uygulanmasına ve her geçen gün yeni bilgilerin ortaya çıkmasında ev sahipliği yapmıştır (Ak, 2009). 18. ve 19. yüzyıllarda tekstil, demir yolu ve otomotiv alanlarında gelişmeler olurken, 20. yüzyılın sonlarına doğru nanoteknoloji alanını bilimsel araştırmaların merkezi haline getirmiştir (Hornyak vd., 2008).

Nanobilim, nanometre ölçeğindeki nesne ve çevresinde fizik, kimya, biyoloji ve malzeme bilimini barındıran disiplinlerarası çalışmaları kapsarken; nanoteknoloji, maddelerin atom ve moleküler seviyede işlenmesi, özelliğini kaybetmesi ya da yeni özellikler kazanması şeklinde ortaya çıkan bir teknolojidir (Şengil, 2010). Günümüzde nanoteknoloji ile ilgili bilimsel ve teknolojik gelişmeler hızla devam ederken, bu teknoloji ile ilgili sanayi, tıp, tekstil, ulaşım, inşaat, kozmetik, savunmada ve bilişim alanlarında yeni ürünler ortaya çıkmakta ve kullanılmaktadır (Sharifzadeh, 2006).

Nanoteknoloji, ortak bir hedefte birleşen farklı bilim dallarında çeşitli teknolojilere sahip bir alandır. Bu alanın giderek yaygınlaşması ve bu alanların artan toplumsal rolü nedeniyle toplumun bu gelişmelerden haberdar olması için nano bilinçli bireyler yetiştirilmelidir (Yawson, 2010). Nanoteknoloji alanındaki gelişmeleri kendi bünyesine entegre eden ülkelerin gelişmiş, bunu başaramayan ülkelerin ise geri kalmış ülkeler arasında yer alacağı öngörülmüşken, ülkeler eğitim sistemlerini geliştirerek eğitim programlarında çok disiplinli eğitime daha fazla yer verme sürecine girmişlerdir (Jones vd., 2013). Malzeme, elektronik, makina, bilgisayar, enerji, tıp ve havacılık gibi uygulamalı bilimlerin yanında fizik, kimya ve biyoloji gibi temel bilimler arasında bağlantı sağlayan bu disiplinlerarası alan için Türkiye 2000'li yılların başında çeşitli adımlar atarak nanoteknoloji alandaki çalışmalara katılmaya başlamıştır. Bu adımlardan en önemlileri nanoteknolojinin "Vizyon 2023 Strateji Belgesi" çerçevesinde gerekli ve öncelikli teknolojik faaliyet alanlarından biri olarak tanımlanması (Erkoç, 2007), Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı'nın katkısı, kamu ve özel sektörle birlikte Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) kurulmasıdır. Ayrıca nanoteknoloji alanında lisansüstü programları açılmış olup birçok üniversite tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde yeni yeni gelişmekte olan nanoteknolojinin 2025 yılından itibaren hayatımıza entegre olarak bizleri büyük oranda etkileyeceği düşünülmektedir (Erkoç, 2007). Bu gelişmelere paralel olarak, istenilen nano-okuryazarlık seviyesine ulaşabilmek için Milli Eğitim Bakanlığının (MEB) güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programlarında nanoteknoloji ile ilgili konulara yer verdiği görülmektedir (MEB, 2018a; 2018b; 2018c). MEB (2018a), Ortaokul 7. Ve 8. Sınıf Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretim Programında nanoteknolojik yapıların özellikleri ve kullanım alanları ile ilgili kazanımlara yer verilirken MEB (2018b; 2018c), Fizik ve Kimya alanı programlarında Nano-teknoloji örnekleri ile ilgili kazanımlara yer vermiştir. 12. Sınıfların öğretim programı içerisinde Fizik alanında "Modern Fiziğin Teknolojik Uygulamaları" başlıklı ünite, kimya alanında ise "Enerji Kaynakları ve Bilimsel Gelişmeler" başlıklı ünitesinde "Nanoteknoloji" konu başlığı altında kazanımlara yer verilmiştir (MEB, 2018b; MEB, 2018c).

Alanyazında yer alan nanoteknoloji eğitimi üzerine yapılan çalışmalara incelendiğinde bu çalışmaların genel olarak üç grupta toplandığı görülmektedir. Birinci grupta nanoteknoloji eğitimine yönelik öğretimsel uygulamaların gerçekleştirildiği çalışmalar yer almaktadır. Örneğin nanoteknolojinin müfredat konularına entegre edilerek yürütülen çalışmalarda (He, vd., 2021; Schneider, vd., 2019) öğrencilerin bilgi düzeylerinin olumlu yönde arttığı görülmüştür.

Şenel (2009) çalışmasında öğretmen adayları için nanoteknoloji kavramlarının öğretimine yönelik rehber materyal ve Sagun Gököz (2012) lise öğrencileri için nanoteknoloji atölyesi geliştirmiştir. Gerçekleştirilen bu öğretimsel uygulamalardan sonra katılımcıların nano bilgi ve farkındalık düzeylerinde artış meydana geldiği gözlenmiştir. Etkinlik temelli ve deneysel çalışmalarla (Blonder, 2010; Lin, 2015; Stavrou, Michailidi & Sgouros, 2018) öğretmenlerin nanoteknolojiye olan tutumlarının da olumlu yönde arttığı görülmüştür. İkinci grupta ise nanoteknolojiye yönelik değerlendirme çalışmaları yer almaktadır. Bu gruptaki nanoteknoloji ile ilgili görüşlerin alınmasına yönelik yürütülen nitel çalışmalarda (Elmarzugi, vd., 2014; Ergün, Ocak ve Ergün, 2017; Harman ve Şeker, 2018; Karataş ve Ülker, 2014; Köseoğlu ve Mercan, 2018; Ocak, 2019; Smidt, 2012; Şenel Zor, 2017) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalıklarının olduğu ancak bilgi düzeylerinin sınıf düzeyleri ile pozitif yönde ilişkili olduğu sonucuna ulaşılırken; öğrenciler üzerinde yapılan çalışmalarda (Ateş ve Üce, 2017; Ekli, 2010; Mandrikas, Michailidi, & Stavrou, 2020; Nerlich vd., 2007) nanoteknoloji hakkında temel bilgi eksikliği olduğu, nanoteknoloji duyularının medya aracılığı ile edindikleri, öğrencilerin gelecekte çalışmayı istedikleri alanlar için nanoteknoloji eğitiminin faydalı olacağı ifade edilmiştir. Üçüncü grupta ise yetişkin bireylerin nanoteknolojiye ilişkin bilgi ve farkındalıklarının araştırıldığı değerlendirme çalışmaları yer almaktadır. Peter (2008) tarafından hazırlanan raporda (URL-1), Amerikan halkının nanoteknoloji konularında farkındalığının yeterli düzeyde olmadığı, katılımcıların %75'inin nanoteknoloji hakkında bilgi sahibi olmadığı ya da çok az olduğu belirtilmiştir. Retzbach ve ark. (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 ve ark. (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 çalışmada, Türk toplumunun büyük kısmının nanoteknolojiyi daha önce hiç duymadığını ya da çok az duyduğunu ve nanoteknolojiye yabancı olduğunu tespit etmiştir.

Alanyazında yer alan bu çalışmaların ortak sonuçları; katılımcıların nanoteknolojiye yönelik farkındalık ve bilgi düzeylerinin yetersiz olması, duyuların az olması ve bu duyum kaynaklarının çoğunlukla medya olduğu, nanoteknolojinin müfredat konularına entegre edilmesi ile katılımcıların bilgi düzeylerinin olumlu yönde artış gösterdiği şeklinde özetlenebilir.

Ülkemizde fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik görüş ve düşüncelerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalar bulunmasına rağmen oldukça sınırlı sayıda olduğu değerlendirilmiştir. Alan yazandaki bu eksikliğin giderilmesine katkı sağlamak amacıyla bu çalışmanın yürütülmesine karar verilmiştir. Mevcut araştırmada, nanoteknoloji ile ilgili öğrenimine devam etmekte olan fen bilimleri öğretmen adaylarının görüşleri içerik analizi ile ortaya konulmuş ve bulgular bütünlük içinde sunulmuştur. Fen eğitimcileri ve sonraki araştırmacıların da faydalanabileceği bir çalışmanın literatüre kazandırılması hedeflenmektedir. Bu araştırmada "Fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki görüşleri nelerdir?" sorusuna cevap aranmıştır.

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Fen bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmada, bir olguyu daha iyi anlamak ve anlam kazandırmak için verilerin toplanmasında nitel araştırma yöntemlerinden biri olan olgubilim (fenomenoloji) deseni kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknolojiye ilişkin görüşleri, araştırma sorularına verdikleri cevaplardan açığa çıkan tema ve kategoriler aracılığıyla organize edilmesine olanak sağlayan (Yıldırım ve Şimşek, 2016) içerik analizi ile açıklanmıştır.

Örneklem Grubu

Araştırmanın amacı doğrultusunda, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tercih edilmiştir. Amaçlı örneklemede temel anlayış, bir dizi önceden belirlenmiş ölçütü karşılayan durumların incelenmesidir. Burada belirtilen ölçüt veya kriterler araştırmacı tarafından oluşturulabilir ya da önceden hazırlanmış bir kriterler listesinin kullanılması da tercih edilebilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu çalışmanın örnekleme 2020-2021 öğretim yılı bahar döneminde İç Anadolu Bölgesinde yer alan bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan toplam sekiz (8) fen bilimleri öğretmen adayından oluşmaktadır. Katılımcılar her sınıf düzeyinden biri kız ve biri erkek olmak üzere gönüllü öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Etik kurallara uygun olması bakımından katılımcıların isimleri gizli tutularak; cinsiyet (K, E) ve sınıf düzeyi (1,2,3 ve 4) olarak kodlanmıştır. Kolay anlaşılabilmesi için baş harfleri ve sınıf düzey numaraları ile belirtilmiştir (ÖK1, ÖE1, ÖK2, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖK4 ve ÖE4). Öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler, pandemi koşullarından dolayı zorunlu olarak uzaktan eğitime geçildiği dönemde Zoom platformu üzerinden gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına ait demografik bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Görüşmecilere ilişkin demografik özellikler

Cinsiyet	Sınıf Düzeyi			
	1	2	3	4
Kız	ÖK1	ÖK2	ÖK3	ÖK4
Erkek	ÖE1	ÖE2	ÖE3	ÖE4

Veri Toplama Aracı

Fenomenoloji deseninde temel veri toplama aracı katılımcılarla gerçekleştirilen görüşmelerdir (Creswell, 2013). Bu araştırmanın verileri katılımcılar ile gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler; fenomene ilişkin deneyimleri ortaya çıkarırken araştırmacılara etkileşim, esneklik ve ek soru soruma fırsatı verir (Richards & Morse, 2007). Araştırmada yarı yapılandırılmış görüşmelerle veri toplayabilmek için araştırmacılar tarafından bir görüşme formu oluşturulmuştur. Görüşme formundaki soruların açık, anlaşılır ve tam anlamıyla kapsayıcı olmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan form iki fen eğitimi alan uzman ve üç fen bilimleri öğretmenin görüşleri dikkate alınarak düzenlenmiştir. Fen eğitimi alan uzmanları ve öğretmenlerle yapılan görüşmeler sonucunda soruların anlaşılır olduğuna dair fikir birliğine varılmıştır.

Açık uçlu yedi maddenin yer aldığı yarı yapılandırılmış görüşme formundaki sorular şunlardır:

1. Nanoteknoloji kavramını ilk kez nerede ve nasıl duydunuz?
2. Nanoteknoloji kavramı ne anlama gelmektedir? Hakkında neler biliyorsunuz?
3. Nanoteknoloji deyince hangi kullanım alanları ve ürünler aklınıza gelmektedir?
4. Nanoteknolojik ürünlerden hangilerini kullanmayı tercih edersiniz? Neden?
5. Nanoteknolojinin toplum ve çevreye ne gibi etkilerinin olduğunu düşünüyorsunuz?
6. İleride nanoteknoloji alanında çalışmak ister misiniz? Neden?
7. Nanoteknolojinin gelecekte yaşantımızı etkileyeceğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise, ne gibi etkilerinin olacağını düşünüyorsunuz?

Veri Toplama Süreci

Bu çalışma, 2020-2021 öğretim yılı bahar döneminde İç Anadolu Bölgesinde yer alan bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan Fen bilimleri öğretmen adayları ile yürütülmüştür. Katılımcı ve araştırmacı iletişim halinde olarak görüşme için uygun zaman belirlenmiştir. Görüşmeden önce katılımcılardan yarı yapılandırılmış görüşme formunun incelenmesi istenmiştir. Görüşme sırasında form ekrana yansıtılarak iletilen soruların kolaylıkla takip edilmesi sağlanmıştır. İç geçerliği artırmak için gönüllü olarak görüşmeye katılan katılımcılar ile araştırmacı görüşmeye başlamadan önce sanal ortamda (Zoom) görüşme öncesi sohbet edilerek güven verici bir ortam oluşturulmuştur. Ayrıca sesin net bir şekilde iletilip iletilmediğinin kontrolü yapılmış ve çalışmanın amacı hakkında katılımcılara bilgiler verilmiştir. Görüşme sorularına başlamadan önce görüşmenin kayıt altına alınacağı araştırmacı tarafından belirtilerek katılımcılardan onay alınmıştır. Görüşme sürecinde katılımcılara sorulan soruların cevapları görüşmeci tarafından teyit edilmiştir. Çalışmada kimlik bilgilerinin gizli tutulacağı katılımcılara belirtilmiştir. Görüşmeler yaklaşık 25 dakika sürmüştür. Görüşme sonunda konu ile ilgili eklemek istedikleri olup olmadığı sorulmuştur. Görüşme sonunda katılımcılara görüşme kayıtları verilerek kontrol etmeleri istenmiştir.

Verilerin Analizi

Çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen öğretmen adaylarının görüşleri ile ilgili içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizi, elde edilen veriler doğrultusunda kavram ve temaların ilişkilendirilip sistematik şekilde düzenlenmesidir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu amaç için görüşmelerden elde edilen veriler transkript edilmiştir. Katılımcı görüşleri araştırmacı tarafından dikkatli bir şekilde incelenerek kodlar belirlenmiştir. Anlam bütünlüğüne göre benzer ifadeler için temalar oluşturularak; geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla iki fen eğitimi alan uzmanı tarafından incelenerek teyit edilmesi sağlanmıştır. Araştırmanın dış geçerliğini sağlamak için, kullanılan veri toplama yöntemleri, örneklem seçimi, veri toplama süreci ve ortam gibi verileri içeren araştırma süreci açık, net ve ayrıntılı olarak rapor edilmiştir. Bulgular yorum katılmadan oluşturulmuş ve doğrudan alıntılara yer verilmiştir. İçerik analizi sonucunda belirlenen kategori, kod ve katılımcı dağılımları tablolar halinde sunulmuş olup katılımcıların ifadelerine de yer verilerek bulgular kısmında açıklanmıştır.

Araştırmanın Etik Kurul İzni

Araştırma kapsamında Erciyes Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'ndan (Karar Tarihi: 25.05.2021; Karar: 250) etik kurul onayı alınmıştır.

BULGULAR

Katılımcıların görüşme formunda yer alan sorulara verdiği cevapların içerik analizinden elde edilen bulgular bu başlık altında verilmiştir. Analiz edilen görüşme kayıtlarının içerik analizi yapılarak her bir temaya ilişkin oluşturulan kategori, kod ve katılımcı dağılımları tablolar halinde sunulmuştur. İçerik analizi sonucunda belirlenen temalar “Bilişsel Boyut”, “Davranışsal Boyut” ve “Duygusal Boyut” olmak üzere üç tanedir. Belirlenen bu temalar alt başlıklar halinde sunulmuştur.

Bilişsel Boyut ile İlgili Bulgular

Öğretmen adaylarının görüşme formunda yer alan 1., 2. ve 3. sorulara verdikleri cevaplar, nanoteknolojiye ilişkin *Bilişsel Boyut* temasını oluştururken; “Nanoteknoloji kavramını ilk kez nerede ve nasıl duydunuz?” sorusu ile “Duyum kaynağı”, “Nanoteknoloji kavramı ne anlama gelmektedir? Hakkında neler biliyorsunuz?” sorusu ile “Nanoteknolojinin tanımı” ve “Nanoteknoloji deyince hangi kullanım alanları ve ürünler aklınıza gelmektedir?” sorusu ile “Kullanım alanları” kategorileri oluşturulmuştur. Bu kategorilere ilişkin kod ve katılımcı dağılımları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Bilişsel boyut temasına ilişkin kategori, kod ve katılımcı dağılımı

Kategori	Kod	Katılımcı
Duyum Kaynağı	Okul Hayatı	ÖK1, ÖE1, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖK4, ÖE4
	Akran	ÖE2
	Sosyal medya	ÖK2
	Haberler	ÖE1, ÖK2, ÖE2, ÖE3, ÖK4
Nanoteknolojinin Tanımı	Nano boyut	ÖK1, ÖE1, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖK4, ÖE4
	Çok disiplinli	ÖK4
Kullanım Alanları	Bilgisayar	ÖE1, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖK4, ÖE4
	Tekstil	ÖK2, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖK4, ÖE4
	Savunma/Havacılık	ÖK2, ÖE2, ÖE4
	Eczacılık/Tıp	ÖK1, ÖE1, ÖK2, ÖE2, ÖE3, ÖK4, ÖE4
	Fizik	ÖK1, ÖE2, ÖK4
	Kimya	ÖK1, ÖE2, ÖK4
	Biyoloji	ÖK1, ÖE2, ÖK4

Tablo 2’de görüldüğü gibi, öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik görüşleri doğrultusunda oluşturulan *Bilişsel boyut* temasındaki *duyum kaynağı* kategorisinde dört kod (*Okul hayatı*, *Akran*, *Sosyal medya* ve *Haberler*) yer almaktadır. *Okul Hayatı*’na ilişkin ÖE1 katılımcısı “*uuu Nanoteknoloji terimini immm okuldan duydum. Yani derslerimizi işlerken nanoteknoloji hakkında biraz bahsedildi yani*” şeklinde, ÖK4 ise “*uu daha çok yani güncel hayatta da tabi ki haberlerde vesayre sıklıkla duymama karşılık uu bizim fen programlarında sıklıkla yer verilen derslerde sıklıkla zaten duyduğumuz bir kavram kendisi...*” şeklinde belirtmiştir. *Akran* ve *sosyal medya* kodlarına ilişkin ÖK2, “*Youtube de tanıtım videoları yapıyorlar oradan dikkatini çekmişti bu onun dışında televizyonlardan haberlerden uu Twitter haberlerden yine aynı şekilde öyle haberim olur*” şeklinde ÖE2 ise “*... Teknoloji tasarım dersinde bir arkadaşım uu nanoteknoloji ile ilgili bir proje yaptığını söylemişti. Ne demek olduğunu tam bilmiyordum ama küçük bir şeylerle u küçük boyutlarla ilgili olduğunu o zamandan öğrenmiştim. Ondan sonra uu yer yer haberlerde felan da görüyoruz ...*” şeklinde tanımlarken *Haberler* koduna ilişkin ÖE1 görüşünü “*Iuu yani haberler. Şey böyle uu haberleri okuyorum yani. Haber okurkana işte teknolojik aletlerin uu nanoteknoloji ile ilgili olduğunu ordan duymuştum*” şeklinde ÖK4 ise “*...İı şöyle baktığımız zaman gündelik hayatta haberlerde vesayre teknolojik olarak hep karşımıza çıkan bir kavram...*” şeklinde ifade etmiştir.

Nanoteknolojinin tanımı kategorisinde iki kod bulunmaktadır (*Nano Boyut* ve *Çok Disiplinli*). *Nano Boyut* 'a ilişkin ÖK1; "...sanırsam moleküler ve daha küçük yapıları inceleyen uuu birçok dalda uuu etkisi bulunan bir terim olarak ben tanımlıyorum" şeklinde ÖE2, "Nanoteknoloji bir maddenin atomik veya moleküler düzeyde uu incelenmesidir diyebilirim..." ÖE3, "Ya aslında uuu nanoteknoloji gözle görülemez küçüklükte uuu bir uuu boyut olarak düşünüyorum" şeklinde ÖK4 ise " Iu onun dışında büyüklük olarak ele aldığım zamansa uu yanlış hatırlamıyorsam uu bir fiziksel büyüklüğün milyarda bir olması lazım. Büyüklük olarak buna tekabül ettiğini ifade edebilirim" şeklinde belirtmiştir. *Çok Disiplinli* koduna ilişkin ÖK4, "...biliyorsunuz günümüzde STEAM dediğimiz çok popüler bir çalışma alanı var. Örneğin hani Science, Teknoloji, Engineering, Mats gibi ordan başlarsak örneğin uuu bu alanın da multidisipliner olduğunu ifade edebilirim size" şeklinde ifade etmiştir.

Kullanım alanları kategorisinde yedi kod yer almıştır. 7 katılımcı nanoteknolojinin sağlık sektöründe kullanıldığını belirtmiştir. Örneğin ÖK2 bu durumu "...şimdi sağlıkta bir sürü var yani en basitinden endoskopi cihazını örnek verebiliriz sanırım. Orda bir küçültülmüş kamera var sonuçta o da bir nanoteknolojiye giriyor sanırım. Iuu onun dışında astronot savunmada onların kıyafetinde uu kumaşlarda duymuştum su geçirmez leke tutmaz kumaşlar" şeklinde, ÖE2 ise "Kullanım alanı aslında çok geniş dediği gibi tıp, sağlık sektörü ne bilim fizik kimya biyoloji bu alanlar onun haricinde havacılık sektörü olabilir tekstil sektörü olabilir uuu birçok sektörde kullanıldığını ya da kullanılacağını biliyorum. Iuu ürünler deyince de daha çok hani günümüzde kullanılan bildiğimiz aslında çok şey var mı bilmiyorum ama mesela telefon ekranları olabilir. Bilgisayar tabletleri olabilir" şeklinde ifade etmiştir. ÖE4, *Tekstil ve Eczacılık/Tıp* kodlarına ilişkin örnekler vererek bu durumu "Iuu bu tekstil alanında mesela fabrikalarda çalışan insanlar atıyorum üst başı, bu ayakkabıları, eldivenleri, eldivenleri mesela çok önemli. Böyle çok sıcak yerlerde, mesela sıcak sulara içine ellerini girdirmek zorunda kalabiliyor. Tehlikeli işlerde mesela incecik sac denilen o demirlerde çalışmak zorunda kalıyorlar. Hani bunların koruma yolları böyle oluyor. Sıradan bir eldiven mesela o demir sac onu çok rahat bir şekilde kesebilirken nanoyu kesemiyor... mesela dediğim gibi uçaklarda kullanılıyorlar, bu bilgisayarlarda kullanılıyor. Özellikle tıp sektöründe kullanılıyor. Mesela ne diyorlardı insanların deri altına yüklenecek bir teknolojilerle önceden hastalığı tahmin edilebilecek ve bunun nanoteknoloji olacak sayesinde diye duydum" şeklinde ifade etmiştir. Diğer taraftan *Fizik Kimya Biyoloji ve Tıp* koduna ilişkin ÖK4 ise görüşünü "hem fizik hem kimya hem biyoloji hem mühendislik hem endüstri hem biyomedikal uuu alanlarında işte savunma vesayre tarım olsun u her alanda ihtiyaç duyulduğunda kullanıldığını düşünüyorum" şeklinde tanımlarken; ÖK1, "Iuu biyoloji, kimya, fizik daha çok bu alanlarda uuu ve mikrobiyoloji alanlarında, hastanelerdeki o aletlerde birçok alanda kullanıldığını düşünüyorum ben" şeklinde ifade etmiştir.

Davranışsal Boyut ile İlgili Bulgular

Öğretmen adaylarının görüşme formundaki 5. ve 6. sorulara verdiği cevaplardan hareketle, nanoteknolojiye ilişkin *Davranışsal Boyut* teması; "Nanoteknolojik ürünlerden hangilerini kullanmayı tercih edersiniz? Neden?" sorusu ile "Ürünü tercih etme", "Nanoteknoloji okullarda ders/konu olarak anlatılmalı mı? Neden?" sorusu "okullarda anlatım" ve "İleride nanoteknoloji alanında çalışmak ister misiniz? Neden?" sorusu ile "Çalışmayı tercih etme" şeklinde kategoriler oluşturulmuştur. Bu kategorilere ilişkin kod ve katılımcı dağılımları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Davranışsal boyut temasına ilişkin kategori, kod ve katılımcı dağılımı

Alt Tema (AltKategori)	Davranışsal Boyut		
	Kod	Katılımcı	
Ürünü Tercih Etme	Evet	Geleceğin Teknolojisi Yaşamda Kolaylık	ÖE1, ÖE3 ÖK1, ÖK2, ÖK3, ÖE3, ÖK4, ÖE4
	Hayır	Maliyet Korku	ÖE2 ÖK4, ÖE2
Okullarda Anlatım	Evet	Günümüzün parçası Erken farkındalık	ÖK1, ÖK2, ÖE2, ÖK4 ÖE1, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖK4, ÖE4
	Hayır	-	-
Çalışmayı Tercih Etme	Evet	Merak etme Cezbedici	ÖE1, ÖE3 ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖK4
	Hayır	Karmaşık	ÖK1
		İlgisizlik	ÖK2, ÖE4

Tablo 3'te katılımcı cevaplarından hareketle oluşturulan *davranışsal boyut* temasına ilişkin “Ürünü tercih etme”, “Okullarda anlatım” ve “Çalışmayı tercih etme” olmak üzere üç kategori ve bu kategorilerde yer alan 10 farklı kod oluşturulmuştur. Örneğin “Ürünü tercih etme” kategorisindeki *geleceğin teknolojisi* ne ilişkin ÖE3, “*İuu tercih ederim çünkü uuu günümüz çağı artık modernden ziyade nasıl diyim öğretmen temelli yerine öğrenci temelli bir şeye gittiğimiz için eğitime gittiğimiz için hani her geçen gün teknoloji aslında bize nanoteknojik ürünlere götürüyor*” şeklinde ifade etmiştir. Ürünü tercih etmesinin *yaşamda kolaylık sağlayacağını* düşünen ÖK1, “*Tercih ederim. Çokta faydalı olduğunu düşünüyorum. Çünkü maddenin en küçük ayrıntısına kadar inceleyen bir teknolojinin insanlığa büyük bir fayda kolaylık sağlayacağını düşünüyorum*” şeklinde, ÖK2 bu düşüncesini “*Ya şimdi gerek olursa tercih ederim. Mesela bu kumaşlar tercih edilebilir. İşlevsellik açısından çok daha kullanışlı leke tutmayan kumaşlar gayet iyi yani*” şeklinde, ÖE3 “*İuu tercih ederim. Yaniiii şöyle söyleyeyim. İu yani bir masa büyüklüğünde flaş bellek kullanmak yerine küçük bir flaş bellek kullanmayı çok daha tercih ederim. Ya da aynı şekilde tekstil ürünlerinde temizlik babında uuu kullanmak çok daha avantajlı ve hayatımızı kolaylaştırıyor açıkçası ve bu kolaylıklardan bende yararlanmak isterim.*” şeklinde, ÖK4 ise “*...Örneğin tekstil işte vesayre gibi çünkü hayatı kolaylaştırdığını düşünmekteyim...*” şeklinde belirtmiştir.

Katılımcıların ürünü tercih etmeme sebeplerinin ise maliyet açısından pahalı olması olduğunu düşünen ÖE2 bu düşüncesini, “*O o an fiyatı uygun olursa büyük ihtimalle tercih ederiz.... Tek korkum belki ne bilim çipler felan dedik. Acaba güvenliğimiz açısından bir sorunlar olabilir mi şeklinde ama o açıdan da düşünüldüğünde çağımızda bu zaten genel bir sorun*”, bu teknolojinin kendisini korkuttuğunu ifade eden ÖK4 ise, “*...yani alanıma göre mesela tipta soru işareti olan noktalar var tabi ki benim zihnimde de uu çünkü bir nanorobotun vücudumda gezindiğini düşünmek u biraz garip korkutucu diyebilirim*” olarak görüşünü dile getirmiştir.

Okullarda anlatım kategorisi sadece olumlu görüş içermekte olup toplamda iki kod bulunmaktadır. *Günümüzün parçası* koduna ilişkin ÖK4, “*tabiki anlatılmalıdır. Yaa bence hem günümüz çağın önemli bir konusu hem de teknolojik ihtiyaçlarımızı karşılamamız için önce bir nanoteknolojiyi de tanımlamamız lazım...*” şeklinde, ÖK1 ise “*Bence anlatılmalıdır. Çünkü uuu hepimizin pek çok alanda bilgi sahibi olması ileriki yaşamımıza çok kolaylık sağlıyor...Öğrencilerimin nanoteknoloji uuu hangi alanlarda nasıl ne amaçlarda kullandığını bilmesi o ürünleri kullanırken mesela işte nanoteknolojik bir ürün şu şu şu faydası var şu şu yararı var gibi bilinçli bir şekilde kullanmasını isterim*” şeklinde ifade etmiştir. *Erken farkındalık* koduna ilişkin ÖE1, “*Mesela uuu biz bile yeni yeni öğreniyoruz. İuu ileriki bir düzeyde*

öğrenmeye başlıyoruz. Bence küçük yaştan beri öğretilmeye başlanması lazım.” şeklinde ÖE2, “...12-13 yaşlarından itibaren bence kesinlikle verilmesi gerekiyor...Onun öncesinde de tabii aile bu ilgiyi oluşturabilirse öğrenci okulda daha çok rahat edecektir. Aslında yaşı ne kadar küçültürsek o kadar iyi 12-13 geç bile olabilir. Aileye kadar gitmemiz gerekebilir yani” şeklinde ÖE4 “...Çocuklar mesela küçük yaşlarda bunları neden bilmesinler. Hani u ben bunları mesela merak ettiğim için araştırdım ama bunlar çocuklara çok küçük yaşlarda mesela en azından en alt kademedeki bilgilendirilme olursa belki çocukları merak saracak. Belki de bu çocuklar nanoteknolojiye çok iyi ileri seviyeye katkı sağlayacak...” şeklinde görüşünü bildirmiştir.

Çalışmayı tercih etme kategorisinde dört kod oluşturulmuştur. Merak etme koduna ilişkin ÖE1, “Evet. İmm nanoteknoloji alanında çalışmak isterdim. İmm çünkü imm hayatımızın her anında olan bir teknoloji. Sürekli merak etmişimdir. Özellikle de küçük boyuttaki nanoteknolojik ürünlerin nasıl çalıştığı ve çevremizde sürekli bulunan bu aletlerde imm kullanıldığını biliyorum...” şeklinde, Cezbedici koduna ilişkin ÖE2 görüşünü “hem ilgi çekici hem de gündemde olan bir konu. Gündemde olduğu için daha da ilgi çekeceğini düşünüyorum. İlgimizi çektiğçe de daha da araştırma gereği hissedilecektir. Belki çalışma yapmağı isteği de o şekilde doğacaktır” şeklinde beyan etmiştir. Nanoteknoloji alanında çalışmanın “Karmaşık” olduğunu düşünen ÖK1 görüşünü “Karmaşık ve çok zor geliyor” şeklinde dile getirirken, “İlgisizlik” olduğuna ilişkin ÖE4 “Bu alanda çalışmak istemem, çünkü ilgimi çekmiyor. Benim bir hayalim var öğretmenlik. Bunun dışına pek çıkmak istemiyorum” şeklinde görüş bildirmiştir.

Duygusal Boyut ile İlgili Bulgular

Öğretmen adaylarının görüşme formundaki 5. ve 7. sorulara verdiği cevaplardan hareketle, nanoteknolojiye ilişkin *Duygusal Boyut* teması; Nanoteknolojinin toplum ve çevreye ne gibi etkilerinin olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusu ile “Toplum ve çevreye etkisi” şeklinde “Nanoteknolojinin gelecekte yaşantımızı etkileyeceğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise, ne gibi etkilerinin olacağını düşünüyorsunuz?” sorusu ile de “Gelecek yaşama etkisi” şeklinde kategori oluşturulmuştur. Bu kategorilere ait kod ve katılımcı dağılımları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Duygusal boyut temasına ilişkin kategori, kod ve katılımcı dağılımı

Kategori	Kod	Katılımcı	
Toplum ve çevreye etkisi	Olumlu	Refah seviyesi artırma (Toplum)	ÖK1, ÖE1, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖE4
		Çevre kirliliğini azaltma (Çevre)	ÖE2, ÖK3, ÖK4, ÖE4
	Olumsuz	Fikrim yok	ÖK2
Gelecek yaşama etkisi	Olumlu	Yaşam kalitesinde artış	ÖK1, ÖK2, ÖE2, ÖK3, ÖE3, ÖE4
		Yeni meslek grupları	ÖE2, ÖE4
	Olumsuz	Enerji tasarrufu	ÖE4
		İş gücünün azalması	ÖE2, ÖK3
	Özel hayat ihlali	ÖK4	

Tablo 4’ten görüldüğü gibi katılımcıların cevaplarından *Duygusal boyut* temasına ilişkin “Toplum ve çevre etkisi” ve “Gelecek yaşama etkisi” kategorileri ve bu kategorilerde toplam dokuz kod yer almaktadır. Nanoteknolojinin toplum ve çevreye etkisi kategorisine ilişkin ÖK1 “.....düşünüyorum. Daha öncede belirttiğim gibi bazı hastalıkların tedavisinde bize erken yanıt verebilecek gibi geliyor bana” şeklinde görüş bildirirken, ÖE2 “imm şey uzayabilir yaşam süresi uzayabilir o şekilde söyleyebilirim. Yaşam kalitesi belki sağlık alanı da olduğu için artabilir. Hı hımmm daha çok çevre deyince aklıma işte birçok çevresel sorunlara çözüm üretilebileceği geliyor işte küresel ısınma olabilir çevre kirliliği olabilir... çevreye daha az daha az zarar veren araçların üretimi ile çevre daha az verileceği şeklinde düşünüyey sahibim.”

şeklinde ÖE3, "...Olumlu bir etkisi olduğunu düşünüyorum. Çünkü insanların günlük hayatında kolaylıklar sağlayacak..." şeklinde tanımlarken ÖK4 ise "...mesela ben nano gübre alıp nano gübreyi toprağın faydasına kullanırsam bu çevreye faydalı u yaptığım bir şey olur" şeklinde, ÖK3 "En büyük olumlu yani mesela hayatımızı kolaylaştırması çünkü u önceden odalar dolusu kağıt dosyalarla mesela bilgi saklanmaya çalışılıyordu atıyorum ya da mesela u çok küçük bir saklama alanı olan fazla yer kaplayan flaş bellekler kullanılıyordu ama şu an günümüzde onun yerine nanoteknoloji yardımı ile çok daha kolay yapabileceğimiz mesela ürünler kullanılabiliriz... tonlarca kağıtla bilgi saklanmak yerine o kadar ağacı kesmemiş oluruz" şeklinde ifade ederken ÖE4 ise "...o flaş bellekler sayesinde çok daha boyutlar alabiliyoruz mesela u bu aynı zamanda bu bilgileri depolamak için bir ton ağaç kesilmiyor. Bunun için çevreye birçok ileri yönde bir etkisi var bence" şeklinde görüş bildirmiştir. ÖK2 katılımcısı ise bu konudaki görüşünü "...sanırım nötr ya. Faydası veya zararı şu an ne faydası olabilir ki nanoteknolojinin..." şeklinde belirtmiştir.

Nanoteknolojinin Gelecek Yaşama Etkisi kategorisinde yer alan "Yaşam Kalitesinde Artış" koduna ilişkin tıp alanında bu teknolojinin fayda sağlayacağı görüşünde olan ÖK2 "...örneğin sağlık alanında kanser tedavisinde kullanılabilir mesela nanoteknoloji ile u yine tümörlerde kullanılabilir. Hiçbir cerrahi, işlemlere gerek kalmadan küçücük işlemler yaparak hani hastaya da çok zarar vermeden nanoteknoloji ile daha kaliteli ve güvenilir yapılabilir yani" şeklinde ÖE2, "Toplum u toplum hani daha belki u ne bilim daha u şey uzayabilir yaşam süresi uzayabilir o şekilde söyleyebilirim. Yaşam kalitesi belki sağlık alanı da olduğu için artabilir" şeklinde ÖK4 ise "Etkisinin artan bir grafik etkisinin izleyeceğini söyleyebilirim. Gitgide artacağını düşünüyorum... Nanoteknolojinin en çok biyomedikal alanda kullanıldığını ifade ediyordu. U görüşümün olumlu olmasının en büyük sebebi de insanlara tıpta yardım edebileceği düşüncem" şeklinde ifade etmiştir. Yeni Meslek Grupları kodu ile ilgili olarak ÖE2 "...yani gelecekte etkisi artacaktır yani atomik düzeyde bir atomlarla oynamaya başladığımız zaman da aslında her şeyi bir şekilde u üretebileceğiz belki... şimdi olmayan bazı bambaşka meslek kolları da ortaya çıkabilir..." şeklinde ÖE3, "...bı sayede nanoteknolojinin ilerleyen yıllarda daha çok üzerlerine düşünüleceğini hani umuyorum. Ve u hayatımızın yaşam alanlarından hani bir yer sağlayacağını düşünüyorum" şeklinde enerjinin tasarrufu sağlayacağına ilişkin ÖE4 "... o tişört kir tutabilecek seviyede iken hani ilerde bu nanoteknoloji geliştirildiğinde hiçbir zaman kir tutmayacak. Hiçbir zaman yıkanmaya ihtiyaç duyulmayacak. Mesela bu uçaklar ilerde çok daha hafif olacak mesela çok daha az yakıt tüketimi sağlayacak..." şeklinde görüş bildirirken; iş gücünün azalması koduna ilişkin ÖK3 "...nanoteknolojiyi kullanmamız belki çalışan işgücünün azalmasına çalışan işçinin azalmasını sebep olabilir. Yani şey dedik mesela u tekstil ürünlerde temizlik kolaylığı sağlıyor. Uu yani kuru temizlemeler olsun ya da halı yıkamacılar gibi olsun yayılmasında belki onların iş kaybına neden olabilir" şeklinde, özel hayat ihlali ile ilgili olarak ÖK4, "...Gelecekte de daha çok etkileyeceğini düşünüyorum. Uu zaten bir sürü komplo teorileri var. U diyor ki işte çip takılacak diyor her insana vesayre felan böyle görüşler ileri atılıyor... insanları korkuya işte güvensizliğe sürükleyen noktalar da olduğunu ifade edebilirim." şeklinde görüş bildirmiştir.

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilen görüşlerinin içerik analizi sonucu elde edilen bulguları aşağıda incelenen literatür kapsamında maddeler halinde tartışılmış ve yorumlanarak sonuçlara ulaşılmıştır.

Bilişsel Boyut

Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; görüşmeye katılan öğretmen adaylarının hepsinin nanoteknoloji kavramına ilişkin duyularının olduğu, bu nedenle bu alana yönelik önceden farkındalık kazandıkları belirlenmiştir. Örneklem grubundaki öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda belirlenen “*Bilişsel boyut*” temasında nanoteknoloji kavramının daha çok okul hayatında ve yeni teknolojik gelişmeler ile ilgili haberlerden duyulduğu ortaya çıkmıştır. Harman ve Şeker (2018) tarafından fen bilimleri öğretmen adayları ile yürütülen çalışmada, katılımcılar nanoteknoloji kavramını okul, kitle iletişim araçları, bilim kurgu kitapları, bilimsel gazete ve dergiler vasıtasıyla duydukları saptanmıştır. Ateş ve Üce (2017) tarafından yürütülen çalışmada, lise öğrencileri nanoteknoloji kavramını sosyal medya, haberler ve sosyal çevreden duydukları, Elmarzugi vd. (2014) çalışmalarında, akademik personel ve öğrencilerin nanoteknolojiyi internet ortamında ve kitle iletişim araçlarından duydukları saptanmıştır. Diğer taraftan, Cobb ve Macoubrie (2004) telefon görüşmesi ile yaptıkları çalışmada katılımcıların %80’ inin, Smidt (2012) ise ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada katılımcıların yarısının nanoteknolojiyi önceden hiç duymadıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Diğer taraftan araştırmaya katılan 1. ve 2. sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları nanoteknoloji kavramını nano boyutlarda, küçük, atomik düzeyde çalışan bir alan olarak tanımlarken; 3. ve 4. sınıf öğretmen adaylarının bir kısmı ise nanoteknoloji kavramını doğru olarak tanımlayamamıştır. Bu araştırmadaki bulguya paralel olarak Harman ve Şeker (2018) tarafından yapılan çalışmada, fen bilimleri öğretmen adayları nanoteknolojiyi atomik ve moleküler boyutta, nano boyut düzeyinde çalışmaların olduğu teknoloji şeklinde ifade ettikleri tespit edilmiştir. Ateş ve Üce (2017) tarafından çalışmada lise öğrencilerinin nanoteknoloji konularının derinlemesine bilmedikleri, nanoteknolojiyi boyut açısından küçük şeyler olarak tanımladıkları tespit edilmiştir.

Bu araştırmada “*Bilişsel boyut*” temasında elde edilen bir diğer sonuç; öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun nanoteknoloji kavramını nano boyutlarda çalışan bir teknoloji olarak ifade etmeleri ancak nano boyut kavramı tanımlarken zorlanmaları olmuştur. Castellini vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise katılımcıların atom ve nano ölçek ile ilgili yanlış anlayışta oldukları, eğitim seviyesinin artması ile nanoteknolojiyi oluşturan nano boyut kavramını daha iyi açıklayabildikleri belirlenmiştir. Ayrıca araştırmaya katılan öğretmen adaylarının gördüğü ya da duyduğu nanoteknolojik ürünlerin niteliklerine dair örnekler vererek bu alanı oldukça merak uyandırıcı buldukları söylenebilir. Buradan katılımcıların geçmiş eğitim yaşantılarında nanoteknolojiye yönelik çeşitli bilgiler edinmiş oldukları değerlendirilse de nanoteknolojinin kozmetik, gıda ve inşaat gibi alanlarda kullanıldığı hiçbir öğretmen adayı tarafından ifade edilmemesi dikkat çekicidir.

Davranışsal Boyut

Katılımcıların çoğunluğu, “*Davranışsal boyut*” temasına ilişkin nanoteknolojik ürünü tercih etme nedenlerinin günlük hayatta kullanırken kolaylık sağlayacağı görüşünde oldukları tespit edilmiştir. Nanoteknolojik ürünleri kullanma veya satın alma davranışında bulunmaları en çok bilgisayar ve tekstil ürünlerinin olacağını belirtmişlerdir. Bunun sebebi; bilgisayar, tekstil ve tıp alanında kullanılan ürünlerin hayatımıza daha çok kolaylık sağlayacağı düşüncesinde olmalarıdır. Yaşamı kolaylaştıran nanoteknolojik iletişim araçları ve tekstil ürünleri lisans öğrenciler tarafından kabul görmektedir. Diğer ürün kategorilerinin insan sağlığını olumsuz etkileyeceği düşüncesinde olduklarını saptamıştır.

Bu çalışmada, öğretmen adaylarının nanoteknoloji alanında çalışma isteklerine ilişkin; 1. sınıf öğretmen adayları nanoteknolojinin karmaşık geldiğini ve bu nedenle istemediklerini, 4. sınıf öğretmen adayları ise bu alanda çalışabileceğini ancak önceliklerinin öğretmenlik olduğunu belirtmişlerdir. Diğer öğretmen adayları ise nanoteknoloji alanına ilgi ve merak duyduğunu bu alanla ilgili proje veya farklı meslek gruplarında çalışmalar yapmak istediklerini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının görüşleri arasındaki farklılığın sebebi olarak, geçmiş öğrenim yaşantılarının farklılığı olabileceği gibi etkinlik temelli nanoteknoloji eğitiminin verilmemesi ve bu alanda teşvik edici programların yetersizliği söylenebilir. Ayrıca nanoteknolojinin okullarda ayrı bir ders olarak anlatılması gerektiğini düşünen öğretmen adayları bu kavramı ilkökul düzeyinden başlayarak bir öğrencinin tüm sınıf düzeyinde ve seviyesine uygun şekilde bahsedilmesi gerektiği düşüncesindedirler. Bunun sebebi ise katılımcıların nanoteknoloji kavramını daha çok okulda duymalarından kaynaklandığı söylenebilir. Alan yazındaki benzer çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmanın bulgularına paralel olarak fen bilimleri öğretmenleri nanoteknolojinin yaşamda kolaylık sağlamak, kaliteli bir yaşam sunacağı düşüncesinde oldukları sonucuna ulaşmıştır (Ergün vd., 2017).

Duygusal Boyut

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının “*Duygusal boyut*” temasında nanoteknolojinin toplum ve çevreye olan etkisine ilişkin görüşleri, toplumun refah seviyesini artıracığı ve çevre kirliliğini azaltacağı yönündedir. Araştırmaya katılan fen bilimleri öğretmen adayları nanoteknolojinin toplum ve çevreye olumlu yönde etkileyeceği ve olumsuz herhangi bir etkisinin olmayacağı görüşündedirler. Ayrıca öğretmen adaylarının çoğunluğu nanoteknolojinin yaşam kalitesini artıracığı, yeni meslek gruplarını ortaya çıkaracağını ve şu anda bulunan bazı meslek gruplarının olmayacağı, enerjide verimliliği artıracığı ve bu teknolojinin gelişimi ile özel hayatın ihlali olabileceği düşüncesindedir.

Araştırmanın duygusal boyut temasında nanoteknolojinin toplum ve çevreye olan etkisine ilişkin alan yazındaki çalışmalar incelendiğinde; Cobb & Macoubrie (2004) ve Ekli (2010) tarafında yürütülen çalışmada, öğrencilerin nanoteknolojinin toplum için en önemli faydasının hastalıkların erken teşhis ve tedavisinde olabileceği görüşünde oldukları sonucuna ulaşmıştır. Benzer olarak, Grunwald (2020) ve Jin, vd. (2020) tarafından yapılan araştırmalarda da nanoteknolojinin gelişmesi ile birlikte tıp alanında özellikle kanserin erken teşhis ve tedavisinde, nano gübreleme tekniğinin çevreye fayda sağlayacağı görüşünde olmaları, bu araştırmadaki katılımcıların görüşleri ile paralellik göstermektedir. Bu araştırmadaki sonuçların aksine nanoteknolojinin toplum ve çevreye risk oluşturacağı, askeri alanda ülkeler arasında silahlanma yarışı içerisinde olabileceği veya nano boyuttaki bir maddenin solunum yolu ile vücuda alınma olasılığının bulunduğu, bu durumun ise endişe verici olduğu sonucuna ulaşan araştırmalar da bulunmaktadır (Besley vd., 2008; Grunwald, 2020; Pidgeon, 2021; Scheufele & Lewenstein, 2005).

Öğretmen adayları, nanoteknolojinin olumlu ve olumsuz yönlerine vurgu yapmışlardır. Kız öğretmen adayları, nanoteknolojiye ilişkin boyut kavramının karmaşık olduğunu ve küçük nano boyutlardaki robotların korkutucu olabileceğini dile getirirken, erkek öğretmen adayları maliyet, özel hayat ihlali ve iş gücünün azalması gibi olumsuzlukları yanı sıra olumlu yönlerinin daha çok olabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca eğitim seviyesi arttıkça fen bilimleri öğretmen adayları nanoteknolojinin ne gibi etkilerinin olabileceğini günlük yaşamdan örneklerle açıklayabilmektedirler ancak teorik olarak tanım yapmakta zorlandıkları sonucuna ulaşmıştır. Fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik görüşlerinden yola çıkılarak tutumların daha çok duygusal boyutta olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Cobb ve Macoubrie (2004) ve

Nerlich vd. (2007) tarafından yürütülen araştırmalarda da nanoteknolojiye ilişkin erkek katılımcıların kızlardan daha fazla olumlu görüşe sahip olduklarının tespit edilmesi, bu çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunulmuştur;

- i. Bu çalışma sadece fen bilimleri öğretmen adayları yürütülmüş olup, nanoteknoloji ile ilgili fen alanlarındaki öğretmen ve öğrencilerle de yürütülebilir.
- ii. Nanoteknoloji ile ilgili kavramların daha küçük sınıf düzeylerinde kazandırılması amacıyla ilköğretimden itibaren öğretim programlarında yer verilebilir.
- iii. Nanoteknolojiye ilişkin olumlu tutum kazandırılması bağlamında geniş kitlelere ulaşmada etkili olan görsel medyada daha fazla yer verilebilir.
- iv. Nanoteknoloji kavramlarının öğretimine ilişkin hazırlanan öğretim etkinlikleri ile deneysel çalışma yürütülebilir.

KAYNAKLAR

- Ak, N. (2009). *Nanoteknoloji eğitiminin lise düzeyine uyarlanması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- Ateş, İ., & Üce, M. (2017). Lise öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığı. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 37(2), 685-710.
- Besley, J. C., Kramer, V. L., & Priest, S. H. (2008). Expert opinion on nanotechnology: risks, benefits, and regulation. *Journal of Nanoparticle Research*, 10(4), 549-558. <https://doi.org/10.1007/s11051-007-9323-6>
- Blonder, R. (2010). The influence of a teaching model in nanotechnology on chemistry teachers' knowledge and their teaching attitudes. *Journal of Nano Education*, 2(1-2), 67-75. <https://doi.org/10.1166/jne.2010.1004>
- Castellini, O. M., Walejko, G. K., Holladay, C. E., Theim, T. J., Zenner, G. M., & Crone, W. C. (2007). Nanotechnology and the public: Effectively communicating nanoscale science and engineering concepts. *Journal of Nanoparticle Research*, 9(2), 183-189. <https://doi.org/10.1007/s11051-006-9160-z>
- Cobb, M. D., & Macoubrie, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 6(4), 395-405. <https://doi.org/10.1007/s11051-004-3394-4>.
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel Araştırma Yöntemleri: Beş Yaklaşım Göre Nitel Araştırma ve Araştırma Deseni*, (3. Baskıdan Çeviri). Çeviri Editörleri: M. Bütünve SB Demir). Ankara: Siyasal Yayın Dağıtım.
- Ekli, E. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından araştırılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muğla Üniversitesi.
- 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(6), 110-114.
- Ergün, S. S., Ocak, İ., & Ergün, E. (2017). Fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 6(4), 272-282.
- Erkoç, Ş. (2007). *Nanobilim ve Nanoteknoloji* (2.Baskı). 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.
- Grunwald, A. (2020). Nanotechnology-a new field of ethical inquiry?. In *The Ethics of Nanotechnology, Geoengineering and Clean Energy* (pp. 17-31). Routledge.
- Harman, G., & Şeker, R. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji kavramı hakkındaki farkındalıkları. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (BUSBED)*, 8(15), 429-450. <https://doi.org/10.29029/busbed.363179>
- He, Z., Ding, S., Wang, L., Wang, G., Liang, X., Takarada, T., & Maeda, M. (2021). Introducing DNA Nanosensor to Undergraduate Students: Rapid Non-Cross-Linking Aggregation of DNA-Functionalized Gold Nanoparticles for Colorimetric DNA Assay. *Journal of Chemical Education*, 98(11), 3553-3559. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00605>
- Hornyak, G. L., Tibbals, H. F., Dutta, J., & Moore, J. J. (2008). *Introduction to Nanoscience and Nanotechnology*. <https://doi.org/10.1201/9781420047806>
- Jin, C., Wang, K., Oppong-Gyebi, A., & Hu, J. (2020). Application of nanotechnology in cancer diagnosis and therapy-a mini-review. *International Journal of Medical Sciences*, 17(18), 2964. doi: 10.7150/ijms.49801
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>
- Karataş, F. Ö., & Ülker, N. (2014). Kimya öğrencilerinin nano bilim ve nanoteknoloji konularındaki bilgi düzeyleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11(3), 103–118, <http://doi.org/10.12973/tused.10121a>.
- Köseoğlu, P., & Mercan, G. (2018). Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik algıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(3), 687-706. doi:10.17556/erziefd.406187
- Lin, S. F., Chen, J. Y., Shih, K. Y., Wang, K. H., & Chang, H. P. (2015). Science teachers' perceptions of nanotechnology teaching and professional development: a survey study in Taiwan. *Nanotechnology Reviews*, 4(1), 71-80. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2014-0019>
- Mandrikas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 38(4), 377-395. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1631783>
- MEB, (2018a). *Ortaokul 7 ve 8. Sınıflar Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretim Programı*. TTKB, Ankara.
- MEB, (2018b). *Ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar Fizik Dersi Öğretim Programı*. TTKB, Ankara.
- MEB, (2018c). *Ortaöğretim 9, 10, 11 ve 12. Sınıflar Kimya Dersi Öğretim Programı*, TTKB, Ankara.
- 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. <https://doi.org/10.1080/13698570701306856>
- Ocak, Y. S. (2019). Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Nanoteknolojiye Yönelik Görüşleri. *Akademik Platform Eğitim ve Değişim Dergisi*, 2(1), 96-105.
- Pidgeon, N. (2021). Engaging publics about environmental and technology risks: frames, values and deliberation. *Journal of Risk Research*, 24(1), 28-46.
- 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.

- Richards, L. & Morse, J.M. (2007) *Readme First for a User's Guide to Qualitative Methods*. Sage Publications, Thousand Oaks, 11.
- Sagun Gököz, B. (2012). *Design and implementation of a nanoscience & nanotechnology workshop: Investigating 11th grade students' awareness and conceptual understanding of nanoscience & nanotechnology* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Boğaziçi Üniversitesi.
- Scheufele, D. A., & Lewenstein, B. V. (2005). The public and nanotechnology: How citizens make sense of emerging technologies. *Journal of Nanoparticle Research*, 7(6), 659–667. <https://doi.org/10.1007/s11051-005-7526-2>
- Schneider, E. M., Bärtsch, A., Stark, W. J., & Grass, R. N. (2019). Safe one-pot synthesis of fluorescent carbon quantum dots from lemon juice for a hands-on experience of nanotechnology. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 540-545. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00114>
- Sharifzadeh, M. (2006). Nanotechnology sector report. *Cronus Capital Markets*, 1st Quarter, (s 5).
- Smidt, S. (2012). Review of the big ideas of nanoscale science and engineering: a guidebook for secondary teachers. *Journal of Chemical Education*, 89(10), 1224-1225. <https://doi.org/10.1021/ed3005193>
- Stavrou, D., Michailidi, E., & Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1065-1080. doi: 10.1039/C8RP00088C
- Şenel Zor, T. (2017). *Etkinlik temelli nanobilim ve nanoteknoloji eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalıklarına ve kavramsal ve kavramsal anlayışlarına etkisi* (Yayın No. 28677809), Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Şenel, A. (2009). *Nanoteknoloji kavramlarına ilişkin rehber materyal geliştirilmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Şengil, A. Z. (2010). Teknolojik değişim süreci: nanoteknoloji ve nanotıp. *Sağlık Düşüncesi ve Nanotıp Kültürü Dergisi*, 15, 84-89.
- Şenocak, E. (2014). A Survey on Nanotechnology in the View of the Turkish Public. *Science Technology & Society*, 19(1): 79–94.
- URL-1. Awareness of and Attitudes Towards Nanotechnology and Synthetic Biology: A Report of Findings. [Online] https://www.pewtrusts.org/-/media/legacy/uploadedfiles/wwwpewtrustsorg/reports/nanotechnologies/finalsynbiorepo_rtpdf.pdf (Erşim 16-Ocak-2023).
- Yawson, R. (2010). Skill need sand human resource development in theemerging field of nanotechnology. *Journal of Vocational Educationand Training*, 62(3), 285-296. <https://doi.org/10.1080/13636820.2010.499474>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (11. Basım). Seçkin Yayıncılık.

Etik Onay

“Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Nanoteknolojiye Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış, karşılaşılabilecek tüm etik ihlallerde “Academia Eğitim Araştırmaları Dergisi ve Editörünün” hiçbir sorumluluğunun olmadığı, tüm sorumluluğun yazar(lar)a ait olduğu ve çalışmanın herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiş olduğu bu çalışmanın yazar(lar)ı tarafından taahhüt edilmiştir.

Araştırmanın Etik Kurul İzni

Araştırma kapsamında Erciyes Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimleri Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’ndan (Karar Tarihi: 25.05.2021; Karar: 250) etik kurul onayı alınmıştır.