



Investigation of Biology Teacher Candidates' Perceptions about Nanotechnology *

Pınar KÖSEOĞLU**, Gamze MERCAN***

Received date: 20.03.2018

Accepted date: 19.11.2018

Abstract

Prospective teachers' perception of nanotechnology, which is one of the fastest developing interdisciplinary sciences of the 21st century, is very important due to the fact that those prospective teachers are to educate the next generation. In this context, the aim of the study is to examine the perceptions of biology teacher candidates on nanotechnology. The study group; In the academic year of 2014-2015, there were 91 students who can be reached from 138 students studying at Hacettepe University Department of Biology Education. As a method of research is qualitative research method is used, the scope of the purpose of the research, the sampling method was used for sampling criteria. Biology prospective teachers' data about their perceptions about nanotechnology were obtained by using interview form consisting of two semi-structured open-ended questions. In the analysis of the data obtained from the interview questions; content analysis method was used. According to the results of the research; Biology teacher candidates' perceptions about nanotechnology are low.

Keywords: Nanotechnology, education, biology teacher candidates, perception.

* This article is presented at the 26th International Congress of Educational Sciences (ICES / UEBK-2017).

** Hacettepe University, Education Faculty, Mathematics and Science Education Department, Ankara, Turkey; koseoglup@gmail.com

*** Hacettepe University, Education Faculty, Mathematics and Science Education Department PhD Student, Ankara, Turkey; gmercn@gmail.com

Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Bilim Dalına Yönelik Algılarının İncelenmesi*

Pınar KÖSEOĞLU**, Gamze MERCAN***

Geliş tarihi: 20.03.2018


Kabul tarihi: 19.11.2018


Öz

21. Yüzyılın en hızlı gelişim gösteren disiplinler arası bilimlerinden nanoteknoloji bilim dalı hakkında, gelecek nesli yetiştirecek olan öğretmen adaylarının algıları oldukça önemli bir konudur. Bu kapsamdan yola çıkılarak bu araştırma da biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algılarının incelenmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu; 2014-2015 öğretim yılında Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı'nda eğitim gören toplam 138 öğrenciden ulaşılabilen 91 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırma yöntemi olarak nitel araştırma yöntemi kullanılmış olup, araştırmanın amacı kapsamında amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algıları ile ilgili verilere, yarı yapılandırılmış iki açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu kullanılarak elde edilmiştir. Görüşme sorularından elde edilen verilerin analizinde ise, içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Nanoteknoloji bilim dalı, eğitim, biyoloji öğretmen adayları, algı.

*Bu makale 26. Uluslararası Eğitim Bilimleri Kongresi'nde (ICES / UEBK-2017) sunulmuştur.

**  Hacettepe University, Education Faculty, Mathematics and Science Education Department, Ankara, Turkey; koseoglup@gmail.com

***  Hacettepe University, Education Faculty, Mathematics and Science Education Department PhD Student, Ankara, Turkey; gmercn@gmail.com

1. Giriş

Nanoteknoloji" terimi ilk olarak Tokyo Bilim Üniversitesinde Taniguchi Norio tarafından 1974'te maddelerin bir atom veya bir molekül tarafından ayrılması, birleştirilmesi ve defarmasyonu olarak tanımlanmıştır (Singh, Singh, Prasad & Gambhir, 2008).

Nanoteknoloji; mühendislik, fen ve sağlık bilimlerinin kesiştiği disiplinlerarası bir bilim dalıdır (Erkoç, 2008; Gök, 2007). Nanoteknoloji, atomlara veya nanometre seviyelerine yakın olan materyallerin, bileşenlerin, cihazların ve / veya sistemlerin (kabaca 1 ile 100 nm) yaratılmasıdır. Bir nanometre, insan saç telindem yaklaşık 100.000 kat daha küçük, 10 angstrom veya bir milyarda bir metredir. Bu teknoloji, imalat, görüntüleme, ölçme, modelleme ve bu uzunlukta maddenin manipüle edilmesini içerir. Nanoteknolojinin amacı, yeni malzemeler ve aygıtların fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirmek için atomları, molekülleri veya parçacıkları tek tek kontrol etmektir.

Nanoteknolojiyi kısaca atomik yönden hassaslıkta mühendislik olarak tanımlayabiliriz (Ramsden, 2009). Yani; nanoteknoloji, büyük ölçeklerdeki materyallerin atom, moleküler ve makromoleküler skalalardan farklı olarak geliştirilmesi ve araştırılması için yeni yaklaşımlardır (European Commission, 2005).

Nanoteknoloji fikri ilk olarak, Nobel ödüllü fizikçi Richard Feynman'ın 29 Aralık 1959'da, Amerikan Fizik Topluluğu'nun Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde (Caltech) gerçekleştirilen yıllık toplantısında "Aşağıda yeterince boş yer var" (There is plenty of room at the bottom) başlıklı konuşmasında nano ölçekte yapılabileceklerden örnekler de vererek ortaya atıldığı bilinmektedir. Ancak nanoteknolojinin tarihçesi detaylı olarak incelendiğinde nanoteknolojinin tarih boyunca çeşitli ürünlerde kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Bununla ilgili ilk örnekler Roma Kupaları ve Notre-Dame kiliseleridir. Bu örneklerde, vitrayların altın nanopartikül ekleyerek, cama ışığa duyarlı renk değiştirme yeteneği kazandırıldığı; bu sayede vitrayların daha koyu kırmızı bir renge, maviye hatta mor rengine dönüşmesi sağlanmıştır. Bu detay, Roma Kupası'ndaki Lycurgus Kupası'nda da görülüyor; bu özellik ile ışık açısı değiştiğinde kırmızı bardağın yeşil ya da sarı renkte olması sağlanıyor. Başka bir örnek de Samurai ve Şam kılıçlarıdır. Bu kılıçlar karbon nanotüpleri içermektedir. Çelik ve karbon nanotüp kombinasyonu olan bu malzemenin, doğal olarak daha dayanıklı ve esnek olmasını sağlamaktadır (Leydecker, 2008). Ancak nanoteknoloji fikri Feynman'ın konuşmasında Brittanica Ansiklopedisi'nin 24 cildinin tamamını bir kalem ucuna sığdırılabileceğini ileri sürmesi ile farkındalık kazanmıştır. Daha sonrasında Amerikalı bir mühendis olan Dereler' in 1970'li yıllarda lisans öğrencisiyle tasarladığı bazı robotlar farklı disiplinlerdeki bilim adamlarına da ilham olması nanoteknoloji alanındaki araştırmalara hem potansiyel olmuş hem de ivme kazanmasını sağlamıştır. Nanoteknoloji terimi ilk defa, 1974 yılında Norio Taniguchi (Tokyo Üniversitesi) tarafından kullanılmıştır (Feynman, 1959; Ramsden, 2005; Sharifzadeh, 2006; Erkoç, 2008).

Nanoteknoloji; fizik, biyoloji, kimya, malzeme bilimi ve mühendislik alanındaki ölçek sınıflandırmasını karşılayan nesnelerin bilgisini daha iyi anlamak ve uygulamak için işbirliği içinde birbiri ile sürekli temas halinde çalışan çok disiplinli bir alandır (Clark & Ernst, 2005). Bu nedenle de, nanoteknoloji bilim ve mühendisliğin farklı bilim ve mühendislik disiplinlerinin yakınlaşmasını sağlayan bilim dalıdır. Aynı zamanda da gelişmekte olan teknolojik alanların yönetilmesi ve düzenlenmesi için önemli etkilere de sahiptir. Çünkü; birçok bilim, mühendislik

ve teknoloji disiplini nano ölçekte birleştiğinde çok sayıda ortak ilke ve soruşturma aracından oluşmaktadır (Roco, 2006; Ziegler 2006).

Nanoteknolojinin 21. Yüzyılın en önemli bilim dalları arasında yer almasının nedenleri; temel bilimler (fizik, kimya, biyoloji gibi) ile uygulamalı bilimlerin (malzeme, elektronik, kimya, makine, bilgisayar mühendisliği gibi) kesiştiği disiplinlerarası bir bilim dalı olması ve özellikle bilgi teknolojisinde, insana devrim yapan birçok yeni gelişmenin önemli bir parçası olmasıdır. Yani başka bir deyişle, daha küçük cihazlarla nanoteknolojinin en belirgin avantajı, küçülme ile birlikte performansın katlanarak artmasıdır. Diğer bir avantaj da, minyatür cihazların daha hızlı çalışması ve birim başına daha az maliyeti olmasıdır. (Gök, 2007; Erkoç, 2008). Bu sayede nanoteknoloji; mühendislik, malzeme bilimi, kolloidal bilim, fizik, kimya, tıp ve biyoloji gibi çok disiplinli alanların geniş aralıklarını etkilemektedir (Cao, 2004). Bu nedenlerden dolayı, 21. yüzyıla damgasını vuran nanoteknoloji alanındaki gelişmeleri kendi bünyesine entegre eden ülkeler gelişmiş, bunu başaramayan ülkeler ise geri kalmış ülkeler sınırlandırılmasına gireceği öngörülmüştür. Bu fırsatı kaçırmamak için Dünya’da 1990’ların başında beri gelişmekte olan nanoteknoloji çalışmalarına Türkiye’de 2000’li yılların başında çeşitli adımlar atarak katılmaya başlamıştır. Bu adımlardan en önemlisi nanoteknolojinin “Vizyon 2023 Strateji Belgesi” çerçevesinde gerekli ve öncelikli teknolojik faaliyet alanlarından biri olarak tanımlanmasıdır (Erkoç, 2008). Vizyon 2023 Strateji Belgesine ek olarak Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı’nın katkısıyla Bilkent Üniversitesi tarafından kamu, özel sektör ve diğer üniversitelerle birlikte nanoteknoloji geliştirmek ve uygulamak amacıyla UNAM (Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi) kurulmuştur. Ayrıca nanoteknoloji alanında yüksek lisans ve doktora programları da açılmış olup birçok üniversite tarafından yürütülmektedir. Özellikle sağlık bilimlerinde ekol olarak gösterilen Hacettepe Üniversitesi’nde Nanoteknoloji bilimi Nanotıp ile birleştirilerek 2011 yılında Nanoteknoloji Nanotıp Anabilim Dalı açılarak lisansüstü eğitim vermeye başlamıştır. Ayrıca lisans ve lisansüstü nanoteknoloji eğitime ve faaliyetlerine ek olarak Yakacık Doğa Koleji’nde uzman kişiler gözetim ve desteğinde nanoteknoloji alanında Ar-Ge çalışmaları yapılmak amacıyla Nanoteknoloji Laboratuvarı açılmıştır. Ülkemizde yeni yeni gelişmekte olan nanoteknolojinin 2025 yılından itibaren hayatımıza entegre olarak büyük oranda etkileyeceği düşünülmektedir (Gök, 2007; Erkoç, 2008).

Belli ve olağandışı özelliklerine sahip nanomalzemelerin günlük yaşamımızın bir parçası haline geldiği gerçeği ile ilgili olarak, bu konuları yükseköğretime başlamadan önce öğrencilere tanıtmak oldukça önemli bir konudur. Nanobilim ve nanoteknolojinin bilimsel ve teknolojik okuryazarlıktaki eğitimsel öneminin belirlenmesi için yapılan bir analize göre, nanobilim ve nanoteknolojinin eğitimsel öneminin büyüdüğü sonuçlarına ulaşılmıştır (Winkelman, 2013). Ancak ülkemizde müfredat detaylı incelendiğinde liselerde, nanoteknoloji bilimine yalnızca birkaç derste ve çok sınırlı olarak yer verildiği, ilköğretimde ise herhangi bir öğretim uygulaması olmadığı ortaya konmuştur (Aslan ve Şenel, 2015).

Yapılan araştırmalar sonucu; nanoteknoloji konularının 12-18 yaşları arasındaki öğrencilere etkin bir şekilde sunulabileceği ve bu öğrencilerin bu tür konularda motivasyonunun yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Dünyada nanoteknoloji ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır (Winkelman, 2014; Elmarzugi et al., 2014; Rodgers et al., 2013; Farshchi et al., 2011; Retzbach et al., 2011; Macoubrie, 2006). Bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Nanoyou (Gençler için Nano), gençlerin nanoteknolojileri temel anlayışını arttırmayı ve etik, yasal ve sosyal yönleri hakkında diyaloga girmeyi amaçlayan bir projedir. Nanoyou, 11-18

yaşlarındaki gençler için hazırlanmış bir eğitim programıdır. Web portalında, öğrencilere yönelik sanal etkinliklerin yanı sıra, yaygınlaştırma materyali, öğrencilerin farklı diyaloglara katılacakları çevrimiçi bir öğrenme ortamı ile farklı okulların deneyimlerini ve kaynaklarını paylaşmasına izin veren güçlü bir ağ bulunmaktadır.

Nanokids, nanoteknoloji konusunda uluslararası çapta hızla genişleyen moleküler araştırma ve teknolojiyi geliştirmeye adanmış bir eğitim programıdır. Bu programla, çocuklara nanoteknolojinin ve nanosistemin ne olduğunu öğreten birçok oyun ve etkinlikler bulunmaktadır.

Nanonet, nanoteknolojinin daha da geliştirilmesi için genç araştırmacılar yetiştirmek için üç tür Nanoteknoloji Okulları düzenlenmiştir. Bunlar: Nanoteknoloji Yaz Okulu, Kesitsel Okul ve Genç Araştırmacılar Değişim Programları'dır.

Nanoyu Anlamak - Nanoteknolojiyi Anlamak (Understanding Nano - Understanding Nanotechnology), nanoteknoloji kavramlarını ve uygulamalarını herkes tarafından anlaşılabilir kılmak için oluşturulmuş bir web sitesidir. Bu sitede, nanoteknoloji ile ilgili genel kavramların, güncel haberlerin yer aldığı makalelere ve kaynaklara rahatlıkla ulaşılması sağlanmaktadır. Ayrıca lise ve orta sınıf fen öğretmenlerinin sınıf ortamında nanoteknoloji konularını ve kavramlarını öğrencilere aktarabilmeleri için, ders planları da bulunmaktadır.

Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (NNI), nanoteknoloji ile ilgili ABD'nin en büyük girişimidir. İlkokuldan yükseköğretime kadar her düzeyde öğrenci için materyal bulunmaktadır. Web sayfası, özellikle yükseköğretim öğrencileri için oldukça yararlı kaynaklar içermektedir.

Accessnano, erişilebilir ve yenilikçi bilim ve teknolojiyi Avustralya ortaokul sınıflarına tanıtmak için tasarlanmış benzersiz, en yeni nanoteknoloji eğitim kaynağıdır. Bu kaynak çok iyi hazırlanmış materyal ve endüstri uygulaması odaklıdır.

NISE Network, nano bilim, mühendislik ve teknoloji hakkında halkın farkındalığını, katılımını ve anlaşılmasını teşvik etmeyi amaçlayan ulusal bir araştırmacı ve informal bilim eğitmeni topluluğudur. Bu nano bilim eğitim ağı; okullar için uygulayabilecekleri deneyler ve materyaller bulunmaktadır.

Nanomission, eğitsel tasarımı bir oyun olup bireylerin nanosistemdeki temel kavramlar hakkında eğiten ilgi çekici bir öğrenme deneyimidir. İçeriğinde ders planlarından başka çevrimiçi destek vererek dünyanın dört bir yanındaki okullara ve kolejlere ücretsiz kaynak desteği sağlamaktadır.

NanoSense projesi (2004-2008), lise düzeyinde nano bilimin nasıl öğretilmesi gerektiği konusundan ortaya çıkmıştır. Proje, bilim adamları ve eğitimcilerle yakın işbirliği içinde çalışarak, lise öğretmenleri ve öğrencilerin nanoteknoloji kavramlarını anlamalarına yardımcı olmak için müfredat birimi oluşturup test edip yayınlamaya başlamıştır. Proje, bu materyalleri öğretmenlerle tanıştırmak için nano atölye çalışmaları yaparak nano bilim eğitimi için önemli kavramları öğrenme hedeflerini belirlemek ve netleştirmek için uzmanlar ve uygulayıcılarla çalışma toplantıları düzenlemiştir. Ayrıca proje kapsamında "Malzeme Araştırma Bilim ve Mühendislik Merkezi" adında bir eğitim portalı da düzenlemiştir.

Nano Dünyayı Keşfetmek, eğitimcilere web sitesi aracılığı ile materyaller sunarak yenilikçi bir bakış açısı ile eğitici sunumlar yaparak güncel yayınlar yayınlamaya katkı sağlamak gibi hedeflerle bilim ve mühendislik alanındaki halkın anlayışını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu

portalda çok ilginç ders planları, alıştırmalar, deneyler, kurslar, etkinlikler ve programlar vb. bulunmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalarda araştırma çalışma gruplarının nanoteknoloji bilim dalı ile ilgili bilgi seviyeleri düşük olduğundan bu bilim dalına yönelik algı ve görüşlerinin de düşük olduğu saptanmıştır. Bu araştırmalar aşağıdaki şekildedir:

Cobb ve Macoubrie (2004) tarafından yapılan çalışmada halkın nanoteknoloji hakkında ne bildikleri, tutumları üzerinde edindikleri bilgilerin etkileri, bilim hakkındaki düşünceleri ile nanoteknolojiye yönelik tutumları arasında bir ilişki olup olmadığı ve nanoteknoloji ile ilgili kavramlara duygusal tepkilerin ne olduğunu araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre; örneklemin nanoteknoloji ile ilgili çok az bilgiye sahip oldukları halde, büyük bir çoğunluğun nanoteknolojinin avantajlarının dezavantajlarına göre daha fazla olduğunu ifade ettikleri saptanmıştır.

Macoubrie (2005) tarafından yapılan çalışma Amerikalıların nanoteknoloji hakkındaki bilgileri araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre çalışmaya katılan bireylerin nanoteknoloji farkındalıkları çok düşük olduğu ortaya çıkmıştır.

Besley ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmada nanoteknoloji ile ilgili halkın görüş ve tutumlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, nanoteknolojinin faydalarının risklerine oranla daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Currall (2009) tarafından yapılan araştırmada insanların nanoteknolojiye olan ilgilerinin olumlu tutumlar üzerinde ilişkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Balemen (2009) tarafından yapılan araştırmada biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji konularındaki bilgi seviyelerini belirlemesi ve nanobiyoteknoloji öğretim yöntem ve seviyelerinin belirlenmesine yönelik araştırmada, öğretmen adaylarının bilgi seviyesi düşük olduklarından, algılarının da düşük olduğu saptanmıştır.

Ekli (2010) tarafından ilkökul öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşleri ve tutumları farklı değişkenler açısından incelenmiş olup araştırma sonucunda öğrencilerin nanoteknoloji bilim dalı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıklarından dolayı farkındalıklarının düşük olduğu saptanmıştır.

Şahin ve Ekli (2013) tarafından orta öğretim okullarında nanoteknoloji hakkında öğrencilerin genel bilgi birikimleri, temel bilgileri, görüşleri ve risk algıları incelemiştir. Öğrencilerin nanoteknolojiyle ilgili farkındalıklarının yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Aslan ve diğerlerinin (2014) fen bilgisi öğretmen adaylarına (380) yaptığı nanoteknoloji ölçeği ile öğrencilerin nanoteknoloji farkındalık düzeyleri araştırılmıştır. Elde edilen bulgulardan çıkan sonuçlara göre öğrencilerin akademik başarıları ile farkındalıkları arasında anlamlı fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde daha çok nanoteknolojiye yönelik halkın tutum (Burri & Bellucci, 2008; Dyehouse et al., 2008; Kahan et al., 2007; Nerlich et al., 2007; Macoubrie, 2006; Waldron et al., 2006; Cobb, 2005; Lee et al., 2005; Cobb & Macoubrie, 2004) ve görüşleri (Currall, 2009; Besley et al., 2008; Scheufele et al., 2008; Pidgeon & Rogers, 2007) yapılan birçok çalışmanın konusunu oluşturmuştur. Nanoteknoloji gelişmekte olan güncel bir bilim dalıdır ve bu alanda doğru eğitilmiş insan kaynağı önemlidir. Yeni nesillerde nanoteknoloji ile ilgili bilgi, bilinç, olumlu tutum sağlamak amacıyla öncelikle öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik algılarının

tespit edilmesi ve olumlu algı geliştirilmesinin sağlanmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Literatür araştırmaları sonucunda; nanoteknoloji bilim dalını ilgilendiren biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarıyla yapılan araştırmalar sınırlıdır. (Nerlich ve ark, 2007; Dyehouse ve ark, 2008; Ekli, 2010; Kadioğlu, 2010). Bu eksiklikten yola çıkarak araştırmamızın amacı; biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik algılarını araştırmaktır.

Bu genel amaç çerçevesinde, araştırmanın problem cümlesi,

“Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algıları nelerdir?” şeklindedir.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Modeli/ Deseni

Araştırmanın yöntemi olarak nitel araştırma yöntemi kullanılmış olup, araştırmanın amacı kapsamında, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır. 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 listesi de kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Bu araştırma biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algılarının incelenmesi amaçlandığından; araştırma durum çalışması (case study) biçiminde desenlenmiştir.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu; 2014-2015 öğretim yılında Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı'nda eğitim gören toplam 138 öğrenciden ulaşılabilen 91 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmanın modeli olarak, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır.

2.3. Verilerin Toplanması/Süreç

2.3.1. Veri toplama araçları

Veri toplama aracı olan görüşme sorularının geliştirilmesi aşamasında önce ilgili literatür taraması yapılarak incelenmiştir. Ayrıca alan uzmanlarının da görüşleri alınarak görüşme sorularında gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algıları ile ilgili verilere, yarı yapılandırılmış 2 açık uçlu sorudan oluşan görüşme formu kullanılarak elde edilmiştir:

1. Nanoteknoloji bilim dalı hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?
2. Eğer fırsatınız olsaydı, nasıl bir nanoteknolojik ürün ya da malzeme üretmek isterdiniz?

2.4. Verilerin Analizi

Araştırmanın amacına yönelik hazırlanmış yarı yapılandırılmış açık uçlu görüşme sorularından elde edilen verilerin analizinde, içerik analiz yöntemi kullanılmıştır. Yapılan araştırmada içerik analiz yöntemi toplanan verilerin yorumlanmasında gerekli kavramalara ve değişkenler arası ilişkiler ulaşmak için yapılmaktadır. Bu kapsamda, metin içindeki belirli kelimeler veya kavramlar belirlenmiştir. Toplanan veriler bu doğrultuda, belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek ve okuyucunun anlayabileceği bir biçimde organize edilerek

yorumlanmıştır. Bu araştırma modeli ile, kelimelerin ve kavramların varlığı, anlamları ve ilişkileri belirlenir ve metinlerdeki mesajla ilgili sonuçlar ortaya konulmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Elde edilen veriler, çalışmanın amaçları doğrultusunda temalar ve alt temalar tanımlanarak MAXQDA 12 kullanılarak analiz edilmiştir.

Elde edilen verilerin analizi (Miles & Huberman, 1994; Yıldırım ve Şimşek, 2016):

- Araştırmanın amacına uygun olarak hazırlanmış her bir görüşme sorusu MS Office Programı ile ayrı bir Word dosyası olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.
- Word dosyasındaki veriler nitel analiz programı MAXQDA'ya aktarılmış olup, veriler tek tek programda kodlanmıştır.
- Kodlanan veriler MAXQDA Programı ile frekansları ve yüzdeleri analiz edilerek, Word dosyası olarak kaydedilmiştir.
- Her görüşme sorusuna ait verilerin kodları araştırmacı tarafından incelenerek temalaştırılarak uygun kategoriler altında toplanmıştır.
- Kodlamaların karşılaştırılması ve güvenilirliği için, alan uzmanlarından yardım alınarak kodlamalar temalar ve kategoriler karşılaştırılmıştır. Araştırmanın güvenilirliği için Miles & Huberman (1994)'ın;

$$\text{Güvenirlik} = \text{Görüş Birliği} / (\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})$$

formülünden faydalanılmıştır. Bu formüle göre, ar iki alan uzmanının yaptığı kodlamaların karşılaştırılması sonucunda araştırmanın güvenilirliği %80 olarak bulunmuştur.

- Elde edilen bulguların tespitinde; görüşme sorularındaki verilerin güvenilirlik çalışmaları yapıldıktan sonra, araştırma soruları ilgili literatürle desteklenmiştir.
- Elde edilen bulguların yorumlanmasında ise; bulgular, araştırma soruları ile ilgili olarak açıklanarak yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Bu bölümde araştırmanın bulgu ve yorumlarına dayalı ulaşılan sonuçların özetine yer verilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubunun demografik özelliklerine ilişkin elde edilen frekans ve yüzde dağılımları Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmanın Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri

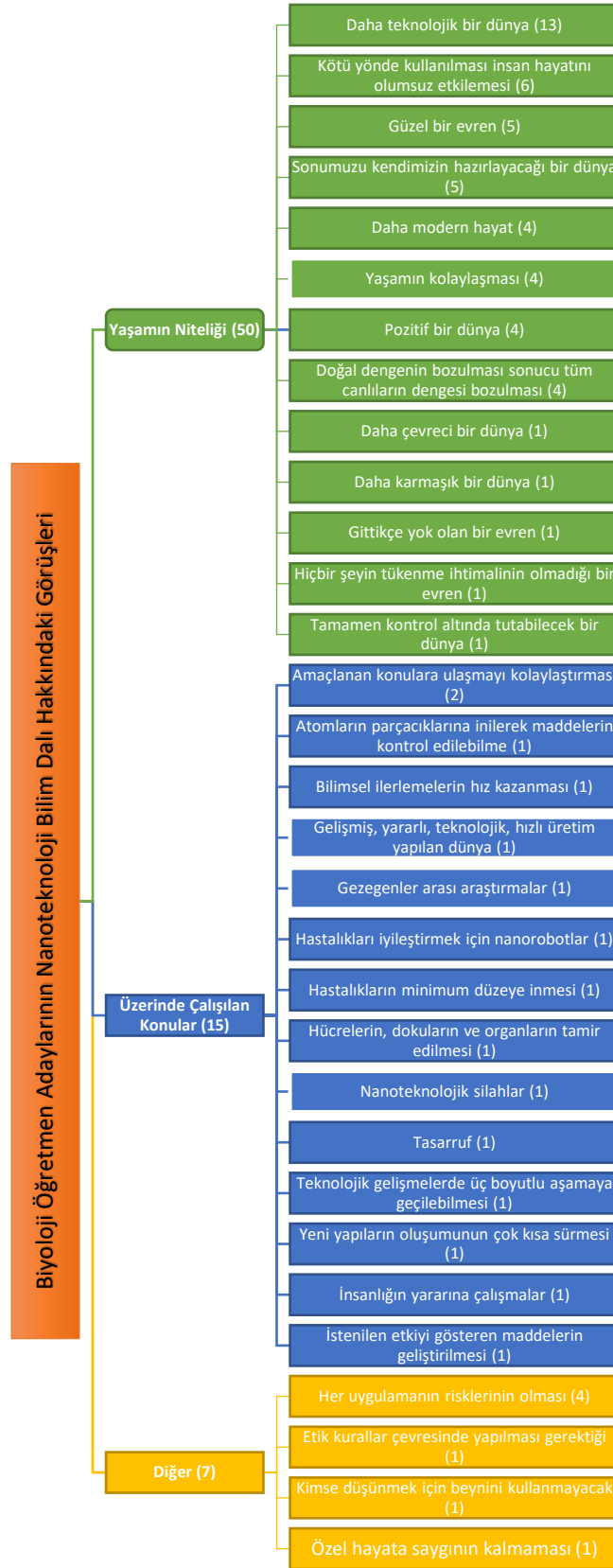
		F	%
Cinsiyet	Kadın	86	95%
	Erkek	5	5%
Sınıf	1. Sınıf	22	24%
	2. Sınıf	18	20%
	3.Sınıf	13	14%
	4. Sınıf	16	18%
	5. Sınıf	12	24%

n=91

Tablo 1'e göre, araştırmanın çalışma grubunun %95(86 kişi)' i kadın ve %5 (5 kişi)' i erkek olup; %24 (22 kişi)'ü 1.sınıf, %20 (18 kişi)' ü 2.sınıf, %14 (13 kişi)' ü 3.sınıf, %18 (16 kişi)' i 4.sınıf, %24 (12 kişi)' ü 5.sınıf biyoloji öğretmen adaylarından oluşmaktadır.

Araştırmanın amacına yönelik olarak oluşturulan görüşme sorunlarından; ilk açık uçlu soruda, biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki düşüncelerini ifade etmeleri istenmiştir. Elde edilen verilerin uygun kategoriler altında birleştirilerek kod haritası Şekil 1'de verilmiştir.

Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Bilim Dalına Yönelik Algıları
Şekil 1. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşleri



Şekil 1 incelendiğinde birinci açık uçlu sorudan elde edilen verilerden; biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki görüşleri bir bütün olarak ele alındığında işlev ve kavram yönüyle 3 farklı kategori açısından değerlendirilmiştir. Bunlar; yaşamın niteliği (50), üzerinde çalışılan konular(15) ve diğer(7)'dir.

Yaşamın niteliği kategorisinde; daha teknolojik bir dünya, güzel bir evren(13), daha modern hayat (5) gibi olumlu görüşler varken, kötü yönde kullanılması insan hayatını olumsuz etkilemesi (6), sonumuzu kendimizin hazırlayacağı bir dünya (5) gibi olumsuz görüşler de bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örneklerle aşağıda yer verilmiştir:

“Daha teknolojik bir dünya haline gelineceğine düşünüyorum.”

“Hayat kolaylaşacak her şey güzel olacak.”

“Kötü yönde kullanılması insan hayatını olumsuz yönde etkileyecek.”

Üzerinde çalışılan konular kategorisinde; her uygulamanın risklerinin olması (4), etik kurallar çevresinde yapılması gerektiği (1) gibi görüşler bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örneklerle aşağıda yer verilmiştir:

“Teknolojik gelişmelerde üç boyutlu bir aşamaya geçebiliriz.”

“Atomların parçacıklarına inerek maddeleri kontrol edebiliriz.”

“İyileştirici etkide nanorobotlar insan vücudunda gezebilir.”

Diğer kategorisinde; insanlığın yararına çalışmalar (1), atomların parçacıklarına inilerek maddelerin kontrol edilebilme (1), hastalıkları iyileştirmek için nanorobotlar (1) gibi görüşler bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örneklerle aşağıda yer verilmiştir:

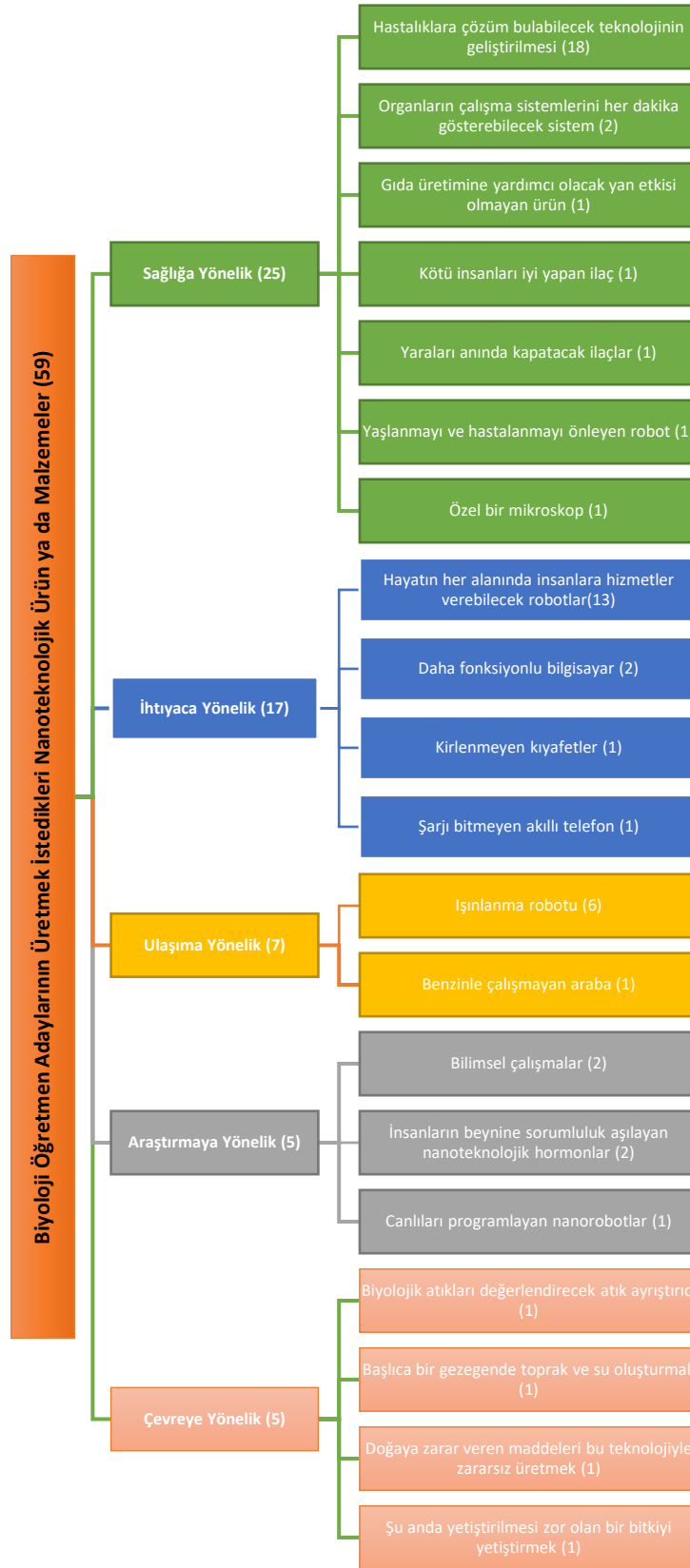
“Etik kurallar çevresinde yapılmalı.”

“Kimse düşünmek için beynini kullanmayacak.”

“Özel hayata saygı kalmaz.”

İkinci açık uçlu soruda, biyoloji öğretmen adaylarının üretmek istedikleri nanoteknolojik ürün ya da malzemeleri hakkındaki görüşlerinden elde edilen verilerin uygun kategoriler altında birleştirilerek kod haritası Şekil 2’de verilmiştir.

Şekil 2. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Üretmek İstedikleri Nanoteknolojik Ürün Ya Da Malzemeleri Hakkındaki Görüşleri



Şekil 2 incelendiğinde ikinci açık uçlu sorudan elde edilen verilerden; biyoloji öğretmen adaylarının üretmek istedikleri nanoteknolojik ürün ya da malzemeleri hakkındaki görüşleri bir bütün olarak ele alındığında işlev ve kavram yönüyle 5 farklı kategori açısından değerlendirilmiştir. Bunlar; sağlığa yönelik (25), ihtiyaca yönelik (17), ulaşımaya yönelik (7), araştırmaya yönelik (5) ve çevreye yönelik (5)'tir.

Sağlığa yönelik kategorisinde; hastalıklara çözüm bulabilecek teknolojinin geliştirilmesi (18), organların çalışma sistemlerini her dakika gösterebilecek sistem (1), yaşlanmayı ve hastalanmayı önleyen robot (1) gibi görüşler bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

“Astım hastalarının bronşlarını açacak bir teknoloji geliştirirdim.”

“Şu an çözümü zor olan hastalıklar için çözüm arardım.”

“Hastalığı teşhis ve tedavi edebilen bir doktor yapardım.”

İhtiyaca yönelik kategorisinde; hayatın her alanında insanlara hizmetler verebilecek robotlar(13), daha fonksiyonlu bilgisayar (2), kirlenmeyen kıyafetler (1) gibi görüşler bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

“Temel ihtiyaçlarımı kapsayan her şey yapardım.”

“Evlere servis yapan, adres bulma navigasyon özelliği yüklü robot yapardım.”

“Kirlenmeyen kıyafetler yapmak isterdim.”

Ulaşımaya yönelik kategorisinde; ışınlanma robotu (6), benzinle çalışmayan araba (1) gibi görüşler bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

“Işık hızıyla yolculuk yapan bir alet geliştirirdim.”

“Benzinle çalışmayan araba yapardım.”

Araştırmaya yönelik kategorisinde; insanların beynine sorumluluk aşıl原因 nanoteknolojik hormonlar (2), canlıları programlayan nanorobotlar (1) gibi görüşler bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

“Canlıların en küçük yapı taşına kadar programlama yapan nanorobot yapardım..”

“Ülkemizde hala üretimi olmayan propilen oksit gazı yapardım.”

Çevreye yönelik kategorisinde; doğaya zarar veren maddeleri bu teknolojiyle zararsız üretmek (1), yeşil alanların artabileceği geri dönüşüm teknoloji (1), şu anda yetiştirilmesi zor olan bir bitkiyi yetiştirmek (1) gibi görüşler bulunmaktadır. Bu kategorideki biyoloji öğretmen adaylarının cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

“Doğaya zarar veren maddeleri bu teknolojiyle zararsız üretmek isterdim.”

“Yeşil alanların artabileceği geri dönüşüm teknolojisini oluştururdum.”

“Şu anda yetiştirilmesi zor olan bir bitkiyi yetiştirmek isterdim.”

4. Tartışma ve Sonuç

Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algılarının incelenmesi amacıyla 86 kız, 5 erkek biyoloji öğretmen adaylarından oluşan araştırmanın çalışma grubuna sorulan iki açık uçlu görüşme sorularından elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalı hakkındaki görüşleri bir bütün olarak ele alındığında işlev ve kavram yönüyle 3 farklı kategori açısından değerlendirilmiştir. Bunlar; yaşamın niteliği (50), üzerinde çalışılan konular(15) ve diğer(7)'dir. Biyoloji öğretmen adaylarının üretmek istedikleri nanoteknolojik ürün ya da malzemeleri hakkındaki görüşleri ise; işlev ve kavram yönüyle 5 farklı kategori açısından değerlendirilmiştir. Bunlar; sağlığa yönelik (25), ihtiyaca yönelik (17), ulaşımaya yönelik (7), araştırmaya yönelik (5) ve çevreye yönelik (5)'tir. Bu bulgulardan yola çıkılarak; biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algılarının güncel bilgilerden oluşmasından ve bilimsel bilgilerden uzak olmasından dolayı düşük düzeyde olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda biyoloji öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu nanoteknolojiye yönelik algılarının olumlu olduğu; ancak olası risklerinde olduğunu belirttikleri ve bazılarının bu konuda kaygılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Parr (2005) ve Siegrist'in (2000) yaptığı benzer çalışmalar incelendiğinde nanoteknoloji uygulamalarına yönelik düşük güven tespit edilmiştir. Çalışmamıza benzer sonuç gösteren araştırma da nanoteknoloji ile ilgili kavramsal bilgi eksikliği olduğu belirtilmiştir.

Kadıoğlu (2010) yaptığı çalışmada eğitim fakültelerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri tespit edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgularla benzer sonuçlar gösteren bu çalışmada da fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik algıları konusunda büyük bir bilgi eksikliği ile yetiştigi ve nanoteknoloji hakkında yordama eksikliğinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatür incelendiğinde yapılan çalışmaların çoğunluğunun halkın nanoteknolojiye yönelik tutum ve görüşlerini ortaya koyulduğu görülmektedir (Farshchi et al., 2011; Retzbach et al., 2011; Macoubrie, 2006). Öğretmenlerin nanoboyut ve nanoölçek anlayışındaki eksiklikler son yıllarda yapılan çalışmalarda ortaya çıkmaktadır (Elmarzugi et al., 2014; Rodgers et al., 2013). Hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin nanoteknoloji bilim dalında daha yüksek düzeyde bilgiye ulaşmasını sağlamak için bilgi seviyelerinin belirlenmesi oldukça önemlidir (Jones ve diğerleri, 2011).

Ekli (2010) tarafından yapılan çalışmada ilköğretim ikinci kademe (6., 7. ve 8. sınıf) öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarını araştırmıştır. Elde edilen bulgulardan, nanoteknoloji bilim dalına yönelik farkındalıklarının düşük düzeyde olması çalışmamızla benzer sonuçlar elde edilmiş olup öğrencilerin büyük bir kısmının teknolojiye yönelik olumlu tutumlara sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sheetza, Vidalb, Pearsonc ve Lozano (2005) nanoteknolojinin ve teknolojinin ilerleyişi hakkında ne düşündüklerini belirlemek için 978 öğrenci ve akademik personele yaptıkları çalışmada katılımcıların sadece % 17'sinin nanoteknoloji farkındalığına sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Benzer bir çalışmada Ekli (2010), öğrencilerin çoğunun nanoteknoloji hakkında az bilgi sahibi olduğunu ve sınırlı farkındalık kaynaklarının daha görsel medya ile ilişkili olduğunu saptarmıştır.

Retzbach, Marschall, Rahnke, Otto ve Maier (2011), tarafından yapılan araştırmada 587 kişilik araştırma örneğine nanobilim ve nanoteknoloji algısını, bilimsel ilgi alanlarını, metodolojik olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucu çalışmamızla benzer olarak araştırma örneğinin nanoteknoloji farkındalıklarının düşük oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Farshchi, Sadrnezhaad, Nejad, Mahmoodi ve Abadi (2011), insanların nanoteknoloji kavramına yabancı olduğunu ve nanoteknolojinin bilinirliğini ve tutumlarını belirlemişlerdir. Araştırma sonucu çalışmamızla benzer olarak araştırmanın örneğinin nanoteknoloji bilim dalına yönelik farkındalıklarının düşük olduğu saptanmıştır.

Şenocak (2014), nanoteknoloji kavramı hakkında bireylerin bilgi seviyesini ölçtüğü araştırmasında yabancı olduğu kadar Türk toplumunun çoğunun nanoteknoloji kavramlarını çok fazla duymadığı sonucuna ulaşmışlardır. Araştırma sonucu nanoteknoloji bilim dalına yönelik farkındalık düzeylerinin düşük olarak saptanması çalışmamızdan elde ettiğimiz verilerle paralellik göstermektedir.

Karataş ve Ülker (2014) tarafından yapılan araştırmada, KTÜ kimya ve kimya öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgi seviyelerinin düşük olduğu saptanmıştır. Bu sonuç bizim çalışma sonucumuzla benzerlik göstermektedir.

Elmarzugi ve diğerlerinin (2014) yaptığı araştırmada 330 akademik personel ve öğrencinin nanoteknoloji farkındalığını belirlemesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre; akademik personelin ve öğrencilerin nanoteknoloji konusunda farkındalığının düşük olduğunu ve katılımcıların çoğunun nanoteknolojinin önemini fark ettiğini ve bu ileri teknoloji hakkında daha fazla bilgi edinmek için istekli oldukları sonucuna ulaşmıştır. Yapılan çalışmaya göre, toplum, radyo-TV programları ve reklamlarıyla ilgili diğer bilgi kaynaklarına göre nanoteknoloji farkındalığı üzerinde daha fazla etki yaptığı ortaya çıkan sonuçlar arasındadır.

Enil ve Köseoğlu (2016) tarafından fen bilimleri (Fizik, Kimya, Biyoloji) alanında formasyon eğitimi alan öğrencilerle yapılan çalışmada, öğrencilerin nanoteknoloji farkındalığı, ilgi ve tutumları incelenmiştir. Araştırma sonucu elde edilen bulgularda, öğrencilerin nanoteknoloji farkındalıkları düşük bulunduğundan, çalışmamızla benzer sonuç göstermiştir.

Nanoteknoloji güncel ve gelişmekte olan bir bilimdir. Her alanda olduğu gibi nanoteknoloji konusunda da doğru eğitilmiş insan kaynağı büyük önem taşımaktadır.

İlköğretimden başlayarak ortaöğretim, lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimine kadar her seviyeye göre nanoteknoloji dersi programlara girmeli, nanoteknoloji eğitimi verilmelidir.

Biyoloji öğretmen adaylarına bilimsel etkinlikler yoluyla merak ve ilgi uyandıracak onları araştırmaya teşvik edecek çok yönlü nanoteknoloji sunumlarıyla bilgilendirmek gerekmektedir.

Öğretmen adaylarının günden güne yeniliklerle karşılaşmalarına çıkacak nanoteknoloji bilimine olumlu açıdan bakmaları sağlanmalı, nanoteknoloji öğrenme isteği onların hedeflerinden biri haline getirilmelidir.

Gelecek genç nesilleri emanet alacak olan öğretmen adaylarında bu yönde bir gelişme sağlanması için ilk adım olarak nanoteknoloji ile ilgili algılarının hangi yönde olduğundan ve en önemlisi konuyla ilgili ne düşündüklerinden haberdar olmak en iyi başlangıç olacaktır.

Yeni kuşaklarda nanoteknolojinin bilinirliğini, tutumlarını ve bilgisini artırmak, onları yetiştiren öğretmenlere bağlıdır. Bu nedenle, öğretmenlerin nanoteknoloji konusunda bilinç, tutum ve bilgi düzeylerini yükseltmek gereklidir. Böylece gelecek nesilleri, karşı karşıya kalacakları yeniçağ olan nanoteknoloji çağına hazır hale getirebiliriz. Ayrıca, nanoteknoloji konularının öğrencilerin kavrayış düzeylerini, orta öğretim programlarına entegre edilebilecek uygulamaları ve içeriği içerebileceği ve öğrencilerin nanoteknolojiyle ilgili farkındalıklarını arttırabileceği de anlaşılmaktadır.

Kaynaklar

- Balemen, N. (2009). *Biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji konularındaki bilgi seviyelerini belirlemesi ve nanobiyoteknoloji öğretim yöntem ve seviyelerinin belirlenmesi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- 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.
- Burri, R. V., Bellucci, S. (2008). Public perception of nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 10(3), 387-391.
- Cobb, M. D., Macoubrie, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 6(4),395-405.
- Cobb, M. D. (2005). Framing effects on public opinion about nanotechnology. *Science Communication*, 27(2),221-239.
- Currall, S. C. (2009). New insights into public perceptions. *Nature Nanotechnology*, 4(2),79-80.
- Distler, D. (2002). Nanoteilehen İn Megatonnen: Vielfaltige Anwendungen Für Polymerdispersionen. *Basf-Presseinformation 28./29. Oktober*, Mannheim.
- Dyehouse, M. A., Diefes-Dux, H. A., Bennett, D. E., Imbrie, P. K. (2008). Development of an instrument to measure undergraduates' nanotechnology awareness, exposure, motivation and knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5),500-510.
- Ekli, E. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından araştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Elmarzugi, N. A., Keleb, E. I., Mohamed, A. T., Benyones, H. M., Bendala, N. M., Mehemed, A. I., & Eid, A. M. (2014). Awareness of Libyan Students and Academic Staff Members of Nanotechnology. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4(06): 110-114.
- Enil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri, İlgileri ve Tutumlarının Araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(1), 61-77.
- Erkoç, Ş. (2008). *Nanobilim ve Nanoteknoloji*. Ankara: Odtü Yayıncılık.

- Farshchi, P., Sadrnezhaad, S. K., Nejad, N. M., Mahmoodi, M. & Abadi, L. I. G. (2011). Nanotechnology in the Public Eye: The Case of Iran, as a Developing Country. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(8), 3511–3519.
- Feynman, R. P. (1959). There Is Plenty Of Room At The Bottom: An Invitation To Enter A New Field Of Physics. Erişim Adresi: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>.
- Gök, H. (2007). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Uzmanlarının Nanoteknolojiden beklentileri. *Türk Fiz. Tıp Rehab. Derg.* 53(2),13-17.
- Kadioğlu, F. (2010). *Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kahan, D. M., Slovic, P., Braman, D., Gastil, J., Cohen, G. (2007). Affect, values, and nanotechnology risk perceptions: an experimental investigation. Project Report:Cultural Cognition Project at Yale Law School, *Woodrow Wilson International Center for Scholars*, 22-62.
- Lee, C. J., Scheufele, D. A., Lewenstein, B. V. (2005). Public attitudes toward emerging technologies - examining the interactive effects of cognitions and affect on public attitudes toward nanotechnology. *Science Communication*, 27(2),240-267.
- Luther, W. (2004). International Strategy And Foresight Report On Nanoscience And Nanotechnology.
- Macoubrie, J. (2005). Informed public perceptions of nanotechnology and trust in government. Project report: Emerging Nanotechnologies, *Woodrow Wilson International Center for Scholars*, 1-16.
- Macoubrie, J. (2006). Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government. *Public Understanding of Science*, 15(2),221-241.
- Nanoyou, 30 Nisan 2017, <http://nanoyou.eu>
- Nanotechnology for Schools (2007), 30 Nisan 2017, <http://www.nanoscience.cam.ac.uk/schools/links.html>
- Nanokids, 30 Nisan 2017, <http://www.nanokids.rice.edu>
- Nanotech Kids, 30 Nisan 2017, <http://www.nanonet.go.jp/english/kids/>
- Nanotech School, 30 Nisan 2017, <http://www.nanonet.go.jp/english/school/>
- 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.

- 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.
- Ramsden, J.J. (2005). What is nanotechnology?, *Nanotechnology Perceptions*. 13-17.
- Report Nanoscience and Nanotechnology (2004). Opportunities and Uncertainties. *The Royal Society*, 16-17.
- 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.
- Rodgers, K., J., Diefes-Dux, H., A., Madhavan, K. (2013). First-Year Engineering Students Explore Nanotechnology in Engineering, 41st SEFI Conference, 16-20 September 2013, Leuven, Belgium.
- 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.
- Sharifzadeh, M. (2006). Nanotechnology Sector Report. *Cronus Capital Markets*, 1st Quarter.
- Waldron, A. M., Spencer, D., Batt, C. A. (2006). The current state of public understanding of nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 8(5),569-575.
- Winkelmann, K., (2013). Learning About the Societal Impacts of Nanotechnology Through Role Playing. *Journal of Nano Education*, 4(2), 67-81.
- Winkelmann, K., (2014). A Ten Year Review of the National Science Foundation Nanotechnology in Undergraduate Education (NUE) Program. *Journal of Nano Education*, 6(2), 109-116.
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Extended Summary

1. Introduction

Nanotechnology is one of the most important branches of science of the 21st both because it is an interdisciplinary science which has emerged in addition to basic sciences such as physics, chemistry and biology and applied sciences such as material, electronics, chemical and computer engineering, and in which all these sciences intersect and because it is an important part of several new developments which are evolutionary to humans especially in information technology. In brief, nanotechnology simply means creating materials, components, equipment and/or systems (1-100 nm) close the level of atoms or nanometre. Nanotechnology enables the manipulation of substances in nanoscale such as manufacturing, screening, measuring and modelling (Gök, 2007; Erkoç, 2008).

Nanotechnology is a contemporary branch of science which has been developing, and correctly trained human resource is important in this field. It is thought that it is necessary to determine especially prospective teachers' perceptions of nanotechnology and to assure that they develop positive perceptions so that the next generations might have knowledge, consciousness and positive attitudes in this respect.

It is very important to introduce students to these issues before they start higher education due to the fact that nanomaterials have become a part of our daily life. Following an analysis performed to determine the pedagogical importance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy, it was concluded that the pedagogical importance of nanoscience and of nanotechnology had increased (Winkelman, 2013).

This study aims to analyse prospective biology teachers' perceptions of nanotechnology.

In accordance with this general purpose, the research problem was formulated as "what perceptions do prospective biology teachers have in relation to nanotechnology?"

2. Method

The aim of this study is to examine the perceptions of biology teacher candidates on nanotechnology. The case is designed as a case study.

The study group; In the 2014-2015 spring semester, Hacettepe University Biology Education Department consists of 91 biology teacher candidates'. In the study, the criterion sampling qualitative analysis method was used.

During the development of interview questions, which is a data collection tool, it was firstly analyzed by making a literature review. In addition, opinions of the field experts were taken and necessary corrections were made in the interview questions.

Biology teacher candidates' data about their perception of nanotechnology were obtained by using interview form consisting of two semi-structured open-ended questions.

3. Findings, Discussion and Results

A summary of the conclusions reached based on the findings and comments of the study is given below:

The study group of the study; 95% (86 people) of women and 5% (5 people) of men; 24% (22 people) 1st grade, 20% (18 people) 2nd grade, 14% (13 persons) 3rd grade, 18% (16 persons) 4th grade, 24% (12 people) consists of 5th grade biology teacher candidates.

In the category of topics studied; there is a risk that every practice should have risks (4), should be done around ethical rules (1). In the other category; For the benefit of humanity, studies (1),

control of substances by going down to the particles of atoms (1), nanorobots (1) to improve diseases are views.

From the data obtained from the second open-ended question; When biology teacher candidates' opinions about the nanotechnological products or materials they want to produce are taken as a whole, they are evaluated in terms of function and concept in terms of 5 different categories. These; for health (25), for needs (17), for transportation (7), for research (5) and for environment (5).

In the category of health; (1), the system (1) that can show the working systems of the organs in every minute, and the robot (1) which prevents the aging and sickness.

In the category of needs-specific; There are opinions such as robots (13), a more functional computer (2), and non-contaminated clothing (1) that can provide services to people in all areas of life. In the category for transportation; There are views such as the teleportation robot (6), the gas-free car (1). In the category of research; There are opinions such as nanotechnological hormones (2), nanorobots that program living things (1), which instill responsibility in people's brain. In the category of environmental; There are opinions such as (1) to produce harmless nature with the technology (1), to recycle technology (1) where green areas can increase, and to grow a plant that is difficult to grow at present.

Based on these findings; Biology teacher candidates' perceptions about nanotechnology can be said to be low due to the fact that they consist of up-to-date information and lack of scientific knowledge.

It was found that the majority of prospective biology teachers had positive perceptions about nanotechnology, but that there were also probable risks according to their statements. Thus, it was concluded that they were anxious about this.

It is believed that it would be the best start to be informed of prospective teachers' perceptions of nanotechnology and -most importantly- what they think of the issue so that progress can be made in prospective teachers in this respect.

Araştırma makalesi: Köseoğlu, P. & Mercan, G. (2018). Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 687-706.