

**T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI**

**ETKİNLİKLERLE DESTEKLENEN ÖĞRETİM SÜRECİNİN 7.  
SINIF ÖĞRENCİLERİNİN NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ  
FARKINDALIKLARINA VE KAVRAMSAL ANLAMALARINA  
ETKİSİ**

**MELTEM TEKELİOĞLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZİRAN, 2019**

**MUĞLA**

T.C.  
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İLKÖĞRETİM EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
(FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ)

ETKİNLİKLERLE DESTEKLENEN ÖĞRETİM SÜRECİNİN 7. SINIF  
ÖĞRENCİLERİNİN NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ  
FARKINDALIKLARINA VE KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

MELTEM TEKELİOĞLU

Eğitim Bilimleri Enstitüsünce

“Yüksek Lisans”

Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Sözlü Savunma Tarihi: 27.06.2019

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Nurettin ŞAHİN

Jüri Üyesi: Doç.Dr. Suat TÜRKÖĞUZ

Jüri Üyesi: Dr.Öğr.Üyesi Meryem GÖRECEK BAYBARS

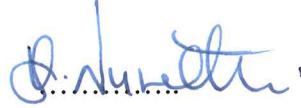
Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Ayşe Rezan ÇEÇEN EROĞUL

HAZİRAN, 2019

## TUTANAK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nün 24/05/2019 tarih ve 289/2 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 24/6 maddesine göre, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Meltem TEKELİOĞLU'un "Etkinliklerle Desteklenen Öğretim Sürecinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Nanoteknoloji Hakkındaki Farkındalıklarına ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi " başlıklı tezini incelemiş ve aday 27/06/2019 tarihinde saat 11:30'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 90 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin **kabul** edildiğine *oybirliği* ile karar verilmiştir.



Prof. Dr. Nurettin ŞAHİN

Tez Danışmanı



Doç. Dr. Suat TÜRKÖĞÜZ

Üye



Dr. Öğr. Üyesi Meryem GÖRECEK BAYBARS

Üye

## ETİK BEYANI

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanan “Etkinliklerle Desteklenen Öğretim Sürecinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Nanoteknoloji Hakkındaki Farkındalıklarına Ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi” başlıklı Yüksek Lisans tez çalışmasında;

- Tez içinde sunulan veriler, bilgiler ve dokümanların akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde edildiğini,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçların bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunulduğunu,
- Tez çalışmasında yararlanılan eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterildiğini,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapılmadığını,
- Bu tezde sunulan çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 27 / 06 / 2019

Meltem TEKELİOĞLU

*Bu tezde kullanılan ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.*

## ÖZET

### ETKİNLİKLERLE DESTEKLENEN ÖĞRETİM SÜRECİNİN 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN NANOTEKNOLOJİ HAKKINDAKİ FARKINDALIKLARINA VE KAVRAMSAL ANLAMALARINA ETKİSİ

MELTEM TEKELİOĞLU

Yüksek Lisans Tezi, İlköğretim Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nurettin ŞAHİN

Haziran 2019, xvi+89 sayfa

Geleceği şekillendiren bilim olarak adlandırılan Nanoteknoloji, maddenin nanometre boyutunda kontrolü ile ortaya çıkan bir teknolojidir. "Nano" kelimesi anlam olarak herhangi bir fiziki büyüklüğün milyarda biri demektir. Bir nanometre içine yan yana ancak 2-3 atom sığabilir. Bir nanometre 10 H atomunun yanyana gelmesi ile oluşan büyüklüğe karşılık gelmektedir. Fen bilimleri öğretim programı Feni matematiği, teknolojiyi ve mühendisliği bütünleştirerek problemlere disiplinlerarası bakış açısı ile yaklaşan bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Nanoteknolojinin multidisipliner yapısı, yenilenen 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında hedeflenen amaç için etkin biçimde kullanılabilir bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır.

Nanoteknoloji etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki farkındalıklarına ve kavramsal anlamalarına etkisinin belirlenmesi bu araştırmanın amacıdır. Araştırmada, tek gruplu öntest sontest basit deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma grubunu 2018–2019 eğitim-öğretim yılı birinci döneminde Muğla ili Fethiye ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 71 (36 erkek, 35 kız) 7. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilere, “Madde ve Değişim” ünitesi kapsamında nano kavramı, nanoteknoloji ve uygulama alanları ile ilgili karbon nanotop (Buckyball) modelleme etkinlikleri yapılmıştır. Etkinliklerde karbon nanoyapıların (nanotop ve nanotüp) tasarımı ile matematik-mühendislik disiplinlerini kullanmak, karbon nanoyapıların uygulama alanları ile yeni gelişen nano-teknolojiyi tanıtmak hedeflenmiştir. Verileri toplamak amacıyla araştırmacılar tarafından literatür taraması yapılarak ve alan uzmanlarının kanısı alınarak geliştirilen, sekiz sorudan oluşan Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık anketi ile 10 maddelik iki aşamalı kavramsal anlama soruları kullanılmıştır. Öğrencilerin etkinlik hakkındaki görüşleri ise Etkinlik Değerlendirme Formu ile alınmıştır. Nicel veriler normallik sınavı sonrasında nonparametrik olarak Wilcoxon işaretli sıralar testi, Man Whitney U ve Kruskal Wallis H testi ile analiz edilmiş, nitel veriler için içerik analizi yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlar incelendiğinde etkinliklerin öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki farkındalıklarında ve kavramsal anlamalarında son test lehine anlamlı farklılıklar oluşturduğu saptanmıştır ( $P < 0.01$ ). Etkinlik değerlendirme formları incelendiğinde, öğrenciler etkinlik uygulamalarına ilişkin olumlu görüşlere sahiptirler, etkinlikleri yaparken eğlendiklerini ancak nanotop modelleme etkinliklerini yaparken bazı psikomotor ve matematiksel-mantıksal beceri gerektiren konularda kısmen

zorlandıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin nanoteknoloji farkındalık ve kavramsal anlama düzeyleri; etkinliklerle desteklenen öğretim süreci sonunda (son test lehine) anlamlı bir farklılık göstermiştir. Öğrencilerin nanoteknoloji farkındalık ve kavramsal anlama düzeyleri; cinsiyete ve fen bilimleri ders başarısına göre anlamlı bir fark görülmemiştir. Araştırmanın nitel sonuçlarında ise öğrencilerin etkinliklerden istenilen kavramları öğrendikleri ve etkinlik süresince verimli zaman geçirerek istenen kazanımların eğlenceli bir şekilde öğretimi gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin nanoteknoloji duymalarının en fazla okuldaki derslerden kaynaklandığının belirtilmesi nanoteknolojinin fen müfredatındaki gerekliliğini gözler önüne sermektedir. Diğer bir kaynak olarak kitle iletişim araçlarının önemi ortaya çıkmaktadır.

2018 Fen programındaki kazanımlar incelendiğinde özel olarak nanoteknolojiye yönelik bir kazanım olmadığı görülmüştür. Ancak 7. sınıf programında “Madde ve Değişim” ünitesiyle ilgili kazanımın nanoteknoloji ile belirgin bir bağlantısı olduğu düşünülmüştür. Bunun yanında direk olmasa da nanoteknoloji ile ilişkilendirilebilecek kazanımlar olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Etkinlik temelli öğrenme, Fen bilimleri eğitimi, Nanoteknoloji farkındalığı, Nanotop,

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECTS OF ACTIVITY BASED LEARNING ON 7TH GRADE STUDENTS' AWARENESS ON NANOTECHNOLOGY AND CONCEPTUAL UNDERSTANDINGS**

**MELTEM TEKELİOĞLU**

**Master Thesis, Department of Elementary Education**

**Supervisor: Prof. Dr. Nurettin ŞAHİN**

**June 2019, xvi+89 pages**

Nanotechnology, which is called the science that shapes the future, is a technology that emerges with the control of matter in nanometer size. The word "nano" means one billionth of any physical size. But since n for a nanometer or 2-3 atoms could fit e.the nanometer corresponds to the size of the 10 H atoms. The Science curriculum aims to educate individuals who are approach problems with an interdisciplinary approach to mathematics, technology and engineering and integrating them into problems. The multidisciplinary structure of nanotechnology is an area that can be used effectively for the aims targeted in the renewed science curriculum. The aim of this research was to determine the impact of nanotechnology activities on 7th grade students' awareness about nanotechnology and their conceptual understandings. In the study, a single group pretest-posttest quasi-experimental design was used. The study group consisted of 71 (36 boys, 35 girls) 7th grade students who attended a state secondary school in Fethiye province in the first period of 2018-2019 academic year. Carbon nanotop (Buckyball) modeling activities were carried out within the particulate structure of matter unit of science and technology course. In the activities, it was aimed to use the design of carbon nanostructures (nanotopes and nanotubes) and mathematical-engineering disciplines, and introduce the new nano-technology with the application areas of carbon nanostructures. In order to collect the data, a 10-item two-stage conceptual comprehension question was used with the Nanoscience and Nanotechnology Awareness Questionnaire, which consists of eight questions, which were developed by the researchers in order to collect the data. The opinions of the students about the activity were taken with the Activity Evaluation Form. Quantitative data were analyzed non-parametric Wilcoxon signed sequences test, Man Whitney U and Kruskal Wallis H test after normality test and content analysis was performed for qualitative data. When the results were analyzed, it was determined that the activities had statistically significant differences in the awareness and conceptual understanding of students about nanoscience and nanotechnology in favour of the posttest ( $P < 0.01$ ). When the activity evaluation forms were examined, the students had positive opinions about the activity practices, they have fun while doing the activities, but they stated that they have some difficulty in doing nanotop modeling activities and some psychomotor and mathematical-logical skills. Nanotechnology awareness and conceptual understanding levels of students; At the end of the teaching process supported by the activities (in favor of the final test) there was a significant difference.

Nanotechnology awareness and conceptual understanding levels of students; There was no significant difference according to gender and science course achievement. In the qualitative results of the study, the students learned the desired concepts from the activities and spent a productive time in the course of the activity and the desired gains were taught in a fun way. The fact that nanotechnology is the most important subject for students in nanotechnology reveals the necessity of nanotechnology in science curriculum. Another source is the importance of mass media.

When the achievements in the 2018 Science program were examined, it was observed that there was no particular gain for nanotechnology. However, in the 7th grade program, the acquisition of the ilgili “Matter and Change” unit is thought to have a significant connection with nanotechnology. In addition, it has been observed that there are gains that can be associated with nanotechnology, if not directly.

**Key words:** Activity based learning, Science education, Nanotechnology awareness, Buckyball





## ÖNSÖZ

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren, karşılaştığım zorlukları yenmemde bana yardımcı olan, desteğini ve ilgisini esirgemeyen, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Nurettin ŞAHİN'e,

Araştırmam süresince değerli dönütleriyle tezime katkı sağlayan, Sayın Doç. Dr. Güliz AYDIN'a,

Çalışmamın çeşitli aşamalarında katkıları ve destekleri ile bana yardımcı olan öğretmenlerim, Mehmet GÖNEN'e, Deniz ÖZTÜRK'e, Özlem YEŞİL'e ve Ersel AKDAĞ'a

Bugünlere gelmemde desteklerini her zaman hissettiğim, mutluluğu ve güçlükleri benimle paylaşan sevgili annem Leyla TEKELİOĞLU ve sevgili babam Tufan TEKELİOĞLU'na, her zaman yanımda olan sevgili anneannem Vesile CURA'ya, canım ablam Meliha TEKELİOĞLU'na ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen (17/258) kod numaralı proje ile desteklenmiştir.

# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
ÖNSÖZ .....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ .....	xv
EKLER DİZİNİ .....	xvi

## BÖLÜM I

### GİRİŞ

1.1. Amaç.....	3
1.2. Önem.....	3
1.3. Araştırmanın Problemi.....	4
1.4. Araştırmanın Alt Problemi.....	4
1.5. Araştırmanın Sayıtları.....	4
1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	5
1.7. Tanımlar.....	5

## BÖLÜM II

### KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Temeller .....	6
2.1.1. Nano Boyut ve Nano Boyuttaki Malzemeler.....	6
2.1.2. Nanobilim ve Nanoteknoloji.....	6
2.1.3. Nanoteknolojinin Gelişimi.....	7
2.1.4. Nanoteknolojin Önemi.....	9
2.1.5. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları .....	9
2.1.5.1. <i>Elektronik ve Bilgisayar Teknolojileri</i> .....	9
2.1.5.2. <i>Havacılık ve Uzay Araştırmaları</i> .....	10

2.1.5.3. Tıp Araştırmaları .....	10
2.1.5.4. Malzeme Bilimi .....	10
2.1.5.5. Çevre ve Enerji .....	10
2.1.5.6. Biyoteknoloji ve Tarım.....	11
2.1.6. Ülkelerin Nanoteknoloji Stratejileri.....	11
2.1.7. Türkiye’deki Mevcut Durum .....	13
2.1.8. Nanoteknoloji Eğitimi.....	13
2.1.9. Dünyadaki Nanoteknoloji Eğitiminin Durumu.....	14
2.1.10. Türkiyedeki Nanoteknoloji Eğitiminin Durumu.....	14
2.1.11. Nanoteknoloji Eğitiminin İlköğretimdeki Yeri ve Önemi .....	17
2.2. Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar .....	18
2.2.1. İlgili Yurtdışı Araştırmalar .....	18
2.2.2. İlgili Yurtiçi Araştırmalar .....	25

## **BÖLÜM III**

### **YÖNTEM**

3.1. Araştırma Modeli .....	33
3.2. Evren ve Örneklem .....	33
3.3. Verilerin Toplanması .....	34
3.3.1. Nanoteknoloji Farkındalık Anketi.....	34
3.3.2. Kavramsal Anlama Soruları.....	35
3.3.3. Etkinlik Değerlendirme Formu .....	36
3.4. Araştırmada İzlenen İşlemler .....	36
3.4.1. Uygulamaya Hazırlık Çalışmaları .....	36
3.4.2. Nanoteknoloji Etkinlikleri Çalışma Yapraklarının Hazırlanması.....	36
3.4.3. Uygulamanın Pilot Çalışmasının Yapılması.....	37
3.4.4. Deneysel Uygulamanın Yapılması .....	37
3.5. Verilerin Analizi .....	38
3.5.1. Nanoteknoloji Farkındalık Anketi .....	39
3.5.2. Kavramsal Anlama Soruları.....	39
3.5.3. Etkinlik Değerlendirme Formu .....	39

## **BÖLÜM IV**

### **BULGULAR**

4.1. Birinci Alt Probleme ilişkin Bulgular .....	41
4.2. İkinci Alt Problem ilişkin Bulgular .....	43
4.3. Üçüncü Alt Problem .....	44
4.4. Dördüncü Alt Problem.....	46

## **BÖLÜM V**

### **TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER**

5.1. Tartışma ve Sonuç .....	50
5.2. Öneriler .....	52
KAYNAKÇA.....	55
EKLER.....	60
ÖZGEÇMİŞ .....	89

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Nanobilim Ve Nanoteknolojinin Kronolojik Gelişimi .....	7
<b>Tablo 2.</b> Türkiye’deki Nanoteknoloji Araştırma Merkezleri .....	15
<b>Tablo 3.</b> Çalışma Deseni .....	33
<b>Tablo 4.</b> Nanoteknoloji Farkındalık anketi Öntest-Sontest Puanları Arasındaki Farkın Anlamlılığını Test Etmek İçin Yapılan Non-Parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş sıralar Testi Sonuçları .....	41
<b>Tablo 5.</b> Öğrencilerin Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşleri.....	43
<b>Tablo 6.</b> Kavramsal Anlama Soruları Öntest-Sontest Puanları Arasındaki Farkın Anlamlılığını Test Etmek İçin Yapılan Non-Parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi Sonuçları .....	44
<b>Tablo 7.</b> Nanoteknoloji Farkındalık Anketinin Cinsiyet Değişkenine İlişkin Mann Whitney U-Testi Sonuçları .....	44
<b>Tablo 8.</b> Nanoteknoloji Kavramsal Anlama Sorularının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Mann Whitney U-Testi Sonuçları.....	45
<b>Tablo 9.</b> Öğrencilerin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarılarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları .....	45
<b>Tablo 10.</b> Nanoteknoloji Kavramsal Anlama Sorularının Fen Bilimleri Ders Başarıları Değişkenine İlişkin Kruskal Wallis H-testi Sonuçları .....	45
<b>Tablo 11.</b> Nanoteknoloji Kavramsal Anlama Sorularının Fen Bilimleri Alanındaki Akademik Başarılarına İlişkin Kruskal Wallis H-testi Sonuçları .....	46
<b>Tablo 12.</b> “Bu etkinlikte ne öğrendim?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri .....	47
<b>Tablo 13.</b> “Neyi iyi yaptım? Neden?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri .....	47
<b>Tablo 14.</b> “Hangi konuda zorlandım veya nerede yardıma ihtiyacım oldu? Neden?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri .....	48
<b>Tablo 15.</b> “Bu çalışmayı tekrar yapsaydım neleri farklı yapardım?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri .....	49
<b>Tablo 16.</b> İlgili kazanımlarla ders kitaplarında yer alabilecek nanoteknoloji kavramları .....	53

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Nanoteknoloji duyumları ile ilgili anket maddesine verilen cevapların dağılımı (n= 71, $\bar{x} = 4.86$ ).....	42
---	----

## KISALTMALAR DİZİNİ

**N:** Örneklem sayısı

**SS:** Standart Sapma

**$\bar{x}$ :** Aritmetik ortalama

**f:** Frekans

**UIPAC:** Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği

**MIT:** Massachusetts Teknoloji Enstitüsü

**IBM:** Uluslararası İş Makineleri Merkezi

**STM:** Taramalı Tünelleme Mikroskobu

**AFM:** Atomik Kuvvet Mikroskobu

**ABD:** Amerika Birleşik Devletleri

**RusNANO:** Rusya Nanoteknoloji Yatırım Projeleri

**TÜBİTAK:** Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

**NanoTR:** Türk Nanobilim ve Nanoteknoloji Konferansları

**YÖK:** Yüksek Öğretim Kurulu

**NTSE:** Fen Eğitiminde Nanoteknolojik Yansımalar Projesi

**LED:** Işık Yayan Diyot

**MEB:** Milli Eğitim Bakanlığı

## EKLER DİZİNİ

<b>Ek 1.</b> 2018-2019 Fen Bilimleri Öğretim Programına Göre 7. Sınıf “Madde ve Değişim” Ünitesi Konu, Kazanım ve Zaman Dağılımı .....	60
<b>Ek 2.</b> İki Aşamalı Kavramsal Anlama Soruları Belirtke Tablosu .....	61
<b>Ek 3.</b> Kavramsal Anlama Soruları.....	63
<b>Ek 4.</b> Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Öntest.....	66
<b>Ek 5.</b> Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Sontest.....	68
<b>Ek 6.</b> Etkinlik Değerlendirme Formu .....	70
<b>Ek 7.</b> Nanoteknoloji Etkinlikleri .....	71
<b>Ek 8.</b> Öğrencilerin Yaptıkları Etkinlik Örnekleri .....	74
<b>Ek 9.</b> Öğrencilerin Cevapladıkları Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Öntest Örneği .....	76
<b>Ek 10.</b> Öğrencilerin Cevapladıkları Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Sontest Örneği .....	77
<b>Ek 11.</b> Öğrencilerin Cevapladıkları Kavramsal Anlama Soruları Örneği.....	78
<b>Ek 12.</b> Öğrencilerin Cevapladıkları Etkinlik Değerlendirme Formu Örneği .....	81
<b>Ek 13.</b> Uygulamalara İlişkin Fotoğraflar.....	82
<b>Ek 14.</b> Milli Eğitim Bakanlığı 7. sınıf Sosyal Bilgiler Kitabı .....	84
<b>Ek 15.</b> Nanoteknoloji Hakkında Çıkan Bazı Haber ve Dergi Örnekleri .....	85
<b>Ek 16.</b> Muğla İl Milli Eğitim Müdürlüğü Pilot Çalışma İzin Yazısı.....	86
<b>Ek 17.</b> Muğla İl Milli Eğitim Müdürlüğü İzin Yazısı .....	87



## BÖLÜM I

### GİRİŞ

Bilim, teknoloji, ekonomi gibi alanlarda gerçekleşen hızlı değişimler, gelişmeler bireyi ve devletleri sürekli öğrenmeye, kendini geliştirmeye zorlamaktadır. Bu durum ile “Nano” bilim ve teknoloji alanında popüler hale gelmektedir. Nanobilim ve nanoteknolojinin popüleritesi arttıkça nanoteknoloji eğitiminin önemi artırmaktadır. Dünyada gelişen nanobilim, nanoteknoloji ve nanoteknoloji eğitimine olan yatırımlar çoğalmaktadır. 21. yüzyılın teknolojisi olarak tanımlanan nanoteknoloji multidisiplinli yapısı bakımıyla insan hayatında ve bilim dünyasında çok büyük imkânlar sağlayacak kapasiteye sahiptir. Nanobilim ve Nanoteknoloji malzeme ve imalat sektörü, tıp ve sağlık, nano-elektronik ve bilgisayar teknolojileri, çevre ve enerji, havacılık ve uzay araştırmaları, savunma, biyoteknoloji ve tarım gibi daha pek çok alanda ürünler üreten, hızla ilerleyen bir bilim dalıdır (Kılınç Alpat, Ulgan, Şeker, Aktaş ve Sezer, 2017). “Atomik hassaslıkta mühendislik” nanoteknolojiyi en kısa ve öz biçimde ifade eden tanım olarak karşımıza çıkmaktadır (Ramsden, 2009). Nanoteknoloji çoğunlukla malzeme bilimi, kimya, mühendislik ve fizik alanlarını barındırır (OECD, 2013). Nanobilim, nanometre ölçeğindeki nesnelere ve onların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin çeşitli şekillerde tasarlanması ve düzenlenmesi sonucu yeni nano yapılar tasarlanıp üretilmesini ya da mevcut yapılara yeni, olağandışı özellikler kazandırmayı amaçlayan çalışma alanıdır (Enil ve Köseoğlu, 2015). Nanoölçekteki atom ve moleküllerin özellikleri ile insanların makro dünyadaki deneyimleri ile arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır (Jones ve diğerleri, 2013).

Günümüzde nanobilim ve nanoteknoloji toplumsal beklentilerin artması nedeniyle teknolojik yeniliklerde ve bilimsel araştırmalarda öncelik kazanmıştır. Bu araştırmalar ile bilimsel bilginin sınırları genişletilerek eğitim açısından da önemli bir alan haline gelmiştir. Kamuoyunun katılım, bilgi ve farkındalık düzeylerinin teşvik edilmesi,

gelişmekte olan nanoteknoloji için önem teşkil etmektedir. Nanoteknolojinin yapısı ve tüm içerikleri eğitimin her kademesinde ele alınması gerektiğini göstermektedir (Ateş, 2015). Bu ihtiyaçtan ötürü son yıllarda dünyada nanoteknoloji ile ilgili çok fazla araştırma yapılmış ve bu alanda bilimsel sıçramalar meydana gelmiştir.

Nanoteknolojinin çok disiplinli yapısı sayesinde eğitimdeki yeni yaklaşımlar ile öğretimi sağlanabilir. Bu yaklaşımlara örnek olarak disiplinler arası öğrenme yaklaşımı, FeTeMM ve bağlam temelli öğrenme yaklaşımı söylenebilir. Son yıllarda dünyada ve ülkemizde fen bilimleri dersi öğretim programlarında, öğrencilerin bireysel öğrenmelerinden sorumlu olduğu, öğrencinin derse aktif katılımının sağlandığı ve öğrenilen bilgilerin kendi zihinlerinde anlamlandırılmalarına olanak sağlayan öğrenme kuram ve yaklaşımları benimsenmiştir (Bostan Sarıoğlan, Can ve Gedik, 2016).

Fen eğitiminde nanoteknoloji eğitiminin yer alması, güncel gelişmelerin farkında olan fen okuryazarı bireyler yetiştirilebilmesine katkı sağlayabilir. Fen bilimleri öğretim programında da güncel gelişmelerin farkında olan fen okuryazarı bireyler yetiştirmek amaçlanmaktadır. Bu bireylerin yetiştirilmesi ile toplumda nanoteknolojik ürünlerin bilinçli kullanılması, bu ürünler ve güncel gelişmeler hakkında yeni fikirler ortaya çıkmasını sağlayacaktır (Yawson, 2012). 2018 yılında kabul edilen Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programında fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyi sağlayarak, disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencilerin üretkenliklerini arttırarak, edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl değer kazandırılacakları kapsamaktadır. Doğrudan bilgiyi aktarmak yerine, öğrenciler araştırma yaparak, soru sorarak, problem çözerek, bilişsel ve psikomotor becerilerini kullanarak ve bire bir görev alarak projeyi temele almış bir öğretimde yeni bilgiler edinirler (Demirhan, 2002; Kalaycı, 2008).

Dünyada ve ülkemizde nanoteknolojinin tanıma sürecini bilim insanları çok iyi değerlendirerek tıp, savunma, malzeme, tekstil vb. birçok sektörde gereken ilgi ve merakı uyandırabilmişlerdir. Fakat eğitim alanında gereken ilgi gösterilmemiştir. Bu eksiklikten yola çıkarak yapılan çalışmanın konusunu ortaokul öğrencilerinin nanoteknoloji farkındalıkları ve kavramsal anlamaları oluşturmaktadır.

Türkiye’de etkinlik temelli öğrenme 2005 yılından itibaren uygulamaya konulmuş olup günümüzde de hala geçerliliğini sürdürmektedir (Kösterelioğlu, Bayar ve Akın

Kösterelioğlu, 2014). Etkinlik ile öğretimin öğrenme-öğretme sürecinde olumlu etkiye sahip olduğu söylenmektedir. Etkinlik temelli öğrenmede birey hem kendi bilgi ve becerilerini yeni öğrendikleriyle bağ kurarak transfer eder hem de gerçek hayatla ilişkilendirir (Choo, 2007).

### **1.1. Amaç**

Bu çalışma ile nanoteknoloji eğitimine uygun etkinliklerin hazırlanması, etkinlikleri uygulama sürecinin ilerleyişi, uygulama sürecinde dikkat edilmesi gerekenler, eğitim ortamına nanoteknoloji etkinliklerinin ve uygulamalarının dahil edilmesinin öğrenciler üzerindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Uygulanan nanoteknoloji etkinliklerinin öğrencilerin “Madde ve Değişim” konusundaki farkındalık ve kavramsal anlamaları üzerindeki etkisi araştırılmış ve öğrencilerin nanoteknoloji etkinliklerine ilişkin görüşleri alınmıştır.

### **1.2. Önem**

Toplumumuzun büyük bir kesiminin nanoteknoloji hakkında bilgi eksikliğine sahip olduğu düşünölmektedir (Aslan ve şenel, 2015). Bu eksikliğin giderilmesi için nanoteknoloji eğitimi konusunda yeni programlar geliştirilmesi, bu konuda hazır programlar gözden geçirilerek iyileştirilmesi gerekmektedir. Böylece hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin daha nitelikli bilgi seviyesini ulaşması sağlanmalıdır (Enil ve Köseoğlu, 2015).

Ölkemizde eğitim alanında yapılan nanoteknoloji tez çalışmaları sınırlı sayıda olup, çoğunluğu üniversite düzeyinde çalışmalardır (Balamen, 2009, Kılıç, 2009, şenel, 2009 ve Kadioğlu, 2010). Ölkemizde ortaokul düzeyinde nanoteknoloji çalışması nanoteknoloji temel bilgi ve görüşleri alınarak yapılmıştır (Ekli, 2010). Ortaokul düzeyinde nanoteknoloji farkındalık ve kavramsal anlamalarının geliştirilmesi ile ilgili bir çalışma bulunmaması, bu konu üzerinde durulması gerektiğini düşöndürmüştür.

Bu çalışma ile öğrencilerin nano teknoloji hakkındaki farkındalıklarının belirlenmesi, nanoteknoloji hakkında bilgi edinmeleri için etkinlikler düzenlenmesi ve bu etkinlikler

sonucunda nanoteknoloji farkındalıklarının, kavramsal anlamaların olumlu yönde değişeceği düşünülmüştür.

### **1.3. Araştırmanın Problemi**

Çalışmanın problemi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

Nanoteknoloji etkinlikleriyle desteklenen öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki farkındalıklarına ve kavramsal anlamalarına etkisi var mıdır ve yapılan uygulamalara ilişkin öğrenci görüşleri nelerdir?

### **1.4. Araştırmanın Alt Problemi**

Belirlenen problem cümlesine bağlı olarak çalışmanın alt problemleri şunlardır.

1. Öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki farkındalık puanları öntest sontest arasında anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
2. Öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki kavramsal anlamaları öntest sontest arasında anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
3. Öğrencilerin nanoteknoloji farkındalıkları ve kavramsal anlamaları cinsiyetleri ve akademik başarıları bakımından farklılık göstermekte midir?
4. Yapılan nanoteknoloji etkinliklerine ilişkin öğrenci görüşleri nedir?

### **1.5. Araştırmanın Sayıtları**

1. Araştırmada 7. sınıf öğrencilerinin ölçme araçlarına verdikleri cevapların, onların gerçek düşüncelerini yansıttığı varsayılmıştır.
2. Araştırma yapılan sınıflar arasında uygulama süresince birbirleri arasında etkileşimde bulunmadıkları kabul edilmiştir.

## 1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. 7. sınıf Fen Bilimleri dersinde yürütülmüştür.
2. Araştırma kapsamındaki ortaokullarda öğrenim gören 71 öğrenci ile yürütülmüştür.

## 1.7. Tanımlar

**Nanoteknoloji:** Nanoölçek ebatlardaki yapıların ve bileşenlerinin fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri değişen malzeme ve sistemlerle ilgilenir (Hall, 2013).

**Nanoparçacık:** Bir mikrometreden az olan, küçük boyutlardaki parçacıklardır ve potansiyel olarak atomik ve moleküler uzunluk kadar küçüktür. Nanoparçacık denmesi sadece parçacıkların boyutları nedeniyledir (Hall, 2013).

**Karbon nanotop:** 1984 yılında R.E. Smalley ve arkadaşları grafit kristalini lazer ile erittikleri sırada karbon atomlarının toplar halinde farklı büyüklüklerde top şeklinde kafes yapılar oluşturduğunu fark etmeleri ile 1985 yılında R.F. Curl, H.W. Kroto ve R.E. Smalley oluşan karbon toplarını ayrıştırmayı başardılar. Karbon toplarının hepsinde çift sayıda karbon atomu vardır, ayrıca kararlı yapıdaki karbon toplarda atomlar altıgen ve beşgen geometrik şekiller oluşturarak ve sadece üç komşusu olacak şekilde bir araya gelerek kafes yapıyı meydana getirmektedirler ve bu kafes yapıdaki karbon toplarına genel olarak “fullerene” adı verilmektedir (Erkoç, 2008).

## BÖLÜM II

### KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bölümde ilk olarak araştırmanın kuramsal çerçevesini oluşturan Nanobilim ve Nanoteknoloji, Nanoteknolojinin gelişimi, kullanım alanları, Dünya ülkelerinde ve Türkiyede Nanoteknoloji çalışmaları, Dünyada ve Türkiyede Nanoteknoloji eğitimi, Nanoteknoloji eğitiminin ilköğretimdeki yeri ve önemi hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra nanoteknoloji eğitimi ile ilgili yapılmış olan çalışmalar sunulmuştur.

#### 2.1. Kuramsal Temeller

##### 2.1.1. Nano Boyut ve Nano Boyuttaki Malzemeler

“Nanos” kelimesi Yunancadan gelir ve “Küçük Yaşlı Adam veya Cüce” anlamı taşımaktadır.

Nano ön eki ilk olarak 1947’de 14. UIPAC konferansında, fiziksel bir büyüklüğü ifade ettiği kabul edilmiştir. Burada nano öneki fiziksel bir büyüklüğün, bir biriminin milyarda biri olarak tanıtılmıştır. Resmi standartlara 1960’da kabul edilmiştir. 1 metre  $10^{-9}$  nanometreye tekabül etmektedir. Bu da yaklaşık olarak yan yana dizilmiş 5 silisyum ve ya 10 hidrojen atomuna denk gelmektedir (Şenel, 2009).

Nano boyutu daha iyi anlamak ve anlamlandırmak için bazı örnekler verilmiştir. İnsan DNA’sının çapı 2,5 nm, virüsler 30-50 nm, karbon nanotop (Buckyball) C60 molekülü 1nm çapında ve karbon nanotüp 1 nm çapında olarak ölçülmüştür (Ateş, 2015).

##### 2.1.2. Nanobilim ve Nanoteknoloji

Nanoteknoloji, nanometre ölçeğindeki atom veya molekülleri, tasarlayarak yeni nanoyapılar sentezleme, ortaya çıkarma ya da mevcut nanoyapılara yeni ve olağan üstü özellikler kazandırmayı amaçlayan bir çalışma alanıdır (Enil ve Köseoğlu, 2015).

Nanoteknolojinin alanını ABD’de kurulan Ulusal Nanoteknoloji İnisyatifi Komitesi (National Nanotechnology Initiative) tarafından 1-100 nm aralığında olan boyutlarda ortaya çıkan teknolojilere ve araştırmalara dayalı bir alan olarak belirlemiştir (Şahin ve Ekli, 2013). Nanobilim, atom veya moleküllerin nano ölçeklerde en az bir boyutta ortaya çıkan yeni davranışlarını kuantum teoreminden yararlanarak anlamamızı sağlayan bilim dalıdır (Ekli ve Şahin, 2010).

### 2.1.3. Nanoteknolojinin Gelişimi

Tablo 1.

*Nanobilim ve nanoteknolojinin kronolojik gelişimi (Erkoç, 2008).*

Yıl	Gelişmeler
1959	Richard Feynman meşhur konuşmasını yaptı.
1974	Aviram ve Seiden ilk moleküler elektronik aygıt için patent aldı.
1981	G.K. Binnig ve H. Rohrer atomları tek tek görüntüleyebilmek için STM’yi icat ettiler.
1985	R.Curl Jr., H. Kroto, R. Smalley C60’ı keşfettiler.
1986	G.K. Binnig, C.F. Quate, C. Gerber AFM’yi icat ettiler.
1986	K.E. Drexler moleküler nanoteknoloji fikri ile “Engines of Creation” kitabını yayınladı.
1987	İletkenliğin kuantum özelliği ilk defa gözlemlendi.
1987	T.A. Fulton ve G.J. Dolan ilk defa tek elektron transistörü yaptı.
1988	W. De Grado ve ekibi ilk defa suni protein yaptı.
1989	IBM 35 Xe atomundan IBM yazısı yazıldı.
1991	Iijima çok duvarlı karbon nanotüpleri keşfetti.
1993	Iijima ve Bethune tek duvarlı karbon nanotüpleri keşfetti.
1993	Rice Üniversitesi’nde (ABD) ilk “nanoteknoloji” laboratuvarı kuruldu.
1997	N. Seeman ilk defa DNA molekülü kullanarak nanomekanik aygıt yaptı.
1997	İlk defa nanotüp kullanılarak elektrik akımı ölçüldü.
1998	C. Dekker ve ekibi TUBEFET yaptı.
1999	M. Reed ve J.M. Tour ilk defa organik molekül ile elektronik anahtar yaptı.
2000	ABD’de ilk defa nanoteknoloji araştırmaları için 422 Milyon \$ kaynak ayrıldı.
2001	İlk defa nanotüplerden transistör ve mantık devreleri yapıldı.
2001	ZnO nanotel lazeri yapıldı.
2002	Süperörgü nanoteller yapıldı.
2005	İlk dört tekerlekli nano araba modeli hareket ettirildi.

Nanoteknoloji fikri kuramsal anlamda 29 Aralık 1959 tarihinde Richard Feynman tarafından Caltech Üniversitesinde düzenlenen American Physical Society toplantısında ünlü “Aşağıda Bir Sürü Yer Var (There's Plenty of Room at the Bottom)” adlı konuşmasında ortaya atılmış olduğu anlaşılmaktadır. Bu konuşmada nanoölçeklerde yapılabileceklerden bahsetmiş ve Feynman nanoteknolojiden ilk olarak söz eden kişi olmuştur. Feynman konuşmasında atomik boyutlarda küçük nesnelere üretilmesinin mümkün olabileceğini ve bilgilerin atom ölçekli yazıldığında, dünyada yazılan bütün

kitapların insan gözünün görebileceği ( $10^{-4}$  metre) en küçük toz tanesine sığdırılabileceğini söylemiştir. Nanoteknoloji elemanlarının ölçülebileceğini ve yenilikçi amaçlar için kullanılabilmesine değinmiştir (Hall, 2013). Amerika'da mühendis olan Erik Drexler 1970'lerde MIT'de (Massachuset Teknoloji Enstitüsü) öğrencisi iken hücre içindeki olayların ilke olarak mühendislerin makro ölçekte yaptıklarından farklı olmadığı düşüncesi ile bazı robotlar tasarlamıştır. Bu robotlar molekülleri hızlı bir şekilde hareket ettirebilmekte ve neredeyse yanılğı payı olmadan istediği konuma yerleştirebilmektedir. Bu sayede sıradan maddeler kullanarak hemen hemen her maddenin üretilmesi mümkün kılınacaktır (Anonim, 2008). Drexler'in bu öngörüsü farklı disiplinlerde çalışan birçok bilim adamına ilham kaynağı olmuş, nanoüretim ve nanoteknolojinin potansiyeli hakkında yeni ufuklar açmıştır (Hall, 2013). 1981'de IBM'nin Zurich Araştırma Laboraruarlarında Gerd Bining ve Heinrich Rohrer tarafından STM (Taramalı Tünelleme Mikroskobu) 5 yıl aradan sonra ise AFM (Atomik Kuvvet Mikroskobu) geliştirilmiştir. Araştırmacılar STM mikroskobu ile 1986'da Nobel fizik ödülüne layık görülmüştür. Böylece sadece tek bir atomun resminin çekilebilmesi değil tek bir atomun çevresindeki hareketlerinde görüntülenmesi sağlanmıştır. Bu gelişmeden kısa bir süre sonra John Foster, atomların hareket ettirilmesi ile nikel yüzeye 35 Kseneon atomu ile "IBM" yazmayı başarmıştır. Atomların artık görüntülenmesi değil manipüle edilebilmesi mümkün kılınmıştır (Ateş, 2015). 1985 yılında Curl, Kroto ve Smalley tarafından fullerenler, karbon nanotop (Buckyball C60) keşfedilmiştir. Curl, Kroto ve Smalley bu keşifleri sayesinde 1986 yılında kimya dalında Nobel ödülü kazanmıştır. Fullerenler üzerinde yapılan birçok araştırma sonucu binlerce yeni maddenin sentezlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca fullerenlerin keşfi ile karbon nanotopun silindirik şekildeki hali karbon nanotüpler bulunmuştur. Karbon nanotüpler birbiri üzerinde rahatça kayma özelliğine sahiptirler. Bu şekilde birçok alanda ve küçük motorlarda kayganlaştırıcı olarak kullanılabilirler. Nanotüplerin çelikten daha güçlü, plastikten daha hafif, elektrik ve ısı iletkenliğinin fazla olması bilim insanlarının enerji, vücut zırhları, süper iletkenler ve optik gibi daha birçok alanda kullanmasını sağlamıştır.

Nanobilim ve nanoteknoloji 1990'lara gelindiğinde akademik ve bilimsel araştırmalarda odak noktası olmaya başlamıştır. Bu sayede birçok endüstri alanında ilerlemenin önü açılmış ve izleyen 10 yıl içinde literatüre birçok bilimsel yayın kazandırılmıştır.



ABD'de 1999 yılında dönemin hükümeti Ulusal Nanoteknoloji adını atarak araştırma, geliştirme ve ticarileştirme faaliyetlerine hız kazandırmayı amaçlamıştır. 2001 yılında Avrupa Birliği, nanoteknoloji çalışmalarını çevre programına öncelikli alan olarak eklemiştir. 21 yüzyılın ilk küresel teknoloji yarışında önlerde yer alabilmek için diğer dünya ülkeleri de benzer programlar başlatarak çalışmalara hız vermiştir (Güzeloğlu, 2015).

#### **2.1.4. Nanoteknolojin Önemi**

Nanoteknolojinin bu denli popüler olması incelendiğinde sadece nano ölçekte incelemeler yapan bir alandan fazlası karşımıza çıkmaktadır. Nanoteknolojiyi özel kılan makroskobik yasalardan, nano ölçekteki atom veya moleküllerin davranışlarını etkileyen tüm fizik yasalarının daha baskın gelmesidir. Örneğin sarımsı-kahverengi bir renk gördüğümüzde altın (Au) elementinin rengi olduğunu söyleriz. Fakat 100 tane altın atomundan oluşturulan bir küp kırmızı renkte görünmektedir. Buna benzer bir diğer örnek ise Bizmut kristali makroskobik ölçekte yarı metal iken nanotel halinde yarı iletken malzeme özelliği sergilemektedir. Sadece optik özellikler değil esneklik/dayanıklılık (mekanik) ve iletkenlik özellikleri nano ölçekte oldukça farklılık göstermektedir. Özellikle malzeme bilimi ve bilgi teknolojisi olmak üzere pek çok alanda kilit rol oynayarak malzemelerin daha hafif, daha küçük, daha sağlam, programlanabilir ve daha az enerji gereksinimine sahip olması gibi avantajlar sağlamaktadır (Ateş, 2015).

#### **2.1.5. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları**

##### *2.1.5.1. Elektronik ve Bilgisayar Teknolojileri:*

Malzemelerin elektronik özelliklerinin klasik fizik kanunlarından ziyade, kuantum fiziği kanunlarına uyacak biçimde boyutlarının nano ölçekte olması gerektiği düşünülmüştür. Elektronik araçların nano ölçeklerde elde edilmesi ile sistemlerin işlem güçlerinin ve kapasitelerinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca nanoteknoloji kullanımı ile üretilen kuantum bilgisayarları da işlem gücünü oldukça artırmaktadır. Bu anlamda nanoteknoloji bilgisayar ve iletişim alanlarında kilit rol oynamaktadır (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).

#### *2.1.5.2. Havacılık ve Uzay Araştırmaları:*

Bu alanda yapılan araştırmalardaki en büyük olumsuzluk, çok maliyetli olmasıdır. Kullanılan malzemelerin ağırlığı maliyetlerin de yüksek olmasına neden olmaktadır. Nanoyapılı malzemelerin; daha hafif, daha sağlam ve sıcağı karşı daha dayanıklı olmaları bu alanda kullanılması için büyük önem taşımaktadır. Nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalar ile malzemelerin ağırlıkları ve dolayısıyla maliyetlerinin düşürülmesine olanak tanımaktadır (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).

#### *2.1.5.3. Tıp Araştırmaları:*

Hücre, nanoteknolojinin doğadaki karşılığı olarak düşünülebilir. Nanoteknolojinin tıp alanında uygulamaları, insan sağılığı için büyük fayda sağlamaktadır. Kanserli dokuların yok edilmesinde veya büyümesinin durdurulmasında nanopartiküller kullanılmaktadır. İlaçların nanorobotlar sayesinde ihtiyaç duyulan bölgeye iletimi ile sadece hastalığın olduğu hücreler yok edilerek ilacın vücuttaki dolaylı etkileri azaltılabilmektedir. İnsan vücudu içinde hareket eden teşhis araçları nanoteknolojinin tıp alanındaki uygulamalarındandır. Bu şekilde, gelişen nanoteknoloji ile birlikte tıbbi cihazların kalitesi, güvenliği ve etkinliği de artırılmaktadır (Hall, 2013).

#### *2.1.5.4. Malzeme Bilimi:*

Nanoölçekte malzemelerin daha hafif ve daha sağlam olması nedeniyle üretim aşamasında bu malzemelerden az miktarda kullanılması ve daha az enerji ihtiyacı maliyetin düşmesini sağlamaktadır. Çizilmeye karşı direnç ve kendi kendini temizleyebilme özelliklerinden ötürü nanoölçekte boyalar kullanılarak geliştirilen baskı yöntemleri, nanoyapıda metal, seramik ve polimer malzemeler nanoteknolojinin malzeme bilimindeki uygulamaları arasındadır (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).

#### *2.1.5.5. Çevre ve Enerji:*

Nanoteknoloji; enerjinin verimli kullanılması, depolanması ve üretilmesi konularında son derece büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple, hammadde ve enerji kullanımının azaltılarak daha sürdürülebilir üretime katkı sağlanması temel amaçları arasındadır. Bu

şekilde daha az atık üreten, çevre dostu üretim sistemleri geliştirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca doğal dengeyi bozan küresel ısınmaya çare olacağı düşünülen nanoteknoloji, yenilenebilir enerji kaynakları açısından ümit vermektedir (Erkoç, 2008).

#### 2.1.5.6. *Biyoteknoloji ve Tarım:*

Nanoteknoloji ile tarımsal ürünlerin mutasyona uğratarak yeni ve farklı özelliklere sahip tarımsal ürünlerin ortaya çıkması öngörülmektedir. Nanoteknolojik çalışmalar ile yeni ilaçlar, gübre, hastalık direnci yüksek bitki ve hayvanlar hayatımıza girmekte ve dolaylı olarak da sağlık sektöründeki gelişmelere katkıda bulunmaktadır (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).

#### 2.1.6. **Ülkelerin Nanoteknoloji Stratejileri**

Nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde ABD'nin 2004 ve 2011 olmak üzere 2 adet stratejik plan yayımladığı görülmektedir. Bu stratejik planlar 2014 yılında revize edilmiştir. Bu belgede nanobilim ve nanoteknoloji vizyonu “Teknoloji ve sanayide devrim yapılmasını sağlayacak şekilde maddeyi nano ölçekte anlama ve kontrol edebilme kabiliyeti olan bir gelecek” olarak belirtilmiştir. Bu vizyona göre nanobilim ve nanoteknoloji ile sürdürülebilir ekonomik faydalar sağlamak, insan ve toplum hayatının kalitesini arttırmak ve ulusal güvenliği geliştirmek için nanoteknolojinin keşfinin, gelişiminin ve yayılımının hızlandırılması vurgulanmıştır. Japonya'nın 1990'lı yıllarda yaşadığı krizden sonra ülkenin hızlı bir şekilde gelişmesinin ancak bilim ve teknolojiden daha fazla yararlanarak sağlanabileceği kararlaştırılmıştır. Bu alanda beşer yıllık politikalar hazırlanmıştır. Bu politikalardan “2. Bilim ve Teknoloji Temel Planı 2001-2005” nda hazırlanan başlıklar arasında nanoteknoloji ve malzeme bilimi/teknoloji olması kararı alınmıştır. Japon hükümetince hazırlanan “3. Bilim ve Teknoloji Temel Planı 2006-2010) belgesinde ise bu alanda daha yüksek performans sağlanması için neler yapılması gerektiği üzerinde durulmuştur (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).

Nanoteknoloji ile üretilen yenilikçi ürünlerin mevcut sektörlerle tanıtılması ve yeni sektörlerin oluşturulmasına teşvik edilmesi Avrupa Birliği'nin temel amaçlarındandır. Bu kapsamda, Avrupa Birliği'nde Horizon 2020 programıyla beraber, Nanoteknoloji

Stratejisi hazırlamak üzere farklı nanoteknoloji alanlarında faaliyet gösteren Avrupa Teknoloji Platformları belirlenmiştir. Bu platform bir koordinasyon ve destek eylemi projesi üzerinden desteklenerek, 2012 yılı içerisinde yol haritası belgesini hazırlamaya başlanmıştır. İki yıl süren bu proje sonucunda 2014-2020 Nanoteknoloji Yol Haritası, ortaklaşa bir şekilde hazırlanmıştır. Bu belge ile daha çok akademi ve sanayiye yönelik bir yol haritası ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Almanya, Avrupa Birliği ülkelerinden nanoteknoloji çalışmalarına en erken başlayan ülkedir. Rekabet edebilirliğini sürdürebilmek için Ar-Ge ve yeniliğe büyük önem vermiştir. Nanoteknoloji potansiyelini her alanda kullanabilmek için “2015 Nanoteknoloji Eylem Planı” hazırlamıştır. Bu planda nanoteknolojinin tüm yönleriyle güvenli, sürdürülebilir ve başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için bir platform oluşturmuştur (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).

Rusya, hammadde ithalatına olan bağımlılığını azaltmak için nanoteknolojiyi stratejik sektörlerden biri olarak tanıtmış ve nanosanaayiye desteklemek için 11 milyar ABD Doları tahsis etmiştir. Rusya’da nanoteknoloji alanında, ticari gelişmelerini gerçekleştirmek için kurulan RUSNANO’nun görevi; nanoteknoloji merkezlerinin mükemmelliğini, iş olanaklarını ve yatırım fonlarını içeren nanoteknolojik altyapıyı oluşturmak olarak belirlenmiştir. RUSNANO yatırım projelerini gerçekleştirmek için gerekli olan bilimsel ve eğitimle ilgili programları gerçekleştirmekte ve bunun yanı sıra nanobilim ve nanoteknolojinin tanıtılmasında önemli rol oynamaktadır. RUSNANO’nun 2015 yılı itibarıyla ülkede 29 milyar ABD Doları değerinde ürünü piyasaya sürebilecek nanosanaayi oluşturabileceği öngörülmektedir. Hükümet bu hedefi gerçekleştirebilmek için 2008-2015 yılları arasında nanoteknolojiye önemli miktarlarda bütçe ayırmıştır (2020’ye Kadar “Rusnano” Anonim Şirketi Stratejisi, 2011).

Güney Kore’de nanoteknoloji, ilk olarak hükümet düzeyinde “Kore Ulusal Nanoteknoloji Geliştirme Planları” ile topluma duyurulmuştur. Nanoteknolojide bir Ar-Ge tabanı kurmak için 2001 yılında ilk plan hazırlanmıştır. Nanosanaayi oluşturmak için ikinci plan beş yıl sonra hazırlanmıştır. Ekim 2010’da Üçüncü Kore Ulusal Nanoteknoloji Geliştirme Planı üzerine halka açık bir oturum yapılarak son on yılın başarıları değerlendirilmiş ve gelecek on yılın hedefleri açıklanmıştır (Güzeloğlu, 2015).

### **2.1.7. Türkiye'deki Mevcut Durum**

Nanoteknoloji alanında dünyadaki gelişmelerin öncülüğünde, ülkemizde de bu alanda başlatılan çalışmaların arttırılıp çeşitlendirilerek sürdürülmesi büyük önem göstermektedir. Bu sebeple, geleceğin teknolojisi olarak kabul gören nanoteknoloji alanında mevcut gelişmeleri yakalamak, çeşitli ulusal programlar ve yatırımlar ile bu teknolojide rekabet edebilecek düzeye çıkmak hedeflenmektedir. Diğer bir önemli amaç ise, gerek kamu kurum ve kuruluşları gerekse özel sektör kuruluşlarınca üniversitelerde yapılan akademik çalışmalardaki gelişmeleri takip ederek üniversitelerle eşgüdümlü bir şekilde çalışılıp nanoteknolojinin geliştirilmesi için gerekli adımları atmaktır. Nanoteknoloji alanındaki teorik ve deneysel olarak yapılan bilimsel çalışmalar, ülkemizde 2000 yılından itibaren başlamıştır. O günden günümüze nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalar, önemli ve kritik yeni uygulamalara öncülük ederek ülkemizdeki eski teknolojilere de yeni bir bakış açısı kazandırmıştır.

Nanoteknoloji, bilinen diğer teknolojilere kıyasla daha fazla bilimsel araştırma yapılmasına gereksinim duymaktadır. Bu da, ülkemizde son yıllarda uygulanan Kamu Üniversite-Sanayi İşbirliği çalışmalarının, nanoteknoloji alanındaki gelişmelerin Ar-Ge çalışmalarına uygulanabilirliğini arttırmaktadır. Dünyadaki gelişmeleri takip etmek ve uluslararası standartları yakalamak için bu alandaki disiplinlerarası işbirliğini sağlamlaştırmak gerekmektedir. Nanoteknolojinin disiplinlerarası özelliği ile bu alanındaki gelişmelerin tüm sektörlerle uygulanabilir olduğu söylenebilir (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).

### **2.1.8. Nanoteknoloji Eğitimi**

Nanoteknolojinin maddelerin atomik ve moleküler özelliklerinden yararlanarak yeni ürün ve teknolojiler üretip hızla gelişen, birçok uygulama alanı bulan bir bilimdir. Nanoteknolojik ürünlere hayatımızın her alanında karşılaşmaktayız. Nanobilim ve nanoteknolojinin çağımızın bilimi olmasından dolayı her tür eğitim kademesinde karşımıza çıkabilmektedir. Bu eğitim ve araştırmalar bireysel ya da kurumsal düzeyde yapılmakta, ülkemizde de nanoteknoloji eğitimi yaygınlaştırmaktadır. Gelecek 20 yıl içerisinde Nanoteknolojiye bağlı olarak iş ve yaşam tarzının köklü bir şekilde değişeceği düşünülmektedir. Buna bağlı olarak eğitim sisteminde de daha fazla yer alacağı

öngörülmektedir. Eğitim sisteminin bir ögesi olan öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki bilgilerinin ortaya çıkarılması ve artırılması, bu konuların eğitim sistemimize dahil edileceği süreçte önemli ve öncelikli adımlar arasında yer almaktadır (Karataş ve Ülker, 2014)

### **2.1.9. Dünyadaki Nanoteknoloji Eğitiminin Durumu**

Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler sonucunda toplumların gelişmişlik seviyesi artmaktadır. 20. yy'ın sonlarında henüz başlangıç aşamasında olan nanoteknolojiyle birlikte bilim ve teknolojiye ilerleme sağlanmıştır. Sonuçta toplumun refah düzeyi yükselmiştir. Nanoteknolojinin topluma olan katkılarını arttırabilmek için en az 60 ülke bu alanda çaba sarfetmektedir (Lan, 2012).

Avrupa Birliği Yedinci Çerçeve Programında; nanoteknolojiler, malzeme bilimi, yeni üretimler, endüstri uygulamaları için teknolojilerin bütünleştirilmesi için projeler desteklenmektedir. Houston Üniversitesi nanoteknolojiyi ortaöğretim öğrencilerine Harry Potter ile analogi kurarak anlatan bir proje geliştirmiştir. Almanya'da ise Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı "2010 Nanoteknoloji Planı" öncülüğünde nanoteknolojinin bilinirliğini arttırmak amacıyla "NanoTruck" isimli bir tır hazırlayarak halkı bilinçlendirme aracı olarak hizmet etmektedir (Anonim, 2009a).

Yapılan tüm bu çalışmalar değerlendirildiğinde öncelikli olarak lisansüstü ve toplumsal farkındalık üzerinde durulurken daha sonraki çalışmalarda lisans ve ilköğretim üzerinde durulduğu görülmektedir.

### **2.1.10. Türkiyedeki Nanoteknoloji Eğitiminin Durumu**

TÜBİTAK'ın hazırladığı Vizyon 2023 programında Nanoteknoloji öncelik verilen konular arasındadır. Bu programda belirtildiği gibi Avrupa Birliği'nin 6. Çerçeve Programı ile nanoteknoloji araştırmalarımız yeniden yapılanma sürecine girmiştir.

2004 yılından günümüze ülkemizde Türk Nanobilim ve Nanoteknoloji (NanoTR) Konferansları düzenlenmektedir. Konferans dikkat çekici olmakla birlikte, nanoteknolojinin gelişimi üzerinde de büyük etkisi bulunmaktadır. NanoTR kimya, fizik, malzeme bilimi, biyoloji, tıp ve matematik gibi disiplinlerarası farklı bilimsel alanlardaki

bilim adamlarının da iletişimini sağlamıştır. Bu kongre, yeni fikirler ortaya atılması ve disiplinler arası işbirliklerinin kurulmasına zemin oluşturan benzersiz bir platformdur. Nanobilim, bilimsel ve teknolojik açıdan güç kazanması ile birlikte, sosyoetik yönleri de önem kazanmaktadır. NanoTR, sadece bilimsel bir topluluğu değil, toplumun bütününe ilgilendiren, nanobilim ve nanoteknolojinin tüm yönlerini tartışmak için uygun bir platform haline gelmiştir.

Nanobilim ve nanoteknoloji alanında çalışan üniversite ve kuruluşlar arasında;

Tablo 2

*Türkiye'deki Nanoteknoloji Araştırma Merkezleri ve üniversite lisans programları (Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017).*

Üniversite	Araştırma Merkezi
Adnan Menderes Üniversitesi	Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
Anadolu Üniversitesi	Seramik Araştırmaları Merkezi
Anadolu Üniversitesi	Nanoboyut Araştırma Laboratuvarı
Anadolu Üniversitesi	İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Atatürk Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	Ulusal Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	Hareket Algılayıcı ve Mikrosistem Teknolojileri Araştırma Merkezi
Boğaziçi Üniversitesi	Yaşam Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi
Cumhuriyet Üniversitesi	Nanoteknoloji Merkezi
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji Araştırma Merkezi
Dokuz Eylül Üniversitesi	Elektronik Malzemeler Üretimi ve Uygulama Araştırma Merkezi
Dokuz Eylül Üniversitesi	İleri Biyomedikal Ar-Ge Merkezi
Ege Üniversitesi	Güneş Enerjisi Enstitüsü
Erciyes Üniversitesi	Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
Gazi Üniversitesi	Fotonik Araştırma Merkezi
Gazi Üniversitesi	Nanotıp İleri Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Gebze Teknik Üniversitesi	Nano-Manyetizma ve Spintronik Araştırma Merkezi
Gebze Teknik Üniversitesi	Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
Hacettepe Üniversitesi	Nanotıp Bilim Merkezi
İstanbul Teknik Üniversitesi	Mekatronik Eğitim ve Araştırma Merkezi
İstanbul Teknik Üniversitesi	Nano/Mikro Elektro Mekanik Sistemler Laboratuvarı
İstanbul Teknik Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji İleri Araştırmalar Merkezi
İstanbul Üniversitesi	İleri Litografik Yöntemler Laboratuvarı

İnönü Üniversitesi	Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Merkezi
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Uygulamalı Kuantum Araştırma Merkezi
Koç Üniversitesi	Mikro-nano Teknolojileri Araştırma Merkezi (Yüzey Bilimleri ve Teknoloji Merkezi)
Marmara Üniversitesi	Nanoteknoloji ve Biyomalzemeler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Mustafa Kemal Üniversitesi	Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Merkezi
Ömer Halisdemir Üniversitesi	Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Güneş Enerjisi Araştırma Merkezi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Merkez Laboratuvarı
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Mikro Elektronik Mekanik Sistemler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Sabancı Üniversitesi	Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
Selçuk Üniversitesi	İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
TÜBİTAK	Marmara Araştırma Merkezi
<b>Bölüm/Program</b>	
TOOB Ekonomi ve Teknoloji üniversitesi	Malzemem Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği
Yeditepe Üniversitesi	Malzemem Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	Nanoteknoloji Mühendisliği
Uşak Üniversitesi	Malzemem Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği

Ayrıca Cumhuriyet Üniversitesi Nanoteknoloji Mühendisliği Bölümü 2014 yılında kurulmuş olup 2014-2015 eğitim öğretim yılında ilk öğrencilerini alarak lisans eğitimine başlamıştır.

Disiplinlerarası bir yapısı bulunan nanoteknoloji tarımdan mühendisliğe, tıptan elektroniğe, tekstilden uzaya birçok alandaki araştırmacıyı bu alana çekmektedir. Başka deyişle, nanoteknoloji ile farklı alanlar arasındaki sınırın esnek olması, pek çok bilim insanını bir araya getirmektedir.

Ülkemizde bu alandaki araştırmacı sayısı, öğretim üyelerinin birçok alanda birden çalışması ve yine nanoteknolojinin disiplinlerarası bir çalışma alanı olması gibi sebeplerden ötürü tam olarak ortaya konulamamaktadır. TÜBİTAK verilerine göre Nanoteknoloji alanında üretilen bilimsel yayın sayısı incelendiğinde 2016 yılı itibarıyla toplam 2.366 yayın yapıldığı görülmektedir.



Liselerde sadece birkaç derste ve çok sınırlı bir içerikte nanobilim ve nanoteknoloji öğretimi yapılmaktadır. Ortaokul ve ilkokul düzeyinde nanobilim ve nanoteknolojiye yönelik öğretim uygulaması bulunmamaktadır (Aslan ve Şenel, 2015). Doğa Koleji, Fen Eğitiminde Nanoteknolojik Yansımalar (NTSE) Projesi (proje No: 511787-LLP-1-2010-1-TR-KA3-KA3MP), Fen Bilimleri öğrenimini dikkat çekiçi ve erişilebilir kılmak amacıyla Bilişim ve İletişim Teknolojilerini etkili öğretim araçları olarak kullanmayı amaçlayan 2011 yılında Hayat Boyu Öğrenme Programı altında fonlanan Transversal KA3 ICT projesidir. Doğa Okulları Avrupa Birliği Proje Koordinatörlüğü Birimi tarafından başarıyla yürütülen projenin sonunda oluşturulan fen eğitiminde, deneyli sanal destek ortamı sağlayan sanal laboratuvar, bu laboratuvarda oluşturulan deneylere ait ders planları ve öğretimi destekleyecek nanobilim ve nanoteknoloji eğitim kitleri oluşturulmuştur. Bu kapsamda 2013 yılı eğitim öğretim yılında Doğa Okulları Bilim Okullarında 5., 6. ve 7. sınıflarda fen öğretimi sevdirmek ve geleceğin bilim adamlarının yetişmesine katkıda bulunmak amacıyla haftada iki saat fen öğretiminde nanoteknoloji kullanımını içeren dersler gösterilmektedir. Ders içerikleri yıllık 5. sınıflar için 10, 6. sınıflar için 12, 7. sınıflar için 14 saat olarak işlenmektedir. Nanoteknoloji konuları (Nanoboyut, Lotus Effect, Ferrofluid, LED vb.) 5., 6. ve 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersi programı ile ilişkilendirilerek etkinlikler oluşturulmuştur. Öğrencinin Fen ve Teknoloji dersinde öğrenmiş olduğu kavramların nanoteknolojik uygulamalara nasıl yansıdığını kavratarak yaşamsal beceriye dönüştürmesini amaçlamaktır (Ateş, 2015).

### **2.1.11. Nanoteknoloji Eğitiminin İlköğretimdeki Yeri ve Önemi**

Nanoteknoloji fırsatının yakalanabilmesi ancak ulusal boyutta uzman kadronun güçlendirilmesi, eğitim ile nesilden nesile aktarılacak teknoloji birikiminin önünün açılması ile mümkün olacaktır (Bayındır, 2007a). Nanoteknolojiye sahip olmak demek, bu alana özel bir bilgi, beceri ve yetenek birikimine sahip olmak anlamına gelmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi öncelikle insanlara ve onların nanoteknoloji alanında iyi eğitilmeleri ile yeteneklerini ne kadar iyi kullanabildiklerine bağlıdır (Ekli, 2010).

Günümüz dünyasında teknolojik açıdan ilerlemiş birçok ülke, artık gerçek gücün fiziksel güçte değil, eğitilmiş insan beyninde olduğunun farkına varmıştır. Bu farkındalık sonucunda her ülke eğitimini teknolojinin gereklerini yerine getirecek şekilde yeniden yapılandırma sürecine girmiştir. Bu süreçteki en önemli basamak olan ilköğretim, eğitim

sisteminin temel taşıdır. Bu eğitim kademesinde çocuğa toplumda diğer bireylerle uyum içinde yaşama becerileri ile yaşamlarını daha iyi sürdürebilmeleri için gerekli temel bilgi ve beceriler kazandırılır. Teknoloji çağı olarak adlandırılan içinde bulunduğumuz bu dönemde öğrencilerin yaşamlarını daha iyi sürdürebilmeleri için teknolojik açıdan donatılmaları gerekir. Nanoteknoloji gibi yeni gelişen teknolojilerin ilköğretim kademesinden başlanarak öğrencilere tanıtılması ve uygulamalarından bahsedilmesi gerekmektedir. Türkiye’de nanoteknoloji alanında yapılan çalışmaların çoğu üniversite düzeyindedir. Ancak yurtdışında olduğu gibi ülkemizde de bir an önce ilk ve ortaöğretimde bu konunun ele alınması gerekmektedir (Anonim, 2009b).

## **2.2. Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar**

### **2.2.1. İlgili Yurtdışı Araştırmalar**

Ambrogi ve diğerleri (2008) tarafından yapılan çalışmada lise öğrencilerinin (17 yaş), nanoteknolojiyi öğrenip Power Point sunusu hazırlayarak, daha küçük öğrencilere nanokimya ve nanoteknolojiyi tanıttıkları bir çalışma tasarlanmıştır. Nanoteknolojinin yeni bir konu alanı olması ve ders kitaplarında yer almaması nedeniyle böyle bir çalışma yapıldığı ifade edilmiştir. Bu sebeple ders materyallerine ulaşabilmek için bilişim teknolojileri kullanılarak bilgiler seçilmiş ve slaytlar hazırlanmıştır. Ayrıca, sunumun düzenlenmesine yönelik problemleri İşbirlikçi Öğrenme Metodu ile çözmeleri sağlanmıştır. Nanobilim ve nanoteknolojiyi öğrencilerin içselleştirebilmeleri için ortaokul düzeyinde ele alınan konular ve kimyanın bu yeni sınırları arasındaki bağlantı ele alınmıştır. Çalışmanın eğitimsel amacı ortaokul öğrencilerinin kavram bilgisi ve sosyal becerilerini geliştirmektir. Etkinliğin iyi bir sınıf atmosferi oluşturduğu ve aynı zamanda içerik bilgisinin anlaşılmasına yol açtığı gözlemlenmiştir.

Walters ve Bullen (2008) ara tatil sürecinde öğrencilere nanomalzemeler konulu sunum-laboratuvar karma bir çalışma düzenlemişlerdir. Bu çalışmada öğrencilere nanoteknoloji ve nanomateryaller hakkında uygulamalı laboratuvar etkinlikleri ve teorik kısım bir arada sunulmuştur. Bu çalışmanın tasarımında, konular ve laboratuvar deneyleri birlikte tartışılmıştır. Nanomalzemelerin karakterizasyon yöntemleri, sentezi ve uygulamalarının

öğrencilere tanıtılması amaçlanmıştır. Bununla birlikte yapılan çalışmanın, nanomalzemelerin sosyolojik etkilerine yönelik anlayışı geliştirdiği görülmüştür.

Blonder (2010) nanokimyanın önemi ve yeni bir bilimsel alan olduğunu, nanokimyayı öğretmek amacıyla; kimya öğretmenlerinin bu yeni konuyu öğrenmeleri, onu anlamaları ve onu öğretmek için kendilerini hazır hissetmeleri gerektiğini vurguladığı çalışmasında, nanoteknolojinin basit bir öğretim modeli uygulamıştır. Nanokimya hakkında farklı hazırbulunuşluklara sahip öğretmenleri nasıl etkilediğini tartışmıştır. Çalışmasında kullandığı AFM öğretim modelinde, AFM'nin öğretmenler tarafından anlaşılmasının onları nasıl etkilediğini ve bu modeli öğrencileri ile birlikte kullanırken kendilerini nasıl hissettiklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda, öğretim modelinin öğretmenlerin bilgilerini geliştirdiği, nanokimya öğretimine karşı ve okulda kullanımına yönelik öğretmenlerin tutumlarını olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur.

Harmer ve Columba (2010) yapmış oldukları çalışmada, nanoteknoloji ve nanobilimin tanıtıldığı probleme dayalı araştırma sırasında ortaokul öğrencilerinin katılımına katkıda bulunan faktörleri incelemeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin katılımını teşvik etmek için tasarlanan çevrimiçi bilimsel araştırma yöntemi aracılığıyla işbirlikçi sınıf ortamlarında beş hafta boyunca Lehigh Gap (Lehigh Uçurumu)'ndan alınan örnekler ile Gap Lehigh Superfund Sitesinde araştırma yapılmıştır. Nanobilimin, nanoteknolojinin ve elektron mikroskopunun tanıtımını sağlayan araştırma, WISE (Web-Based Science Inquiry Environment)'de yazılmış ve ImagiNations Web sitesi tarafından desteklenmiştir. Altıncı sınıftan 100'ün üzerindeki öğrenci, araştırmaları sırasında X-ray spektrumları ve görüntüler bularak üniversite veritabanına katkı sağlamışlardır. Belirlenen öğrenci grupları, "Lehigh Gap" deki aynı problem üzerindeki çalışmalarının sonuçlarını üniversitedeki araştırmacılara sunmuşlardır. Bu yaklaşım, son derece ilgi çekici olmuş ve öğrencilerin nanobilim, nanoteknoloji ve elektron mikroskopunu anlamalarını sağlamıştır.

Laherto (2010) tarafından yapılan çalışma ile bilimsel ve teknolojik okuryazarlıkta nanoteknoloji ve nanobilim eğitiminin önemini vurgulamak amacıyla bu iki alanda literatür taraması yapılmıştır. Loherto, bu çalışmasında ilk olarak bilimsel ve teknolojik okuryazarlığın yeni kavramları, ikinci olarak ise nanobilimin doğası ve sosyolojik etkileri üzerine çalışmaları incelemiştir. Özellikle ABD'de Nanobilim ve nanoteknoloji hakkında savunucu ve muhalifler olarak tartışmalarda bulunulmuştur. ABD'de en geniş kapsamlı

ve sistematik araştırmalar Ulusal Bilim tarafından finanse edilmiştir. Ancak nanobilim ve nanoteknoloji öğrenme ortamlarının sayısının ve kalitesinin artmasına ilişkin araştırmalarda sistematik bir analiz eksikliği görölmüştür. Bu alanda eksiklerin giderilmesi ve olumlu görüşler oluşturulması için bireyleri bilinçlendirmek, nanobilim ve nanoteknolojiye olan ilgiyi arttırmak, bu alanda çalışacak kişi ve gençleri motive etmek gerektiği öne sürölmüştür. Bilimsel ve teknolojik öğrenme ortamının geliştirilmesi öğrencilerin bakış açılarının geniş proje ve analitik çalışmalar ile gerçekteşeceği öngörölmüştür.

Hingant ve Albe (2010) tarafından yapılan çalışma fen eğitiminde ortaya çıkan bir alan olan nano eğitimin ortaokul odaklı görünüşünden oluşan literatür taraması şeklinde sunulmuşlardır. Fen eğitiminde hakemli dergilerde ve konferans bildirilerinden yirmi makale incelenmiştir. Literatür incelemesinde önceki çalışmalar ortaokul eğitiminde nanobilimler ve nanoteknolojilerin tanıtımında genel bir açıklama sağlamıştır. İncelemede fen eğitimi literatürünün dört belirgin araştırma konusu ortaya çıkmış, dört araştırma dalı belirlemişlerdir: Nanobilimler ve nanoteknolojiler üzerinde program geliştirme öncesinden yansımalar; nano-ilişkili kavramların öğrencilerin kavramsallaştırmalarına yönelik çalışmalar; nanobilimler ve nanoteknolojileri öğretmek için haptik araçlar kullanmak ve ortaokul öğretmenleri için profesyonel gelişim. Ayrıca, toplum-bilim meselesi olarak nanobilimler ve nanoteknolojiler konusunda araştırma eksikliğini işaret etmişlerdir. Ek olarak, gelecek araştırmalar için etkileri hem de NBT için müfradat geliştirme önerileri düşünölmüştür.

Blonder (2011) tarafından yapılan çalışma ile lise kimya öğretmenleri için "Nanoteknoloji ve malzemelerin tanıtımına" yönelik kapsamlı bir kurs hazırlanmıştır. Çalışmada öğretmenlere yönelik, ileri seviyede nanoteknoloji ve nano malzemeler kursu verilmiştir. Bu çalışmanın amacı kimya öğretmenlerinin, nanobilimin temel prensiplerini anlayarak nanobilimde herhangi bir konuyu bağımsız olarak incelemelerini sağlayarak ve kimya alanında heyecanlarını arttırarak nano okur-yazar olmalarındır. Kurs başlangıcında yapılan güdülemeyi takiben kavramların uygulanması için fırsatlar sunarak planlanmıştır. Öğretmenler kendi seçtikleri konuyu bağımsız olarak çalışmışlardır. Bunu izleyen laboratuvar araştırma deneyleri bilgilerin transferi için ek fırsatlar ortaya çıkarmıştır.

Laherto (2012) Finlandiya'da nanobilim ve nanoteknolojinin sosyolojik öneminin artmasıyla bu kavramların ortaokul eğitim programına uygunluğunu analiz etmeyi

amaçladığı çalışmasında, yirmi üç deneyimli Fen Bilgisi öğretmenine bir hafta boyunca hizmet içi eğitim kursu düzenlemiştir. Kurs sonunda öğretmenlerin nanoteknoloji ve nanobilimin konularının önemi ve eğitim programına dâhil edilmesiyle ilgili beklentilerini incelemiştir. Anket açık uçlu sorular şeklinde uygulanmış, verilen cevaplar nitel olarak içerik analizi şeklinde değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde, öğretmenlerin nanoteknoloji ve nanobilimin konularının ortaokul eğitim programında olması istenen konular olduğunu, ancak öğretimin düzenlenmesinde sorunlar ortaya çıkabileceğini ortaya koymuştur. Öğretmenler, eğitim programındaki bazı uygulamaların, bilimsel kuralların ve etik konularının nanoteknoloji ve nanobilim ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Albe (2012) çalışmasında, yapılan son çalışmaların öğrencilerin nanoölçekteki anlamalarını ortaya çıkarabilmek, öğretimde yenilikçi nano cihazları vurgulamak ve geliştirmek, nano alanda fen öğretmenleri yetiştirmek için yapıldığını belirtmiştir. Çalışmasında, bir yaz okulu kapsamında fen öğretmenlerinin nanoyu anlamaları ve nanoyu öğretmeye istekleri araştırılmıştır. Çalışmada ön-test ve son-test zayıf deneysel desen kullanılmıştır. Ön ve son testlerde karşılaştırılan öğretmenlerin bilgileri, ön-testte nanobilim ve nanoteknolojinin çoğunlukla nanoölçek boyutuyla tanımlandığını, son-testte ise uygulamaların ve nano fiziksel özelliklerin kavranıldığını göstermektedir. Öğretmenlerin, uygulanan öğretim etkinliklerine NBT'yi katmayı destekleme eğiliminde oldukları görülmektedir. Öğretmenlerin istekleri doğrultusunda, bilimi anlamaya yönelik eğitici amaçlar ile yapım aşaması, tartışma, bilgi okuryazarlığı ve vatandaşlık eğitimi gibi ek bilim dalları tabanlı müfredat etkinlikleri doğrultusundadır. Bu durum nano okuryazarlıkta öğrenme etkinlikleri tasarımına yönelik fen eğitimi araştırmalarının gelişmesini teşvik etmektedir.

Ghattas ve Carver (2012) tarafından yapılan çalışma literatür taraması şeklindedir. Bu çalışmada, teknolojik gelişmelerin hızlı olduğu bu çağda, nanoteknoloji düşüncesi etrafında büyüyen güncel ve tartışmalı fikirler olduğunu ifade etmişlerdir. Günlük hayatımızda kullanıldığımız ürünlerin birçoğunda nanoteknoloji kullanılmaktadır. Fakat kullanıcıların çoğu bu ürünler hakkında bilgisi olmadığını belirtmiştir. Nanoteknoloji uygulamalarındaki artıştan ötürü, öğrencilere yönelik anlamlı ve uygun seviyede nanoteknoloji kavramlarını, fen eğitim programlarına entegre edilmesi gerekliliğini vurgulamışlardır. Yapılan çalışmada, fen bilimleri eğitiminin nanoteknoloji temelli

etkinliklerle uyum içinde gerçekleştirilen çalışmalara bir temel oluşturmayı amaçlamıştır. İnceleme veritabanları aracılığıyla nanoteknoloji, okulda nanoteknoloji, nanoteknoloji etkinlikleri, nanoteknolojinin tarihi, nanoteknoloji uygulamaları, nanoteknoloji konuları ve nanoteknoloji ile ilgili farklı kombinasyonlar içeren anahtar kelimelerle uyumlu nanoteknoloji terimlerinin araştırmasıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya eklenmesi için öncelik verilen birinci sıradaki içerik ve gelecekteki fikirlere temel oluşturan çalışmalar temalar halinde sınıflandırılmıştır. Tekrar incelenen makaleler, içerik için öncelik verilen özel ve özgün çalışma ile tematik içerik yoluyla kategorize edilmiştir. Sonuç olarak; güncel literatürler, nanoteknoloji alanının fen eğitim programına katılmasıyla ilgili olarak yedi tartışma kategorisi sunulmuştur. Bunlar: Nanoteknolojinin kökeni, eğitimde uygulanmasına yönelik sorunlar, güncel olarak erişilebilen okul etkinlikleri, güncel tüketici ürün uygulamaları, etik konular, eğitim politikasına yönelik öneriler ve nanoteknoloji uygulamalarıdır. Çalışmada kullanılabilir okul-temelli etkinlikler sınırlı sayıda olduğu, nanoteknolojinin fen eğitim programında olması gerekliliğinin güçlü savunucularının olduğu tartışılmıştır. Ayrıca zaman, eğitim programı, bilişsel aşırı yük ve içeriğin değerlendirilmesi gibi programdaki diğer yeni bilim konularını içermesi konusunda içerik engellerinin olduğu saptanmıştır.

Lan (2012) çalışmasında Tayvan'da, hükümet tarafından finanse edilen Tayvan halkının gelecek nesli yeterli bilgiye sahip ve nanoteknoloji okuryazarlığına teşvik etmek için K-12 öğretmenlerini eğitmek amacıyla K-12 Nanoteknoloji Programı kurulduğundan söz etmiştir. Tayvan'da hükümet fonu destekli K-12 Nanoteknoloji Programı, gelecek nesli teşvik etmek için yeterli nanoteknoloji okuryazarı K-12 öğretmenlerini eğitmek amacıyla kurulmuştur. Çalışmasında, K-12 öğretmenlerinin nanoteknolojiye karşı tutumlarını belirlemek için Nanoteknoloji Tutum Ölçeği (NAS-T) geliştirilmiştir. NAS-T üç bölümden 23 Likert ölçekli maddeden oluşmaktadır. Bunlar, Nanoteknolojinin önemi, fen eğitiminde duyuşsal eğilimler ve nanoteknoloji öğretmek için davranışsal eğilimler olarak karşımıza çıkmaktadır. K-12 Nanoteknoloji Programında, NAS-T'nin psikometrik özelliklerini incelemek için 233 K-12 öğretmeni yer almıştır. Bu öğretmen örnekleminde açımlayıcı faktör analizi yapılmıştır. NAS-T, üç faktörlü modeldir. Toplam varyansın %64.11 ini açıklamıştır. Bu model aynı zamanda NAS-T'nin faktör yapısını doğrulamak için doğrulayıcı faktör analizi ile kontrol edilmiştir. NAS-T'nin üç alt boyutunun Cronbach'ın alfa değeri 0.89/0.95 aralığındadır. Öğretmenlerin NAS-T etki puanları

arasında orta derecede güçlü bir korelasyon bulunmaktadır. Nanobilim hakkında bilgilerinin benlik algısı ve etkili fen öğretiminde uyum geçerliliğini göstermiştir. Bir bütün olarak, NAS-T'nin psikometrik özellikleri, bu ölçeğin K-12 öğretmenlerinin nanoteknolojiye yönelik tutumlarını değerlendirmek için etkili bir araç olduğunu ortaya koymuştur. NAS-T, K-12 Nanoteknoloji Programı'ndan sonra öğretmenlerin tutumundaki değişimleri değerlendiren önemli bir araç olarak kullanılacağı düşünülmektedir.

Blonder ve Sakhini (2012) çalışmasında kimya öğretimi bağlamında 9. sınıf öğrencileri için bir nanoteknoloji modülü geliştirmişlerdir. Nanoteknolojinin iki temel konusunu ele almışlardır. Bunlar; (1) ölçek ve boyut ve (2) yüzey alan–hacim oranıdır (SA/V). Geniş bir öğretim metodu aralığında (örneğin, oyun temelli öğrenme, multimedya ile öğrenme, modellerle öğrenme, proje temelli öğrenme, hikâye anlatma ve anlatım) öğrencilerin anlamalarını desteklemek amacıyla uygulanmıştır. Öğrencilerin temel nanoteknoloji kavramlarını anlamalarına yönelik kullanılan bu çeşitli öğretim metotlarının öğrenmeyi nasıl etkilediğini analiz etmek için öğrenci görüşmeleri ve öğrencilerin final projelerinin içeriği incelenmiştir. Ek olarak, öğrencilerin algılarına göre hangi metodun öğrencinin anlamasını arttırdığı, hangisinin arttırmadığı araştırılmıştır. Öğrenciler, öğrenmelerini ikisi hariç çoğu öğretim metodunun kolaylaştırdığını hissettikleri gözlenmiştir: Rubik küp ve nano efektli simülasyon; bu iki etkinliğin çok soyut olduğu ve öğrencilerin kafalarını karıştırdıkları ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak, gelecekte nanoteknoloji öğretimi amacıyla çeşitli metotlar ile ilgili öneriler sunulmuştur.

Jones ve diğ. (2013) yaptığı çalışma ile nanoteknolojiyi modern çağımızın bir sonraki sanayi devrimi olarak tanıtmıştır. Bu alanda söz sahibi olabilmek için toplumların başarılı araştırma, kalkınma ve sosyal söylemlere bağlı standartların geliştirilmesine, ders programlarına entegrasyonuna ve işgücü hazırlığına, halkı ve öğrencileri nanoteknolojiye bağlı etik ve sosyal konuların faydaları, riskleri hakkında eğitmeye artan bir ihtiyaç olduğunu belirtmiştir. Bu durum çalışmasında, nanobilim ve nanoteknolojide yapılan ilerlemeleri ve nanobilim konuları hakkında halkı ve öğrencileri eğitmek için ortaya çıkan zorluklar açıklanmıştır. Çalışmada nanoteknoloji eğitiminde; eğitim programları ve öğretmen eğitimini içeren güncel araştırmalar incelenmiştir. Ayrıca bu alışılmadık teknolojik uygulamaların kendine özgü riskleri, faydaları ve etiği nano eğitim amaçlarıyla bağlantılı olarak incelenmiştir. Sonuçta; nanobilim içerikleri alanında ihtiyaç duyulan

gelecekteki çalışmaların ana hatları, program standartları, nanobilim pedagojisi, öğretmen eğitimi ve gelişmekte olan bu alanda eğitimin riskleri, faydaları ile sosyal ve etik boyutu ele alınmıştır.

Blonder ve Rap (2013) tarafından yapılan çalışmada, 9-10 yaş arasındaki çocuklara yönelik bir bilim festivali için tasarlanan ve değerlendirilen bir nano etkinlik uygulanmıştır. Nano-etkinlik tasarımı, çocukların öğrenmelerini destekleyecek ve motivasyonlarını arttıracak etkinlikleri ve öğrenme yöntemlerini seçmek amacıyla fen eğitimi araştırmaları yapılmıştır. Doğrudan çocukların yaşantılarına uygun olan konuların seçilmesinin önemi düşünülmüş ve çocuğun “Boyut ve Ölçek” kavramını nasıl öğreneceği, öğrenmeyi desteklemek için film ve animasyonun nasıl kullanılacağı ve farklı çocukların öğrenme ihtiyaçlarının karşılanmasında çeşitli öğrenme yöntemlerinin nasıl kullanılacağı değerlendirilmiştir. Bilim festivalinde nano etkinliği değerlendirmek için informal ortama uygun olan değerlendirme aracı olarak Kişisel Anlam Haritası (Personal Meaning Map, PMM) öğrencilerin kazanımlarını değerlendirmek için kullanılmıştır. Etkinlikten sonra çocukların nanoteknolojiyi tanımlayabildikleri, “Boyut ve Ölçek” kavramıyla ilgili bilgilerini anlatabildikleri, bu etkinlikte tanıtılan bütün uygulamalardan bahsedebildikleri gözlemlenmiştir. Öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik algıları ve tutumları da değerlendirilmiştir. Kızlar ve erkekler arasında pozitif tutum bulunmuştur. Çocukların yaratıcılığının nasıl arttırılacağına ve fen eğitimi araştırmalarıyla öğrenme faaliyetleri arasındaki köprünün önemine ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Avila, Avila ve Fine (2014) çalışmasında birinci ve son sınıf lise öğrencilerine yönelik malzeme biliminin ve nanoteknoloji problemlerinin tanımlanması için ve etkili bir STEM programının önerilmesi amacıyla üç haftalık öğrenci merkezli yaz programı hazırlamışlardır. Etkinlikler iki öğrenme aşamasında gruplandırılmıştır: Öğretme-öğrenme aşaması ve eğitme-öğrenme aşaması. İki haftalık öğretme-öğrenme aşamasına informal ve formal öğrenme içeren geniş bir alanda öğrenme stratejileri dahil edilmiştir. Bir haftalık eğitme-öğrenme aşamasında bağımsız proje formatında öğrencilerin yarı-yapılandırılmış problemleri çözdükleri PDÖ stratejileri kullanılmıştır. Programın sonunda öğrenciler sonuçlarını poster şeklinde sunmuşlardır. Programın etkisi nitel ve nicel olarak SALG (The Student Assessment of their Learning Gains) araçları kullanılarak değerlendirilmiştir.



Winkelmann (2014) Ulusal Bilim Vakfı'nın Nanoteknoloji Lisans Eğitim Programının (The National Science Foundation's Nanotechnology in Undergraduate Education (NUE)) çalışmasında, programın 2003-2013 arasını kapsayan toplamda \$27M hibe yoluyla 180'in üzerinde projenin desteklediği nanoteknoloji eğitimcileri için önemli bir finans kaynağı olduğunu belirtmiştir. Nanoteknoloji alanlarında ve nanoteknoloji eğitiminde meydana gelen gelişmelerin neden olduğu önemli değişimler geçirdiğini gözlemlemiştir. Çalışmada, NUE programının kurulduğu günden beri hangi değişiklikleri geçirdiğini açıklayarak, NUE programının başarısına değinmiştir. Bu çalışmada, NUE programının nanoteknoloji eğitimi politikalarına ve nanoteknoloji eğitim araştırmacılarına fon ya da destek sağlayabileceğine dikkat çekilmiştir.

### 2.2.2. İlgili Yurtiçi Araştırmalar

Ak (2009) tarafından yapılan nanoteknoloji eğitiminin liseye uyarlanması ile ilgili araştırma literatür taraması yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Öğrencilerin metre ve milimetre gibi ölçülerden sonra nano seviyesindeki ölçülerin kavranmasını sağlamak ve düşünce sistemini etkileyerek fen toplum teknoloji ilişkisi kurdurabilmek amaçlanmıştır. Nanometrik ölçüler yanında nanoteknolojinin uygulama alanlarını da kavramak ve yeni fikirler üreterek öğrencilerin teknoloji bilgilerinin artırılacağı düşünülmüştür. Diğer dünya ülkeleri gibi nanoteknoloji eğitiminin liselerde olması yönünde ülkemizde de gerekli çalışmaların lisans seviyesinde ortaöğretim seviyesine indirilmesine yönelik öneriler sunulmuştur.

Şenel (2009) tarafından yapılan çalışmada nanoteknoloji kavramına ilişkin rehber materyal geliştirilmesi üzerinde durulmuştur. Bu çalışma ile Biyoloji, Fizik, Kimya ve Matematik öğretmen adaylarının teknolojiye temel kavramları öğrenebilmeleri için rehber materyal geliştirmek ve bu rehber materyalin öğrencilerin öğrenme düzeylerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada dördü grup gerçek deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Veriler nanoteknoloji kavram testi ve materyal değerlendirme formu ile toplanmıştır. Araştırma Gazi Eğitim Fakültesi biyoloji kimya fizik ve matematik branşlarından 4. sınıf öğretmen adaylarından oluşan 79 kişi ile yürütülmüştür. Araştırmacı tarafından deney guruplarına geliştirilen rehber materyal uygulanmış ve materyal değerlendirme formu verilmiştir. Çalışma sonucunda bu bölümlerin nanoteknoloji konusunda ön bilgilerinin eşit olduğu ve araştırmacı tarafından

geliştirilen rehber materyalin kullanılması ile öğrenmenin gerçekleştiği görülmüştür. Geliştirilen materyal ile öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji konusunun iyi anlaşılması ve bu materyal hakkında olumlu görüşleri nedeniyle nanoteknoloji temel derslerinden üniversitenin farklı programlarında da etkili bir biçimde kullanılabilceği düşünülmektedir.

Kılıç (2009) çalışmasında eğitim fakülteleri biyoloji eğitimi anabilim dalında eğitimine devam etmekte olan öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji ilgileri ve bilgilerinin tespitine çalışılmıştır. Görüşleri toplamak amacıyla açık uçlu soruların yer aldığı bir görüş toplama anketi uygulanmıştır. Hazırlanan anket 5'li likert tipinde 23 sorudan oluşmaktadır ve katılımcıların nanoteknoloji ilgisini ölçmeyi amaçlamaktadır. Araştırma 2008-2009 güz döneminde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda okuyan 2., 3., 4. ve 5. sınıf öğrencilerinden toplam 107 öğretmen adayına uygulanmıştır. Sonucunda nanobiyoteknoloji bilgisine sahip olma derecesi cinsiyete mezun olunan ortaöğretim kurumuna yaşa ve akademik başarılarına bağlı anlamlı bir farklılaşma görülmemiştir. Ancak öğrencilerin eğitim kademesi ile nanobiyoteknoloji bilgileri arasında pozitif yönlü bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir. Nanobiyoteknoloji konusu güncel ve gelişmekte olan bir konu olup biyoloji bilimi ile doğrudan ilişki halindedir. Bu nedenle biyoloji öğretmen adaylarına nanoteknoloji konusunda çalışmalar ve seminerler yoluyla bilgilendirme yapılabileceği düşünülmektedir.

Balamen (2009) çalışmasında biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji konularındaki bilgi seviyelerinin belirlenmesi ve nanoteknoloji öğretim yöntem seviyelerinin araştırılmasını amaçlamaktadır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçları "Nanoteknoloji ve Biyoteknoloji Bilgi Seviyesi Testi", "Kişisel Bilgi Durum Anketi" ve "Nanoteknoloji ve Biyoteknoloji Öğretim Yöntem ve Seviyeleri Araştırma Anketi" olarak araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır ve 154 öğretmen adayına uygulanmıştır. Çalışma sonucunda biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji ve biyoteknoloji bilgi testi puanları orta düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Sınıf düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunurken diğer demografik değişkenlerde anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Kadioğlu (2010) çalışmasında öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşüncelerini tespit etmeye çalışmıştır. Çalışma 2009-2010 bahar döneminde Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji, Fizik, Kimya ve Fen ve Teknoloji Öğretmenliği bölümlerinde okuyan 547 öğretmen adayına uygulanmıştır. Sonuç olarak

bölümler arasında nanoteknoloji ilgi seviyesinde ve bilgi düzeyinde önemli bir fark bulunmamıştır. Bu durum öğretmen adaylarının çoğunun nanoteknoloji hakkında yeterli bilgiye sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.

Ekli (2010) tarafından Muğla merkez ilçeye bağlı 23 ilköğretim okulunda, ortaokul (6., 7. ve 8. sınıf) öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarını farklı değişkenler açısından incelemek amacıyla yapılan çalışma 708'i kız (%50.7), 688'i erkek (%49.3) öğrenci olmak üzere toplam 1396 öğrenciye uygulanmıştır. Veriler "Nanoteknoloji Anketi" ve ülkemiz için geçerlik-güvenirlilik çalışması yapılmış "Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği (TYTÖ)" ile toplanmıştır. Veriler istatistikî programlar kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik olumlu görüşlere sahip oldukları, nanoteknoloji hakkındaki duyularının az olduğu ve nanoteknoloji ile ilgili duyum ve bilgilerini daha çok televizyon programları aracılığı ile edindikleri sonucuna ulaşılmıştır. Nanoteknolojinin olası risk unsurları arasında öğrenciler tarafından en önemli görülen riskler; nanopartiküllerden kaynaklanabilecek sağlık tehditleri ve bu teknolojinin silahlanma yarışında kullanılma ihtimali olarak ifade edilmiştir.

Ekli ve Şahin (2010) tarafından yapılan bu çalışmada fen bilgisi öğretmenleri ve öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili temel bilgi, görüş ve algıları belirlenmiştir. Çalışma 147 öğretmen ve öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiş ve veriler 9 maddeden oluşan bir anket ile toplanmıştır. Öğretmenler ile öğretmen adayları arasında bilgi birikimi açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Nanoteknoloji ile ilgili risk algılarına ilişkin katılımcıların bilgisi incelenmiştir ancak anlamlı bir etki bulunmamıştır. Genel olarak sonuçlardan katılımcıların nanoteknoloji hakkında orta düzeyde bilgiye sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Sagun Gököz (2012)'ün doktora tezinde, bir Nanobilim ve Nanoteknoloji Atölyesi (NNA) geliştirmek ve öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkındaki farkındalık değişimini ve ayrıca nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili kavramlar üzerindeki kavramsal değişimlerinin incelenebileceği bir etkinlik uygulaması amaçlanmıştır. Araştırmanın deseni olarak nicel ve nitel yöntemlerin beraber kullanıldığı karma araştırma deseni kullanılmıştır. İki farklı özel okul ve bir devlet okulunun iki farklı sınıfından gelen 79 tane 11. sınıf öğrencilerle yapılan etkinlikler öncesi, sırasında ve sonrasında ölçme

araçlarının sonuçlarına göre atölye çalışmasına katılan öğrencilerin farkındalıkları ve nanobilim ve nanoteknoloji kavramsal anlamalarında artış olduğu görülmüştür.

Şahin ve Ekli (2013)'nin çalışmasında Türk ortaokullarından öğrencilerin genel anlamda nanoteknoloji konusundaki farkındalık, temel bilgi, görüş ve risk algılarını incelemiştir. Çalışma 6., 7. ve 8. sınıf toplam 1396 öğrenciyle yürütülmüştür. Öğrencilerin algıları ve nanoteknoloji hakkında görüşleri yazarlar tarafından geliştirilen bir anket aracılığıyla ortaya çıkarılmıştır. Öğrencilerin nanoteknoloji hakkında bazı farkındalıklarının, çoğu öğrencinin olumlu duygularının olduğu ve bu konuda görüşlerinin olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik risk algıları, demografik ve duyuşsal etkileri yanında bu algıların fen derslerindeki başarı ve motivasyonu nasıl etkilediği de araştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre, cinsiyet değişkenine göre anlamlı fark görülmemiştir. Ayrıca, bazı demografik ve duyuşsal özellikler değişkenlerinde ve ders başarılarında anlamlı fark görülmüştür.

Karataş ve Ülker (2014) çalışmasını 2011–2012 akademik yılında Doğu Karadeniz’de yer alan bir üniversitenin Fen Fakültesi Kimya Bölümünde ve Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği programında öğrenim gören toplam 53 öğrenci ile yapmıştır. Katılımcılara, 11 açık-uçlu sorudan oluşan bir anket uygulayarak nanobilim ve nanoteknoloji konusu ile ilgili anlamaları ve kimya bilgilerini nanoteknoloji konularına transfer etme düzeyleri araştırılmıştır. Anketten elde edilen ham veriler anlama seviyelerini ortaya çıkaracak şekilde kategorilere ayrılarak analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara dayalı olarak, Fen Fakültesi Kimya Bölümü’ne devam eden öğrenciler biraz daha iyi olmakla birlikte, her iki programdaki öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji ile ilgili kavramları anlama seviyelerinin oldukça düşük olduğu ve sahip oldukları kimya bilgilerini nanoteknoloji konularına yeterince transfer edemedikleri belirlenmiştir. Dolayısıyla hızla gelişen bir alan olan nanoteknoloji hakkında, nano seviyedeki parçacıklar arası ilişkileri irdeleyen bir alan olan kimyada öğrenim gören lisans öğrencilerinin dahi çok fazla bilgisinin olmadığı ve eğitim sistemimizin gelişmekte olan bu alana göre kendisini yeterince güncelleyemediği görülmüştür. Ayrıca çalışmada, nanobilim ve nanoteknolojiye yönelik derslerin programlara zorunlu olarak girmesi zor olacağı için bu alanla ilgili kavramlara temel kimya konuları ve ilgili dersler çerçevesinde atıflarda bulunulması önerilmiştir.

Aslan ve Şenel (2015) fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi amacıyla yaptıkları çalışma

122 fen bilimleri 60 biyoloji 37 fizik 34 kimya öğretmen adayı olmak üzere 253 kişiye uygulanmıştır. Araştırma betimsel tarama yöntemine göre yürütülmüş veri toplama aracı olarak Sagun Gököz (2012) tarafından geliştirilen nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık anketi kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalıkları orta düzeyde olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalıkları arasında bölüm değişkenlerine göre anlamlı fark bulunurken cinsiyet ve akademik başarı düzeyi değişkenlerine göre anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fen alanları öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerini arttırmak üzere çeşitli çalışmalar yapılması önerilmiştir. Öğretmen adaylarının Nanoteknoloji ve Biyoteknoloji farkındalıklarını arttırmak amacıyla öğretim programlarına bu konulara yönelik dersler eklenebilir veya mevcut alan dersleri bu konularla ilişkilendirilerek işlenebilir.

Ateş (2015) çalışmasını 2013/2014 öğretim yılında İstanbul ili Anadolu Yakası'nda çeşitli liselerden yarı yapılandırılmış görüşme ile 20 öğretmen ve 50 öğrenciye uygulamıştır. Nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık anketine ise 1289 öğrenci katılmıştır. Araştırmada yürürlükte olan ortaöğretim kimya programları doğrultusunda hazırlanan ve okutulan ders kitapları sınıf, ünite, konu, alt konu başlığı ve okuma parçası temelinde incelenmiştir. Öğrencilerin bilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeyleri cinsiyeti göre kızlar lehine okul türüne göre fen lisesi lehine ve sınıf seviyesine göre 12. sınıflar lehine anlamlı bir farklılık göstermiştir. Araştırmanın sonuçlarında ise öğrencilerin gelecekte çalışmayı istedikleri alanlarda istihdam edilebilecek bireylerin nano teknoloji eğitimi almalarının faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ancak nanoteknoloji temelli konuların derinlemesine bilinmediği ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin nanoteknolojik risk ve fayda farkındalığına sahip olduğu görülmüştür. Sonuç olarak ders kitaplarında nanobilim ve nanoteknolojiye yüzeysel olarak değinilmiştir. Bu durum nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi bakımından olumsuzluk teşkil etmektedir. İncelenen kimya ders kitaplarında bilim ve nanoteknolojinin içerik metni az sayıda görsel, okuma parçaları, örneklendirme, nanometre birimi, konu başlığı ve içeriği olarak yer alması önemli bir fırsat olarak düşünülmektedir. Öğretmenlerle yapılan mülakatlar sonucunda; nanoteknoloji alanının yeni olması, lisans ve hizmet içi programlarda karşılaşılmamış olunması nedeniyle nanoteknoloji ile ilgili bilgilerinin sınırlı olduğu, ilgili kavramları öğretemeyecek

düzyde oldukları, ders içeriklerinde yer verildiği kadar ve merakları, kişisel ilgileri doğrultusunda bilgi sahibi oldukları ortaya çıkmıştır.

Enil ve Köseoğlu (2016) tarafından yapılan çalışmanın amacı fen bilimleri öğretmen adaylarının teknoloji ile ilgili geleceğe yönelik düşüncelerinin alınması, dünyadaki teknolojik gelişmelerle ilgili farkındalık düzeylerinin belirlenmesi ve bu bilime ne kadar önem verdiklerini sorgulayarak neler yapılması gerektiğinin farkına varılmasını sağlamaktır. Bu çalışma fen bilimleri alanında pedagojik formasyon eğitimi alan öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalığı ilgi ve tutumlarının cinsiyet, yaş, mezun olduğu bölüm gibi değişkenler ile ilişkisini araştırmaktadır. Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Pamukkale Üniversitesi ve Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültelerinde pedagojik formasyon eğitimi alan 154 adet fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarına yönelik nanoteknoloji ile ilgili anket çalışması şeklinde yürütülmüştür. Öğretmen adaylarının bölümleri arasında nanoteknoloji farkındalık düzeylerinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Öğretmen adaylarının çoğunun nanoteknoloji hakkında bilgilerinin az olduğundan ve nanoteknoloji ile ilgili ilk bilgilerini daha çok TV programları aracılığı ile edindiklerini değinilmiştir. Sonuç olarak üniversitede öğrenim gören fen dersleri öğretmen adaylarının yetiştirilmesi için öğretim programlarının teknoloji ile ilgili derslerin eklenmesi ve bunun gelecek nesilleri yetiştirecek olan öğretmen adaylarının daha donanımlı yetiştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kılınç Alpat ve diğerleri (2017) nano teknoloji konusunda işbirlikli öğrenme yönteminin ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve görüşlerine etkisi ile ilgili yaptıkları çalışma 127 kişiye uygulanmıştır. Çalışmada öğrencilerin akademik başarılarına sosyo demografik özelliklerinin ve nanoteknoloji ile ilgili etkinliklere katılma durumlarının etkisi de araştırılmıştır. Araştırmada kontrol gruplu öntest sontest yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubunda oyun kartları ile desteklenmiş işbirlikli öğrenme yöntemi kontrol grubunda ise sunuş öğretim stratejisi uygulanmıştır. Araştırmanın verileri kişisel bilgi formu, nanoteknoloji konusuna ilişkin akademik başarı testi, yapılandırılmış görüşme formu ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile toplanmıştır. Sonuç olarak sontest akademik başarı puanlarına göre deney grubu öğrencilerinin lehine anlamlı bir fark bulunmuştur. Görüşme sonuçlarının nitel analizi ile deney grubu öğrencilerinin etkinlik ile ilgili çoğunlukla olumlu görüşlerde oldukları kontrol grubu

öğrencilerinin ise uygulama eksikliği üzerinde ders işlenişinin sıkıcı ve etkisiz olması gibi olumsuz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. İşbirlikli öğrenme yöntemi gibi aktif öğrenme uygulamaları ile desteklenen öğretim programları öğrencilerin konuya olan dikkat ve ilgilerini artırarak konunun öğrenimini kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Şenel Zor ve Aslan (2018) tarafından yapılan çalışmanın amacı aktivite tabanlı nanobilim ve nanoteknoloji eğitiminin fen alanı öğretmen adaylarının kavramsal eğitimi anlayışı geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda 32 (26 kız, 6 erkek) kişiden oluşan fen bilgisi öğretmen adayları ile 7 hafta süren bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın deseni öntest-sontest basit deneysel desen şeklinde uygulanmıştır. İlk hafta öğrencilerin mevcut kavramsal anlayış düzeylerinin belirlenmesi için öntest uygulanmıştır. Diğer haftalarda sırasıyla “Boyut ve Ölçek”, “Benzersiz Özellikler ve Davranışlar”, “Nanoteknoloji Uygulamaları”, “Araçlar ve Teknikler”, “Bilim, Teknoloji ve Toplum İlişkisi/ Etik Boyutları” konu alanları ile ilgili 5 hafta boyunca 8 etkinlik uygulanmıştır. Bu etkinlikler sonundaki hafta sontest uygulanarak çalışma sonlandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda yapılan öntestlerde öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgi sahibi oldukları görülmüştür. Uygulanan anketler sonucunda öntest ve sontest arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir ( $P > .05$ ). Ancak öğrenciler ile yapılan görüşmeler sonucunda etkinliklerin amacına ulaştığı düşünülmektedir. 2013 fen bilimleri eğitim programında nanobilim ve nanoteknoloji konularının ele alınmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma diğer çalışmalardan farklı olarak öntestte fen bilgisi öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji bilgisine sahip olmalarıdır.

Yurt dışında yapılan çalışmaların genelinde öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerini, görüşlerini (Albe, 2012; Blonder, 2010; Blonder, 2011; Lan, 2012) ve farkındalık düzeylerini (Winkelman, 2014) belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ortaöğretim düzeyindeki nanoteknoloji çalışmalarının öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerini, görüşlerini ve farkındalık düzeylerini (Ambrogio ve diğerleri, 2008; Avila, Avila ve Fine, 2014; Blonder ve Sakhnini, 2012), belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ortaokul düzeyindeki nanoteknoloji çalışmalarının öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerini, görüşlerini ve farkındalık düzeylerini (Blonder ve Rap, 2013; Harmer ve Columba, 2010; Walters ve Bullen, 2008) belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Ülkemizde yapılan nanoteknoloji çalışmalarının genelinde öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerini (Ak, 2009, Balamen, 2009; Ekli ve Şahin, 2010; Kılıç, 2009; Şenel, 2009), görüşlerini (Kadioğlu, 2010) ve farkındalık düzeylerini (Aslan ve Şenel, 2015; Enil ve Köseoğlu, 2016; Ekli ve Şahin, 2010; Şenel Zor ve Aslan 2018) belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ortaöğretim düzeyindeki nanoteknoloji çalışmalarının öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerini, görüşlerini (Kılınç Alpat ve diğerleri, 2017), ve farkındalık düzeylerini (Ateş, 2015; Sagun Gököz, 2012) belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ortaokul düzeyindeki nanoteknoloji çalışmalarının öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerini, görüşlerini (Ekli 2010) ve farkındalık düzeylerini (Şahin ve Ekli, 2013) belirlemek amacıyla yapılmıştır.





## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmada uygulanan model, araştırma evren ve örnekleme, verilerin toplanması ve veri toplama araçları, verilerin çözümlenmesi, yorumlanması konularına yer verilmiştir.

#### 3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada, nicel ve nitel araştırma yöntemleri birlikte eş zamanlı kullanılmaktadır. Araştırmada etkinliklerin nanoteknoloji farkındalığına ve kavramsal anlamalarına etkisi nicel olarak yarı-deneme modellerinden “tek gruplu öntest sontest” basit deneysel desen kullanılmıştır (Tablo 3). Bu desende tek gruba ait öntest ve sontest değerleri arasındaki farkın anlamlılığı test edilir.

Tablo 3

#### *Çalışma Deseni*

Grup	Deney Öncesi	İşlem	Deney Sonrası
Çalışma Grubu	Ön Test (T1, T2)	Nanoteknoloji Etkinlikleri	Son Test (T1, T2, T3)

T1, Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık anketi; T2, Kavramsal Anlama testi; T3, Etkinlik Değerlendirme Formu

#### 3.2. Evren ve Örneklem

Araştırma 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılında; Muğla ili, Fethiye ilçesi, Günlükbaşı Silkar Ortaokulunda yapılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu okulun 7. sınıfları arasından rastgele seçilmiş 4 şubesinde öğrenim gören 36 erkek, 35 kız toplam 71 öğrenciden oluşmaktadır.

### 3.3. Verilerin Toplanması

Çalışmanın verileri öntest ve sontest olarak uygulanan “Nanofarkındalık Anketi” ve “Kavramsal Anlama Testi” ile toplanmıştır. Ayrıca öğrencilerin etkinlik hakkındaki görüşlerini belirlemek için “Etkinlik Değerlendirme Formu” kullanılmıştır. Öğrencilerin etkinlik hakkındaki görüşleri beş açık uçlu soru ile alınmıştır. Nicel veriler “Nanofarkındalık Anketi, Kavramsal Anlama Soruları” ile nitel veriler son testte uygulanan Nanofarkındalık Anketinin son sorusu ve Etkinlik Değerlendirme Formu ile toplanmıştır.

Verileri toplamak amacıyla, ölçme araçlarının öğrencilere uygulanabilmesi için gerekli izinler alınmıştır (EK 17). Çalışmanın uygulandığı okulun müdür ve Fen Bilimleri öğretmenleri ile konuşularak kendilerine araştırma izin yazısı sunulmuş, araştırmanın amacı hakkında bilgi verilmiş ve ölçme araçları araştırmacı tarafından okullarda uygulanmıştır.

Öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik kavramsal anlamalarını belirlemek için bir kavramsal anlama testi hazırlanmıştır. Etkinlik sonrasında etkinlik değerlendirme formu ile öğrencilerin etkinlik hakkındaki görüşleri alınmıştır.

#### 3.3.1. Nanoteknoloji Farkındalık Anketi

Öğrencilerin nanoteknoloji farkındalıklarını belirlemek amacıyla Ekli ve Şahin (2010) ile Sagun Gököz (2012) tarafından yapılan çalışmalarda geliştirilen soru maddeleri, çalışmamız için ortaokul düzeyine uygun olarak yeniden düzenlenip geliştirilerek bu çalışmada kullanılmıştır.

Bu amaçla, nanoteknoloji duyularını ve nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi düzeylerini belirlemek için Ekli ve Şahin (2010)’in ilgili anket maddeleri, nanoteknoloji farkındalıklarının belirlenmesi için Sagun Gököz (2012) tarafından yapılan çalışmalarda geliştirilen soru maddeleri yapılan çalışmaya göre düzenlenmiştir.

Anket geliştirme sürecinde alanda yapılmış çalışmalar incelenmiş ve konu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Nanoteknoloji Farkındalık Anketi; Sagun Gököz (2012) tarafından 11. sınıf öğrencilerine uygulanmış ve Crombach’s alpha güvenirlik katsayısı

0.89 olarak hesaplanmıştır. Aynı ölçme aracı Aslan ve Şenel (2015) tarafından öğretmen adaylarına da uygulanmış ve Crombach's alpha güvenirlik katsayısı 0.93 olarak hesaplanmıştır. Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık anketi bu çalışmanın ön denemeleri için Muğla merkez ve ilçelerinde rastgele seçilmiş 7. sınıf öğrencisine uygulanmış (N=117) ve Crombach's alpha güvenirlik katsayısı 0.94 olarak hesaplanmıştır. İncelemeler doğrultusunda geliştirilmiş anket taslağı eğitim bilimleri ve alan uzmanlarının görüşlerine sunulularak kapsam geçerliği, örnekleme ait deneme grubuna uygulanarak güvenirliği sorgulanmıştır ve ön uygulama sonucunda gerekli düzenlemeler yapılarak anket formuna son şekli verilmiştir.

Nanoteknoloji farkındalık anketinde üçüncü soruda doğru-yanlış soru tipinde toplam 2 madde yer almaktadır. Anket formu tek sayfadan oluşmaktadır ve ilk üç soru öğrencilerin nanoteknoloji duyularının, duyum kaynaklarının, temel bilgi düzeylerinin belirlenmesi ile ilgili soru maddeleri yer almaktadır. Dördüncü bölümde ise öğrencilerin nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin belirlenmesi için altı sorudan oluşan üçlü likert anket maddeleri yer almaktadır. Nanoteknolojiye yönelik görüşler ve risk algıları ile ilgili soruya nanoteknoloji farkındalık anketinin son testinde yer verilmiştir.

### **3.3.2. Kavramsal Anlama Soruları**

“Kavramsal Anlama Soruları” Fen Bilimleri Öğretim Programı’ndaki “Madde ve Değişim” ünitesindeki kazanımlar ile nanoteknoloji hakkında uygulanan açık uçlu sorulara verilen yanıtların içerik analizi sonuçlarına göre öğrencilerin kavram yanlışlıkları dikkate alınarak iki aşamalı soru şeklinde araştırmacı tarafından hazırlanmıştır.

Bu çalışmada da öğrencilerin ilgili kazanımları ve kazandırılmak istenen konuyu anlama düzeylerini belirlemek için iki aşamadan oluşan sorular geliştirilmiştir. İki aşamadan oluşan soruların her iki aşamasında da çoktan seçmeli sorular bulunmaktadır.

İki aşamalı soruların hazırlanması için ilk olarak 7. sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programı’na göre “Madde ve Değişim” ünitesi için konu, kazanım ve zaman tablosu hazırlanmıştır (EK 1). “Madde ve Değişim” ünitesi alt konularının kazanım sayısı ve bu alt konularının öğretimi için ayrılması gereken süre dikkate alınarak, nanoteknoloji konusunun entegre edileceği kazanımlar belirlenerek soru sayısının konu ve kazanımlara dengeli dağılımı gerçekleştirilmiştir. “Kavramsal Anlama Soruları” için 10 soru

hazırlanmıştır. Test sorularının kapsam geçerliliği için “Madde ve Değişim” ünitesi ve nanoteknoloji konusu ile ilgili Belirtge Tablosu (EK 2) hazırlanmıştır.

Testin geçerlik ve güvenilirliği için Fen Eğitimi alanında görev yapmakta olan 2 öğretim üyesi, milli eğitimde görev yapmakta olan 4 öğretmen ve halen yüksek lisans yapmakta olan öğretmenin uzman görüşleri alınmıştır. Uzmanların görüş ve önerileri doğrultusunda düzenlemeler yapılarak testin kapsam geçerliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

### **3.3.3. Etkinlik Değerlendirme Formu**

Bu form ile öğrencilerin etkinlik hakkındaki görüşleri alınmıştır. Etkinlik değerlendirme formu dört sorudan oluşmaktadır ve araştırmacıtarafından hazırlanmıştır.

## **3.4. Araştırmada İzlenen İşlemler**

Ön test-son test basit deneysel desendeki çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için izlenen işlemler;

### **3.4.1. Uygulamaya Hazırlık Çalışmaları**

Bu aşamada uygulanacak ölçme araçlarının ve ders başında verilecek kavramların sunulması yapılmıştır. Sunum hazırlanırken materyal hazırlama tekniklerine uyularak görsel öğelere daha çok yer verilmiştir. Bu aşamada etkinlik malzemelerinin temini sağlanmıştır.

### **3.4.2. Nanoteknoloji Etkinlikleri Çalışma Yapraklarının Hazırlanması**

Uygulama sırasında öğrencilere dağıtılan etkinlik çalışma yapraklarının etkinliklere yönelik olup olmadığı Fen eğitimcisi bir öğretim üyesinin uzman görüşü alınarak belirlenmiştir. Etkinliklerde yer alan bazı soruların ifade bakımından açık ve anlaşılır olmadığı, eksik ifadeler içerdiği tespit edilmiş, bu eksiklikler giderilmiştir.

### 3.4.3.Uygulamanın Pilot Çalışmasının Yapılması

Pilot çalışma Nanoteknoloji farkındalığı kazandırmak için hazırlanan etkinliklerin uygulanabilirliğini incelemek için yapılmıştır. Bu çalışma 2017/2018 eğitim-öğretim yılının ilk döneminde Menteşe Şehit Jandarma Binbaşı Kıvanç Cesur Ortaokulu ve Fethiye Gazi Ortaokulunda bir hafta (3 ders saati) süresince asıl uygulamadan 1 yıl önce gerekli izinler alınarak yapılmıştır (EK 16). 2'si Fethiye Gazi Ortaokulu, 1'i Menteşe Şehit Jandarma Binbaşı Kıvanç Cesur Ortaokulundaki 7. sınıf olmak üzere toplam 3 sınıf ve 79 öğrenci ile pilot çalışma tamamlanmıştır. Çalışma grubunun %52'si kız (41), %48'i erkek (38) öğrencidir. Pilot çalışmada “Karbon Nanotop (Buckyball) Yapalım” adlı bir Nanoteknoloji etkinliği uygulanmıştır. Pilot çalışma sırasında öğrencilerin anlamadığı ifadeler belirlenmiş, etkinlik sırasında zorlandıkları yerler gözlenmiş ve düzeltmeler yapılmıştır. Uygulama sırasında bir etkinlik için iki ders saati verilen sürenin fazla olduğu görülmüştür. Esas uygulama için bir etkinliğin yetersiz olduğu görülmüştür. Ölçme araçlarının üzerinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Esas uygulama için etkinliklerin süresi üç ders saati yeterli görülmüştür.

### 3.4.4. Deneysel Uygulamanın Yapılması

Etkinlikler daha önceden araştırmacı tarafından denenmiş ve gerekli olabilecek malzemeler belirlenmiştir. Yapılacak etkinliklerde kullanılacak malzemelerin çoğu araştırmacı tarafından temin edilmiştir. Uygulama, fen bilimleri yıllık planında belirtildiği gibi bir haftalık sürede yapılmıştır. Çalışma grubu öğrencileri uygulama boyunca tüm etkinlikleri grupça tamamlamışlardır. Gruplardaki öğrenci dağılımının dengeli, etkinliklerin verimli olması için araştırmacı tarafından sınıf mevcuduna göre ikişer kişilik gruplar oluşturulmuştur. Grupça çalışmaya elverişli oturma düzenini sağlamak için sıralar gruplandırılmıştır ve sıralar arasında yeterli boşluk bırakılmıştır. Öğrencilerin birbirleriyle rahatça iletişim kurabilecekleri, etkinlik çalışma yapraklarındaki soruları birlikte cevaplayabilecekleri, tasarım yapabilecekleri ortam sağlanmıştır. Öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili farkındalık ve kavramsal anlama düzeylerinin belirlenmesi için öntest uygulanmıştır. Öntest için önce nanoteknoloji farkındalık anketi daha sonra kavramsal anlama soruları dağıtılmıştır. Ön test için 15 dk. ayrılmıştır. Ders başında, öğrencilerin etkinliklerle birlikte nanoteknolojiyi kavramaları

için ilk 15 dk. sunum yapılmıştır. Öğrencilerin etkinlik sırasında ne yapılması istendiğini daha iyi anlayabilmeleri için gruplara etkinlik yaprağı dağıtılmıştır.

Öğrencilere ilk etkinlik için yaklaşık 30 dakika süre verilmiştir. Diğer etkinlik için, öğrencilere yaklaşık 20 dakika süre verilmiştir. Çalışma yapraklarındaki soruları grupça tartışarak cevaplandırmaları istenmiştir. Etkinlikler sonunda son test için 20 dk. ayrılmıştır. Son testte sırasıyla nanoteknoloji farkındalık anketi, kavramsal anlama soruları ve etkinlik değerlendirme soruları dağıtılmıştır. Tüm bu uygulamalar aynı gün içinde yaklaşık üç ders saatinde tamamlanmıştır.

Araştırmacı tarafından, konunun kavramları vurgulanmaya ve öğrencilerin öğrendikleri yeni kavramların etkinliklerle ilişkisini kurmaları sağlanmıştır. Her bir sınıf için etkinlik bu aşamalar izlenerek yürütülmüştür. Dört sınıfta da ikişer etkinlik üçer ders saati süresince gerçekleştirilerek toplam bir haftada tamamlanmıştır.

### **3.5. Verilerin Analizi**

Verilerin analizi için nitel ve nicel analiz birlikte kullanılmıştır. Dağılımın normalliği örneklem büyüklüğüne göre Shapiro Wilk veya Kolmogorov Smirnov testi ile belirlenmiştir. Tek bir grup ve bu grup üzerinde yapılan iki ölçme söz konusu olduğu için ilişkili gruplarda testi kullanılmıştır. İstatistikî yöntemlerden yüzde (%), aritmetik ortalama(M), standart sapma(SS) ve frekans (N) hesaplamalarından yararlanılarak SPSS 22 paket programı kullanılmıştır.

Çalışmada, ön test-son test puanları karşılaştırılırken öğrenci sayısı 71 olduğu için Kolmogorow-Smirnow; her sınıfın ön test-son test puanları karşılaştırılırken öğrenci sayısı 50'den küçük olduğu için Shapiro-Wilk testi kullanılarak öğrencilerin almış oldukları puanların normalliğe uygunluğu incelenmiştir. Sonuç puanların dağılım normalliği uygun ise parametrik testler, normal dağılıma uygun değilse parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Puanların dağılım normalliği incelenerek, veriler normal dağılıma uyuyorsa, ilişkili gruplar t-testi, ilişkisiz gruplar t-testi; normal dağılıma uymuyorsa, Wilcoxon işaretli sıralar testi, Man Whitney U ve Kruskal Wallis H testi testi kullanılmıştır.

Etkinlik değerlendirme formundaki verilerin içerik analizi yapılmıştır.

Veri toplama araçlarının analizleri ile ilgili ayrıntılı bilgiler alt başlıklar ile sunulmaktadır.

### **3.5.1. Nanoteknoloji Farkındalık Anketi**

Ekli (2010) ve Sagun-Gököz (2012) çalışmalarından yararlanılarak araştırmacı tarafından hazırlanan nanoteknoloji farkındalık anketi, bu çalışmalara benzer şekilde puanlanmıştır. Bu çalışmada nanoteknoloji farkındalık anketi sorularına doğru seçeneği işaretlenmişse 1 (bir) puan, yanlış seçenek işaretlenmişse öğrenciye 0 (sıfır) puan verilmiştir. Nanoteknoloji Farkındalık Anketinden alınabilecek en düşük puan sıfır, en yüksek puan 8'dir. Öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan Nanoteknoloji Farkındalık Anketinin puanlanması gerçekleştirilmiş, elde edilen nicel verilerin analizi SPSS 22 paket programı ile yapılmıştır.

### **3.5.2. Kavramsal Anlama Soruları**

Yapılan çalışmalardaki ikili teşhis testi puanlamalarına ilişkin açıklamalara benzer şekilde, bu çalışmada da kavramsal anlama sorularında doğru seçenek-doğru neden işaretlenmişse 1 (bir) puan, iki aşamanın herhangi birinde veya her iki aşamada da yanlış seçenek işaretlenmişse öğrenciye 0 (sıfır) puan verilmiştir (Karataş, Köse ve Coştu, 2003, Mutlu ve Acar-Şeşen, 2015, Koca Şentürk, 2017). Kavramsal Anlama Sorularından alınabilecek en düşük puan sıfır, en yüksek puan 10'dur. Öğrencilere ön test ve son test olarak uygulanan Kavramsal Anlama Soruları puanlanması gerçekleştirilmiş, elde edilen nicel verilerin analizi SPSS 22 paket programı ile yapılmıştır.

### **3.5.3. Etkinlik Değerlendirme Formu**

İçerik analizi, çeşitli şekillerde toplanan verilerin derinlemesine incelenmesini gerektirir. Önceden belli olmayan temaların ortaya çıkarılmasına olanak sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Bu çalışmada da toplanan verilerden temalar, alt temalar ve kategoriler oluşturulmuştur. Etkinlik değerlendirme formundan elde edilen verilerin analizi birbirini izleyen ve etkileyen basamaklarda gerçekleşir. Verilerin azaltılması için bütün kâğıtlardaki cevaplar yazılmıştır ve aynı cevaplar gruplandırılmıştır. Cevaplar araştırmacı ve bir fen eğitimcisi

tarafından incelenerek öğrenci cevaplarındaki benzer veya yakın ifadeler tema, alt tema ve kategorilere ayrılarak sınıflandırılmıştır. Sonuç çıkarma ve doğrulamada gerekli düzeltmeler yapılarak görüş birliği sağlanmıştır. Verilerin sunulması için temaların, alt temaların, kategorilerin, öğrenci görüşleri frekansının ve örnek öğrenci görüşlerinin bulunduğu tablo oluşturulmuştur. Böylece etkinlik değerlendirme formundaki öğrenci görüşlerin içerik analizi yapılmıştır.





## BÖLÜM IV

### BULGULAR

Bu bölümde çalışma gruplarının Nanoteknoloji Farkındalık Anketi ve kavramsal anlama soruları ve etkinlik değerlendirme formunda yer alan sorulara verdikleri cevaplardan elde edilen veriler tablolar halinde her bir alt problem başlığı altında sunulmuştur.

#### 4.1. Birinci Alt Probleme ilişkin Bulgular

Birinci alt problem, “Öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki farkındalık puanları öntest sontest arasında anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklinde ifade edilmiştir.

Yapılan Shapiro-Wilk testine göre, ön test ve son test olarak uygulanan Nanoteknoloji farkındalık anketinden aldıkları puanlardan ön test ve sontest puanları normal dağılım göstermediğinden (pön test=0,000<0,05; pson test=0,000 <0,05), parametrik olmayan bir test olan Wilcoxon işaretli-sıralar testi uygulanmıştır.

Tablo 4

*Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Öntest-Sontest Puanları Arasındaki Farkın Anlamlılığını Test Etmek İçin Yapılan Wilcoxon İşaretlenmiş sıralar Testi Sonuçları*

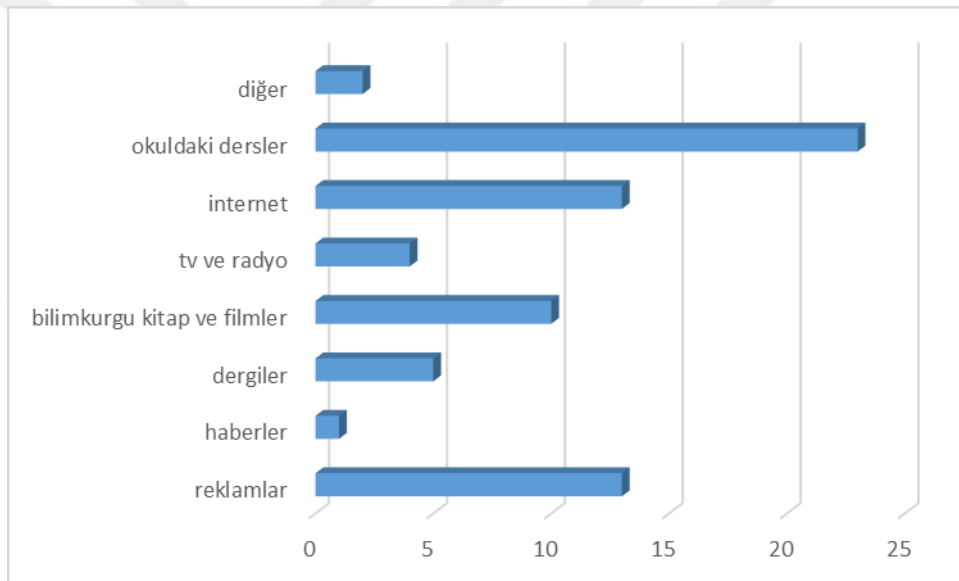
Puan	Sıralar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Farkındalık anketi öntest – sontest puanı	Negatif Sıralar	1	4	4	-7,053	,000
	Pozitif Sıralar	65	33,95	2207		
	Eşit	5				
	Toplam	71				

Nanoteknoloji farkındalık anketi sonucunda öntest ve sontest arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Etkinlikler ile öğrencilerin farkındalık düzeylerinde olumlu yönde bir değişim gerçekleşmiştir. Öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili ne kadar duyum sahibi oldukları ankette yer alan 1. soru maddesi ile sorulmuştur. Nanoteknoloji farkındalık anketi “Bugüne kadar nanoteknoloji hakkında ne kadar şey duydunuz?” Öğrencilerin büyük

çoğunluğu ( $X = 2.28$ ,  $n = 71$ , %49.3) nanoteknoloji ile ilgili “biraz” duyum sahibi olduğunu belirtmiştir. Ancak önemli bir kısım ( $n = 13$ , %18.3) öğrencinin de nanoteknoloji hakkında “hiçbir şey” duymadığı görülmektedir.

Nanoteknoloji duyumları cinsiyet ve ders başarısı değişkenleri açısından incelenmiştir. Cinsiyet ve ders başarısı açısından anlamlı bir farklılık elde edilememiştir ( $p > 0.05$ ).

Öğrencilere nanoteknoloji ile ilgili ne kadar şey duydukları ölçüldükten sonra bu duyumları hangi kaynaklardan edindikleri sorulmuştur. Seçeneklerde reklam, gazete, dergi, internet gibi farklı kaynaklar yer almaktadır. Nanoteknoloji alanında bilgi sahibi olduğunu belirten öğrencilerin, bu alandaki ilk duyumlarını nereden aldıkları sorusuna verdikleri cevaplar değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki grafikte belirtilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Nanoteknoloji duyumları ile ilgili anket maddesine verilen cevapların dağılımı ( $n = 71$ ,  $X = 4.86$ )

Nanoteknoloji farkındalık anketi 2. sorusu ile öğrencilerin ilk duyumlarının nerelerden olduğu görülmüştür. Grafikte yer alan yüzde değerlere göre, öğrencilerin nanoteknoloji duyumlarını daha çok okuldaki derslerden(%32.4), internet ve reklamlardan(%18.3), bilim kurgu kitaplarından (%14.1), dergiler (%7) ve TV-radyo programlarından (%5.6) edindikleri görülmüştür. %2.8’lik bir kısım öğrenci bu soruya diğer şıkkını işaretleyerek, bilgilerini ankette yer almayan farklı bir kaynaktan edindiklerini belirtmişlerdir (Şekil 1). Bu öğrenciler diğer şıkkının yanındaki boşluğa duyum kaynaklarını yazmışlardır. Yazılan

veriler incelendiğinde bu öğrencilerin duyularını ailelerinden (n= 2) elde ettikleri görülmüştür.

Tablo 5

*Öğrencilerin Nanoteknoloji Hakkındaki Görüşleri*

Tema	Alt Tema	Kategori	f	Örnek İfadeler
Etkinlikte Hissedilenler	Hisler	İyi	43	Çok iyi bir his bıraktı. Çünkü günlük yaşantımızda teknolojik ürünleri geliştirdiğini ve kullandığımız eşyaların çoğunda bulunduğunu öğrendim (Ö53). Örneğin ıslanmayan kumaş, uçakları radarların görmemesi değişik geldi, beğendim (Ö27).
		Kötü ve riskli	5	Nanoteknoloji riskli. Çünkü kötü amaçlar için kullanılabilir (Ö36).
		Ne iyi ne kötü	3	Nanoteknoloji bence ne iyi ne kötü. Çünkü hayatımızı kolaylaştırıyor bazen de kötüleştiriyor (Ö8).
	Yorum	Olumlu	1	Çok eğlenceliydi. Biraz zor ama güzel (Ö31).
		Olumsuz	1	Fazla matematik içerdiği için sıkıcı (Ö33).

Uygulanan etkinlikleri değerlendiren öğrencilerin (n=43) çoğu etkinliklerin iyi his bıraktığını ifade ederek nanoteknolojinin günlük hayatta kullanılan materyaller ile ilişkisinden söz etmişlerdir.

#### 4.2. İkinci Alt Problem ilişkin Bulgular

İkinci alt problem, “Öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki kavramsal anlamaları öntest sontest arasında anlamlı bir farklılık göstermekte midir?” şeklinde ifade edilmiştir.

Yapılan Shapiro-Wilk testine göre, ön test ve son test olarak uygulanan kavramsal anlama sorularından aldıkları puanlardan ön test ve sontest puanları normal dağılım göstermediğinden ( $P_{\text{ön test}}=0,000<0,05$ ;  $P_{\text{son test}}=0,000<0,05$ ), parametrik olmayan bir test olan Wilcoxon işaretli-sıralar testi uygulanmıştır. Wilcoxon işaretli-sıralar testi bulguları Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6

*Kavramsal Anlama Soruları Öntest-Sontest Puanları Arasındaki Farkın Anlamlılığını Test Etmek İçin Yapılan Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi Sonuçları*

Puan	Sıralar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Farkındalık Sontest Puanı - Farkındalık Öntest Puanı	Negatif Sıralar	2	33,5	67	-6,651	,000
	Positif Sıralar	64	33,5	2144		
	Eşit	5				
	Toplam	71				

Nanoteknoloji kavramsal anlama sorularına ilişkin öntest ve sontest arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Etkinlikler ile öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerinde olumlu yönde bir değişim gerçekleşmiştir.

### 4.3. Üçüncü Alt Problem

Üçüncü alt problem, “Öğrencilerin nanoteknoloji farkındalıkları ve kavramsal anlamaları cinsiyetleri ve akademik başarıları bakımından farklılık göstermekte midir?” şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 7

*Nanoteknoloji Farkındalık Anketinin Cinsiyet Değişkenine İlişkin Mann Whitney U-Testi Sonuçları*

	Cinsiyet	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	P
Ön Test	Kız	35	32,89	1151	521	1,300	0,194
	Erkek	36	39,03	1405			
	Toplam	71					
Son Test	Kız	35	37,46	1311	579	- 0,597	0,551
	Erkek	36	34,58	1245			
	Toplam	71					

Tablo 7’de gösterilen öntestde erkek öğrenciler son testde kız öğrenciler lehine sonuçlar bulunmuştur. Mann Whitney U-testi sonuçlarına göre, nanoteknoloji farkındalıkları açısından, kız öğrencilerle erkek öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

Tablo 8

*Nanoteknoloji Kavramsal Anlama Sorularının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Mann Whitney U-Testi Sonuçları*

	Cinsiyet	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	Z	P
Ön Test	kız	35	36,51	1278,00	612	-0,218	0,827
	erkek	36	35,50	1278,00			
	Toplam	71					
Son Test	kız	35	40,23	1408,00	482	-1,719	0,086
	erkek	36	31,89	1148,00			
	Toplam	71					

Tablo 8’de gösterilen Mann Whitney U-testi sonuçlarına göre, nanoteknoloji kavramsal anlama soruları açısından, kız öğrencilerle erkek öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).

Öğrencilerin cinsiyete göre nanoteknoloji farkındalıklarında ve kavramsal anlamalarına anlamlı bir fark görülmemiştir.

Tablo 9

*Öğrencilerin Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarılarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları*

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	P	Statistic	df	P
Akademik başarı	,229	71	,000	,830	71	,000

Normallik dağılımı parametrik dağılmadığı için nonparametrik testlerden Kruskal Wallis H-testi kullanılmıştır.

Tablo 10

*Nanoteknoloji Farkındalık Anketinin Fen Bilimleri Ders Başarıları Değişkenine İlişkin Kruskal Wallis H-testi Sonuçları*

	Fen Başarısı	N	Sıra Ortalaması	sd	$\bar{X}$	P
Ön Test toplam puanı	Zayıf	7	21,43	4	8,98	0,061
	Geçer	12	36,75			
	Orta	9	26,89			
	İyi	15	34,93			
	Pekiyi	28	42,82			
	Toplam	71				

Son Test toplam puanı	Zayıf	7	33,79	4	2,41	0,660
	Geçer	12	28,46			
	Orta	9	36,39			
	İyi	15	37,23			
	Pekiyi	28	39,00			
	Toplam	71				

Tablo 10’da gösterilen Kruskal Wallis H-testi sonuçlarına göre, nanoteknoloji kavramsal anlama soruları açısından, fen bilimleri ders başarılarına göre farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).

Tablo 11

*Nanoteknoloji Kavramsal Anlama Sorularının Fen Bilimleri Alanındaki Akademik Başarılarına İlişkin Kruskal Wallis H-testi Sonuçları*

	Fen Başarısı	N	Sıra Ortalaması	sd	$\bar{X}$	P
Ön test toplam puanı	Zayıf	7	45,00	4	7,87	0,097
	Geçer	12	34,04			
	Orta	9	29,06			
	İyi	15	27,33			
	Pekiyi	28	41,46			
	Toplam	71				
Son test toplam puanı	Zayıf	7	37,71	4	4,21	0,378
	Geçer	12	30,08			
	Orta	9	26,72			
	İyi	15	41,10			
	Pekiyi	28	38,36			
	Toplam	71				

Tablo 11’de gösterilen Kruskal Wallis H-testi sonuçlarına göre, nanoteknoloji kavramsal anlama soruları açısından, fen bilimleri ders başarılarına göre farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).

#### 4.4. Dördüncü Alt Problem

Dördüncü alt problem, “Yapılan nanoteknoloji etkinliklerine ilişkin öğrenci görüşleri nedir?” şeklinde ifade edilmiştir.

Tablo 12’de, öğrencilerin etkinlik değerlendirme formunda bulunan 1. soruya verdikleri cevapları göstermektedir.

Tablo 12

*“Bu etkinlikte ne öğrendim?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri*

Tema	Alt tema	Kategori	f	Örnek ifadeler
Etkinlikten Öğrenilenler	Terim/ Kavram	Fullerenler/ Karbonnanotop	20	Nanotopun şeklini, nerde kullanıldığını öğrendim ve bize faydalarını anladım (Ö15).
		Nanoteknoloji	12	Nanoteknolojinin ne olduğunu ve nerede kullanıldığını öğrendim (Ö2).
		Euler Teoremi	11	Nanotopun köşe sayısı, kenar sayısı ve yüzey sayısı ile oluşan bağıntısını öğrendim. Atomların birleşerek molekül oluşturduğunu yaptık (Ö41).
		Nanoparçacık	3	Nanoparçacığın hangi boyutta olduğunu öğrendim (Ö30).
	Fayda/Zarar	Nano	2	Nano teriminin ne olduğunu öğrendim (Ö27).
		Fayda	4	Nanoteknolojinin faydalarını öğrendim (Ö10).
		Ürün	1	Nanoteknolojinin hayatımıza iyi bir etki yaratacağını öğrendim. Nanoteknoloji ürünlerinin faydalarını öğrendim (Ö50).

Uygulanan etkinlikleri değerlendiren öğrencilerin (n=20) çoğunun karbon nanotop, nanoteknoloji ve atom-molekül ilişkisini öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Tablo 12’de verilen öğrenci görüşlerinden yola çıkılarak, nanoteknoloji etkinliklerinin terimleri öğrenmede öğrenciler üzerinde olumlu etkisinin olduğu düşünülebilir.

Tablo 13’de, öğrencilerin etkinlik değerlendirme formunda bulunan 2. soruya verdikleri cevapları göstermektedir.

Tablo 13

*“Neyi iyi yaptım? Neden?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri*

Tema	Alt tema	Kategori	f	Örnek ifadeler	
Öğrencilerin etkinlikte neleri iyi yaptığı	Terim/ Kavram	Nanotop	27	Nanotopu iyi yaptık. Güzel ve basitti (Ö53).	
		Atom	3	Karbon atom modelini iyi yaptım (Ö44).	
		Nanoteknoloji	2	Nanoteknoloji (Ö6).	
		Deney	2	Yaptığımız deneyi iyi öğrendim (Ö52).	
	Hisler	İyi		3	Hepsinde başarılıyım. Çünkü çok güzel etkinliklerdi (Ö24).
				2	Bu etkinlikler boyunca miknatıs ile oynayıp şekilleri iyi yaptım. Çünkü bu etkinliği çok sevdim (Ö33).
	İnce Kas Motor Becerileri	Birleştirme		9	9’ar 9’ar birleştirerek yuvarlağı ve üçgen yapmayı. Çünkü basitti (Ö27).
			Yapıştırma	4	Nanotopu katlamayı ve yapıştırmayı (Ö22).
	Matematiksel Düşünme Becerileri	Hesaplama		1	Hesaplamayı. Çünkü çok sevdim (Ö45).

Uygulanan etkinlikler ile kendilerini değerlendiren öğrencilerin (n=27) çoğu karbon nanotop, etkinliğini iyi yaptıklarını ifade etmişlerdir. Öğrenciler, uygulanan etkinlikleri kendileri yaptıkları için konunun daha çok akıllarında kaldığını; etkinliklerin eğlenceli ve pekiştirici olduğunu ifade etmişlerdir.

Tablo 13’de verilen öğrenci görüşlerinden yola çıkılarak, nanoteknoloji etkinliklerini sevdiğini vurgulayarak etkinliklerin öğrenciler üzerinde olumlu etkisinin olduğu düşünülebilir.

Tablo 14’de, öğrencilerin etkinlik değerlendirme formunda bulunan 3. soruya verdikleri cevapları göstermektedir.

Tablo 14

*“Hangi konuda zorlandım veya nerede yardıma ihtiyacım oldu? Neden?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri*

Tema	Alt tema	Kategori	f	Örnek ifadeler
Zorlanılan Yerler	Terim/ Kavram	Nanotop	1	Nanotop yapımında arkadaşımın yardım aldım
			2	(Ö2).
	İnce Kas Motor Becerileri	Mıknatıslanma	9	Mıknatısları üçgen yapmakta ve bunları birleştirirken zorlandım. Çünkü gücü çok fazla (Ö21).
			6	Nanotopu yapıştırırken zorlandım (Ö44).
	Matematiksel Düşünme Becerisi	Matematiksel İşlemler	3	Hesaplama yardım aldım. Çünkü yapamadım (Ö8).
			1	Hiçbir yerde zorlanmadım. Çünkü her şey çok basitti (Ö49).
	His		6	
Kullanılan Ölçme Araçları	Testler	7	Nanoteknoloji testlerinde zorlandım (Ö33).	

Uygulanan etkinlikler ile kendilerini değerlendiren öğrencilerin (n=12) çoğu karbon nanotop, etkinliğinde zorlanmadıklarını ifade etmişlerdir. Öğrenciler, uygulanan etkinliklerin basit ve eğlenceli olduğunu ifade etmişlerdir. Tablo 14’de verilen öğrenci görüşlerinden yola çıkılarak öğrencilerin zorlandıkları alan ise ince kas motor becerileri gerektiren kesme, yapıştırma ve mıknatısları birleştirme olarak görülmektedir.

Tablo 15’te, öğrencilerin etkinlik değerlendirme formunda bulunan 4. soruya verdikleri cevapları göstermektedir.



Tablo 15

*“Bu çalışmayı tekrar yapsaydım neleri farklı yapardım?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri*

Tema	Alt tema	Kategori	f	Örnek ifadeler
Etkinlik ten Öğrenil enler	Terim/ Kavram	Nanotop	22	Nanotopun şeklini değiştirdim (Ö38).
	Kullanılan Ölçme Araçları	Testler	9	Daha fazla bilgim olsaydı testleri daha iyi doldururdum (Ö10).
	İnce Kas Motor	Mıknatıslanma	4	Mıknatısların şekillerini değişik yapardım (Ö14).
	Becerileri	Yapıştırma	1	Biraz daha düzgün yapıştırdım (Ö12).
		Hiçbirşeyi	16	Hiçbir şeyi farklılaştırmazdım. Çünkü çok eğlendim (Ö51).

Görüşme yapılan öğrencilerden 26’sı etkinliklerin daha farklı şekilde nasıl yapılabileceğine yönelik önerilerde bulunmuştur. Uygulanan etkinlikleri değerlendiren öğrencilerin (n=22) çoğu karbon nanotopun şeklini değiştireceklerini ifade etmişlerdir. Öğrenciler, uygulanan etkinliklerin eğlenceli olduğunu ifade ederek etkinlikler üzerinde değişiklik yapmayacaklarını söylemişlerdir. Öğrenciler, karbon nanotopun daha farklı şekillerde ve daha farklı malzemeler ile yapılabileceğini önermişlerdir.

## BÖLÜM V

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, kazanımlarla ilişkilendirilen nanoteknoloji etkinliklerinin öğrencilerin nanoteknoloji farkındalıkları ve kavramsal anlamaları üzerinde etkisini ve uygulamalara ilişkin öğrenci görüşlerini ortaya koymak için yapılan bu araştırmada elde edilen bulgularından ulaşılan sonuçlar ve tartışmayla; konuya ilişkin daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutabileceği düşünülen bazı önerilere yer verilmiştir.

#### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Elde edilen bulgular doğrultusunda; öğrencilerin Nanoteknoloji konusuna ilgili oldukları ve konunun öğrencilerin dikkatini çektiği söylenebilir. Çalışma sonuçlarından Nanoteknolojinin günümüz teknolojisi olması, öğrencilerin bu konuyu ilgi çekici ve bilgilendirici bulması konunun ilköğretim ve ortaöğretim fen eğitimi müfredatına eklenmesini destekleyici niteliktedir. Fakat yapılan araştırmalar, Nanoteknoloji eğitiminin belirli bir konu başlığı olarak verilmesinin yanı sıra fen müfredatına konuya özgü kavram ve bilimsel olaylarla entegre edilmesi gerektiğini, bu durumun Nanoteknoloji konusunu disiplinler arası bir yaklaşımla verilmesini sağlayacağını belirtmektedir (Ak, 2009). Şenel (2009), yüksek lisans tezinde biyoloji, fizik, kimya ve matematik öğretmen adaylarının, Nanoteknolojideki temel kavramları öğrenebilmeleri için bir rehber materyal geliştirmiş ve bu rehber materyalin öğrenme düzeylerine etkisini incelemiştir. Bu alanda yapılacak benzer araştırmalarla ilköğretim ve ortaöğretim düzeyindeki Fen Bilimleri (fizik, kimya, biyoloji) öğretmenleri ve öğretmen adayları Nanoteknoloji konusunda hizmet içi ve hizmet öncesi eğitimler ile bilgilendirilebilir.

Sagun Gököz (2012) araştırmasında nanoteknoloji atölyesi çalışmasına katılan öğrencilerin nanoteknoloji kavramsal anlamalarında ve farkındalık düzeylerinde artış olduğunu tespit etmiştir. Kılınç Alpat ve diğerleri (2017) çalışmasında işbirlikli öğrenme

ortamında öğrencilerin nanoteknoloji farkındalık düzeylerinde artış olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da diğer çalışmaları destekler sonuçlar gözlemlenmiştir. Etkinliklerle desteklenen öğretim sürecinin nanoteknoloji farkındalık ve kavramsal anlamalarında artış olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0,000$ )

Elde edilen görüşme bulguları; öğrencilerin yapılan etkinlikler hakkında yüksek oranda olumlu görüşlere sahip olduğunu, fakat düşük oranda da olsa bazı olumsuz görüşlerin varlığını da göstermektedir. Bu olumsuz görüşlerde öğrenciler; grup içi çalışma, ince kas motor becerileri ve matematiksel düşünme becerisi gerektiren konularda sıkıntı yaşadıklarını söylemişlerdir. Grup içi çalışma konusundaki olumsuz görüşler; grup arkadaşları ile yaşadıkları problemlerden, bütün grup üyelerinin aynı ilgi ve özende çalışmamasından ve grup içinde fikir birliğine varılamamasından kaynaklanmış olabilir. Kılınç Alpat ve diğerleri (2017) çalışmalarında bu sonuca benzer şekilde işbirlikli çalışmaya olumsuz yaklaşımda bulunan öğrenciler olduğunu ve bu durumun grup içinde kişisel sorumluluğunu yerine getirmeyen bazı pasif öğrencilerden kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir.

Ekli (2010) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin büyük çoğunluğunun ( $n = 1256$ , %90) nanoteknoloji ile ilgili çok az duyum sahibi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin ön test sonucunda nanoteknoloji farkındalıklarının ve kavramsal anlamalarının az olduğu ve cinsiyet açısından değerlendirildiğinde, erkek öğrencilerin kız öğrencilere oranla nanoteknolojiye yönelik farkındalıklarının daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. ABD, Kanada (Nerlich, Clarke ve Ulph, 2007) ve İngiltere'de (Cobb ve Macoubrie, 2004) yapılan benzer araştırmaların sonuçları cinsiyet değişkeni açısından değerlendirildiğinde, erkeklerin nanoteknolojiye yönelik daha olumlu görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmada öğrencilerin farkındalık ve kavramsal anlamalarında cinsiyet ve fen başarısı değişkenleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Aslan ve Şenel (2015) yaptığı çalışmada öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin orta düzeyde olduğu, erkek öğrencilerin kız öğrencilerine oranla ortalama puanlarının daha yüksek olduğu ve yüksek, orta ve düşük başarı düzeyine sahip öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık anketinden aldıkları puanlar birbirinden farklı olmasına rağmen öğretmen adaylarının akademik başarı düzeyleri ve nanoteknoloji farkındalıkları arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Ancak bu çalışmada etkinlik

sonucunda 7. sınıf öğrencilerinin nanoteknoloji farkındalıklarının ( $\bar{X} = 2.28$ ,  $n= 71$ , %49.3) etkinlik öncesinde “biraz” duyum sahibi oldukları gözlemlenmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin çoğu ilk duyuları okuldaki derslerden duyduklarını ifade etmiştir. Bu durumun sebebini ise sosyal bilgiler kitabında bulunan nanoteknolojinin tanıtımı ile ilgili metin açıklamaktadır (EK 14). Nanoteknoloji ile ilgili farkındalık oluşturmada medyanın etkisinin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Nanoteknoloji öğrencilerin sadece duymaları ve karşılaşmış olmaları olumlu bir durumdur. Benzer olarak Sagun Gököz (2012) Nanoteknoloji ile öğrencilerin karşılaşmalarında medyanın (internet ve haber programları) en etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır (EK 15). Bu sonuç (Ekli, 2010) ile de desteklenmektedir. Araştırmaya katılan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili bilgi yetersizliği, ders programlarının yetersiz olması, ders kitaplarındaki içerik yetersizliği, öğrencilerin sınav kaygıları nedenleriyle derslerinde nanoteknoloji konularına yer vermemesi, ileride ihtiyaç duyulabilecek bilim okuryazarı bireylerin yetişmemesine neden olabilir. Bu çalışmada kavram ve etkinlikler ile nanoteknolojik gelişmelerden bahsedilirken kazanımların öğretiminin gerçekleştirilmesi olumlu bir durum olarak değerlendirilebilir. Nanoteknoloji etkinliklerinin, öğrencilerin düşünmelerine, sorgulamalarına, yapmış oldukları etkinlikleri değerlendirmelerine ve yeniden düzeltmelerine sürenin yetersiz geldiği düşünülebilir; ancak öğrencilerin bu çalışma şeklinde, etkili iletişim ve işbirliği yapma yeteneğini kazandıkları düşünülmektedir. Nanoteknoloji uygulamalarına farklı kazanım ve derslerde de yer verilmesinin öğrenciler üzerinde olumlu olacağı düşünülebilir.

## 5.2. Öneriler

1. Nanoteknoloji gibi yeni gelişen teknolojilere eğitim programlarında ilköğretim düzeyindeki öğrencilere kısa ve uzun vadeli atölye çalışmaları, yaz okulları, sergi, tanıtım, müze sergisi, multimedya etkinlikleri, okuma parçaları ve resimlere yer verilerek, farkındalık düzeylerinin artırılması gerekmektedir.
2. Nanoteknolojinin interdisipliner özelliğinden dolayı Sosyal Bilgiler ders kitabında okuma parçası olarak yer aldığı görülmüştür (EK 14). Nanoteknolojinin bütün sınıf düzeylerinde işlenmesi ve özellikle Fen Bilimleri ders kitaplarında yer verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

3. Araştırmacı tarafından, Fen Bilimleri dersi kazanımlarıyla ilişkilendirilerek programda yer verilebilecek nanoteknoloji ile ilgili kavramlara bir örnek olarak aşağıda yer alan tablo oluşturulmuştur.

Tablo 16

*İlgili kazanımlarla ders kitaplarında yer alabilecek nanoteknoloji kavramları*

Sınıf	Nanoteknoloji İle İlgili Kavramlar	Kavramların İlişkilendirildiği Kazanımlar		Kazanımın Yer Aldığı Ünite
		2013	2018	
7	Nano Kavramı Nanometre (nm)	7.3.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir. 7.3.1.4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar. 7.3.1.5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar.	F.7.4.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıklarını söyler. F.7.4.1.3. Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder. F.7.4.1.4. Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar.	Madde ve Değişim
6	Nano materyaller Karbon nanotüpleri Nano tabancalar	6.6.1.2. Binalarda ısı yalıtımının önemini, aile ve ülke ekonomisi ve kaynakların etkili kullanımı bakımından tartışır. 6.6.1.3. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler.	F.6.7.1.2. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklar.	Madde ve Isı
7	Güneş hücreleri ve güneş pilleri	7.4.2.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yeniye uygulamalarına örnekler verir ve kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemini tartışır.	F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yeniye uygulamalarına örnekler verir. Kaynakların etkili kullanımı bakımından Güneş enerjisinin önemi vurgulanır.	Aynalarda Yansıma ve Işığın Soğurulması
7	Nano Tekstil	7.2.2.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojiye uygulamalarına örnekler verir (kuvvet, yüzey alanı).	x	Kuvvet Ve Enerji
6	Biyolojik nano motorlar Nano makineler	6.1.3.3. Solunum sisteminin sağlığını korumak için yapılması gerekenleri araştırma verilerine dayalı olarak tartışır. 6.1.4.6. Dolaşım sisteminin sağlığını korumak için yapılması gerekenleri araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.	x	Vücutumuzdaki Sistemler
6_7	Nano kozmetik	7.1.4.3. Duyu organlarındaki kusurlara ve bu kusurların giderilmesinde kullanılan teknolojilere örnekler verir. 7.1.4.4. Duyu organlarının sağlığını korumak için alınması gereken tedbirleri tartışır.	F.6.6.2.3. Duyu organlarındaki kusurlara ve bu kusurların giderilmesinde kullanılan teknolojilere örnekler verir. F.6.6.2.4. Duyu organlarının sağlığını korumak için alınması gereken tedbirleri tartışır.	Vücutumuzdaki Sistemler

4. Nanoteknoloji eğitimi yeni bir alan olduğundan, öğrencilerin bu alan ile ilk kez karşılaştıklarında bu alana yönelik olumlu görüşler geliştirmeleri sağlanmalıdır.
5. Öğrencilerin kavramsal anlamalarının desteklenmesi için uygulanan etkinliklerin sayısı ve çeşitliliği artırılmalıdır.
6. Araştırmacılar uygulama yaptıkları sınıfların Fen Bilimleri öğretmenleri ile tüm yıl boyu yukarıdaki tabloda (Tablo 16) bulunan tüm kazanımlara uygun zamanlarda etkinlikler uygulanabilir.



## KAYNAKÇA

- Ak, N. (2009). *Nanoteknoloji eğitiminin lise düzeyine uyarlanması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Albe, V. (2012). *Nanoscience and nanotechnologies education: teachers' knowledge*. E-book ESERA.
- Ambrogi, P., Caselli, M., Montalti, M. & Venturi, M. (2008) Make sense of nanochemistry and nanotechnology. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 5-10. doi:10.1039/B801285G
- Anonim. 2008. <http://www.nanott.hacettepe.edu.tr/nanobulten/04/index.html> (Erişim Tarihi: 13.03.2019).
- Anonim. 2009a. <http://www.nanoturkiye.net/> (Erişim Tarihi: 13.03.2019).
- Anonim. 2009b. <http://www.nanott.hacettepe.edu.tr/nanobulten.html> (Erişim Tarihi: 13.03.2019).
- Aslan, O. ve Şenel, T. (2015). Fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 363-389. Erişim adresi: <http://dergipark.gov.tr/ijsser/issue/26514/279084>
- Ateş, İ. (2015). *Ortaöğretim kimya eğitiminde nanobilim ve nanoteknolojinin yeri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Avila, L., Avila, E. B. & Fine, L. (2014). A student-centered approach to materials science for high school student: the introduction to materials science and nanotechnology summer program. *Journal of Nano Education*, 6(2), 139-147 doi:10.1166/jne.2014.1063
- Balamen, N. (2009). *Biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji konularındaki bilgi seviyelerinin belirlenmesi ve nanobiyoteknoloji öğretim yöntem ve seviyelerinin araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bayındır, M. (2007). *Nanoteknoloji hayatımızda. Bilim ve Ütopya*, 152(13), 12-18.
- Blonder, R. (2010). The influence of a teaching model in nanotechnology on chemistry teachers' knowledge and their teaching attitudes. *Journal of Nano Education*, 2(1-2), 67-75 doi:10.1166/jne.2010.1004
- Blonder, R. (2011). The story of nanomaterials in modern technology: an advanced course for chemistry teachers. *Journal of Chemical Education*, 88(1), 49-52. doi:10.1021/ed100614f
- Blonder, R. & Rap, S. (2013). It's a small world after all: a nanotechnology activity in a science festival. *Journal of Nano Education*, 4(1-2), 47-56(10). doi:https://doi.org/10.1166/jne.2012.1029
- Blonder, B. & Sakhnini, S. (2012). Teaching two basic nanotechnology concepts in secondary school by using a variety of teaching methods *Chemistry Education*

- Research and Practice*. 13(4), 500-516. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-014-9579-0>
- Bilim Çocuk (2014, Şubat) <http://fliphtml5.com/whxg/cilj>
- Bostan Sarioğlan, A., Can, Y. ve Gedik, İ. (2016). Altıncı sınıf fen bilimleri ders kitabındaki etkinliklerin araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygunluğunun değerlendirilmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), 1004-1025. Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/aibuefd/article/viewFile/5000204937/5000174768>
- Choo, C. B. (2007). Activity-based approach to authentic learning in a vocational institute. *Educational Media International*, 44(3), 185–205. doi:10.1080/09523980701491633
- Cobb, M. D. & Macoubrie, J. (2004). Public perceptions about nanotechnology: risks, benefits and trust. *Journal of Nanoparticle Research*, 6(4), 395-405. doi:10.1007/s11051-004-3394-4
- Demirhan, C. (2002). *Program geliştirmede proje tabanlı öğrenme yaklaşımı*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Ekli, E. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından araştırılması*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Ekli, E. ve Şahin, N. (2010). Science teachers and teacher candidates' basic knowledge, opinions and risk perceptions about nanotechnology. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2, 2667–2670. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.392
- 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. Erişim adresi <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/260463>
- Erkoç, Ş. (2008). *Nanobilim ve nanoteknoloji*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Ghattas, N. I. & Carver, J. S. (2012). Integrating nanotechnology into school education: a review of the literature. *Research in Science & Technological Education*, 30, 3. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058>
- Hall, J. S. (2013). *Nanogelecek nanoteknolojinin yarını*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Harmer, A. J. & Columba, L. (2010). Engaging middle school student in nanoscale science, nanotechnology, and electron Microscopy. *Journal of Nano Education*, 2(1-2), 91-101. Retrieved from <https://doi.org/10.1166/jne.2010.1001>
- Hingant, B. & Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: a review of literature. *Studies in Science Education*. 46, 2. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504543>
- Jones. M. G., Blonder. R., Gardner. G. E., Albe. V., Falvo. M., & Chevrier. J. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: Educational challenges. *International*



*Journal of Science Education*. 35(9), 1490-1512. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>

- Kadioğlu, F. (2010). *Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının Nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri (Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesinde Yapılan bir araştırma*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kalaycı, N. (2008). Yükseköğretimde proje tabanlı öğrenmeye ilişkin bir uygulama projesi yöneten öğrenciler açısından analiz. *Eğitim ve Bilim*, 33(147), 85-105. Erişim adresi <http://eb.ted.org.tr/index.php/EB/article/view/691/139>
- Karataş, F. Ö. ve Ülker, N. (2014). Kimya öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji konularındaki bilgi düzeyleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 11, 3. doi:10.12973/tused.10121a
- Karataş, F., Ö., Köse, S. ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 57. Erişim adresi [http://pauegitimdergi.pau.edu.tr/Makaleler/1854735204\\_4FEN%20KONULARI\\_NDAK%C4%B0%20KAVRAM%20YANILGILARININ%20BEL%C4%B0RL\\_ENMES%C4%B0.pdf](http://pauegitimdergi.pau.edu.tr/Makaleler/1854735204_4FEN%20KONULARI_NDAK%C4%B0%20KAVRAM%20YANILGILARININ%20BEL%C4%B0RL_ENMES%C4%B0.pdf)
- Kılıç, G. (2009). *Üniversitelerin eğitim fakültelerinde öğrenim gören biyoloji eğitimi anabilim dalı öğrencilerinin nanobiyoteknoloji eğitimi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılınç Alpat, S., Ulgan, M. A., Şeker, S., Aktaş, H. Ş. ve Sezer, E. (2017). Nanoteknoloji konusunda işbirlikli öğrenme yönteminin ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve görüşlerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 27-57. doi:10.17679/inuefd.286128
- Koca Şentürk, F. (2017). *FeTeMM etkinliklerinin fen bilimleri dersindeki kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılık üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşleri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Kösterelioğlu, i., Bayer, A. ve Akın Kösterelioğlu, M. (2014). Öğretmen eğitiminde etkinlik temelli öğrenme süreci: Bir durum araştırması. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 9(2), 1035-1047. Erişim adresi [https://www.academia.edu/11873022/%C3%96%C4%9ERETMEN\\_E%C4%9E%C4%B0T%C4%B0M%C4%B0NDE\\_ETK%C4%B0NL%C4%B0K\\_TEMEL\\_L%C4%B0\\_%C3%96%C4%9ERENME\\_S%C3%9CREC%C4%B0\\_B%C4%B0R\\_DURUM\\_ARA%C5%9ETIRMASI](https://www.academia.edu/11873022/%C3%96%C4%9ERETMEN_E%C4%9E%C4%B0T%C4%B0M%C4%B0NDE_ETK%C4%B0NL%C4%B0K_TEMEL_L%C4%B0_%C3%96%C4%9ERENME_S%C3%9CREC%C4%B0_B%C4%B0R_DURUM_ARA%C5%9ETIRMASI)
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International University of Helsinki, Finland*, 21(3), 160-175. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ904866.pdf>
- Laherto, A. (2012). Nanoscience education for scientific literacy: Opportunities and challenges in secondary school and in out-of-school settings. (Published Doctoral

- Dissertation). University of Helsinki, Finland. Retrieved from <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/34642>
- Lan, Y. (2012). Development of an attitude scale to assess k-12 teachers' attitudes toward nanotechnology. *International Journal of Science Education*, 34(8), 1189-1210. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.651657>
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Millî Eğitim Temel Kanunu*. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (Erişim Tarihi: 26.04.2019).
- Mutlu, A. ve Acar Şeşen, B. A. (2015). Development of a two-tier diagnostic test to assess undergraduates' understanding of some chemistry concepts. *Journal of Procedia-Social and Behavioral*, 174, 629-635. doi:10.1016/j.sbspro.2015.01.593
- Nerlich, B., Clarke, D. D. & Ulph, F. (2007). Risks and benefits of nanotechnology: how young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments. *Health, Risk & Society*, 9(2), 159-171. doi:10.1080/13698570701306856
- OECD. (2013). OECD Science, technology and industry scoreboard 2013: Innovation for growth, OECD Publishing, Paris. (Erişim Tarihi: 26.04.2019).
- Ramsden, J. (2009). *Nanotechnology. (Nanoteknolojinin esasları)*. ODTÜ Yayıncılık.
- Rus Nanoteknoloji Kurumu (RUSNANO). (2011). *2020 ye Kadar "Rusnano" Anonim Şirketi Stratejisi*. Moskova. (Erişim Tarihi: 26.04.2019).
- Sabah Gazetesi (2018, 29 Ağustos) <https://www.sabah.com.tr/galeri/teknoloji/savunma-sanayi-daha-guclu-olacak-bakin-ne-yaptilar>
- Sagun Gököz, B. (2012). *Nanobilim ve nanoteknoloji atölye çalışması tasarımı ve uygulanması: 11. sınıf öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığının ve kavramsal anlamalarının incelenmesi*. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sagun Gököz, B. ve Akaygün, S. (2013). Üniversiteden liseye uzanan köprü: Bir nanobilim atölye çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2), 49-72. Erişim adresi <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/buje/article/view/5000175627/5000158321>
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2017). *Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı*. Ankara. (Erişim Tarihi: 26.04.2019).
- Şahin, N. & Ekli, E. (2013). Nanotechnology awareness, opinions and risk perceptions among middle school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(4), 867-881. doi:10.1007/s10798-013-9233-0
- Şenel, A. (2009). *Nanoteknoloji kavramlarına ilişkin rehber materyal geliştirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şenel Zor, T. & Aslan, O. (2018). The effect of activity-based nanoscience and nanotechnology education on pre-service science teachers' conceptual understanding. *Journal of Nanoparticle Research*, 20(75), 2-22. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s11051-018-4182-x>

- Vizyon 2023 Projesi, Nanoteknoloji Strateji Grubu. (2004). Nanobilim ve nanoteknoloji stratejileri. [www.eteat.gazi.edu.tr/makale/nano.pdf](http://www.eteat.gazi.edu.tr/makale/nano.pdf), (Erişim Tarihi: 15.03.2009).
- Walters, K. A. & Bullen, H. A. (2008). Development of a nanomaterials one-week intersession course. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1406-1409. doi:10.1021/ed085p1406
- Winkelmann, K. (2014). A ten year review of the national science foundation nanotechnology in undergraduate education (nue) program. *Journal of Nano Education*, 6(2), 109-116. Retrieved from <https://doi.org/10.1166/jne.2014.1068>
- Yawson, R. (2010). Skill needs and human resource development in the emerging field of nanotechnology. *Journal of Vocational Education and Training*, 62(3), 285–296. doi:10.1080/13636820.2010.499474
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.



## EKLER

### EK I

#### 2018-2019 Fen Bilimleri Öğretim Programına Göre 7. Sınıf “Madde ve Değişim” Ünitesi Konu, Kazanım ve Zaman Dağılımı

AY	HAFTA	KAZANIM	ÖĞRENME ALANI	ETKİNLİKLER
ARALIK	15.HAFTA (25-29)	7.3.1. Madde ve değişim  7.3.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıkları bilir. 7.3.1.4. Aynı ya da farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını kavrar.	MADDE VE DEĞİŞİM	KARBON NANOTOP YAPALIM!
	OCAK 16.HAFTA (01-05)	7.3.1.5. Çeşitli molekül modelleri oluşturur ve sunar.  Yılbaşı Tatili		MIKNATIS İLE MODELLEME

## EK II

## İki Aşamalı Kavramsal Anlama Soruları Belirtke Tablosu

KONU / KAVRAMLAR	Kazanımlar	HATIRLAMA	ANLAMA	UYGULAMA	ANALİZ ETME	Toplam soru sayısı	%
Atom molekül	1- Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder (F.7.4.1.3).	s1	s2			2	20
Nano Kavramı Nanometre (nm)	3- Nanometrenin bir ölçme birimi olduğunu ve atomların daha da küçük parçalardan oluştuğunu ifade eder.		s7		s3	2	20
Nanoteknoloji	4- Nanoteknoloji terimini açıklar.	s4				1	10
Nanobilim	5- Nanobilim terimini açıklar.	s10				1	10
Nanoparçacık	6- Nanoparçacık terimini açıklar ve günlük hayatımızda karşılaştığımız nanoparçacıklara örnekler verir.		s6			1	10
Nano materyaller Karbon nanotop	7- Karbon nanotopun yapısını bilerek matematiksel işlemlerde kullanır.		s8	s9		2	20
	8- Yeni geliştirilen ve ileride geliştirilmesi öngörülen nanoteknolojik ürünlere örnekler verebilir.		s5			1	10
<b>Toplam soru sayısı</b>		3	5	1	1	10	100
<b>%</b>		30	50	10	10	100	

### EK III

#### Kavramsal Anlama Soruları

##### Okul no:

Bu test ‘Madde ve Değişim’ ünitesi ve nanoteknolojiye ilişkin kavramsal anlama düzeyinizi belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Her bir soru için; önce sorunun doğru yanıtını işaretleyiniz, verdiğiniz yanıtın sebebi için sorunun ikinci kısmındaki en uygun seçeneği işaretleyiniz. Lütfen soruları dikkatli okuyarak yanıtlayınız.

1. Karbon nanotop (=buckyball) altıgen ve beşgen geometrik şekilleri oluşturarak dizilmiş futbol topuna benzer bir ..... dir.

**Yukarıdaki boşluğa gelecek en uygun ifade aşağıdakilerden hangisidir?**

- A) Element
- B) Atom
- C) Bileşik
- D) Molekül

**Sebebi;**

- a) Karbon nanotop (=buckyball) karbon atomlarından oluşan bir moleküldür.
- b) Karbon nanotop 60 karbon atomundan oluşan bir bileşiktir.
- c) Karbon nanotop grafit, elmas gibi doğada rastlanan bir elementtir.
- d) Diğer (yazınız) .....

2. Karbon nanotop ((=buckyball), elmas ve grafit karbon atomlarından oluşmasına rağmen, sertliklerinin birbirinden farklı olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kütle numarası
- B) Karbon sayısı
- C) Atomların diziliş biçimleri
- D) Elektron dizilimi

**Sebebi;**

- a) Karbon sayıları farklıdır.
- b) Karbon atomları nano ölçekte farklı dizilmiştir.
- c) Karbon toplarından oluştuğu için farklıdır.
- d) Diğer (yazınız) .....

3. Aşağıdakilerden hangisi nanometre boyutuna karşılık gelmektedir?

- A) Bir kan hücresi boyutu
- B) Bir karbon nanotop (=Buckyball)

- C) Bir bakteri hücresi boyutu  
D) Bir balık yumurtası boyutu

**Sebebi;**

- a) Bakteriler mikroskopla dahi zor görülebilir.  
b) Atomlar nano boyuttadır.  
c) Bir karbon nanotop (=Buckyball) çapı 1 nm'dir.  
d) Diğer (yazınız) .....

4. Aşağıdakilerden ifadelerden hangisi "nanoteknoloji" kavramını **açıklamaz?**

- A) Günümüzde kullanılan teknolojidir.  
B) Atom ve moleküllerle oynama sanatıdır.  
C) Maddenin nanometre boyutunda kontrolü ile ortaya çıkan teknolojidir.  
D) Nanometre boyutunda aygıtlar, fonksiyonel materyaller geliştirmekle ilgilidir.

**Sebebi;**

- a) Atomik ve moleküler seviyede madde kontrol edilir.  
b) Araç-gereçlerin yapımında kullanılan atom altı teknolojidir.  
c) Araç-gereçlerin yapımında kullanılan teknolojidir.  
d) Diğer (yazınız) .....

5. Tekstil, ulaşım, tıp gibi sektörlerde uygulama alanları olan nano boyuttaki molekül hangisidir?

- A) Nanoteknoloji  
B) Nanobilim  
C) Nanotop  
D) Nanoatom

**Sebebi;**

- a) Günlük hayatımızı kolaylaştırır.  
b) Yeni aletler yapılmasını sağlar.  
c) Farklı özelliklerde yeni malzemeler yapılabilir.  
d) Diğer (yazınız) .....

6. Aşağıdakilerden hangisi yakın çevremizdeki bir nanoparçacık **değildir?**

- A) Polenler  
B) Volkanik kül partikülleri  
C) Kozmik toz  
D) Duman lif zerrelere

**Sebebi;**

- a) Çünkü havada serbest halde gözle göremediğimiz partiküller bulunur.  
b) Çünkü çevremizde serbest halde gözle göremediğimiz partiküller bulunmaz.  
c) Çünkü toprakta serbest halde gözle göremediğimiz partiküller bulunur.  
d) Diğer (yazınız) .....

7. Aşağıdakilerden hangisi nano yapıların genel özelliklerinden biri **değildir?**

- A) Kırılgan

- B) Hafif
- C) Esnek
- D) Dayanıklılı

**Sebebi;**

- a) Nano boyuttaki maddelerin özelliklerini değiştirmeden maddelerin oluşturulmasıdır.
- b) Maddelerin nanoboyutta özelliklerini değiştirerek maddeye işlevsellik kazandırılır.
- c) Nano yapılar maddelerin tüm özelliklerini kaybetmesine neden olur.
- d) Diğer (yazınız) .....

8. Aşağıdakilerden hangisi karbon nanotopların da içinde yer aldığı moleküllere verilen addır?

- A) Nano futbol topu
- B) Fulleren
- C) Nano boyuttaki atomlar
- D) Atom topu

**Sebebi;**

- a) Karbon nanotop bilinen ilk fullerendir
- b) Futbol topunun nano ve karbon olanıdır.
- c) Top fullerenlerdir.
- d) Diğer (yazınız) .....



9. Karbon nanotop 60 karbon atomuyla birbirine bağlı 20 altıgen ve 12 beşgen'den oluşmaktadır. Euler teoremine göre kenar sayısı aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 89
- B) 90
- C) 91
- D) 92

**Sebebi;**

- a)  $Yüz + kenar - köşe = 2$  Euler eşitliği vardır
- b)  $Kenar + köşe - yüz = 2$  Euler eşitliği vardır
- c)  $Yüz + köşe - kenar = 2$  Euler eşitliği vardır
- d) Diğer (yazınız) .....



10. “Atomik boyutta bilim” ifadesi aşağıdaki kavramlardan hangisine karşılık gelebilir?

- A) Nanoteknoloji
- B) Atom bilimi
- C) Nanobilim
- D) Nanoparcacık

**Sebebi;**

- a) Nanoölçekte yapılan ölçme ve incelemedir.
- b) Atom dışı yapılan ölçmedir.
- c) Küçük ölçekte bilgi üretmedir.
- d) Diğer (yazınız) .....



## EK IV

### Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Ön Test

Bu anket, sizin nanoteknolojiye ilişkin farkındalığınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Gönüllülük esasına dayalı olarak yapılan bu anketin maddelerine içtenlikle ve sizin için en uygun cevabı vermeniz beklenmektedir. Maddeler hakkında yapacağınız derecelendirmeler bilimsel amaçlı olarak kullanılacaktır.

Meltem TEKELİOĞLU

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

**Okul no:**

**Cinsiyetiniz:**

**1. Bugüne kadar nanoteknoloji hakkında ne kadar şey duydunuz?**

[ ] Hiçbir şey      [ ] Çok az      [ ] Biraz      [ ] Çok fazla

**2. Nanoteknoloji konusundaki duyularınızı ve ilk bilgilerinizi hangi kaynaklardan aldınız?**

- [ ] Reklamlar
- [ ] Haberler
- [ ] Dergiler
- [ ] Bilim kurgu kitapları veya filmler
- [ ] TV veya Radyo programları
- [ ] İnternet
- [ ] Okuldaki dersler
- [ ] Diğer (belirtiniz).....

**3. Aşağıdaki cümleleri doğru [ D ] veya yanlış [ Y ] olarak işaretleyiniz**

- [ ] Nanoteknoloji çıplak gözle zor da olsa görülebilecek materyalleri içerir.
- [ ] Bugün satılan bazı ürünlerin üretiminde halen nanoteknoloji kullanılmaktadır.

	Hayır- Bilmiyorum	Duydum ama açıklayamam	Evet, Biliyorum
1. Nanoteknoloji terimini açıklayabilirim.			
2. Nanoteknolojinin <b> faydalarına </b> örnek verebilirim.			
3. Nanoteknolojinin mühendislik, sağlık vb. alanlardaki bir <b> uygulamasını </b> söyleyebilirim.			
4. Nanoteknolojinin gelecekte hayatımızı nasıl <b> değiştirebileceğini </b> açıklayabilirim.			
5. Nanoteknoloji ile geliştirilen ürünlere <b> örnek </b> verebilirim.			
6. İleride geliştirilmesi öngörülen Nanoteknolojik ürünlere <b> örnekler </b> verebilirim.			

## EK V

## Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Sontest

Bu anket, sizin nanoteknolojiye ilişkin farkındalığınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Gönüllülük esasına dayalı olarak yapılan bu anketin maddelerine içtenlikle ve sizin için en uygun cevabı vermeniz beklenmektedir. Maddeler hakkında yapacağınız derecelendirmeler bilimsel amaçlı olarak kullanılacaktır.

Meltem TEKELİOĞLU

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Okul no:

Cinsiyetiniz:

1. Bugüne kadar nanoteknoloji hakkında ne kadar şey duydunuz?

[ ] Hiçbir şey [ ] Çok az [ ] Biraz [ ] Çok fazla

2. Aşağıdaki cümleleri doğru [ D ] veya yanlış [ Y ] olarak işaretleyiniz

[ ] Nanoteknoloji çıplak gözle zor da olsa görülebilecek materyalleri içerir.

[ ] Bugün satılan bazı ürünlerin üretiminde halen nanoteknoloji kullanılmaktadır.

	Hayır- Bilmiyorum	Duydum ama açıklayamam	Evet, Biliyorum
1. Nanoteknoloji terimini açıklayabilirim.			
2. Nanoteknolojinin faydalarına örnek verebilirim.			
3. Nanoteknolojinin mühendislik, sağlık vb. alanlardaki bir uygulamasını söyleyebilirim.			
4. Nanoteknolojinin gelecekte hayatımızı nasıl değiştirebileceğini açıklayabilirim.			

5. Nanoteknoloji ile geliştirilen ürünlere <b>örnek</b> verebilirim.			
6. İleride geliştirilmesi öngörülen Nanoteknolojik ürünlere <b>örnekler</b> verebilirim.			

Nanoteknoloji sizde nasıl bir “ his ” bıraktı? (*iyi, kötü, ne iyi ne kötü, riskli vb. lütfen açıklayınız*).

.....

.....

.....

.....



**EK VI****Etkinlik Değerlendirme Formu**

Bu form yaptığınız çalışmada kendinizi değerlendirmeniz için hazırlanmıştır. Aşağıda verilen sorulara, kendinizi yansıtan cevaplar veriniz.

Meltem TEKELİOğLU

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

---

**Okul no:**

**Cinsiyetiniz:**

1. Bu etkinlikte ne öğrendim?
2. Neyi iyi yaptım? Neden?
3. Hangi konuda zorlandım veya nerede yardıma ihtiyacım oldu? Neden?
4. Bu çalışmayı tekrar yapsaydım neleri farklı yapardım?

## EK VII

## Nanoteknoloji Etkinlikleri

## ETKİNLİK 1: KARBON NANOTOP(BUCKYBALL) YAPILIM!

Grup Adı:

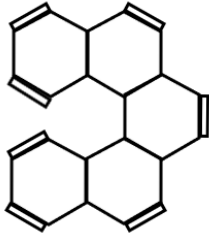
Grup Üyeleri:



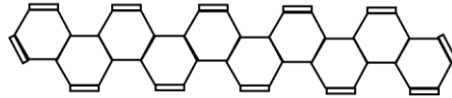
## Ne Yapalım?

1985 yılında bilim insanları, karbon nanotopların yapılarının bilinmesine giden ilk adımları attılar. Karbon nanotop (buckyball) 60 tane karbon atomunun birleşmesi ile oluşan, futbol topuna benzer görünüme sahip bir yapıdır. Size verilen malzemeleri kullanarak bir nanotop yapınız.

Şablon 1



Şablon 2



## Amaç

Basit malzemeler kullanarak nanoboyuttaki karbon nanotopu makro boyutta somutlaştırarak kavrar ve karbon nano yapıları

## Araç-Gereçler

- Şablon 1'den iki kopya
- Şablon 2'den bir

## Modelin Yapılışı

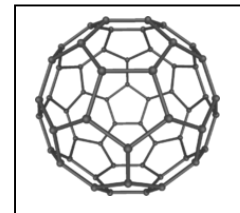
1. Şablon 1'de yer alan şekli dikkatlice kesin.
2. Kesilen modelde yer alan "C" yazılı uçları yapıştırıcı ile birleştirin.
3. Aynı işlemleri Şablon 1'in diğer kopyası için tekrarlayın.
4. Şablon 2'de yer alan şekli dikkatlice kesin.  
İki ayrı şekil elde edeceksiniz.
5. Elde edilen şekilleri benzer uçlarından yapıştırıcı ile birleştirin.
6. Tüm bu işlemler sonrasında elde ettiğiniz 3 ayrı parçayı birleştirin.

Oluşturduğunuz karbon nanotopun Euler kuramı hesaplarını yazınız.

Köşe Sayısı:

Kenar Sayısı:

Yüzey sayısı:

$$\text{Köşe sayısı} + \text{Yüz sayısı} - \text{Kenar}$$


## ETKİNLİK 1:MIKNATISLARLA KARBON NANOTOPYAPILIM!

**Grup Adı:**

**Grup Üyeleri:**

**Malzeme** Neodymium mıknatıs

**Amaç:** Karbon nanotop tasarımı ile matematik-mühendislik disiplinlerini kullanmak, karbon nanoyapıların uygulama alanları ile yeni gelişen nano-teknolojiyi tanımak.

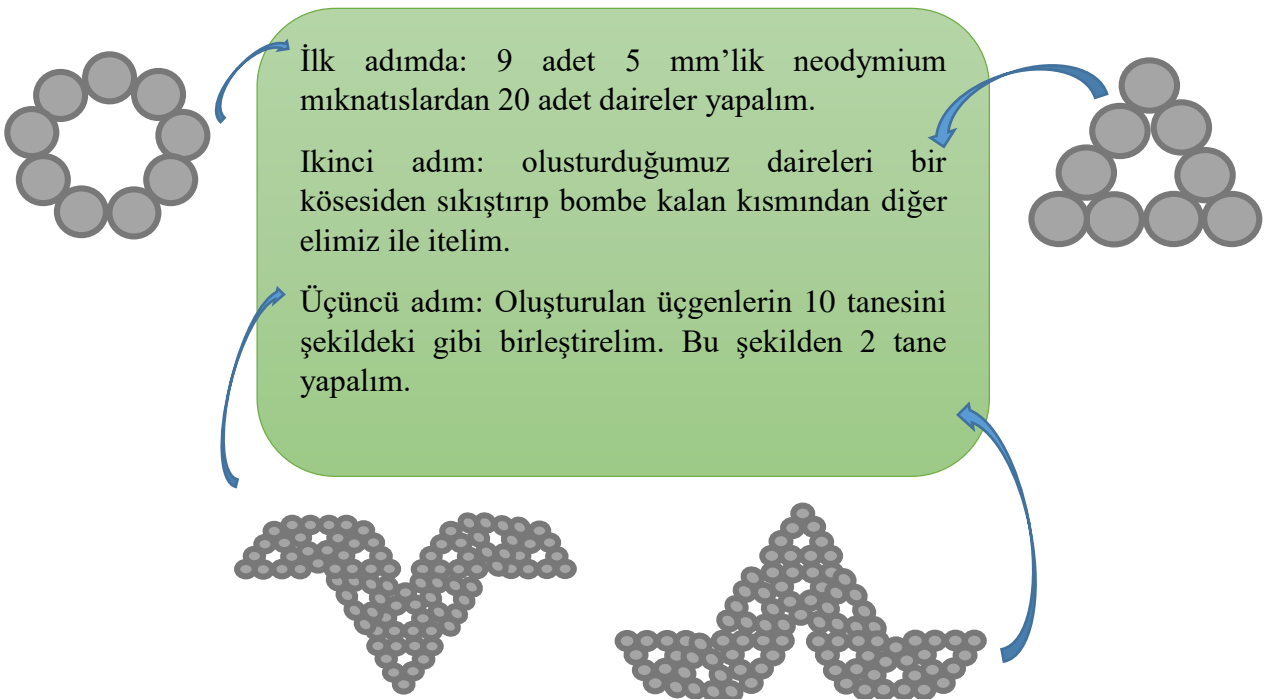
### Ne Yapalım?

Ekte belirtilen Karbon nanotop tasarımından esinlenerek siz de 5 mm'lik neodymium mıknatıslardan istediğiniz kadarını kullanarak farklı tasarımlar deneyiniz ve kendi tasarımınızı yapınız.

### Güvenlik uyarıları

- Neodymium mıknatıslar kırılğan bir yapıya sahiptir. Birbirleri ile çarpıştırılmamalıdır ve kontrollü yaklaştırılmalıdır.
- Neodymium mıknatıslar kesinlikle yakılmamalıdır (ateşe atılmamalıdır), yakıldığında zehirli duman çıkartabilir ve ufak parçalar halinde patlayabilir.
- Kalp pili veya benzer tıbbi durumu olan kişilere yaklaştırılmamalıdır.
- Elektronik cihazlar, kredi kartları, kasetler, diskler ve benzeri cihazlara yaklaştırılmamalıdır.
- Neodymium mıknatıslar 80 C° üzerindeki sıcaklıklarda mıknatıstık özelliklerini kaybetmeye başlarlar.

### Adım Adım Tasarım

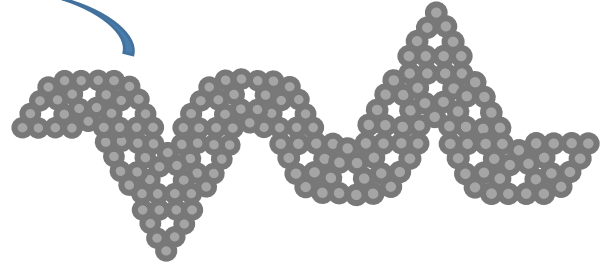




Beşinci adım: Oluşturulan şekilleri  
birbiri ile açıkta kalan uçları birleştirelim.

Şimdi avcumuzun içine alalım.

Nanotopumuz Hazır....



## EK VIII

## Öğrencilerin Yaptıkları Etkinlik Örnekleri

## KARBON NANOTOP (BUCKYBALL) YAPALIM!

Etkinlik 1:

Grup Adı: Nono Bilim

Grup Üyeleri: 18, 20



## Ne Yapalım?

1985 yılında bilim insanları, karbon nanotopların yapılarının bilinmesine giden ilk adımları attılar. Karbon nanotop (buckyball) 60 tane karbon atomunun birleşmesi ile oluşan, futbol topuna benzer görünüme sahip bir yapıdır. Size verilen malzemeleri kullanarak bir nanotop yapınız.

Şablon 1

Şablon 2



## Amaç

Basit malzemeler kullanarak nanoboyuttaki karbon nanotopu makro boyutta somutlaştırarak kavrar ve karbon nano yapıları uygulama alanları ile yeni gelişen nanoteknolojiyi tanır.

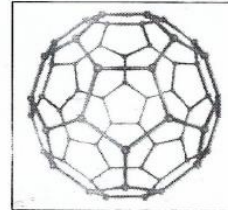
## Modelin Yapılışı

1. Şablon 1'de yer alan şekli dikkatlice kesin.
2. Kesilen modelde yer alan "C" yazılı uçları yapıştırıcı ile birleştirin.
3. Aynı işlemleri Şablon 1'in diğer kopyası için tekrarlayın.
4. Şablon 2'de yer alan şekli dikkatlice kesin.  
İki ayrı şekil elde edeceksiniz.
5. Elde edilen şekilleri benzer uçlarından yapıştırıcı ile birleştirin.
6. Tüm bu işlemler sonrasında elde ettiğiniz  
3 ayrı parçayı birleştirin.
7. İşte size buckyball...



## Araç-Gereçler

- Şablon 1'den iki kopya
- Şablon 2'den bir kopya
  - Makas
  - Yapıştırıcı



**Tasarımımızı Değerlendirelim.**

Yaptığımız tasarımın Euler kuramı hesaplarını yazınız.

**Oluşturduğunuz karbon nanotopun**

Köşe Sayısı: 60

Kenar Sayısı: 90

Yüzey sayısı: 32

Köşe sayısı + Yüz sayısı - Kenar sayısı = 2

$$60 + 32 - 90 = 2$$

## EK IX

## Öğrencilerin Cevapladıkları Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Öntest Örneği

## NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIK ANKETİ

Bu anket, sizin nanoteknolojiye ilişkin farkındalığınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Gönüllülük esasına dayalı olarak yapılan bu anketin maddelerine içtenlikle ve sizin için en uygun cevabı vermeniz beklenmektedir. Maddeler hakkında yapacağımız derecelendirmeler bilimsel amaçlı olarak kullanılacaktır.

Meltem TEKELİOĞLU

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Okul no: 20

Cinsiyetiniz: K12

1. Bugüne kadar nanoteknoloji hakkında ne kadar şey duydunuz?

Hiçbir şey  Çok az  Biraz  Çok fazla

2. Nanoteknoloji konusundaki duyularınızı ve ilk bilgilerinizi hangi kaynaklardan aldınız?

- Reklamlar  
 Haberler  
 Dergiler  
 Bilim kurgu kitapları veya filmler  
 TV veya Radyo programları  
 İnternet  
 Okuldaki dersler  
 Diğer (belirtiniz).....

3. Aşağıdaki cümleleri doğru [ D ] veya yanlış [ Y ] olarak işaretleyiniz

- Nanoteknoloji çıplak gözle zor da olsa görülebilecek materyalleri içerir.  
 Bugün satılan bazı ürünlerin üretiminde halen nanoteknoloji kullanılmaktadır.

	Hayır- Bilmiyorum	Duydum ama açıklayamam	Evet. Biliyorum
1. Nanoteknoloji terimini açıklayabilirim.		<input checked="" type="checkbox"/>	
2. Nanoteknolojinin faydalarına örnek verebilirim.		<input checked="" type="checkbox"/>	
3. Nanoteknolojinin mühendislik, sağlık vb. alanlardaki bir uygulamasını söyleyebilirim.		<input checked="" type="checkbox"/>	
4. Nanoteknolojinin gelecekte hayatımızı nasıl değiştirebileceğini açıklayabilirim.		<input checked="" type="checkbox"/>	
5. Nanoteknoloji ile geliştirilen ürünlere örnek verebilirim.	<input checked="" type="checkbox"/>		
6. İleride geliştirilmesi öngörülen Nanoteknolojik ürünlere örnekler verebilirim.	<input checked="" type="checkbox"/>		

## EK X

## Öğrencilerin Cevapladıkları Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Sontest Örneği

## NANOTEKNOLOJİ FARKINDALIK ANKETİ

Bu anket, sizin nanoteknolojiye ilişkin farkındalığınızı belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Gönüllülük esasına dayalı olarak yapılan bu anketin maddelerine içtenlikle ve sizin için en uygun cevabı vermeniz beklenmektedir. Maddeler hakkında yapacağınız derecelendirmeler bilimsel amaçlı olarak kullanılacaktır.

Meltem TEKELİOĞLU

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Okul no: 20

Cinsiyetiniz: Kız

1. Bugüne kadar nanoteknoloji hakkında ne kadar şey duydunuz?

Hiçbir şey  Çok az  Biraz  Çok fazla

2. Aşağıdaki cümleleri doğru [ D ] veya yanlış [ Y ] olarak işaretleyiniz

Nanoteknoloji çıplak gözle zor da olsa görülebilecek materyalleri içerir.

Bugün satılan bazı ürünlerin üretiminde halen nanoteknoloji kullanılmaktadır.

	Hayır- Bilmiyorum	Duydum ama açıklayamam	Evet, Biliyorum
1. Nanoteknoloji terimini açıklayabilirim.			<input checked="" type="checkbox"/>
2. Nanoteknolojinin faydalarına örnek verebilirim.			<input checked="" type="checkbox"/>
3. Nanoteknolojinin mühendislik, sağlık vb. alanlardaki bir uygulamasını söyleyebilirim.			<input checked="" type="checkbox"/>
4. Nanoteknolojinin gelecekte hayatımızı nasıl değiştirebileceğini açıklayabilirim.			<input checked="" type="checkbox"/>
5. Nanoteknoloji ile geliştirilen ürünlere örnek verebilirim.			<input checked="" type="checkbox"/>
6. İleride geliştirilmesi öngörülen Nanoteknolojik ürünlere örnekler verebilirim.			<input checked="" type="checkbox"/>

Nanoteknolojisizde nasıl bir "his" bıraktı? (iyi, kötü, ne iyi ne kötü, riskli vb. lütfen açıklayınız).

..... Nanoteknoloji bana iyi bir his bıraktı. Çünkü Nano teknolojinin sayesinde yeni şeylerin...  
...seat ve buhar duşunu gördüm. Örneğin... islanmayan bürünç... değişik ağırlı beşerdim...



## EK XI

## Öğrencilerin Cevapladıkları Kavramsal Anlama Soruları Örneği

Okul no: 20

## Kavramsal Anlama Testi

Bu test 'Madde ve Değişim' ünitesi ve nanoteknolojiye ilişkin kavramsal anlama düzeyinizi belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Her bir soru için; önce sorunun doğru yanıtını işaretleyiniz, verdiğiniz yanıtın sebebi için sorunun ikinci kısmındaki en uygun seçeneği işaretleyiniz. Lütfen soruları dikkatli okuyarak yanıtlayınız.

1. Karbon nanotop (=buckyball) altıgen ve beşgen geometrik şekilleri oluşturarak dizilmiş futbol topuna benzer bir .....dir.

**Yukarıdaki boşluğa gelecek en uygun ifade aşağıdakilerden hangisidir?**

- A) Element  
 B) Atom  
 C) Bileşik  
 D) Molekül

**Sebebi;**

- a) Karbon nanotop (=buckyball) karbon atomlarından oluşan bir moleküldür.  
 b) Karbon nanotop 60 karbon atomundan oluşan bir bileşiktir.  
 c) Karbon nanotop grafit, elmas gibi doğada rastlanan bir elementtir.  
 d) Diğer (yazınız) .....

2. Karbon nanotop ((=buckyball), elmas ve grafit karbon atomlarından oluşmasına rağmen, sertliklerinin birbirinden farklı olmasının nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kütle numarası  
 B) Karbon sayısı  
 C) Atomların diziliş biçimleri  
 D) Elektron dizilimi

**Sebebi;**

- a) Karbon sayıları farklıdır.  
 b) Karbon atomları nano ölçekte farklı dizilmiştir.  
 c) Karbon toplarından oluştuğu için farklıdır.  
 d) Diğer (yazınız) .....

3. Aşağıdakilerden hangisi nanometre boyutuna karşılık gelmektedir?

- A) Bir kan hücresi boyutu  
 B) Bir karbon nanotop  
 C) Bir bakteri hücresi boyutu  
 D) Bir balık yumurtası boyutu

**Sebebi;**

- a) Bakteriler mikroskopla dahi zor görülebilir.  
 b) Atomlar nano boyuttadır.  
 c) Bir karbon nanotop (=Buckyball) çapı 1 nm'dir.  
 d) Diğer (yazınız) .....

4. Aşağıdakilerden ifadelerden hangisi "nanoteknoloji" kavramını açıklamaz?

- (A) Günümüzde kullanılan teknolojidir.  
 (B) Atom ve moleküllerle oynama sanatıdır.  
 (C) Maddenin nanometre boyutunda kontrolü ile ortaya çıkan teknolojidir.  
 (D) Nanometre boyutunda aygıtlar, fonksiyonel materyaller geliştirmekle ilgilidir.

**Sebebi;**

- a) Atomik ve moleküler seviyede madde kontrol edilir.  
 (b) Araç-gereçlerin yapımında kullanılan atom altı teknolojidir.  
 c) Araç-gereçlerin yapımında kullanılan teknolojidir.  
 d) Diğer (yazınız) .....

5. Tekstil, ulaşım, tıp gibi sektörlerde uygulama alanları olan nano boyuttaki molekül hangisidir?

- A ) Nanoteknoloji  
 B ) Nanobilim  
 (C) Nanotop  
 D ) Nanoatom

**Sebebi;**

- a) Günlük hayatımızı kolaylaştırır.  
 b) Yeni aletler yapılmasını sağlar.  
 (c) Farklı özelliklerde yeni malzemeler yapılabilir.  
 d) Diğer (yazınız) .....

6. Aşağıdakilerden hangisi yakın çevremizdeki bir nanoparçacık değildir?

- A) Polenler  
 (B) Volkanik kül partikülleri  
 C) Kozmik toz  
 D) Duman lif zerrecikleri

**Sebebi;**

- a) Çünkü havada serbest halde gözle göremediğimiz partiküller bulunur.  
 b) Çünkü çevremizde serbest halde gözle göremediğimiz partiküller bulunmaz.  
 (c) Çünkü toprakta serbest halde gözle göremediğimiz partiküller bulunur.  
 d) Diğer (yazınız) .....

7. Aşağıdakilerden hangisi nano yapıların genel özelliklerinden biri değildir?

- A) Kırılgan  
 B) Hafif  
 C) Esnek  
 (D) Dayanıklı

**Sebebi;**

- a) Nanoboyuttaki maddelerin özelliklerini değiştirmeden maddelerin oluşturulmasıdır.  
 b) Maddelerin nanoboyutta özelliklerini değiştirerek maddeye işlevsellik kazandırılır.  
 (c) Nano yapılar maddelerin tüm özelliklerini kaybetmesine neden olur.  
 d) Diğer (yazınız) .....

8. Aşağıdakilerden hangisi karbon nanotopların da içinde yer aldığı moleküllere verilen addır?

- A) Nano futbol topu
- B) Fulleren
- C) Nano boyuttaki atomlar
- D) Atom topu

**Sebebi;**

- a) Karbon nanotop bilinen ilkfullerendir
- b) Futbol topunun nano ve karbon olanıdır.
- c) Top fullerenlerdir.
- d) Diğer (yazınız) .....



9. Karbon nanotop 60 karbon atomuyla birbirine bağlı 20 altıgen ve 12 beşgen'den oluşmaktadır.Euler teoremine göre kenar sayısı aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 89
- B) 90
- C) 91
- D) 92

**Sebebi;**

- a)  $Yüz + kenar - köşe = 2$  Euler eşitliği vardır
- b)  $Kenar + köşe - yüz = 2$  Euler eşitliği vardır
- c)  $Yüz + köşe - kenar = 2$  Euler eşitliği vardır
- d) Diğer (yazınız) .....

10. "Atomik boyutta bilim" ifadesi aşağıdaki kavramlardan hangisine karşılık gelebilir?

- A) Nanoteknoloji
- B) Atom bilimi
- C) Nanobilim
- D) Nanoparçacık

**Sebebi;**

- a) Nanoölçekte yapılan ölçme ve incelemedir.
- b) Atom dışı yapılan ölçmedir.
- c) Küçük ölçekte bilgi üretmedir.
- d) Diğer (yazınız) .....



## EK XII

## Öğrencilerin Cevapladıkları Etkinlik Değerlendirme Formu Örneği

## ETKİNLİK DEĞERLENDİRME FORMU

Bu form yaptığımız çalışmada kendinizi değerlendirmeniz için hazırlanmıştır. Aşağıda verilen sorulara, kendinizi yansıtan cevaplar veriniz.

Meltem TEKELİOĞLU

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Okul no: 20

Cinsiyetiniz: Kız

1. Bu etkinlikte ne öğrendim?

Nano teknolojinin ne olduğunu, yapılarını, faydalarının, ve nerede kullanıldığını öğrendim.

2. Neyi iyi yaptım? Neden?

Yaptığım deneyi iyi öğrendim.

3. Hangi konuda zorlandım veya nerede yardıma ihtiyacım oldu? Neden?

Pullerle zorlandım. Çünkü hafamı karıştırdım.

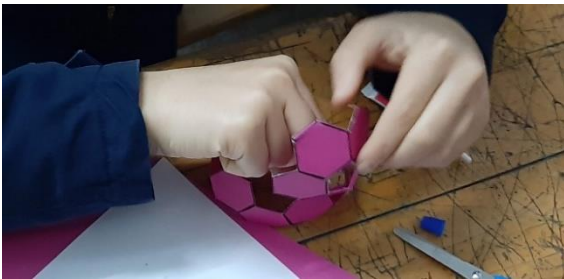
4. Bu çalışmayı tekrar yapsaydım neleri farklı yapardım?

Sorularımın cevapları farklı yapardım.

## EK XIII

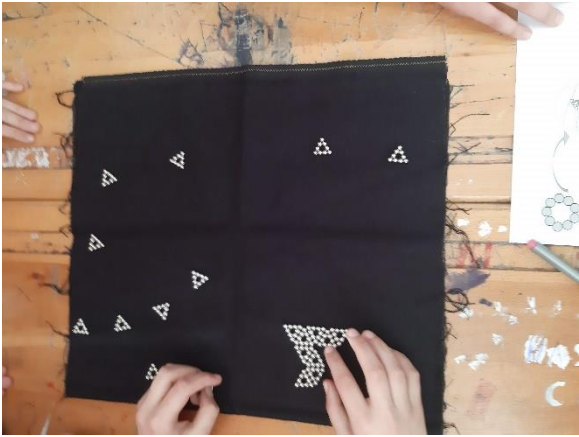
## Uygulamalara İlişkin Fotoğraflar

## Karbon Nanotopyapalım Etkinliği Fotoğrafları





## Neodyum Miknatıslarla Karbon Nanotopyapalım Etkinliği Fotoğrafları



## EK XIV

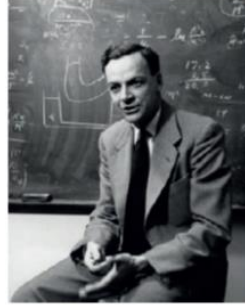
## Milli Eğitim Bakanlığı 7. sınıf Sosyal Bilgiler Kitabı

## 4. ÜNİTE

## Geleceğe Yön Verecek Teknolojiler

Ünlü fizik bilimci Feynman (Feynman) 1959'daki "Daha Aşağıda Çok Yer Var" başlıklı konuşmasında şöyle diyordu:

24 ciltlik bir ansiklopediyi niçin toplu iğnenin başına sığdıramayalım? Niçin elektron mikroskopları daha da geliştirip atomları göremeyelim? Niçin bilgisayarları minyatürleştiremeyelim? Niçin atomları teker teker istediğimiz biçimde dizemeyelim? Niçin hastalar hap boyutundaki bir robotu yutup tedavi olamasın? Niçin atom veya moleküllerden makineler yapamayalım?



Görsel 4.36: Richard Feynman

Feynman konuşmasının sonunda biner dolar ödüllü iki proje önermişti. Birincisi boyutu 0,4 milimetre olan bir motor yapmaktı. 0,25 gram ağırlığındaki bu motor 1960'ta yapıldı. İkincisi ise kitap sayfasının 25 bin kez küçültülmesiydi. Bu ise ancak 1985 yılında gerçekleştirilebildi. Ünlü fizikçinin hayali olan "atomları tek tek istediğimiz şekilde düzenleyebilme" çalışmaları ise günümüzde hızla devam etmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalara *nanoteknoloji* denilmektedir.

## Teknolojide Devrim

"Nano" kelimesi cüce veya küçük anlamına gelir. Bir nanometre, bir metrenin milyarda birine eşittir. Örnek olarak bir adet saç telini diklemesine 100 bine bölümlersek ancak 1 nanometre olur. Atomların boyutu 0,1-0,3 nanometre, virüsler 100, bakteriler ise 1.000 nanometre boyutundadır.

Artık 250 bin kez büyütme yapabilen modern elektron mikroskopları sayesinde atom ve molekülleri görülebilmektedir. Bu sayede nanoteknolojiyi kullanarak yüzlerce yeni ve yararlı malzeme üretilmektedir. Kirlenmeyen kumaş, çizmeyen plastik ve akıllı ilaçlar ise artık hayal değil.



Görsel 4.37: Nanoteknoloji



**Günümüzde nano malzemeler ile üretilmiş çok sayıda ürün kullanılmaktadır. Kullandığınız veya çevrenizde kullanılan nanoteknoloji ürünleri ile ilgili bir araştırma yapıp isimlerini aşağıya yazınız.**

.....

.....

.....

.....



## EK XV

## Nanoteknoloji Hakkında Çıkan Bazı Haber ve Dergi Örnekleri



## Bilim Çocuk

Şubat 2014 sayısı

## Savunma sanayi daha güçlü olacak! Bakın ne yaptılar...

*Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nce nanoteknoloji kullanılarak geliştirilen ve hafifliği ile ön plana çıkan "siper" adı verilen malzeme roket ve uçaksavarmelerine karşı da dayanıklı hale getirildi.*



Haber Tarihi: 29.08.2018

Sabah Gazetesi

## EK XVI

## Muğla İl Milli Eğitim Müdürlüğü Pilot Çalışma İzin Yazısı

FORM: 2

T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI  
Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı

## ARAŞTIRMA DEĞERLENDİRME FORMU

ARAŞTIRMA SAHİBİNİN	
Adı Soyadı	Meltem TEKELOĞLU
Kurumu / Üniversitesi	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Araştırma yapılacak iller	Muğla
Araştırma yapılacak eğitim kurumu ve kademesi	Muğla İli , Menteşe İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı ortaokullarda öğrenim gören 7. Sınıf öğrencilerine uygulanacaktır.
Araştırmanın konusu	"Etkinliklerle Desteklenen Öğretim Sürecinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Nanoteknoloji Hakkındaki Farkındalıklarına ve Karamsal Anlamalarına Etkisi"
Üniversite / Kurum onayı	Var
Araştırma/proje/ödev/tez önerisi	Tez Önerisi
Veri toplama araçları	Kavramsal Anlama Anlama Anketi Nanoteknoloji Farkındalık Anketi Etkinlikler
Görüş istenilecek Birim/Birimler	
KOMİSYON GÖRÜŞÜ	
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğünden, Müdürlüğümüze iletilen yukarıda belirtilen araştırma örneğinin araştırma sahasında uygulanabilirliği hususunda incelenerek Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü Araştırma, Yarışma ve Sosyal Etkinlik İzinleri konulu 22/08/2017 tarih ve 2017/25 sayılı Genelgeye uygun olarak hazırlandığı görülmüştür. Söz konusu anket uygulamasının, 2017-2018 Eğitim-Öğretim yılı içerisinde, eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde, veli izninin alınarak, Kurum Müdürünün de uygun gördüğü zamanda yapılması uygun görülmüştür.	
Komisyon kararı	Oybirliği / Oyçokluğu ile alınmıştır.
Muhalf üyenin Adı ve Soyadı: .....	Gereçesi:.....
.....	.....
.....	.....



KOMİSYON

30/10/2017

*[Signature]*  
Sefar AKSEL  
Komisyon Başkanı

*[Signature]*  
Gökde GÜRDAL  
Üye

*[Signature]*  
Nurcan DAMLI  
Üye

## EK XVII

## Muğla İl Milli Eğitim Müdürlüğü İzin Yazısı



T.C.  
MUĞLA VALİLİĞİ  
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 70004082-605.01-E.21849598  
Konu : İzin

15.11.2018

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE  
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığına)

İlgi :a)Valilik Makamınının 14/11/2018 tarihli ve 21815517 sayılı Makam Oluru.  
b)02/11/2018 tarihli ve 16903 sayılı yazınız.

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi tezli yüksek lisans programı 1643110007 numaralı öğrencisi Meltem TEKELİOĞLU'nun, İlimiz Menteşe ve Fethiye İlçe Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı Ortaokullarda öğrenim gören 7. Sınıf öğrencilerine uygulaması talebi ile ilgili ilgi (a) Makam Oluru yazımız ekinde gönderilmektedir.

Gereğini arz ederim.

İbrahim GÖK  
Müdür a.  
İl Milli Eğitim Şube Müdürü

## EKLER:

- 1-İlgi (a) Makam Oluru (1 sayfa)
- 2-Araştırma değerlendirme formu (1 sayfa)

GÜVENLİ ELEKTRONİK İMZALI  
ASLI İLİMİZ MENTEŞE  
15.11.2018  
Sıtkı KOÇMAN

Adres:  
Elektronik Ağ:  
e-posta:

Bilgi için:  
Tel:  
Faks:



T.C.  
MUĞLA VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 70004082-605.01-E.21815517  
Konu : İzin Talebi

14/11/2018

VALİLİK MAKAMINA

İlgi :a)Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 02/11/2018 tarihli ve 16903 sayılı yazısı.  
b)22/08/2017 tarihli ve 35558626 sayılı Makam Oluru.

İlimiz Menteşe ve Feyhiye İlçe Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı Ortaokullarda öğrenim gören 7. Sınıf öğrencilerine uygulama talebi ile ilgili ilgi (a) yazı ve ekleri yazımız ekinde sunulmaktadır.

Bu nedenle, Bakanlığımızın 22/08/2017 tarihli ve 12607291 sayılı yazısı (2017/25 No'lu GENELGE) doğrultusunda ve ilgi (b) makam onayı ile oluşturulan komisyonun uygun görüşüyle, Meltem TEKELİOĞLU'nun "**Etkinliklerle Desteklenen Öğretim Sürecinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Nanoteknoloji Hakkındaki Farkındalıklarına ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi**" konulu çalışmasını;

**2018-2019 Eğitim Öğretim yılında ve eğitimi aksatmayacak şekilde, kurum müdürünün uygun gördüğü bir zamanda;**İlimiz Menteşe ve Feyhiye İlçe Millî Eğitim Müdürlüğüne bağlı Ortaokullarda öğrenim gören 7. Sınıf öğrencilerine uygulaması, Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Pervin TÖRE  
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR  
14/11/2018

Rıza DALAN  
Vali a.  
Vali Yardımcısı



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Soyad, Ad:** TEKELİOĞLU, Meltem

**Doğum Yeri ve Tarihi:** Fethiye/MUĞLA 27.12.1993

**Eposta:** meltemtekeli1993@hotmail.com

**Telefon:** 5531839449

### EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Kurum	Yıl
İlkokul	Fethiye Gazi İlkokulu	2001-2008
Lise	Aydın Çine Anadolu Öğretmen Lisesi	2009-2012
Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2012-2016
Yüksek Lisans	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	2016-

### YAYINLAR

Tekelioğlu, M. ve Şahin, N. (2018). Nanotop Modelleme Etkinliğinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Nanoteknoloji Farkındalıkları ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi. X. International Congress of Educational Research (EAB) (27-30 Nisan), Nevşehir.

Tekelioğlu, M. ve Şahin, N. (2018). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Nanobilim ve Nanoteknoloji Hakkındaki Farkındalıkları. II. Uluslararası Sınırsız Eğitim ve Araştırma Sempozyumu(USEAS) (26-28 Nisan), Muğla.

Tekelioğlu, M. ve Şahin, N. (2019). Nanoteknoloji Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Nanoteknoloji Farkındalıkları Ve Kavramsal Anlamalarına Etkisi. III. Uluslararası Sınırsız Eğitim ve Araştırma Sempozyumu(USEAS) (24-27 Nisan), Muğla.

Tekelioğlu, M. ve Şahin, N. (2019). Nanotop Modelleme Etkinliğinin Ortaokul Öğrencilerinin Nanobilim Hakkındaki Farkındalıklarına Etkisi ve Öğrenci Görüşleri. I. Uluslararası Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Sempozyumu (UBEST) (02-04 Mayıs), İzmir.