

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ
GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ VE
ETKİNLİKLERLE DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
EMİNE TENEKECİGİL**

YÜKSEK LİSANS

**Eylül 2023
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ
GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ VE
ETKİNLİKLERLE DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
EMİNE TENEKECİGİL**

**Danışman
Doç. Dr. İ. AFŞİN KARİPER**

Yüksek Lisans Tezi

**Eylül 2023
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ
NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ
GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ VE
ETKİNLİKLERLE DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ**

**Hazırlayan
EMİNE TENEKECİGİL**

**Danışman
Doç. Dr. İ. AFŞİN KARİPER**

Yüksek Lisans Tezi

**Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma
Projeleri Birimi tarafından SYL-2023-12241kodlu proje ile
desteklenmiştir.**

**Eylül 2023
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir bilimsel çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Emine Tenekeçigil

YÖNERGEYE UYGUNLUK

Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi ve Etkinliklerle Değişimin İncelenmesi adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Emine TENEKECİGİL

Danışman

Doç. Dr. İshak Afşin KARİPER

KABUL VE ONAY

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Emine TENEKECİGİL'in hazırladığı **Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi ve Etkinliklerle Değişimin İncelenmesi** başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Doç. Dr. Ebru EZBERCİ ÇEVİK

Jüri Üyesi (Danışman)

Doç. Dr. Afşin KARİPER

Jüri Üyesi

Doç. Dr.
SERDAROĞLU

Goncagül

Bu tez Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 21 / 09 / 2023 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca ... / ... / tarihi ve sayılı karar ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hüseyin ARAK

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve çalışmalarım süresince yardımlarını ve değerli zamanını esirgemeyen, tezin hazırlanması aşamasında görüş ve önerileri ile yol gösteren, bana hep destek olan kıymetli danışman hocam Doç. Dr.İ. Afşin KARİPER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Araştırma sürecinde bana destek olan kıymetli hocalarım Doç. Dr. Ebru EZBERCİ ÇEVİK'e, Dr. Hilal KARABULUT'a, rehberliği ve özenli geri bildirimleri için kıymetli hocam Dr. Hasan GÖKÇE'ye zaman ayırıp yardımcı oldukları için teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmamda verilerin toplanması sırasında emeği geçen tüm fen bilimleri öğretmen adayı arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamı kıymetli bulup destekleyen Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Tüm yaşantımda ve özellikle eğitim çalışmalarımda beni teşvik eden, destek olan, örnek olan kıymetli annem ve babama, yüksek lisans eğitimim sürecinde çalışmalarımda beni cesaretlendiren, motive eden sevgili eşime ve işlerimi kolaylaştırmak için gayret eden, bana çalışma imkânları oluşturan, hayatımı neşelendiren güzel yavrularıma teşekkürlerimle.

Emine TENKECİGİL

Eylül 2023, KAYSERİ

ÖZ

FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOBİLİM VE NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ VE ETKİNLİKLERLE DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

Emine TENKEKİGİL

Erciyes Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Eylül, 2023
Danışman: Doç. Dr. İshak Afşin KARİPER

Bu araştırmanın amacı fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerini belirlemek ve düzenlenen etkinliklerle değişimin incelenmesidir. Çalışma grubunu lisans düzeyinde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırma nitel yöntemle ve durum çalışması deseniyle çalışılmıştır. Veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu, gözlem formu ve anketler kullanılmıştır. Anket ve gözlem verilerinin analizinde betimsel analiz, görüşme verilerinde içerik analizi kullanılmıştır. Anketlere 21, görüşmeye altı öğretmen adayı katılmıştır. Alan yazındaki nanoteknoloji ve nanobilim alanında yapılan eğitim çalışmaları incelenmiş, genelde bilgilendirme amaçlı sunumların yapıldığı, az sayıdaki deneysel uygulamalarda da nanoteknolojik ürün incelemelerinin yapıldığı görülmüştür. Alandaki, fen müfredatındaki konulara entegre edilmiş nanobilim eğitimi eksikliğinden yola çıkılarak planlanan araştırma tanıtıcı sunumlar ve deney uygulamaları olmak üzere iki aşamalı düzenlenmiştir. Düzenlenen sunum eğitimleri ile katılımcılar nano kavramlarını, nano boyutu tanımış, doğadaki nanoteknolojiyi ve nanobilimin multidisipliner yapısını öğrenmiş, güncel nanoteknoloji uygulamalarını farketmişlerdir. Deney uygulamalarında ise nano malzemelerle optik ve manyetizma deneyleri yapmış, ayrıca malzemelerin nano boyut değişimi ile fiziksel değişimini gözlemlemişlerdir. Bu araştırma, nanobilim ve nanoteknoloji dünyasının kurallarını katılımcıların fen bilgisine dair ön bilgilerini kullanarak, deneylerle ve gözlemlerle sunması yönüyle alanında bir ilktir. Çalışmanın sonucunda fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim nanoteknolojiye olan ilgi ve farkındalıklarında artış olduğu görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının nanobilim eğitimlerini üniversite eğitimleri dâhilinde edinme istekleri ve nanobilim eğitimlerinin

fen bilgisi eğitimine entegrasyonunun gerekliliği y6n6ndeki g6r6şleri aktarılmıştır. Araştırmanın nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi araştırmacılarına, fen bilgisi eğitimcilerine, fen bilgisi 6đretimi m6fredat geliştirme s6recinde g6rev alan araştırmacılara yardımcı olması dileğiyle.

Anahtar Kelimeler: Deney, fen bilgisi eğitimi, fen eğitiminde nanoteknoloji, nanobilim, nanoteknoloji.



ABSTRACT

DETERMINING SCIENCE TEACHER CANDIDATES' OPINIONS ON NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY AND EXAMINING THE CHANGE THROUGH ACTIVITIES

Emine TENEKECİGİL

**Erciyes University, Institute of Educational Sciences
Master's Thesis, September, 2023
Supervisor: Assoc. Prof. İshak Afşin KARİPER**

This study aims to determine the opinions of science teacher candidates about nanoscience and nanotechnology and to examine the change through organized activities. The study group consists of science teacher candidates studying at the undergraduate level. The study was conducted with qualitative research method and case study design. Semi-structured interview forms, observation forms and documents were used as data collection tools. Descriptive analysis was used in the analysis of the document and observation data, and content analysis was used in the interview data. 21 teacher candidates participated in the surveys and six in the interviews. Educational studies in the field of nanotechnology and nanoscience in the literature were examined, it was seen that generally informative presentations were made, and nanotechnological product reviews were made in a few experimental applications. In the research, which was planned based on the lack of nanoscience education integrated into the subjects in the science curriculum, the participants learned about the nano world by experimenting with the experiments on the science subjects included in the curriculum with the produced nano materials. Nanoscience nanotechnology education is organized in two stages as introductory presentations and experimental applications. With the presentation trainings, the participants got to know the concepts of nano, the nano dimension, learned the nanotechnology in nature and the multidisciplinary structure of nanoscience, and realized the current nanotechnology applications. In experimental applications, they conducted optics and magnetism experiments with nanomaterials, and also observed the physical change of materials with nano-size change. This research is a first in its field in that it presents the rules of the world of nanoscience and nanotechnology by using the participants' prior knowledge of science, with experiments and observations. As a result of the study, it was seen that there was an increase in the interest and awareness of science teacher candidates in nanoscience and

nanotechnology. In addition, the wishes of the pre-service teachers to acquire nanoscience education within their university education and the necessity of integrating nanoscience education into science education were conveyed. We hope that the research will help researchers in nanoscience and nanotechnology education, science educators, and researchers involved in science education curriculum development.

Keywords: Experiment, nanoscience, nanotechnology, nanotechnology in science education, science education.



İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR ve SİMGELER	xvi
BÖLÜM I	
GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	8
1.2. Araştırmanın Önemi ve Amacı	9
1.3. Araştırma Problemi	10
1.4. Sayıtlar	10
1.5. Sınırlılıklar	10
1.6. Tanımlar	10
BÖLÜM II	
ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	12
2.1. Nanoteknoloji ve Nanobilimin Eğitime Entegrasyonu	12
2.2. Araştırmanın Kuramsal Temeli: Yapılandırmacı Yaklaşım	13
2.3. Literatürde Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi Çalışmaları.....	14
2.3.1. Yurt dışında nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmaları.....	15
2.3.2. Türkiye literatüründeki nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmaları....	19
2.4. Literatür Taraması Sonuçları.....	20
BÖLÜM III	
YÖNTEM.....	22
3.1. Araştırma Deseni.....	22
3.2. Çalışma Grubu	22
3.3. Veri Toplama Süreci ve Asıl Uygulamalar	23
3.3.1. Hazırlık süreci	23
3.3.2. Nanobilim ve nanoteknolojiyi sunumla tanıtım etkinliği	31

3.3.3. Nanobilim ve nanoteknolojiyi fen deneyleri ile anlatma etkinliği.....	34
3.3.3.1. Nano boyutta oluşan optik değişim gözlemi	34
3.3.3.2. Nano çözelti ile düzlem aynada yansıma deneyi	35
3.3.3.3. Nano çözelti ile saçılma deneyi.....	36
3.4. Veri Toplama Araçları	39
3.5. Etik Kurallar.....	43
3.6. Geçerlik ve Güvenirlilik	44
3.6.1. Geçerlik	45
3.6.2. Güvenirlilik	48
3.7. Veri Analizi	48
BÖLÜM IV	
BULGULAR.....	51
4.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Konularına İlişkin Görüşleri İle İlgili Bulgular	51
4.1.1. Nano, nanobilim ve nanoteknoloji tanımı temasına ilişkin bulgular	52
4.1.1.1. Nano kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları	52
4.1.1.2. Nanobilim kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları	53
4.1.1.3. Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları.....	54
4.1.2. Günlük hayatta nanobilim nanoteknoloji temasına ilişkin bulgular	55
4.1.2.1. Nanoteknolojiye ilgi kategorisine ait bulgular.....	55
4.1.2.2. Günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünleri kategorisine ait bulgular	56
4.1.3. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi temasına ilişkin bulgular.....	57
4.1.3.1. Fen eğitimine nanobilim ve nanoteknoloji konularının dâhil edilmesi kategorisine ilişkin bulgular	57
4.1.3.2. Üniversite eğitimi süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alma kategorisine ilişkin bulgular	57
4.1.3.3. Nanobilim nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi kategorisine ait bulgular	58
4.1.3.4. Mesleki yaşamında nanobilim çalışmaları yapma kategorisine ait bulgular	59
4.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi Alanında Düzenlenen Etkinlikler Sonrasında Görüşlerindeki Değişim İle İlgili Bulgular	59

4.2.1. Doküman incelemeye ait bulgular	60
4.2.1.1. Nano, nanobilim ve nanoteknoloji tanımı temasına ilişkin bulgular	60
4.2.1.1.1. Nano kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları	60
4.2.1.1.2. Nanobilim kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları	61
4.2.1.1.3. Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları	62
4.2.1.2. Günlük hayattta nanobilim ve nanoteknoloji temasına ilişkin bulgular	62
4.2.1.2.1. Nanoteknolojiye karşı ilgi	63
4.2.1.2.2. Günlük hayatımızda kullanılan nanoteknoloji ürünleri	63
4.2.1.3. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi temasına ilişkin bulgular	64
4.2.1.3.1. Fen eğitimine nanobilim ve nanoteknoloji konularının dâhil edilmesi	64
4.2.1.3.2. Üniversite eğitimi süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alma	65
4.2.1.3.3. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi	66
4.2.1.3.4. Mesleki yaşamında nanobilim ve nanoteknoloji çalışmaları yapma	67
4.2.2. Görüşmeye Ait Bulgular	67
4.2.2.1. Nanobilim nanoteknoloji eğitimi sonrası değişimler kategorisi bulguları	68
4.2.2.2. Nanobilim nanoteknoloji eğitiminin içeriği kategorisi bulguları	70
4.2.2.3. Nanobilim nanoteknoloji eğitiminin Fen eğitimine entegrasyonu kategorisi bulguları	71
4.2.2.4. Nanobilim nanoteknoloji eğitimleri alma isteği kategorisi bulguları	72
4.2.2.5. Nanobilim nanoteknoloji eğitimi çalışmaları yapma kategorisi bulguları	73
4.2.3. Gözleme ait bulgular	74
BÖLÜM V	
TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER	78
5.1. Tartışma ve Sonuç	78
5.2. Öneriler	82
KAYNAKÇA	85

EKLER.....	94
EK 1: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (İlk Hali).....	94
EK 2: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (Düzenlenmiş Hali-Uygulanan)	96
EK 3: Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket (İlk hali)	98
EK 4: Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket (Düzenlenmiş Hali- Uygulanan).....	99
EK 5: Yapılandırılmamış Gözlem Formu	101
EK 6: Etik Komisyonu Onay Bildirimi.....	102
ÖZGEÇMİŞ	101



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1	Veri toplama ve etkinlik uygulama sürecini gösteren çalışma planı.....	31
Tablo 2	Araştırma Boyunca Alınan Geçerlik Ve Güvenirlik Önlemleri.....	44
Tablo 3	Konuya İlişkin Oluşturulan Kategorilerin Temalara Göre Dağılımı	52
Tablo 4	Nano kavramına ilişkin görüşler	52
Tablo 5	Nanobilim kavramına ilişkin görüşler.....	53
Tablo 6	Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler	54
Tablo 7	Nanoteknolojiye karşı ilgi	55
Tablo 8	Günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünlerine ilişkin görüşler.....	56
Tablo 9	Üniversite eğitimleri süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimleri alma	57
Tablo 10	Nanobilim nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi	58
Tablo 11	Mesleki yaşamında nanobilim çalışmaları yapma	59
Tablo 12	Konuya İlişkin Oluşturulan Kategorilerin Temalara Göre Dağılımı	60
Tablo 13	Nano kavramına ilişkin görüşler	60
Tablo 14	Nanobilim kavramına ilişkin görüşler.....	61
Tablo 15	Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler	62
Tablo 16	Nanoteknolojiye karşı ilgi	63
Tablo 17	Günlük hayatımızda kullanılan nanoteknoloji ürünleri.....	63
Tablo 18	Üniversite eğitimi süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alma isteği	65
Tablo 19	Nanobilim nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi	66
Tablo 20	Mesleki yaşamında nanobilim çalışmaları yapma	67
Tablo 21	Görüşme bulgularının tema ve kategorileri.....	68
Tablo 22	NB ve NT Eğitimi Sonrasında Katılımcıların Durumlarındaki Değişime İlişkin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri	68
Tablo 23	Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitim İçeriğinde Kullanılan Anlatım Yöntemlerine İlişkin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri.....	70
Tablo 24	Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitiminin Fen Eğitimine Entegrasyonunun Nedenlerine İlişkin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri.....	71
Tablo 25	NB-NT Eğitimleri Alma İsteğinin Nedenlerine İlişkin Katılımcı Görüşleri.....	72

Tablo 26	Mesleki Yaşamında NB-NT Çalışmaları Yapmak İsterse Nasıl Yöntemler Kullanacağına Dair Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri.....	73
Tablo 27	Uzman Eğitimcilerin Sunum Etkinliğine İlişkin Gözlemlerinden Elde Edilen Bulgular	75
Tablo 28	Uzman Eğitimcilerin Deney Etkinliğine İlişkin Gözlemlerinden Elde Edilen Bulgular	77



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1	Nanoskalada örnek cisimler	2
Şekil 2	Nanoteknolojinin uygulama alanlarından bazıları	4
Şekil 3	Nanoteknolojinin kullanıldığı ürünlere örnekler	5
Şekil 4	Deney etkinlikleri için araştırmacının ürettiği, farklı nano boyutlara sahip gümüş nano çözeltilere ait görüntüler.....	24
Şekil 5	Yeşil Renkli Gümüş Nano Çözeltinin Analiz Sonuçları	25
Şekil 6	Sarı Renkli Gümüş Nano Çözeltinin Analiz Sonuçları	26
Şekil 7	Mor Renkli Gümüş Nano Çözeltinin Analiz Sonuçları	27
Şekil 8	Altın Nano Analiz Sonuçları	28
Şekil 9	Platin Nano Analiz Sonuçları	29
Şekil 10	Deney etkinlikleri için üretilen nano boyutlu ferro sıvı	30
Şekil 11	Nanobilim nanoteknolojiyi sunumla tanıtım etkinliğine ait fotoğraflar.....	32
Şekil 12	Boyut değişimi ile rengi de değişen gümüş nano çözeltiler gözlemi	34
Şekil 13	Nano çözelti ve saf su ile düzlem aynada yansıma deneyi fotoğrafları.....	35
Şekil 14	Nano çözelti ile saçılma deneyi.....	37
Şekil 15	Kırılma Yasası (Snell Kanunu) Deneyine Ait Uygulama Fotoğrafları.....	38
Şekil 16	Ferro sıvı ile manyetizma deneyi uygulamasına ait fotoğraflar	39
Şekil 17	Anket uygulama anından bir görüntü.....	43
Şekil 18	Anket formunun ilk haline dair uzman eğitimci eleştirilerini gösteren fotoğraf.....	46
Şekil 19	Nitel veri analizi süreçleri	49

KISALTMALAR ve SİMGELER

ERNAM	: Erciyes Üniversitesi Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (Erciyes University Nanotechnology Application and Research Center)
NB	: Nanobilim (Nanoscience)
NCLT	: Ulusal Nanoölçekte Bilim ve Mühendislik Öğrenme ve Öğretme Merkezi (National Center for Learning and Teaching in Nanoscale Science and Engineering)
NISE	: Nanoölçekte Okuldışı Fen Eğitimi (Nanoscale Informal Science Education)
NNI	: Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (National Nanotechnology Initiative)
NSF	: Amerikan Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation)
NT	: Nanoteknoloji (Nanotechnology)
SI	: Uluslararası Birimler Sistemi (Système International Unités)
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (Scientific and Technological Research Council of Türkiye)
UK	: Birleşik Krallık (United Kingdom)

BÖLÜM I

GİRİŞ

Albert Einstein (1951), her şeyi daha iyi anlayabilmek için doğaya daha derinden bakmak gerektiğini söylemiş. Bu derin bakışın sonucu olarak ortaya çıkan bilim, gözlem ve deney yoluyla sistematik olarak toplanan bilgileri, bilgi üretme ve yorumlama sürecini ifade etmektedir (Krogh ve Slentz, 2001). Bazı insanlar bilimi tanımların, ilkelerin ve model listelerinin ezberlenmesi olarak görürler (Worth, 2010). Ancak bilim bilgidен daha fazlasıdır ve merak etmeyi, gözlemlemeyi, deney yapmayı, evreni keşfetmeyi içeren, yapısı itibarıyla dinamik bir süreçtir. (Kilmer ve Hofman, 1995). Bir başka deyişle atom altı parçacıklardan, uzayın sonsuz derinliğine uzanan, doğayı keşif yolculuğudur (Sagun Gököz ve Akaygün, 2013). İnsanoğlu bilim yolculuğunda bir yandan uzayı tanıma, yıldızlara varma yolları araştırırken, diğer taraftan çıplak gözle göremediğimiz boyutlardaki mikro dünyaya karşı inanılmaz bir merak duymaktadır.

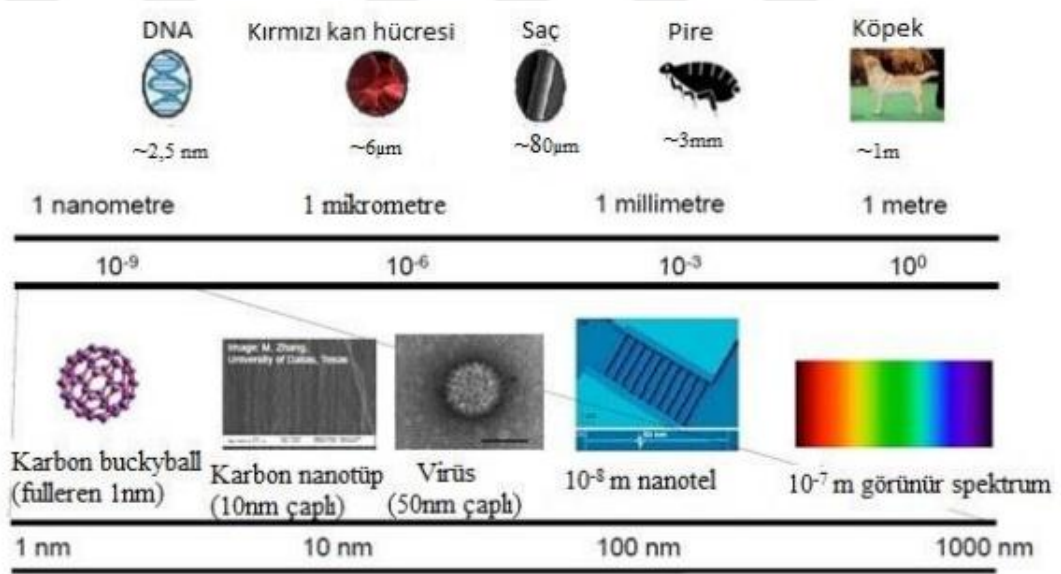
Ünlü bilim insanı Richard Feynman (1959) ‘Temelde çok boşluk var’ (There's Plenty of Room at the Bottom) isimli konuşmasında atom ve molekül araştırmalarına dikkat çekmek istemiş, 24 ciltlik Ana Britanica ansiklopedisinin bir toplu iğnenin başına sığdırılabileceğini öngörmüş ve geliştirilebilecek mikroskobik araçlardan bahsetmiştir (Akaygün, 2010). İçinde hiç "nanoteknoloji" ifadesi geçmese de bilim insanlarına verdiği ilham nedeniyle bu konuşma nanoteknoloji ve nanobilimin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Günümüzde, bilgisayar teknolojisi ve nanoteknoloji uygulamalarının geldiği noktaya bakıldığında Feynman'ın hayallerinin çok ötesine geçildiği görülmektedir (Gürdilek, 2001).

Reklamlarda bile karşımıza çıkan, bize kirlenmeyen giysileri, antibakteriyel buzdolabını, hedefe odaklı ilacı, deterjansız temizlemeyi, yaşlanmayan cildi veya su tutmayan boyayı vadeden nanoteknoloji nedir? Bu kavramı nano ve teknoloji terimlerini gözden geçirerek açıklamak gerekir. Nano kelimesi, maddenin ya da ürünün mekanik, termal, elektrik, manyetik, optik ve şekilsel temel özelliklerini etkileyen, metrenin milyarda biri ölçeğindeki uzunluk ölçüsünü tanımlamaktadır (Schodek vd., 2009). Nano kelimesi, Yunanca “cüce” anlamına gelir. Uluslararası

Birimler Sisteminde, "nano" öneki milyarda bir veya 10^{-9} anlamına gelmektedir (SI Prefixes, 2019). Nano ön takısı alan birim zaman (saniye), birim hacim (litre) ve birim uzunluk (metre) ölçüm değerlerinin milyarda birini tanımlamaktadır. Hayal etmekte zorlandığımız bu büyüklük için birkaç örnek verebiliriz. NNI verilerine göre bir kâğıt yaprağı yaklaşık 100.000 nanometre kalınlığındadır, bir insan DNA zincirinin çapı 2,5 nanometredir, kalemi kâğıda dokundurduğunuzda oluşan nokta bir milyon nanometre genişliğindedir. Başka bir örnek verecek olursak tek bir altın atomunun çapı bir nanometrenin yaklaşık üçte biri kadardır (NNI, n.d.). Şekil 1 bazı cisimlerin nano skaladaki yerini göstermektedir.

Şekil 1

Nanoskalada örnek cisimler



Not: The Nanoscale, Nanoyou. (2016). 10.08.2023 tarihinde https://nanoyou.eu/attachments/297_NANOYOU%201%20The%20nanoscale%20%5bModo%20de%20compatibilidad%5d.pdf adresinden erişilmiştir.

Teknoloji ise mal ve hizmet üretiminde kullanılan yöntemler, işlemler, teknikler bütünü veya bilimsel araştırmalardır (McDermott, 1981). Bu tanımlardan hareketle nanoteknolojiyi anlamaya çalışırsak boyutları 1 ila 100 nanometre (nm) arasında değişen bileşenlerin tasarımı, ürün üretimi ve montajıdır denebilir (Albanese vd., 2012). Nanoteknoloji tanımını ilk olarak 1974 yılında Tokyo Bilim Üniversitesi üyesi Norio Taniguchi yapmış, atom ya da moleküllerin işlenerek ayrılması, bozunması sonucunda daha küçük, daha hafif ve çok daha hızlı hale getirilmesi şeklinde açıklamıştır (Kazlev, 2003). Bir başka deyişle nanoteknoloji moleküler ve

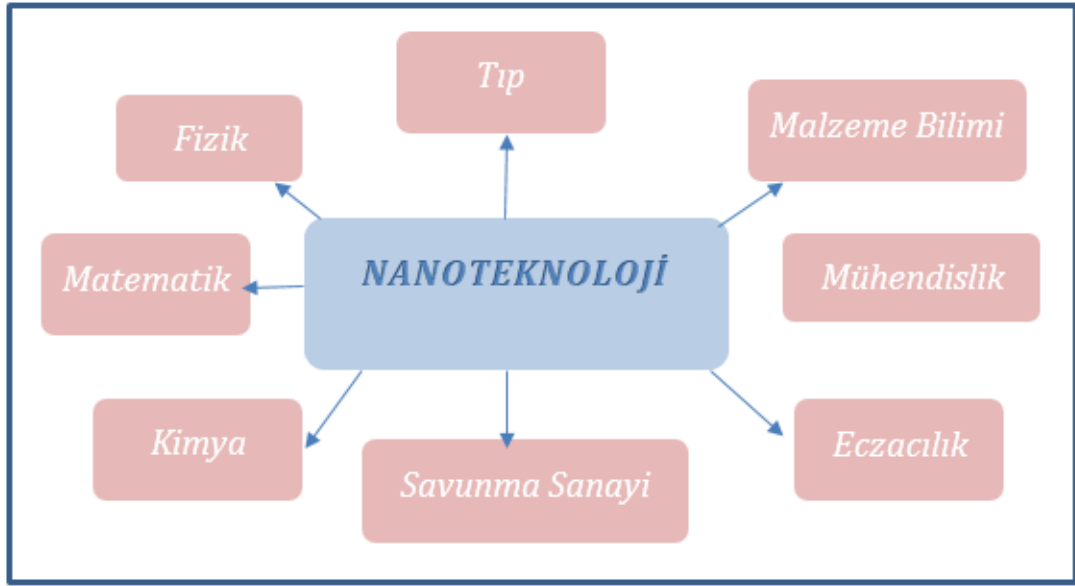
atomik seviyede materyallerin düzenlenerek yeniden tasarlanmasıyla ortaya çıkan teknolojidir ve bu yüksek yararlılık tıp, çevre, sanayi gibi birçok alanda pek çok fayda sağlar (Balbus vd., 2005). Pek çok üretim alanını etkileyen bu teknolojinin metodunu belirleyen bilim nedir?

Nanoteknoloji, nanobilimin kapsamına girer. Nanobilim, nanometre ölçütlerinde ortaya çıkan yeni davranışları kuantum kuramı rehberliğinde anlamamızı sağlar; nanoteknoloji ise yeni nanoyapılar tasarlayıp inşa ederek üretilen nano malzemelere yeni ve inanması zor özellikler kazandırıp yeni amaçlar için kullanır. Nano boyut ölçeğinde günlük hayatta aşına olduğumuz fizik kuralları (iletkenlik, renk, manyetizma vb.) tamamen farklıdır (Carruthers, 2019). Parçacıklar 100 nm'den küçük olduğunda atomik, moleküler ve iyonik etkileşimlerden ötürü davranışları etkilenir ve kuantum etkileri nedeniyle yeni ve değişken özellikler gösterir (Kim vd., 2010). Nano ölçekte kuantum etkilerinin güçlü bir sonucu maddenin özellikleri farklı şekilde ayarlanabilmektedir. Bu demektir ki, bilim insanı, parçacığın boyutunu değiştirerek, ilgilenilen bir malzeme özelliğine ince ayar yapabilir (Bhushan, 2007). Nano ölçekte erime noktası, floresans, elektriksel iletkenlik, manyetik geçirgenlik ve kimyasal reaktivite gibi özellikler parçacığın boyutunun bir fonksiyonu olarak değişebilir. Bu şekilde üretilen malzemeler çok aktif olabilir ve üstün elektronik, optik veya manyetik özellikler gösterebilirler (Bilgici, 2014).

Nanobilimin disiplinler arası özelliğe sahip olması, tanımlanmasında hep en dikkat çeken özelliği olmuştur (Hutchinson, 2007). Nano merkezli bilim ve teknoloji, fizik, kimya, malzeme bilimi ve elektronik gibi alanları multidisipliner bir çerçevede kullanan, tıp, savunma sanayi, kimya sanayi, elektronik sektörü gibi birçok alanda ürün üretmek üzere, dünya çapında büyük fonların ayrıldığı, aktif bir araştırma alanı haline gelmiştir (Kelsall, 2005). Benzer şekilde Whitesides ve Lipomi'a (2007) göre nanobilim ve nanoteknoloji, enerji, kozmetik, ilaç, biyomühendislik, elektrik mühendisliği ve optik alanlarını da içine almaktadır. Nanoteknolojinin uygulama alanları Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2

Nanoteknolojinin uygulama alanlarından bazıları



Nanoteknoloji pek çok disipline hizmet edebildiğinden gündelik hayatımıza kazandırdığı ürünlerin çeşitliliği de kaçınılmaz olmaktadır. Nanoteknolojinin sağlık sektöründe bizlere sunduğu önemli ürünlerinden tıbbi görüntüleme cihazları hastalık teşhisini oluşum evresinde keşfedebilmeyi sağlarken, akıllı ilaçlar vücuda zarar vermeden sadece hasta hücreyi yok etme imkânı sunmuş, pek çok yan etkiyi ortadan kaldıran hedefe odaklanmış ilaçları mümkün kılmıştır (Kutoka vd., 2022). Mühendisler nanoteknolojiyi daha şeffaf ya da mat, daha sağlam, daha iletken malzeme üretmede kullanırken, yıpranmayan, su geçirmeyen, hatta kir kutmayan kumaşlar, boyalar, spor malzemeleri, askeri ekipmanlar günlük hayatımıza çoktan girmiştir (Denkbaş, 2015). Gümüş nanoparçacıkların güçlü antibakteriyel etkinliklerini keşfeden kimya ve kozmetik sanayi, temizlik ürünleri, cilt bakım, onarım ürünleri, kozmetikler, solunum maskeleri, tıbbi dezenfeksiyon cihazları, su arıtma sistemleri gibi birçok üründe bu teknolojiye yararlanmaktadır (Bondarenko vd., 2013). Bilgisayarlar, kamera ve kayıt sistemleri de bu teknoloji ile hayli gelişmiştir (Tüylek, 2021). Nanoölçekte elektronik devre elemanlarının üretilmesi ile, örneğin nanoteknoloji ürünü bilgisayarların küçük boyutta yüksek kapasite ve işlem hızına sahip olması mümkün kılınmıştır (Ersöz vd., 2018). Tarım ve hayvancılık uygulamalarında yararlılığı arttıracak kimyasalların geliştirilmesi, DNA testleri için nanoölçekte kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi için de nanoteknoloji

durumu, gelişen ve geliştirilmesi gereken yanlarıyla daha net bir şekilde ortaya koyabiliriz. Modern dünyanın en öncelikli teknolojisi haline gelen nanoteknoloji alanındaki gelişmelere yön vermek için, nanobilimin eğitime dâhil edilmesine, lise ve üniversitelerden başlanması kararı alan Amerikan Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation, NSF) ve Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (National Nanotechnology Initiative, NNI), öğretmen eğitimi, materyal geliştirilmesi ve planlamanın bir an önce tüm eğitim kademelerine de yayılmasını planlamıştır (Murday vd., 2009). NSF ‘nin nanobilim eğitime yönelik çalışmalara verdiği hibeler, bilim eğitimi araştırmalarını arttırmakta ve geliştirmektedir (Hingant ve Albe, 2010). Yine Amerika Birleşik Devletleri’nde nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi planlama ve geliştirilmesi Ulusal Nanoölçekte Bilim ve Mühendislik Öğrenme ve Öğretme Merkezi (National Center for Learning and Teaching in Nanoscale Science and Engineering, NCLT) ve Nanoölçekte Okuldışı Fen Eğitimi (Nanoscale Informal Science Education, NISE), gibi kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Ayrıca okullarda nanoteknoloji hakkında öğretilmesi gerekenler “Dokuz Büyük Fikirler ” adıyla ortaya konmuştur (Stevens vd., 2009). Okullarda 7. ve 12. düzeylerinde verilecek eğitimler için önerilen dokuz maddede boyut ve ölçek, maddenin yapısı, kuvvetler ve etkileşimler, kuantum etkiler, boyuta bağlı özellikler, montaj, araçlar, modeller ve simülasyonlar, bilim, teknoloji ve toplum eğitimi olarak belirlenmiştir (Gilbert ve Lin, 2013). Öğretmen ve öğrencilerin yanı sıra vatandaşlara da programlara katılarak nano farkındalığı ve nanobilim okuryazarlığı kazandırılması hedeflenmektedir (Gököz ve Akaygün, 2013).

ABD’deki çalışmaları yakından izleyen Japonya da nanoteknoloji için ciddi parasal destekler seferber etmiştir. ABD ve Japonyadaki hızlı ilerlemeyi kaygı ile izleyen Avrupa Birliği, teknolojilerinin 10 yıl sonra bu iki ülke ile yarışabilmesi için 6. Çerçeve Programında nanobilim ve nanoteknolojiyi öncelikli alan olarak ilan etmiş, alandaki araştırmaları desteklemek amacıyla 1,3 Milyar Euro ödenek ayırmıştır. Yunanistan Girit adasındaki Heraklion Araştırma Merkezi’nde 500 doktoralı araştırmacı ile nanoteknoloji geliştirme üzerine araştırmalar yaptırmakta ve Avrupa Birliği’nden milyonlarca Euro destek almaktadır. İsrail çok sayıda nanoteknoloji uzmanı toplayarak Nanocenter kuruluşlarında araştırmalar yaptırmaktadır. Bu araştırmaların bir kısmı nanoteknoloji eğitimi projeleridir (Grup, 2023).

Türkiye’de nanobilim ve teknoloji çalışmalarına yön veren Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ‘ın 2004’de, Vizyon 2023 ismi ile yayınladığı Türkiye Ulusal Teknoloji Öngörü Programı’nda nanoteknolojiyi stratejik teknoloji alanlarından biri olarak belirlemiştir ve öncelikli desteklenecek alan olarak vurgulanmıştır (Denkbaş, 2015). Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü 2018 yılı verilerine göre bununla birlikte çeşitli illerimizde üniversiteler bünyesinde toplam 22 nanoteknoloji uygulama ve araştırma merkezimiz bulunmaktadır. Ülkemizde son yıllarda daha çok ilgi çeken nanoteknolojinin bilim camiasındaki yansımalarına bakıldığında, 2016 yılı itibarıyla Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Araştırmacı Bilgi Sistemi içerisinde ilgi alanı olarak nanoteknolojiyi belirlemiş öğretim üyesi sayısının 2.366 olduğu görülmektedir. StatNano veri taramasına göre ise, dünyada en fazla yayının Çin tarafından yapıldığı (44943 yayın), bunu sırasıyla ABD (21750 yayın) ve Japonya’nın (6796 yayın) takip ettiği, Türkiye’ nin ise bu sıralamada 23. sırada (1734 yayın) yer aldığı tespit edilmiştir (URL-1). Türkiye’de yürütülen bu çalışmalar incelendiğinde neredeyse tamamının eğitim planlama amacından uzak nanoteknoloji araştırma ve uygulama çalışmaları olduğu görülmektedir.

Türkiye’de nanoteknoloji ve nanobilim eğitimi alanında yürütülen araştırmalar incelendiğinde, Boğaziçi Üniversitesi öncülüğünde Avrupa Birliği tarafından desteklenen, birkaç (“irresistible”) projesi (URL-2), TÜBİTAK 4005 projesi (nanoteknoloji kulüpleri) ve bireysel tez çalışmaları (Sagun Gökoç, 2012; Şenel Zor, 2017) haricinde nano eğitime yönelik kapsamlı çalışma olmadığı görülmektedir (Yıldırım, 2021). Yine de 2018 yılında yapılan düzenleme ile 12. sınıf kimya müfredatındaki “Enerji Kaynakları Ve Bilimsel Gelişmeler” konulu üniteye nanoteknoloji bölümü eklenerek nanoeknoloji eğitimi adına bir adım atılmıştır. Üniteye nanoteknoloji geleceğin bilimi olarak tanıtılmakta ve boyutu hakkında kısa bir bilgilendirme yapılmaktadır. Konu ile öğrencilerin, nanoteknoloji alanındaki gelişmelerin topluma, bilime, teknolojiye, çevreye ve ekonomiye etkisi hakkında bilgi sahibi olması hedeflenmektedir. (URL-3). Yine 7. sınıf sosyal bilgiler ders kitabında nanoteknoloji gelişmekte olan bilim dalı olarak birkaç cümle ile tanıtılmaktadır.

Nanoteknolojinin disiplinler arası yapısı ve eğitim bilimcilerin bu alanda yeterli bilgiye sahip olmaması nanoteknoloji eğitimi çalışmalarının azlığının nedeni olabilir. Bunun yanı sıra hızla gelişmekte olan nano alanını, birçok eğitimcinin hangi

kavramlarla ve nasıl öğretilceğini bilmiyor olması da çalışmaların azlığının bir başka nedeni olarak gösterilebilir (Jones vd., 2013). Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi yapısı gereği disiplinlerarası bir anlayış taşınmalıdır (Laherto, 2010). Gelecekte önemi daha da hissedilir hale gelecek bu bilimin okuryazarı olmak için disiplinlerin birleşmesinin ve ortaklaşa olarak kavramlar belirlenmesinin önemine vurgu yapılmaktadır (Sabelli vd., 2005).

1.1. Problem Durumu

Nanobilim ve nanoteknoloji uygulamalarının hızla günlük hayatımızda yer edindiği bu zamanlarda ülkelerin gelişmesi, varlıklarını güçlü bir biçimde devam ettirmesi için yeni bilimsel bilgilerle donatılmış teknolojik gelişmelere ayak uydurmak ve bunu sağlayacak uzun soluklu eğitim planlamaları hazırlamak gerekmektedir (Bilim Şurası, 2003). 2015’de Amerikan Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation, NSF)’nin yaptırdığı bir araştırmaya göre, gelecek on yıl içinde tüm dünyada nanobilim ve nanoteknoloji bilgisine sahip yaklaşık 2 milyon kişinin farklı meslek alanlarında çalışacağı öngörülmüştür (Roco, 2003). Bu alanda araştırma, geliştirme ve üretim çalışmalarında hız kazanılması ve işgücü ihtiyacının artması eğitim araştırmalarına yönelme ihtiyacı oluşturmuştur (Jones vd., 2013).

Gelişmiş ülkeler nanobilim eğitime önem vermeye ve bu alanda uygulamalara yönelik planlamalar yapmaya başlamışlardır. Nanoteknoloji uygulamalarını eğitime entegre edebilmek amacıyla yola çıkmış araştırmalarda alanda büyük bir boşluk vardır. Bilim topluluklarının ya da sivil toplum kuruluşlarının nanobilimi tanıtmaya etkinlikleri önemli başlangıçlar olmakla birlikte yetersizdir. Bu alanda araştırmacıların daha yoğun eğitim çalışmaları yürütmeleri, multidisipliner karşılığı olan nanobilimin öncelikle öğretmen adayları ve öğretmenlere, sonrasında lise ve ortaokul müfredatlarına nasıl tanıtılacağı ile ilgili araştırmalar başlatmaları gerekmektedir. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi üzerine odaklanan, öğrencilerin önceki bilgileriyle nano dünyanın kurallarını birleştirme yolları bulmaya çalışan eğitim araştırmalarına ihtiyaç vardır. Fen bilimleri, fizik, kimya derslerinde ve laboratuvar uygulamalarında nanobilime nasıl yer verebileceğimizi araştıran, metod geliştiren, uygulanabilir çözüm önerileri sunan eğitim araştırmaları tüm dünyada acil bir gerekliliktir.

1.2. Araştırmanın Önemi ve Amacı

Nanoteknoloji ve nanobilim araştırmalarının çoğunun malzeme ya da teknoloji üretme üzerine olduğu görülmektedir. Nanobilim eğitimi üzerine yoğunlaşarak, bu alanda hizmet verecek eğitimli insan gücü yetiştirme hedefi ciddiyle üzerinde durulması gereken önemli bir husustur. Dünya genelinde nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmaları genellikle tanımlamalar yapan, ölçeği hakkında bilgilendiren ve uygulama alanlarını sıralayan; görülebilir boyutlarda olmadığı gerekçesiyle sunu ve resimle tanıtılan, öğretmenin anlatan, katılımcının edilgen dinleyici olduğu sunumları içeren atölye etkinliklerinden öteye geçememiştir.

Bu çalışma bilgilendirme amaçlı sunumların ötesine geçip, katılımcılarına, laboratuvarında nano malzemeler kullanarak önceki bilgileriyle eşleştirmeyi, deneyler yaparak, gözlemlerde bulunarak nano dünyayı bizzat kendi keşifleriyle tanıtmayı hedeflemektedir. Çalışma katılımcının, laboratuvarında kullandığı malzemenin, nano boyuta indiğinde nasıl bilinen fizik kurallarından farklı davranmaya başladığını kendi deneyleriyle gözlemlemesini, yorumlamasını amaçlamaktadır. Selçuk (2000) araştırmasında, uzun süreli hafızanın daha etkili kullanılması ve tam öğrenmenin gerçekleşebilmesi için, bireylere herhangi bir kavram öğretilirken, bu kavramla ilgili tüm boyutların, fikirlerin, ilişkilerin karşılaştırmalı ve şematik olarak ortaya konulmasını, mümkünse dokunma, deneme fırsatı verilmesini, önceki öğrenmelerle yeni öğrenmeler arasında bağlantılar kurulmasını tavsiye etmektedir.

Çalışmamız bu gibi eğitim yöntemi önerilerinin bir uygulaması niteliğinde olup nanobilim ve nanoteknolojiyi göstererek, uygulatarak, kıyaslama yapma fırsatı tanıyarak anlatmayı, tanıtmayı hedeflemektedir. Araştırmamızdaki ilk amacımız nanobilim ve nanoteknoloji hakkında katılımcıların bilgilerin tespit etmektir. Bunun yanında araştırmamız katılımcılarına nano dünyayı, fen eğitimi müfredatında olan deneylerle gözlemleme, bizzat kendi deneyimleriyle tanıma imkânı sunması, uygulamalı bir nanoteknoloji eğitim modeli ortaya koymayı vadetmesi, nano boyutlu malzemeler ile fen eğitimine farklı bir boyut kazandırması açısından önemli ve özgün bir çalışma niteliğindedir.

Araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerini belirlemenin yanı sıra, bu alanda düzenlenen sunumla tanıtım ve deneysel uygulama etkinlikleriyle katılımcıların konu hakkında görüşlerindeki değişimi ortaya koyabilmektir.

1.3. Araştırma Problemi

Bu araştırma iki ana problem durumunu incelemektedir:

1.3.a. Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji konularına ilişkin görüşleri nasıldır?

1.3.b. Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alanında düzenlenen etkinlikler sonrasında görüşlerinde değişim nasıldır?

1.4. Sayıtlar

Araştırma sürecine dâhil olacak katılımcıların,

- Genel fen bilgisi, kimyada karışımlar konusu, fizikte optik ve manyetizma konuları, matematikte ölçme ve üstlü ifadeler konularını temel düzeyde bildikleri varsayılacaktır.
- Gerekli tüm şartlar araştırmacı tarafından sağlandıktan sonra, görüşme sorularına rahat bir şekilde ve samimiyetle cevap verecekleri varsayılacaktır.
- Gerekli tüm şartlar araştırmacı tarafından sağlandıktan sonra, anket sorularına rahat bir şekilde ve samimiyetle cevap verecekleri varsayılacaktır.

1.5. Sınırlılıklar

- Araştırma 2022-2023 verileri ile sınırlıdır.
- Laboratuvarındaki malzemelerin yetersizliği nedeniyle araştırmada kullanılacak nano malzemeler gümüş nano, platin nano, altın nano ve ferrosiv nano malzemeler ile sınırlıdır.
- Araştırma manyetizma ve optik deneyleri ile sınırlıdır.
- Çalışma grubu olan fen bilgisi öğretmen adayları ile sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

Çalışmamızda kullanılan tanımlar şunlardır:

Nano: Yunanca ‘cüce’ ifadesinden gelir. Nanometreyi ifade eden nano kelimesi, malzemelerin mekanik, termal, elektrik, manyetik, optik ve estetik gibi

temel özelliklerini etkileyen, metrenin milyarda biri ölçeğindeki uzunluk ölçüsünü tanımlamaktadır (Schodek vd., 2009).

Teknoloji: Yaşamı kolaylaştırmak, üretimi hızlandırmak, mevcut yapıları iyileştirmek amacıyla geliştirilen tüm gereçler ve bu gereçlere ait bilgilerin bütünüdür. (Ersöz vd., 2018).

Nanoteknoloji: Malzemelerin farklı özelliklerinin yeni kombinasyonları ile yeni malzemelerin ve daha az enerji, madde ve sarf malzemesi tüketen nano boyutta cihazların üretim teknolojisidir (William, 2011). Başka bir deyişle nanoteknoloji moleküler ve atomik seviyede materyallerin manipüle edilerek yeniden tasarlanabilmesi teknolojisidir (Balbus vd.,2005).

Nanobilim: Atomlar ya da moleküllerden mikronaltı boyutlara kadar olan ölçekteki fiziksel, kimyasal ve biyolojik sistemleri inceleyen, nanometre ölçütlerinde ortaya çıkan yeni davranışları kuantum kuramı yardımı ile açıklayan bilimdir. (Springer, 2006)

Ferro sıvı: Magnetik akışkan da denen ferro sıvılar ince magnetik partiküllerin (5-50 nm) kollodal çözeltisi olarak tanımlanır. süperparamagnetik, ferrimagnetik veya ferrimagnetik hallerde olurlar (Charles, 2002)

Görüşme: Araştırmacının katılımcıların hayatına dair, planlanmış sorular sorarak toplumsal dünya için veriler topladığı, nitel araştırma tekniğidir (Aull Davies, 1999)

BÖLÜM II

ARAŞTIRMANIN KURAMSAL TEMELİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde çalışmanın kavramsal çerçevesi ve nanobilim, nanoteknolojinin fen eğitimiyle ilişkisini yansıtan ilgili literatüre yer verilmiştir. Bu çerçeve kapsamında dünya literatüründe nanobilim nanoteknoloji eğitimi araştırmalarında kullanılan yöntemler ve sonuçları hakkında özet bilgi aktarılacaktır. Türkiye’de yürütülmüş nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi araştırmaları ve ulaştıkları sonuçlar sunulacaktır. Nanobilim nanoteknoloji eğitimi hakkında yapılan literatür taraması değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeden yola çıkarak, araştırmanın kuramsal temeli olan yapılandırmacı yaklaşımdan ve araştırma ile ulaşılması hedeflenen nanobilim nanoteknoloji eğitiminin fen eğitimi ile birlikte öğretilmesinden de bölüm sonunda bahsedilecektir.

2.1. Nanoteknoloji ve Nanobilimin Eğitime Entegrasyonu

Nanoteknoloji ve nanobilim uygulamalarının yaygınlaştığı ve günlük hayatımızda kullanılan birçok üründe bu teknolojiye yararlanılıyor olması, nanoteknoloji alanında çalışacak işgücü, bu işgücünü hazırlayacak eğitmenler ve eğitim programları ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Araştırmamızın amacı nanobilim ve nanoteknoloji kavramlarını tanıtmak, uygulama alanlarını, birçok bilim alanını içeren multidisipliner yapısını, ortaya çıkardığı örnek ürünleri tanıtmak ve katılımcıların nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili farkındalığını arttırmaktır. Bunun yanında araştırmamız katılımcıların nanobilimi, nanoteknoloji uygulamalarını bizzat yapmasını, temel düzeyde nanomalzemeler üretim yöntemlerini öğrenmesini, daha önceden bildiği ve deneylerini yaptığı iki fizik konusunu ürettiği bu nanomalzemelerle yeniden denemesini, aradaki farkları görmesini, akıl yürüterek, kıyaslayarak, deneysel gözlemler yaparak nano dünyayı keşfetmesini hedeflemektedir.

Araştırmada katılımcılar fen bilgisi öğretmenliği üçüncü sınıf düzeyinde optik laboratuvar derslerini tamamlamışlardır. Hemen ardından laboratuvar şartlarında

araştırmacı tarafından üretilmiş gümüş nano çözelti (platin nano çözelti ve altın nano çözelti gözlemleri) ile aynı deneyleri tekrarlamaları ve aradaki farklılıkları görerek yorumlamaları beklenmiştir. Bu çalışmayı bir de manyetizma konusu ile deneyip, bildikleri demir tozu- mıknatıs deneyini bir de nano boyutlu ferrosıvı- mıknatıs deneyi ile yapıp aradaki yine farklılıkları gözlemlemeleri ve yorumlamaları sağlanmıştır.

Araştırmamız katılımcının, laboratuvarında kullandığı malzemenin, nano boyuta indiğinde nasıl bilinen fizik kurallarından farklı davranmaya başladığını kendi deneyleriyle gözlemlemesini, yorumlamasını amaçlamaktadır. Çalışmanın başında yapılacak nanobilim ve nanoteknoloji sunuları katılımcıların kendi deneyimleriyle soyut olmaktan çıkıp, somut ve akılda kalır deneyimler haline gelecektir. Bu bilgilendirme ve deneyimlerin neticesinde elde edilecek verilerinin analizi ile fen bilgisi eğitimine nanoteknoloji ve nanobilim çalışmalarının entegrasyonu ile ilgili önemli bilgiler edinilmesi beklenmektedir.

Özet olarak bu çalışma, bilgilendirme amaçlı sunumların ötesine geçip; katılımcılarına, laboratuvarında araştırmacı tarafından üretilen nano malzemeleri tanımayı, bu malzemeleri deneyerek önceki bilgilerini test etmeyi, deneyler yaparak, gözlemlerde bulunarak nano dünyayı bizzat kendi keşifleriyle tanıtmayı hedeflemektedir. Bu yönü ile nanoteknolojinin fen eğitimine entegrasyonunu inceleyecek örnek bir uygulama çalışması olması hedeflenmektedir. Tez çalışması bu yönleriyle alanında ilk ve özgün bir araştırma niteliğindedir.

Tezin temel araştırma soruları şunlardır: Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji konularına ilişkin görüşleri nasıldır? Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alanında düzenlenen etkinlikler sonrasında görüşlerinde değişim nasıldır?

2.2. Araştırmanın Kuramsal Temeli: Yapılandırmacı Yaklaşım

Karşılaştırmalı eğitim araştırmaları göstermektedir ki gelişmiş ülkelerdeki (Örneğin Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, vb.) öğrenciler matematik, fen bilimleri, okuduğunu anlama gibi temel bilimlerde, gelişmekte olan ülkelerin gerisinde kalmaktadırlar (Pisa-Schock, 2002). Yager'e (1991) göre standart testlerde başarılı öğrencilerin bile çoğunluğunun öğrendiklerini bütünleştirme, önceki öğrenmelerle kıyaslama, günlük yaşama uyarlamada başarılı olmadıkları

görülmektedir. Eğitimde yaşanan bu sorunlar öğretmenleri yapılandırmacı yaklaşıma dayalı eğitim öğretime yönlendirmiştir.

Piaget'ye (1971) göre öğrenme bireyseldir ve bir sorun çözme işlemidir. Öğretmen öğrencinin şemaları üzerinde dengesizlik oluşturmali, öğrenci kendi şeması üzerinde dengeyi yeniden kendisi yapılandırmalıdır (Glaserfeld, 1997) Bilgi eyleme bağlıdır ve öğrenen için anlamlı ve önemli olan deneyimler çıkarıldığında oluşur. Sınıf gibi toplumsal ortamlarda, öğrenciler materyalleri kullanarak bilgiyi ortaya çıkarırlar ve böylece bilgilerini beraberce inşa eden topluluk meydana getirirler. (Dewey, 2004; Vadeboncoeur, 1997). Yani yapılandırmacı eğitim anlayışında öğrenenlerin kendi anlayışlarına dayalı olarak kendi bilgilerini oluşturduğu bir öğrenme süreci vardır ve öğrenenler pasif alıcılardan ziyade, bilgilerini aktif olarak oluştururlar (Jonassen, 1991).

Araştırmacı çalışmasını bu kuram üzerine kurarak, katılımcı öğrencilerin süreç içinde pasif izleyiciler olmaktan çıkmasını, nanobilim ve nanoteknoloji bilgilerini kendi keşifleriyle inşa etmesini hedeflemiştir. Araştırmacı çalışma süresince katılımcıların aktif olacağı, süreci yönetebileceği, gözlemleriyle önceki bilgilerini kıyaslayabileceği ve nanobilim bilgisini tecrübelerine dayanarak yapılandırabileceği bir süreç takip etmiştir.

2.3. Literatürde Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi Çalışmaları

Çalışmamızın girişinde genel durumu aktarmış, tüm dünyadaki nanobilim ve nanoteknoloji eğilimindeki artışa rağmen bu konuların eğitiminin nasıl yapılacağı ile ilgili daha çok araştırmaya ihtiyaç olduğunu belirtmiştik. Araştırmacı tarafından farklı arama motorlarında (Web of Science, PubMed, Scopus, Modestium open access, researchgate, google akademik, pubs.rsc.org) nanoteknoloji, okullarda nanoteknoloji, nanoteknoloji etkinlikleri, nanoteknoloji nanobilim eğitimi, fen bilgisinde nanoteknoloji gibi etiketlerle yapılan araştırma sonuçlarına göre, nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi ile ilgili olarak literatürde 34 eğitim uygulaması araştırması bulunmuş ve incelenmiştir. Bu çalışmaların her biri için araştırmayı açıklayan özetler araştırmacı tarafından hazırlanmıştır ve tarih yakınlığına göre sıralanmıştır. Türkiye’de nanoteknoloji eğitimi üzerine yapılmış olan çalışmalar da ayrı bir başlık altında sunulmuştur. Bu sayede dünya genelinde yürütülen nanobilim, nanoteknoloji

eğitimi araştırmalarında yapılanlar görülebilecek, bu araştırmanın diğeri çalışmalardan farkı daha anlaşılır hale gelecektir.

2.3.1. Yurt dışında nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmaları

Jurica Bauer (2021) çalışmasında yedi hafta boyunca lisans öğrencilerinin derse aktif katılımı sağlanarak, nanateknoloji ile ilgili kavramları deneysel yolla değil de, araştırma yoluyla öğretmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada öğrenciler, seçtikleri bir nanoteknoloji konusunu gözden geçirmek ve alanla ilgili bir araştırma önerisi sunmak için grup halinde çalışmış ve sözlü sunum yapmışlardır. Bu yöntemle öğrencilere nanaobilim ve nanoteknoloji ile ilgili kavramaların öğretilebileceği ve akademik olarak öğrencilere araştırma deneyimi sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Mandrikas vd. (2020), bu çalışma 6. Sınıf öğrencileri için bir nanobilim öğretme-öğrenme dizisinin tasarımı ve uygulanmasına odaklanmıştır. Amaç öğrencilerin nanobilim konularına nasıl yaklaştığını anlamak ve temel kavramaları öğretmektir. 'The scale of the Universe' yazılım uygulaması ile nanoboyutu öğretmeyi hedeflemiştir.

Vinnacombe-Willson vd. (2020), Kaliforniya Üniversitesi, Los Angeles (UCLA) NanoSystems Enstitüsü (CNSI) Lisesi Nanobilim Eğitim Programı kapsamında yaz nanobilim atölyeleri uygulanmıştır. Toplam 66 lise öğrencisi ile 2 saatlik bir süre boyunca atölyede tohum aracılı büyüme sentetik yaklaşımı kullanarak altın nanoyıldızlar oluşturmuşlardır. Katılımcılarda nano boyut farkındalığı gerilediği belirtilmiştir.

Lati vd. (2019), Nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili öğrenme etkinliklerinin öğrencilerin motivasyonu üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlayan bu çalışmada lise öğrencileri hazır silika aerojel'in farklı yüzeylerdeki davranışını gözlemişlerdir. Çalışma sunu, modelleme etkinlikleriyle desteklenmiştir. Anketlerden elde edilen verilere göre öğrenci motivasyonlarında artış gözlenmiştir.

Sgouros ve Stavrou (2019), öğretmenler, fen eğitimi araştırmacıları, nanobilim araştırmacıları ve bilim müzelerinden uzmanların katıldığđı, geliştirilen öğretim modülü ile uzman yetiştirmeyi hedefleyen araştırma nanoteknoloji hakkında yetkin kişileri profesyonelleştirerek nanobilime katkı sunmayı amaçlamıştır.

Öğretmenlerin bu yeni bilimsel alanı mesleki uygulamalarına aktarmaları hakkında fikir sunmaktadır.

Stavrou vd. (2018), sosyobilimsel konulardan olan nanobilim ve nanoteknolojiyi okul dışı ortamlarda anlatmayı hedefleyen öğretmen eğitimi programı çalışmasıdır. Öğretmenleri biraraya getirerek müfredata dâhil edilebilecek bir nanobilim uygulaması tasarlamayı ve bunun sınıf ortamına taşınmasını önermektedir.

Castillo vd. (2016), bu çalışmada lisans öğrencilerine kimya dersi ve nanobilim laboratuvar dersleri için bilimsel bir deney sunmak istenmiştir. Tasarlanan deney, öğrencilere çay türlerinin antioksidan özelliklerini karşılaştırma fırsatı sunar. Deney sonrasında toplanan verilerin sonucuna göre öğrencinin öğrenmesinde ve deneye ilişkin olumlu algılarında artış gözlenmiştir.

Vazquez-Muñoz ve Takeuchi (2016), ortaokul öğrencileri ile yürütülmüş. Günlük yaşamda problem olarak görülen atık suların arıtılması konusunda çözüm yolları üretmede nanoteknolojiyi kullanmayı amaçlayan çalışma gümüş nanopartiküllerin farklı mikroorganizmaları inhibe etme özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. Deneysel metodla çalışılmıştır.

Dege vd. (2016), lise (11.sınıf) öğrencileri ile çalışılmıştır. Kimya dersi için nanoteknolojinin özellikleri ve uygulamaları, nanopartiküller, antimikrobiyal etkisini titanyumdioksit üzerinde deneyler yaparak göstermeyi hedeflemiştir. Katılımcılardan nanoteknolojinin gıda ve kozmetikte kullanımıyla ilgili görüş raporu hazırlamaları istenmiştir.

Stavrou vd. (2015), ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF), nanobilim alanındaki temel öğretim fikirlerini geliştirmek için ortaokul öğrencileri ile bir dizi atölye çalışması yürütmüştür. Öğrencilerin boyut algısı üzerine maket çalışmaları yapmıştır. Çalışma sonucunda nanobilim konularına ilişkin öğrencilerin boyut anlayışında ve ilgilerinde artış gözlenmiştir.

Show-Yu vd. (2015), bu çalışmada Tayvan, I-Lan City'deki 323 altıncı sınıf öğrencisine uygulanan kamp etkinliği aracılığıyla Nanoteknoloji Temelli Popüler Bilim Eğitimi Teşvik ve Öğretimi (NPSEPT) programının etkinliğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Öğrencilere nanoteknolojinin tanımı özellikleri ve uygulaması hakkında bilgi verilip, video yoluyla nanomalzemeler ve ölçek etkileri tanıtılmıştır. Kamp etkinliğinde altıncı sınıf öğrencilerinin akademik performanslarının önemli ölçüde arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Schwarzer vd. (2015), okul dışı bilimsel kamplarda lise öğrencilerine çeşitli etkinliklerle nanobilim ve nanoteknoloji alanında eğitim verme üzerine çalışılmıştır. Çalışmada modelleme, kâğıt parçasını nano ölçekte kesmeye çalışma, kapalı kutu içindeki nesneyi tanımlama ve araştırma merkezi ziyaret edilerek nanoteknoloji alanında kullanılan araçları tanıma gibi etkinlikler yapılmıştır. Çalışma sonucunda konu ile ilgili bilgi ve kavram anlayışında artış gözlenmiştir.

Srisawasdi (2015), bu çalışmaya Tayland'da bir devlet okulunda öğrenimine devam eden 15-16 yaşları arasında toplam kırkaltı onbirinci sınıf öğrencisi dâhil edilmiştir. Bilgisayar tabanlı laboratuvar ortamında öğrencilere nanobilim gibi bilimsel çalışmalarda deneyim kazandırılması amaçlanmıştır. Uygulamanın katılımcılarda motivasyonu arttırdığı rapor edilmiştir.

Orbaek vd. (2015), lisans birinci sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Gerçekleştirilen laboratuvar çalışmasında nanoparçacık (NP) sentezi kullanarak farklı analizlerle (UV-görünür spektroskopisi ve tam genişlikte yarım maksimum analizi) boyut incelemesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda farkındalık kazandırıldığı rapor edilmiştir.

Mutambuki (2014) yaptığı çalışmada lisans öğrencilerinin sorgulamaya dayalı nanoteknoloji-kimya modülleri geliştirme çalışmasıdır. Uygulama ile kimya laboratuvar derslerine yönelik algıları ve tutumları üzerinde etkisi araştırılmıştır. Katılımcılar genel olarak kimya laboratuvarı dersleri hakkında olumlu algılara sahip olmuşlardır.

Huang vd. (2014), Wright State Üniversitesi'nde disiplinler arası bir laboratuvar geliştirilerek lisans öğrencilerine nano ölçekte, fizikte, kimyada ve mühendislikte malzeme ve bilim anlayışı kazandırılmak istenmiştir. Makine ve Malzeme Mühendisliği, Kimya ve Fizik Bölümü lisans ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan bu kurs yoğun deney çalışması içermektedir. Metal nanoparçacıklar, nanomalzemelerin uygulanmasına yönelik imalat ve karakterizasyon deneyleri yapılmış, nanoteknoloji uygulamaları, amaca özel oluşturulmuş laboratuvar katılımcılara sergilenmiştir. Çalışmanın sonucunda katılımcılara teknik laboratuvar deneyimi kazandırıldığı belirtilmiştir.

Sanders vd. (2014), çalışmasında lisans düzeyinde mühendislik öğrencileri ile nanofabrikasyon tekniği kullanılarak gümüş nanotelleri üretilmiştir. Gümüş nanotelleri görüntülemek için AFM ve SEM cihazlarının kullanılması gerekmektedir. Nanoteller ile seyreltilmiş gümüş nitrat çözeltisi arasındaki reaksiyon gözlenmiştir.

Bu deneyde öğrencilere nanoteknoloji ile ilgili laboratuvarlarda sıkça kullanılan karakterizasyon tekniklerine (AFM ve SEM) karşı deneyim kazandırılmıştır.

Blonder ve Dinur (2012), lise öğrencileri ile LED konusunun öğrenci merkezli olarak öğretilmesinin motivasyona olan etkisi üzerinde çalışma yapılmıştır. Modeller ile çalışılmıştır. LED, nanokimya uygulama alanlarına sahip modern bir konu olduğu için öğrencilerin motivasyon gelişiminde olumlu sonuçlar alınmıştır.

Blonder (2011) çalışmasında nanoteknoloji alanında öğretmenler için ileri düzeyde bir kurs önerisinde bulunmuştur. Nanobilimin temel ilkelerini anlamalarını sağlayacak, nanobilimdeki herhangi bir konuyu bağımsız olarak incelemelerini istemiştir. Kimya motivasyonlarını arttırmayı hedeflemiştir.

Daly ve Bryan (2010) yaptıkları çalışmada kimya, fizik veya biyoloji öğretmenlerine nano ölçekli bilim ve mühendislik eğitimi ile ilgili kavramları öğretmek model tasarlatma çalışmasıdır. Konuya ilişkin bilgi ve becerilerini arttırmak amaçlanmıştır. Olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Blonder (2010), nanoteknoloji ve nanobilim öğretimi için kimya öğretmenleri ile yürütülmüştür. Çalışmada modelleme ile anlatım yapılmıştır. Katılımcıların bilgilerini ve nanokimya öğretimine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilendiği görülmüştür.

Schank vd. (2009), bu çalışma lise öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji konuları ile ilgili deneyimler sunarak öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili duyum sayısını ve bu alanda kariyer yapmak isteyen öğrenci sayısını artırmayı amaçlamıştır. Çalışmada materyaller, çalışma yaprakları kullanılmış ve proje ödevlendirmeleri yapılmıştır. Öğrencilerin nano ile ilgili kavramları anlamalarında, genel olarak bilime karşı tutumlarında, kariyer düşüncelerinde ve ilgilerinde olumlu yönde değişim olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ambrogi vd. (2008), lise düzeyindeki öğrencilere nanokimya ve nanoteknolojiyi tanıtmak için bir PowerPoint sunumu ve model hazırlatmıştır. Öğrencilerin, kimyanın ve nanoteknolojinin günlük yaşamdaki rolünü daha iyi anladıkları vurgulanmıştır. Çalışma ile olumlu sonuçlara ulaşılmıştır.

Lee vd. (2006), Ulusal Bilim Konseyi, Tayvan üniversitesi öğretmenler için bir nanoteknoloji sunum programı oluşturmuştur. Program sonunda katılan öğretmenlerin fen ve teknoloji hakkında öğrenmeye yönelik tutum ve ilgilerinin arttığı görülmüştür. Sunum sonrası öğretmenler ders programları ve bir animasyon film üretmişlerdir.

Bentley vd. (2003), lisans öğrencileri ile nano ölçekli bilim ve mühendislik uygulamalarını tanıtmak amacıyla yapılan araştırmada, web tabanlı bir kaynaktan video gösterimleri izletilmiştir. Web tabanlı video laboratuvar çalışmasının öğrencilerin nanoteknoloji kavramlarını ve ilkelerini anlamalarına yardımcı olan bir araç olduğu tespit edilmiştir.

2.3.2. Türkiye literatüründeki nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmaları

Yıldırım (2021), nanoteknoloji öğretimi üzerine yapılan uluslararası araştırmaların tematik incelenmesini yapmıştır. Araştırması sonucunda nanoteknoloji öğretim çalışmalarında en çok kavram tanıtımı yapıldığı görülmüştür. Ayrıca boyut bilgisi, boyuta bağlı özellikler, nanoteknoloji uygulamaları ve bu teknolojinin etik unsurlarının anlatıldığını söylemiştir.

Demircioğlu ve Özdemir (2019), Fen bilgisi ve Kimya öğretmen adaylarının nanoteknoloji konusunu öğrenmesinde bağlam temelli öğrenme yaklaşımının etkisini incelemiştir. Eğitimlerde nanoteknoloji kavramları ve nanoteknolojik ürünlerin tanıtımı yapılmıştır. Günlük hayatta karşılaşılan nano ürünlerin anlatılması ve tanıtıcı belgesel izletme etkinlikleri yapılmıştır.

Harman ve Şeker (2018), Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji kavramı hakkındaki farkındalıklarının incelenmesi üzerine araştırma yapılmıştır. Bu kavram üzerine dört soru sorularak yürütülen araştırma sonucunda, konu hakkındaki farkındalık düzeyinin araştırılmıştır. Düşük farkındalık rapor edilmiştir.

Köseoğlu ve Mercan (2018), 91 öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Nitel araştırmada biyoloji öğretmen adaylarının nanobilim algıları incelenmiştir. Katılımcıların bu alandaki algılarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Zor ve Aslan (2018), Araştırmada fen bilgisi öğretmen adayları ile yürütülmüştür. Nanoteknolojiye ilişkin kavramsal algılarını araştırmaktadır. Bu amaçla Smith (2017) “Büyük Fikirler” kitabı kullanılarak haftalık 2 saat ve 7 haftalık bir öğretim programı uygulanmıştır. Sonuç olarak kavramsal anlayışın arttığı belirtilmiştir.

Ergün vd. (2017), bu araştırmada, fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla ilköğretim kademesinde görev yapan 10 fen bilimleri öğretmeni ile görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlerin yarısı nanoteknolojiyi bilimsel bir dille tanımlayamamış, diğer bir yarısı ise nanoteknolojinin hayatımızın içerisinde yeterince yer almadığını ve ihtiyaç olmadığını belirtmiştir. Çalışma sonuç olarak günümüzün önemli bilimsel ihtiyacı olan nanoteknoloji ile ilgili öğretmenlerin farkındalıklarının bilimsel düzeyde olmadığını tespit etmiştir.

Enil ve Köseoğlu (2015) tarafından yapılan araştırmanın amacı, fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili geleceğe yönelik düşüncelerinin ve nanoteknolojik gelişmelerle ilgili farkındalık düzeylerinin belirlenmesi olarak belirtilmiştir. 154 öğretmen adayına anket uygulanmıştır. Öğretim programlarına nanoteknoloji ile ilgili derslerin mutlaka eklenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Aslan ve Şenel (2015) tarafından yapılan araştırma fen bilgisi, fizik, kimya, biyoloji bölümlerinde okumakta olan 253 öğretmen adayına Sagun Gököz (2012) tarafından geliştirilen “Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık Anketi” ni uygulamış ve öğretmen adaylarının cinsiyet, başarı düzeyi ve branş değişkenlerine göre farkındalık düzeylerini incelemiştir. Branş düzeyinde farklılık tespit etmiştir.

Gököz ve Akaygün (2013), ‘Nanobilim Atölye Çalışması’ adıyla sunulan projede 11. sınıf lise öğrencilerinin, nanobilim ve nanoteknoloji alanındaki okuryazarlık ve farkındalıklarını arttırmak amacıyla lise kimya programı, alanyazın çalışmaları ve bir sosyobilimsel konu olan nanoteknolojinin etik boyutu göz önünde bulundurularak bir etkinlik tasarlanmıştır. Etkinlikte, lise öğrenci grubu üniversite laboratuvarlarında sunu izleme, model tasarlama ve boyut algılama etkinlikleri yapmışlardır. Katılımcıların çoğunluğu tarafından bilgilendirici bulunan sunu, etkileyici ve eğlenceli bulunan etkinlikleri ile çalışmanın kimya eğitimi alanına önemli bir katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

2.4. Literatür Taraması Sonuçları

Tüm dünyada ve ülkemizde yürütülen nanobilim ve nanoteknoloji çalışmalarının tamamı bu alandaki gelişmeye dikkat çekmekte ve farkındalık oluşturma amacı gütmektedir ve bu yönleriyle kıymetli görüşler sunmaktadır. Bu teknoloji bu kadar etkinen yürütülen eğitim araştırmalarının sayısının azlığı çok dikkat çekicidir. Giriş bölümünde de belirttiğimiz gibi akademik çalışmaların

neredeyse tamamında nanoteknoloji eğitimi, nanoteknolojinin önemi, sunularla kavram tanıtımı, boyut hakkında bilgilendirme, modelleme uygulamaları içermektedir (Örneğin, Blonder, 2010; Demircioğlu ve Özdemir 2019; Ergün 2017; Jacinta, 2014; Jurica, 2021). Bu amacı bir adım öteye taşıyarak deneysel gözleme yer veren çalışmalarda ise bir nanoteknolojik uygulamanın tanıtımı (Örneğin, Castilloud, 2016; Dege vd., 2016; Lati vd., 2019; Vazquez, 2016) yapılmıştır.

Bu literatür araştırmasından anlaşılmıştır ki, literatürde her ne kadar nano malzemeler ile deneysel uygulamalar yapıldığı iddia edilen fen eğitimi çalışmaları bulunsada şu ana kadar bu çalışma gibi direk nano malzemeler ile deney tasarlayarak yapılan bir çalışmaya rastlanamamıştır. Araştırmamızın alanyazındaki diğer çalışmalardan farkı burada ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada araştırmacı katılımcılara, nanobilim ve nanoteknoloji okuryazarlığı kazandırmak adına kavramları öğretene, boyut bilgisi veren, güncel kullanım alanlarını tanıtan sunumların ötesine geçerek deney uygulamaları da yapmaktadır. Ancak bu deneyler, literatürdeki bazı çalışmalar gibi nanoteknolojik ürünlerin denendiği deneyler değildir. Bu çalışma müfredatta olan, fen bilimlerinin bilinen deneyleri ile nanobilimi birleştiren deney uygulamaları yaparak, nanobilim ve nanoteknolojiyi daha anlaşılabilir, ulaşılabilir ve uygulanabilir bir halde öğretme modeli sunmaktadır.

BÖLÜM III

YÖNTEM

3.1. Araştırma Deseni

Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi ve etkinliklerle değişimin incelenmesi çalışmasında nitel araştırma yöntemi ve bu yöntemin bir deseni olan durum çalışması deseni kullanılmıştır. Nitel araştırma, gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi veri toplama araçlarının kullanıldığı, algıları ve olayları doğal ortamlarında gerçekçi ve bütüncül bir şekilde ortaya koyan araştırma türüdür (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Yin'e (2009) göre durum çalışması, güncel olan, araştırmacının değişkenler üzerinde kontrolünün olmadığı durumlarda, olguyu kendi ortamında inceleyen, nasıl ve neden sorularına yanıt aramak için kullanılan bir araştırma desenidir.

Çalışmada, fen bilgisi öğretmen adayları kendi laboratuvarlarında deneylerini yaparken, aynı deneyleri bir kez de nanomalzemelerle denemeleri, önceki bilgileriyle yeni gözlemlerini kıyaslamaları, yeni keşifler yapmaları ve deneyimleriyle doğru bilgiye ulaşmaları hedeflenmektedir. Var olan durumu detaylı bir şekilde betimlenmeye çalışıp, nanobilim uygulamalarına ilişkin katılımcı görüşlerini belirlemek amaçlandığından, araştırmada durum çalışması yapılmıştır. Bu eğitim araştırmasında durum çalışması desenin kullanılması bir sebebi de, gerçek ortamında birçok unsuru etkileşimi ile birlikte ele alıp resmetme gayesi olarak gösterilebilir (Yurdakul, 2017). Araştırmacı çalışmasında belirli bir zaman içinde sınırlandırılmış durumu gözlemler, görüşmeler, dökümanlar gibi çoklu veri toplama araçlarıyla derinlemesine araştırdığından (Creswell, 2007) durum çalışması deseni tercih etmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Creswell'e (2009) göre nitel araştırmalarda, katılımcı sayısının azlığından bu kişilerin görüşleri detaylıca araştırılabilir ve amaçlı örneklem tercih edilir. Çalışmada araştırmanın amacına uygun olarak katılımcıların belirlenmesi için amaçlı örneklem

yöntemlerinden biri olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Ölçüt örnekleme yoluyla, önceden belirlenmiş bir dizi ölçütü karşılayan kişiler katılımcı olarak çalışmaya dâhil edilir (Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırmanın çalışma grubunu, İç Anadolu Bölgesi'nde bir devlet üniversitesinde 2022-2023 eğitim öğretim yılında fen bilgisi öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğretmen adaylarından, laboratuvar dersi almış ve optik deneyleri ile manyetizma deneylerini önceden yapmış, gönüllü öğrenciler oluşturmuştur.

3.3. Veri Toplama Süreci ve Asıl Uygulamalar

Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi ve etkinliklerle değişimin incelenmesi çalışmasında, araştırmacı fizik laboratuvar dersi almış gönüllü katılımcıların etkinlikler öncesinde ve etkinlikler sonrasında nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki durumlarını öğrenmek amacıyla veri toplamıştır. Araştırmacının hazırladığı plana göre çalışmada, hazırlık süreci, etkinlikler öncesi veri toplama süreci, etkinliklerin uygulanması sürecinde toplanan veriler ve etkinlikler sonrası toplanan veriler olmak üzere dört aşama takip edilmiştir. Veri toplama süreçleri ile ilgili bu dört aşamanın detayları sunulmuştur.

3.3.1. Hazırlık süreci

Araştırmacı nanoteknoloji ve nanobilim eğitimi ile ilgili alanyazını detaylarıyla inceleyip, araştırmanın problem durumuna uygun araştırma planı oluşturmuştur. Bu plan hazırlanırken uluslararası literatürdeki nanobilim nanoteknoloji eğitim araştırmalarında kullanılan yöntemler listelenmiş (Örneğin, Lati, 2019) deney uygulama, Mandrikas vd. (2020) boyut bilgilendirme, Lin vd. (2015) video ile nanoteknoloji tanıtımı, Ambrogi vd. (2008) sunumla kavram tanıtımı, Demircioğlu ve Özdemir (2019) nanoteknoloji ürünleri tanıtımı gibi), bunlardan sahip olduğumuz imkânlar dâhilinde uygulanabilecek olanlar belirlenmiştir. Çalışmanın etkinlik kısmı iki bölüme ayrılmıştır. 1. Etkinlik kapsamında nanobilim ve nanoteknolojiyi tanıtan video ve görsellerle desteklenmiş bir sunum yapılması, 2. Etkinlik kapsamında laboratuvar ortamında katılımcılarla birlikte nano malzemelerle optik deneyler ve manyetizma deneyi yapılması planlanmıştır.

Nanobilim nanoteknoloji sunumu için araştırmacı kapsamlı şekilde literatür ve web tabanlı araştırmalar yapmıştır. Sunum içeriğinde kavram bilgisi, boyut bilgisi, nanobilimin gelişim süreci ve nanoteknoloji ürünleri konu başlıkları üzerinden tanıtım yapmaya karar verilmiştir. Bu süreçte yararlanılan kaynaklar URL-4 ile verilmiştir.

Araştırmacı hazırlık sürecinde deneylerde kullanılacak nano malzemelerin üretimi üzerine de araştırmalar yapmıştır. Deneylerde kullanılacak gümüş nano, altın nano ve platin nano çözelti üniversitenin kimya laboratuvarında araştırmacı tarafından üretilmiştir. Şekil 4’te araştırmacının ürettiği, farklı nano boyutlara sahip gümüş nano çözeltiler görülmektedir.

Şekil 4

Deney etkinlikleri için araştırmacının ürettiği, farklı nano boyutlara sahip gümüş nano çözeltilere ait görüntüler

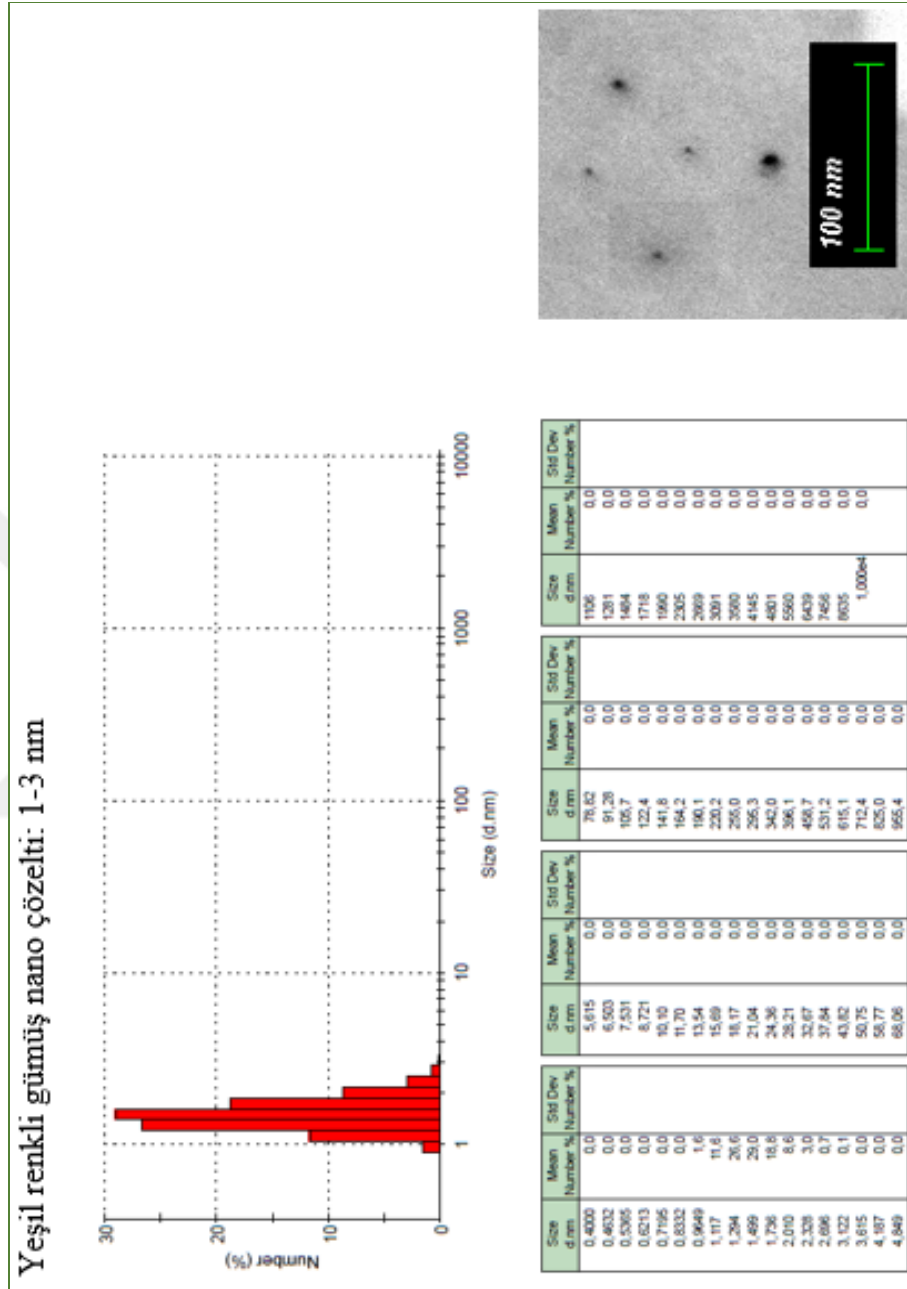


Not. Üniversite kimya laboratuvarındaki malzemelerle araştırmacı tarafından üretilen bu gümüş nano çözeltilerin boyut analizleri yaptırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yeşil renkli gümüş nano çözelti 1-3 nm, sarı renkli gümüş nano çözelti 5-13nm, mor renkli gümüş nano çözelti 10-24 nm boyutlarındadır.

Deneylerde kullanılacak gümüş nano çözeltiler araştırmacı tarafından üretildikten sonra noboyutlarının tespiti için üniversite büyesinde bulunan nanoteknoloji araştırma merkezine götürülmüştür ve DLS Nano sizer ile analiz edilmiştir. Şekil 5 ile araştırmacı tarafından üretilen yeşil renkli gümüş nano çözeltinin boyut analizi sonuçlarına ait tablo, grafik ve sem görüntüsü verileri sunulmuştur. Yeşil gümüş nano çözelti 1-3nm boyutlarında çıkmıştır.

Şekil 5

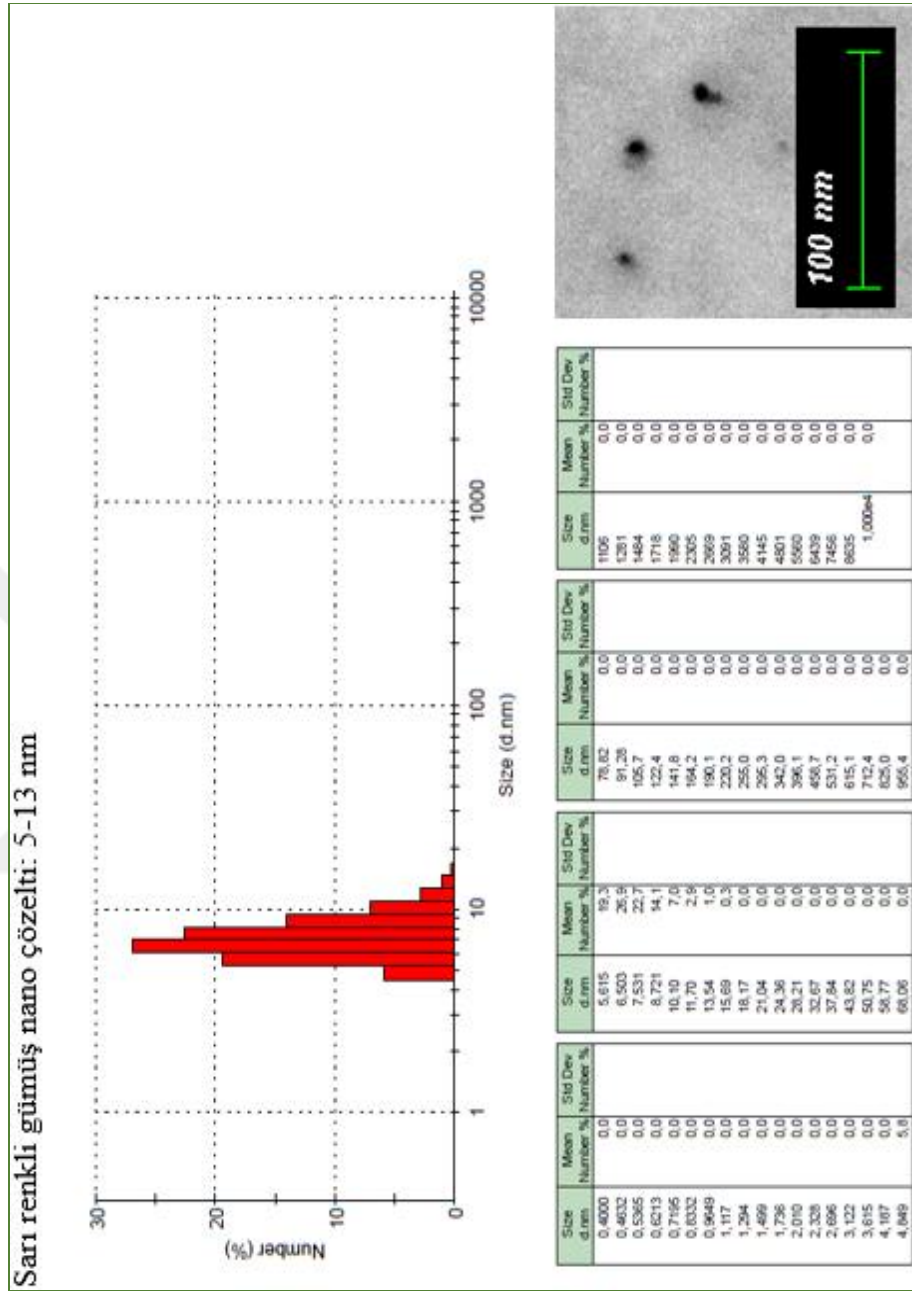
Yeşil Renkli Gümüş Nano Çözeltinin Analiz Sonuçları



Araştırmacı tarafından deneylerde kullanılmak üzere üretilen gümüş nano çözeltilerden sarı renkli olan da üniversite bünyesinde bulunan nanoteknoloji araştırma merkezine götürülmüş ve DLS Nano sizer ile analiz edilmiştir. Şekil 6 ile sarı renkli gümüş nano çözeltinin boyut analizi sonuçlarına ait tablo, grafik ve sem görüntüsü verileri gösterilmektedir. Analiz sonucunda sarı renkli gümüş nano çözelti 5-13nm boyutlarında çıkmıştır.

Şekil 6

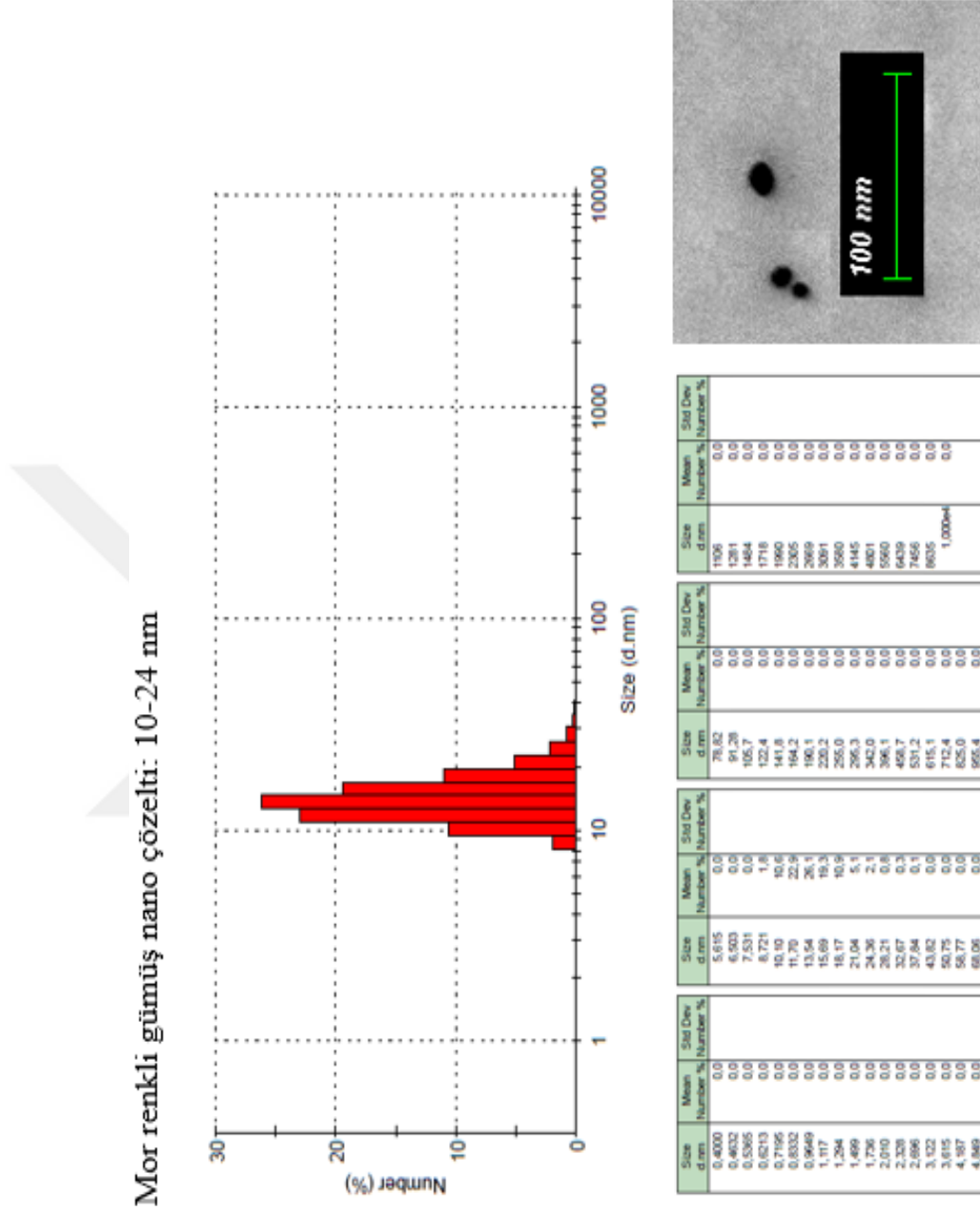
Sarı Renkli Gümüş Nano Çözeltinin Analiz Sonuçları



Araştırmacı tarafından deneylerde kullanılmak üzere üretilen mor renkli gümüş nano çözelti de üniversite bünyesinde bulunan nanoteknoloji araştırma merkezine götürülmüş ve DLS Nano sizer ile analiz edilmiştir. Şekil 7 ile mor renkli gümüş nano çözeltinin boyut analizi sonuçlarına ait tablo, grafik ve sem görüntüsü verileri gösterilmektedir. Analiz sonucunda mor renkli gümüş nano çözelti 10- 24 nm boyutlarında çıkmıştır.

Şekil 7

Mor Renkli Gümüş Nano Çözeltinin Analiz Sonuçları

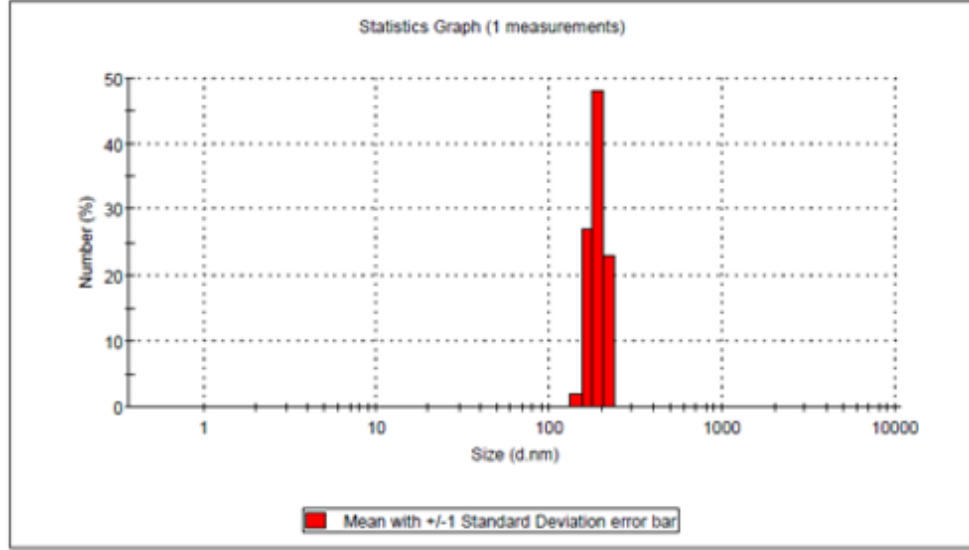


Boyut analizi yapılan gümüş nano çözeltilerden yeşil renkli gümüş nano çözeltinin 1-3 nm, sarı renkli gümüş nano çözeltinin 5-13 nm, mor renkli gümüş nano çözeltinin 10-24 nm olduğunu gösteren analiz sonuçları sunulmuştur. Bu malzemeler nanoboyut bilgisi verilirken nano malzemelerde boyut değişimi ile renk gibi fiziksel değişimler gözlemlenebileceğini anlatmak için hazırlanmıştır. Araştırmacı tarafından üniversite bünyesindeki kimya laboratuvarında üretilen bir

diğer nano malzeme olan altın nanoya ait DLS, FTIR ve FESEM sonuçları Şekil 8 ile sunulmuştur.

Şekil 8

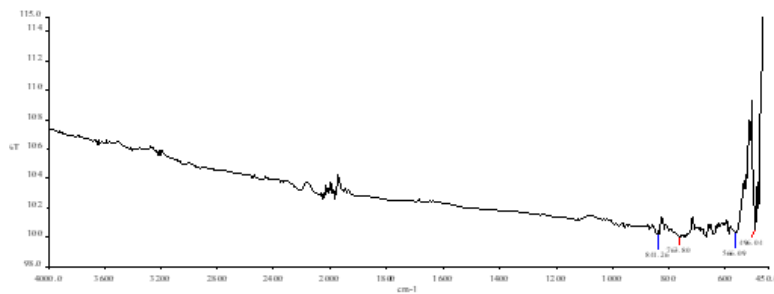
Altın Nano Analiz Sonuçları



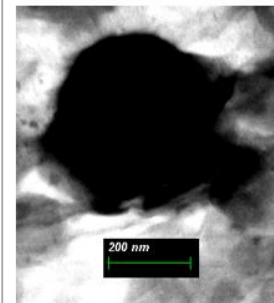
Au Nano

Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %
0,4000	0,0		5,615	0,0		78,82	0,0		1106	0,0	
0,4632	0,0		6,503	0,0		91,28	0,0		1281	0,0	
0,5365	0,0		7,531	0,0		105,7	0,0		1484	0,0	
0,6213	0,0		8,721	0,0		122,4	0,0		1718	0,0	
0,7195	0,0		10,10	0,0		141,8	1,9		1990	0,0	
0,8332	0,0		11,70	0,0		164,2	26,9		2305	0,0	
0,9649	0,0		13,54	0,0		190,1	48,1		2669	0,0	
1,117	0,0		15,69	0,0		220,2	23,1		3091	0,0	
1,294	0,0		18,17	0,0		255,0	0,0		3580	0,0	
1,499	0,0		21,04	0,0		295,3	0,0		4145	0,0	
1,736	0,0		24,36	0,0		342,0	0,0		4801	0,0	
2,010	0,0		28,21	0,0		396,1	0,0		5560	0,0	
2,328	0,0		32,67	0,0		458,7	0,0		6439	0,0	
2,696	0,0		37,84	0,0		531,2	0,0		7456	0,0	
3,122	0,0		43,82	0,0		615,1	0,0		8635	0,0	
3,615	0,0		50,75	0,0		712,4	0,0		1,000e4	0,0	
4,187	0,0		58,77	0,0		825,0	0,0				
4,849	0,0		68,06	0,0		955,4	0,0				

Au nano DLS Analizi



Au Nano FTIR spektrumu



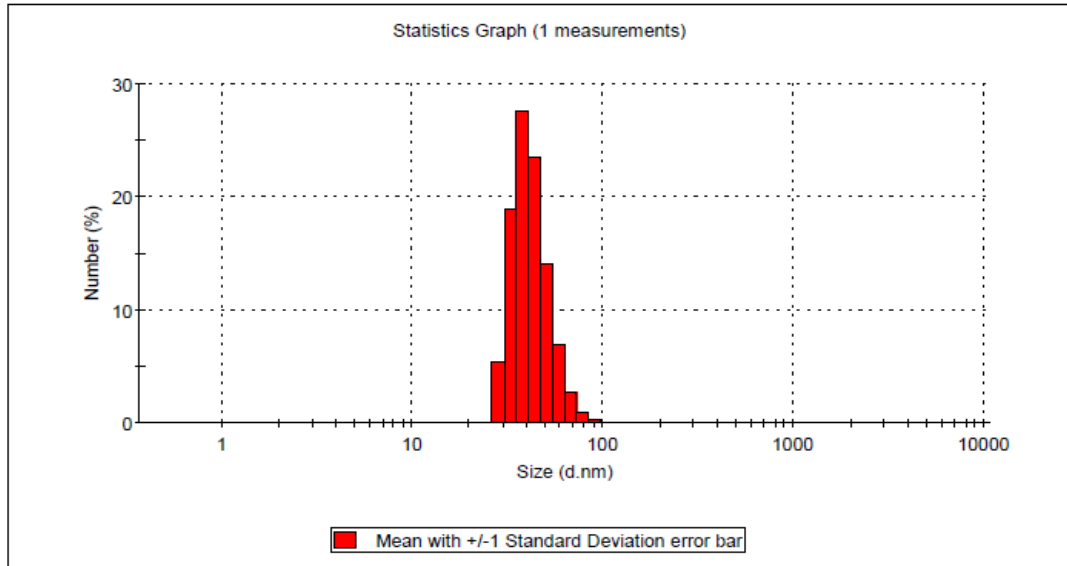
Au Nano FESEM görüntüsü

Araştırmacı katılımcıları farklı nano malzemelerle tanıştırmak amacıyla ürettiği platin nanoyu da analiz ettirmiştir. Platin nanoya ait DLS, FTIR ve FESEM sonuçları Şekil 9 ile verilmiştir.

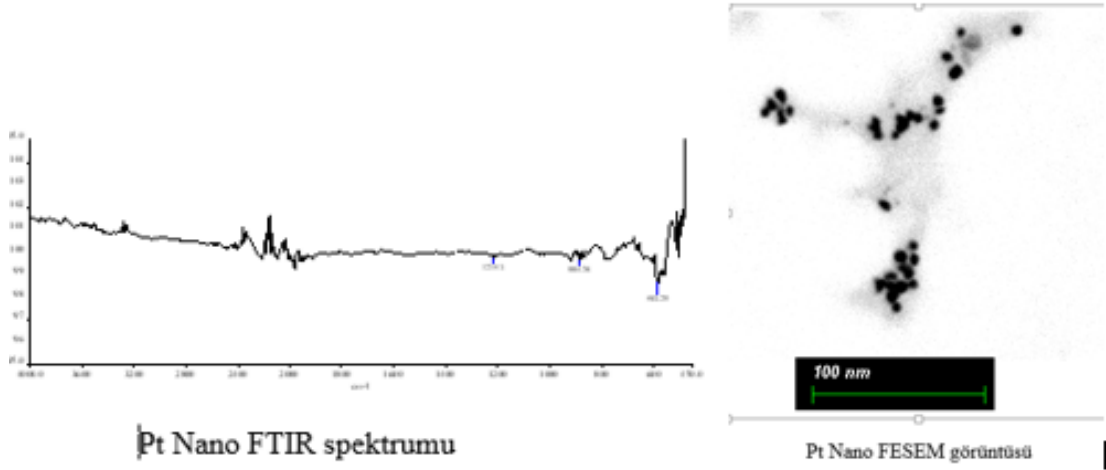
Şekil 9

Platin Nano Analiz Sonuçları

Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %	Size d.nm	Mean Number %	Std Dev Number %
0,4000	0,0		5,615	0,0		78,62	0,9		1106	0,0	
0,4632	0,0		6,503	0,0		91,28	0,2		1281	0,0	
0,5365	0,0		7,531	0,0		105,7	0,0		1484	0,0	
0,6213	0,0		8,721	0,0		122,4	0,0		1718	0,0	
0,7195	0,0		10,10	0,0		141,8	0,0		1990	0,0	
0,8332	0,0		11,70	0,0		164,2	0,0		2305	0,0	
0,9649	0,0		13,54	0,0		190,1	0,0		2669	0,0	
1,117	0,0		15,69	0,0		220,2	0,0		3091	0,0	
1,294	0,0		18,17	0,0		255,0	0,0		3580	0,0	
1,499	0,0		21,04	0,0		295,3	0,0		4145	0,0	
1,736	0,0		24,36	0,0		342,0	0,0		4801	0,0	
2,010	0,0		28,21	5,4		396,1	0,0		5560	0,0	
2,328	0,0		32,67	18,9		458,7	0,0		6439	0,0	
2,696	0,0		37,84	27,5		531,2	0,0		7456	0,0	
3,122	0,0		43,82	23,4		615,1	0,0		8635	0,0	
3,615	0,0		50,75	14,1		712,4	0,0		1,000e4	0,0	
4,187	0,0		58,77	6,8		825,0	0,0				
4,849	0,0		68,06	2,7		955,4	0,0				



Pt Nano DLS Analizi



Araştırmacının deney sırasında kullanacağı ferro sıvı danışman Doç.Dr. Afşin Kariper tarafından hazırlanmıştır. Şekil 10 ile tüp içindeki ferro sıvı ile mıknatıs görülmektedir.

Şekil 10

Deney etkinlikleri için üretilen nano boyutlu ferro sıvı



Araştırmacı, çalışmasında optik ve manyetik konulu fen deneyleri yapmayı planladığından hazırlık sürecinde hangi optik deneyleri yapacağını belirlemek amacıyla, katılımcı grubun fen laboratuvarında yaptığı optik deneyleri derslerini gözlemlemiştir. Laboratuvarda yapılan veya yapılabilecek optik deneyleri, laboratuvarın malzeme ve ortam yeterlilikleri açısından incelenmiştir. Laboratuvarda

optik deneyler için düz aynaların, optik dairelerin, ışık kaynaklarının, manyetizma deneyi için mıknatıs ve demir tozunun yeteri kadar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ortam karartma imkânlarının bazı deneyler için yeterli olsa da, saçılma deneyleri için eksik kalabileceği belirlenmiş bu deney için kara kutu hazırlanması gerektiği not edilmiştir. Gözlemler sonucunda optik alanında düzlem aynada yansıma, ışığın saçılması ve snell yasası deneyleri ile manyetizma alanında demir tozu ve ferro sıvı ile manyetik alan gözlemi etkinlikleri yapmaya karar verilmiştir. Araştırmacı hazırlık süreci sonunda danışmanının ve fen laboratuvarından sorumlu eğitmenin rehberliği ile bir çalışma planı oluşturmuştur. Araştırmada uygulanacak etkinlikler ve veri toplama araçlarının uygulanma zamanlarına ilişkin çalışma planı Tablo 1 ile verilmiştir.

Tablo 1

Veri toplama ve etkinlik uygulama sürecini gösteren çalışma planı

Zaman	Süre	Uygulama
1. Hafta	1 ders saati	Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket- 1 Uygulama
2. Hafta	2 ders saati	NB NT Sunumu Etkinliği Sunum Sonunda Soru Cevap
3. Hafta	3 ders saati	Optik Deneyler • Renk değişimi • Düzlem aynada yansıma • Işğın saçılması • Snell kanunu Manyetizma deneyi • Demir tozu – mıknatıs Ferro sıvı- mıknatıs ile manyetik alan gözlemi
4. Hafta	1 ders saati	Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket- 2 Uygulama
5. 6. 7. Hafta	Haftada iki kişi ile uygun zaman diliminde, süre sınırı olmadan görüşme yapılacaktır	Görüşme

3.3.2. Nanobilim ve nanoteknolojiyi sunumla tanıtım etkinliği

Hazırlık sürecinde yürütülen literatür ve internet siteleri araştırmaları sonucunda araştırmacı tarafından nanobilim ve nanoteknolojiyi tanıtan sunum hazırlanmıştır. Bu sunumda kavramların tanıtımı ve amacı, nanoboyut, nanoteknolojinin multidisipliner yapısı, nanoteknolojinin günlük hayatımızda

kullanımı anlatılmıştır. Ayrıca sunumda doğada nanoteknoloji, nanobilimin gelişimi, nanoteknolojinin ekonomik yönü, nanoteknolojinin etik yönü gibi sık sık haberlerde yer alan güncel konular da yer almaktadır. Görsel açıdan zengin, güncel bilgiler içeren sunumla, özellikle nano boyutta malzemelerin klasik fizik kurallarına uymayan yapılarına dikkat çekilmiştir. Nanoteknolojinin temel bilimlerdeki örnekleri fotoğraflarla gösterilmiştir. Ayrıca nanoboyutun anlaşılabilmesi için makro alemde mikron altı aleme geçiş videosu ve taramalı tünelleme mikroskopu ile manipüle edilen nano boyutlu parçacıklarla ürün üretimi videoları izletilmiştir. Sunumun ardından katılımcıların soruları yanıtlanmıştır. Şekil 7 nanobilim ve nanoteknolojiyi sunumla tanıtım etkinliği ve konuya ilişkin soruların yanıtlanmasına dair görüntüler sunulmaktadır.

Şekil 11

Nanobilim nanoteknolojiyi sunumla tanıtım etkinliğine ait fotoğraflar







3.3.3. Nanobilim ve nanoteknolojiyi fen deneyleri ile anlatma etkinliği

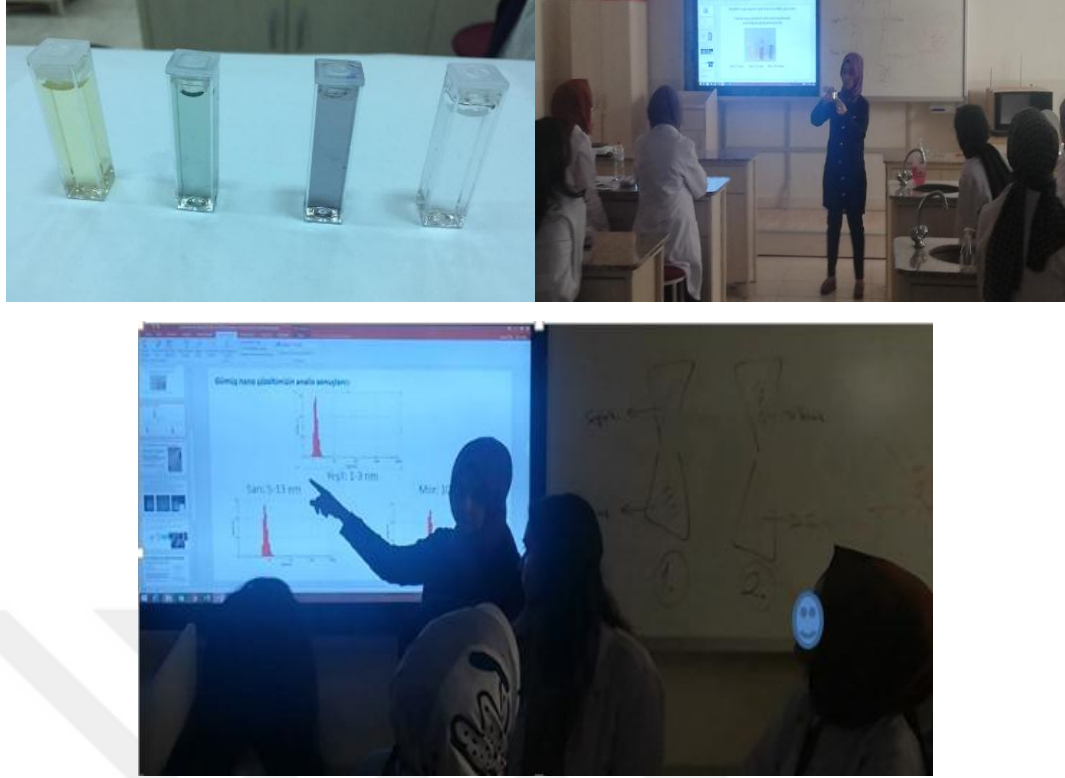
Araştırmacı sunumla nanobilim ve nanoteknolojiyi tanıyan katılımcılarla önceden bildikleri ve yaptıkları fen deneylerini bir kez de nanoçözeltilerle uygulama ortamı hazırlamıştır. Böylelikle katılımcıların nanobilim ile ilgili edindiği bilgilerin somut ve kullanılabilir hale gelmesi hedeflemiştir. Deneyle uygulama etkinliğinde iki ana konu belirlemiştir: Optik ve manyetizma. Planlandığı üzere optikten 4, manyetizmadan 1 deney uygulaması yapılmıştır. Bu uygulamalara ait deteylar ayrıntılarıyla sunulmuştur.

3.3.3.1. Nano boyutta oluşan optik değişim gözlemi

Optik konusuna bir gözlemle başlanmıştır. Nanoboyutu değişen bazı maddelerin optik özelliklerinin de değiştiğinin gösterildiği etkinlikte, araştırmacının hazırladığı gümüş nano çözeltinin üç farklı rengini gören katılımcılara boyut bilgisi ile ilgili analiz sonuçları (şekil 4 ile sunulmuştu.) gösterilmiştir. Katılımcılar sarı, yeşil, mor renkli gümüş nano çözeltileri incelemişlerdir. şekil 12 bu uygulamaya ait görselleri sunmaktadır.

şekil 12

Boyut değişimi ile rengi de değişen gümüş nano çözelti ler gözlemi



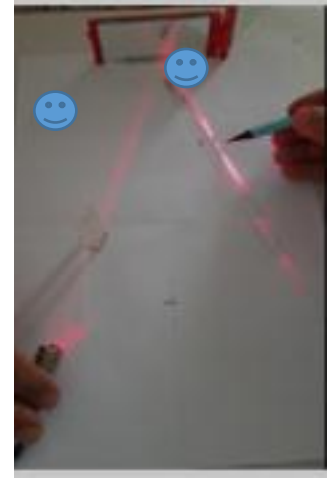
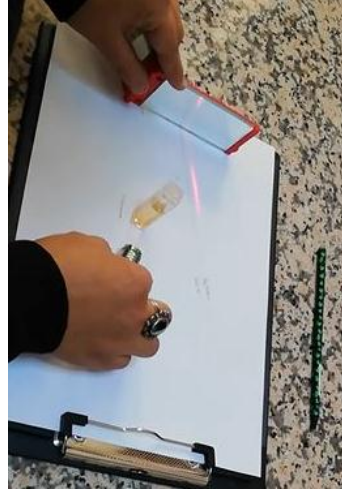
Not. Renksiz sıvı saf su, sarı sıvı 5-13nm boyutlarında gümüş nano çözelti, yeşil sıvı 1-3 nm boyutlarında gümüş nano çözelti ve mor sıvı 10-24nm boyutlarında gümüş nano çözeltidir. Katılımcılar, etkinlikte aynı maddenin nano boyuttunun değişimi ile renginin değişebileceğini gözlemlemişlerdir.

3.3.3.2. Nano çözelti ile düzlem aynada yansıma deneyi

Optik konularının bir diğer gözlemi de düzlem aynada yansıma deneyi olmuştur. Işık sabit bir noktaya konmuş saf sudan geçirilerek düzlem aynaya gönderilmiş, yansıma açısı belirlenmiştir. Ardından aynı yere koyulan gümüş nano çözeltiden ışık geçirilerek düzlem aynadan yansıtılmış ve yansıma açısındaki farklılık gözlemlenmiştir. Şekil 13 ile önce saf su ve daha sonra gümüş nano çözeltiden geçirilen ışığın, düzlem aynada yansıma açılarındaki farklılık ve etkinlik kapsamında katılımcıların deneyi uygulama anları gösterilmektedir.

Şekil 13

Nano çözelti ve saf su ile düzlem aynada yansıma deneyi fotoğrafları



3.3.3.3. Nano çözelti ile saçılma deneyi

Etkinliklerde yapılan üçüncü optik deneyi, nano çözelti ile saçılma deneyidir. Araştırmacı saçılma olayı hakkında kısaca bilgi vermiştir. Daha sonra ortamı karartmış ve içi siyaha boyanmış bir kolinin içine beyaz kâğıt yapıştırılarak oluşturulmuş yüzeyde, ışık kaynağından çıkan ışığın nano çözeltiden geçirilmesi sonucu oluşan saçılma desenlerini katılımcılara göstermiştir. Katılımcılar daha sonra kendileri sarı, yeşil, mor nano çözeltilerin ekranda oluşturduğu saçılma desenlerini deneyerek gözlemlemişlerdir. Şekil 14 nano çözeltiler ile saçılma deneyine ait fotoğrafları ve katılımcıların deneyi uygulama anına ait fotoğrafları sunmaktadır.

Şekil 14

Nano çözelti ile saçılma deneyi



3.3.3.4. Nano çözelti ile kırılma yasası (snell kanunu) deneyi

Etkinlik kapsamında yapılan son optik deneyi kırılma yasası (snell kanunu) deneyi olmuştur. Araştırmacı kırılma kanunlarını tekrarlamış, snell kanunu ile kırılma indisi hesaplamayı hatırlatmıştır. Ardından katılımcılar aynı yöntemle nano çözelti kullanarak deneyi tekrarlamışlar, nano çözeltinin kırılma indisini hesaplamaya çalışmışlardır. Şekil 15 kırılma yasası (snell kanunu) deneyine ait uygulama görsellerini sunmaktadır.

Şekil 15

Kırılma Yasası (Snell Kanunu) Deneyine Ait Uygulama Fotoğrafları



3.3.3.5. *Ferro sıvı ile manyetizma deneyi*

Nanobilim nanoteknoloji deneyle uygulama etkinlikleri kapsamında manyetizma deneyi de yapılmıştır. Katılımcıların önceden bildiği demir tozu ve mıknatıs ile manyetik alan çizgileri gözlemi yapıldıktan sonra, bir nano malzeme olan ferro sıvı ve mıknatısla aynı deney yapılmıştır. Katılımcılar cam üstüne dökülen ferro sıvıyı yaklaştırdıkları mıknatıs ile hareket ettirmişlerdir. Ardından plastik tüp içindeki ferro sıvı ile mıknatısı da ileri geri hareket ettirebildiklerini deneyimlemişlerdir. Şekil 16 nano boyutlu ferro sıvı ile manyetizma deneyine ait uygulama görsellerini içermektedir.

Şekil 16

Ferro sıvı ile manyetizma deneyi uygulamasına ait fotoğraflar



3.4. Veri Toplama Araçları

Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi ve etkinliklerle değişimin incelenmesi çalışması nitel yöntemle yürütülmüş bir araştırmadır. Nitel yöntemle yürütülen durum çalışmalarında, veri toplama aracı olarak döküman ve kayıtlar gibi kapsamlı formlar, görüşmeler, gözlemler kullanılır (Creswell, 2002). Araştırmacılar, farklı yöntemleri birlikte kullanarak verilerin geçerliğini ve güvenilirliğini artırma yoluna gitmelidirler (Seidman, 2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi ve etkinliklerle değişimin incelenmesi çalışmasında veri toplama aracı olarak görüşme formu, gözlem formu ve dokümanlar kullanılmıştır.

3.4.1. Görüşme formu

Görüşmelerin amacı, katılımcıların iç dünyalarına erişerek onların özgün bakış açılarının belirlenmesidir ve araştırılan konu hakkında bireylerin yaşamışlıkları, farklı deneyimleri, tutumları, düşünceleri, yorumları, tepkileri gibi gözlenemeyen bilgilerine de ulaşabilmektir. (Bengtsson, 2016). Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmede, bireyin serbest tepki vermesine olanak sağlamak için, görüşmenin bazı bölümleri yapılandırılmış, bazı bölümleri yapılandırılmamıştır. Araştırmacı görüşmenin sürecine bağlı olarak, yan ya da alt sorularla görüşmenin akışını etkileyebilir ve katılımcının cevaplarını açmasını ve ayrıntı vermesini isteyebilir (Ekiz, 2003). Araştırmacı, araştırma konusu ile ilgili bilgi edinebileceği, görüşleri detaylı öğrenebileceği bir görüşme planı hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme, araştırmacıya, önceden belirlediği görüşme planı çerçevesinde kalmak şartıyla, süreç içinde esnek olma, alt sorular ekleme fırsatı sunacağından, veri toplama sürecinde tercih edilmiştir.

Araştırmacı görüşmeleri yüz yüze, üniversitedeki uygun, sakin bir ortamda, randevulaşılan zamanda, katılımcıyı yormamak için süre sınırlamasına dikkat ederek yapmıştır. Katılımcıdan izin alarak görüşmeleri ses cihazıyla kaydetmiş ve not almıştır. Ses kayıtları araştırmacıya uygulama sürecini ayrıntılarıyla inceleme, incelettirme ve geliştirme olanağı sağlamaktadır (Kaplan, 2017). Çalışmada araştırmacı tarafından hazırlanan açık uçlu sorular kullanılmıştır. Araştırmacı tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formunun ilk hali Ek. 1 ile sunulmuştur. Veri toplama süreci öncesinde pilot uygulama çalışması yapılmış uzman görüşleri alınarak sorulara son şekli verilmiştir. Uzman eğitimciler ilk soruya etkinliklere atıf yapılarak başlanması gerektiğini vurgulamışlardır. Özellikle giriş kısmındaki bazı ifadelerde düzenleme önermişlerdir. Soru sayısı azaltılmıştır. Örneğin cinsiyet ve geçen yıllardaki başarı durumu gibi sorular araştırmaya katkısı olmayacağı gerekçesiyle kaldırılmıştır. Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra şekillenen görüşme formu anketle paralel sorular soran araştırmanın amacına hizmet eden haliyle uygulamaya hazır hale gelmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formunun düzenlenmiş ve veri toplama aşamasında kullanılan hali Ek. 2 ile sunulmuştur.

Veri toplama aşamasına geçildiğinde uygulanan nanobilim nanoteknoloji eğitim etkinliklerine katılan fen bilgisi öğretmen adaylarından altı gönüllü ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşme süreci katılımcıların uygun zamanlarının bulunması gibi nedenlerden dolayı üç haftada planlanması beklenirken dört haftada tamamlanabilmiştir. Katılımcılardan beş kişi ile üniversite bünyesinde kendilerinin de uygun gördüğü zaman ve ortamlarda beden hareketleri, ifadelerindeki tonlamaları dikkate alınarak yapılmıştır. Bir katılımcı ile de veri toplama sürecinde şehir dışında olmasından dolayı zoom üzerinden görüşme yapılmıştır. Araştırmacı etkinlik öncesinde katılımcıları sınıf ortamında tanıma fırsatı bulduğundan, etkinlikler sırasında da katılımcılarla samimi ve güvene dayalı ilişkiler kurduğundan görüşmeler verimli ve sorunsuz geçmiştir.

3.4.2. Gözlem formu

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçlarından bir diğeri de gözlemdir. Nitel araştırma yönteminde kullanılan veri toplama araçlarından biri olan gözlem, söylemlerin eylemde olup olmadığını anlamak amacıyla kullanılır (Bogdan ve Biklen, 2007). Araştırma ortamında veya düzenlenmiş mekânlarda katılımcıların tutum ve davranışlarını gözlemlemek veya araştırılan konunun biçimsel boyutunu tanımak amacıyla kullanılan bir veri aracıdır. Eğer araştırmacı ayrıntılı, kapsamlı ve zamana yayılmış bir bakış açısı elde etmek istiyorsa gözlem yöntemini kullanmalıdır (Crabtree ve Miller, 1999; Bengtsson, 2016). Araştırmacı uyguladığı etkinliklerde katılımcıların tutum ve davranışları ile ilgili bir uzman bakış açısını da çalışmasına katmak istediğinden gözlem kullanmıştır. Bu çalışmada kapsamında uzmanlar tarafından yapılan gözlem, Frankel ve Wallen'nin (2006) sınıflamasına göre; gözlemcinin, etkisiz, izleyici rolünde olduğu gözlemdir. Gözlemci ve gözlem konusu hakkında katılımcılara her hangi bir bilgilendirme yapılmamıştır. Her iki etkinlik gününde de aynı uzman gözlemciler katılmış, ilk etkinlik gününde 3 ders saati, ikinci etkinlik gününde 3 ders saati gözlem yapmışlardır. Sınırlı bir konu üzerinde odaklanılarak (NB, NT eğitim etkinlikleri), katılımcılar kendi doğal ortamları olan fizik laboratuvarında gözlenmişlerdir. Uzmanlar gözlem sürecinde en sık kullanılan kaydetme yöntemi olan not alma yöntemini kullanmışlardır (Karasar, 2007). Araştırmacı uygulanan etkinlikler öncesinde hazırladığı yapılandırılmamış görüşme formlarını uzmanlara sunmuş, uzmanlar gözlem notlarını bu formlara yazmışlar ve

etkinlikler sonunda imzalayarak araştırmacıya vermişlerdir. Yapılandırılmamış gözlem formu Ek.5 ile sunulmuştur. Uygulama sürecinde katılımcılardan izin alınarak video kayıt ve fotoğraf çekimleri de yapılmıştır. Bu sayede araştırma sürecinde öğrencilerin samimi tepkileri de gözlemlenmiş ve çalışmaya yansıtılmıştır.

3.4.3. Doküman (anket) inceleme

Fen bilgisi eğitimi konularını nano malzemelerle deneyerek nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi vermek literatürde örneği olmayan özgün bir araştırma konusudur. Miles ve Huberman'a (1994) göre, literatürde yer almayan, özgün ve yeni bir problem üzerinde araştırma yapılıyorsa, probleme kaynaklık edebilecek farklı çalışmalardan destek alınması önemlidir. Veri toplama sürecinde çeşitli veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanılması, süreçten en iyi şekilde verim almayı sağlayacağı gibi elde edilen bulguların geçerliği ve güvenilirliğinin artırılması için de önem arz etmektedir. Bu amaçla fen bilgisi eğitimi 3. Sınıf düzeyinde eğitim alan öğrencilerden gönüllü olanlara, uygulanacak etkinlikler öncesinde ve sonrasında açık uçlu sorulardan oluşan anket dağıtılmış ve eğitim süreciyle ilgili görüşleri alınmıştır. Bu anketler aynı soruları sormaktadır. Ankette yer alan sorular araştırmacı tarafından hazırlandıktan sonra iki eğitim uzmanı tarafından incelenmiştir. Uzman eğitimcilerin önerisiyle "Nano nedir?" sorusu ilk soruya eklenmiş, kırılma ve saçılma tanımları ile ilgili sorular araştırmaya hizmet etmeyeceği gerekçesiyle anketten çıkarılmıştır. Araştırmada cinsiyetle ilgili bir konu olmadığı gerekçesiyle 'Cinsiyetiniz?' kısmı çıkarılmıştır. Hazırlanan anketin ilk hali Ek. 3'te sunulmuştur. Uzman önerileriyle düzenlenmiş anket ise Ek. 4 ile verilmiştir. Gönüllü fen bilgisi öğretmen adaylarına anketin pilot uygulaması yapılmıştır. Asıl anket uygulamasının birinci basamağı nanobilim nanoteknoloji eğitim etkinlikleri öncesinde uygulanmıştır. Gönüllü katılımcılar sessiz ve yeterli andınlatmanın sağlandığı kendi laboratuvarlarında, süre sınırlaması olmadan sorulara ilişkin görüşlerini belirtmişlerdir. İki hafta süren nanobilim nanoteknoloji eğitim etkinlikleri tamamlandıktan sonra eğitime katılan aynı gönüllü öğretmen adaylarından yine aynı anketi doldurmaları istenmiştir. Anket yine kendi laboratuvarlarında ve süre sınırlaması olmadan uygulanmıştır. Şekil 17'de anket uygulamasına ait bir fotoğraf paylaşılmıştır.

Şekil 17

Anket uygulama anından bir görüntü



3.5. Etik Kurallar

Nitel araştırmalarda etik kurallara bağlılık için kesin sınırlar koyulmamış olsa da, bu araştırmada bilimsel temeli taşıyabilmek adına etik kurallara hassasiyetle uyulmuştur. Bilimsel araştırmalarda geçerlik ve güvenilirliğin sağlanabilmesi amacıyla incelemeler etik bir biçimde gerçekleştirilmelidir (Merriam, 2014). Urquhart (2018)'e göre nitel araştırmaların yapısı gereği ortaya çıkan veriler insan kaynaklı ve insanı etkileyen türde olmaktadır. Dolayısıyla bu araştırmaların önceliği katılımcılarına gösterdiği özen olmalıdır. Tüm bunlar göz önüne alınarak etik kurallara uymak adına araştırmacı tarafından şu hususlar üzerinde durulmuştur:

- Araştırmaya ait tüm bilgiler, araştırma planları, sorulacak soruları içeren formlar gerekli resmi kuruluşlara sunulmuş ve çalışmanın etik kurul onayları alınmıştır. Ek-6 ile etik kurul onay belgesi sunulmuştur.
- Katılımcılara araştırma hakkında ön bilgilendirme yapılmıştır.
- Araştırmanın gönüllülük esasına dayandığı her uygulama öncesinde vurgulanmıştır.
- Araştırmanın yürütüldüğü kurum ve katılımcı isimleri kesinlikle kullanılmamıştır.
- Katılımcılara kişisel verilerin hiçbir şekilde paylaşılmayacağına dair açıklama yapılmıştır.
- Veri toplama sürecinde alınan video kayıtlar, ses kayıtları ve fotoğraflar hakkında katılımcılar bilgilendirilmiştir.

- Katılımcılara araştırmanın herhangi bir aşamasında ayrılacakları hakkında bilgilendirme yapılmıştır.
- Katılımcılar, ifadelerini içeren ses kayıtlarının doküman halini incelemiştir.
- Katılımcılardan ifadeleri ile ilgili teyitler alınmıştır.
- Katılımcılara veri toplama sürecinde sık sık eklemek ya da çıkarmak istedikleri sorulmuştur.
- Araştırma raporlarında kullanılan fotoğraflarda katılımcı yüzleri paylaşılmamıştır.

3.6. Geçerlik ve Güvenirlik

Bilimsel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik sonuçların inandırıcı olması için önemli iki kriterdir. Nicel araştırmalarda sayısal sonuçlarla veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirliğini okuyucuya rapor etmesi istenir. Ancak nitel araştırmalar sayısal verilere dayanmaz ve geçerlik ve güvenirlik nicel araştırmalardan farklı olarak ele alınır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Nitel araştırmalarda geçerlik güvenirlikten ziyade inandırıcılığın gerekliliğine dikkat çeken Guba ve Lincoln (1982) bazı kriterler belirlemiştir (Houser, 2015; Merriam, 2013). Guba ve Lincoln (1982) inandırıcılık için inanılabilirlik, güvenilebilirlik, onaylanabilirlik ve aktarılabirlik başlıklarını kriter olarak belirlemişlerdir. Creswell'e göre ise (2003) araştırmanın bulguların doğruluğunu kontrol etmek için bir ya da daha fazla kriter açıklanarak belirtilmelidir. Bu araştırmada geçerlik ve güvenirliği sağlamak amacıyla alınan önlemler Tablo 2 ile verilmiştir.

Tablo 2

Araştırma Boyunca Alınan Geçerlik Ve Güvenirlik Önlemleri

Geçerlik	İç geçerlik	Uzun süreli etkileşim Katılımcı teyidi Uzman görüşü Çeşitleme
	Dış geçerlik	Doğrudan alıntılama Veri toplama araçlarını ve süreci açıklama Çalışma grubunu açıklama Kullanılan yöntemlerin seçim gerekçesini açıklama Geçerlik ve güvenirlik önlemlerini açıklama
Güvenirlik	İç güvenirlik	Bulguları yorum yapmadan vermek Kayıt cihazı kullanarak veri kaybını önlemek

Dış Güvenirlik	Veriler arasında tutarlılığın kontrolü Verilerin sonuca uygun tartışılması
----------------	---

3.6.1. Geçerlik

Nitel çalışmalarda iç geçerliliği arttırmak için, çalışmanın yapıldığı ortamda uzun süreli etkileşimde bulunmak ve bu sayede araştırmacının önyargılarını kontrol etmesi önemlidir. Araştırmacı ile katılımcıların karşılıklı güvene dayalı ve dostça bir ilişkinin kurulabilmesi doğru ve eksiksiz cevaplar alınmasını sağlar (Houser, 2015; Streubert ve Carpenter, 2011). Yıldırım ve Şimşek (2013) çalışma sürecinde araştırmacı ile veri kaynağı arasında oluşturulan etkileşimin olabildiğince geniş zamana yayılması araştırma verilerinin inandırıcılığını artıracığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada iç geçerliliği sağlamak amacıyla araştırmacı veri toplama sürecini uzun tutmuş, uygulamalar öncesinde de katılımcılarla birlikte laboratuvar derslerine gözlemci olarak katılmıştır. Bu sayede hem katılımcıları ders ortamında deneyler yaparken gözlemlene fırsatı bulmuş, hem de katılımcılarla araştırma kapsamı dışında da iletişim kurmuştur. Bu süreç katılımcıların araştırmacıya olan güvenini arttırmış ve araştırmaya olan gönüllü katılım oranını arttırmıştır. Ayrıca araştırmacı sunum etkinlikleri ve deney etkinliklerini farklı haftalarda yapmış, uygulama sürecini yaklaşık dört hafta sürdürmüş, bu süre boyunca yine katılımcı grupla etkileşim halinde olup dostça ilişkiler kurmuştur. Görüşmeler bu dört haftalık süreçten sonra yapılmıştır.

Nitel araştırmalar önemli veri toplama yöntemlerine sahiptir, fakat bu süreçte araştırmacının toplanan verilerden farklı sonuçlara ulaşma ihtimali de olabilir. Araştırmacının verileri öznel varsayımları ile yorumlaması ya da anlamasından bu durum oluşabilir. Her iki durumda da oluşturulan teyit mekanizması, ulaşılan sonuçların gerçeği temsil etmedeki yeterliliğini anlamada yardımcı olabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu araştırmanın veri toplama sürecinde her bölüm sonunda araştırmacı verileri özetlemiş ve katılımcının bununla ilgili düşüncelerinin onayını ya da eklemek istediği farklı şeyler olup olmadığını sorarak teyit almıştır. Araştırmacı ayrıca görüşme dökümlerini almış, raporları katılımcılarla paylaşıp ifadelerinin doğru yansıtıldığına dair onay alınmıştır.

Nitel araştırmalarda uzman onayı almak da i geçerliği sağlamakta önemlidir. Bu araştırmada i geçerliği sağlamak adına araştırmacı tarafından hazırlanan açık uçlu sorulardan oluşan anket formu ve görüşme formu uygulama öncesinde iki uzman tarafından incelenmiştir. Bu incelemeler sonunda uzman eğitimciler, açık uçlu anketin birinci sorusuna nano kavramı hakkındaki görüşlerin de eklenmesi gerektiği, dördüncü sorunun sonuna ‘Neden?’ sorusunu eklemenin uygun olacağı, ayrıca saçılma kırılma gibi kavramları sormanın araştırma kapsamı dışında olacağından anketten çıkarılması gerektiği yönünde görüş bildirdiler. Uzman eğitimciler ayrıca görüşme formu hakkında da birinci ve ikinci soruların önüne açıklayıcı ifadeler koymanın gerekli olduğunu ve nanoteknolojinin daha ne kadar gelişebileceğine dair bir soruyu da araştırmaya hizmet etmediği gerekçesiyle kaldırmayı önermişlerdir. şekil 18 pilot anket uygulamasının uzman eğitimciler tarafından incelenmiş, eleştirilmiş ve işaretlenmiş ilk halini gösteren bir fotoğraf sunulmaktadır.

şekil 18

Anket formunun ilk haline dair uzman eğitimci eleştirilerini gösteren fotoğraf

5. Üniversite eğitiminiz süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitim programları düzenlense katılmak ister misiniz? Siz bu eğitimlerin içeriği ile ilgili ne önerirsiniz?

Cevabınız: Katılmak isterim. Alanında uzman kişilerden ve uygulamalı bir eğitim almak isterim. Çünkü çağın gerektirdiklerine uyum sağlamak gerekiyor.

6. Öğretmenliğe başladığınızda, nanobilim atölye çalışmaları yapma hakkında ne düşünürsünüz?

Cevabınız: Bu konuda yeterli bilgim olmadığı için çalışmalar hakkında da fikir sahibi değilim.

7. Saçılma nedir? Nelere bağlıdır?

Cevabınız: Patlama olayında parçacıkların dağılması.

8. Kırılma nedir? Kırılma indisi nelere bağlıdır?

Cevabınız: Işığın kırılma açısidir. Ortam yoğunluğuna bağlıdır.

9. Nanoboyut nedir?

Fazla küçük miktarda olması.

Katılımınız için teşekkür ederim.

Uzman eğitimcilerin önerilerine göre anket ve görüşme formu yeniden düzenlenmiş ve teyit ettirilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda düzenlenmiş ve son halini almış açık uçlu sorulardan oluşan anket Ek-1, görüşme formu Ek -2 ile verilmiştir. Bu araştırmada çeşitliliği arttırıp iç geçerliği sağlamak amacıyla nitel veri toplama araçlarından görüşme, gözlem ve doküman kullanılmıştır. Bu veri toplama araçları 'Veri Toplama Araçları' başlığı altında detaylıca anlatılmıştır. Ayrıca araştırmacı çalışmasında iç geçerliliği arttırmak amacıyla doğrudan alıntılara bulgular kısmında yer vermiştir. İncelenen veri araçlarından doküman inceleme bölümünde 21 katılımcıdan en az dört en fazla 8 katılımcının doğrudan ifadesi, görüşmelerde her başlık altında 6 katılımcının tamamının doğrudan ifadesi, gözlem kısmında da yine her başlık altında her iki gözlemcinin de doğrudan ifadesi alıntılanmıştır. Tüm katılımcıların ifadelerine dair doğrudan alıntı yapılmıştır. Katılımcıların doğrudan aktarılan ifadelerine dair örnekler bulgular kısmında görülebilir.

Bilindiği üzere nitel çalışmaların genelleme amacı yoktur. Araştırma katılımcının durumunu anlamaya odaklanır. Burada katılımcıların yaşadıkları deneyimler ayrıntılı tanımlanabilirse, çalışmayı okuyanlar sonuçları kendi çalışmalarında da uygulayabilirler. Bu nedenle nitel araştırmalarda aktarılabilirliği kanıtlamak için çalışma grubu ve veri toplama araçları seçimi detaylıca açıklanmalıdır (Sharts-Hopko, 2002). Araştırmada dış geçerliği arttırmak için amaca uygun bir çalışma grubu seçilmiştir ve bu amaçlı çalışma grubuna dair bilgiler detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu bilgiler araştırmanın çalışma grubu başlığı altında görülebilir. Ayrıca araştırmacı literatür tarama çalışmasını, veri toplama sürecini, hazırlık aşamasından başlayarak, etkinlik uygulama sürecini ve görüşme, doküman formları hazırlama, uygulama süreçlerini detaylı bir şekilde açıklayarak, araştırmanın aktarılabilir olmasını hedeflemiştir. Dış geçerliği sınırlayan faktör ise görüşme yapılan katılımcı sayısının altı ile sınırlı olması gösterilebilir.

3.6.2. Güvenirlik

Nitel araştırmalarda güvenirlilik aslında ‘Çalışma benzer koşullarda benzer katılımcılarla tekrarlanırsa sonuçlar benzer olur mu?’ sorusunun cevabıdır. Araştırmacı bu amaçla çalışmasında aktardığı bulguları hiçbir şekilde yorumlamadan olduğu gibi sunmuştur. Ayrıca araştırmacının kayıt cihazı kullanarak veri kaybını engelleme çabası da iç güvenirliliği sağlayan bir etmen olarak gösterilebilir. Veriler iki araştırmacı tarafından okunmuştur. Birbirinden bağımsız bu araştırmacılar kodlar oluşturmuşlardır. Kodlardan temaların oluşturulması sürecinde araştırmacıların fikir birliğine varması sağlanarak dış güvenirlilik önlemleri alınmıştır. Toplanan veriler sonuç kısmında uygun şekilde tartışılmış, sonuç ve bulgular kısmının tutarlılığı konusunda uzman bir eğitimin görüşü alınarak dış güvenirlilik önlemleri alınmıştır.

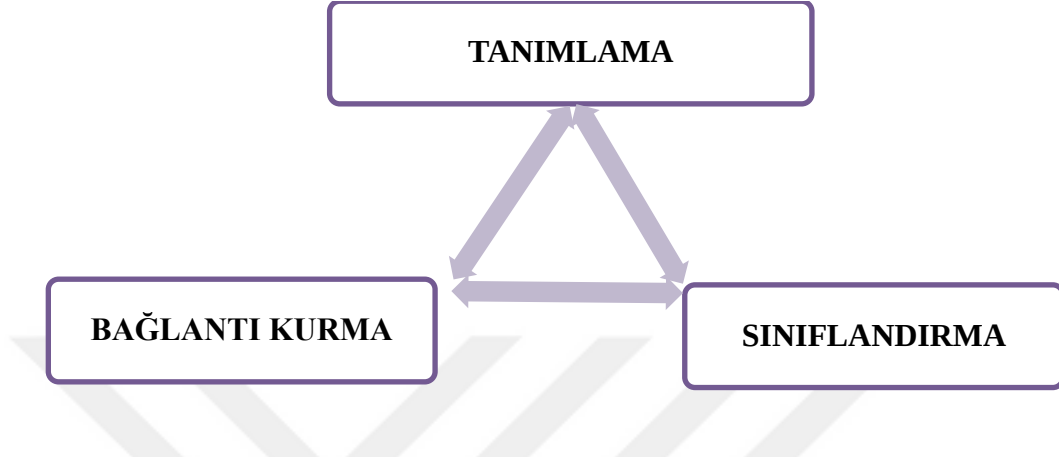
3.7. Veri Analizi

Veri analizi, nitel araştırmanın en önemli aşamasıdır denir (Flick, 2013). Nitel veri analizi, üzerinde çalışılan veri üzerine anlam üretmek ve veri setinde neyin temsil edildiğine dair açıklamalar yapabilmek amacıyla yapılan bir sınıflandırma ve yorumlama aşamasıdır. Veri analizi çalışmalarında amaç çeşitli verileri tanımlayarak, farklı verileri kıyaslayarak ortak açıklamalar üretmektir (Creswell, 2013; Flick, 2013). Temelde veri analizi tanımlama, sınıflandırma ve kavramlar arasında bağlantı

kurma yani birbirleriyle ilişkilerini betimleme süreçlerini içerir (Dey, 1993). Şekil 19 nitel veri analizi süreçlerini göstermektedir.

Şekil 19

Nitel veri analizi süreçleri



Bu çalışmada araştırmacı görüşme formu, gözlem formu ve döküman aracılığıyla veri toplamıştır. Araştırmacı tarafından oluşturulan ve uygulanan yarı yapılandırılmış görüşme formlarından elde edilen veriler içerik analiziyle incelenmiştir. İçerik analizinde, verilere odaklanılır; verilerde sıklıkla tekrarlanan veya katılımcının vurgu yaptığı olay ve olgulardan kodlar çıkarılır. Ardından kategori ve temalara varılır. Verilerden birbiri ile bağlantılı olduğu tespit edilen kodlar, belirli kavramları gösteren kategoriler ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek yorumlanır (Bengtsson, 2016; Crabtree ve Miller, 1999). Ayrıca araştırmanın verilerinin analizinde kategorik birleştirme yönteminden istifade edilmiştir. Bu yöntemi kullanarak araştırmacı tarafından birbirine benzeyen veriler belirlenmiş; tema, kategori ve kodlar altında sınıflandırılmış, verileri anlamlı ve sistematik bilgilere dönüştürerek okuyuculara daha açık ve net olarak sunmayı hedeflenmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu süreç öncelikle deşifre işlemi ile başlamıştır. Deşifre görüşmeler ve ses kayıtlarından oluşan verilerin metne dönüştürme işlemidir (Bogdan ve Biklen, 2007). Yapılan deşifreler görüşme yapılan kişilere gösterilip ve ifadeler için teyit alındıktan sonra araştırmacı ve bir uzman tarafından metinler detaylı şekilde okunarak kod oluşturma aşamasına geçilmiştir. Kodlama, verinin çeşitli yönlerini belirlemek, anlam bütünlüğünü bozmadan ifadeyi yansıtmak, küçük parçalar halinde etiketlemek olarak tanımlanabilir (Creswell, 2013). Bu araştırmanın görüşme teması nanobilim nanoteknoloji eğitimi olup bu

tema altında beş kategori oluşturulmuştur. Bu kategoriler NB-NT eğitimi sonrası değişimler, NB-NT eğitim içeriği, NB-NT'nin fen eğitimine entegrasyonu, NB-NT eğitimleri alma isteği nedenleri, NB-NT eğitiminde kullanacağı yöntem olarak belirlenmiştir. Bulgular kısmında görüşme verileri bu tema ve alt kategorilerinde sunulmuştur.

Bu araştırmada elde edilen verilerinden yapılandırılmamış gözlem formları ve dokümanlar ise betimsel analizle incelenmiştir. Betimsel analiz; verilerin araştırma sorularının ortaya koyduğu temalara göre organize edilmesine ve kullanılan sorular dikkate alınarak sonuca ulaşılmasına imkân verir. Ayrıca katılımcı bireylerin görüşlerinin net bir şekilde yansıtılması amacıyla, doğrudan alıntılar kullanıldığı ve elde edilen sonuçların genel çerçevede yorumlandığı analiz tekniğidir (Yıldırım ve Şimşek, 2003). Betimsel analize tabi tutulacak dokümanlarla, katılımcıların nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki ön görüşleri ve etkinlikler sonrası oluşan görüş değişimi neden sonuç ilişkileri boyutunda incelenebilecektir. Katılımcıların açık uçlu sorulardan oluşan görüş formuna verdiği yanıtlar araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından ayrı ayrı incelenmiş ve kodlar verilmiştir. Kodlar kategorileri oluşturmuş, kategoriler de üç tema altında incelenmiştir. Veri analizlerinden elde edilen bulgular bir sonraki bölümde sunulmuştur.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın amacı, fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi ve geliştirilen etkinliklerle katılımcı görüşlerindeki değişimi belirlemektir. Bu amaç doğrultusunda toplanan verilere ait bulgular iki kısımda sunulmuştur. İlk kısımda nanobilim nanoteknoloji eğitim etkinlikleri öncesinde toplanan verilere ait bulgular, ikinci kısımda nanobilim nanoteknoloji eğitim etkinlikleri uygulandıktan sonra toplanan verilere ait bulgular yer almaktadır. İlk kısma ait bulgulara doküman inceleme yapılmıştır. İkinci kısımda ise nanobilim nanoteknoloji eğitim etkinlikleri uygulandıktan sonra toplanan veriler, doküman inceleme, görüşme, gözlem bulguları olmak üzere üç bölümde sunulmuştur.

4.1. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Konularına İlişkin Görüşleri İle İlgili Bulgular

Nanobilim nanoteknoloji eğitim etkinlikleri öncesinde, fen bilgisi öğretmenliği 3. sınıfında eğitim gören, fizik laboratuvar uygulamaları dersi alan gönüllü katılımcılara uygulanmış açık uçlu sorulardan oluşan anketle elde edilen verilere ait bulgular yer almaktadır. Nanobilim nanoteknoloji eğitimine ilişkin görüşlerin belirlenmesine yönelik yapılan doküman incelenmesi sonucu ‘Nano, Nanobilim, Nanoteknoloji Tanımı’, ‘Günlük Hayatta Nanobilim ve Nanoteknoloji’, ‘Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi’ temaları belirlenmiştir. Kullanılacak kategorilerin de temalara göre dağılımı Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3*Konuya İlişkin Oluşturulan Kategorilerin Temalara Göre Dağılımı*

Temalar	Kategoriler
Nano, Nanobilim, Nanoteknoloji Tanımı	Nano kavramına ilişkin görüşler Nanobilim kavramına ilişkin görüşler Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler
Günlük Hayattta Nanobilim ve Nanoteknoloji	Nanoteknolojiye karşı ilgi Günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünleri
Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi	Fen eğitimine NB-NT konularının dâhil edilmesi Üniversite eğitimi süresince NB-NT eğitimi alma NB-NT eğitimi içerik önerisi Mesleki yaşamında NB-NT çalışmaları yapma

4.1.1. Nano, nanobilim ve nanoteknoloji tanımı temasına ilişkin bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının eğitimler öncesinde nano, nanoteknoloji ve nanobilim kavramlarını nasıl tanımladıklarına dair görüşlerin yer aldığı bu tema üç ayrı kategoride incenmiş ve her kategoriye ait bulgular sunulmuştur.

4.1.1.1. Nano kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları

Bu kategoride eğitimler öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının nano kavramını nasıl tanımladıklarına dair görüşlerine yer verilmektedir. Katılımcıların nano kavramına ilişkin ifadelerinden elde edilen bulgular Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4*Nano kavramına ilişkin görüşler*

Kodlar	Frekans
Bilmiyorum	10
Atom altı parçacık boyutu	3
Metrenin milyonda biri	2
10^{-6} m	3
10^{-9} m	2
10^{-12} m	1

Tablo 4 incelendiğinde nano kavramını bilmediğini belirten katılımcıların (f=10) yanı sıra, atom altı parçacık boyutu (f=3), metrenin milyonda biri (f=2), 10^{-6} m boyutu (f=3), 10^{-9} m boyutu (f=2), 10^{-12} m boyutu (f=1) şeklinde görüşlerini bildiren katılımcıların da olduğu görülmektedir. Uluslararası Birimler Sistemi (SI, 2019) verilerine göre "nano" öneki milyarda bir veya 10^{-9} anlamına gelmektedir. Eğitimler öncesinde yirmi bir katılımcıdan yalnızca ikisinin beklenen tanıımı yapabildiği görülmüştür. Katılımcıların yaptığı nano tanımlarına ait ifadelerden örnekler sunulmuştur.

[Ö-7] “Bilmiyorum, fikrim yok.”

[Ö-20] “Nano, küçük boyuttur.”

[Ö-5] “Atom veya atom altı parçacıkların olduğu boyuta nano denir.”

[Ö-10] “Metrenin milyonda biri boyutudur.”

[Ö-3] “Nanoboyut = 10^{-6} m”

[Ö-1] “ 10^{-9} metreye nanometre denir.”

[Ö-15] “ 10^{-12} m’dir.”

4.1.1.2. Nanobilim kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları

Bu kategoride eğitimler öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim kavramını nasıl tanımladıklarına dair görüşlerine yer verilmektedir. Katılımcıların nanobilim ile ilgili görüşlerini belirten ifadeler Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5

Nanobilim kavramına ilişkin görüşler

Kodlar	Frekans
Çok küçük parçacıkları inceleyen bilim	13
Bilmiyorum	3
Nanoteknoloji araştıran bilim	2
Atom boyutlarında madde inceleyen bilim	1
Küçük boyutta organizmalarla ilgilenen bilim	1
1nm düzeyinde çalışma	1

Tablo 5 incelendiğinde katılımcıların çoğunluğunun (f=13) nanobilimin çok küçük parçacıkları inceleyen bilim olarak tanımlanabileceği yönünde görüş bildirdiğini ve katılımcının da bu kavramla ilgili bilgisi olmadığını belirttiğini görmekteyiz. Tablo 3’e göre katılımcıların vermiş oldukları cevaplar çeşitlilik

göstermekle birlikte, kendilerinden beklenen doğru tanımlamanın yapılamadığı görülmüştür. Katılımcıların kullandığı ifadeler şöyledir:

[Ö-6] “Çok küçük parçacıklarla ilgilenen bilimdir.”

[Ö-7] “Bilmiyorum, duymadım.”

[Ö-11] “Nanoteknolojinin geliştirilmeye çalışıldığı, araştırıldığı bilim.”

[Ö-5] “Atom boyutlarında maddeleri inceleyen bilim.”

[Ö-8] “Çok küçük organizmalar üzerinde çalışma bilimi”

[Ö-19] “1 nm civarında olan yapılan çalışma.”

4.1.1.3. Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları

Eğitimler öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşlerine ait bulgular Tablo 6 ile sunulmuştur.

Tablo 6

Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler

Kodlar	Frekans
Çok küçük parçacıklar ile malzeme üretme teknolojisi	10
Hayatımızı kolaylaştıran teknoloji	3
Atom boyutlarında çalışan teknoloji	2
Nanobilim teknolojisi	2
Mikro boyut teknolojisi	2
Nano parçacık teknolojisi	1
Bilmiyorum	1

Tablo 6 incelendiğinde nanoteknolojiyi çok küçük parçacıklar ile malzeme üretme teknolojisi olarak tanımlayan katılımcıların (f=10) yanında, hayatı kolaylaştıran teknoloji olarak görüş bildirenler (f=3) de vardır. Bu görüşlerin yanı sıra atom boyutlarında çalışan teknoloji (f=2), nanobilim teknolojisi (f=2), mikrobeyut teknolojisi (f=2), nanobeyut teknolojisi (f=1) şeklinde tanımlama yapan katılımcılar olduğu görülmektedir. Bir katılımcı ise bu kavramı bilmediğini belirtmiştir. Tablo 6 incelendiğinde, bir önceki kategoriye benzer şekilde, nanoteknolojinin küçük parçacıklarla malzeme üretme teknolojisi olarak tanımlandığı görülmüştür. Nanoteknoloji kavramını açıklama hakkında katılımcıların

günlük hayatlarında duydukları kavramlara dayanarak çeşitli tanımlar yaptıkları belirlenmiştir. Katılımcıların kullandığı ifadelerden bazıları şöyledir:

[Ö-3] “Nanoteknoloji küçük parçacıklar ile malzeme üreten bir teknolojidir.”

[Ö-5] “Nanoteknoloji hayatı kolaylaştıran teknolojilerdir.”

[Ö-6] “Atom boyutunda maddelerin üretim teknolojisi.”

[Ö-9] “Nanobilimde kullanılan teknolojidir.”

[Ö-10] “Mikro boyutta teknolojik cihaz üretme teknolojisi.”

[Ö-4] “Nano parçacık ile yapılan teknolojiye denir.”

[Ö-13] “Bilmiyorum.”

4.1.2. Günlük hayatta nanobilim nanoteknoloji temasına ilişkin bulgular

Eğitimler öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının günlük hayatta nanobilim nanoteknoloji uygulamalarına ilişkin görüşlerinin incelendiği bu temaya ait bulgular nanoteknolojiye karşı ilgi ve günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünleri olmak üzere iki kategoride incelenmektedir.

4.1.2.1. Nanoteknolojiye ilgi kategorisine ait bulgular

Bu kategoride, eğitimler öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarına nanoteknolojiye karşı ilgileri, örneğin nanoteknoloji konulu yayınlar, haberler, ürün tanıtımlarına karşı ilgi durumları ile ilgili görüşlere yer verilmektedir. Tablo 7 katılımcıların nanoteknolojiye karşı ilgilerine dair kodları sunmaktadır.

Tablo 7

Nanoteknolojiye karşı ilgi

Kodlar	Frekans
Evet, ilgimi çeker	9
Bilgi sahibi olsaydım ilgimi çekerdi	7
Bilgi sahibi olmasam da ilgimi çekiyor	3
Hayır yok	2

Tablo 7 incelendiğinde eğitimler öncesinde katılımcıların nanoteknolojiye karşı ilgi duydukları (f=9), bilgi sahibi olmaları durumunda ilgilenebilecekleri (f=7), bilgileri olmasa da ilgilerini çektiği (f=3) yönünde görüş bildirdikleri görülmektedir. Katılımcılardan iki kişi ilgisinin olmadığını bildirmiştir. Tablo 5'teki kodlara ait katılımcı ifadelerinden örnekler aşağıda verilmiştir.

- [Ö-14] “Evet çünkü günümüzde önemli bir yere sahip.”
- [Ö-1] “Yok, bilgi sahibi olursam ilgimi çekebilir.”
- [Ö-8] “Bilgim olmasa da haberlerde çıkınca ilgimi çeker.”
- [Ö-4] “İlgim yok.”

4.1.2.2. Günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünleri kategorisine ait bulgular

Eğitimler öncesinde, fen bilgisi öğretmen adaylarına yönlendirilen günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünleri hakkındaki görüşler bu kategoride incelenmiştir. Tablo 8 ile katılımcıların bildikleri, duydukları, kullandıkları nanoteknoloji ürünlerine dair kodlar sunulmaktadır.

Tablo 8

Günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünlerine ilişkin görüşler

Kodlar	Frekans
Bilmiyorum	6
Sağlık- Tıp Alanında	5
Su tutmayan malzemelerde	5
Bilgisayarlarda	2
Koruyucu yeleklerde	2
Fizik, kimya, biyolojide	1
Güneş enerji panellerinde	1
Gözlüklerde	1
Paslanmayan eşyalarda	1

Tablo 8’de katılımcıların günlük hayatta kullanıldığını bildikleri, duydukları, kullandıkları nanoteknoloji ürünleri ile ilgili görüşleri yer almaktadır. Konuya dair bilgisi olmadığını belirten (f=6) katılımcıların yanında, sağlık, tıp alanında (f=5), su tutmayan malzemelerde (f=5), bilgisayarlarda (f=2), koruyucu yeleklerde (f=2), fizik, kimya, biyolojide (f=1), güneş paneli (f=1), gözlüklerde (f=1) ve paslanmaz eşyalarda (f=1) kullanıldığını dair görüşünü bildiren katılımcılar olduğu görülmektedir. Katılımcıların kullandıkları ifadelerle ait örnekler şöyledir:

- [Ö-17] “Duymadım, bilmiyorum.”
- [Ö-11] “Daha çok sağlık ve tıp alanında kullanılıyor.”
- [Ö-4] “Suyu yüzeyde tutmayan malzemelerde kullanıldığını biliyorum.”
- [Ö-13] “Bilgisayarlarda var.”
- [Ö-19] “Koruyucu yeleklerde kullanıldığını duymuştum.”

[Ö-9] “Fizik, kimya, biyoloji gibi disiplinlerde kullanılmaktadır.”

[Ö-21] “Güneş panelinde kullanılıyor.”

[Ö-20] “Paslanmayan eşyalarda.”

[Ö-2] “Gözlüklerde var.”

4.1.3. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi temasına ilişkin bulgular

Eğitimler öncesinde fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim nanoteknoloji eğitimlerine dair görüşleri dört kategoride incelenmiştir. Bu kategoriler fen eğitimine nanobilim ve nanoteknoloji konularının dâhil edilmesi, üniversite eğitimi süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alma, nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi, mesleki yaşamında nano bilim çalışmaları yapma şeklindedir.

4.1.3.1. Fen eğitimine nanobilim ve nanoteknoloji konularının dâhil edilmesi kategorisine ilişkin bulgular

Etkinlikler öncesinde fen bilgisi öğretmen adayları “*Nanobilim ve nanoteknoloji konularının fen eğitime dâhil edilmeli mi? Neden?*” sorusu yönlendirilmiştir. Tüm katılımcılar (f=21) “Evet, dâhil edilmeli.” şeklinde görüş bildirirken, farklı gerekçelerle görüşünü desteklemiştir. Bu kategoriye ait bazı katılımcı görüşleri şöyledir:

[Ö-20] “Edilmeli çünkü fen bilgisiyle bağlantılı konular.”

[Ö-4] “Evet, edilmeli çünkü fen eğitimi güncel teknoloji ile iç içedir.”

[Ö-5] “Edilmeli çünkü hem gerekli hem zevkli konular. İlgi çekecektir.”

[Ö-21] “Evet, edilmeli çünkü çevrede gördüklerimizle yaşam sınırlı değildir.

Görülmeyen teknoloji de anlatılmalı fende.”

4.1.3.2. Üniversite eğitimi süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alma kategorisine ilişkin bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının üniversite eğitimleri süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimleri alma ile ilgili görüşleri bu kategoride incelenmektedir. Kategoriye ait bulgular Tablo 9 ile sunulmuştur.

Tablo 9

Üniversite eğitimleri süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimleri alma

Kodlar	Frekans
--------	---------

Evet isterim	18
Hayır istemem	2
Kararsızım	1

Tablo 9 incelendiğinde katılımcıların, üniversite eğitimleri süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimleri alma isteği hakkında olumlu görüş bildirenlerin sayıca çok olduğu (f=18), bunun yanı sıra bu eğitimlere katılmak istemeyeceğini bildirenler (f=2) ve ya konuya dair kararsız olduğunu belirten (f=1) görüşlerin de olduğu görülmektedir. Tablo 7’deki kodlara dair katılımcı ifadelerinden bazı örnekler sunulmuştur:

[Ö-2] “İsterim. Branşım ile ilgili temelden bilgilendirme öğrenirim.”

[Ö-14] “Evet isterim. Çağın getirdiklerine uyum sağlamak gerekiyor.”

[Ö-16] “Hayır istemem. Bu konu hakkında ayrıntılı bilgi sahibi değilim.”

[Ö-11] “Kararsızım. Pek bilmiyorum.”

4.1.3.3. Nanobilim nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi kategorisine ait bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının etkinlikler uygulanmadan önce, nanobilim nanoteknoloji eğitimi ile ilgili içerik önerisine dair görüşleri bu kategoride incelenmektedir. Katılımcıların görüşlerinden yola çıkılarak belirlenen kodlar Tablo 10 ile sunulmuştur.

Tablo 10

Nanobilim nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi

Kodlar	Frekans
Günlük yaşamla bağlantılı konu anlatımı	8
Gözlem destekli anlatım	7
Uygulamalı anlatım	3
Önerim yok	3

Tablo 10 incelendiğinde fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim nanoteknoloji eğitim içeriği ile ilgili görüşlerinin, konuyu günlük hayatla ilişkilendirerek anlatma (f=8), gözlemlerle destekleyerek anlatma (f=7), uygulamalı anlatım (f=3) olduğu görülmektedir. 3 katılımcı konu hakkında önerisi olmadığını belirtmiştir. Katılımcıların ifadeleri şöyledir:

[Ö-1] “İçeriği bilmediğimiz düşünülerek anlatılmalı. Sadece düz anlatım değil de, günlük hayatla bağlantılı anlatılmalı.”

[Ö-4] “İçeriği tanıtılmalı ve gözlem yapmamız sağlanabilir.”

[Ö-14] “Alanında uzman kişiler uygulamalı eğitimlerle anlatmalı.”

[Ö-18] “Bu konu hakkında bilgim ve önerim yok.”

4.1.3.4. Mesleki yaşamında nanobilim çalışmaları yapma kategorisine ait bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının mezun olduktan sonra başlayacak mesleki yaşamlarında nanobilim çalışmaları yapma konusundaki görüşleri bu kategoride incelenmektedir. Tablo 11 katılımcıların konu hakkındaki görüşlerini yansıtmak amacıyla oluşturulmuştur.

Tablo 11

Mesleki yaşamında nanobilim çalışmaları yapma

Kodlar	Frekans
Evet, yapabilirim	14
Hayır, yapamam	3
Kararsızım	4

Tablo 10 incelendiğinde katılımcıların nanobilim çalışmaları yapabilirim (f=14), hayır yapamam (f=3) ve kararsızım (f=4) şeklinde görüşlerini belirttiklerini görmekteyiz. Katılımcı görüşleri ve gerekçelerini içeren ifadelerden örnekler sunulmuştur.

[Ö-11]“Evet, yeterince bilgi sahibi olup öğrencilerime yapmak isterim.”

[Ö-3]“Nanobilim hakkında bilgim olmadığı için yapamam.”

[Ö-18]“Konuyla ilgili yeterli bilgim olursa fikrim olur, kararsızım.”

4.2. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi Alanında Düzenlenen Etkinlikler Sonrasında Görüşlerindeki Değişim İle İlgili Bulgular

Fen Bilgisi öğretmen adaylarından 3. Sınıf fizik laboratuvar dersi alan gönüllü katılımcılara nanobilim nanoteknoloji konulu sunumla tanıtım ve deneyle gözlem ve uygulama eğitimi etkinlikleri uygulandıktan sonra toplanan veriler, doküman inceleme, görüşme, gözlem bulguları olmak üzere üç bölümde sunulmuştur.

4.2.1. Doküman incelemeye ait bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alanında düzenlenen etkinlikler sonrasında görüşlerindeki değişimi ortaya koymak amacıyla uygulanan açık uçlu anket dokümanları incelenmiştir. Etkinlikler öncesinde uygulanan anketin aynısı etkinlikler sonrasında da uygulanmış, bulgular kıyaslamasının net bir şekilde yapılması amacıyla yine üç tema altında incelenmiştir. ‘Nano, Nanobilim, Nanoteknoloji Tanımı’, ‘Günlük Hayattta Nanobilim ve Nanoteknoloji’, ‘Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi’ temaları ve kullanılacak kategorilerin temalara göre dağılımı Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12

Konuya İlişkin Oluşturulan Kategorilerin Temalara Göre Dağılımı

Temalar	Kategoriler
Nano, Nanobilim, Nanoteknoloji Tanımı	Nano kavramına ilişkin görüşler Nanobilim kavramına ilişkin görüşler Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler
Günlük Hayattta Nanobilim ve Nanoteknoloji	Nanoteknolojiye karşı ilgi Günlük hayatta kullanılan nanoteknoloji ürünleri
Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi	Fen eğitimine NB-NT konularının dâhil edilmesi Üniversite eğitimi süresince NB-NT eğitimi alma NB-NT eğitimi içerik önerisi Mesleki yaşamında NB-NT çalışmaları yapma

4.2.1.1. Nano, nanobilim ve nanoteknoloji tanımı temasına ilişkin bulgular

Uygulanan eğitimler sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının nano, nanoteknoloji ve nanobilim kavramlarını nasıl tanımladıklarına dair görüşlerin yer aldığı bu tema üç ayrı kategoride incenmiş ve her kategoriye ait bulgular sunulmuştur.

4.2.1.1.1. Nano kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları

Bu kategoride eğitimler sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının nano kavramını nasıl tanımladıklarına dair görüşlerine yer verilmektedir. Katılımcıların nano kavramına ilişkin ifadelerinden elde edilen bulgular Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13

Nano kavramına ilişkin görüşler

Kodlar	Frekans
Metrenin milyarda biri	10
10^{-9} m boyut	5
10^{-9} çok küçük boyut	3
Milyarda bir boyut	3

Tablo 13 incelendiğinde, nanobilim nanoteknoloji eğitimleri sonrasında katılımcıların, referans alınan Uluslararası Birimler Sistemi (SI, 2019) verilerinde yer alan nano uzunluk tanımlamasına ("Nano" öneki milyarda bir veya 10^{-9} anlamına gelmektedir.) uygun görüş bildirdikleri görülmektedir. Tablo 10'a göre katılımcılar nano kavramını, metrenin milyarda biri (f=10), 10^{-9} m boyut (f=5), 10^{-9} çok küçük boyut (f=3), milyarda bir boyut (f= 3) şeklinde tanımlamışlardır. Bu tanımlamaları yaparken kullanılan katılımcı ifadeleri şöyledir:

[Ö-4] “Metrenin milyarda biridir. Cüce anlamına gelir.”

[Ö-13] “ 10^{-9} metre boyutta küçüklüğü ifade eder.”

[Ö-7] “ 10^{-9} yani çok küçük boyut ya da boyuttaki parçacıklar.”

[Ö-8] “Çok küçük milyarda bir boyut.”

4.2.1.1.2. Nanobilim kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları

Nanobilim nanoteknoloji eğitimleri sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim kavramını nasıl tanımladıklarına dair görüşlerine bu kategoride yer verilmektedir. Katılımcıların nanobilim kavramına ilişkin ifadelerinden elde edilen bulgular Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14

Nanobilim kavramına ilişkin görüşler

Kodlar	Frekans
Nano boyutta davranış değişimi inceler	10
10^{-9} m boyutta bilim	4
Çok küçük boyutta bilim	4
Nano cisimlerle yapılan bilim	3

Tablo 14 incelendiğinde katılımcıların nanobilim kavramını nano boyutta davranış değişimi (f=10), 10^{-9} m boyutta bilim (f=10), çok küçük boyutta bilim (f=10), nano cisimlerin bilimi (f=10) şeklinde, benzer görüşlerle tanımladıkları görülmektedir. Konuya dair katılımcıların ifadeleri sunulmuştur:

[Ö-10] “Nanoboyutta çalışan bilimdir. Davranış değişimini kuantumla inceler”

[Ö-13] “ 10^{-9} m boyutta çalışan bilim dalı.”

[Ö-19] “Çok küçük boyutta partikülleri inceleyen bilim”

[Ö-17] “Milyarda bir, nano cisimlerle yapılan bilimsel çalışma”

4.2.1.1.3. Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler kategorisi bulguları

Nanobilim nanoteknoloji eğitimleri sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji tanımına dair görüşlerine bu kategoride yer verilmektedir. Katılımcı ifadelerinden belirlenen kodlarla oluşturulan Tablo 15 şu şekildedir:

Tablo 15

Nanoteknoloji kavramına ilişkin görüşler

Kodlar	Frekans
Nano boyutta ürün teknolojisi	8
Nanobilim ile teknoloji üretmek	6
Teknolojiyi küçültmek (10^{-9} m)	3
Küçük parçacıklar ile teknoloji	3
1-100 nm arasında çalışan teknoloji	1

Tablo 15 incelendiğinde katılımcıların nanoteknoloji kavramına ilişkin, nano boyutta ürün teknolojisi (f=8), nanobilim ile teknoloji üretmek (f=6), teknolojiyi küçültmek (10^{-9} m) (f=3), küçük parçacıklar ile teknoloji (f=3), küçük parçacıklar ile teknoloji (f=1) şeklinde görüş bildirdikleri görülmektedir. Katılımcı ifadelerinden bazıları şöyledir:

[Ö-18] “Nano boyutta maddeler ile neredeyse tüm sektörler için ürün üretme teknolojisi.”

[Ö-17] “Nanobilim ile teknolojik ürün üretebilmektir.”

[Ö-19] “Teknolojiyi küçülterek 10^{-9} m boyutunda teknoloji üretmek”

[Ö-20] “Küçük parçacıkları kullanarak yeni aletler üretmek”

[Ö-10] “1-100 nm arasında değişen ölçüleri kullanarak teknolojik çalışmalar yürüten bilim dalıdır.”

4.2.1.2. Günlük hayatta nanobilim ve nanoteknoloji temasına ilişkin bulgular

Eğitimler sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının günlük hayatta karşılaştıkları, kullandıkları ya da yeni fark ettikleri nanobilim nanoteknoloji uygulamaları hakkındaki görüşleri ‘Nanoteknolojiye Karşı İlgî’ ve ‘Günlük Hayatımızda Kullanılan Nanoteknoloji Ürünleri’ olmak üzere iki kategoride sunulmuştur.

4.2.1.2.1. Nanoteknolojiye karşı ilgi

Katılımcılara eğitimler sonrasında yönlendirilen ‘Nanoteknolojiye ilginiz var mı? Örneğin nanoteknoloji konulu yayınlar, haberler, ürünler ilginizi çeker mi?’ sorusuna yönelik olarak bildirilmiş görüşlere dair bulgular Tablo 16 ile sunulmuştur.

Tablo 16

Nanoteknolojiye karşı ilgi

Kodlar	Frekans
Evet, ilgimi çeker	10
Bu eğitimden sonra ilgim oluştu	10
Yararlı ama ilgilenmem	1

Tablo 16 incelendiğinde katılımcılar ilgimi çeker ($f=10$), eğitimler sonrası ilgim oluştu ($f=10$), yararlı ama ilgilenmem ($f=1$) şeklinde görüş bildirmiştir. Katılımcıların ifadelerinden örnekler sunulmuştur.

[Ö-13] “Evet, ilgimi çeker, bu alanın haberlerini okurum”

[Ö-2] “Pek ilgim yoktu, bu eğitimden sonra oluştu. Artık dikkat ediyorum.”

[Ö-12] “İnsanlar için yararlı ama pek ilgilenmem.”

4.2.1.2.2. Günlük hayatımızda kullanılan nanoteknoloji ürünleri

Eğitimler sonrasında katılımcılar günlük hayatta kullandıkları ya da bildikleri nanoteknoloji ürünleri hakkındaki görüşlerini bildirmişlerdir. Tablo 17 günlük hayatımızda kullanılan nanoteknoloji ürünlerine dair görüşlerin bulgularını yansıtmaktadır.

Tablo 17

Günlük hayatımızda kullanılan nanoteknoloji ürünleri

Kodlar	Frekans
Akıllı ilaç	12

Kirlenmeyen kumaş	11
Çizilmez yüzey	10
Tıp alanında	9
Su tutmaz malzemelerde	8
Kozmetik sektöründe	8
Askeri alan	6
Bilgisayar, TV, Tablet	6
Görüntüleme sistemleri	6
Tablo 17 (devamı)	
Kodlar	Frekans
Akıllı boyalarda	4
Ferro sıvılarda	3
Deniz suyu temizleme	3
Gıda teknolojisi	2
Dezenfektan	2

Tablo 17 ile katılımcıların eğitimde yapılan bilgilendirmelerden sonra günlük hayatta kullanılan pek çok nanoteknoloji ürünü saydıkları görülmektedir. Akıllı ilaçlar, kirlenmeyen kumaşlar, çizilmeyen yüzeyler pek çok katılımcı tarafından bildirilen nanoteknoloji ürünleri olmuştur. Katılımcı görüşlerin içeren ifadeler sunulmuştur.

[Ö-12] “Bildiklerim, bilgisayarlar, tv, telefon çipleri, yeni öğrendiklerim akıllı ilaçlar, askeri kıyafetler, akıllı boyalar, ferro sıvılar, kamera ve görüntüleme cihazlarında nanoteknoloji kullanılıyor.”

[Ö-14] “Su tutmayan malzemeler, eğilebilir led ekranlı tv, akıllı kanser ilaçları, kirlenmeyen kendini temizleyen kumaşlarda nanoteknoloji var.”

[Ö-19] “Askeri alanda, tıp sağlık alanında, kozmetik, su arıtma, akıllı boyalarda, kameralarda.”

[Ö-18] “Deniz suyu temizlenmesi, sağlıkta, kanser tedavisinde, kir tutmaz kumaşlarda, ferro sıvılarda, dezenfektan, temizlik malzemeleri yapımında nanoteknoloji kullanılır.”

[Ö-13] Su geçirmez kumaşlar kıyafetler, ferro sıvılar (rokete yakıt taşıyor mesela), akıllı ilaçlar, görüntüleme (tıpta ve güvenlik), askeri alanda, gıda teknolojisinde..

4.2.1.3. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi temasına ilişkin bulgular

4.2.1.3.1. Fen eğitimine nanobilim ve nanoteknoloji konularının dâhil edilmesi

Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimini temasına ilişkin ilk bulgular fen eğitimine nanobilim nanoteknoloji konularının dâhil edilmesine yönelik görüşleri sunmaktadır. Düzenlenen eğitimler sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarına yönlendirilen “*Nanobilim, nanoteknoloji konuları fen bilgisi eğitimine dâhil edilmeli mi? Neden?*” sorusuna tüm katılımcılar (f=21) “*Evet, dâhil edilmeli.*” demiş, görüşlerinin nedenini farklı gerekçelerle desteklemişlerdir. Katılımcı ifadelerinden örnekler sunulmuştur.

[Ö-11] “Evet, dâhil edilmeli. Günümüzde ve gelecekte nanobilimden oldukça yararlanılacağı için fen bilgisi eğitiminde de yer verilmeli ve öğrenciler de bilgi sahibi olmalı.”

[Ö-5] “Mutlaka dâhil edilmeli. Fen bilgisinin birçok alanına yönelik örnek uygulamaları var, günlük hayatla bağlantılı.”

[Ö-19] “Kesinlikle edilmeli. Çünkü gelecek neslin bilim insanlarını bizler yetiştiriyor olabiliriz. Fen ile ilişkili konular. Bilirsek anlatabiliriz de.”

[Ö-20] “Evet, edilmeli. Fen alanının içindedir. Teknolojiye ayak uydurabilmek için öğrenilmeli.”

[Ö-1] “Evet, uygulama alanı çok fen bilgisi için.”

[Ö-21] “Evet, isterim. Bu eğitimle pek çok şey görmüş olduk. İlğim arttı ve bu yeni teknoloji fen ile bağlantılı.”

4.2.1.3.2. Üniversite eğitimi süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alma

Nanobilim nanoteknoloji konulu etkinlikler sonrasında katılımcıların üniversite eğitimleri süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimleri alma hakkındaki görüşlerine ait bulgular Tablo 18 ile sunulmuştur.

Tablo 18

Üniversite eğitimi süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alma isteği

Kodlar	Frekans
Evet	20
Hayır	1

Tablo 18 incelendiğinde, üniversite eğitimleri süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitim programları düzenlenirse katılmak isteyip istemeyecekleri

yönünde görüş bildiren katılımcılar (f=20) “Evet” derken, bir kişi “Hayır” yönünde görüş bildirmiştir. Katılımcı ifadeleri şöyledir:

[Ö-10] “Evet, çok isterim. Bu eğitim gibi uygulamalı olursa katılmak, ben de nano malzeme yapmak isterim.”

[Ö-15] ”Evet, katılmak isterim. Bu etkinlik gibi ilk olarak merak uyandırmasını ve uygulamalı eğitimler olmasını isterim.”

[Ö-9] “ Hayır. Çok dersim var.”

4.2.1.3.3. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi

Fen bilgisi öğretmen adaylarının etkinlikler sonrasında, nanobilim nanoteknoloji eğitimi ile ilgili içerik önerisine dair görüşleri bu kategoride incelenmektedir. Katılımcıların görüşlerinden yola çıkılarak belirlenen kodlar Tablo 19 ile sunulmuştur.

Tablo 19

Nanobilim nanoteknoloji eğitimi içerik önerisi

Kodlar	Frekans
Uygulama projeleri içermeli	10
Sunumla anlatım olmalı	8
Bu uygulama gibi olmalı	8
Deney uygulamaları içermeli	7

Tablo 19 incelendiğinde, üniversite eğitimi süresince verilebilecek nanobilim nanoteknoloji eğitimleri ile ilgili katılımcıların içerik önerileri çeşitlilik göstermektedir. Katılımcılar birden fazla kod içeren ifadelerle görüş bildirmişlerdir. Eğitim içeriğinin uygulama projeleri içermesi (f=10), sunumla anlatımları içermesi (f=8), bu uygulama gibi (f=8) olması (araştırmamız kapsamında verilen nanobilim nanoteknoloji eğitim uygulamaları gibi sunum ve deneysel uygulamalar), deney uygulamaları içermeli (f=7) şeklinde görüşlerini ifade etmişlerdir. Katılımcı ifadelerinden örnekler sunulmuştur.

[Ö-17] “İçeriğin daha çok ne üretilebilir mantığında olmasını ve uygulama projesi içermesini isterim.”

[Ö-1] “İçeriklerde bilgilendirici sunumlar, formlar ve deney uygulamaları olmasını önerebilirim. Bu çalışma iyiydi.”

[Ö-21] “Bugünkü uygulama gibi görebileceğimiz ve uygulayabileceğimiz eğitimler içeriyor olmalı.”

[Ö-13] “İçerik olarak (farklı nano çözeltilerin kırılması, saçılması gibi) deney uygulamaları içermeli. Bu uygulamadaki deneyleri beğendim mesela.”

4.2.1.3.4. Mesleki yaşamında nanobilim ve nanoteknoloji çalışmaları yapma

Düzenlenen nanobilim nanoteknoloji eğitimlerinin ardından, fen bilgisi öğretmen adaylarının mezun olduktan sonra başlayacak mesleki yaşamlarında nanobilim çalışmaları yapma konusundaki görüşleri bu kategoride incelenmektedir. Tablo 20 katılımcıların konu hakkındaki görüşlerini yansıtmak amacıyla oluşturulmuştur.

Tablo 20

Mesleki yaşamında nanobilim çalışmaları yapma

Kodlar	Frekans
Evet	20
Hayır	1

Tablo 20 incelendiğinde katılımcıların nanobilim çalışmaları için evet (f=20), hayır (f=1) şeklinde görüşlerini belirttiklerini görmekteyiz. Katılımcı görüşlerini ve gerekçelerini içeren ifadelerden örnekler sunulmuştur.

[Ö-10] “Evet, çok isterim. Bu eğitim gibi uygulamalar ve hatta ben de nano malzeme yapmak isterim.”

[Ö-3] “ Evet, yapmaktan keyif alırım. Öğrencilerimi bu konuda düşünmeye sevk etmek gayet yararlı olabilir.”

[Ö-9] “Zor olur. Çünkü yeterli malzeme bulamayabilirim.”

4.2.2. Görüşmeye Ait Bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi alanında düzenlenen etkinlikler sonrasında görüşlerindeki değişimi ortaya koymak amacıyla altı gönüllü katılımcıyla görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde katılımcılara beş soru yöneltilmiştir. Görüşmenin teması ‘Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitimi’ olup, temaya ilişkin görüşler beş kategoride incelenmiştir. Bu kategoriler ‘NB-NT eğitimi sonrası değişimler’ , ‘NB-NT eğitiminin içeriği’, ‘NB-NT eğitiminin fen eğitimine

entegrasyonu ‘, ‘Üniversite eğitimi süresince NB-NT’ ve ‘NB-NT eğitimi çalışmaları yapma’ olarak belirlenmiştir. Tablo 21 nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi temasın ait kategorileri göstermektedir.

Tablo 21

Görüşme bulgularının tema ve kategorileri

Tema	Kategoriler
Nanobilim Nanoteknoloji Eğitimi	NB-NT Eğitimi Sonrası Değişimler
	NB-NT Eğitim İçeriği
	NB-NT’nin Fen Eğitimine Entegrasyonu
	NB-NT Eğitimleri Alma İsteği Nedenleri
	NB-NT Eğitiminde Kullanacağı Yöntem

4.2.2.1. Nanobilim nanoteknoloji eğitimi sonrası değişimler kategorisi bulguları

Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi üzerine yapılan bir dizi etkinlik sonrasında fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki durum değişimlerine dair bulgular Tablo 22 ile sunulmuştur.

Tablo 22

NB ve NT Eğitimi Sonrasında Katılımcıların Durumlarındaki Değişime İlişkin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri

NB-NT Eğitimi Sonrası Değişimler			
Kod	Katılımcı		
	Frekans(f)		
İlgide Artış	K1,K2,K3,K4,K5,K6		6
NB-NT Kavramlarını Ayırt Edebilme	K1,K2,K3,K4,K5,K6		6
NT Ürünlerini Fark etme	K1,K2,K3,K4,K5,K6		6

Tablo 22 incelendiğinde görüşmeye katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının tamamının (f=6), NB-NT eğitimleri sonrasında konuya olan ilgilerinin arttığı görülmektedir. Bir katılımcı eğitimler sonrasında konuya ilişkin ilgisinin nasıl

değiştğine yönelik sorumuza “Tabi çok arttırdı. Bilim teknikte (dergi) nano yazılarını okuyorum artık hep.” (K1) şeklinde cevap vermiştir. Katılımcı (K2) ise,

Aslında ...nanoteknoloji deyince benim aklıma gelen ...küçük bir teknolojik aygıttı. Ama siz o nano sınırları gösterince ve sınırların boyutlarına göre renklerinin farklılaştığını görünce ufkum açıldı. Nanobilim ve nanoteknoloji ile çok değişik sonuçlar elde edilebileceğini gördüm ve bu konuya da ilgim arttı aslında ve bir araştırmaya gittim. Nano bilim ve nano teknoloji nedir? Yani sadece bir teknolojik aletten mi ibaret yoksa daha farklı alanları da var mı diye merak ettim.

diyerek görüşünü belirtmiştir. Tablo 22’ye göre katılımcıların tamamı (f=6), eğitimler sonrasında nano, nanobilim ve nanoteknoloji kavramlarını ayırt edebilmektedirler. Katılımcılardan biri,

Nanoteknolojiyi çok küçük parçacıklarla yapılan teknoloji olarak biliyordum...Nanobilimi hiç bilmiyordum.. 10^{-9} m nanoboyutu. Bir cisim nano boyuta inince fiziksel kimyasal özelliklerinin değiştiğini öğrendim. Bu boyutta renk değişimi olabileceğini gördük. Nano çözeltiler gördük boyutu değişince rengi değişen. Nanobilim bu davranış değişimlerini inceliyormuş yani, kuantum teoremi yardımıyla. Nanoteknoloji nano boyutta parçacıkların günlük yaşamda kullanılacak ürün elde etme üzerine çalışıyor. (K3)

şeklinde görüşünü belirtmiştir. Bir başka katılımcı da kavramları ve farklarını şöyle ifade etmiştir:

Nano bilimi şöyle anladım, maddelerin nano boyutta değişen davranışlarını.. iletkenlik, optik, elektriksel yapı olarak değişimini incelediğimiz, nesneleri nano boyuta indirdiğimizdeki bilim olarak açıklarım. Nanoteknolojiyi de, nano bilimin alt dalı olarak, nano boyutta ürünler elde etmek için kullandığımız bi teknoloji. (K4)

Tablo 22 İncelendiğinde katılımcıların tamamının (f=6) günlük hayatta kullanılan nanoteknolojik ürünleri fark edebildikleri görülmektedir. Katılımcı (K5)

İslenmeyen kumaşlar, akıllı kanser ilaçları, daha sonra.. Çizilmeyen yüzeyler... Askeri malzemelerde, savunma sanayinde kullanılıyor. Yani ilginç ben bu kadar değişik şeyler içerdiğini bilmiyordum nanoteknolojinin ama çok geniş bir alanda etkisi var yani çok geniş bir alanda uygulanabiliyor sağlık alanında askeri alanda çevre, uzay ve birçok alanda. derken,

(K6) “Bilgisayarlar, tabletlerde, çizilmez gözlüklerde.. Mesela tıp alanında yapılan malzemelerde” nanoteknoloji kullanıldığını fark ettiğini belirtiyor.

4.2.2.2. Nanobilim nanoteknoloji eğitiminin içeriği kategorisi bulguları

Görüşmelerde katılımcılara yönlendirilen “NB, NT eğitimi çalışmalarında hem sunumlar yaptık, hem de bildiğiniz fen konularıyla ilişkilendirmeye çalışarak, sizlerle deneysel gözlemler yaptık. Bu etkinliklerin NB, NT eğitimlerine etkisi sizin için nasıl oldu?” sorusuna ilişkin görüşler Tablo 23 ile sunulmuştur.

Tablo 23

Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitim İçeriğinde Kullanılan Anlatım Yöntemlerine İlişkin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri

NB-NT Eğitim İçeriği		
Kod	Katılımcı Frekans(f)	
Deneyle Destekleyerek anlatım	K1,K2,K3,K4,K5,K6	6
Fen Konularıyla İlişkilendirerek Anlatım	K1, K2, K3, K4, K6	5
Sunumla Anlatım	K1, K3, K4, K6	4

Tablo 23’e bakıldığında katılımcıların NB-NT eğitimlerinin içeriğinde kullanılan, sunumla anlatım, deneylerle destekleyerek anlatım ve önceden öğrendiği fen konularıyla ilişkilendirerek anlatım yöntemleri ile ilgili görüşlerinde çeşitlilik ortaya çıkıyor. Sunumla anlatımın etkili olduğunu belirten f(=4) katılımcılardan (K6) “Sunum yaptınız... Onunla nanobilim nanoteknoloji kavramlarını tanımış oldum. ...nanoteknoloji kavramına aşinaydım.. Ama tam olarak öğrendiğimi söylüyorum.” derken, (K1) “Sunum da ilginçti aslında ilk hafta tanıtım yapmıştınız. Videolar, resimler çoktu. Görsel ağırlıklıydı dikkatimi çekti konu.” Şeklinde görüşlerini bildirmişlerdir. Tablo 20’ye göre katılımcıların tamamı (f=6) eğitim içeriğinde kullanılan deney destekli anlatımı beğendiklerini belirtiyor. “...deneylerle desteklenmesi ilginçti. Böyle canlı canlı görmek baya dikkat çekici oldu. ...Optik deneyleri yaptık. Saçılma, yansıma... Manyetizma deneyi, bi sıvı ile.., fero sıvı vardı. Özellikle o ferro sıvı deneyi çok ilginçti.” (K5) derken,

(K3) ..bi kere nanoteknoloji eğitiminin uygulamalı olabileceğini gördük. Bu iyiydi. Benzer optik deneyleri daha önce görmüştüm ama nano çözeltiyle deney yapmak filan ilginçti. Saf su ile nanoçözelti kıyaslamak.. Saçılma

deneyi güzeldi mesela. Nano sıvıya mıknatıs yaklaşıtıyorsunuz ve sıvı hareket ediyor. Bu çok ilginçti bence. Deneyssel uygulama ile daha iyi anlamış olduk ferro sıvıyı..

şeklinde görüşlerini belirtmiştir. Yine Tablo 23’e göre eğitimde kullanılan önceden öğrenilmiş fen konularıyla ilişkilendirerek anlatım yöntemini (f=5) etkili bulan katılımcılardan (K2) “..bildiğimiz bir fen konusuyla ilişkilendirerek anlatınca konunun bizdeki kalıcılığı da arttı. Önceden bildiğimiz bilgilerle birleşince konu somutlaştı.” derken (K4) “...yani aklımıza daha çok oturdu. ..bildiğimiz derslerimizle konularla ilişkilendirme, destekleme.. Hani benzer kelimeler görünce daha çok ilgimiz arttı... Somutlaştırdı konuyu ve daha iyi anladık.” şeklinde görüşlerini aktarmıştır.

4.2.2.3. Nanobilim nanoteknoloji eğitiminin Fen eğitime entegrasyonu kategorisi bulguları

Görüşmelerde yönlendirilen ‘NB-NT eğitiminin fen eğitime entegrasyonu sizce mümkün mü? Neden?’ sorusuna tüm katılımcılar (f=6) ‘Evet, mümkün.’ cevabı vermiştir. Katılımcıların, nanobilim nanoteknoloji eğitiminin fen eğitime entegrasyonunun nedenlerine ilişkin görüşlerine ait görüşme bulguları Tablo 24 ile sunulmuştur.

Tablo 24

Nanobilim ve Nanoteknoloji Eğitiminin Fen Eğitime Entegrasyonunun Nedenlerine İlişkin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri

NB-NT’nin Fen Eğitime Entegrasyonu		
Kod	Katılımcı	Frekans(f)
Fizik, kimya, biyoloji temelli olduğundan	K2, K3, K4, K5, K6	5
Fen alanlarıyla ilgili	K1, K3, K4, K5,	4
Güncel teknolojiyle ilgili	K1, K2, K3, K4, K6	5

NB-NT eğitiminin fen eğitime entegrasyonunun nedenleri konusunda katılımcıların görüşlerini aktaran Tablo 24 göre katılımcılar (f=5), NB- NT eğitiminin temelini fizik, kimya, biyoloji konularını içerdiğinden bu entegrasyonun mümkün olduğunu söylüyor. Konuya ilişkin görüşlerini

(K2) Nanobilim ve nanoteknolojiyi anlamak için bir maddenin fiziksel, kimyasal, biyolojik yapısındaki değişimlerden yola çıkarak çalışmalar yapıldığını duydum. Zaten biz de fen eğitiminde fizik, kimya, biyolojiyi görüyoruz. Yani nanoteknoloji eğitimi fen bilgisine kolayca entegre edilebilir. Ben alanımız olduğunu da düşünüyorum.

şeklinde belirtmiştir. NB-NT eğitimlerinin fen eğitimine entegrasyonunun mümkün olduğuna dair gerekçesini konunun fen alanlarıyla ilişkili olmasına bağlayan (K1) ise “Mümkün, tabi. İşte o yaptığımız optik, manyetik deneyler fenle nanobilimin iç içe olduğunu gösterdi. Elektrik deneyleri de yapılabilir. Bunlar fenin temel konuları.” diyerek görüşünü aktardı. Bu entegrasyonun olabileceğini NB-NT konusunun güncel teknoloji olduğunu ve bunun da fen derslerinde öğrencilere aktarılmasının gerekliliği şeklinde görüş bildiren katılımcılardan (f=5) biri olan (K3) “Nanobilim ya da nanoteknoloji çok güncel ve hayatın içinde, yani askeri alanda, ..savunma sanayinde,..sağlık alanında.. Fen eğitimi güncel hayata dair bilgiler verir. Fen eğitimi ile ilişkilendirilmeli yani daha doğrusu eğitimi verilmeli.” demektedir.

4.2.2.4. Nanobilim nanoteknoloji eğitimleri alma isteği kategorisi bulguları

Görüşmelerde katılımcılara yönlendirilen “Üniversite eğitiminize devam ettiğiniz bu süreçte NB, NT eğitimleri almak ister misiniz? Neden?” şeklinde yönlendirdiğimiz soruya tüm katılımcılar (f=6) “Evet, isterim.” demiştir. Bu ifadelerinin nedenlerine ilişkin görüşler Tablo 25 ile sunulmuştur.

Tablo 25

NB-NT Eğitimleri Alma İsteğinin Nedenlerine İlişkin Katılımcı Görüşleri

NB-NT Eğitimi Alma İsteği Nedenleri		
Kod	Katılımcı	Frekans(f)
İlgi Çekici Olması	K2, K3, K4, K6	4
Bu Alanda Gelişmek	K2, K3, K5	3
Güncel Alan	K1, K5, K6	3

Tablo 25’e göre üniversite eğitimi süresince NB, NT eğitimi almak istemesini, NB-NT konularının ilgi çekici olmasına bağlayan katılımcılardan (f=4) biri olan (K4) “Aslında cidden çok isterim. Çok ilgimi çeken bir konu. Uygulamalı,

deneyli bir eğitim olursa bu eğitimler gibi mutlaka katılmak isterim” demiştir. NB-NT eğitimlerini bu alanda gelişmek istediği için almak isteyen üç katılımcıdan (f=3)

(K2) ..tabi almak isterim. Çünkü nanoteknoloji hakkında önceden bildiklerimin hepsi yanlışmış (gülüyor). Ben her şeyi küçücük bir robottan ibaret sanıyordum. Bu eğitimi aldıktan sonra nanoteknolojinin ne kadar geniş kapsamlı olduğunu öğrendim. Bu alanda kendimi geliştirmek isterim. Bir şey tasarlamak gibi mesela.’ derken, (K5) ‘Faydalı olacağını düşünüyorum öğretmenlik hayatımda da öğrencilerime ilginç, güncel şeyler anlatmak için ya da nanoteknoloji ile ilgili bilgi vermek için bu alanda gelişmek bence yararlı olur.

şeklinde görüşünü bildirmiştir. Tablo 25 incelendiğinde katılımcıların üniversite eğitimi sürecinde NB-NT eğitimleri almak istemeleri hakkında, güncel bir alan olmasını gerekçe gösteren katılımcılardan (f=3) biri olan (K6) “Bu konular güncel ve günlük hayatla ilişkili. ..teknolojik yenilikler ilgi çekici. Üniversite eğitiminde seçmeli ders olarak verilebilir.” şeklinde görüşünü bildirmiştir.

4.2.2.5. Nanobilim nanoteknoloji eğitimi çalışmaları yapma kategorisi bulguları

Fen bilgisi öğretmen adaylarına görüşmede yönlendirilen “Siz mesleki yaşamınızda NB, NT çalışmaları yapmak ister misiniz?” sorusuna, katılımcıların tamamı “Evet” diyerek meslek yaşamları süresince NB-NT çalışmaları yapmak istedikleri yönünde görüş belirttiklerinden, “Bu çalışmalarınızda nasıl bir anlatım tekniği kullanırdınız?” sorusuna farklı cevaplar vermişlerdir. Tablo 26, katılımcıların mesleki yaşamlarında NB-NT çalışmalarında nasıl yöntemler kullanmak isteyeceklerine dair bulguları sunmaktadır.

Tablo 26

Mesleki Yaşamında NB-NT Çalışmaları Yapmak İsterse Nasıl Yöntemler Kullanacağına Dair Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşleri

NB-NT Eğitiminde Kullanacağı Yöntem		
Kod	Katılımcı	Frekans(f)
Deneyle Uygulamalı Anlatım	K-1, K-2, K-3, K-4, K-5, K-6	6
Teorik Anlatım	K-4	1
Araştırma Projeleri Verme	K-1	1

Tablo 26'ya göre katılımcıların tamamı (f=6) NB-NT eğitimlerinde deneyle uygulamalı anlatımdan yararlanacaklarını bildirmiştir. NB-NT eğitimleri verirken deneyle anlatım yapmak isteyeceği yönünde görüş bildiren katılımcıların ifadeleri şöyledir: (K1) “Atanır öğretmenliğe başlarsam mutlaka öğrencilerime aldığım bu eğitimden, gördüklerimden bahsedirim mesela. Eğer laboratuvar imkânı olursa sizi arar sorarım nano sıvı yapmayı, ben de yaparım. İmkânlar bir şekilde gayret edilir sağlanır bence, yeter ki biz isteyelim.”,

(K2) Bu eğitimdeki deneyler sonunda ben çok şaşırmıştım. Mesela o ferro sıvıların demir tozunu nasıl çektiğini görünce, yapınca inanmamıştım. Bir hocam bana sözlü anlatımla deseydi ki ‘Bir sıvı var, plastik şişede demir tozunu çekebiliyor’ ben onu algılayamazdım, nasıl olur ki derdim. Deneyde görerek, yaparak öğrendiğim için kalıcı bir bilgi oldu. Bu yüzden ben de öğrencilerime nanobilimi, nanoteknolojiyi deney yoluyla sunmak isterdim.” diyerek görüşünü bildirmiştir. (K6) ‘Öğretmen olursam nano malzemelerle deneyler yaparak anlatmak isterim. Okulda laboratuvar olursa ve malzemeler konusunda desteklerlse öğrencilerime yaptırmak isterim... Öğrencilerimde araştırma merakı oluşturmak isterim.

şeklinde görüş bildirmiştir. NB, NT eğitimleri verirken teorik anlatımdan da yararlanacağı yönünde görüş bildiren bir katılımcı (f=1) olmuştur. Bu katılımcı,

Öğretmen olduğumda elimde de temel malzemeler olursa, öğrencilerime deneylerle anlatmak isterim. En azından teorik bilgisini mutlaka anlatırım. Malzemem olmaz da, deneyle olarak tam gösteremesem de şartlardan dolayı, teorik olarak bilsinler isterim. Belki üniversiteden destek isterim, sizin gibi insanlar onlara da gelip anlatır.

(K4) şeklinde görüşünü belirtmiştir. Bir katılımcı da deneyle uygulamalı anlatımın yanı sıra araştırma projeleri vererek bu eğitimi yapmak isteyeceğini bildirmiştir. Katılımcı (K3) görüşünü açıklarken “Eğer ben de nano çözelti hazırlayabilirsem tabi ki deneyle anlatarak isterim. Çünkü öğrenciler görülebilir malzeme ile görülemeyen nanoparçacıkları kıyaslama imkanı bulabilirler. Bunun yanı sıra araştırma projeleri de verebilirim. Kendileri neler bulabilecekler bakarım. Böylece eğitim kalıcı ve anlaşılır olurdu.” ifadelerini kullanmıştır.

4.2.3. Gözleme ait bulgular

Fen bilgisi öğretmen adaylarından, üçüncü sınıfta eğitim gören, optik laboratuvar dersi almış katılımcılara yönelik düzenlenen NB, NT eğitim etkinliklerine ait gözlem bulguları, süreci gözlemleyen iki eğitim uzmanının tuttuğu yapılandırılmamış gözlem formu notlarından oluşmaktadır. Etkinliklerin birinci hafta uygulaması, anket uygulaması ve NB ve NT'nin sunumla tanıtımından oluşmaktadır. Sürece ilişkin uzman eğitimci (UE-1) ve uzman eğitimci (UE-2)'ye ait gözlem notları şöyledir:

[UE-1] Öğretmen adaylarının görüşlerini almaya yönelik anket uygulandı. Gönüllülük esas alındı. Uygulamadan önce, ön bilgi, amaç, kapsamdan bahsedildi. Anket için yeterli süre tanındı.

[UE-2] Araştırmacı gönüllü bireylere uygulama yapmak istediğini söyledi. Çalışmaya katılmak isteyen öğretmen adaylarına bazı anket soruları verdi. Yeterli süre tanındı. Sessiz bir ortamda cevapladılar.

NB, NT eğitim etkinlikleri ilk hafta uygulamaları kapsamında yapılan nanobilim ve nanoteknoloji bilgilendirici sunumuna ilişkin uzman eğitimcilerin gözlem notları şöyledir:

[UE-1] Uygun ortam sağlandı. Nanoteknoloji üzerine sunum gerçekleştirildi. Uygulayıcı konu hâkimiyetine sahipti. Yeterli bilgi verdi. Günlük hayatla ilişkilendirilerek örnek çalışmalar gösterdi. Katılımcılar ilgiyle izledi. Yönlendirilen sorular araştırmacı tarafından cevaplandı.

[UE-2] Araştırmacı nanobilim nanoteknoloji sunumu yaptı. Ön bilgilendirme yaptı. Sunum görsel öğeler ve videolarla desteklendi. Nanoboyut, nanobilim, nanoteknoloji tanımları verildi. Nanoteknoloji uygulama alanları gösterildi. Bu kısım özellikle ilgi çekici bulundu katılımcılar tarafından. Yeterli bilgilendirme yapıldı.

Tablo 27

Uzman Eğitimcilerin Sunum Etkinliğine İlişkin Gözlemlerinden Elde Edilen Bulgular

NB NT Sunumla Tanıtım Etkinliğine İlişkin Gözlem Bulguları	
Gözlenen Davranışın Özelliği	Kod

Olumlu	Katılımın gönüllülüğe bağlılığı Araştırmaya dair ön bilgilendirme Anket için yeterli süre verme Etkinlikler için uygun ortam oluşturma Katılımcıların ilgisini çekme Konuyu günlük hayatla ilişkilendirme Yeterli örnek verme Konuya dair soruları cevaplama Sunumu görseller ve videolarla destekleme Konuya ilişkin kavramları tanımlama Uygulama örnekleri sunma İlgiyle izlenme
Olumsuz	-

Tablo 27 ile ilk hafta etkinlikler öncesi anket uygulama ve nanobilim nanoteknoloji sunumla tanıtım etkinliğine dair gözlem bulgularına dair bulgular sunulmuştur. İki uzman eğitimcinin ifadelerinden oluşturulmuş kodlar verilmiştir. Etkinlik uygulamaya dair eğitimciler gözlemlerine dair olumlu görüşler bildirmiş, olumsuz ifadeler kullanmamışlardır.

Fen bilgisi öğretmen adaylarından, üçüncü sınıfta eğitim gören, optik laboratuvar dersi almış katılımcılara yönelik düzenlenen NB, NT eğitim etkinliklerinde ikinci hafta uygulamalarına ait eğitimci gözlem bulguları bu bölümde verilmiştir. NB, NT eğitim etkinliklerinde ikinci hafta uygulama aşamasını yani, nano malzemelerle fen deneyleri uygulamalarını içermektedir. İkinci hafta uygulamalarına ait eğitim uzmanlarının gözlem bulguları sunulmuştur.

[UE-1] Uygulamaya ilişkin ön bilgi verildi. Uygulamanın önemi açıklandı. Pilot uygulamaya ait görseller paylaşıldı. Öğrenciler dikkatli bir şekilde izlediler. Deneyleri öğrenciler de uyguladılar. Uygulama esnasında bir sıkıntı olmadı. Öğrenci sorularına uygun cevaplar verildi. Ortam uygun şekilde hazırlanmıştı, optik deneylerde ortam karartıldı. Uygulamalar yeterli sürede tamamlandı. Uygulamalar ilgi çekici bulundu.

[UE-2] Araştırmacı öncelikle çalışmasıyla ilgili ön bilgi verdi. Bu araştırmanın neden yapıldığını ve önemini açıkladı. Daha önceden yapılan pilot çalışma ile ilgili görselleri paylaştı. Yansıma, kırılma, saçılma deneylerini nano malzeme ile önce kendi yaptı, sonra katılımcılar denedi. Nano boyut değişimi ile renk değişimi deneyi yapıldı. Manyetizma deneyi, demir tozu ve nano boyutlu ferro sıvı ile önce kendisi ardından öğretmen adayları yaptı. Katılımcılar heyecanla uygulamaya katıldı. Katılımcılar ilgilerini çeken deneylerin görüntülerini aldılar. Beklenenin üzerinde bir ilgi

vardı. Etkili ve güzel bir uygulama oldu. Araştırmacı da izin isteyerek tüm sürece ait video kayıt aldı.

Tablo 28

Uzman Eğitimcilerin Deney Etkinliğine İlişkin Gözlemlerinden Elde Edilen Bulgular

NB NT Deneylerle Tanıtım Etkinliğine İlişkin Gözlem Bulguları	
Gözlenen Davranışın Özelliği	Kod
Olumlu	Araştırmaya dair ön bilgilendirme
	Pilot uygulamaya ait görsellerle bilgilendirme
	Etkinlikler için uygun ortam oluşturma Katılımcıların ilgisini çekme
	Katılımcıların deneyi gözlemlemesi
	Katılımcıların deneyi uygulaması
	Yeterli zaman verme
	Konuya dair soruları cevaplama
	Katılımcıları heyecanlandırma
	Katılımcıların görüntü alması
	Etkili bir uygulama
	İzinle süreci kayda alma
Olumsuz	-

Tablo 28 ile ikinci hafta etkinliği olan nanobilim ve nanoteknolojinin fen deneyleriyle tanıtılması etkinliğine dair gözlem bulguları sunulmuştur. İki uzman eğitimcinin de ifadelerinden oluşturulmuş kodlar verilmiştir. Etkinlik uygulama sürecinde eğitimciler gözlemlerine dair olumlu görüşler bildirmiş, olumsuz bir ifade kullanmamışlardır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu bölümde fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknolojiye ilişkin görüşleri ve düzenlenen nanobilim nanoteknoloji eğitim uygulamaları sonrası görüşlerindeki değişimin incelendiği araştırmadan elde edilen bulgular, literatürdeki benzer araştırmalarla ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Tartışma ve sonuç eğitimler öncesi NB, NT hakkındaki görüşleri, eğitim süreci sonrasında ise NB, NT ve uygulanan eğitim hakkındaki görüşleri, fen eğitimine NB, NT entegrasyonu hakkındaki görüşleri ve kendilerinin de NB, NT eğitimleri vermeleri durumunda kullanacakları yöntemler, eğitim önerileri ile ilgili görüşleri incelenerek aktarılmıştır. Araştırmacının konuya dair önerileri son kısımda sunulmuştur.

5.1. Tartışma ve Sonuç

Fen bilgisi öğretmen adaylarının düzenlenen eğitim etkinlikleri öncesinde nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki görüşlerine ait bulgular nano, nanoteknoloji ve nanobilim kavramları üzerinden incelenmiştir. Nano kavramı için katılımcı görüşlerini sunan Tablo 4 incelendiğinde, nano tanımı için referans alınan Uluslararası Birimler Sistemi (SI, 2019) verilerine göre "Nano ön eki milyarda bir veya 10^{-9} boyut" ifadesine uygun görüş bildiren yalnız iki katılımcı olduğu görülmektedir. Nano kavramını hiç bilmeyen beş öğretmen adayının yanı sıra 13 katılımcı da yanlış ifadelerle kavramı tanımlamışlardır. Nanobilim kavramına ilişkin verilerin sunulduğu Tablo 5'e göre üç fen bilgisi öğretmen adayı kavramı bilmediğini söylerken, boyut belirtmeden *küçük parçacık bilimi* tanımlaması yapılmaktadır. Nanoteknoloji kavramı ise nispeten kulak aşinalığı kazanılmış bir kavram olmasına rağmen Tablo 6'ya göre katılımcılar tarafından “

Çok küçük parçacıklardan malzeme üretme teknolojisi, hayatımızı kolaylaştıran teknoloji, nanoteknoloji bilimi, atom boyutlarında teknoloji, mikrobeyut teknolojisi” olarak tanımlanmıştır. Çalışmanın temel araştırma konusu olan

nanobilim ve nanoteknoloji kavramlarını tanımada fen bilgisi öğretmen adaylarının yanlış ya da yetersiz ifadeler kullandıkları görülmektedir. Veriler nanobilim ve nanoteknoloji hakkında araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının yeterli bilgiye sahip olmadıklarını belirtmektedir. Bu sonuç literatürdeki nanobilim ve nanoteknolojiye ilişkin yürütülmüş araştırmalarla paralellik göstermektedir. Retzbach ve arkadaşlarının (2011) 587 Amerikalı katılımcı ile yürüttüğü nanoteknoloji ile ilişkilendirilmiş bilim inancı anketin sonuçlarından biri olarak Amerikan halkının nanoteknoloji ve kavramlarına yabancı olduğu rapor edilmiştir. Peter D. Hart Research Associates, Inc. raporuna göre (URL-5) Amerikan halkının %75'inin nanoteknoloji konularında farkındalığının olmadığı ya da çok az olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Sheetza ve arkadaşları (2005) nanoteknoloji ve teknoloji ilerlemesi hakkında görüş aldıkları araştırmalarında, Amerikalı 978 üniversite öğrencisi ve personelinin sadece %17'sinin nanoteknoloji farkındalığına sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Ekli'nin (2010) 1396 ilköğretim ikinci kademe öğrencisi ile gerçekleştirdiği araştırmasının sonucunda da, öğrencilerin nanoteknoloji kavramı hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları belirtilmiştir. Yine Şenocak (2014) araştırmasında Türkler'in nanoteknolojiyi ne düzeyde tanıdıklarını ele almış, farklı cinsiyet, yaş ve eğitim seviyelerinden 513 kişi ile çalışmış ve sonuç olarak da Türk toplumunun büyük kısmının nanoteknoloji kavramlarını daha önce hiç duymadığını ve nanoteknolojiye yabancı olduğunu belirtmiştir. Enil ve Köseoğlu'nun (2016) 154 fen bilgisi öğretmen adayının nanoteknolojinin geleceği ile ilgili düşüncelerini araştırarak çalışmalarında, katılımcıların nanoteknoloji hakkında bilgilerinin az olduğu ve nanoteknolojiye dair ilk bilgilerini daha çok televizyon aracılığı ile edindikleri kulaktan dolma tanımlardan oluştuğu sonucunu açıklamışlardır. Bunlardan farklı olarak Köseoğlu ve Mercan (2018) araştırmalarında Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Eğitimi alanında öğrenim gören 91 katılımcı ile yürüttüğü araştırmalarının sonucu olarak bu bölümün öğrencilerinin nanoteknoloji algılarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarına nanobilim ve nanoteknolojiyi tanıttıkları görsel öğelerle ve videolarla desteklenmiş sunumlar yapılmasının ardından, fen bilimleri konularından optik ve manyetizmaya ait daha önce bildikleri deneyleri bir de nano malzemelerle deneme ve deneyerek nanobilimi tanıma amaçlı deney uygulamaları yapılmıştır. Fen bilgisi öğretmen adaylarının, bu nanobilim eğitim uygulaması hakkındaki görüşleri nanobilim kavramlarını tanımaya etkisi ve

nanoteknolojik ürünleri tanımaya etkisi açısından araştırılmıştır. Eğitimler sonrası nanobilim kavramlarından nano boyutu, anket uygulamasına katılan 21 katılımcının tamamının (Tablo 13) ve görüşme yapılan altı katılımcının hepsinin doğru şekilde tanımlamaları dikkat çekicidir. Aynı şekilde nanobilim kavramını (Tablo 14) ve nanoteknoloji kavramını (Tablo 15) tüm katılımcıların eğitimler sonunda doğru ifadeler kullanarak açıkladığı görülmektedir. Burada önemli bir sonuç da nanobilime karşı ilgideki değişimle ilgili görüşlerde ortaya çıkmaktadır. Tablo 7'ye göre NB, NT eğitimleri öncesinde katılımcılardan (f=21) sadece 9'unun nanobilim ilgisini çekerken, diğer katılımcıların "Bilgi sahibi olmadığım için ilgimi çekmiyor." (f=3) ya da "Bilgi sahibi olsaydım ilgimi çekerdi." (f=7) şeklinde yaptıkları yorumlar oldukça ilginç olmakla birlikte NB, NT alanında verilecek eğitimlerin önemine de dikkat çeker niteliktedir. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi sonrasında katılımcıların durumlarındaki değişime ilişkin bulgular incelendiğinde ise (Tablo 16) katılımcıların çoğunun (f=20) nanobilime karşı ilgilerinin arttığı, bir katılımcının ise "Yararlı ama ilgilenmem." diyerek kişisel tercihini yansıttığı görülmektedir. Ayrıca eğitimler sonrası katılımcıların nanoteknoloji kavramlarını kolayca ayırt edebildikleri ve nanoteknoloji ürünlerini fark edebildikleri (Tablo 17) yönünde görüş belirttikleri görülmektedir. Bu uygulamanın etkisi ile ilgili katılımcılardan K6 "Eğitimlerden sonra tüm nanobilim makalelerini, haberlerini okumaya başladım." diyerek konuya ilgisinin arttığını belirtmiştir. Ayrıca K2'nin "...bildiğimiz fen konularıyla ilişkilendirerek anlatınca nanobilim konusunun bizdeki kalıcılığı, anlaşılabilirliği arttı, konu somutlaştı." ifadesi nanobilim ve nanoteknolojiyi anlatırken kullanılan bu araştırma yönteminin etkisini gösterebilir. Başka bir katılımcı olan K1 "İlk sunum uygulamasında tamam anladım konuyu dedim ama deney yapınca bambaşka bir boyut oldu. Bildiğim konular olunca bir de optik, manyetizma gibi şöyle dedim aslında bu nanoteknoloji çok uzak anlaşılmaz bir konu değilmiş, hayatla, fenle ilişkili hatta laboratuvar da bizim de yapabileceğimiz bir şeymiş." Bu ifadeler nanobilimin sunumla videolarla anlatılsa bile, önceki bilgilerle kıyaslayarak, deneyerek öğretmenin çok daha etkili olduğunun delili olarak gösterilebilir. Literatürde nanobilimi müfredatta olan temel fen konularıyla ilişkilendiren deneyler yaparak anlatan bir uygulama araştırması olmamakla birlikte düzenlenen sunum etkinlikleri ile nanobilime olan ilgideki artışı gösteren örnek çalışmalar vardır. Lin ve arkadaşları (2015) Tayvanda 323 ortaokul öğrencisine uyguladıkları kamp etkinliği ile nanoteknolojinin tanımı, özellikleri hakkında sunum yapıp, video yoluyla

nanomalzemeler ve ölçek etkinlikleri düzenlemiştir. Etkinliğe katılan öğrencilerinin nanobilime olan ilgisinin yanında akademik performanslarının da önemli ölçüde arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Mandrikas ve arkadaşları (2020) araştırmalarında 45 ortaokul öğrencisi ile yürüttükleri ve nanobilim kavramlarını katılımcıların ne şekilde tanıdıklarını araştırdıkları çalışmalarında yapılan boyut etkinlikleri sonucu öğrencilerin nanobilim temel kavramlarını rahatlıkla anlayabildiklerini söylemişler ve bu bilinçlendirmenin ilkökul düzeyinde de yapılabileceğini savunmuşlardır. Zor ve Aslan'ın (2018) fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilişkin kavramsal algılarını araştırdığı çalışmalarında yedi haftalık bir öğretim programı uygulanmıştır. Eğitim sonunda kavram algısının arttığı rapor edilmiştir. Castillo ve arkadaşlarının (2018) nanobilim laboratuvar dersleri için öneri niteliğindeki araştırmasında öğrencilere çay türlerinin antioksidan özelliklerini karşılaştırma etkinliği yapılmış ve öğrencilerin nanobilimi öğrenmesinde ve deneye ilişkin olumlu algılarında artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Lati ve arkadaşları (2019) silika aerojel ile bir etkinlik tasarlayarak katılımcıların su iticilik ve kendi kendini temizleyen yüzey kavramlarını anlamalarını amaçlamışlardır.

Araştırma sonucunda nanobilim ve nanoteknolojiye olan ilgideki artış literatürdeki bu alanda yürütülmüş çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Ancak literatür inceleme kısmında da görülmektedir ki deneysel içerikli araştırmalar nanoteknolojik ürünlerin tanıtımını, denenmesini içermektedir. Bu araştırmada kullanılan eğitim uygulaması ise nanobilim kurallarını müfredatla ilişkilendirebilme, bilinenden hareketle bilinmeyen keşfetme imkânı sunması ile fen eğitiminin tüm basamaklarında kullanılabilir. Lati ve arkadaşları (2019) da araştırmalarının sonucunda okullarda kolay ulaşılabilir ve ekonomik olan nanobilim etkinlikleri seçilerek öğrencilere yaptırmayı önermişlerdir. Bunun öğrencilerin nanoya ve bilime yönelik olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olacağını vurgulamışlardır.

Araştırmada NB, NT uygulamaları sonrası fen bilgisi öğretmen adaylarının bu tür NB, NT eğitim uygulamalarının fen eğitimine entegre edilmesinin mümkün olup olamayacağı hakkındaki görüşleri de alınmıştır. Araştırmaya katılan tüm katılımcılar NB eğitimleri öncesinde de, sonrasında da NB, NT nin fen eğitimine entegrasyonun mümkün olduğu yönünde görüş bildirmiştir. Buna gerekçe olarak da nanobilimin fen bilgisinin birçok alanına yönelik örnek uygulamalarının olması, fen tabanlı konular içermesi, yeni neslin bu teknolojiyi okul çağlarında tanınması ve buna en uygun dersin fen bilgisi olması, güncel gelişen bir bilim olması sebebiyle

öğrencilere anlatılması gerekliliğini belirtmişlerdir. Benzer olarak Elmarzugı ve arkadaşlarının (2014) üniversitelerinin akademik personeli ve öğrencilerinin NBT hakkında farkındalıkları üzerine yürüttükleri çalışmada katılımcıların nanoteknoloji farkındalığının düşük olduğunu, bunun yanında nanoteknoloji ve uygulamalarının öneminin bilincinde olduklarını, bu ileri teknoloji hakkında daha fazla bilgi edinmek istedikleri sonucunu açıklamışlardır.

NB, NT eğitimlerine katılan katılımcıların neredeyse tamamı üniversitede bu alanda verilecek eğitimlere katılmak istediklerini (Tablo 18) belirtmişlerdir. Eğitim içeriği ile ilgili ise Tablo 19’da görüldüğü gibi sunumla tanıtımın yanı sıra bu çalışma gibi deneysel uygulamalar içermesini ve proje ödevleri verilmesini önermişlerdir. Bu bulgular katılımcıların bu yeni bilim alanını deneyerek, kendi araştırmalarıyla ürünler tasarlayarak öğrenmeyi, klasik öğrenme metodlarına tercih ettikleri şeklinde yorumlanabilir. Benzer sonuç bildirmiş bir araştırmada Blonder (2011), yüksek lisans öğrencilerinden nanobilimin elektronik, optik, mekanik, enerji ve manyetizma gibi alanlardan bir konu belirleyip sunum hazırlamalarını istemiş, öğrencilerin nano uygulamalarını bu yolla tanımalarını sağladığını belirtmiştir. Yine Blonder ve Dinur (2012) nanokimya uygulama alanlarından LED konusunun öğrenci merkezli olarak öğretilmesi için modeller ile çalışmışlar, öğrencilerin motivasyon gelişiminde olumlu sonuçlar alındığını raporlamışlardır. Ayrıca araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarına mesleki yaşamlarında nanobilim çalışmaları yapma hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Konu ile ilgili hazırlanan tablo 20’ye göre katılımcılardan birinin yeterli malzeme bulamama endişesiyle olumsuz görüş bildirmesi dışında hemen hepsi öğretmenlik yapacağı dönemde NB, NT eğitimi vermek isteyeceğini belirtmiştir. Bu katılımcılar benzer uygulamalarla öğrencilerinde nanobilim ilgisi oluşturmak istedikleri yönünde görüş bildirmişlerdir. Blonder’e (2011) göre NB alanında eğitimci eğitimi önceliktir. Eğitimciler nanobilimi anlatmayı, uygulamalar yaptırmayı öğrenirse yeni nesil de öğrenir. Bu araştırmadan elde edilen sonuç da bu yoruma benzer şekildedir. Katılımcı fen bilgisi öğretmen adayları üniversite eğitimleri sürecinde nanobilim hakkında yeterli bilgiye sahip olabilirlerse kendileri de bu eğitimleri vermek isteyeceklerini bildirmişlerdir.

5.2. Öneriler

Nanoteknoloji bilimin yeni adı olarak tanımlanmakta ve nanobilim bu teknolojinin bilimsel zeminini oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerin teknolojileri ile güç gösterisi yaptıkları, gelişmekte olan ülkelerin öncelikli gelişme alanı olarak raporladıkları nanoteknoloji ve nanobilim hızla gelişirken, alana hizmet edecek yeterliliğe sahip bireylere olan ihtiyaç da çoğalmaktadır. Nano dünya hakkında bilgi sahibi olan, bu alanda çalışmak isteyenlere yol göstererek temel bilgilendirmeyi yapabilecek, teknoloji alanında farkındalığı yüksek fen eğitimcileri, bu ihtiyacı karşılayabilecek bireyler yetiştirme serüveninde ilk adımı atacak kişilerdir.

Nanobilim ve nanoteknoloji alanında emin adımlarla ilerleyebilmek için eğitimci eğitimi programlarına öncelik verilebilir. Nanobilim ve nanoteknolojinin üniversitelerdeki fen bilimleri bölümlerinde eğitim programları düzenlenerek öğretmen adaylarının bu alanda farkındalık kazanması sağlanabilir. Alana ilgisi olan bireylerin bu yöntemle belirlenip, ileri seviye eğitimlere yönlendirilmesi ile doğru eğitilmiş insan kaynağına ulaşılmış olur. Özellikle nanobilim alanında uzmanlaşmış kişilerin sayısının artması ile üniversitelerde nanobilim seçmeli ders olarak verilebilir hatta yeni teknolojiler hakkında eğitim verilen temel fen bilgisi derslerden biri olabilir.

Sistem dâhilindeki birçok öğretmen eğitimini 10 yıldan uzun süre önce tamamladığından nanobilim ile ilgili nispeten sınırlı bilgiye sahiptir. NB, NT eğitimlerinde öğretmen eğitimlerine özellikle önem verilmelidir. Hizmet içi eğitimler ya da hafta sonu eğitim programları ile bu alanda bilgilendirilen öğretmenler yeni nesile nano dünyayı tanıttak en etkili kişiler olacaktır.

Fen bilgisi ders kitaplarında nanoteknolojinin ne olduğunun yanı sıra nanoteknolojik ürünler, nanoteknolojinin yararları, sınırları, etik yönü gibi konuları da içeren daha detaylı eğitim programları oluşturulabilir. Müfredata dâhil edilecek, kapsamlı bilgiler sunan nanoteknoloji ünitesi ile küçük yaşlarda da bilgilendirme yapılabilir. Bu sayede nanoteknoloji farkındalığı yüksek bireyler yetişmesi için zemin hazırlanmış olur. Ortaöğretim düzeyinde bu eğitimlere nano boyut ve nanobilim bilgileri de eklenerek eğitim programının kapsamı arttırılabilir.

Okullarda eğitimciler öğrencilerine görsel ağırlıklı sunumlar yaparak temel nano kavramlarını tanıtabilir. Okullarda ekonomik ve kolay ulaşılabilir malzemelerle yapılabilecek deneylerle nano dünya öğrencilere tanıtılabilir. Öğrencilerin araştırmalar, projeler, okul panoları yapmaları teşvik edilebilir. Okul kulüplerinden biri olarak nanoteknoloji araştırma kulüpleri kurulabilir. Nanoteknoloji araştırma

merkezlerine geziler düzenlenerek öğrencilere yerinde görerek eğitim verilebilir. Bu sayede öğrencilerin nanobilim ve nanoteknolojiye olan ilgileri arttırılabilir.

Fen bilgisi eğitimi alanında yapılacak yüksek lisans ve doktora araştırmaları desteklenmelidir. Bu sayede farklı bakış açılarıyla incelenmiş nanoteknoloji eğitimi çalışmalarının sayısının artması sağlanabilir. Literatüre geçmiş kapsamlı araştırmaların rehberliğinde nanoteknoloji ve nanobilim eğitimleri ülkemizde gelişecek ve yeni teknolojiler üretecek beyin gücüne dönüşebilecektir.



KAYNAKÇA

- Ak, N. (2009). *Nanoteknoloji eğitiminin lise düzeyine uyarlanması* (Tez No. 278338). [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Akaygün, S., Aslan-Tutak, F., Bayazıt, N., Demir, K. ve Kesner, J. E. (2015). Kısaca FeTeMM eğitimi: Öğretmenler ve öğrencileri için iki günlük çalıştay. İçinde *Bahçeşehir Üniversitesi 2. International conference on New trends in education*. İstanbul. <http://www.jstor.org/stable/43312568>
- Albanese, A., Tang, P. S. ve Chan, W. C. (2012). The effect of nanoparticle size, shape, and surface chemistry on biological systems. *Annual review of biomedical engineering*, 14, 1-16. <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071811-150124>
- Aslan, O. ve Şenel, T. (2015). Ortaokul ve lise fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (24), 363-389. DOI: 10.14582/DUZGEF.534
- Baltacı, A. (2019). Nitel araştırma süreci: Nitel bir araştırma nasıl yapılır? *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 368-388. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.598299>
- Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *Nursing Plus Open*, 2, 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.npls.2016.01.001>
- Bhushan, B. (2007). *Introduction to nanotechnology*. Springer Handbooks https://doi.org/10.1007/978-3-540-29857-1_1
- Bilgici, G. (2014). New generalizations of Fibonacci and Lucas sequences. *Applied Mathematical Sciences*, 8(29), 1429-1437. <https://doi.org/10.12988/ams.2014.4162>
- Blonder, R. (2011). The story of nanomaterials in modern technology: An advanced course for chemistry teachers. *Journal of Chemical Education*, 88(1), 49-52. <https://doi.org/10.1021/ed100614f>
- Blonder, R. ve Dinur, M. (2011). Teaching nanotechnology using student-centered pedagogy for increasing students' continuing motivation. *Journal of Nano Education*, 3(1-2), 51-61. <https://doi.org/10.1166/jne.2011.1016>
- Bogdan, R. ve Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and method*. Allyn ve Bacon.
- Bondarenko, O., Juganson, K., Ivask, A., Kasemets, K., Mortimer, M. ve Kahru, A. (2013). *Toxicity of Ag, CuO and ZnO nanoparticles to selected environmentally relevant test organisms and mammalian cells in vitro: A*

critical review. *Arch Toxicol*, 87(7), 1181-200.
<https://doi.org/10.1007/s00204-013-1079-4>

Butterworth-Heinemann, (2009). *Nanomaterials, nanotechnologies and design: an introduction for engineers and architect*. Elseiver.

Carruthers, T. (2019). *How small is nanoscale small?* Australian Academy of Science. <https://www.science.org.au/curious/technology-future/how-small-nanoscale-small>

Charles, S. W. (2002). *The preparation of magnetic fluids. Ferrofluids: magnetically controllable fluids and their applications*, 3-18. Lecture Notes in Physics.
https://doi.org/10.1007/3-540-45646-5_1

Crabtree, B.F. ve Miller, W. L. (1999). *Doing qualitative research*. Sage publications.

Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Pearson.

Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. Sage Publications

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry ve research design: Choosing among five approaches (2. Baskı)*. SAGE Publications.

Creswell, J. W. (2009). *Research design, qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (Third Edition)*. SAGE Publications.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry ve research design: Choosing among five approaches*. SAGE Publications

Demircioğlu, H. ve Özdemir, R. (2019). Bağlam temelli öğrenme yaklaşımının öğretmen adaylarının nanoteknoloji konusunu anlamaları üzerindeki etkisi. *Journal of Computer and Education Research*, 7(14), 314-336.
<https://doi.org/10.18009/jcer.576978>.

Demirel, F. (2020). Bitki ve hayvan biyoteknolojisi; hücresel tarım ve nanoteknoloji. *Journal of Agriculture*, 3(2), 1-9.
<https://doi.org/10.46876/ja.822503>

Denkbaş, E. B. (2015). Nanoteknolojiye yapılacak yatırımlar, ülkelerin ekonomik gücünü yansıtabilecek bir parametre olacak. *Bilişim Dergisi*, 41(154), 78-87.

Dewey, J. (2004), *Demokratie und Erziehung eine einleitung die philosophische padagogik*, Beltz.

Dey, I. (1993). *Qualitative data analysis: a user-friendly guide for social scientists*. Routledge.

- Einstein, A. (1951). *Qouted in Alice calaprice, ed. The new quotable Einstein*. 61. Princeton University Press.
- Ekiz, C. ve Keskin, M. (2003). Magnetic properties of the mixed spin-12 and spin-1 Ising ferromagnetic system. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 317(3-4), 517-534.
- Ekli, E. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından araştırılması* (Tez No. 274872). [Yüksek Lisans, Muğla Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Elmarzugi, N. A., Keleb, E. I., Mohamed, A. T., Benyones, H. M., Bendala, N. M., Mehemed, A. I. ve Eid, A. M. (2014). Awareness of libyan students and academic staff members of nanotechnology. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4(6), 110-114. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2014.40617>
- Enil, G. ve 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), 61-77.
- Ergün, S. S., Ocak, İ. ve Ergün, E. (2017). Fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşleri, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 6(4), 272-282.
- Ersöz, M., Işıtan, A. ve Balaban, M. (2018). *Nanoteknoloji 1: nanoteknolojinin temelleri*. Pamukkale Üniversitesi Yayınları.
- Feather, J. L. ve Aznar, M. F. (2011). *Nanoscience education, workforce training, and K-12 resources*. Taylor ve Francis.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., ve Sands, M. (1965). The feynman lectures on physics; vol. i. *American Journal of Physics*, 33(9), 750-752.
- Flick, U. (2013). *Mapping the field*. İçinde U. Flick (Ed.), *The SAGE handbook of qualitative data analysis* (pp. 3-18). Sage.
- Fraenkel, J.R. ve Wallen, N.E. (2006). *How to design and evaluate in research*. The Mc. Graw-Hill Companiew.
- Ghattas, N. I. ve Carver, J. S. (2012). Integrating nanotechnology into school education: A review of the literature. *Research in Science ve Technological Education*, 30(3), 271-284. <https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058>
- Gilbert, J. K. ve Lin, H. S. (2013). How might adults learn about new science and technology? The case of nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Science Education, Part B*, 3(3), 267-292. <https://doi.org/10.1080/21548455.2012.736035>

- Glaserfeld, E. (1997). Homage to Jean Piaget (1896–1982). *The Irish Journal of Psychology*, 18(3), 293-306. <https://doi.org/10.1080/03033910.1997.10558148>
- Gojny, F. H., Wichmann, M. H., Fiedler, B., Bauhofer, W. ve Schulte, K. (2005). Influence of nano-modification on the mechanical and electrical properties of conventional fibre-reinforced composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 36 (11), 1525-1535. <https://doi.org/10.1016/j.composite sa.2005.02.007>
- Gököz, B. ve Akaygün, S. (2013). Üniversiteden liseye uzanan köprü: Bir nanobilim atölye çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2), 49-72.
- Guba, E. G., ve Lincoln, Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *Educational Communication and Technology Journal*, 30 (4), 233-252. <https://doi.org/10.1007/BF02765185>
- Gürdilek, R. (2001). Nanoteknoloji. *TÜBİTAK Bilim ve Teknik*, 400, 68-70.
- Harman, G. ve Şeker, R. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının nanoteknoloji kavramı hakkındaki farkındalıkları. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(15), 429-450. <https://doi.org/1029029/busbed.363179>
- Hawxhurst, D. (2015). *Examples of current consumer products allegedly using nanotechnology*. Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Hingant, B. ve Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature. *Studies in Science Education*, 46(2), 121-152. <https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504543>
- Houser, J. (2015). *Nursing research: reading, using, and creating evidence*. (3rd ed.). Jones ve Bartlett Learning
- Hutchinson, K. (2007). *Secondary students' interests in nanoscale science and engineering concepts and phenomena*. Purdue University Press.
- Jonassen, J. A., Baker, S. P. ve McNeilly, A. S. (1991). Long-term hyperprolactinaemia reduces basal but not androgen-stimulated oestradiol production in small antral follicles of the rat ovary. *Journal of endocrinology*, 129(3), 357-362. <https://doi.org/10.1677/joe.0.1290357>
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M. ve Chevrier, J. (2013). *Nanotechnology and nanoscale science: educational challenges. international journal of science education*. 35(9), 1490–1512. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>
- Kaplan, E. (2017). 6. Sınıf öğrencilerinin ışık ve ses konusundaki kavram yanlışlarının kavram testi, kavram karikatürleri ve yarı yapılandırılmış

görüşme kullanılarak tespit edilmesi (Tez No. 477320). [Yüksek lisans, Erciyes Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Karasar, N., (2007). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri (17.baskı)*. Nobel Yayıncılık.

Kazlev, M. (2003). *The triune brain*. KHEPER.

Kelsall, R. W., Hamley, I. W. ve Geoghegan, M. (2005). *Nanoscale science and technology*. John Wiley ve Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470020873>

Kilmer, S. ve Hofman, H. (1995). *Transforming science curriculum*. In S. Bredekamp ve T. Rosegrant (Eds). *Reaching potentials: transforming early childhood curriculum and assessment*. Volume: 2, pp. 43-63). National Association for the Education of Young Children.

Kim, B. Y., Rutka, J. T. ve Chan, W. C. (2010). Nanomedicine. *New England Journal of Medicine*, 363(25), 2434-2443. <https://doi.org/10.1056/NEJMra0912273>

Köseoğlu, P. ve Mercan, G. (2018). Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik algıları. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20 (3) , 687-706. <https://doi.org/10.17556/erziefd.406187>

Krough, S. L. ve Slentez, K. L. (2001). *The early childhood curriculum*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc

Kutoka, P. T., Seidu, T. A., Baye, V., Khamis, A. M., qizi Omonova, C. T. ve Wang, B. (2022). Insights into Tumor Microenvironment (TME) and the Nano Approaches to Suppress Tumor Growth. *OpenNano*, 7, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.onano.2022.100041>

Laherto, A. (2010b). Interdisciplinary aspects of nanoscience and nanotechnology for informal education. İçinde M.F. Taşar ve G. Çakmakcı (Eds.). *Contemporary Science Education Research: Teaching* (ss. 105-111). Pegem Akademi.

Lin, S. Y., Wu, M. T., Cho, Y. I. ve Chen, H. H. (2015). The effectiveness of a popular science promotion program on nanotechnology for elementary school students in I-Lan City. *Research in Science and Technological Education*, 33(1), 22-37. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.971733>

Mallmann, M. (2008). Nanotechnology in school. *Science in School*, 10, 70–75

Mandrikas, A., Michailidi, E. ve Stavrou, D. (2020). Teaching nanotechnology in primary education. *Research in Science Technological Education*, 38(4), 377-395.

McDermott, J. (1981). Domain knowledge and the design process. İçinde *18th Design automation conference* (pp. 580-588). IEEE. <http://doi.org/10.1109/DAC.1981.1585413>

- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education. revised and expanded from " case study research in education."*. Jossey-Bass Publishers.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (Çev. Turan, S.). Nobel Yayıncılık.
- Merriam, S. B. (2014). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (Çev. Turan, S.). Nobel akademi yayıncılık.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage Publications.
- Murday, J. S., Siegel, R. W., Stein, J. ve Wright, J. F. (2009). Translational nanomedicine: status assessment and opportunities. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 5(3), 251-273.
- Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri Vizyon 2023 Projesi 5-6. (2023). 10 Mayıs 2023 tarihinde, <https://nanokar.com/dosya/vizyon.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Nanoyou Project. (2016). Nano for youth is a project funded by the european commission's seventh framework programme. 20 Nisan 2023 tarihinde https://nanoyou.eu/attachments/297_NANOYOU%20The%20nanoscale%20Mode%20de%20compatibilidad%5d.pdf adresinden erişilmiştir.
- NNI.(n.d.). *Just How Small Is "Nano"?*. National Nanotechnology Initiative. May 15, 2023 tarihinde, <https://www.nano.gov/about-nanotechnology/just-how-small-is-nano> adresinden erişilmiştir.
- Özdoğan, E., Demir, A. ve Seventekin, N. (2006). Nanoteknoloji ve tekstil uygulamaları (bölüm 2). *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16(4), 225-229.
- Pisa-Schock (2002), *Nach dem pladoyer für eine bildungsreform pisa schock*. Peter Mülér, Hoffmann und Campe Verlag GmbH.
- Retzbach, A., Marschall, J., Rahnke, M., Otto, L. ve 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. <https://doi.org/10.1007/s11051-011-0582-x>
- Roco, M. C. (2003). Broader social issues of nanotechnology, *Journal of Nanoparticle Research*, 5, 181-189. <https://doi.org/10.1023/A:1025548512438>
- Roco, M. C. ve Bainbridge, W. (2002). *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology, and cognitive science*. 20 Ekim 2022 tarihinde http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/Report/NBIC_report.pdf adresinden alındı.

- Sabelli, N., Schank, P., Rosenquist, A., Stanford, T., Patton, C., Cormia, R. ve Hurst, K. (2005). *Report of the workshop on science and technology education at the nanoscale*. Draft Technical Report. Menlo Park, CA: SRI International.
- Sagun Gököz, B. ve Akaygün, S. (2013). Üniversiteden liseye uzanan köprü: Bir nanobilim atölye çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2), 49-72.
- Sarıtaş, O., Taymaz, E. ve Tümer, T. (2007). *Vision 2023: Turkey's national technology foresight program: a contextualist analysis and discussion, technological forecasting and social change*, 74(8), 1374-1393. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.07.005>
- Schank, P., Wise, A., Stanford, T. ve Rosenquist, A. (2010). *Can high school students learn nanoscience? an evaluation of the viability and impact of the nanosensecurriculum*, SRI International.
- Schodek, D. L., Ferreira, P. ve Ashby, M. F. (2009). *Nanomaterials, nanotechnologies and design: an introduction for engineers and architects*. Butterworth-Heinemann.
- Seidman, I. (2006). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences*. Teachers college press.
- Selçuk, Z. (2000). *Gelişim ve Öğrenme*. Nobel Yayın Dağıtım
- Sgouros, G. ve Stavrou, D. (2019). Teachers' professional development in nanoscience and nanotechnology in the context of a community of learners. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2070-2093. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1659521>
- Sharts-Hopko, N. C. (2002). Assessing rigor in qualitative research. *Journal of the Association of Nurses In Aids Care*, 13, (4),84-86.
- Sheetza, T., Vidalb, J., Pearsonc, T. D. ve Lozano, K. (2005). Nanotechnology: Awareness and Societal Concerns. *Technology in Society*, 27, 329-345. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2005.04.010>
- SI Prefixes, (2019), Bipm. 12 Ekim 2022 tarihinde <https://www.bipm.org/en/measurement-units/si-prefixes> adresinden alındı.
- Smith, D. (2017). *The little book of big ideas: 150 concepts and breakthroughs that transformed history*. Michael O'Mara Books.
- Stavrou, D., Michailidi, E. ve Sgouros, G. (2018). Development and dissemination of a teaching learning sequence on nanoscience and nanotechnology in a context of communities of learners. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1065-1080. <https://doi.org/10.1039/C8RP00088C>

Stevens, S., Sutherland, L., Schank, P. ve Krajcik, J. (2009) *The big ideas of nanoscience: A guidebook for secondary teachers*. NSTA Press.

Streubert, H. J. ve Carpenter, D. R. (2011). *Qualitative research in nursing (5th ed.)*. Lippincott Williams ve Wilkins.

Şenel Zor, T. (2017). *Etkinlik temelli nanobilim ve nanoteknoloji eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalıklarına ve kavramsal anlayışlarına etkisi* (Tez No. 461337) [Yüksek Lisans, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Tüylek, Z. (2021). Nanoteknoloji uygulamalarında hayatımıza yansımalar. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (2), 69-79. <https://doi.org/10.46239/ejbc.909023> <https://doi.org/10.46239/ejbc.909023>

URL-1: StatNano. 06.04.2023 tarihinde <https://statnano.com/orgs>

URL-2:Irresistible. 04.05.2023 tarihinde <http://www.irresistibleproject.eu/index.php/el/blog-gr/103-rri-in-the-turkish-module-focusing-on-nanotechnology-applications-in-health-sciences>

URL-3:Anadolu Ajansı. (2017, Mayıs 25). *Nanoteknoloji yeni kimya müfredatında*. <https://www.aa.com.tr/tr/egitim/nanoteknoloji-yeni-kimya-mufredatinda/734468>

URL-4: Nanobilim nanoteknoloji sunumunda yararlanılan sayfalar

Australian Acedemy of Science. (2016, Ocak 09). *Nanoscience: thinking big, working small*. <https://www.science.org.au/curious/nanoscience>

ITUnano. (2022, Nisan 05). <https://nano.itu.edu.tr>

Nanoteknoloji. (2022, Nisan 05). [https://ahmetakgonul.weebly.com/kullan305m - alanlar305.html](https://ahmetakgonul.weebly.com/kullan305m-alanlar305.html)

Youtube. (2023, Ocak 09). <https://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvDjuy0&t=1s>

Youtube. (2023, Ocak 07) <https://www.youtube.com/watch?v=8A2PjUd96Cc>

Youtube. (2023, Şubat 08) <https://www.youtube.com/watch?v=dQhhcgn8YZo>

URL-5. Awareness of and Attitudes Towards Nanotechnology and Synthetic Biology <http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7040/final-synbioreport.pdf>

Urquhart, C. (2018). *Nitel araştırmalar için temellendirilmiş kuram uygulama rehberi* (Çev. Z. Ünlü ve E. Külekçi). Anı Yayıncılık.

Vadeboncoeur, J. A. (2005). Child development and the purpose of education: A historical context for constructivism in teacher education. *İçinde Constructivist teacher education* (pp. 25-48). Routledge.

- Whitesides, G. M. ve Lipomi, D. J. (2009). Soft nanotechnology: “structure” vs. “function”. *Faraday discussions*, 143, 373-384. <https://doi.org/10.1039/C5CS00470E>
- Wijesena R. (2015). *Debunking top five nanotechnology myths!*. Ninithi.
- William A., (2011). *Nanotechnology: an introduction*. Elsevier.
- Winkelmann, K., Bernas, L. ve Saleh, M. (2014). A review of nanotechnology learning resources for K-12, college and informal educators. *Journal of Nano Education*, 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.1166/jne.2014.1058>
- Yang, R. (2002). The constructivist learning model, towards real reform in science education. *The Science Teacher*, 58(6), 52-57.
- Yıldırım A. ve Şimşek H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, T. (2021). Nanoteknoloji öğretimi üzerine yapılan çalışmaların uluslararası literatür kapsamında tematik incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 52, 77-96. <https://doi.org/10.53444/deubefd.838236>
- Yin, R.K. (2009). *Case study methods: design and methods* (4. Baskı). Sage Publications.
- Yurdakul, I. (2017). Eğitim ortamlarında durum çalışmasının önemi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 5(3), 367-385.

EKLER

EK 1: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (İlk Hali)

GÖRÜŞME FORMU

Merhaba, ben Erciyes Üniversitesi'nde Fen Bilgisi Eğitimi alanında yüksek lisans yapıyorum. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili görüşlerini öğrenmek amacı ile bir araştırma yapıyorum. Bu çalışmanın fen bilgisi öğretmenlerine ve eğitim araştırmacılarına fayda sağlayacağını ümit ediyorum.

Bana görüşme sürecince söyleyeceklerinizin tümü gizli kalacaktır. Araştırma sonuçlarını yazarken, görüştüğüm katılımcıların isimlerini kesinlikle rapora yazmayacağım. Soracağım soruları lütfen doğru, yanlış endişesi olmadan cevaplayınız, amacım size not vermek değil görüşlerinizi öğrenmektir.

Bu görüşmek için ilk 2 soru sizin demografik özelliklerinizle ilgili olacak, kalan 10 soru ise araştırma amacıma uygun olarak sizin nanoteknoloji eğitimi konusundaki görüşlerinizi almaya yöneliktir.

Görüşmenin yaklaşık 20-25 dakika süreceğini tahmin ediyorum. Anlamadığınız bir cümle veya sizi rahatsız edecek bir şey olursa lütfen söyleyin. İzninizle görüşmenin güvenilirliğini sağlamak açısından konuşmalarımızın ses kaydını alacağım. Başlamadan önce, sormak istediğiniz bir soru var mı?

Kendinizi hazır hissediyorsanız sorularıma başlamak istiyorum.

1. Cinsiyetiniz nedir?
2. Geçen yılki akademik başarınız ortalama olarak ne düzeydeydi?
3. Nano boyut ile ilgili bilginiz var mı?
4. Nanobilim ve nanoteknoloji deyince aklınıza ne geliyor?
5. Nanobilim ve nanoteknoloji alanında hangi uygulamalar dikkatinizi çekiyor?
6. Nanobilim ve nanoteknoloji çalışmalarının eğitime entegrasyonu sizce nasıl mümkün olur?
7. Fen Bilgisi derslerine nanobilim eğitiminin de dâhil edilmesi ile ilgili görüşleriniz nedir?
8. Laboratuvar çalışmalarına nanobilim etkinliklerinin eklenmesi ile ilgili görüşünüz nedir?

9. Yapılan sunum etkinlikleri ve deneysel etkinliklerin nanobilim ve nanoteknoloji eğitimine olan ilgiyi arttırmada etkileri olabilir mi?
10. Üniversite fen bilimleri öğreniminiz süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi almak ister misiniz? Bu size ne katar?
11. Fırsat verilmesi halinde, üniversite öğreniminiz süresince nanobilim araştırmalarına katılmak ister misiniz?
12. Meslek hayatınızda nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmaları içinde olmak ister misiniz?



EK 2: Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu (Düzenlenmiş Hali-Uygulanan)

GÖRÜŞME FORMU

Merhaba, ben Erciyes Üniversitesi'nde Fen Bilgisi Eğitimi alanında yüksek lisans yapmaktayım. Fen Bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili görüşlerini öğrenmek amacı ile bir araştırma yapıyorum. Bu çalışmanın fen bilgisi öğretmenlerine ve eğitim araştırmacılarına fayda sağlayacağını ümit ediyorum.

Bana görüşme sürecince söyleyeceklerinizin tümü gizli kalacaktır. Araştırma sonuçlarını yazarken, görüştüğüm katılımcıların isimlerini kesinlikle rapora yazmayacağım. Soracağım soruları lütfen doğru, yanlış endişesi olmadan cevaplayınız, amacım size not vermek değil görüşlerinizi öğrenmektir.

Bu görüşmede 5 soru var. Sorular araştırma amacıma uygun olarak, sizin nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi konusundaki görüşlerinizi öğrenmeye yöneliktir. Görüşmenin yaklaşık 20-25 dakika süreceğini tahmin ediyorum. Anlamadığınız bir cümle veya sizi rahatsız edecek bir şey olursa lütfen söyleyin. İzninizle görüşmenin güvenilirliğini sağlamak açısından konuşmalarımızın ses kaydını alacağım. Başlamadan önce, sormak istediğiniz bir soru var mı?

Kendinizi hazır hissediyorsanız başlayabiliriz.

Geçen haftalarda yaptığımız nanobilim ve nanoteknoloji eğitim programının hem sunumla tanıtım, hem de deney gözlem uygulamalarına katılan, gönüllü fen bilgisi öğretmen adaylarındansınız.

1. Araştırma kapsamında uygulanan etkinliklerin nanobilim ve nanoteknoloji kavramlarını tanıma, nanoteknoloji ürünlerini fark etme ve nanobilim, nanoteknoloji eğitime olan ilginizi artırma konusunda nasıl etkileri oldu?
2. Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmalarının sunumların yanı sıra, bildiğiniz fen konularıyla ilişkilendirilmesi ve deneyler yapılarak desteklenmesi, nanobilim nanoteknoloji eğitimlerinin etkisini nasıl etkiler?

3. Nanobilim ve nanoteknoloji çalışmalarının fen eğitimine entegrasyonu sizce mümkün mü? Neden?
4. Üniversite eğitiminiz süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimleri de almak ister misiniz? Neden?
5. Meslek hayatınızda nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi çalışmaları içinde görev almak ya da öğrencilerinize nano malzemelerle deneyler yapmak ister misiniz? Neden?

EK 3: Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket (İlk hali)

Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket

Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi üzerine yaptığım yüksek lisans çalışmama destek olmak amacıyla samimiyetle paylaşacağınız görüşleriniz için teşekkürlerimi sunarım. (Çalışmamız gönüllülük esasına dayalıdır ve isminiz istenmeyecektir.)

Emine Tenekeciogil

Cinsiyetiniz: Kız Erkek

1. Nanobilim ve nanoteknoloji deyince aklınıza neler geliyor?

Cevabınız:

2. Nanoteknolojiye karşı ilginiz var mı?

Cevabınız:

3. Hiç nanoteknolojik bir ürün kullandınız mı?

Cevabınız:

4. Nanobilim ve nanoteknoloji günlük hayatımızda ne amaçla kullanılmaktadır?

Cevabınız:

5. Nanobilim ve nanoteknoloji konuları fen bilgisi eğitimine dâhil edilebilir mi? Neden?

Cevabınız:

6. Size üniversite eğitiminiz süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitimleri verilecek olsa, bu eğitimlerin içeriği ile ilgili ne önerirdiniz?

Cevabınız:

7. Öğretmenliğe başladığınızda, nanobilim atölye çalışmaları yapma hakkında ne düşünürsünüz?

Cevabınız:

EK 4: Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket (Düzenlenmiş Hali- Uygulanan)

Açık Uçlu Sorulardan Oluşan Anket

Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi üzerine yaptığım yüksek lisans çalışmama destek olmak amacıyla samimiyetle paylaşacağınız görüşleriniz için teşekkürlerimi sunarım. (Çalışmamız gönüllülük esasına dayalıdır ve isminiz istenmeyecektir.)

Emine Tenekeciogil

1. Nano, nanobilim ve nanoteknoloji deyince aklınıza neler geliyor?

Cevabınız:

Nano:

Nanobilim:

Nanoteknoloji:

2. Nanoteknolojiye karşı ilginiz var mı? Örneğin nanoteknoloji konulu yayınlar, haberler, ürün tanıtımları ilginizi çeker mi?

Cevabınız:

3. Nanobilim ve nanoteknoloji günlük hayatımızda ne amaçla kullanılmaktadır? Bildiğiniz nanoteknoloji ürünleri nelerdir?

Cevabınız:

4. Nanobilim ve nanoteknoloji konuları fen bilgisi eğitimine dâhil edilmeli mi? Neden?

Cevabınız:

5.Üniversite eğitiminiz süresince nanobilim ve nanoteknoloji eğitim programları düzenlense katılmak ister misiniz? Siz bu eğitimlerin içeriği ile ilgili ne önerirdiniz?

Cevabınız:

6.Öğretmenliğe başladığınızda, nanobilim atölye çalışmaları yapma hakkında ne düşünürsünüz?

Cevabınız:

Katılımınız için teşekkür ederim.

EK 5: Yapılandırılmamış Gözlem Formu

Yapılandırılmamış Gözlem Formu

Gözlem Tarihi:

Gözlem Yapan Uzmanın Adı Soyadı:

Gözlemi Yapılan Ders /Etkinlik Adı:

Gözlem Notları:

EK 6: Etik Komisyonu Onay Bildirimi

BAŞVURU NO: 366

ERCİYES ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU PROJE ONAY FORMU

Projenin Adı	“Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi ve Etkinliklerle Geliştirilmesi”	
Projenin Niteliği	Yüksek Lisans/Uzmanlık/Doktora Tezi	
Proje Araştırmacıları	Emine TENEKECİGİL (Sorumlu Araştırmacı)	İshak Afşin KARİPER (Danışman)
Sorumlu Araştırmacının Haberleşme Bilgileri	Emine TENEKECİGİL (Sorumlu Araştırmacı)	İshak Afşin KARİPER (Danışman)

KARAR:

Etik Kurulumuza başvuran *Emine TENEKECİGİL*’in, “*Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Nanobilim ve Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşlerinin Belirlenmesi ve Etkinliklerle Geliştirilmesi*” adlı çalışması değerlendirilerek aşağıdaki sonuca ulaşılmıştır.

Proje etik açıdan uygun bulunmuştur. ☒

Projenin etik açıdan geliştirilmesi gerekmektedir. ☐

Proje etik açıdan uygun bulunmamıştır. ☐

31/08/2022

ADI SOYADI

Etik Kurul Başkanı	Prof. Dr. Atabey KILIÇ
Etik Kurul Başkan Yrd.	Prof. Dr. Kasım KARAMAN
Üye	Prof. Dr. Celal YILDIZ
Üye	Prof. Dr. Mustafa KARAGÖZ
Üye	Prof. Dr. Hakan AYDIN
Üye	Prof. Dr. Mikail AKBULUT
Üye	Prof. Dr. Habibe ŞAHİN
Üye	Prof. Dr. Ahmet HASKÖSE
Üye	Prof. Dr. İlkey ŞAHİN
Üye	Prof. Dr. Burak ADIGÜZEL
Üye	Prof. Dr. Oktay BEKTAŞ
Üye	Doç. Dr. Mehmet Ali BAHAR
Üye	Doç. Dr. Ömer KURTBAG

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı:	Emine TENEKECİGİL
Uyruğu:	Türkiye (T. C.)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Fizik	2007
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Fizik	2004
NLP trainer	Asedam	2005
Dış ticaret uzmanlığı	Orakab	2011

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2005- 2010	Hisarcıklioğlu Fen Lisesi	Fizik Öğretmeni

YABANCI DİL

İngilizce