

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM
DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI



FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ FARKINDALIK
DÜZEYLERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BERNA SAYIN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Sıtkı EKER

BOLU, AĞUSTOS - 2022

KABUL VE ONAY SAYFASI

Berna SAYIN tarafından hazırlanan “**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

23/08/2022

Jüri Üyeleri

Danışman
Prof. Dr. Sıtkı EKER
B.A.İ.B.Ü.

Üye
Prof. Dr. Soner DURMUŞ
B.A.İ.B.Ü

Üye
Prof. Dr. Murat GENÇ
Düzce Üniversitesi

İmza

.....

.....

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin 25/07/2022 tarihinde Turnitin adlı intihal tespit programından enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 24 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışma için İnsan Araştırmalar Etik Kurulundan 2022/150 sayısı ile etik izin alınmıştır.

.....

BERNA SAYIN

ÖZET

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOTEKNOLOJİ
HAKKINDAKİ FARKINDALIK DÜZEYLERİNİN FARKLI
DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BERNA SAYIN
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SITKI EKER)**

BOLU, AĞUSTOS - 2022

X + 34

Nanobilimin ve nanoteknolojinin gelecekteki toplumsal ve ekonomik etkileri, nano-okur-yazar bir kamuya ve nano-yetkin bir işgücüne olan talebi arttırmaktadır. Bu, okullarda nano eğitim müdahalelerine ve resmi olmayan öğrenme bağlamlarına acil ihtiyaç anlamına gelmektedir. Eğitim sisteminde yer alan öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgilerinin ortaya çıkarılması, bahsedilen konuların eğitim sistemimize dâhil edileceği süreçte önemli ve öncelikli adımlardan birini teşkil etmektedir. Bu süreçte yönelik olarak, Fen Bilgisi Öğretmenliği programı öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında farkındalık seviyelerinin farkındalık ölçeği ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen bulgulardan fen bilgisi öğretmenliği programı öğrencilerinin ortalama farkındalık puanlarının istatistiksel olarak daha anlamlı olduğu bulunarak şimdiye kadar yapılan çalışmaların üzerine farklı olarak öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin yıllar içinde pozitif yönde daha da arttığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümünde okuyan 2021-2022 yılı 1. 2. 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları ile nicel araştırma yöntemi ve betimsel-tarama modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Nanoteknoloji, Farkındalık, Betimsel tarama modeli, fen bilgisi öğretmen adayları

ABSTRACT

EXAMINATION OF PRE-SERVICE SCIENCE TEACHER'S AWARENESS LEVELS ABOUT NANOTECHNOLOGY IN TERMS OF DIFFERENT VARIABLES

MSC THESIS

BERNA SAYIN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

(SUPERVISOR: PROF.DR. SITKI EKER)

BOLU, AUGUST 2022

X + 34

The future societal and economic impacts of nanoscience and nanotechnology increase the demand for a nano-literate public and a nano-competent workforce. This means the urgent need for nano-educational interventions and informal learning contexts in schools. Revealing the knowledge of the students in the education system about nanoscience and nanotechnology constitutes one of the priority and important steps in the process in which the mentioned subjects will be included in our education system. For this process, it is aimed to determine the awareness level of Science Education program students about nanoscience and nanotechnology with the awareness scale. From the findings, it was found that the average awareness scores of science teaching students were at a good level, and it was observed that the awareness levels of pre-service teachers increased positively over the years, unlike the studies done so far. This study aims to reveal the awareness of pre-service science teachers about microtechnology and nanotechnology, with the prospective teachers of the 1st, 2nd, 3rd and 4th grades of Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Education, Department of Science Education for the year 2021-2022, using quantitative research method and descriptive research. was prepared using the scanning model.

KEYWORDS: Nanotechnology, Awareness, Scale, Descriptive survey model,
prospective science teachers

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLO LİSTESİ	viii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	ix
TEŞEKKÜR	x
1. GİRİŞ.....	11
1.1 Araştırmanın Önemi ve Amacı	14
1.2 Problem Durumu	15
1.3 Tanımlar.....	15
2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ	
ARAŞTIRMALAR.....	17
2.1 Nanobilim ve Nanoteknoloji: Kuantum Teorisi	17
2.2 İlgili Araştırmalar	20
3. YÖNTEM.....	26
3.1 Araştırmanın Yöntem ve Modeli	26
3.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi.....	26
3.3 Veri Toplama Aracı	26
3.4 Verilerin Analizi	27
4. BULGULAR	29
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
7. KAYNAKLAR.....	38
8. EKLER.....	40

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Ölçekten Elde Edilen Verilerin Betimsel İstatistik Sonuçların).	30
Tablo 4.2. Ölçekten Elde Edilen Verilerin Cinsiyete Göre Normallik Testi....	31
Tablo 4.3. Cinsiyete Göre Anlamlı Fark Olup Olmadığını Belirleyen Test. ...	31
Tablo 4.4. Öğretmen Adaylarının Farkındalık Düzeylerinde Sınıf Değişkenine Göre Yapılan Kruskal-Wallis Analizi Sonuçları.....	32
Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında Duydukları ile Bilgi Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Kruskal Wallis Veri Sonuçları.	32
Tablo 4.6. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında “Çok az” Duyanlarla “Biraz” Duyanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann Withney U test sonuçları.	33
Tablo 4.7. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında “Çok az” Duyanlarla “Fazlaca” Duyanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann Withney U test sonuçları.	33
Tablo 4.8. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında “Biraz” Duyanlarla “Fazlaca” Duyanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann Withney U test sonuçları.	33

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

NBT	: Nanobilim ve Nanoteknoloji
SPSS	: Ar Statistical Package for the Social Sciences
B.A.İ.B.Ü	: BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ



TEŞEKKÜR

Yüksek lisansta gerek ders dönemi gerek ise tez yazma sürecimde beni destekleyen çok kıymetli tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Sıtkı EKER' e en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım. Ayrıca lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca katkı sağlayan Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü Hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim. Yüksek lisans tez çalışmam sürecinde maddi ve manevi olarak desteklerini hiç eksik etmeyen biricik aileme teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunuyorum.



1. GİRİŞ

Nanoteknoloji bilim, teknoloji ve toplum üzerinde büyük bir etki yaratmaktadır ve bu etki günden güne artmaktadır. Aynı zamanda, her seviyedeki eğitim kurumları bunun önemini fark etmiş ve öğrencilerini nanoteknolojinin temel kavramlarıyla tanıştırmayı amaçlayan dersler vermiştir. Nanoteknoloji öğretiminin önemine karşın, öğrencilerin nanoteknoloji kavramlarını kavramalarına yardımcı olan sınıf içi etkinlikler, ilgili derslerin içeriği ve laboratuvarındaki etkinlikler, özellikle yükseköğretimde yeterince temsil edilememektedir.

Nanobilimin devrimci ilerlemesi, beraberinde geniş kapsamlı ve önemli toplumsal öğretme ve öğrenme zorlukları getirmektedir. Bu, nano ölçekte bilimsel çabadan kaynaklanan fiziksel, yaşam ve mühendislik bilimleri arasındaki yakınsamayı kapsayan eğitim girişimlerini gerektirir. Nanobilim, mevcut fotolitografi ile üretilen en büyük moleküller ile en küçük yapılar arasındaki orta büyüklükteki nesnelerin ortaya çıkan bilimidir; yani, birkaç nanometreden 100 nanometreye kadar değişen en küçük boyutlara sahip nesnelerin bilimi. Fen bilimleri ve elektrik mühendisliğinde, nanobilim çoğunlukla kuantum davranışıyla ve nano ölçekli yapılardaki elektronların ve fotonların davranışıyla ilişkilendirilir (Whitesides, 2005).

Nanoteknoloji, multidisipliner karakteri ile son birkaç on yıldan beri yükseliş yaşamış ve bilim ve teknolojinin neredeyse tüm alanlarında önemli bir etkiye sahip olmuştur. Nanoteknoloji, gerçek dünyada uygulamaları olan nano ölçekte yapılan teknolojiyi ifade eder. Nanomalzemelerin benzersiz fiziksel ve kimyasal özellikleri, topluma fayda sağlayan uygulamalar için kullanılmaktadır. Nanoteknoloji küresel ölçekte etkisi olan bir eğilimi temsil ederek genel amaçlı bir teknoloji haline gelmiştir. Ulusal Nanoteknoloji Girişimi birçok kurum tarafından 21. Yüzyıl Nanoteknoloji Araştırma ve Geliştirme ile ilgili kararlar alınarak resmileştirilmiştir. Nanoteknoloji, TÜBİTAK tarafından hazırlanan Vizyon 2023 Programı'na öncelikli alanlardan biri olarak alınmış bulunuyor (Çıracı vd., 2005). Nanoteknolojinin potansiyel güvenlik sorunları, işgücünün geliştirilmesi, eğitim ve müfredat üzerine araştırmalara yoğun bir şekilde devam edilmektedir.

Pek çok beklenti nanoteknolojiyi üreten nanobilimin disiplinlerarasılığına dayanmaktadır ve hatta nanobilim, alanın ilerlemesinde belirleyici faktör olarak öne sürülmüştür. Nanobilimin disiplinlerarası doğası, farklı seviyelerde fen eğitimine

ne gibi fırsatlar ve zorluklar getiriyor sorusunu ele alarak günümüzde nanobilimin çokça tartışılan disiplinlerarasılığını analiz etmekte ve ardından bu özelliklerin eğitimde nasıl ve neden ele alınması gerektiğini tartışmaktadır. Nanobilimin Disiplinlerarası doğası, Eğitim öğretim için önem kazanıyor. Böylece nanobilim ve nanoteknoloji (NBT) 21. Yüzyıl fen bilimlerinin matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarının bütünleştirilmesine dayanan eğitim ekosistemlerinde yakınsama ve ortaya çıkış ihtiyacı doğduğu görülmektedir.

NBT eğitim programlarında yer alması gereken nano ölçekli bilim ve teknolojinin temel kavramlarının öğretilmesinde karşılaştığı zorluklardan biri eğitimidir. Bu zorlukla başa çıkmak, NBT alanında birçok eğitim programı, müfredat ve modül ile sonuçlanmasını gerekli kılmaktadır. Ancak, NBT'nin eğitimsel yönünü geliştirmek ve yeterli bir temel sağlamak için öğretilmesi gereken kavramların belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bundan dolayı nanoteknolojiyi oluşturan temel niceliklerin ve kavramların bir haritasını oluşturmak ve bunlara uygun eğitim öğretim müfredatları tasarlamak gerekmektedir.

Nano ön ekiyle başlayan kavram ve alanlara ait eğitim, algılanamayacak kadar küçük nesneleri ve süreçleri kavramsallaştırmanın zor görevinin üstesinden gelmeyi içerir. Etkileşimli görselleştirme, nano ölçekli kavram ve ilkelerin aktif olarak araştırılması yoluyla nano dünyaya erişim sağlamak için potansiyel bir çözüm olarak hizmet eder. Gündelik yaşam, sanayi ve endüstriyel üretime yönelik araştırmalarıyla olan çeşitli bağlantıları nedeniyle nanoteknoloji, fen bilimleri için yüksek potansiyel sağlar. Nanobilim ve teknoloji eğitiminin eğitim sistemine kapsamlı bir şekilde uygulanması ve sürdürülebilir kalkınma için eğitim kavramı uygun bir eğitim çerçevesi sunar (Bhushan vd., 2016).

Nanoteknolojinin toplumdaki önemi giderek daha belirgin hale geldikçe, eğitimdeki önemi de daha belirgin hale gelmektedir. Bu, eğitimin tüm seviyelerinde, yani ilk, orta ve yükseköğretimde önemi kabul edilmiştir. Yükseköğretimde nanoteknoloji ile ilgili katkıların çoğu, nanoteknolojinin öğretilmesinin önemi, nanoteknoloji derslerinde öğretilen içerik veya laboratuvar deneylerinde nanoteknolojideki önemli kavramları laboratuvarında göstermek için faydalı bulunan konularla ilgilidir. Bununla birlikte, katkıların çoğu, nasıl öğretildiğine değil, ne öğretildiğine odaklandığından, herhangi bir düzeyde nanoteknoloji sınıfındaki etkinliklere ilişkin yalnızca birkaç yayınlanmış katkı vardır (Bauer, 2021).

Bu nedenle, hem örgün (örn. okullar) hem de gayri resmi (örn. bilim merkezleri) ortamlarda gelecekteki eğitim, nanobilim ile ilgili bilgileri sağlamak ve iletmek için gerekli araçlarla donatılmalıdır. Nanobilim ve nanoteknoloji aynı zamanda istemeden de olsa bilim ve teknolojiye olan ilgiyi ve motivasyonu teşvik etmek için bir katalizör görevi görmektedir. Yenilikçi nanomalzemelerin ortaya çıkışı ve öncü nano boyutlardaki çalışmalar, nano ön eki ile başlayan bilim, teknoloji, malzeme gibi diğer birçok konuların günlük hayatımızda artan etkisine işaret ediyor. Bu hızlı gelişmenin bir parçası olarak öğretmen adayları, nano teknolojinin toplumdaki etkilerini yorumlamada önemli bir rol oynayacaktır. Eğitim öğretim kurumlarında yetişen yeni nesil, nano boyutları algılayabilen, umutları ve korkuları hakkında bilimsel yargılarda bulunabilecekleri bir seviyede kullanabilecekleri bilgiye ihtiyaç duyarlar. Böyle bir “nano okuryazarlığı” geliştirmek, nanobilim becerilerinin geliştirilmesini ve nano ile ilgili toplumsal konuların farkındalığını gerektirir (Jones vd., 2013).

Gelecekte nanobilim ve naoteknoloji alanında vasıflı işgücü ihtiyacını karşılamak, öğrencilerin okulda nano ile başlayan kavramlara maruz kalmasına ve farkında olmalarına bağlıdır. Bu, nanobilim ve nanoteknolojinin okullardaki fen öğretimine entegrasyonunu gerektirir. Nano'nun yakınsak doğasına uygun olarak, bu tür kavramsal yapı taşları nano ile ilgili anlayışın temelini oluşturur ve aynı zamanda genel olarak bilimsel bilgiye disiplinler arası bağlantılar sunar. Aynı şekilde nano, geleneksel olarak fen bilimlerinde fizik, kimya ve biyoloji gibi ayrı ders konularına bölünmüş olan bilim içeriğini bütünleşmiş bir şekilde öğretmek için güçlü bir hareket noktası olarak ortaya çıkmaktadır (Whitesides,2005).

Nanobilim ve nanoteknoloji temel bilimler ve mühendislik uygulamaları alanında en hızlı gelişim gösteren konulardan birisidir. Bu aynı zamanda enerji, sağlık, ekoloji, biyoteknoloji ve diğer ilgili alanlara öncülük etmektedir. Tüm bunların en önemli ortak özelliği nano boyutlarda gerçekleştirilen çalışmaların kimya, fizik ve biyoloji gibi temel alanları birleştiren disiplinler arası bir konumda olmalarıdır. Yeni bir teknoloji devrimi olarak görülen nanoteknoloji disiplinler arası yeni bir bilim dalı olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla mucizevi ihtimallere sahip olan nanoteknoloji, bütün üretim ve endüstri alanlarını etkileyeceği düşünüldüğünden ekonomik olarak etkileri kaçınılmaz olacaktır (Çıracı vd., 2005). Yani nanobilim ve nanoteknoloji teknoloji üreten ülkelere bağlılık oluşturarak onların gerisinde ve onların gölgesinde kalmamıza neden olacaktır.

Bunun en güzel canlı örneği özellikle yaşadığımız son bir iki yıl içinde gerçekleştirilen aşı üretim çalışmalarında, nanoteknolojinin uygulanması hızla kendini göstermiş ve nano parçacık kaynaklı aşı uygulamalarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Dönmez vd. 2021). Nanoteknoloji, nano taşıyıcı tabanlı uygulama sistemleri sayesinde aşı gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır. SARS-CoV2 gibi dünya çapında büyük bir tehdit oluşturan salgın hastalıkların ortaya çıkması durumunda nanoteknoloji ve nanotıbbın önemi giderek artmıştır (Li vd., 2021). Artık Dünya çapında tanınan ve isimlerini çok iyi bildiğimiz Uğur Şahin ve Özlem Türeci'nin Covid-19 salgınına karşı geliştirdikleri nanoparçacık aşı teknolojisinde BioNTech aşıları için dağıtım aracı olarak lipid nanoparçacıkları kullanılmıştır, parçacık boyutlarının 80 ile 100 nm arasında olduğu rapor edilmiştir (Şahin vd., 2020).

Günümüzde güçlü ekonomilere sahip ülkeler bilimi üreten ve onu teknolojiye uygulayan ve tüm dünyaya pazarlayan konumdadırlar. Bilimi yeterli seviyede üretemeyip ve bizim olan teknolojik üretime dönüştüremediğimiz için dışarıya ödediğimiz para gittikçe artacak, ülkemizin öz kaynakları yetersiz hale gelerek gün geçtikçe daha fakir bir ülke haline geleceğiz. Dolayısıyla teknoloji transferiyle kalkınmamız mümkün değildir, nanoteknoloji gibi yüksek teknolojiyi mümkün kılacak bilimi kendimiz üretmeliyiz gerçeği, bilim ve teknoloji politikamızda paradigma değişikliğini ısrarla gerekli kılmaktadır (Ipek vd, 2020).

Nanoteknolojinin sağlayacağı potansiyelin tamamını toplumsal faydaya dönüştürmek için nanobilim eğitimi ve öğretiminin ortaöğretim seviyesinden lisansüstü seviyeye kadar tüm eğitim kademelerinde yer verilmesi gerekliliği ortaya çıkmış bulunmaktadır. Eğitim sistemi içinde bulunan Fen Bilgisi Öğretim Programında öğrenim gören öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki bilgilerinin ortaya çıkarılması, farkındalık düzeylerinin araştırılması bahsedilen konuların eğitim sistemimize dâhil edileceği süreçte önemli ve öncelikli adımlardan birini teşkil etmektedir. Bunun en önemli nedeni birkaç yıl sonra öğrenciler ile buluşacak olan öğretmen adaylarının bilgi ve farkındalık seviyelerine bakılarak bu konu hakkındaki düşünceleri araştırılmak istenmiştir.

1.1 Araştırmanın Önemi ve Amacı

Nanoteknolojinin toplumdaki önemi giderek daha belirgin hale geldikçe, eğitimdeki önemi de daha belirgin hale gelmektedir. Bu, eğitimin tüm seviyelerinde, yani ilk, orta ve yükseköğretimde kabul edilmiştir. Yükseköğretimde

nanoteknoloji ile ilgili katkılarının çoğu, nanoteknolojinin öğretilmesinin önemi, nanoteknoloji derslerinde öğretilen içerik veya laboratuvar deneylerinde nanoteknolojideki önemli kavramları laboratuvarında göstermek için faydalı bulunan konularla ilgilidir. Bununla birlikte, katkılarının çoğu, nasıl öğretildiğine değil, ne öğretildiğine odaklandığından, herhangi bir düzeyde nanoteknoloji sınıfındaki etkinliklere ilişkin yalnızca birkaç yayınlanmış katkı vardır (Bauer, 2021). Bu bağlamda öğretmen adaylarının bu şartlardaki duyum ve farkındalık düzeyi merak edilip araştırılmıştır. Böylelikle Fen Bilgisi Öğretmenliği programında öğrenim gören öğretmen adaylarının öğrenciler ile buluştuğunda nanoteknoloji hakkındaki farkındalıkları ile ilgili tahminlerde bulunabilmek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının; 1. Fen bilgisi öğretim programında öğrenim gören öğretmen adaylarının (1., 2., 3. ve 4. sınıflar) için mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik farkındalıkları nedir? 2. Fen bilgisi öğretim programında öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik farkındalık düzeylerinde cinsiyete göre farklılık var mıdır? 3. Fen bilgisi öğretim programında öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarında sınıf düzeyine göre farklılık var mıdır? 4 Fen bilgisi öğretim programında öğrenim gören öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknoloji hakkında duyumları yani haberdar olma kaynakları neler olabilir?

1.2 Problem Durumu

Fen Bilgisi Öğretim Programında öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki farkındalık düzeyleri ve nanoteknoloji konusundaki farkındalıklarının farklı değişkenler ile ölçülmesi sonucunda elde edilecek sonuçlar nelerdir?

1.3 Tanımlar

Nanoteknoloji; gerçek dünyada uygulamaları olan nano ölçekte yapılan teknolojiyi ifade eder Nano kelimesi, Yunanca "nannos" kelimesinden gelir ve "küçük yaşlı adam veya cüce" demektir. Günümüzde nano, teknik bir ölçü birimi olarak kullanılır ve herhangi bir birimin milyarda biri anlamını taşır (Walker vd., 2014). Nanometre, 1 metrenin milyarda biri ölçüsünde bir uzunluğu temsil eder (yaklaşık olarak artarda dizilmiş 5 ila 10 atom). Nano bir ölçek, nanoteknoloji de o boyutlarda geliştirilen teknolojiler anlamına gelir. Teknoloji, insanoğlunun çevresini değiştirmesinde her türlü bilgi birikimi ve bilimsel ilkelerin fiziksel nesne ve sistemlerin tasarım ve üretiminde kullanılması olarak tanımlanabilir

(Whitesides, 2005). Mikroteknoloji, boyutları 1 ile 100 mikrometre arasında değişen boyutlarda sistemlerin incelendiği ve teknolojisinin yapıldığı disiplinlerarası bir alndır. (Serway vd., (2018).



2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 Nanobilim ve Nanoteknoloji: Kuantum Teorisi

Diğer tüm bilimler gibi, fen bilimleri de deneysel gözlemlere ve nicel ölçümlere dayanır. Fen bilimlerinin temel amacı, doğal fenomenleri yöneten sınırlı sayıda temel kanunu belirlemek ve bunları gelecekteki deneylerin sonuçlarını tahmin edebilecek teoriler geliştirmek için kullanmaktır. Teorilerin geliştirilmesinde kullanılan temel yasalar, teori ile deney arasında bir köprü sağlayan araç olan matematik dilinde ifade edilir (Walker vd., 2014).

Mevcut bir teori ile deneysel sonuçlar arasında bir tutarsızlık olduğunda, tutarsızlığı gidermek için yeni veya değiştirilmiş teoriler formüle edilmelidir. Çoğu zaman bir teori yalnızca sınırlı koşullar altında geçerli ve tatmin edicidir; daha genel bir teori, bu tür sınırlamalar olmaksızın ancak tatmin edici ve geçerli olabilir. Örneğin, Isaac Newton (1642-1727) tarafından keşfedilen hareket yasaları, normal hızlarda hareket eden nesnelerin hareketini doğru bir şekilde tanımlar, ancak ışık hızıyla karşılaştırılabilir hızlarda hareket eden nesneler için geçerli değildir. Buna karşılık, daha sonra geliştirilen özel görelilik teorisi, düşük hızlarda Newton yasalarıyla aynı sonuçları verir, ancak aynı zamanda nesnelerin ışık hızına yaklaşan hızlardaki hareketini de doğru bir şekilde tanımlar. Bu nedenle, özel görelilik teorisi, Newton yasalarından oluşandan daha genel bir hareket teorisidir.

Klasik fizik, 1900'den önce geliştirilen klasik mekanik, termodinamik, optik ve elektro manyetizma prensiplerini içerir. Klasik fiziğe önemli katkılar Newton tarafından sağlanmıştır. Newton aynı zamanda matematiksel bir araç olarak, anlık değişim oranlarının hesaplanması (diferansiyel hesap) ve bir bütünün belirlenmesi için sonsuz sayıda küçük faktörün toplamıyla (integral hesap) ilgili olan (calculus) matematik dalının mucitlerinden biriydi. Mekanikteki büyük gelişmeler 18. yüzyılda devam etti, ancak termodinamik ve elektromanyetizma alanları 19. yüzyılın ikinci yarısına kadar geliştirilmedi, çünkü esas olarak o zamandan önce bu disiplinlerdeki kontrollü deneyler için kullanılan cihazlar ya çok kaba ya da mevcut değildi (Walker vd., 2014).

Genellikle modern fizik olarak adlandırılan fizikte büyük bir devrim, 19. yüzyılın sonlarına doğru başladı. Modern fizik, temel olarak birçok fiziksel olgunun klasik fizik ile açıklanamaması nedeniyle gelişti. Bu modern çağdaki en önemli iki

gelişme, görelilik teorileri ve kuantum mekaniği idi. Özel görelilik teorisi yalnızca ışık hızıyla karşılaştırılabilir hızlarda hareket eden nesnelerin hareketini doğru bir şekilde tanımlamakla kalmaz; aynı zamanda geleneksel uzay, zaman ve enerji kavramlarını da tamamen değiştirir. Teori ayrıca ışık hızının bir nesnenin hızının üst sınırı olduğunu ve kütle ile enerjinin ilişkili olduğunu gösterir. Kuantum mekaniği, atom düzeyinde fiziksel olayların tanımlarını sağlamak için bir dizi seçkin bilim adamı tarafından formüle edildi. Kuantum mekaniği ilkeleri kullanılarak birçok pratik cihaz geliştirilmiştir.

Bilim adamları, temel yasalara ilişkin anlayışımızı geliştirmek için çalışmaya devam ediyor. Son zamanlarda insansız gezegen keşifleri, nanoteknolojide çeşitli gelişmeler ve potansiyel uygulamaları, mikro devre ve yüksek hızlı bilgisayarlar, bilimsel araştırmalarda ve tıpta kullanılan sofistike görüntüleme teknikleri ve genetik mühendisliğinde birçok dikkate değer sonuçlar gibi sayısız teknolojik ilerlemeler, birçok bilim insanı, mühendis ve teknisyenin çabalarının bir sonucudur. Bu tür gelişmelerin ve keşiflerin toplumumuz üzerindeki etkileri gerçekten büyük olmuştur ve gelecekteki keşiflerin ve gelişmelerin heyecan verici, meydan okuyucu ve insanlık için büyük fayda sağlaması çok muhtemeldir.

Kuantum mekaniği veya kuantum fiziği, mikroskobik parçacıkların davranışını açıklamak için son derece başarılı bir teoridir. 1920'lerde Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg ve diğerleri tarafından geliştirilen bu teori, atomları, molekülleri, çekirdekleri ve katıları içeren bir dizi fenomeni anlamamızı sağlar.

Geliştirilen bu teori incelenen sınır koşulları altındaki dalgaların bazı özelliklerini içeren kuantum parçacık modelini takip eder. Ayrıca, taramalı tünelleme mikroskobu ve gelecekteki kuantum bilgisayarlarda kullanılabilecek nano ölçekli cihazlar da dahil olmak üzere kuantum mekaniğinin pratik uygulamaları günlük hayatımıza girmiş bulunmaktadır. Flash sürücülere veri yazmak ve veri silmek, kuantum teorisinin pratik uygulaması olan kuantum tünelleme olgusunu içerir.

Potansiyel kuyularda parçacıkların yakalanması kavramı, boyutları 1 ila 100 nm arasında değişen cihazların tasarımını ve uygulamasını ifade eden nanoteknolojinin gelişen alanında kullanılmaktadır. Bu cihazların üretimi, genellikle çok küçük yapılar veya mekanizmalar oluşturmak için tek atomları veya küçük atom gruplarını manipüle etmeyi içerir.

Nanoteknolojinin araştırmacıların ilgilendiği alanlardan biri, silikon kristalinde büyüyen ve potansiyel bir kuyu görevi gören küçük bir bölge olan kuantum noktasıdır. Bu bölge, elektronları kesikli enerjilere sahip durumlara hapsedebilir. Kuantum noktasındaki bir parçacığın dalga fonksiyonları kullanılarak ikili bilgilerin depolanması aktif bir araştırma alanıdır. Basit bir ikili şema, bir elektron içeren bir kuantum nokta ile bir sıfırın boş bir nokta ile ilişkilendirilmesini içerir. Diğer şemalar, noktalar arasındaki elektron düzenlemelerinin birler ve sıfırlara tekabül ettiği şekilde çok noktalı hücreleri içerir. Birkaç araştırma laboratuvarı, kuantum noktalarının özelliklerini ve potansiyel uygulamalarını inceliyor (Serway vd., (2018).

Sıradan deneyimlerin dışında kalan bir dünya olarak nanometre boyutlarında olan bu dünya, bazen tuhaf görünseler de fizikçileri adım adım daha derin bir gerçeklik görüşüne götüren yeni bir dizi sürprizle karşılaştırmıştır. Kuantum fiziği denilen bu yeni konu řu tür sorulara cevap veriyor: Yıldızlar neden parlıyor? Elementler neden periyodik cetvelde bu kadar belirgin olan bir düzen ve sırayı sergilemektedirler? Transistörler ve diğer mikro elektronik cihazlar nasıl çalışır? Bakır neden elektriği iletir de cam iletmez? Aslında, bilim adamları ve mühendisler, tıbbi cihazlardan ulaşım sistemlerine ve eğlence endüstrilerine kadar günlük yaşamın neredeyse her alanında kuantum fiziğini uygulamışlardır. Gerçektende, kuantum fiziği, biyokimya da dahil olmak üzere tüm kimyayı açıkladığı için, yaşamın kendisini anlamak istiyorsak onu anlamamız gerekir.

Kuantum fiziğinin bazı öngörülleri, onun temellerini inceleyen fizikçiler ve filozoflara bile tuhaf geliyor. Yinede, tekrar tekrar yapılan deney üstüne deney teorisinin doğruluğunu kanıtladı ve birçoğu teorisinin daha da garip yönlerini ortaya çıkardı. Kuantum dünyası, çocukluğunuzdan beri geliştirdiğiniz sağduyulu dünya görüşünü sarsacağı garanti edilen harika sürüşlerle dolu bir eğlence parkıdır.

Kuantum mekaniği ve kuantum teorisi olarak da bilinen kuantum fiziği büyük ölçüde mikroskobik dünyanın çalışma konusudur. Bu dünyada, birçok nicelik yalnızca belirli minimum temel miktarlarda veya bu temel miktarların tam sayı katlarında bulunur; bu miktarların daha sonra kuantize olduğu söylenir. Böyle bir nicelikle ilişkilendirilen temel miktara, o niceliğin kuantumu denir. Örneğin elektromanyetik radyasyonun enerjisinin kuantumu şimdi foton dediğimiz temel miktarlarda bulunur (Serway vd., (2018).

Fiziğin uzun süredir devam eden hedeflerinden biri, atomların doğasını anlamak olmuştur. 20. yüzyılın başlarında, bir atomdaki elektronların nasıl düzenlendiğini, hareketlerinin ne olduğunu, atomların ışığı nasıl yaydığını veya soğurduğunu ve hatta atomların neden kararlı olduğunu kimse bilmiyordu. Bu bilgi olmadan atomların molekülleri oluşturmak için nasıl bir araya geldiklerini veya katıları oluşturmak için nasıl bir araya geldiklerini anlamak mümkün değildi. Sonuç olarak, yaşamın doğasının temelini oluşturan biyokimya da dahil olmak üzere kimyanın temelleri aşağı yukarı bir gizemdi. 1926'da kuantum fiziğinin gelişmesiyle birlikte tüm bu sorular ve daha pek çok soru cevaplandı.

Ayrıca nanoteknolojideki ilerlemeler ile daha önce sadece ders kitaplarında bulunan durumlar artık laboratuvarlarda üretilmekte ve modern elektronik ve malzeme bilimi uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır.

Özellikleri laboratuvarlarda manipüle edilebilen “tasarımcı atomlar” yaratmak için kuantum ağılları ve kuantum noktaları adı verilen nanometre ölçekli yapıları kullanabilme eşiğindeyiz.

2.2 İlgili Araştırmalar

Kurnaz ve Bayraktar (2012), ortaöğretim programlarına yeni eklenen nanoteknoloji konularıyla ilgili orta öğretim öğrencilerine uygulanmak üzere geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış bir tutum ölçeği geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu ölçeğin nanoteknolojiye karşı olumlu tutumlar geliştiren öğrencilerin belirlenmesinde faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ortaöğretim ders programlarına göre hazırlanmış olan kitaplara dâhil edilen nanoteknoloji ile ilgili bilgilerin öğrenciler üzerinde yaptığı etkilerin değerlendirilmesi açısından, yaptıkları araştırmada elde ettikleri bulguların sonucunda, başkaları tarafından kullanılabilecek olan ölçeğin gerekli niteliklere sahip olduğu belirlenmiştir.

Aslan ve Şenel (2015) tarafından yapılan çalışmada, ilköğretim ve ortaöğretim fen alanları bölümlerinde okuyan öğretmen adaylarının, nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki farkındalık düzeylerini cinsiyet, bölüm ve akademik başarı düzeyi gibi değişkenlere göre araştırmışlardır. Yapılan araştırmada, veri toplama aracı olarak genel tarama modeline uygun olarak geliştirilen bir nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık anketi (Sagun Gököz, 2012) kullanılmıştır. Verilerin analizinden elde edilen bulgulara göre genel olarak öğretmen adaylarının orta düzede farkındalığa sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Öğretmen adaylarının farkındalık anketinden aldıkları ortalama puanları cinsiyet değişkenine göre

farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Benzer şekilde öğretmen adaylarının akademik not ortalama düzeyleri ile farkındalıkları arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Fakat farklı fen alanları programlarında öğrenim gören öğretmen adaylarının öğrenim görmekte oldukları bölümlere göre nanobilim ve nanoteknoloji konusunda sahip oldukları farkındalıkları açısından anlamlı farklılıklar var olduğu görülmüştür.

Sagun-Gököz ve Akaygün (2016), ortaöğretim öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji alanında farkındalıklarını arttırmak, ilgili kavramları tanıtmak ve okuryazarlıklarını arttırmak amacıyla bir aktivite olarak bir tam günlük nanobilim atölye çalışması düzenlemişlerdir. Çalışmaya katılan öğrencilere, açık uçlu on sorudan oluşan bir anket verilerek çalışmanın değerlendirmesi yapılmıştır. Katılımcıların çoğunluğu tarafından bilgilendirici bulunan etkinlik, etkileyici ve eğlenceli bulunan uygulamaları ile ortaöğretim kimya eğitimi alanına önemli bir katkı sağladığı söylenmiştir. Daha önce denenmiş çeşitli uygulamaların yanı sıra ortaöğretimde okuyan öğrencilerin gereksinimleri ve lise kimya programının içeriği de gözönünde bulundurularak oluşturulmuş olması açısından, sorgulama tabanlı etkinlikleri ve her grubun bir öğretmen adayından seçilen lider tarafından desteklenmesi dolayısıyla bir iş birliği sağlayarak lise – üniversite arasında bir köprü oluşturması nedeniyle önemli ve özgün olduğu kanatine varılmıştır.

Enil ve Köseoğlu (2016), fizik, kimya, biyoloji gibi temel fen alanlarında öğrenim görmüş fakat öğretmenlik sertifikası almak için pedagojik formasyon derslerini alan öğrencilerin nanoteknoloji konusundaki farkındalıklarının, ilgi ve tutumlarının cinsiyet ve mezun olduğu bölüm gibi değişkenler açısından nasıl farklılık gösterdiğini araştırmışlardır. Daha önce nanoteknoloji ile ilgili yayınlanmış çalışmalardan yola çıkarak hazırlanan bir anket kullanarak pedagojik formasyon eğitimi alan fen alanları öğretmen adaylarının mezun oldukları bölümlere göre sahip oldukları farkındalık düzeylerinde anlamlı bir farklılık tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada, öğretmen adaylarının büyük bir kısmının nanoteknoloji ile ilgili bilgilerinin az olduğu ve nanoteknoloji ile ilgili ilk bilgilerini daha çok radyo ve televizyon gibi medya aracılığı ile edindikleri sonucuna varmışlardır. Nanoteknolojinin temel bilimlerde, kullanılan teknolojilerde, sanayide ve günlük siyasette popüler bir ifade olduğu, fakat bu ifadenin pek çok öğretmen ve öğrenci tarafından duyulmasına rağmen tam olarak bilinmediği ve

üniversitelerde, ortaöğretim ve ilköğretim okullarında detaylı olarak öğretilmediği vurgulanmıştır.

Ateş ve Üce'nin (2017) yaptığı çalışmada ortaöğretimde okuyan öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji alanında farkındalık düzeyleri ile ilgili araştırma yapmak amacıyla nitel araştırma modeli ve durum çalışması deseni seçilerek, veri toplama aracı olarak yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. İlgili bulguların değerlendirilmesi sonucunda, ortaöğretim öğrencilerinin sonraki eğitim sürecinde tercih edecekleri alanların içinde NBT öğretiminin faydalarına olacağı çıkarımını yapmışlardır. Çalışma grubunda bulunan öğrencilerin NBT hakkında görüşleri değerlendirilmiş ve nanoteknoloji ile ilgili bilgileri edinmelerinde medya en etkin bir araç olduğu görülmüştür. Katılımcılarla yapılan görüşmelerin değerlendirilmesi sonucunda nanoteknolojiye karşı olan merakları, onu öğrenme istekleri ve konu hakkındaki farkındalıkları da belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda konu ile ilgili güncel çalışmalar ve uygulamalar hakkında hiçbir bilgi duymayanların oranı göreceli olarak fazla olup nanoteknoloji temelli konuların derinlemesine bilinmediği ortaya çıkartılmıştır. Buna rağmen ortaöğretim öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili risklerinin ve faydalarının farkında oldukları görülmüştür. Araştırmaya katılan öğrencilerin gelecekte çalışmayı düşündükleri alanlarla ilgili görüşleri değerlendirildiğinde NBT eğitimi almalarının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Ergün ve ark. (2017), okullarda görev yapan fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerini ve görüşlerini, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş görüşme formu ile nitel bir çalışma sonucunda belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda ortaya çıkan bulgulara göre araştırmaya katılan öğretmenlerin neredeyse yarısı nanoteknolojiyi düzgün bilimsel bir ifade ile tanımlayamamış ve diğer yarı çoğunluğu ise nanoteknolojinin günlük yaşamımızın içerisinde çok fazla yer almadığını dolayısıyla bir ihtiyaçtan çıktığını ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin sayıca çoğunluğu nanoteknolojinin daha çok tekstil üretiminde kullanıldığını ve ülkemizde nanotaknoloji ile ilgili çalışmaların veya araştırmaların olmadığını söylemiştir. Araştırmacılar bu çalışmanın sonucunda, günümüzün önemli teknolojik gelişmelerinden ve uygulamalarından olan nanoteknoloji ile ilgili öğretmenlerin farkındalıklarının bilimsel düzeyde olmaktan daha çok günlük dilde kullanılan bilgiler şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Kılınç Alpat vd. (2017), öğrencilerin aktif rol aldığı işbirlikli öğrenme tekniğinin akademik başarıyı arttırdığı görüşünü göz önüne alarak bu yöntemin öğrencilerin nanoteknoloji konusundaki akademik başarı düzeylerine ve görüşlerine olan etkisini, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen uygulayarak incelemişlerdir. Araştırmanın evreni İzmir ilindeki ortaöğretim onuncu sınıf öğrencilerinden oluşan çalışmada, öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili akademik başarı testinden aldıkları ön ve son test ortalama puanları ve nanoteknoloji ile ilgili bir etkinliğe katılma-katılmama durumları arasında bir anlamlı fark bulunmuş olup işbirlikli öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarısını arttırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Etkinliğe katılan öğrencilerin nanoteknoloji konusuna ilgi duydukları ve bu ilginin de akademik başarılarını etkilediği ve deney grubu öğrencilerinin işbirlikli öğrenme yöntemi ile nanoteknoloji öğretiminin faydalı, eğitici, bilgilendirici ve ilgi çekici bir konu haline geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmaya katılan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili bilgileri edindikleri kaynakların daha çok internet ve televizyon programları gibi medya kaynaklarından edindikleri belirlenmiştir.

Baybek ve ark. (2017) tarafından sağlık alanında öğrenim gören hemşirelik bölümü öğrencilerinin nanoteknolojiye karşı tutumlarını ve bu tutumları etkileyen faktörleri açığa çıkarmak amacıyla iki bölümden oluşan bir anket çalışması yapılmıştır. Çalışmanın ilk bölümde yedi adet kapalı uçlu soru ve ikinci bölümde ise nanoteknoloji tutum ölçeği yer almaktadır. Katılımcıların mesleki gelişimleri takip ettiklerini, nanoteknolojinin faydasının yanında zararlarının da olabileceği inancında olduklarını, nanoteknoloji alanında bilgi edinmek ve çalışmak istedikleri bulgulamıştır. Öğrencilerin nanoteknoloji farkındalığı orta düzeyde olumlu olup nanoteknoloji tutum puanları orta seviye olduğu sonucuna çıkartılmıştır. Bu konuda bilgi edinmek isteyen ve mesleki gelişimleri takip eden öğrencilerin nanoteknolojiye daha fazla değer verdikleri, nanoteknolojinin zararlarının da olduğuna inanan öğrencilerin farkındalıklarının daha fazla olduğu; cinsiyet ve mezun olunan okul ve sınıf değişkeninin nanoteknoloji tutumlarını etkilemediği belirlenmiştir.

Harman ve Şeker'in (2018) yaptıkları çalışmada, veri toplama aracı olarak dört sorudan oluşan bir veri toplama aracı hazırlamışlar ve fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji kavramını daha önce duyup duymadıkları ve nereden duydukları, nanoteknolojinin ne anlama geldiği, faydalarının neler olduğu,

nanoteknolojinin risklilerinin neler olduğu sorularına cevap aramışlardır. Fen bilgisi eğitimi programında okuyan öğrencilerin tamamının nanoteknoloji kelimesini daha önce duyduğu, nanoteknoloji ile ilgili duyum kaynaklarının en fazla okul olmak üzere televizyon, internet, bilim kurgu kitapları-filmleri ve gazete-dergi olduğu saptanmıştır. Nanoteknolojinin faydaları ve risklerine ilişkin olarak öğretmen adaylarının nanoteknolojinin faydalı olup riskli olmadığını düşündükleri saptanmıştır. Yaptıkları araştırmanın sonucuna göre fen bilgisi öğretmenliği bölümünde okuyan öğrencilerin nanoteknoloji konusunda farkındalıklarının düşük olduğu sonucuna varmışlardır.

Akaygun ve Adadan (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bir proje kapsamında desteklenen, ortaöğretim fen alanları öğretmenlerinin katıldığı altı günlük nanoteknoloji eğitimi toplantısının, katılan öğretmenlerin nanoteknoloji farkındalığına etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Katılımcılar, toplantının öncesinde ve sonrasında, araştırmacılar tarafından hazırlanan yirmi adet sorudan oluşan Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalığı Anketini cevaplamışlardır. Nanoteknoloji eğitimi toplantısının öğretmenlerin nanoteknoloji farkındalıklarını artırma yönünde etkili olabileceği düşünülerek, nanoteknoloji konusu hakkında fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi seviyelerini ve farkındalıklarını arttırmaya ihtiyaç duydukları öngörülmüştür. Araştırma bulgularına göre bu bağlamda düzenlenen nanoteknoloji eğitimi toplantısı, katılan öğretmenlerin nanoteknoloji farkındalıklarını artırma yönünde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Köseoğlu ve Mercan (2018), nanoteknoloji hakkında biyoloji öğretmenleri ve öğretmen adaylarıyla yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik algılarını incelemişlerdir. Öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilim dalına yönelik algıları ile ilgili verileri toplamak için kullandıkları görüşme formunda: Nanoteknoloji bilim dalı hakkındaki düşüncelerinin neler olduğu ve nasıl bir nanoteknolojik ürün ya da malzeme üretmek istedikleri şeklinde sorular sorulmuştur. Toplanan verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgulara göre, biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili kavramsal bilgi eksikliği olduğunu ve nanoteknoloji bilim dalı hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıklarını tespit etmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının nanoteknoloji ve nanobilim dalına yönelik algılarının güncel bilimsel bilgilerden uzak olmasından dolayı düşük düzeyde olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmalarında biyoloji öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun

nanoteknolojiye yönelik algılarının olumlu olduğu; ancak olası risklerin de bulunduğunu belirttikleri ve bazılarının bu konuda kaygılı olduklarını belirtmişlerdir.

Yavuz ve Bektaş (2020) yaptıkları araştırmada, lisans düzeyinde öğrenim görmekte olan fen bilgisi öğretmenliği programında okuyan öğrenciler için mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik beş faktör ve yirmisekiz maddeden oluşan geçerli ve güvenilir bir farkındalık ölçeği geliştirmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda ölçeğin güvenirlik katsayısı 0,902 olarak bulunmuş ve güvenirliğinin yüksek derecede olduğuna kanaat getirmişlerdir. Ölçeğin ilk bölümü demografik yapı hakkında bilgi edinmek için düzenlenmiş ve ikinci bölüm ise mikroteknoloji ve nanoteknoloji ile ilgili farkındalık ölçeği ifadelerinden oluşmaktadır. Fen bilgisi öğretmen adaylarını ölçeğin tamamından aldıkları ortalama puanların analizinden ortaya çıkan sonuç; öğrencilerin farkındalık düzeylerinin orta düzeyden iyi düzeye yaklaştığı şeklinde olmuştur. Öğretmen adaylarının farkındalıkları arasında cinsiyet, sınıf ve akademik başarı düzeyleri gibi değişkenlere göre anlamlı farklılık bulunmamıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında duyum kaynakları ve bilgi seviyeleri ile farkındalıkları arasında olumlu fakat zayıf oranda bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

3. YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Yöntem ve Modeli

Bu çalışma, Fen Bilgisi Öğretim Programında öğretim gören öğretmen adaylarının mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarını ortaya çıkarmak amacıyla Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğretim Programında okuyan 2021-2022 yılı 1. 2. 3. ve 4. sınıf öğretmen adayları ile nicel araştırma yöntemi ve betimsel - tarama modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

3.2 Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evreni Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen bilgisi Öğretmenliği 1. 2. 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Öğrenci işlerinden alınan verilere göre Fen Bilgisi Öğretim Programı Bölümünde öğrenim gören aktif 175 öğrenci bulunmaktadır. Aktif olarak öğrenim gören bu öğrencilerden 135 öğrenci kız, 40 öğrenci ise erkektir.

Seçilen evrenden basit tabakalandırılmış rastgele dağılım yöntemi ile 120 öğrenci seçilmiştir. Evrenden ulaşılabilir evrene ulaşabilmek adına bu yöntem tercih edilmiştir. Basit tabakalı rastgele seçim yöntemiyle seçiminde tüm birimler eşit olasılıkla seçime sahiptir. Evren çok büyük ve karmaşık değilse örneklem seçme işlemi daha kolaydır ve bu yöntemle yapılan örneklemede istatistiksel işlemler ağırlıksız olarak yapıldığı için değerlendirme işlemi ve örnekleme hatası kolay hesaplanabilir (Kılıç, 2012). Bu 120 öğrenciden %77 kız ve %23 erkek olmak üzere toplam 120 öğrenci seçilmiştir. Evrendeki cinsiyet dağılımına bakılarak örneklemede de bu orana dikkat edilmiştir. Yüzdelik oran dikkate alınarak 92 kız öğrenci, 28 erkek öğrenci rastgele belirlenerek evren-örneklem yüzdesi korunmuştur.

3.3 Veri Toplama Aracı

Fen bilgisi öğretmen adayları için Yavuz ve Bektaş (2020) tarafından geliştirilen 5 faktör ve 28 maddeden oluşan mikroteknoloji ve nanoteknolojiye yönelik beşli likert farkındalık ölçeği kullanılarak öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında tutum ve farkındalıkları ölçülmesi hedeflenmiştir.

Ölçme; en geniş anlamıyla belli bir niteliğin gözlemlenmesi ve gözlem sonuçlarının sayı veya sembolle ifade edilmesi olarak tanımlanabilir. Ölçme ve değerlendirme açısından ölçek kavramı ölçme sonuçlarının matematiksel nitelikleri

biçiminde tanımlanabilir (Turgut, 1990). Ölçmeyle ilgili bir çalışmanın sonucunda ortaya çıkan veya elde edilen verilerin üzerinde yapılması gereken matematiksel ve istatistiksel analizler ölçüm sonucu elde edilen verilerin hangi ölçek türünden elde edildiğiyle yakından ilişkilidir.

Likert ölçeği, birden çok Likert-tipi sorunun bir araya getirilerek kullanıldığı ölçekleri ifade eder. Tek bir araştırma problemini cevaplandırmak amacıyla iki veya daha fazla Likert tipi soru oluşturmak ve analiz aşamasında bu soruların ortalama (birleştirilmiş) değerlerini kullanmak şeklinde tanımlanmıştır (Clason ve Dormody, 1994). Yani likert tipi ölçeklerde araştırmacının soruları hakkında katılımcılar seçeneklerden istediklerini tercih ederler. Tercihleri puanlanarak analiz etmek kolaylaşır.

Ölçeğin uygulanması ise; Fen Bilgisi Öğretim Programında okuyan öğrencilerin mikro ve nanoteknoloji konusuna yönelik farkındalıklarının belirlenmesini amaçlayan Yavuz ve Bektaş'ın (2020) geliştirdikleri farkındalık ölçeği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adayları gönüllü olarak katılım göstermişlerdir. Ölçek öğretmen adaylarına dağıtılmış ve ortalama olarak 10-15 dakika arasında kendi kişisel görüşlerine dayanılarak doldurulması istenmiştir. Geliştirilen ölçeğin güvenirlik katsayısı olan Cronbach's Alpha değeri 0,902 olarak rapor edildiği için ve bu güvenirliğinin bu çalışma için de yeterince yüksek olduğuna kanaat getirilerek öğrencilere uygulanmıştır. Araştırmanın demografik kısmında ise, ölçek sayesinde eğitim fakültesi fen bilgisi öğretmenliği bölümünde okuyan adaylarının nanoteknoloji hakkındaki farkındalık düzeylerinin, cinsiyet, okudukları sınıf, genel akademik not ortalaması gibi değişkenlere göre anlamlı bir farklılık olup olmadığının araştırılması fırsatı sağlamıştır. Demografik bölümde yaş, cinsiyet, sınıf düzeyi, not ortalaması, nanoteknoloji hakkında daha önce bir şeyler duyup duymadığı eğer duymuş ise bilgi kaynakları yazılması istenmiştir.

3.4 Verilerin Analizi

Bu çalışmada uygulanan ölçeğin verilerini analiz edebilmek için istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Bu bilgisayar program paketinin çeşitli biçimleri vardır ve bu paket, sosyal ve davranış bilimlerinde yaygın olarak kullanılmakla beraber sağlık, eğitim, tekstil sektörleri gibi çok çeşitli kuruluş ve şirket tarafından da analiz yapmak amacıyla tercih edilen bir program paketidir (Landau ve Everitt, 2003).

Bu program paketi akademik çalışmalarda özellikle sosyal bilimlerde ve diğer davranış bilimlerindeki öğrenciler ve araştırmacılar için faydalıdır ve bu disiplinlerde çok kullanılan hem tek değişkenli hem de çok değişkenli doğrusal regresyon, korelasyon, anlamlılık testleri ve basit varyans analizi gibi kavramlara yönelik işlemlerin geniş bir yelpazesini içerir. Araştırmalarda çokça kullanılan anket ve ölçeklerin Cronbach alpha gibi güvenilirlik katsayısının bulunması, faktör analizinin yapılması, katılımcıların cinsiyet, okudukları sınıf, genel akademik not ortalaması gibi değişkenlere göre sayılarının ve oranlarının bulunması, bunların tablolar, grafikler, merkezi eğilim ve varyasyon ölçüleri ile gösterilmesi, olasılık dağılımları, ki-kare testleri, güven aralıkları, t testleri, ANOVA, Mann Whitney U, Kruskal Wallis ve iki değişkenli regresyon, gibi analizlerde SPSS paket programından faydalanılmaktadır.

Sahip olunan örneklemden farkındalık ölçeği ile ilgilenilen değişkenlere ait katılımcıların değerleri toplanarak veriler oluşturulmuştur. Veriler özetlenirken nicel değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığına bakılarak doğru kriterler belirlenerek analiz gerçekleştirilmiştir.

Bir evrenden rastgele seçilen belli bir sayıdaki örnekleme ait nicel bir değişkenin aldığı değerlerin dağılımı eğer çan eğrisi şeklinde ise bu dağılım normal dağılım özelliği gösteren bir dağılımdır. Teorik olarak böyle bir dağılımda, dağılım simetrik olup normal dağılımın ortalaması, medyan ve mod değeri aynıdır. Herhangi bir niceliğin normal dağılım gösterip göstermediği, normal dağılım özelliklerine temel olan kriterlere göre değerlendirilir. Bu kriterler: ortalama, ortanca, mod değerlerinin birbirine yakın olması, değerlerin histogram dağılımının çan eğrisi şeklinde olması, çarpıklık ve basıklık katsayılarının -1+1 aralığında olması, normal Q-Q plot grafiğinde noktaların 45 derecelik doğru üstünde ya da çok yakınında olması gibi kriterlere uyması gerekir. Herhangi bir değişkene ait verilerin normal dağılıma uyup uymadığının test edilmesinde en yaygın kullanılan iki testten biri Kolmogrov Smirnov ve diğeri de Shapiro Wilk testleridir. Eğer test sonucunda p değeri 0.05'den büyük ise değişken normal dağılım özelliği, $p < 0.05$ ise bu değişkene ait veriler normal dağılım özelliği göstermiyor demektir.

Daha önce güvenilirlik ve geçerlilik analizi yapılmış olan mikroteknoloji ve nanoteknoloji farkındalık ölçeğinin güvenilirlik analizi Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı hesaplanarak test edilmiştir. Bu katsayının 0.70 üzerinde olması gerekmektedir (Pallant, (2017)).

4. BULGULAR

Verilerin toplanması ve analizi sonucunda öncelikle, daha önce güvenilirliği hesaplanmış olan ölçeğin bu çalışmada da güvenilirliği hesaplanmış ve Cronbach Alpha katsayısı tekrardan bulunmuştur. Hesaplanan Cronbach Alpha katsayısı ayrı ayrı ölçekte bulunan beş faktör için sırasıyla 0,865; 0,778; 0,747; 0,687; 0,844 ve ölçeğin tamamının güvenilirliği için ise 0,911 olarak belirlenmiştir. Uygulanan ölçeğin Cronbach Alpha katsayısı değeri 0,70 değerinin üzerinde olduğu için bu araştırmada uygulanan test sonuçlarının güvenilir olduğuna karar verilmiştir.

Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık ölçeği F1; “Birey, Toplum ve Çevreye Katkı ve Faydaları Hakkındaki Farkındalık” Analiz Sonuçları: Tablo 4.1. verilere göre, ölçeğin birinci faktörüne ait olan F1 alt boyutundaki farkındalık değerinin ortalaması 4,08 olarak bulunmuş olup bu ortalama değeri ile “katılıyorum” seçeneğine ulaşmıştır.

Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık ölçeği F2; “Öğrenci İlgi ve Çalışmaları Hakkındaki Farkındalık” Analiz Sonuçları: Ölçekdeki ikinci alt boyut olan F2’ye ait olan farkındalık puanının ortalaması 3,44 puan ile “kararsızım” seçeneği ile “katılıyorum” seçeneği arasında kalmaktadır.

Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık ölçeği F3; “Günlük Yaşamdaki Yeri ve Önemi Hakkındaki Farkındalık”, Analiz Sonuçları: F3 boyutunda ise 4,03 ortalama puan ile “katılıyorum” seçeneğine karşılık gelmektedir.

Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık ölçeği F4; “Kullanım Alanları Hakkındaki Farkındalık” Analiz Sonuçları: Ölçeğin dördüncü alt boyutu olan F4 faktöründe de 4,06 ortalama puan değeri ile “katılıyorum” seçeneğine karşılık gelmektedir.

Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık ölçeği F5; “Öğrenme ve Araştırma İsteği Hakkındaki Farkındalık”: Beşinci faktör F5 ise farkındalık puan değerinin ortalaması 3,52 puan ile “kararsızım” seçeneğinden “katılıyorum” seçeneğine yaklaşmıştır.

Tablo 4.1. Ölçek Aracılığı ile Toplanan Verilerin Betimsel İstatistik Sonuçları.

	F1	F2	F3	F4	F5	Toplam
N Valid	121	121	121	121	121	121
Missing	0	0	0	0	0	0
Mean	49,6860	20,6529	16,1570	12,2066	10,5620	109,2645
Median	50,0000	21,0000	16,0000	12,0000	10,0000	109,0000
Mode	47,00 ^a	20,00	16,00	12,00	9,00	106,00 ^a
Std. Deviation	5,90202	3,77428	2,28768	1,82536	2,31982	12,41355

Fen bilgisi öğretim programında okuyan öğrencilerin mikroteknoloji ve nanoteknoloji hakkındaki farkındalık ölçeği puan değerlerinin ortalama, ortanca, tepe değeri (Mode) ve standart sapma değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Tablo 4.1. incelendiğinde, öğretmen adaylarının farkındalık toplam puanı 109.2645 olarak bulunmuştur. Farkındalık puan değerine ait 5’e normalize edilmiş genel ortalama 3,90 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, ölçeğe ait minimum 28 (normalize edilmiş en küçük değer 1) ve maksimum 140 (normalize edilmiş en yüksek değer 5) puan değerleri dikkate alındığında iyi düzeye çok yakın olduğu söylenebilir.

Demografik bölümündeki maddeler cinsiyet kız 1 erkek 2, bilgi kaynakları; reklamlar 1, bilim kurgu kitapları veya filmler 2, gazeteler 3, internet 4, TV ve radyo 5, okul 6, dergiler 7, ve diğerleri 8 olmak üzere kodlanmıştır. Ölçek üzerindeki maddeler ise 5 tamamen katılıyorum, 4 katılıyorum, 3 kararsızım, 2 katılmıyorum ve 1 tamamen katılmıyorum şeklinde numaralandırılarak istatistiksel hesaplama yapan paket programı ile analiz edilmiştir.

Cinsiyet Değişkenine Bağlı Bulgular: Çalışmaya katılan adayların farkındalık düzeylerinde, cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemeden önce paket programa girilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Tablo 4.2. incelendiğinde $p < 0.05$ olduğu için veriler normal dağılım göstermemektedir.

Tablo 4.2. Ölçekten Elde Edilen Verilerin Cinsiyete Göre Normallik Testi

Cinsiyet		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
F1	Kadın	,084	74	,200 [*]	,916	74	,000
	Erkek	,131	47	,043	,791	47	,000
F2	Kadın	,119	74	,011	,975	74	,159
	Erkek	,121	47	,083	,930	47	,007
F3	Kadın	,185	74	,000	,942	74	,002
	Erkek	,168	47	,002	,951	47	,049
F4	Kadın	,249	74	,000	,877	74	,000
	Erkek	,159	47	,005	,932	47	,009
F5	Kadın	,154	74	,000	,939	74	,001
	Erkek	,166	47	,002	,920	47	,003
Toplam	Kadın	,091	74	,200 [*]	,952	74	,007
	Erkek	,152	47	,008	,923	47	,004

Bu veriler normal dağılım göstermediği için öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinde cinsiyet değişkenine göre Mann-Whitney U Testi kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Tablo 4.3. de Mann-Whitney U testi p değeri 0.05 den büyük olduğu için kadın ve erkek öğretmen adaylarına ait farkındalık düzeylerinde, adayların cinsiyet değişkenine göre aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 4.3. Cinsiyete Göre Anlamlı Fark Olup Olmadığını Belirleyen Test.

	F1	F2	F3	F4	F5	Toplam
Mann-Whitney U	1719,000	1706,000	1641,000	1686,500	1609,000	1664,000
Wilcoxon W	4494,000	4481,000	4416,000	2814,500	4384,000	4439,000
Z	-,107	-,176	-,529	-,289	-,703	-,399
Asymp. Sig. (2-tailed)	,915	,860	,597	,772	,482	,690

Sınıf Düzeyi Değişkenine Göre Bulgular: Farklı sınıflarda okuyan adaylara ait farkındalık düzeyleri, sınıf değişkenine göre bir anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla yapılan Kruskal-Wallis testine ait sonuçlar Tablo 4.4’ de verilmiştir. Kruskal-Wallis testine ait p değeri burada da 0.05 den büyük olduğu için öğretmen adaylarının sınıf değişkenine göre farkındalık düzeylerinde, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu durumda, sınıf düzeyine göre öğretmen adaylarının aynı farkındalık düzeyine sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.4. Öğretmen Adaylarına Ait Farkındalık Düzeylerinin Sınıf Değişkenine Göre Yapılan Kruskal-Wallis Analizi Sonuçları.

	F1	F2	F3	F4	F5	Toplam
Chi-square	3,839	3,565	5,642	1,681	4,990	4,013
df	3	3	3	3	3	3
Asymp. Sig.	,279	,312	,130	,641	,173	,260

Fen bilgisi öğretmen adaylarının duydukları duyum düzeyleri ile farkındalıkları arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığını anlamak amacıyla testin normal dağılım göstermemesi nedeniyle Kruskal-Wallis ve Mann Withney Testi uygulanmıştır. Tablo 4.5 de Kruskal Wallis tablosunda veriler sunulmuştur.

Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında Duydukları ile Bilgi Düzeyleri Arasındaki İlişkiyi Gösteren Kruskal Wallis Veri Sonuçları.

	F1	F2	F3	F4	F5	Toplam
Chi-square	3,104	7,431	10,068	2,119	7,018	9,403
df	2	2	2	2	2	2
Asymp. Sig.	,212	,024	,007	,347	,030	,009

Tablo 4.5 verileri incelendiğinde, fen bilgisi öğretim programı öğrencilerinin genel olarak sahip oldukları farkındalıkları ile konuyu duyma düzeyleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu sonuç, fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili duydukları bilgilerin düzeylerinin artması durumunda, doğal olarak farkındalık düzeylerinin de artacağı şeklinde yorumlanabilir.

Haberdar Olma Verilerine Göre Farkındalık Bulgular: Tablo 4.6'ya göre öğretmen adaylarından bugüne kadar nanoteknoloji hakkında çok az şey duyanlar ile biraz duyanlar arasında farkındalık düzeyleri bakımından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.6. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında “Çok az” Duyanlarla “Biraz” Duyanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann Withney U test sonuçları.

	F2	F3	F5	Toplam
Mann-Whitney U	1176,500	1148,000	1122,500	1119,500
Wilcoxon W	2257,500	2229,000	2203,500	2200,500
Z	-1,303	-1,505	-1,669	-1,662
Asymp. Sig. (2-tailed)	,193	,132	,095	,096

Tablo 4.7. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında “Çok az” Duyanlarla “Fazlaca” Duyanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann Withney U test sonuçları.

	F2	F3	F5	Toplam
Mann-Whitney U	180,000	151,500	204,500	166,500
Wilcoxon W	1261,000	1232,500	1285,500	1247,500
Z	-2,778	-3,312	-2,409	-2,993
Asymp. Sig. (2-tailed)	,005	,001	,016	,003

Analiz sonucu elde edilen Tablo 4.7. den hareketle $p < 0.05$ olduğu için öğretmen adaylarından bugüne kadar nanoteknoloji hakkında çok az şey duyanlar ile fazlaca duyanlar arasında farkındalık düzeyleri bakımından anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir.

Benzer şekilde analiz sonucu elde edilen Tablo 4.8. den hareketle $p < 0.05$ olduğu için öğretmen adaylarından bugüne kadar nanoteknoloji hakkında biraz duyanlar ile fazlaca duyanlar arasında farkındalık düzeyleri bakımından anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir.

Tablo 4.8. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında “Biraz” Duyanlarla “Fazlaca” Duyanlar Arasındaki İlişkiyi Gösteren Mann Withney U test sonuçları.

	F2	F3	F5	Toplam
Mann-Whitney U	314,000	298,000	327,500	301,000
Wilcoxon W	2144,000	2128,000	2157,500	2131,000
Z	-1,808	-2,037	-1,647	-1,975
Asymp. Sig. (2-tailed)	,071	,042	,100	,048

Haberdar olma Kaynaklarını Hakkındaki Bulgular: Çalışmanın demografik bölümü ile ilgili verilerden “mikroteknoloji ve nanoteknoloji hakkındaki ilk bilgilerinizi hangi kaynaklardan aldınız?” maddesi incelendiğinde sırasıyla en çok %79 ile internet, %63 okul, %35 bilim kurgu kitapları veya filmler.

%33 Tv- radyo, %17 reklamlar, %14 dergi, %2 diğ er alanlar olmak üzere bilgi kaynakları sıralanmıştır.



5. TARTIŞMA

Bu çalışmada Cronbach Alpha katsayısı ölçeğin tamamı için 0,911 olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu değer aynı ölçek için Yavuz ve Bektaş (2020) tarafından bulunan 0.902 değerinden daha yüksek bulunmuş olup bu çalışmanın ölçek için güvenilirliğinin daha fazla olduğu doğrulanmıştır.

B.A.İ.B.Ü. Fen Bilgisi Öğretim Programında okuyan öğrencilerinin nanoteknoloji farkındalık ölçeğinin tamamından alınan ortalama farkındalık puanların değerine bakıldığında genel ortalama 3,90 olarak hesaplanmıştır ve katılıyorum seçeneğine çok yakın olduğu görülmektedir. Aslan ile Şenel (2015), çalışmasında elde edilen bulgulara göre genel olarak öğretmen adaylarının orta düzede farkındalığa yani ölçeğin tamamının ortalamasının 2.89 farkındalık puanı ile “kararsızım” seviyesinde olduklarını tespit etmişlerdir. Yavuz ve Bektaş (2020) ise fen bilgisi öğretmen adayları için 3,79 ortalama farkındalık puanı ile “kararsızım” seçeneğinden “katılıyorum” seçeneğine yaklaştığını bulmuşlardır. Bu çalışmada ise 3.90 ortalama farkındalık puanı ile öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin yıllar içinde pozitif yönde arttığı gözlemlenmiştir.

Öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinde, cinsiyet değişkenine göre kadın ve erkek öğrenciler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde Yavuz ve Bektaş (2020), Aslan ile Şenel (2015) de yaptıkları araştırmada aynı sonuca ulaşmışlardır.

Bu araştırmada öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinde, sınıf düzeyi değişkenine göre anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiş fakat sınıf değişkenine göre farkındalık düzeylerinde, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonucu alan yazımda daha önce bulunanlar ile aynı olup burada bulunan sonucu desteklemektedir (Aslan ile Şenel, 2015; Yavuz ve Bektaş, 2020).

Yapılan çalışmada öğretmen adaylarının genel olarak farkındalık düzeyleri ile konuyu duyma düzeyleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Başka çalışmalarda Harman ve Şeker (2018), Yavuz ve Bektaş (2020) fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji kavramı hakkındaki farkındalıklarının incelenmesi çalışmalarında konu hakkında duyumları ile farkındalıkları arasında pozitif fakat zayıf düzeyde ilişki saptamıştır.

Bu çalışmanın nanoteknoloji konusundaki duyumları ve ilk bilgilerini hangi kaynaklardan aldıkları incelendiğinde sırasıyla en çok internet, okul ve bilim kurgu

kitapları veya filmler gelmektedir. Enil ve Köseoğlu (2016) nanoteknoloji ile ilgili ilk bilgilerini daha çok radyo ve televizyon gibi medya aracılığı ile edindikleri sonucuna varmışlardır. Harman ve Şeker (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarının tamamının nanoteknoloji kavramını daha önce duyduğu, duyum kaynaklarının daha çok okul olmak üzere televizyon, internet, bilim kurgu ile ilgili kitap-film ve gazete-dergi olduğu saptanmıştır. Kılıç Alpat ve vd. (2017) Öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili bilgileri daha çok internet ve televizyon programları gibi kaynaktan edindiklerini rapor etmişlerdir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Cronbach Alpha katsayısı, ölçeğin tamamı için 0,911 güvenilir olarak elde edilmiş olup fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin ortalama farkındalık puanlarının 3,90 olarak katılıyorum seçeneğine çok yakın olduğu bulunmuştur. Şimdiye kadar yapılan çalışmalardan farklı olarak 3.90 ortalama farkındalık puanı ile öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin yıllar içinde pozitif yönde arttığı gözlemlenmiştir.

Öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinde, cinsiyet değişkenine ve sınıf düzeyi değişkenine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada öğretmen adaylarının genel olarak farkındalık düzeyleri ile konuyu duyma düzeyleri arasında, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın nanoteknoloji konusundaki duyumları ve ilk bilgilerini hangi kaynaklardan aldıkları incelendiğinde sırasıyla en çok internet, okul ve bilim kurgu kitapları veya filmler gelmektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapılabilecek öneriler;

1. Bu çalışmada kullanılan ölçek daha büyük bir evren ve örneklem ile çalışılarak buradan elde edilen bilgiler genelleştirilebilir.
2. Çalışma diğer branşlarda da detaylı çalışılarak daha iyi bir gözlem ve genelleme yapılabilir.
3. Öğretmen adaylarının farkındalığını daha da arttırmak için seminer ve konferanslar düzenlenerek bilinçlenmeleri sağlanabilir. Bilim şenlikleri, bilim haftaları ve teknoloji festivallerinde nanoteknoloji ile çalışmalar hazırlanabilir.

7. KAYNAKLAR

- Akaygun, S., Adadan, E. (2018). Bir nanoteknoloji eğitimi çalıştayının ardından: Lise fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji farkındalıkları. *Uluslararası Necatibey Eğitim ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Kongresi (UNESAK 2018)*, Cilt 1, Volüm 1, 19-25.
- Alpat, S. K., Uyulgan, M. A., Şeker, S., Altaş, H. Ş., & Gezer, E. (2017). Nanoteknoloji konusunda işbirlikli öğrenme yönteminin ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve görüşlerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 27-57.
- Aslan, O., Şenel, T. (2015). Fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (24), 363-389.
- Ateş, İ., Üce, M. (2017). Lise Öğrencilerinin Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalığı. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 685-710.
- Bauer, J. (2021). Teaching Nanotechnology through Research Proposals. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2347-2355.
- Baybek, H., Çatalkaya, D., Kıvrak, A., Tozak Yıldız, H. (2017). Hemşirelik Öğrencilerinin Nanoteknoloji Tutumlarının Belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 1-11.
- Bhushan, B.; Winkelmann, K. *Global Perspectives of Nanoscience and Engineering Education* [Online]; Springer, 2016.
- Clason, D. L. ve Dormody, T. J. (1994). Analyzing data measured by individual Likert-type items. *Journal of Agricultural Education*, 35(4), ss. 31- 35.
- Çıracı, Salim, E. Özbay, O. Gülseren, H. Demir, M. Bayındır, A. Oral, T. Senger, A. Aydın, and A. Dana. (2005) Yeni Ufuklar, Türkiye’de Nanoteknoloji. *Bilim ve Teknik Dergisi*. Ağustos.
- Dönmez, E., Yüksel Dolgun, H. T. & Kırcan, Ş. (2021). Nanopartiküler Aşılar. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6 (4), 578-584.
- Enil, G., Köseoğlu, Y. (2016). Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2 (1), 50-63.
- Ergün, S. S., Ocak, İ., Ergün, E. (2017), Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 272-282.
- Harman, G., Şeker, R. (2018). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Kavramı Hakkındaki Farkındalıkları. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (15), 429-450.
- İpek, Z., Atik, A. D., Tan, Ş., Erkoç, F. (2020). Study of The Validity and Reliability of Nanotechnology Awareness Scale in Turkish Culture. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7 (4), 674-689.
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., and Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: educational challenges. *Int. J. Sci. Educ.* 35, 1490–1512.
- Kılıç, S. (2012). Örnek büyüklüğü, güç kavramları ve örnek büyüklüğü hesaplaması. *Journal Of Mood Disorders*, 2 (3), 140-2.
- Kurnaz, M. A., Bayraktar, G. (2012). Nanoteknoloji Tutum Ölçeği: Geliştirilmesi, geçerliliği ve güvenilirliği. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 41–53.

- Köseoğlu, P., Mercan, G. (2018). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanoteknolojiye Yönelik Algıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 687-706.
- Landau, S., & Everitt, B. S. (2003). *A handbook of statistical analyses using SPSS*. Chapman and Hall/CRC.
- Li, Y., Tenchov, R., Smoot, J., Liu, C., Watkins, S. & Zhou, Q. (2021). A comprehensive review of the global efforts on COVID-19 vaccine development. *ACS Central Science*, 7(4), 512– 533.
- Pallant, J. (2017). *SPSS Kullanma Klavuzu* , Çev: Sibel Balcı ve Berat Ahi, 2. Baskı, Anı yayıncılık, Ankara.
- Sahin, U., Muik, A., Derhovanessian, E., Vogler, I., Kranz, L. M., Vormehr, M., & Türeci, Ö. (2020). COVID-19 vaccine BNT162b1 elicits human antibody and TH1 T cell responses. *Nature* 586, 594–599.
- Sagun-Gököz, B., Akaygün, S. (2016). Üniversiteden Liseye Uzanan Köprü: Bir Nanobilim Atölye Çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31 (2), 49-72.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers*. Ninth Edition Cengage learning.
- Walker, J., Resnick, R., & Halliday, D. (2014). *Halliday and resnick fundamentals of physics*. 10th edition, Wiley.
- Whitesides, G. (2005), Nanoscience, Nanotechnology, and Chemistry. *Small*, 1: 172-179.
- Yavuz, S., Bektaş, M. (2020). Fen Bilgisi Öğretmen Adayları için Mikroteknoloji ve Nanoteknolojiye Yönelik Farkındalık Ölçeğinin Geliştirilmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (1), 121-153.

8. EKLER

EK 1



Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Berna SAYIN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi

Sayın Berna SAYIN,

"Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkındaki Farkındalıklarının Araştırılması" adlı İnsan Araştırmaları Etik Kuruluna yapmış olduğunuz başvurunuz (Protokol NO. 2022/150) kurulumuzun 05.05.2022 tarihli ve 2022/05 toplantısında değerlendirilerek etik olarak uygun bulunmuştur. Bilgilerinize sunarız.

Prof. Dr. Hamit COŞKUN (Başkan)

Prof. Dr. Mehmet ERYİĞİT (Üye)

Prof. Dr. Altay EREN (Üye)

Prof. Dr. H. Birol YALÇIN (Üye)

Doç. Dr. Seval ALKOY (Üye)

Doç. Dr. Abdullah DURAKOĞLU (Üye)

Av. Zuhal Demirci (Üye)

EK 2

MİKRO VE NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Sevgili Öğrenciler,

Yüksek lisans tez çalışmasında kullanılmak üzere hazırlanmış olan ölçek sizlere tamamen araştırma amaçlı uygulanacaktır. İlk bölüm demografik yapı hakkında kısa bir bilgi edinmek üzere düzenlenmiştir. Her bir ifadeyi okuduktan sonra size uygun düşen kısmı işaretleyiniz.

İkinci Bölüm ise “Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık Ölçeği” ifadelerinden oluşmaktadır. Bu ölçekte amaç, öğretmen adaylarının Mikro ve Nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarını belirlemektir. Bu ölçekte bulunan maddelere verilen cevapların yanlışlığı yoktur. Lütfen ölçekte bulunan her maddeye karşı fikrinizi temsil eden boşluğu işaretleyiniz. Her bir ifadeyi okuduktan sonra, ifadeye katılıp katılmadığınızı, ifadeye ne derecede katıldığınızı yada katılmadığınızı liste üzerinde ayrılan yerlere işaretleyiniz. Araştırmanın geçerli ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için ölçek maddelerine samimi yanıtlar vermeniz önem taşımaktadır.

Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

A) DEMOGRAFİK BÖLÜM

1. Cinsiyetiniz
() Kadın () Erkek
2. Programınız
() Fen Bilgisi Öğretmenliği () Sınıf Öğretmenliği
3. Sınıfınız
() 1.sınıf () 2. Sınıf () 3.Sınıf () 4. Sınıf
4. Yaşınız
() 19 () 20 () 21 () 22 () 23 () 24
5. Genel not ortalamanız (Lütfen yazınız) (4 üzerinden
.....)
6. Bugüne kadar mikro ve nanoteknoloji hakkında ne kadar şey duydunuz?
() Hiçbir şey () Çok az () Biraz () Fazlaca () Çok Fazla
7. Mikro ve nanoteknoloji konusundaki duyularınız ve ilk bilgilerinizi hangi kaynaklardan aldınız_
() Reklamlar () Bilim Kurgu kitapları veya filmler
() Gazeteler () İnternet
() TV ve Radyo Haberleri () Okul
() Dergiler () Diğer (Lütfen yazınız.....)

B) MİKRO VE NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIK ÖLÇEĞİ

Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık Ölçeği	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1. FAKTÖR: Birey, Topluma ve Çevreye Katkı ve Faydaları Hakkındaki Farkındalık					
1. Mikro ve nanoteknoloji ürünlerinin birey, toplum ve çevre üzerine etkileri olduğuna inanıyorum.					
2. Nanoteknoloji ürünlerinin ekonomik faaliyetler üzerine etkisi vardır.					
3. Mikro ve nanoteknoloji ürünlerinin bilimsel bilginin gelişmesine katkısı vardır.					
4. Nanoteknoloji alanı gerekli bir alandır.					
5. Mikro ve nanoteknoloji alanında daha az maliyet ve daha fazla üretim sağlanabilir.					
6. Mikro ve nanoteknoloji alanında çalışma yapmak ilk başta ciddi maliyetler getirebilir.					
7. Nanoteknoloji alanı yaşam kalitesinin artmasında önemli bir etkidir.					
8. Nanoteknoloji alanının daha sağlıklı ve güvenli bir yaşam sunacağını düşünürüm.					
9. Nanoteknoloji alanı sayesinde zaman ve maliyet kaybı en az seviyelere düşebilir.					
10. Nanoteknolojinin gelecek tarihlerde çok daha geniş alanlara yayılacağını düşünürüm.					
11. Nanoteknoloji konuları çevremizdeki olayların daha kolay anlaşılmasında etkilidir.					
12. Nanoteknoloji konularının gelecekte öneminin gittikçe artacağına inanıyorum.					
2. FAKTÖR: Öğrenci İlgi ve Çalışmaları Hakkındaki Farkındalık					
1. Nanoteknoloji konu alanından daha fazla kaynağa ulaşmak isterim.					
2. Nanoteknoloji konularının anlatıldığı derse zevkle girerim.					
3. Çalışma zamanımın büyük bir kısmını nanoteknoloji konularına ayırmak isterim.					
4. Nanoteknoloji toplulukları veya derneklerine üye olmak isterim.					
5. Mikro ve nanoteknoloji ile ilgili bilimsel gelişmeleri yakından takip ederim.					
6. İmkanım olsa nanoteknoloji alanında ürün geliştirip çalışmak isterim.					

Mikro ve Nanoteknoloji Farkındalık Ölçeği	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
3. FAKTÖR: Günlük Yaşamdaki Yeri ve Önemi Hakkındaki Farkındalık					
1. Tarımda kullanılan GDO ve hibrit tohumların geliştirilip üretilmesinde Mikro ve nanoteknoloji önemli rol oynar.					
2. İnşaat endüstrisinin büyümesiyle beraber binalardaki beton dayanımını arttırmak için Mikro ve nanoteknolojiye başvurulur.					
3. Araçlarda kullanılan, akaryakıt, petrol ürünlerinin çeşitlendirilip çevreye daha az zararlı hale getirilmesinde Mikro ve nanoteknoloji rol oynar.					
4. Günlük hayatta kullanılan temizlik ürünlerinin doğal kaynak sularına karışıp çevreye zararını engellemek için Mikro ve nanoteknoloji ile üretilen mikro ve nano canlılar kullanılır.					
4. FAKTÖR: Kullanım Alanları Hakkındaki Farkındalık					
1. Mikro ve nanoteknoloji ürünleri tekstil endüstrisinde kullanılır.					
2. Mikro ve nanoteknoloji ürünleri gıda ve beslenme endüstrisinde kullanılır.					
3. Mikro ve nanoteknoloji ürünleri sağlık endüstrisinde kullanılır.					
5. FAKTÖR: Öğrenme ve Araştırma İsteği Hakkındaki Farkındalık					
1. Mikro ve nanoteknoloji konularını çalışmaktan hoşlanırım.					
2. Mikro ve nanoteknoloji alanı ile ilgili araştırmalar yapmaktan zevk alırım.					
3. Mikro ve nanoteknoloji ile ilgili farklı kaynaklardan bilgi edinirim.					