

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
BİYOLOJİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

FEN ÖĞRETİMİNDE ÖĞRENİM GÖREN ÖĞRETMEN ADAYLARININ
NANOTEKNOLOJİ İLE İLGİLİ GÜNCEL VE GELECEĞE YÖNELİK
DÜŞÜNCELERİ
(Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesinde Yapılan Bir Araştırma)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Fusun KADIOĞLU

Ankara
Aralık, 2010

T.C
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTA ÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
BİYOLOJİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

FEN ÖĞRETİMİNDE ÖĞRENİM GÖREN ÖĞRETMEN ADAYLARININ
NANOTEKNOLOJİ İLE İLGİLİ GÜNCEL VE GELECEĞE YÖNELİK
DÜŞÜNCELERİ
(Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesinde Yapılan Bir Araştırma)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Füsun KADIOĞLU

Danışman: Prof. Dr. Orhan ARSLAN

**Ankara
Aralık, 2010**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

Fusun KADIOĞLU' nun 'Fen Öğretiminde Öğrenim Gören Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji İle İlgili Güncel ve Geleceğe Yönelik Düşünceleri' başlıklı tezi tarihinde, jürimiz tarafından Eğitim Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Tahir ATICI

Üye (Tez Danışmanı) : Prof. Dr. Orhan ARSLAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Asım ÖZDEMİR

ÖN SÖZ

Araştırmanın yapılmasında ve hazırlanmasında katkısı olan birçok kişiyi burada anmaktan gurur ve mutluluk duyacağım.

Başta tüm bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Danışman Hocam Prof. Dr. Orhan ARSLAN'a,

Tezin her aşamasında büyük bir sabırla beni bilgilendiren, yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Dr. Nilay KESKİN SAMANCI'ya,

Araştırmanın başından itibaren daha verimli sonuçlar elde edebilmem için verdiği kıymetli fikirlerden dolayı Doç. Dr. Tahir ATICI'ya,

Araştırmayı tamamlamamda büyük katkısı olan Araş. Gör. Oğuz Serdar KESİCİOĞLU'na,

Anketleri özenle cevaplayan tüm öğretmen adaylarına,

Uzun süren çaba ve büyük bir emek sonucunda ortaya çıkan bu araştırma boyunca, maddi-manevi desteğini eksik etmeyen sevgili AİLEME,

Gösterdiği sabır ve duyduğu güvenle beni her zaman destekleyen çok sevgili arkadaşım Burak GÜVEN' e sonsuz teşekkürümü sunarım.

Fusun KADIOĞLU

ÖZET

FEN ÖĞRETİMİNDE ÖĞRENİM GÖREN ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOTEKNOLOJİ İLE İLGİLİ GÜNCEL VE GELECEĞE YÖNELİK DÜŞÜNCELERİ

KADIOĞLU, Füsün

Yüksek Lisans, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Orhan ARSLAN

Aralık 2010, 84 sayfa

Araştırmada, eğitim fakültelerinin fen öğretiminde öğrenim görmeye devam etmekte olan öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri tespit edilmeye çalışıldı.

Araştırmada ilk olarak, nanoteknoloji ile ilgili geniş bir literatür çalışması yapıldı. Elde edilen veriler ışığında örnekleme alınan öğrencilere uygulanmak üzere bir anket hazırlandı. Anket hazırlandıktan sonra Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği Bölümünde okuyan 15 öğrenciye pilot uygulama yapıldı ve ardından öğrencilerle birebir görüşülerek anket ifadelerini eleştirel gözle değerlendirmeleri istendi. Öğrencilerden alınan görüşlere bağlı kalınarak anket üzerinde gerekli düzenlemeler yapılarak ankete son hali verildi.

2009-2010 İlkbahar döneminde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı, Fizik Öğretmenliği Anabilim Dalı, Kimya Öğretmenliği Anabilim Dalı ve Fen ve Teknoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda okuyan 1., 2., 3., 4., ve 5. sınıf öğrencilerinden toplam 547 öğretmen adayına anket uygulandı. Sonuçlar SPSS programı yardımı ile analiz edildi.

Sonuç olarak, bölümler arasında nanoteknoloji ilgi seviyesinde ve bilgi düzeyinde önemli fark bulunmadı. Bu durum, öğretmen adaylarının pek çoğunun nanoteknoloji hakkında yeterli bilgiye sahip olmamalarından dolayı olumlu ya da olumsuz fikir beyan etmelerini engellemiş olabilir.

ABSTRACT

ACTUAL AND FUTURE ORIENTED THOUGHTS ABOUT NANOTECHNOLOGY OF TEACHER CANDIDATES STUDYING SCIENCE TEACHING PROGRAMME

KADIOĞLU, Füsün

M. Sc. Thesis, Biology Teaching Programme

Adviser: Prof. Dr. Orhan ARSLAN

December 2010, 84 page

In this study, tried to determine actual and future oriented thoughts about nanotechnology of teacher candidates who are presently studying science teaching programme in department of educational sciences.

In the study, first, an extensive literature study was made of nanotechnology. A questionnaire for students prepared using the data obtained. Once prepared the survey, made pilot study of 15 students who are studying in Gazi University, Faculty of Education, Department of Biology Teaching, and then done one to one interviews with students and asked to evaluate critically the questionnaire statements. The final version of the survey are given after made the necessary arrangements on the poll with an adherence to the views of the students.

Spring period 2009-2010, total 547 teacher candidates studying in classes 1st, 2nd, 3rd, 4th, and 5th of Gazi University Education Faculty, Department of Biology Teaching, Department of Physics Teaching, Department of Chemistry Teaching, Department of Science and Technology Teaching were surveyed. Results were analyzed with the help of SPSS software.

As a result, there is no difference between sections neither at the level of knowledge nor interest in nanotechnology. The majority of teacher candidates thought that did not have enough information about nanotechnology and unable to express their opinion, positive or negative.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
GRAFİKLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii

BÖLÜM I

1.GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. NanoteknolojiEğitimi.....	1
1.3. Nanoteknoloji Eğitiminin Önemi.....	2
1.4. Problem Cümlesi.....	3
1.5. Alt Problemler.....	3
1.6. Araştırmanın Amacı.....	3
1.7. Araştırmanın Önemi.....	4
1.8. Araştırmanın Varsayımları.....	4
1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	4

BÖLÜM II

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	5
2.1. Nanoteknoloji Nedir?.....	7
2.2. Nanoteknoloji Tarihi.....	7
2.3. Nanoteknolojinin Amaçları.....	9
2.4. Nanoteknolojinin Önemi.....	10
2.5. Nanoteknolojinin Uygulama Alanları ve Etkileri.....	12

2.5.1. Tıp ve Sağlık.....	13
2.5.2. Malzeme ve İmalat.....	14
2.5.3. Gıda Sektörü.....	14
2.5.4. Çevre ve Enerji.....	15
2.5.5. Nanoelektronik ve Bilgisayar Teknolojisi.....	15
2.5.6. Havacılık ve Uzay Çalışmaları.....	16
2.5.7. Otomotiv.....	16
2.5.8. Savunma.....	16
2.5.9. Biyoteknoloji ve Tarım.....	17
2.5.10. Bilim ve Eğitim.....	17
2.5.11. Diğer Muhtemel Uygulamalar.....	17
2.6. Bazı Ülkelerin Nanoteknoloji Durumları ve Yatırımları.....	17
2.6.1. Türkiye.....	18
2.6.2. Amerika Birleşik Devletleri.....	20
2.6.3. İngiltere.....	21
2.6.4. Japonya.....	22
2.6.5. Fransa.....	23
2.6.6. Almanya.....	23
2.6.7. Asya Ülkeleri.....	23
2.7. Nanoteknolojinin Sağlayacağı Muhtemel Yenilikler.....	24
2.8. Doğadan Nanoteknoloji Örnekleri.....	25
2.8.1. Lotus Çiçeği.....	25
2.8.1.1. Lotus-Etki Mekanizması.....	26
2.8.1.2. İnsan Yapımı Lotus Etkili Yüzey Alanına Sahip Nanoteknoloji Örnekleri.....	26
2.8.2. Güve.....	27
2.8.2.1. İnsan Yapımı Güve Gözü Etkisine Sahip Nanoteknoloji Örnekleri.....	28
2.8.3. Çöl Böceği.....	28
2.8.3.1. Çöl Böceği Mekanizması.....	28
2.8.3.2. İnsan Yapımı Çöl Böceği Etkisine Sahip Nanoteknoloji Örnekleri.....	29
2.8.4. Kertenkele.....	29
2.8.4.1. Kertenkele Ayağı Mucizesi.....	30
2.8.5. Sivrisinek.....	30
2.8.5.1. Sivrisinek Mekanizması.....	31
2.8.5.2. İnsan Yapımı Sivrisinek Mekanizma Özelliğine Sahip Nanoteknoloji Örnekler.....	31

2.8.6. Köpekbalığı.....	32
2.8.6.1. Köpekbalığının Deri Yapısına Sahip Nanoteknoloji Örnekleri.....	32
2.8.7. Kelebek.....	32

BÖLÜM III

3. YÖNTEM.....	34
3.1. Araştırma Modeli.....	34
3.2. Evren ve Örneklem.....	34
3.3. Verileri Toplama Teknikleri.....	34
3.4. Verilerin Analizi.....	37

BÖLÜM IV

4. BULGULAR ve YORUM.....	38
----------------------------------	-----------

BÖLÜM V

5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	65
5.1. Sonuç.....	65
5.2.Öneriler.....	70
KAYNAKÇA.....	71
EKLER.....	76
EK – 1: Nanoteknoloji Anketi.....	78
EK – 2: Özgeçmiş.....	84

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Değişik uzunluk ölçülerinin fiziksel açıdan karşılaştırılması.....	6
Tablo 2.2. Nanobilim ve nanoteknolojinin kronolojik gelişimi.....	9
Tablo 3.1. Nanoteknoloji ilgi anketi puanlama örneği.....	35
Tablo 4.1. Katılımcıların bölümlerine göre dağılımı.....	38
Tablo 4.2. Bölümlerin sınıf seviyelerine göre dağılımı.....	39
Tablo 4.3. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili tutumlarının sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	40
Tablo 4.4. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili tutumlarının sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	40
Tablo 4.5. Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili tutumlarının sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	41
Tablo 4.6. Fen ve Teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili tutumlarının sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	42
Tablo 4.7. Örnekleme alınan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili tutumlarının bölümlere göre anova sonuçları.....	43
Tablo 4.8. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	43
Tablo 4.9. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.....	45
Tablo 4.10. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	46
Tablo 4.11. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.....	47
Tablo 4.12. Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	48
Tablo 4.13. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.....	49
Tablo 4.14. Fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.....	50
Tablo 4.15. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.....	51
Tablo 4.16. Örnekleme alınan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin bölümlere göre anova sonuçları.....	52
Tablo 4.17. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen örneklemdeki bütün öğrencilerin bölümlerine göre sayısal olarak değerleri.....	53

Tablo 4.18. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.....	55
Tablo 4.19. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.....	56
Tablo 4.20 Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.....	57
Tablo 4.21. Fen ve Teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.....	58
Tablo 4.22. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları.....	60
Tablo 4.23. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları.....	61
Tablo 4.24. Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları.....	62
Tablo 4.25. Fen ve Teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları.....	63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Lotus çiçeğinin kendi kendini temizleyen yaprakları ve yapraklar üzerindeki nano ve mikro yapılar.....	26
Şekil 2.2. Güve gözü ve ışık yansıtmayan mikro optik yüzeyi.....	27
Şekil 2.3. Çöl böceğinin sırtındaki su toplama mekanizmasının örneklenmesi.....	29
Şekil 2.4. Kertenkele ayağı ve kertenkele ayağının nano yapısı.....	30
Şekil 2.5. Sivrisineğin ayağındaki nano oluklar.....	31
Şekil 2.6. Köpekbalığının deri yapısı.....	32
Şekil 2.7. Kelebek ve kanatlarındaki mavi rengi ve fotonik yapı.....	33

GRAFİKLER LİSTESİ

Sayfa No

Grafik 2.1. Nanoteknoloji uygulama alanları.....	13
--	----

KISALTMALAR LİSTESİ

DOE: Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı
DTI: İngiltere Ticaret ve Endüstri Bakanlığı
IBM: Donanım Firması (International Business Machines)
TTM / STM: Taramalı Tünelleme Mikroskobu
AFM / AKM: Atomik Kuvvet Mikroskobu
DTP: Devlet Planlama Teşkilatı
NSF: Ulusal Bilim Vakfı
DOD: Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı
NNI: Nanoteknoloji İnisiyatifi(National Nanotechnology Initiative)
PCAST: Bilim ve Teknoloji Danışmanlar Konseyi Başkanı
NION: Ulusal Nanoteknoloji Girişimi
NSC: Nanoteknoloji Strateji Komitesi
TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSİAD: Türkiye Sanayi İş Adamları Derneği
UNAM: Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu araştırmanın konusu, fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleridir. Bu bölümde problem durumuna, nanoteknoloji eğitime, nanoteknoloji eğitiminin önemine, problem cümlesine, alt problemlere, araştırmanın amacına, araştırmanın önemine, araştırmanın varsayımlarına ve araştırmanın sınırlılıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Her alanda olduğu gibi nanoteknoloji konusunda da doğru eğitilmiş insan kaynağı büyük önem taşımaktadır. Örneğin, nanoteknoloji eğitiminin fikri destekçilerinden Mihail Roco'ya göre, 2015 yılında nanoteknoloji insan kaynağı ihtiyacı Avrupa'da 400 bin ve tüm dünyada 2 milyon civarında olacaktır.

Nanoteknoloji eğitimi Türkiye'de henüz çok yeni bir kavramdır. Doğu Avrupa'nın irili ufaklı pek çok ülkesi, Türkiye'den çok daha iyi konumda bulunmaktadır. Türkiye'de nanoteknolojiye özel eğitim veren sadece bir tane lisansüstü program görünmektedir. 2008 yılı içinde UNAM bünyesinde oluşturulan doktora programı bu alanda atılan önemli bir adımdır. Ancak UNAM'ın Nanoforum üye listesinde görünmemesi de ilginç bir ironi oluşturuyor. Pek çok Avrupa ülkesi nanoteknoloji konusunda, kısa programlar-lisansüstü eğitim-doktora-lisans eğitimi yolunu izleyerek insan gücü yetiştirmeyi amaçlıyor. Tabloda görüldüğü gibi, nanoteknoloji konusunda yetkin ülkeler kısa dönemde oluşan insan gücü açığını kapatmak için kısa kurslar, programlar ve bir yıllık lisansüstü eğitim programlarına odaklanmıştır. Türkiye'de nanoteknoloji eğitime doktora seviyesinden başladığını görmek ilk etapta olumlu görünmektedir. Ancak bu aynı zamanda nanoteknoloji bilgisine sahip insan gücüne şu anda pek ihtiyaç olmadığını da göstermektedir. Bu da Türkiye'nin, nanoteknolojide şu andaki konumu konusunda pek de olumlu olmayan ipuçları vermektedir.

1.2. Nanoteknoloji Eğitimi

Nanoteknoloji; fizik, kimya, biyoloji, mühendislik bilişim teknolojisi ve metroloji gibi nanoteknolojik araştırma ve ürün geliştirmeye uğraşan, ilgili alanlarda çalışan bilim insanlarını bir araya getiren çok disiplinli bir alandır. Nanoteknolojinin ticari potansiyelinden

yararlanmak için gerekli olan becerileri geliştirmek, birçok ülkede önemli bir tavır olarak belirlenmiştir. Başta ABD olmak üzere bazı ülkeler, bu gereklilikleri sağlayabilmek amacıyla çeşitli faaliyetlerde bulunmuşlardır. Ancak şimdiye kadar, nanoteknolojiyle ilgili niversite müfredatını da uyarlamış olan yalnızca birkaç yaklaşım mevcuttur. Günümüzde, her ne kadar önemli sayıda araştırma niversitesi bu alanda kurs veriyor olsa da, nanoteknoloji alanında diploma sağlamakta olan çok az sayıda niversite bulunmaktadır. Birçok niversite, disiplinlerarası merkezlerde lisans deneyimi sunmaktadır. Ayrıca Almanya, İsviçre ve Danimarka gibi ülkelerde, nanoteknoloji diplomaları ve programlarına yönelik yaklaşımlar mevcuttur. Her ne kadar nanoteknoloji alanında eğitim vermenin önemi tartışılamayacak kadar büyük olsa da, hangi yaklaşımın gelecek için iyi eğitilmiş çalışanlar ve öğrenciler sağlamak üzere en uygun olduğu konusunda anlaşmazlıklar vardır. Endüstri taraflarında, iyi bir nanoteknoloji uzmanının bu alanda çok derin bir bilgisi olması gerektiği ve bunun yanında da diğer disiplinlerden insanlarla konuşabilme yetisine de sahip olması gerektiği sıkça tartışılmaktadır. Nanoteknoloji, disiplinlerarası ve okdisiplinli bir alan olmasına rağmen, öğrencilerin fazlasıyla geniş bir eğitim almaları, fakat bu alanlardan herhangi birinde yeterli ve önemli katkılar sağlamaya yetmeyecek kadar da yetersiz bilgiyle donatılmış bir şekilde mezun olmaları konusunda endişeler vardır (Luther, 2004).

1.3. Nanoteknoloji Eğitiminin nemi

Nanoteknolojinin z, 1nm'den 100nm'ye kadar atomik, moleküler ve moleküler altı düzeylerde çalışabilmektir ki; bunun amacı küçük yapılı aygıt, materyal ve temel özellikteki sistemleri yaratmak, kullanmak ve işlemektir. Eğitim sürecindeki amaç ise, nanoölçekteki işlemleri, nanoyapıları, nanoldeki konuları anlamaktır. DNA'nın yapısına bakıldığında, ortaya çok uyumlu bir mimari yapı çıkmaktadır. Bu şekildeki yapılar, günümüzde kullanılan makinelerin daha farklı yapılabilmesi için ilham verir. Çünkü tüm maddelerin oluşumu aslında nanolektedir ve onların özellikleri bu skalada biçimlendirilir. Bu nedenle nanoteknoloji tüm insan yapımı maddelerin devrimleşmesini sağlayabilir (Roco, 2002).

Bilim; fizikten kimyaya ve mühendisliğe kadar hepsi temel yapılar, prensipler ve araştırma araçları nanoölçek üzerinde birleşmektedir. Nanobilim, ortak çalışma alanlarının temel araştırma ve eğitimlerin ortaya çıkmasını sağlar. Geçen yüzyıldaki mekaniksel aygıtlar, insanlığa fiziksel uzunluğun ötesine ulaşabilmeyi sağlamış ve teknolojik uygarlık getirmiştir. Nanoteknoloji de, maddelerin yapıtaşları üzerinde alışılabilmeyi ve maddelerin yapıtaşlarının belirlenip değiştirilebilmesini mümkün kılmıştır (Roco, 2002).

1.4. Problem Cümlesi

“Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri nelerdir?” araştırmanın problem cümlesini oluşturmaktadır.

1.5. Alt Problemler

Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının,

1. Nanoteknoloji hakkındaki görüşleri, kendi bölümlerinin sınıf seviyelerine göre farklılık göstermekte midir?
2. Nanoteknoloji hakkındaki görüşleri branşlara göre farklılık göstermekte midir?
3. Nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeyleri, kendi bölümlerinin sınıf seviyelerine göre farklılık göstermekte midir?
4. Nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeyleri branşlara göre farklılık göstermekte midir?
5. Kendi bölümlerindeki sınıf seviyelerine göre “Dünyamız atomlardan oluşmaktadır. Nanoteknoloji sayesinde atomlarla oynamaya başladığımızda yani atomları dizerek yeni maddeler yaratabildiğimizde nasıl bir dünya hatta evren bizi bekliyor olacak?” sorusuna verdikleri cevaplar nelerdir?
6. Kendi bölümlerindeki sınıf seviyelerine göre “Elinizde nanoteknolojik ürün yapma özelliğine sahip bir nano robotunuz olsa ne yapardınız?” sorusuna verdikleri cevaplar nelerdir?

1.6. Araştırmanın Amacı

Nanoteknoloji günümüzün en hızlı gelişim gösteren bilimlerindenidir. Fen öğretimi öğretim programı günün gerek ve koşullarına uygun olmalıdır. Bilimsel gelişmeler takip edilmeli ve program her yıl gözden geçirilerek bu yeni gelişmeler programa dahil edilmelidir. Fen öğretimi programı dahilinde bu gelişmelere kayıtsız kalınmamalıdır. Yapılacak bu araştırmada ise, yeni nesillere gelecekleri ile ilgili doğru bilgiler sunmak ve doğru mesleklere yönlendirebilmek için gelişen teknolojiyi takip etmek zorunda olan öğretmen adaylarının nano bilimle ne kadar ilgilendiklerini, günün değil geleceğin bilimi olarak kabul edilen bu bilim hakkında geleceğe yönelik neler düşündüklerini görebilmektir.

1.7. Araştırmanın Önemi

Sürekli değişim içinde bulunan dünya, yenilikleri ve gelişmeyi kavrayan, bunun yanında kendi üzerine düşen görevlerin de bilincinde olan bireylere ihtiyaç duymaktadır.

Günümüzde bireylerden, bilgi tüketmekten çok bilgi üretmeleri beklenmektedir. Çağdaş dünyanın kabul ettiği birey, kendisine aktarılan bilgileri aynen kabul eden, yönlendirmeyi ve biçimlendirmeyi bekleyen değil, bilgiyi yorumlayarak anlamın yaratılması sürecine etkin olarak katılanlardır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Devir nanoteknoloji devridir, üretilen bilgi nanoteknolojik bilgi olmalıdır. Türkiye bu açıdan çağın gerisinde kalmamak için atılması gereken ilk adım olarak durum tespiti yapıp bilimsel gelişmeler ve refah için ilerlemeye başlamalıdır. Bu çalışmada Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili geleceğe yönelik düşüncelerinin alınması, dünyanın bu kadar irdedeği bilim dalında gelişmelerden geride kalmadan ilerlemelerin ne kadar farkında olduğunu, bu bilime ne kadar önem verildiğini sorgulayarak neler planlandığını ve neler yapılması gerektiğinin farkına varılmasını sağlamaya katkıda bulunabilmektir.

1.8. Araştırmanın Varsayımları

1. Çalışma grubu evreni temsil etmektedir.
2. Araştırmada ele alınan değişkenlere ait verilerin toplanması, oluşturulan anketle sınırlı olacaktır.
3. Öğrencilerin bilgisini ölçmek ve düşüncelerini almak üzere uygulanacak olan anketin geçerliliği uzman kişilerce kabul edilmiş olacaktır.
4. Anketi cevaplayan öğrencilerin verdiği cevaplar gerçeği yansıtmış olacaktır.

1.9. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu çalışma Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Öğretimi (Biyoloji Öğretmenliği, Fizik Öğretmenliği, Kimya Öğretmenliği, Fen ve Teknoloji Öğretmenliği) öğretmen adayları ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma, araştırmanın alt problemlerinde ele alınan değişkenler ile sınırlıdır.
3. Araştırma geliştirilen anket sonuçları ile sınırlı olacaktır.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Yıllar önce bir odayı tek başına dolduran bilgisayarlar, önce masa üstlerine, daha sonra diz üstlerine, şimdi ise ceplere sığacak boyuta kadar küçüldüler. Bu değişim sadece bilgi işleme sınırlı değildir. Bugün tarımdan biyolojiye, tıptan mekaniğe, elektronikten kimyaya dek hemen her alanda günlük hayata etki eder nitelik taşıyan bu gelişmeler kendini göstermektedir. Tüm insanlık için kökten değişim ve dönüşümlere öncülük eden bu bilim nanoteknolojidir.

Bir bütünün en küçük birimine ne kadar ulaşılabilirse, bütüne o kadar hakim olunur. İşte nanoteknoloji bütüne hakim olmayı sağlar. Geçmişte paylaşımı üzerine savaşlar verilen doğal kaynaklar bu teknolojiye geçildiğinde hiç tükenmeyecek ve gelecekte herkes kendi nano robotundan gerekli tüketim maddelerini üretebilecek, nanorobotlar etrafta bulunan atomları toplayıp işleyerek istenen her ürünü yapabileceklerdir. Kısacası nanoteknoloji, bilim kurgu filmlerinde izlenebilen, ancak hayallerde olur denilen imkanları sağlayacaktır.

Tablo 2.1. Değişik uzunluk ölçülerinin fiziksel açıdan karşılaştırılması.

İsim	Sembol	Değeri	Eşdeğeri	Açıklama
Gigametre	Gm	10^9	1 gigametre =1.000.000.000 metre =1 milyar metre	Güneşin çapı yaklaşık olarak 1.390.000 kilometre veya 1,39 Gm
Megametre	Mm	10^6	1 megametre =1.000.000 metre =1 milyon metre	Yaklaşık olarak İzmir-Elazığ arası kuş uçuşu mesafe
Kilometre	km	10^3	1 kilometre =1000 metre =bin metre	Boğaz köprüsünün uzunluğu yaklaşık olarak 1,5 km
Hektometre	hm	10^2	1 hektometre =100 metre =yüz metre	Bir futbol sahası uzunluğu
Dekametre	dam	10	1 dekametre =10 metre =on metre	Orca cinsi balının uzunluğu
Metre	m	1		Kır yılanın uzunluğu
Desimetre	dm	10^{-1}	1 desimetre =0,1 metre =metrenin onda biri	Bir beyaz farenin uzunluğu
Santimetre	cm	10^{-2}	1 santimetre =0,01 metre =metrenin yüzde biri	İnsan elinde serçe parmağının tırnak genişliği
Milimetre	mm	10^{-3}	1 milimetre =0,001 metre =metrenin binde biri	Pirenin boyu
Mikrometre(veya mikron)	μm	10^{-6}	1 mikrometre =0,000001 metre =metrenin milyonda biri	Bakterilerin boyu
Nanometre	nm	10^{-9}	1nanometre =0,000000001 metre =metrenin milyarda biri	Yaklaşık olarak insan saç kalınlığının yüz binde biri

Nanometre inç, feet ve mil gibi bir ölçü birimidir. Bir metre yaklaşık 39 inç uzunluğundadır. Bir metre bir milyar parçaya bölündüğünde çok küçük bir sayı olur. Ve bu küçüklükteki bir şey Atomik Güç Mikroskobu gibi çok güçlü bir mikroskop olmadıkça görülmez (Karkare, 2008).

2.1. Nanoteknoloji Nedir?

“Nano” Yunanca ve Latince’den alınmış bir kelime olup, anlamı cücedir. “Nanoteknoloji”, “nanobilim” gibi başında “nano” öneki bulunan terimler, “nanometre” teriminden gelmektedir. Temel olarak nanometre, diğer ölçüm skalaları gibi bir ölçüm skalasıdır. Kısaltma olarak bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri olarak da kullanılmaktadır. Bir nanometre ise, metrenin bir milyarda birine eşit olan uzunluk birimidir. Bir nanometre, aşağı yukarı orta boyutta bir molekülün, örneğin 60 karbon atomu içeren bir molekülün boyutundadır (Sharifzadeh, 2006).

Tüm bilimler malzemelerin dünyasını incelediğinden, nanobilim de geniş çaplı ve çok disiplinli bir bilim haline gelmiştir. Bu da nanobilimi kesin ve doğru olarak tanımlamayı zorlaştırmaktadır. ABD Enerji Bakanlığı (DOE), nanobilimi şöyle tanımlamaktadır:

Hem küçük moleküler olan, hem de tüm boyutlarıyla makroskopik olan sistemlerinkinden çok farklı (genellikle yararlanılabilecek sıra dışı ve beklenmeyen yönlerde) dinamik özelliklere neden olan nanoskopik (1-100 nm) uzamsal boyutların en az birine sahip olan sistemlerin yapılarını, dinamiklerini ve özelliklerini inceleyen bilimdir (DOE, 2002 ve Sharifzadeh, M. 2006).

Nanoteknoloji, nanobilim buluşlarının gerçek hayattaki uygulamalar ile ilgilidir. Nanoteknolojinin etkisi o kadar yaygındır ki, kesin ve ortak bir tanımı kolay olmamaktadır. Bu yüzden İngiltere Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (DTI) gibi bazıları, bu alanı basitçe “nanoteknoloji, bir şeyleri meydana getirmenin yeni yollarıyla ilgilidir” şeklinde tanımlamaktadır. Nanoteknoloji, daha fazla işlevi olan, daha az ham madde ve daha az enerji tüketen, daha küçük, daha ucuz, daha hafif ve daha hızlı cihazların üretiminin önünü açmaktadır (DTI, 2002 ve Sharifzadeh, M. 2006).

2.2. Nanoteknolojinin Tarihi

Bilimsel düşünce genellikle, nano-ölçeğin öneminin ilk kabul edilmesini, Nobel ödüllü fizikçi Richard Feynman’ın 29 Aralık 1959’da, Amerikan Fizik Topluluğu’nun Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü’nde (Caltech) gerçekleştirilen yıllık toplantısında verdiği konuşmaya dayandırır. “Temelde yeterince boş yer var” (There is plenty of room at the bottom) başlıklı

konuşmasında Feynman, ilk kez eğer atom ve molekül büyüklüklerinde imalat yapılabilirse gelecekte fırsatlara olanak tanıyacağını, örneğin Brittanica Ansiklopedisi'nin 24 cildinin tamamını bir kalem ucuna yazıp sığdırılabileceğini ileri sürdü. Ayrıca böyle bir şeyin gerçekleşebilmesi için ilk başta nanoölçekte özel ölçme ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Özetle, bu tarihi konuşmasında Feynman, “Vurgulamak istediğim şey, bir şeyleri küçük ölçekte manipüle etmek ve kontrol etmektir” demektedir (Erkoç, 2008; Feynman, 1959; Sharifzadeh, 2006).

Dr. Richard Feynman, geleceğin bilim insanlarının ve mühendislerinin nanoölçeklerde malzeme imalatı yapabileceğini tahmin etmiştir. Ancak “nanoteknoloji” terimi, Tokyo Science Üniversitesin'den Profesör Norio Taniguchi tarafından 1974 yılında yayınlanan makalesinde şu şekilde tanımlanmıştır: Nanoteknoloji temelde, maddelerin bir atom ya da bir molekül tarafından ayrılması, birleştirilmesi ve bozulması yöntemi anlamına gelmektedir (Web sitesi 1, 2010).

1980'lerde, moleküler imalata ait temel fikirler, K. Eric Drexler'in “Moleküler İmalata Yönelik Protein Tasarımı” adlı makalesinde ortaya koyulmuştur. K.Eric Drexler daha sonraki çalışmasında da, kendi kendini kopyalayan bir ‘derleyicinin’ yaratılmasıyla, aygıtları ve yapıları karmaşık atomik spesifikasyonlar şeklinde üretmenin olası yöntemlerini tarif etmiştir. Moleküllerin yerlerini belirleyerek kimyasal tepkimeleri güdüleyebilecek olan bu araç, moleküler imalat için genel amaçlı bir aygıt olacaktır (TÜSİAD, 2008).

1981'de “taramalı tünelleme mikroskobunun” icat edilmesi bilim insanlarına nanoölçekteki yapıların görüntülerini inceleme fırsatı vermiştir. 1985'de “fullerenlerin” keşfi ve 1986'da “atomik kuvvet mikroskobunun” icat edilmesi, nanoteknolojinin dönüm noktası olmuştur. Nanoteknoloji alanındaki asıl gelişme, IBM'deki Gerd Binnig ve Heinrich Röhrer'in (1986 Nobel ödülü) 1981'de, hem malzemeleri atomik düzeyde incelemeye, hem de bunları atomik ölçekte manipüle etmeye yarayan ilk aygıt olan “taramalı tünelleme mikroskobu” (TTM) icat etmeleriyle olmuştur (Sharifzadeh, M. 2006). Nanoteknoloji tarihindeki bir diğer dönüm noktası ise, Curl Kroto ve Smalley'in 1985'teki çalışmalarının sonucu ürettikleri, karbon modifikasyonu olan, ‘Buckyball’ olarak adlandırılan, “fullerenlerin” keşfidir. 1991'de ise, temelde kenarları silindir oluşturacak şekilde yuvarlanmış grafit tabakalarından oluşan ve olağanüstü özellikleri nedeniyle birçok uygulama potansiyeli öngörülen, karbon nanotüplerinin keşfi olmuştur (Web sitesi 2, 2010).

Nanobilim ve nanoteknolojinin kronolojik gelişimi aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 2.2. Nanobilim ve nanoteknolojinin kronolojik gelişimi.

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 C ₆₀ '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	İijima çok duvarlı karbon nanotüpleri keşfetti.
1993	İijima 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.

2.3. Nanoteknolojinin Amaçları

Nanoteknoloji, nanoölçek ebatlardaki yapıların ve bileşenlerin fiziksel, kimyasal, biyolojik özellikleri değişen malzeme ve sistemlerle ilgilenir. Nanoölçekte belli bir işlevi olabilecek yapıların malzemelerini ve kendilerini kontrollü bir şekilde üretebilecek, özelliklerini ve

işlevlerini belirleyecek nanoobatlarla aygıt yapabilmek, bu aygıtları günlük hayatımızda kullanılır hale getirmek nanobilim ve nanoteknolojinin hedefidir (Erkoç, 2008).

Atomlar ve moleküller evrendeki her şeyin temel yapı taşlarıdır. Bu temel yapı taşlarının özelliklerini, birbirlerine nasıl bağlandıklarını ve birbirleriyle olan etkileşimlerini belirleyebilmek evrenindeki her şeyi daha iyi anlamada büyük önem taşır. Nanoteknoloji, tek tek atomların, moleküllerin ya da molekül kümelerinin kendiliğinden düzenlenmelerine etki ederek, yeni ya da oldukça farklı özellikte malzemeler oluşturmayı amaçlar (Luther, W. 2004).

Nanoteknolojinin amaçlarını; nanometre ölçekli yapıların analizi, nanometre boyutunda yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması, nanometre ölçekli yapıların imalatı, nano hassasiyetli cihazların geliştirilmesi, uygun yöntemler bularak nanoskopik ve makroskopik dünya arasındaki bağın kurulması şeklinde sıralayabiliriz (Web sayfası 3, 2010).

2.4. Nanoteknolojinin Önemi

Nanoteknolojinin önemi, malzemelerin nano ebatlarında fizik kurallarının farklı işlemlerinden ve madde ile enerjinin bu ölçekte farklı özellikler göstermesinden kaynaklanır. Parçacıklar yeterince küçük olduklarında ve nanoparçacıklar olarak nitelendirilebildiklerinde, mekanik özellikleri ve ışıkla diğer elektromanyetik ışınımın bunlarla etkileşimi değişir. Nanoölçekteki malzemeler, malzemenin moleküler haldeki özelliklerinden çok farklı özelliklere sahiptirler. 100 nanometreden daha küçük ebatla olan malzemeler, kütsel halde olan malzemelere göre toplam hacimlerine göre çok büyük oranda yüzeye sahiptirler. Bu özelliklerinden dolayı, üç-beş nanometre aralığında olan nanoparçacıkları, katıdan çok gaz parçacıkları halindedir. Bu fazladan açıkta olan yüzey, elementlerin ve nanoparçacıkların birbirleriyle olan etkileşimini etkiler. Böylece, kompozit malzemelerde nanoparçacıkların kullanımı, bunların sertliği artırabilir ve/veya ağırlıklarını düşürebilir, kimyasal ve termal dayanırlıklarını artırabilir ve ışıkla diğer ışınlarla olan etkileşimlerini değiştirebilir (TÜSİAD, 2008).

Nanoobattaki yapıların özelliklerini makroskopik ölçekteki yapıların özelliklerini inceleyen, ölçen yöntemlerle tam olarak belirlemek mümkün değildir. Nanoölçeklere indirgenen malzemelerdeki farklılık sadece ebatında değil aynı zamanda o ebatlarda gösterdikleri fiziksel

özelliklerinde de vardır. Ebatlar küçüldükçe kuantum özellikler daha net hale gelir. Bunun en önemli sonuçlarından biri ise atomların geometrik düzeninin maddenin bazı fiziksel özelliklerini etkilemesidir. Bizmut kristali ile bizmut nanoteli incelendiğinde bizmut kristali makroskopik ebatla yarı metal bir malzeme iken nanotel halinde yarıiletken bir malzeme özelliği göstermez. Her iki yapıda aynı atomlardan oluşmasına ve her iki yapıda da atomların birbirine bağlanma şekilleri aynı olmasına rağmen farklı geometride birbirlerinden apayrı davranışlara sahip olurlar. Başka bir örnekte altın elementi makroskopik büyüklükte sarı renkli görünürken nanoebatlarda kırmızı renkte görünür. Yani maddenin sadece elektronik özellikleri değil optik özellikleri de boyutu ile değişir. Sonuç olarak, malzemelerin nanoölçekteki yapılarını kontrol etmeyi başarmakla birçok özelliği ve dolayısıyla işlevleri kontrol edilebilmektedir (Erkoç, 2008).

Tübitak'ın yayınlamış olduğu “Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri” başlıklı Vizyon 2023 Projesinde şöyle ifade edilmiştir:

Nanoteknoloji sayesinde önümüzdeki birkaç on yıl içerisinde süperkompüterlere mikroskop altında bakılabilecek, insan vücudunun içinde hastalıklı dokuyu bulup iyileştiren, ameliyat yapan nanorobotlar bulunabilecek, insan beyninin kapasitesi ek nanohafızalarla güçlendirilebilecek, kirliliği önleyen nanoparçacıklar sayesinde fabrikalar çevreyi daha az kirleteceklerdir. Ulusal güvenliği ilgilendiren konularda nano malzeme bilimi, yeni savunma sistemlerinin geliştirilmesinde, haber alma-gizlilik konularına yönelik çok küçük boyutlarda aygıtların yapılmasında kullanılacaktır. Birim ağırlık başına şu andakinden 50 kat daha hafif ve çok daha dayanıklı malzemeler üretebilecek ve bunların sonucu olarak insanın günlük yaşamında kullandığı tekstil ürünleri gibi ürünler değişebileceği gibi, uzay araştırmalarında ve havacılıkta yeni roket ve uçak tasarımlarının ortaya çıkması mümkün olacaktır.

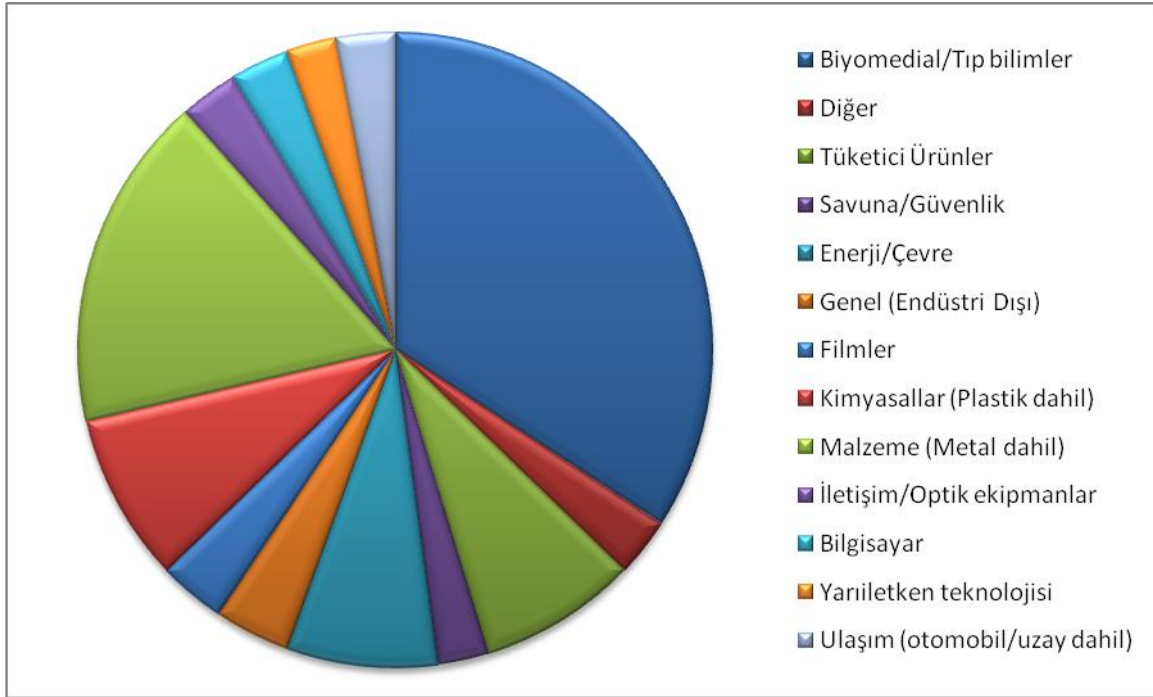
2.5. Nanoteknolojinin Uygulama Alanları ve Etkileri

Nanoölçekte kimya, biyoloji, elektronik, fizik, malzeme bilimleri ve mühendislik alanları yakınsamaya başlar ve belirli bir disiplinin incelediği bir özellik gibi ayrımlar geçerliliğini yitirir. Tüm bu disiplinler, nanoteknoloji tarafından sağlanabilecek olan olasılıkları anlamaya ve bunlardan faydalanmaya katkıda bulunur. Ancak temel bilim tek bir noktaya yöneldiğinde, potansiyel uygulamalar sayısız çeşitlilik gösterir ve tenis raketlerinden tıbbı, hatta tamamen yeni enerji sistemlerine kadar olabilecek her şeyi içermektedir. Bir noktada birleşen bilim ve artarak çoğalan uygulamaların oluşturduğu bu ikili dinamik, nanoteknolojinin en büyük etkisinin, telefonun ve bilgisayarın birleşmesi gibi daha önce ayrı olan cephelerin beklenmeyen birleşmelerinden kaynaklanabileceği anlamına gelir (Sharifzadeh, M. 2006).

Nanobilim ve nanoteknoloji çok çeşitli alanlarda uygulanmakta ve yaşama girmektedir. Nanoteknolojinin disiplinlerarası bir bilim dalı olması; farklı alanlara hakimiyeti, farklı disiplinlerdeki bilim adamlarının ortaklaşa çalışmalarını beraberinde getirdiği gibi, sonuçları itibarıyla bir çok alanı temelden etkileme potansiyeli de vardır (Web sitesi 4, 2010).

Nanoteknolojinin etkilediği alanları göstermek amacıyla, 2004 yılında nanoteknoloji tabanlı Ar-Ge yapan ürünleri üreten, satan ve kullanan şirketlerin alanlara göre dağılım grafiği aşağıda verilmiştir.

Grafik 2.1. Nanoteknoloji uygulama alanları.



Yukarıdaki grafikte de görüldüğü gibi nanoteknolojinin uygulama alanları geniş olmakla beraber bazı sahalarda etkisi ve önemi daha da fazladır. Bunlardan bazıları şu şekilde özetlenebilir:

2.5.1. Tıp ve Sağlık:

Sağlık hizmetleri büyük miktarda sosyal ve ekonomik faktörlerden etkilenmektedir. Dünyadaki sağlık hizmetleri pazarları, yıllık yüz milyar Avro'ya bedeldir ve ilaçlar bu miktarın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Nanoteknoloji halihazırda sağlık hizmetleri pazarında yer almaktadır (Wagner, 2004 ve Luther, W. 2004).

Atomik kuvvet mikroskobu (AKM) teknolojisi, tanı ve ilaç keşfinde kullanım için daha küçük ve daha hassas mikrodiziler yaratmak için kullanılmaktadır. AKM ayrıca yüzeylerin nanoyapılandırılması ve örneğin bu yüzeylerin daha biyo-uyumlu hale gelmesi için de kullanılabilir. Fullerenler, dendrimerler ve kuantum noktaları gibi nanoparçacıklar, görüntüleme, madde taşınması dahil olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Hipertermi tedavisinde, manyetik parçacıklar biyolojik türlerle kaplanır ve kanserli alanlara enjekte edilir. Kaplayıcının moleküler yapısı, yalnızca kanser hücrelerinin parçacıklarını soğurmalarını sağlar. Bundan sonra dış manyetik alan kullanılarak parçacıklar aktive edilir ve

bu da kanserli hücrelerin ısınıp ölmelerini sağlar. Bu yöntem, gelecek birkaç on yıl için, en fazla ümit vaat eden kanser tedavi yöntemidir (TÜSİAD, 2008).

Daha hızlı gen çalışmalarının yapılması ile teşhis ve tedavide yeni gelişmeler olabilir, vücut içerisine yerleştirilebilen muhtelif ölçüm cihazları hem daha hassas sonuç verebilir hem de daha ekonomik olabilir, ilaçlarının vücutta sadece gerekli olduğu bölgede kullanımını sağlayarak olası yan etkileri yok edilebilir, vücut tarafından reddedilmeye dayanıklı suni doku ve organ malzemesi üretilebilir, görme ve duyma işlevlerinde yeni gelişmeler sağlanabilir, tehlikeli hastalıkları haber veren algılayıcı sistemler vücuda yerleştirilebilir. Yakın vadede beklenen en önemli katkı, nanoölçekte malzemelerin nasıl kendi kendini ürettiğinin anlaşılması ile “self-assembly” proteinlerin ve çeşitli organik maddelerin üretim şekli kopyalanabilir, nanoteknoloji çok daha iyi uygulanabilir ve kontrol edilebilir (Erkoç, 2008).

2.5.2. Malzeme ve İmalat:

Nanoteknoloji, gelecekte yapılacak olan malzeme ve aygıt üretim yöntemlerinin değişmesini, nanoölçekte işlevi olan malzeme ve aygıtların makroskobik boyutlardaki malzeme içine yerleştirilmesini ve bunların çok miktarda hatasız üretilmesini gerekli kılacaktır. Nanoölçekteki malzemelerin daha hafif, daha sağlam programlanabilir malzemeler olması, daha az malzeme kullanımı, üretim safhasında daha az enerji gereksinimi, artık malzeme üretmemesi gibi avantajlar nanoimalatta önemli hususlardır (Erkoç, 2008).

Nanoölçekte imalat, nanoyapıların makroyapılardan üretilmesi şeklinde tanımlanan “yukarıdan-aşağıya” (top-down) yöntemi ve nanoyapıların atomların ya da moleküllerin dizilmesiyle oluşturulması şeklinde tanımlanan “aşağıdan-yukarıya” yöntemi ile yapılmaktadır. Nanoimalatla tabiatta mevcut olmayan yeni yapıların tasarlanması mümkün olabilir, biyolojik malzemelerde dahil olmak üzere düşük maliyetli üretim yöntemleri geliştirilebilir (Erkoç, 2008).

2.5.3. Gıda Sektörü:

Nanoteknolojinin gıda sektöründe de uygulamaları da vardır. Bazı besin maddelerinin başlatıcıları suda çözünemez. Ancak bu maddeler nanoteknoloji ile kusursuz üretildiklerinde

ya da yeniden düzenlendiklerinde soğuk suyla kolaylıkla karışabilir ve bu maddelerin insan vücudundaki biyoyararlılımları da artar (Distler, 2002 ve Luther,2004).

Nanoparçacıklarla güçlendirilmiş düşük gaz geçirgenliği olan polimerler sayesinde gıdanın daha uzun süre taze kalması sağlanır. Ayrıca iç ve dış duvar kaplama teknolojileri de, PET şişelerin gaz yoğunluklarını geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Gelecekte, biyo ve gaz sensörleri de gıda sektörü için önem kazanabilir. Bu sensörlerin paketleme malzemesinin içinde yer almasının nedeni gıdaların tazeliğini gözlemek olacaktır. Gıdanın bozulması durumunda bu sensörler renk değişimine uğrayarak uyarı sağlayabilecektir (Luther, 2004).

2.5.4. Çevre ve Enerji:

Nanoteknoloji tüm enerji sektörü (üretim, depolama, dağıtım ve kullanım) için umut vaat eden potansiyellere sahiptir. Ayrıca dünyanın enerji kaynaklarından yararlanma yollarında değişiklik yapabilmemizi sağlama potansiyeline sahiptir (Luther, 2004).

Nanoteknolojideki eğilimler, temel olarak hammadde ve enerji kullanımını düşürerek, daha temiz endüstriyel üretim ve ürünler için katkıda bulunacaktır. Dolayısıyla çevre sorunlarının giderilmesini sağlayacaktır. Nanoteknoloji sayesinde çeşitli kaynaklardan gelen atıklar önlenebilir veya nanosistemlerle atıkların etkisi azaltılabilir. Giderek azalan temiz su kaynaklarını korumak için nanofiltreler kullanılabilir ve temiz su üretilir. Diğer bir konu ise temiz enerji kaynağı olarak kabul edilen hidrojen enerji kaynağıdır. Yine nanoteknoloji ile hidrojen gazının üretilmesi, hidrojen gazının depolanması, hidrojen gazının depoya konması ve depodan çekilmesi de sağlanabilir (Erkoç, 2008).

2.5.5. Nanoelektronik ve Bilgisayar Teknolojisi:

Nanoteknoloji geleceğin bilişim ve iletişim teknolojileri için anahtar olacaktır. Nanoölçekte elektronik devre elemanlarının üretilmesiyle kablosuz teknolojiden yaralanan ve geniş bir bant ağına bağlı olan ucuz, güçlü, bugünün teknolojisi ile üretilen bilgisayarlara kıyasla daha az enerji ile işlevlerini yerine getiren, ebat olarak daha küçük, hız ve kapasite olarak daha büyük ve portatif hesaplama aygıtlarının tüm insanların kullanımına açık olacağı, her yerde hazır bulunacak bir bilgisayar vizyonu tarif edilebilir (Luther, 2004).

2.5.6. Havacılık ve Uzay Çalışmaları:

Uzay yolculuklarında kullanılan yakıtlar hem ağırlık bakımından hem de hacim bakımından oldukça fazla yer kaplamaktadır. Bu durumun etkisiyle yakıt sınırlı miktarda alınabilmekte ve dolayısıyla uzay çalışmalarına engel teşkil etmektedir. Nanoteknoloji, malzemeleri ve aygıtları daha hafif, daha sağlam, sıcaklığa karşı daha dayanıklı hale getirebildiği için roket ve uzay istasyonlarının yapımında önemli rol oynamaktadır. Az enerji gerektiren, radyasyona karşı dayanıklı, yüksek verimli bilgisayarların yapımında; mikro ölçekteki uzay araçlarında kullanılabilecek nano ölçekte aletler; nanoyapılı algılayıcılar ve nanoelektronik ile desteklenen uçuş istemleri yapımı; ısıya dayanıklı nanoyapılı kaplama malzemeleri nanoteknoloji ile üretilir (Erkoç, 2008).

2.5.7. Otomotiv:

Otomobil endüstrisinde kullanılan nanoteknoloji ürünü malzemelerden yapılmış daha hafif otomobiller daha az yakıt harcadığı için çevreyi daha az kirletecek, ayrıca daha ekonomik olacaktır. Otomobil tekerleklerindeki lastiklerde siyah-karbon yerine nanoteknoloji ürünü inorganik kil ve polimer kullanılması çevre dostu lastiklerin yapımında nanorobotların ve akıllı sistemlerin nükleer atıkların kontrolünde ve filtrelenmesinde kullanıma olasılığı vardır (Erkoç, 2008).

2.5.8. Savunma:

Savunma sanayisinde nanoteknolojinin önemli bir yeri vardı. Nanoelektronik ile haberleşme askeri açıdan çok önemlidir. Robot sistemlerinin etkin kullanımı sağlanabilir, böylece insan vücudunun tahammül sınırları dışında da etkin kullanımı gerçekleştirilebilir, nanomalzemelerden yapılmış aygıtlar daha hafif, daha sağlam ve uzun ömürlü olabilir, nano algılayıcılar sayesinde zararlı gazların ve radyoaktif serpinti tespit edilebilir, nano ve mikro mekanik aygıtların birleştirilmesi ile nükleer savunma sistemleri kontrol edilebilir. Akıllı askeri uniformalar, kimyasal ve biyolojik etki alanlarını ve insana zarar verebilecek diğer maddeler ile dolu bölgeleri fark edebilir ayrıca bunlar, gerektiği yerde çok sert bir zırha dönüşebilir ve savaş alanlarındaki şarapnel parçaların askere zarar vermesini önleyebilir (Erkoç, 2008; Web sitesi 5, 2010).

2.5.9. Biyoteknoloji ve Tarım:

Biyosentezleme ve biyoişleme yeni kimyasal ve ecza malzemesi sağlayabilir. Biyoteknoloji, ilaç ve tarım sektörleri de ürünlerinde bu teknolojiyi uygulayacaktır. Moleküler seviyede kimyasalların (ilaçlar, gübreler) geliştirilmesi, daha besleyici ve hastalığa karşı direnci yüksek bitkiler veya hayvanlarda DNA testleri için nanoölçekte kontrol yöntemlerinin geliştirilmesi araştırma alanları içerisinde sayılabilir (Web sayfası 6, 2010).

2.5.10. Bilim ve Eğitim:

Nanobilim ve nanoteknoloji fizik, kimya, biyoloji gibi temel bilimlerle malzeme, elektronik, kimya, makine, bilgisayar mühendisliği gibi uygulamalı bilimlerin ortak ilgi alanına girdiğinden nanoteknoloji disiplinlerarası işbirliği yapılarak sonuç alınabilecek bir sahadır. Eğitim programlarında da bu gelişmeye uygun olarak yeni düzenlemeler yapılması gerekir. Birçok gelişmiş ülkede bu alandaki gelişmeler dikkate alınarak yeni programlar açılmaktadır. Türkiye’de de bu yönde gelişmelerin başlamış olması sevindiricidir (Erkoç, 2008).

2.5.11. Diğer Muhtemel Uygulamalar:

Nanobilim ve nanoteknoloji sadece yukarıda özetlenen uygulama alanları ile sınırlı değildir. Başka uygulama alanları da vardır. Örneğin; daha hafif ve daha emniyetli taşıma sistemleri geliştirilebilir, kirlilik ölçümleri, kontrolü, azaltıcı yöntemleri geliştirilebilir, güvenilir adli araştırmalar yapılabilir, kaliteli baskı işleri yapılabilir, kuantum özellikleri çeşitli işlerde, özellikle yeni ve devrimsel bilgisayar uygulamalarında kullanılabilir (Erkoç, 2008).

2.6. Bazı Ülkelerin Nanoteknoloji Durumları ve Yatırımları

Bilimsel açıdan insanlık tarihinde belki de büyük bir dönüm noktası yaşatacak olan nanoteknolojiden, gelecek 10-15 yıl içinde büyük ve sürpriz çıktılar ve yeni pazarlar beklenmektedir. Çoğu ülkede, yüzlerce nanoteknoloji araştırma merkezi, üniversitelerde bu alanla ilgili bölümler kurulduğu ve uzman kadroların bu merkezlerde bir yarış ortamında, önce ulusal, sonra ticari çıkarlarına yönelik olarak bilgi ve teknoloji ürettikleri gerçeği çok açık bir şekilde görülmektedir. Nanoteknoloji ile gelişmiş ülkelerle gelişmemiş ülkeler

arasındaki ara kapanamayacak kadar ve katlanarak artacak; nanoteknolojiye sahip olan ülkelerin refah seviyesi, ulusal savunması ve ekonomisi daha güçlü bir konuma gelecektir. Bu bağlamda zamanında endüstriyel ve mikroelektronik-enformatik devrimlerini yakalayamayan ülkemizde, ekonomik ve bilimsel gelişme ve refah için nanoteknoloji yakalanabileceği en son fırsat olmaktadır. Bu fırsatın yakalanabilmesi ancak, ulusal boyutta uzman kadronun güçlendirilmesi, eğitim ve nesilden nesile aktarılabilecek teknoloji birikiminin önünün açılması ile mümkün olacaktır. Bu yolların açılması ile ülkemiz, kritik olan uygarlık ve refah düzeyine çok daha aktif olarak katkı sağlayabilecektir.

2.6.1. Türkiye:

Sanayi devrimine büyük ölçüde uzak kalmış veya bu sürecin içerisine geç girmiş bir ülke olarak gelecekte kilit bir öneme sahip olacak olan nanoteknoloji alanında nispeten başlangıç sürecinde yetkinlik kazanmak ve doğru adımları atmak, Türkiye’de güvenlik ve refah seviyesinin yükseltilmesi, rekabetçi ve sürdürülebilir bir kalkınma hedefi doğrultusunda çok önemli bir adım teşkil edecektir.

Günümüzde ucuz emek değil, beyin gücü ve eğitilmiş insan potansiyeli kalkınmanın anahtarı haline geldi. Teknoloji transferi değil, bilgi transferi önemli hale gelmektedir. Nanoteknoloji de bu bilgi üretimine dayanmaktadır. Türkiye bu alanda adım atmakta geç kalmamalıdır.

Türkiye’de 2000’li yılların başından beri çeşitli adımlar atılmaya başlanmıştır. Bunların en önemlilerinden biri ise ortaya koyduğu 2023 yılı Türkiye vizyonu çerçevesinde nanoteknolojiyi bu vizyona ulaşılmasında gerekli ve öncelikli teknolojik faaliyet alanlarından biri olarak tanımlayan “Vizyon 2023 Strateji Belgesi” dir. Bu belge, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin yol ayrımına getirdiği Türkiye’yi geleceğin önemli teknolojilerinde egemenlik sağlayarak uluslararası toplumun önemli bir üyesi olmasını sağlayacak ve yarınlarını garantiye alacak teknoloji ve bilim politikaları için stratejik bir yol haritası ortaya koymaktadır. Bu vizyonun öğeleri olarak eğitim, sağlık, tarım-gıda, ulaştırma ve savunma gibi çeşitli alanlar tanımlanmış ve vizyonu destekleyecek sosyo-ekonomik hedefleri ortaya koymuştur. Bu hedeflere ulaşabilmek için ise ana araç olarak bilim ve teknoloji politikaları tanımlanmıştır. Buna göre yetkinlik kazanılması gereken öncelikli teknolojik faaliyet konuları belirlenmiştir. Nanoteknolojinin de içinde bulunduğu bu “stratejik teknolojiler”, bilgi ve iletişim teknolojileri, biyoteknoloji ve gen teknolojileri, nanoteknoloji, mekatronik, üretim

süreç ve teknolojileri, malzeme teknolojileri, enerji ve çevre teknolojileri, tasarım teknolojileridir (TÜBİTAK, 2004).

Vizyon 2023 Strateji Belgesine ek olarak Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı'nın katkısıyla Bilkent Üniversitesi tarafından sunulan ve 3 yıla yayılan bir projeye Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) kurulmuştur. Bu merkez, “sanayi ürünlerinin katma değerinin yükselip dış pazarda rekabet gücü kazanması için kamu, özel sektör ve diğer üniversitelerle birlikte nanoteknoloji geliştirmeyi ve bu yeni teknolojileri uygulamayı” hedeflemektedir. Bu hedef doğrultusunda ve nanoteknolojideki genel gelişmelere ve eğilimlere de paralel olarak nanobiyoteknoloji, nanomalzeme ve kimya, enerji ve hidrojen ekonomisi, nanotriboloji, yüzey kaplama, katalizör tasarımı gibi güncel konularda da çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca UNAM'daki araştırmalara paralel olarak yürütülen ‘Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji’ yüksek lisans ve doktora programı açılarak nanoteknoloji alanındaki uzman açığının da disiplinlerarası bir yaklaşımla kapatılabilmesi için çalışmalar başlatılmıştır. Merkeze 2007 sonunda inşaat, tesisat ve laboratuvar cihazlarına yaklaşık 28 milyon YTL değerinde yatırım yapılmış ve 2007 yılı başında Bakanlar Kurulu kararı ile proje UNAM Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Enstitüsü'ne dönüştürülerek projeye kurumsal bir kimlik kazandırılmıştır. Bu süreçte bilimsel çalışmalar Bilkent Üniversitesi öğretim üyesi ve 50'den fazla araştırma asistanı tarafından yürütülmektedir. Yine DPT tarafından desteklenen 2. Faz altyapı projesi de 2008 başında başlamış ve bunu izleyen 3 yılda UNAM'a toplam 90 milyon YTL yatırım yapılması beklenmektedir. Bu aşamada ise akıllı tekstil, yüzey kaplama ve boya, hidrojen ekonomisi, spintronik, fiber, femtosaniye lazer, nanoaygıt, nanoelektronik ve sensörler, nanobiyoteknoloji konularındaki çalışmalar yapılacaktır (TÜSİAD, 2008).

Bu iki gelişmenin dışında Türkiye’de birçok üniversitede nanoteknoloji alanında çalışmalar yapılmaktadır. Koç Üniversitesi bünyesinde bulunan Mikro-Nano Teknolojileri Araştırma Merkezi mikromekanik araç üretimi, katı lazer materyaller ve ince organik maddeler üzerinde çalışmaktadır. Benzer bir şekilde Sabancı Üniversitesi'nde kimya, malzeme bilimi ve mühendisliği, elektronik, mekatronik ve biyoloji mühendisliklerinin ortak çalışmalarıyla nano büyüklükte karbon maddeler, jeller ve sensör teknolojisinde, seramik ve optik maddeler ile lineer olmaya optik polimerler üzerine çalışmalar yürütülmektedir. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Merkez Laboratuvarı ve Ar-Ge Merkezi, Hacettepe Üniversitesi Nanoteknoloji ve Nanotıp Anabilim Dalı Yüksek Lisans ve Doktora Programları, Boğaziçi Üniversitesi İleri Teknolojiler Ar-Ge Merkez Laboratuvarları, Gebze Teknoloji Enstitüsü, MAM-Marmara

Araştırma Merkezi ve İzmir Teknoloji Enstitüsü nanoteknoloji alanında çalışmalar yapılan önemli akademik merkezlerdir (TÜSİAD, 2008). “Gazi Üniversitesi Nanotıp ve İleri Araştırma Merkezi” 2008 yılında Gazi Üniversitesi Gölbaşı kampüsünde kurulmuştur. Laboratuvar başlangıçta Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatından (DTP) hibe ile finanse edilmektedir. Gazi-nanotıp, nanoteknoloji, biyoteknoloji ve sağlık bilimleri gibi farklı disiplinleri aynı çatı altında barındırmaktadır. Ayrıca uluslararası düzeyde bilimsel işbirliği ile yürütülen nanotıp’da, insan sağlığında kullanılabilecek nanoteknoloji tabanlı ürünler geliştirmek amaçlanmıştır. Avrupa Birliği bünyesinde kurulan “Nano Tıp Teknoloji Platformu” başlığı altında kurulan platforma Türkiye’den kabul edilen ilk üye Gazi Üniversitesi olmuştur (Web sitesi 5, 2010; Web sitesi 7, 2010). Bunlara ek olarak bazı şirketler de Ar-Ge faaliyetleri aracılığı ile kendi çalışmalarını yürütmektedirler.

2.6.2. Amerika Birleşik Devletleri:

ABD ekonomistlerinin telkini ile Başkan Bill Clinton tarafından yaklaşık 10 yıl önce en öncelikli ve en kritik alan olarak ilan edilen nanoteknoloji, ABD’nin en çok desteklediği alanlardan biri olmuştur. Bunun sonucu olarak birçok araştırma merkezi ve üniversitede araştırma binaları kurulmuştur. ABD’de sadece devlet ajanslarının (NSF, DoD, DoE, NIH, NASA, NIST, DoA, DoT, DoJ gibi) nanobilim ve nanoteknoloji için ayırdıkları araştırma bütçeleri milyon dolar olarak 270 (2000), 467 (2001), 604 (2002), 710 (2003) ve en son 2004’te de 3 milyar dolardan fazladır (TÜBİTAK, 2004).

ABD’de, “Ulusal Nanoteknoloji Girişimi” (NNI) 2002 yılında kurulmuştur. Amacı, nanoteknolojiyi acil ulusal bir görev olarak desteklemektir. Mali desteğin en büyük kısmı Ulusal Bilim Vakfı’na (NSF), Savunma Bakanlığı’na (DOD) ve Enerji Bakanlığı’na (DOE) aittir. Ayrıca yedi ayrı bakanlığın da kendi nanoteknoloji bütçeleri vardır. Neredeyse tüm büyük bilim-teknoloji üniversitelerinde ve kısmi olarak da üniversite-dışı alanlarda, yüzden fazla nanoteknoloji araştırma merkezi kurulmuştur (TÜSİAD, 2008).

“Bilim ve Teknoloji Danışmanlar Konseyi Başkanı” PCAST, kanunlara göre Amerika’nın nanoteknoloji ile ilgili kurumu olan NNI belli aralıklarla değerlendirip rapor sunmak zorundadır. 25 Mart 2010 raporunda;

- Son 10 yılda ABD nanoteknolojiye 12 milyar yatırmış ve bu konuda dünya lideridir. Ancak 2005'te AB, 2008'de ise Japonya, Çin ve Güney Kore'nin nanoteknolojiye yatırımı, ABD'nin devlet yatırımını geçti.
- ABD'de doktorasını alıp, kendi ülkesine dönenlerin sayısı artmaktadır. Doktorasını ABD'de bitirenlere yeşil kart verilmeli ve bu kişiler ABD'de tutulmalıdır.
- Dünya'da nanoteknolojiye ayrılan para yıllık %27 artarken, ABD'de %18 artmıştır.
- Nanoteknolojinin ülkeye sağladığı değeri ölçmek için yeni kıstaslar geliştirilmelidir. Hesaplara göre yıllık toplam 29 milyarlık nanoürün üretiliyor, bunların 11 milyarı ABD'ye ait. Fakat bu hesaplar yanlış olabilir, durumumuzu daha iyi görmek için bu kıstaslara ihtiyaç vardır.
- Nanoteknoloji makalesi konusunda ABD artık lider değil, üçüncü sıradadır. Saygın dergilerde de ABD menşeli makalelerin oranı azalmaktadır.
- Dünya'da en fazla nanoteknoloji patenti (10.000'den fazla) ABD'ye ait, fakat Çin bu sayıya yaklaşmaktadır (Web sitesi 8, 2010). Rapordan da görüldüğü üzere, ABD'nin liderliği tehlikeye girmiştir.

2.6.3. İngiltere:

1986 yılında, Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (NION), Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (DTI) tarafından başlatıldı. Buna göre bu adım, nanoteknolojiye doğru Avrupa'daki ilk olmasa bile ilklerden biri olan bir girişimdi. NION'un amacı, nanoteknoloji konusunda erken bir bilinç oluşturmaktı. Bir Nanoteknoloji Strateji Komitesi (NSC), hükümeti nanoteknolojinin tüm yönleriyle ilgili olarak tavsiyelerde bulunmak amacıyla kuruldu. NION'un başarıları arasında, üç teknoloji transferi merkezinin kurulması bulunmaktaydı. NION, 1988'den 1994 yılına kadar işlemeye devam eden LINK Nanoteknoloji Programı'nın (LNP) oluşmasına önayak olan bir doğrudan finansman akımının kurulmasını önerdi. Bu programda ilk proje 1989 yılında başladı ve 1991 yılında bitirildi. Finansmanın son halkası 1994–1995 yılları içindi, ancak proje 1999 yılına kadar devam etti. Bu arada farklı finansman programları da bulunmaktadır (TÜSİAD, 2008).

İngiltere'nin küresel olarak nanoteknolojide başarılı olabilmesi için nanoteknoloji ile ilgili hangi alanlarda yatırım yapması gerektiğini ortaya çıkaran 2009-2012 için hazırlamış olduğu nanoteknoloji stratejisi raporunda;

- Toplumlardaki değişikliklere çözüm bulacak teknolojiler (çevre, atıkların izlenmesi, güvenli ve temiz enerji üretimi, dağıtımı vs.)
- Yaşlanan ve artan nüfusa yönelik teknolojiler (ilaç geliştirme, hastalık teşhisi, görüntüleme, protez, gıda paketlenme ve depolama)
- Akıllı modern dünya oluşturmak için teknolojiler (güvenlik sistemleri, akıllı taşıma sistemleri, kullanıcı ile daha fazla etkileşim halinde olan aletler, yeni nesil bilgisayar sistemleri) olmak üzere 3 madde belirlemiştir.

Ayrıca raporda, İngiltere’de 34 tane mikro ve nano araştırma merkezi olduğunu belirtmiştir. 2010 yılı için ayırdığı toplam bütçe ise 235 milyon £ olarak bildirilmiştir (Web Sitesi 9, 2010).

2.6.4. Japonya:

Japonya’da hem uygulamaya yönelik hem de temel araştırma alanlarında, çok sayıda nanoteknoloji araştırma merkezi kurulmuştur. Bunlardan en önemli iki nanoteknoloji araştırma kuruluşu “Atom Teknolojisi Ortak Araştırma Merkezi (JRCAT)” ve “Fizik ve Kimya Araştırma Enstitüsü (RIKEN)” dır. Bu arada, Japonya’daki nanoteknoloji faaliyetlerinin merkezi olan, “Ulusal İleri Endüstri Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü”ne (AIST) ait “Nanoteknoloji Araştırma Enstitüsü” (NRI) de kurulmuştur. Bunlardan başka, özellikle nanoelektronik alanında, toplu araştırma çabalarıyla uğraşan birçok endüstriyel ortaklık da bulunmaktadır. 2000 yılında Japonya nanoteknoloji/malzemeler alanını, doğa bilimleri (biyoteknoloji), enformasyon teknolojisi ve çevre/enerji alanlarıyla beraber, dört öncelikli araştırma alanından biri olarak kurmuştur. Tüm bunlar, Japon ekonomisini yeniden canlandırmak ve rekabetçi bir çizgide kalabilmek amacıyla gerçekleştirmiştir. Bundan beri, devletin nanoteknoloji alanına sağladığı kaynaklar kararlı bir şekilde artmıştır (TÜSİAD, 2008).

Japonya, kamu tarafından finanse edilen nanoteknolojik araştırmada dünya çapında ABD’den sonra birinci, Asya ‘da ise lider konumundadır. 2003’teki bütçe artışı Japonya’yı ABD Ulusal Nanoteknoloji Girişimi’nin çok ötesine fırlatmıştır ve bu bütçe artışı her yıl olmak üzere %15 ile %20 oranında artmaktadır. Şüphesiz bu durum, daha da ivmelenmiş bir nanoteknolojik gelişme hızına ulaşmasını sağlayacaktır (Luther, W. 2004; Web sitesi 10, 2010).

2.6.5. Fransa:

Fransa’da nanoteknoloji, doğrudan bir önceliği olarak kabul edilen, mikro dünya ile ve/veya mikro sistem mühendisliği ile kurulmuş olan sağlam bir bağa dayanmaktadır. Fransa’nın nanobilim ve nanoteknoloji için güçlü bir taahhüdü bulunmaktadır. Araştırma Bakanlığı tarafından, “Mikro ve Nanoteknolojiler Ulusal Araştırma Ağı” yoluyla, bir miktar mali destek ayrılmıştır. Ulusal Araştırma Ağları, 1999 yılında, Fransa’daki kamu araştırmalarının geliştirilmiş organizasyonunu desteklemek amacıyla, endüstriyel ihtiyaçlara göre oluşturularak, farklı finansman kaynakları arasındaki etkileşimi iyileştirmek için ve aşağıdan yukarıya bir yaklaşımla kurulmuştur. Söz konusu finansman kaynakları temel olarak Araştırma, Endüstri, Çevre, Sağlık Bakanlıkları ve Enerji için ADEME, yenilikler için ANVAR gibi bazı organlardır. Finansmanın toplam miktarı yıllık olarak, hükümet tarafından ve her bir tematik çalışma için tek tek belirlenmektedir ve bundan sonra da her seçilmiş olan proje için farklı bakanlıklar ve organlar tarafından paylaşılmaktadır. Bir proje, 50/50 finansmanı temeline göre, kamu araştırma kuruluşlarıyla özel şirketlerin ortak işbirliğidir (TÜSİAD, 2008).

2.6.6. Almanya:

Almanya’daki nanoteknoloji faaliyetleri, 1990’larda, nanoteknolojik nesnelere odaklanmış olan bir dizi araştırma projesiyle başlamıştır. 1998 yılında BMBF, altı nanoteknoloji yetki merkezini kurmuş ve ilk olarak ortak araştırma projeleriyle nanoteknoloji alanında çok bölümlü desteklemeye başlamıştır. Nanoyapılı malzemeler ve biyonanoteknolojiye özel bir ilgi gösterilmiştir. Federal Devlet, nanoteknolojilerin anahtar ve fırsatlar sağlayan teknolojiler olarak, elektronik, optik bilimler ve mühendislik imalatı, kimya, malzemeler, biyoteknoloji ve analitiği de içeren geniş çaptaki sektörler için öneminin farkındadır. Böylece nanoteknolojiyi anahtar araştırma politikası önceliği haline getirmiştir. Nanoteknolojinin ticari ve iş alanı yaratan potansiyelinden yararlanılmasını, bunun yanında da fırsatlarla riskler konusunda da kapsamlı bir diyalogun sürmesini de desteklemektedir (BMBF May 2002 ve Luther, W. 2004).

2.6.7. Asya Ülkeleri:

Asya ülkeleri içinde nanoteknolojiye yatırım yapan ülkelerin başında Japonya gelmektedir.

Japonya'yı takip eden ülkeler arasında Çin ve Kore öne çıkmaktadır. Çin, ülkede yürütülen nanoteknoloji odaklı birçok araştırma ve geliştirme çalışmasını Çin Bilimler Akademisi kanalıyla yürütmektedir. Bu ülkede yürütülen çalışmaların birçoğu yarı iletken üretme teknikleri ve nanoteknoloji tabanlı elektronik cihazlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Araştırma merkezlerine ek olarak nanoteknoloji kullanılarak üretilen ürünlerin ticarileşmesine imkan sağlamak amacıyla çalışan bir çok kuruluş bulunmaktadır. Kore nanoteknolojinin mikro elektronik uygulamaları alanında yoğunlaşmıştır. Nanoteknoloji çalışmalarının sürdürüldüğü birçok üniversite ve araştırma merkezi olduğu gibi Kore'nin en büyük şirketlerinden biri olan Samsung mikro elektronik uygulamalar ve mikro elektromekanik sistemler (MEMS) üzerine araştırmalar yürütmektedir. Tayvan, Singapur, Tayland Hindistan ve Vietnam nanoteknolojiyi öncelikli alan olarak belirlemiş ve uygun çerçeveyi belirlemek için adımlar atmaktadır (Web sitesi 11, 2010).

2.7. Nanoteknolojinin Sağlayacağı Muhtemel Yenilikler

Nanoteknolojinin önümüzdeki 20 sene içerisinde yaşantımızda meydana getireceği olası değişimler veya nanoteknoloji rüyasından beklenen gelişmeler bilimsel mantık sınırları içinde kalınarak aşağıda özetlenmiştir:

- Endüstriyel devrimin neden olduğu su, hava, toprak, deniz kirliliği, küresel ısınma gibi gezegeni felaketlere sürükleyecek etkinlikler kontrol altına alınacak ve bazıları tamamen önlenecektir.
- Ormanların tüketim amacıyla yok olmasının önüne geçilecektir.
- Kanserden, bakteriyel kökenli ve virüslerin sebep olduğu hastalıklara kadar tedavisi mümkün olmayan pek çok hastalığın tedavisi mümkün hale gelecektir.
- Beyin, kalp, böbrek gibi kritik organların zaman içinde kayıp olan dokularını yeniden üretebilecek nano-robotlar devreye girecektir.
- İnsanlık, tarihinden beri en büyük hayal olan sağlıklı yaşlanma ve uzun yaşam imkanlarına kavuşacaktır.
- İlaçları sadece sorunlu bölgelere taşıyabilen nano-robotları kullanır hale gelecektir.
- İnsülün gibi yaşam için gerekli hormonları üretme kabiliyetini kaybetmiş organlar, nano-robotlar yardımıyla tekrar hormon üretebilme kabiliyetine kavuşacaklardır. Dünya üzerindeki şeker hastalarının sayısı göz önüne alınırsa böyle bir teknolojinin önemi anlaşılır.

- Çelik kadar dayanıklı ve insan kemiği üreten nano-robotlar yapılacaktır. Kemiklerdeki metal kökenli tranplantasyonlar sona erecektir.
- İnsan yaşlanmasına rağmen kemiklerinde yük taşıma kaybı olmayacaktır. Cerrahi müdahaleleri minimuma inecek özel bir hücre cerrahisi uzmanlık alanı doğacaktır.
- Uzay yolculukları aile bütçeleri ile karşılanabilecek kadar ucuzlayacak, uzayda özel mülkiyet söz konusu olacaktır.
- Günümüzdeki imalat sanayinin en önemli girdisi olan işçilerin yerini, kendi kendine üretim ve tasarım yapabilen akıllı nano-robotlar alacaktır. Tüketim çeşitlenecek, ucuzlayacak, akıllı tüketim malları piyasa sürülecek, kullanın süreleri uzayacak, imalat sanayi kabuk değiştirecektir.
- Global yaşam ile birlikte bireysel davranış normları değişime uğrayacaktır.
- Eğitim felsefesi bilgi edinmek yerine yaratıcı kabiliyetler edinmek şeklinde değişecek ve eğitim ömür boyu sürdürülecek bir etkinlik haline dönüşecektir.
- Dünya üzerindeki enerji kaynaklarının paylaşımından ortaya çıkan gerginlikler yeni enerji teknolojilerinin devreye girmesi ile gevşeyecektir.
- Moleküler boyutta üretilen transistörler tüm elektronik ve iletişim teknolojisine hız ve inanılmaz boyutlarda bilgi depolama olanağı sunacaktır.
- Bütün bu değişimlere nano-teknoloji ve onun türevleri neden olacaktır (Web sitesi 12, 2010).

2.8. Doğadan Nanoteknoloji Örnekleri

Bilim adamları, bugün birçok buluş için en iyi yol göstericinin doğadaki tasarımlar olduğu sonucuna varmış ve ortaya çıkarmayı düşündükleri araçları doğadaki örneklerine bakarak geliştirmeye başlamışlardır. Çünkü insanlığın büyük bir bilgi birikimi, yıllar süren araştırmalar, uğraşlar ve teknolojik gelişmeler sonucu ürettiği bazı şeyler, doğada milyonlarca yıldır zaten bulunmaktadır (Yahya, 2003). Bu kısımda nanoteknolojinin doğada mevcut olan kusursuz sistemleri örnek alarak kat ettiği gelişmeler ele alınmaktadır. Daha önce pek dikkat çekmemiş, ancak canlılığın yaratılmasından bu yana doğada var olan benzersiz tasarımlar incelenmektedir.

2.8.1. Lotus Çiçeği

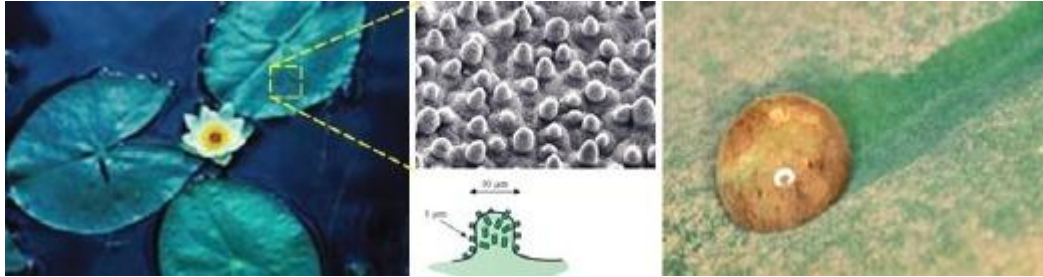
Lotus bitkisi (beyaz nilüfer), çamurlu ve kirli ortamlarda yetişir. Buna rağmen bitkinin yaprakları sürekli temizdir. Çünkü bitki, üzerine en ufak bir toz zerresi geldiğinde hemen

yapraklarını sallar ve toz taneciklerini belli noktalara doğru iter. Yaprığın üzerine düşen yağmur damlaları da bu noktalara doğru yönlendirilir ve buradaki tozları süpürmesi sağlanır.

2.8.1.1. Lotus-Etki Mekanizması:

Lotus çiçeği süperhidrofobik yüzeylere sahip olma özelliğiyle bilinen örneklerden biridir. Nilüfer çiçeğinin yaprakları her zaman temizdir, üzerinde toz barındırmaz. Bu yapraklar birbirinden 10-15 mikrometre uzaklıkta bulunan ve 5-10 mikrometre çapında olan küçük yumrucuklarla kaplıdır. Bunların yanı sıra bütün yüzey 1 nanometre çapındaki hidrofobik tabaka ile örtülüdür. Su damlaları yaprak yüzeyine temas ettiğinde, hem hidrofobik kaplamadan, hem de yüzey pürüzlülüğünden dolayı 170 dereceye yakın bir değme açısı oluştururlar. Bir yüzeyin kendini temizleme özelliğine sahip olması için sadece süperhidrofobik olması yeterli değil; bunun yanı sıra su damlasının yuvarlanması için yüzeye verilen açının da 5 dereceden az olması gerekmektedir. Eğer bir yüzey nilüfer yaprağındaki gibi hem süperhidrofobik hem de 5 dereceden daha küçük kayma açısına sahipse, yüzeydeki kirler su damlacığının yüzeyine yapışır ve onunla birlikte yuvarlanarak yüzeyi terk ederler (Web Sayfası 20, 2010).

Şekil 2.1. Lotus çiçeğinin kendi kendini temizleyen yaprakları ve yapraklar üzerindeki nano ve mikro yapılar.



2.8.1.2. İnsan yapımı lotus etkili yüzey alanına sahip nanoteknoloji örnekler:

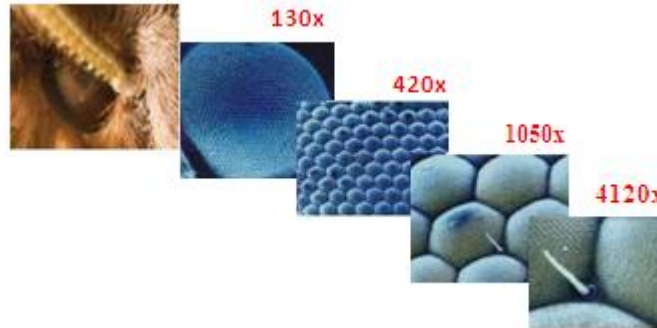
Son yıllarda akıllı mikro nanoyüzeyle üzerinde yapılan araştırmaların artmasının en önemli nedeni bu yüzeylerin pek çok uygulama alanına sahip olmasıdır. Süperhidrofobik ve süperhidrofilik yüzeylerin en belirgin özelliği, kendi kendini temizleyebilmesidir. Süperhidrofilik yüzeylerde temizlenme, yayılan suyun akarken yüzeydeki kiri de beraberinde sürüklemesiyle gerçekleşirken; süperhidrofobik yüzeylerde ise yuvarlanan damlacıkların

üzerine kirin tutunmasıyla gerçekleşir. Süperhidrofobik ve süperhidrofilik yapılar, kaplama yöntemiyle birçok eşyaya uygulanabiliyor. Hiç buğulanmayan aynalar, hiç kirlenmeyen ve su tutmayan camlar, nanometre mertebesinde süperhidrofobik ve hidrofilik parçacıklar katılarak hazırlanan dış cephe boyaları, iç yüzeyleri süperhidrofobik malzemeye kaplanmış kalp stentleri, ter ve su tutmayan kıyafetler bunlara örnektir (Web Sayfası 21, 2010).

2.8.2. Güve

Güve, karanlıkta uçmak üzere programlanmış az miktardaki ışıktan bile istifade etmesi için, büyük gözlere sahip bir canlıdır. Normalde böyle parlak yüzeyler yansıtma yapar ve yansıtma nispeti büyüklükle uyumludur. Eğer güvenin göz yüzeyi, üzerine gelen ışığı % 4 kadar yansıtıyorsa, düşmanlarının dikkatini çekme tehlikesi vardı. Ancak güvenin gözünde, bu beklenen nispette yansıma ve parlama olmamaktadır. Güve gözünün yapısındaki bu sır, gözün en üst tabaka yüzeyinin mikroskopta büyütülerek incelenmesiyle anlaşılmıştır. Mikroskoptaki görüntüler göz yüzeyinin dalgalı bir yapıya (sinüs dalgası) sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır (Polatöz, 2009).

Şekil 2.2. Güve gözü ve ışık yansıtmayan mikro optik yüzeyi.



Güve gözündeki dalgalı çıkıntılar çok küçük olup, 200–250 nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) aralıklı ve derinliktedir. Teorik olarak üçgen dalgalı yapı daha ideal ise de, sivri uçların dayanıklı olmamasından, uçlarının kolayca kırılabilmesinden dolayı tasarım ve pratik açıdan ideal değildir. Güvenin gözündeki çıkıntılar aşağı yukarı aynı performansı gösterebilecek ve daha dayanıklı olan sinüs dalgalı yapısında seçilmiştir. Güve gözü kademeli bir ışık kırılma indeksine sahiptir: Kırılma indeksi havada 1 iken göz üzerinde 1,5 değerine doğru düzgün şekilde artış gösterir. Abbott ve Gaskell isimli araştırmacılar güve gözünü taklit ederek polimer bir yüzey üzerine kaplama yapmışlardır (Polatöz, 2009).

2.8.2.1. İnsan yapımı güve-gözü etkisine sahip nanoteknoloji örnekler:

Yansıma engelleyici olarak güve gözü kaplama yüzeylerin teknolojiye birçok kullanma sahası vardır. Sergi salonu camları, bilgisayar ve cep telefonu ekranları, gözlükler, otomobil camları buna örnek verilebilir. Radar sinyallerinin yansımaması sağlanarak askerî kamuflaj olarak da kullanılır.

2.8.3. Çöl Böceği

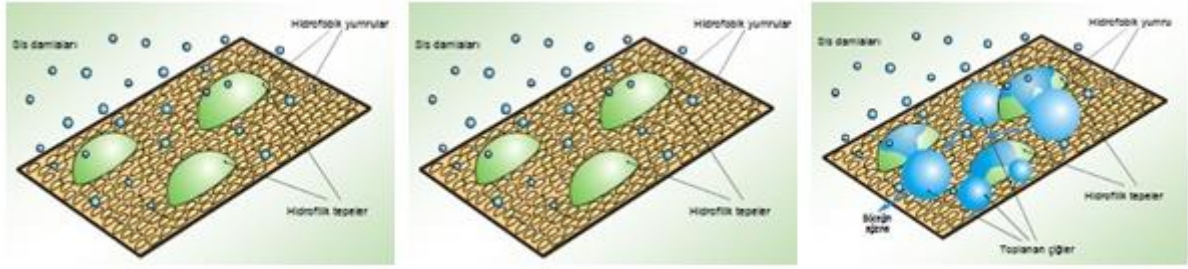
Çöl böceği (stenocara) Güney Afrika'da bulunan Namib çölünün kavurucu sıcaklığında yaşayan bir böcektir. Namib çölü dünyanın en kurak alanlarından bir tanesidir. Bu çölde gündüz sıcaklığının 60 dereceyi bulmasının yanı sıra esen sert rüzgârlar ile canlılar için oldukça zor şartları barındırmaktadır. Neredeyse hiç yağmur yağmayan bu çölde canlıların gerekli su ihtiyacı, ayın sadece 6 günü sabahları ortaya çıkan sis damlacıkları ile karşılanır (Web Sayfası 19, 2009).

Stenocara'nın yapısı mikroskop altında incelendiğinde suyu şaşırtıcı bir şekilde tutup hayvanın ağzına iletilen özel bir tasarıma sahip olduğu ortaya çıktı. Çöl böceği sabahın erken saatlerinde sırtı rüzgara 45 derecelik açı ile bakacak şekilde bekler ve sis damlacıkları stenocara'nın kanatlarındaki yumruların üzerinde toplanmaya başlar. Sis damlacıkları yeterli büyüklüğe ulaştığında ise yerçekiminin etkisiyle aşağı doğru akmaya başlar ve çölün aşırı sıcaklığında tekrar buharlaşmadan hızlıca böceğin ağzına ulaşır. Böylece çöl böceği su ihtiyacını karşılamış olur (Özgür, 2007; Gemici, 2007; Bayındır, 2007).

2.8.3.1. Çöl Böceği Mekanizması:

Çöl böceğinin hayatta kalması kanatlarındaki mikro ve nanoyapılara bağlıdır. Böceğin kanatları, işlevsel iki farklı yapıyı barındırmaktadır. Birincisi stenocara'nın sırtındaki yumruların üzerinde bulunan 0,5 milimetre çapında olan çukurcuklardır. Bu çukurcuklar hidrofilik (suyu seven/çeken) özelliklere sahiptir. İkincisi ise, kanatlar üzerinde 0,5-1,5 milimetre aralıklarla dizilmiş hidrofobik (suyu sevmeyen/iten) özelliğe sahip yumrulardır. Sis damlacıkları çöl böceğinin hidrofilik çukurcuklarında yaklaşık 4-5 milimetre çapında bir damlacık oluncaya kadar birikir ve daha sonra yerçekimi etkisiyle hidrofobik yüzeye doğru akmaya başlar. Hidrofobik yüzey balmumu benzeri bir malzeme ile kaplıdır (bu sayede suyun iletimi daha kolay olacaktır). Suyu sevmeyen bu yüzeyler de suyun çöl böceğinin ağzına iletilmesini sağlar (Web Sayfası 19, 2009; Özgür, 2007; Gemici, 2007; Bayındır, 2007).

Şekil 2.3. Çöl böceğinin sırtındaki su toplama mekanizmasının örneklenmesi.



2.8.3.2. İnsan Yapımı Çöl Böceği Etkisine Sahip Nanoteknoloji Örnekleri:

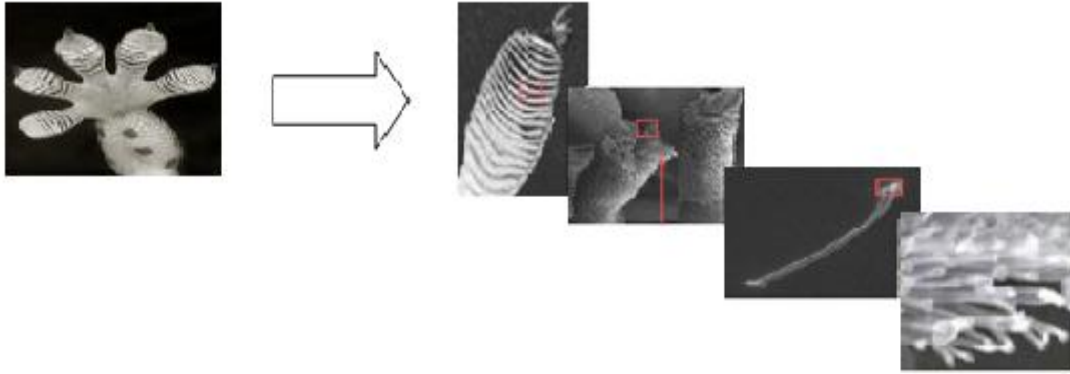
Stenocara'nın su toplama özelliği temel alınarak yüzeyindeki dizilişine benzer süperhidrofobik ve süperhidrofilik yapıların düzenlenmesiyle elde edilecek su toplama yöntemi, hem ucuz ve kolay bir teknik hem de kurak bölgelerde yaşayan insanlar için büyük bir teknoloji ürünü olabilir.

2.8.4. Kertenkele

Kertenkele tavanda düz bir yolda yürüyormuşçasına rahat hareket edebilen, hatta tek ayağı üzerinde baş aşağı durumda asılı kalabilen, cilalı ya da cam gibi kaygan ve dikey bir zeminde bile rahatça koşabilen bir canlıdır.

Kertenkelenin ayağındaki beş parmağın her birinde, keratin maddesinden yapılmış yaklaşık 500.000 tane mikroskobik tüycük bulunur. Bilim adamlarının “seta” olarak isimlendirdiği bu uzantıların çapları yaklaşık 5 mikron (metrenin 5 milyonda biri) kadardır. Bir benzetme yapılacak olunursa bu incelik insana ait bir saç telinin onda birine denk gelmektedir. Ve her uzantı, sayıları 400 ile 1.000 arasında değişen tüyümsü uzantılardan oluşur. İşte kertenkelenin ayağındaki spatula şekilli milyonlarca mikroskobik uç, bu sayede değdikleri yüzeydeki atomların çekim kuvvetini kullanarak o yüzeye bir tutkal gibi yapışırlar (Web Sayfası 22, 2010).

Şekil 2.4. Kertenkele ayağı ve kertenkele ayağının nano yapısı.



2.8.4.1. Kertenkele ayağı mucizesi:

Kertenkelenin ayağındaki gözle görülemeyen tüycüklerle, temas ettiği duvar arasında mikroskobik bir etkileşim söz konusudur. Bu esnada ayak ile yüzey arasında, moleküler düzeyde “Van der Waals” adı verilen zayıf bir çekim kuvveti oluşur. Bu bağlar, bitişik iki atomun taşıdığı elektrostatik yükten kaynaklanır. Van der Waals kuvvetleri daha çok kısa mesafede etkilidir ve yapıştırma mekaniği açısından büyük önem taşır. İşte kertenkelelerde, enzimleri biyokimyasal olarak yapışkan hale getiren ‘Van Der Waals’ güçleri olarak bilinen atomik-ölçüdeki bir yapışkanla duvarlara tutunurlar.

Bir atom pozitif yüklü çekirdeğin negatif yüklü elektron bulutuyla çevrilmesinden oluşur. Eğer çekirdeğin pozitif yükü, elektronların negatif yüküne eşitse atom bir yük taşımaz, nötr durumdadır. Ancak elektronlar çekirdeğin etrafında gelişigüzel dolaşırlar. Bazen çok kısa süreli de olsa hepsi atomun bir tarafında toplanırlar. Bu durumda atomun bir tarafı geçici olarak negatif yüke sahipken diğer tarafı artı yüke sahip olacaktır. Bu değişken yükler çevredeki atomları da etkiler.

Van der Waals kuvveti el ve duvar arasında da vardır, ama çok zayıftır. Atomik seviyede bakacak olursak, elin yüzeyi dağlarla kaplı gibidir ve sadece tepedeki atomlar duvarla temas ederler. Ancak kertenkelenin ayağındaki binlerce spatula uç, tam bir temas sağlayarak, duvara tıpkı bir tutkal gibi yapışırlar (Web Sayfası 22, 2010).

2.8.5. Sivrisinek

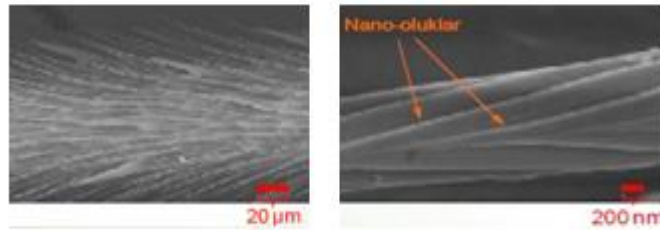
Sivrisinekler (dişileri) genelde kan emen ve kan ile beslenen canlı türü olarak bilinmektedir. Bu canlıların en önemli özelliği ise hem tavana tutunabilmeleri hem de su üzerinde

yürüyebilmeleridir. Çoğu böcek bu özelliklerden sadece bir tanesini barındırır. Sivrisineklerin bu her iki özelliğe birden sahip olması ayaklarında bulunan ‘setae’ veya ‘mikrosetae’ denilen mikroskobik tüycüklerin minik hava kabarcıklarını tutmasıyla gerçekleşmektedir. Ayrıca bu tüycükler nanometre ile ölçülebilen oluklara sahiptir. Nano oluklar, sivrisineğin bacaklarının tümünü kaplayan hava keselerinden oluştuğundan suyun yüzey gerilimini artırır ve suyun bu oluklardan içeri girmesini engelleyerek ayaklarının kuru bir şekilde su üzerinde kalmasını sağlar (Web Sayfası 17, 2010).

2.8.5.1. Sivrisinek Mekanizması:

Sivrisineklerin su üzerinde durabilmesi sahip oldukları tüycüklere, nano oluklara ve yüzey gerilimi kanununa bağlıdır. Yüzey gerilimi, sıvının yüzey katmanının esnek bir tabakaya benzer özellik göstermesinden kaynaklanır. Sivrisineğin ayaklarının su yüzeyinde oluşturdukları çukurların içindeki yüzey gerilimi onları su yüzeyinde tutar. Bu çukur, suyun hava ile olan temasını küçültmeye çalışır ve esnek bir tabaka gibi aşağı doğru kıvrılır. Ayrıca suyun yüzeyindeki hava kabarcıkları mikrosetae ve nano oluklar arasında tutulur. Bu şekilde hayvanın ayaklarının ıslanmasını önleyen hava yastıkları oluşur. Bu sayede sivrisinek su üzerinde durma ve yürüme özelliği kazanmış olur (Web Sayfası 17, 2010; Web Sayfası 18, 2010).

Şekil 2.5. Sivrisineğin ayağındaki nano oluklar.



2.8.5.2. İnsan Yapımı Sivrisinek Mekanizma Özelliğine Sahip Nanoteknoloji Örneği:

Carnegie Mellon Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde Yrd. Doç. olan Metin Sitti tarafından, su üzerinde yürüyebilen böceklerden esinlenerek suda yürüyen robot yapıldı. Üzerinde bulunan kimyasal sensörler ile suyun içindeki toksinleri, suyun kirlilik durumunu tespit edebilmekte ve kolundaki ağ sayesinde de etrafındaki çöpleri toplayabilmektedir (Web Sayfası 16, 2010).

2.8.6. Köpekbaliğı

Köpekbalıklerinin derisi kusursuz bir yaratılış örneğidir. Çünkü derilerinde, sürekli temiz tutan ve hızlı yüzmelerini sağlayan yapılar bulunmaktadır. Bu yapılar taramalı elektron mikroskopuyla incelendiğinde mikro boyutlardaki dişlerden oluştuğı görülmüştür. Bu mikro boyuttaki dişler sayesinde köpekbalıklerinin derilerine hiçbir canlı türü (alg ve bakteri gibi) tutunamaz. Ayrıca dikey su girdapları veya su spiralleri oluşturarak suyun balığın vücuduna daha çok yapışmasını sağlar ve suyun yüzmeye karşı direncini azaltır. Dişlerin bu etkisi “Ribblet etkisi” olarak bilinir. Yani daha az sürtünme yüzeyi daha düşük enerji ile daha çok yol alabilmek anlamına gelmektedir (Web Sayfası 13, Web Sayfası 14, 2010).

Şekil 2.6. Köpekbaliğının deri yapısı.



2.8.6.1. Köpekbaliğının Deri Yapısına Sahip Nanoteknoloji Örnekleri

Köpekbaliğının deri yapısından faydalanarak üretilen mayolar, köpek balığı derisi özelliğı taşıyan dokumadan üretiliyor olmasıdır. Bu sayede yüzücülerin sudaki sürtünme direnci en aza indirgenmektedir (Web Sayfası 15, 2010).

Köpekbalıklerinin derisine hiçbir canlının tutunamaması da gemi-inşa sektöründe taklit edilerek gemilerin tabanına kabuklu canlıların yapışamayacağı kaplama malzemeleri üretilmektedir. Ayrıca hastanelerde herkesin temas ettiğı yüzeyler için de (lambda anahtarları, musluklar, kapı kolları gibi) bu tür kaplamalar üretilmektedir (Web Sayfası 13, 2010).

2.8.7. Kelebek

Bakıldığında herkese renk cümbüşü yaratan doğa harikası kelebeklerde hem pigmentsel renklenmeye, hem de yapısal renklenmeye rastlanmaktadır. Yüksek çözünürlüklü mikroskoplarla incelendiğinde, kelebeklerin kanatlarında değişik optik özelliklere sahip periyodik yapılar ve nanofotonik kristaller görülmektedir. Fotonik kristaller, dielektrik veya metalik malzemelerin, bir, iki veya üç boyutta periyodik olarak düzenlenmesiyle elde edilir. İçerisinde farklı dalga boylarına sahip bir ışık demeti, fotonik kristaller üzerine

düşürüldüğünde, belirli dalga boyu aralığındaki ışık, kristal içerisine girememekte ve fotonik kristal yüzeyinden tamamen yansımaktadır. İşte kelebeklerin kanatlarındaki parlak ve çeşitli renkler, pigmentsel renklenme ile değil yapısal renklenme (girişim ve saçılım mekanizması) ile gerçekleşir (Köylü, 2006; Bayındır, 2006).

Şekil 2.7. Kelebek ve kanatlarındaki mavi rengi veren fotonik yapı.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma modeli, araştırma verilerinin elde edildiği evren ve örneklem, veri toplama teknikleri ve veri analizi ile ilgili açıklamalar yer almaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada ölçme aracı olarak anket tekniğinden yararlanılmıştır.

3.2. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini, Gazi Üniversitesi, Gazi eğitim fakültesinde fen öğretimi alan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Araştırma doğrudan doğruya evren üzerinde yapılmış, ayrıca örneklem alma yoluna gidilmemiştir.

2009-2010 eğitim öğretim yılındaki Fen Öğretimi alanı (Biyoloji Öğretmenliği-Fizik Öğretmenliği-Kimya Öğretmenliği-Fen ve Teknoloji Öğretmenliği) 1., 2., 3., 4. ve 5. sınıflarda okuyan toplam 547 öğrenci oluşturmaktadır.

3.3. Verileri Toplama Teknikleri

Bu araştırmada veriler anket yoluyla elde edildi.

Anket yoluyla geniş kitlelere ulaşmak, araştırmayı büyük gruplara uygulamak açısından daha avantajlıdır. Bu teknik sayesinde çok sayıda insanı kapsamak suretiyle daha iyi bir örneklem üzerinde çalışmak, verilere temel teşkil eden grubun evreni temsil ediş potansiyelini yükseltmek ve çalışmanın dış-geçerlilik derecesini artırmak kolaydır.

Anket, kalem-kağıt yoluyla objenin, bireyin ya da grubun kendisi hakkında bilgi vermesi şeklindedir. Bu, betimleme ya da survey yöntemleri içinde en çok kullanılandır (Kaptan, 1998).

Anket hazırlama aşamasında öncelikle gerekli literatür çalışması yapıldı. Anketin ilk kısmında anketi uygulayan öğretmen adaylarını tanımaya yönelik kişisel bilgiler bulunmaktadır. Anketin ikinci kısmında öğretmen adaylarının görüşlerini kapsadığı düşünülen ifadeler, üçüncü kısmında bilgi seviyelerini ölçtüğü düşünülen ifadeler, son kısmında ise tezin örneklemine oluşturan kişilere nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini almak için iki tane açık

uçlu soru oluşturuldu. Anket hazırlandıktan sonra Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Biyoloji Öğretmenliği Bölümünde okuyan 15 öğrenciye pilot uygulama yapıldı ve ardından öğrencilerle birebir görüşülerek anket ifadelerini eleştirel gözle değerlendirmeleri istendi. Öğrencilerden alınan görüşlere bağlı kalınarak anket üzerinde gerekli düzenlemeler yapıldı. Son olarak ise Gazi Üniversitesi kadrosunda çalışan 3 öğretim üyesinden uzman görüşü alınarak anketin son hali verildi.

Görüşme, önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim süreci olarak tanımlanır (Stewart ve Cash, 1985).

Anketin ikinci kısmında bulunan “Nanoteknoloji Görüş Anketi” başlıklı kısımda anketi uygulayan öğrencilerin görüşlerinin belirlendiği düşünülen ifadeler yer almaktadır. Ölçek 5’li likert tipi anket formunda hazırlandı. Her ifade 1-5 aralığında puanlandırıldı. Ankette yer alan olumlu ifadelerin puanlandırılması 1’den 5’e doğru yapıldı, bazı olumsuz ifadelerin puanlandırılması ise 5’ten 1’e doğru yapıldı. Bu puanlandırma doğrultusunda ankette alınabilecek ortalama puan maksimum 5, minimum puan 1’dir.

Aşağıda puanlandırmanın nasıl yapıldığına dair bir örnek bulunmaktadır.

Tablo 3.1. Nanoteknoloji ilgi anketi puanlama örneği.

İfadeler	Kesinlikle katılmıyorum	Katılmıyorum	Ne katılıyorum ne katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
14. Nanoteknolojinin eğitim programlarında yeni düzenlemelere gidilerek yer alması gerektiğini düşünüyorum.	1	2	3	4	5
16. Nanoteknolojinin tarımda kullanılmasının (örnek: moleküler düzeyde kimyasalların geliştirilmesi) çevre kirliliği gibi etkilere ve dolayısıyla ekolojik dengenin bozulmasına sebep olacağını düşünüyorum. (R)	1	2	3	4	5

14 numaralı ifade anlam bakımından olumlu (doğrudan) bir ifadedir. Bu nedenle puanlama yapılırken ‘Kesinlikle katılıyorum’ işaretlenmiş ise 5 puan ile değerlendirilmiştir. 16 numaralı ifade anlam bakımından olumsuzdur. Bu tip ifadelere ise tersine dönmüş (reverse) ifadeler denir ve bu tip ifadelerin sonuna (R) harfi konur. Dolayısıyla bu ifadeler puanlandırılırken 1

ağırlık değerinde olanlar 5'e, 5 ağırlık değerinde olanlar ise 1'e dönüşür. Puanlamada da 'Kesinlikle katılmıyorum' seçeneği işaretlenmiş ise 5 puan ile değerlendirilmiştir.

Anketin üçüncü kısmında uygulanan "Nanoteknoloji Bilgi Testi" başlığı altında, gerekli literatür çalışması yapıldıktan sonra oluşturulan doğru-yanlış tipi ifadeler, öğrencilerden veri toplama amacı ile oluşturuldu. 16 ifadeden oluşan doğru-yanlış testinde doğru yanıtlar için 2 puan, yanlış yanıtlar için 1 puan ve bilgim yok yanıtları için 0 puan verilerek değerlendirmeye alındı. Testten alınabilecek maksimum puan 32, minimum puan ise 0'dır.

Anketin dördüncü ve son kısmında ise öğrencilerin nanoteknolojiye olan bakış açılarını ve nanoteknoloji ile ilgili geleceğe yönelik düşüncelerini öğrenmek amacıyla hazırlanmış 2 tane açık uçlu soru bulunmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevaplara bağlı kalınarak yakın görüşler bir başlık altında toplanarak değerlendirildi.

Bilimsel çalışmaların niteliklerini belirleyen en önemli durumlardan biri bu çalışmalarda kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik dereceleridir. Bir bilimsel araştırmada diğer şartlar ne kadar uygun olursa olsun kullanılan ölçme aracı ya da araçlarının geçerlik ve güvenirlik düzeyleri kabul edilebilir oranda değilse elde edilen sonuçlara güvenilmeyecektir. Bu nedenle bilimsel araştırmalarda kullanılan ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirlik düzeyleri araştırma sonuçlarının kullanışlılığı açısından kabul edilebilir olmalıdır. Böyle olmadığı durumlarda yapılan araştırmalardan elde edilen sonuçlara güvenilmeyecektir. Dolayısıyla boşuna zaman ve enerji harcanmış olacaktır. Bu tür sonuçlara dayanarak yapılan yordamalar da düzeltilmesi mümkün olmayan hatalar yapılacaktır.

Geçerlik kavramı farklı biçimlerde tanımlanmaktadır. Özgüven (1994), "bir ölçme aracının ölçmek üzere hazırlandığı amacını ölçme derecesi" (s.97), Tekin (1993), bir ölçme aracının ölçmeyi amaçladığı özelliği başka herhangi bir özellikle karıştırmadan doğru olarak ölçebilme derecesi" (s.42), Hakan ve diğerleri (1991), "bir ölçme aracının ölçtüğü niteliklerde bir değişme olmadığı sürece birbirine yakın ölçüler verme özelliği" (s.267), şeklinde tanımlamaktadır.

Güvenirlik ise Karasar'a (1984), "aynı şeyin bağımsız ölçümleri arasındaki kararlılık, ölçmek istenen şeyin sürekli olarak aynı sembollerini alması, aynı süreçlerin izlenmesi ve aynı ölçütlerin kullanılması ile aynı sonuçların alınması" (s.155) şeklinde tanımlanmaktadır.

3.4. Verilerin Analizi

Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının uygulanan anket ifadelerine karşılık seçtikleri seçenekler ve bu seçeneklere karşılık gelen sayısal değerler tablo 3.2’ de görülmektedir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar tablo 3.2 baz alınarak elde edilen ortalama değerler yorumlanmıştır.

Tablo 3.2. ankette bulunan seçeneklere karşılık verilen sayısal değerler.

Seçenek	Ağırlık	Sınırlar
Kesinlikle katılmıyorum	1	1.0 – 1.79
Katılmıyorum	2	1.80 – 2.59
Ne katılıyorum ne katılmıyorum	3	2.60 – 3.39
Katılıyorum	4	3.40 – 4.19
Kesinlikle katılıyorum	5	4.20 – 5.00

Anket Biyoloji Öğretmenliği, Fizik Öğretmenliği, Kimya Öğretmenliği ve Fen ve Teknoloji Öğretmenliği 1., 2., 3., 4., ve 5. sınıf öğrencilerine uygulandıktan sonra elde edilen veriler SPSS 15.0 for Windows paket programı ile analiz edildi. ANOVA testi kullanılarak $p < 0.050$ aralığında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakıldı. ANOVA bağımsız değişkenlerin kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanılır (Büyüköztürk, 2002).

BÖLÜM IV

BULGULAR ve YORUM

Bu bölümde anket uygulaması sonucu elde edilen verilerden yola çıkarak, nasıl sonuçlar elde edildiği görülecektir.

Katılımcılara Ait Demografik Veriler

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına ait demografik veriler aşağıda özetlenmiştir.

Katılımcıların bölümlerine göre dağılımını tablo 4.1’de özetlenmiştir:

Tablo 4.1. Katılımcıların bölümlerine göre dağılımı.

BÖLÜMLER	F	%
Biyoloji Öğretmenliği	148	27,05
Fizik Öğretmenliği	125	22,85
Kimya Öğretmenliği	115	21,05
Fen ve Teknoloji Öğretmenliği	159	29,05
Toplam	547	100,0

Tablo 4.1’de görüldüğü gibi katılımcıların % 27,05’i biyoloji öğretmenliği, %22,85’i fizik öğretmenliği, %21,05’i kimya öğretmenliği, %29,05’i ise fen ve teknoloji öğretmenliği bölümünde öğrenim gören öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Katılımcıların çoğunluğunu fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencileri oluşturmaktadır.

Bölümlerin sınıf seviyelerine göre dağılımı tablo 4.2’de özetlenmiştir:

Tablo 4.2. Bölümlerin sınıf seviyelerine göre dağılımı.

Bölümlerin sınıf seviyesi	Biyoloji Öğretmenliği		Fizik Öğretmenliği		Kimya Öğretmenliği		Fen ve Teknoloji Öğretmenliği	
	f	%	f	%	f	%	f	%
1. Sınıf	40	27,0	33	26,4	29	25,2	39	24,6
2. Sınıf	32	21,7	24	19,2	31	26,9	53	33,3
3. Sınıf	21	14,1	21	16,8	21	18,3	38	23,9
4. Sınıf	33	22,3	28	22,4	11	9,6	29	18,2
5. Sınıf	22	14,9	19	15,2	23	20,0	-	-
Toplam	148	100,0	125	100,0	115	100,0	159	100,0

Tablo 4.2’ye göre biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin;

%27,0’ını 1. sınıf, %21,7’sini 2. sınıf, %14,1’ini 3. sınıf, %22,3’ünü 4. sınıf ve %14,9’unu 5.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Buna göre, çoğunluğu 1. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Tablo 4.2’ye göre fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin;

%26,4’ünü 1. sınıf, %19,2’sini 2. sınıf, %16,8’ini 3. sınıf, %22,4’ünü 4. sınıf ve %15,2’sini 5.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Buna göre, çoğunluğu 1. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Tablo 4.2’ye göre kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin;

%25,2’sini 1. sınıf, %26,9’unu 2. sınıf, %18,3’ünü 3. sınıf, %9,6’sını 4. sınıf ve %20’sini 5.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Buna göre, çoğunluğu 2. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Tablo 4.2’ye göre fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin;

%24,6’sını 1. sınıf, %33,3’ünü 2. sınıf, %23,9’unu 3. sınıf ve %18,2’sini 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Buna göre, çoğunluğu 2. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

1. Alt Problem: Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının, nanoteknoloji hakkındaki görüşleri, kendi bölümlerinin sınıf seviyelerine göre farklılık göstermekte midir?

Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre dağılımı tablo 4.3’de gösterilmiştir:

Tablo 4.3. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P
1	40	3.51	1.12	1.35	.25
2	32	3.62	1.08		
3	21	3.68	0.85		
4	33	3.56	0.90		
5	22	3.79	1.14		

Tablo 4.3 incelendiğinde biyoloji öğretmenliği bölümünde okuyan öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir. [$F(4-143) = 1.35, p>.05$]. Bu durum biyoloji öğretmenliği bölümünde nanoteknoloji ile ilgili herhangi bir dersin eğitim ve öğretim programında yer almamasından kaynaklanıyor olabilir.

Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre dağılımı tablo 4.4’de gösterilmiştir:

Tablo 4.4. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P
1	33	3.55	1.13	1.49	.20
2	24	3.63	1.06		
3	21	3.57	0.90		
4	28	3.63	1.01		
5	19	3.86	1.01		

Tablo 4.4 incelendiğinde fizik öğretmenliği bölümünde okuyan öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir. [$F(4-120) = 1.49, p > .05$]. Bu durum fizik öğretmenliği bölümünde nanoteknoloji ile ilgili herhangi bir dersin eğitim ve öğretim programında yer almamasından kaynaklanıyor olabilir.

Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşleri sınıf düzeylerine göre dağılımı tablo 4.5'te gösterilmiştir:

Tablo 4.5. Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşleri sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P	Anlamlı Fark
1	29	3.35	1.26	4.92	.001	1-3
2	31	3.57	1.02			1-5
3	21	3.87	0.90			2-3
4	11	3.36	1.02			3-4
5	23	3.72	0.90			

Tablo 4.5 incelendiğinde kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre anova sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir. [$F(4-109) = 4.92, p > .05$]. Birinci sınıflar ($\bar{X} = 3.35$) ile üçüncü sınıflar ($\bar{X} = 3.87$) arasındaki farkın üçüncü sınıflar lehine olduğu, birinci sınıflar ($\bar{X} = 3.35$) ile beşinci sınıflar ($\bar{X} = 3.72$) arasındaki farkın beşinci sınıflar lehine olduğu, ikinci sınıflar ($\bar{X} = 3.57$) ile üçüncü sınıflar ($\bar{X} = 3.87$) arasındaki farkın üçüncü sınıflar lehine olduğu, üçüncü sınıflar ($\bar{X} = 3.87$) ile dördüncü sınıflar ($\bar{X} = 3.36$) arasındaki farkın üçüncü sınıflar lehine olduğu görülmektedir. Kimya öğretmenliği bölümü ders programında nanoteknoloji ile ilgili bir ders bulunmamasına rağmen, öğrencilerin yaşantıları, bireysel farklılıkları, araştırmacı kimlikleri, gelişen bilmi çeşitli yollarla takip etmeleri bu farklılaşmayı oluşturmuş olabilir.

Fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre dağılımı tablo 4.6'da gösterilmiştir:

Tablo 4.6. Fen ve Teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P	Anlamlı Fark
1	39	3.58	1.00	3.56	.016	1-4
2	53	3.58	0.90			2-3
3	38	3.77	0.95			2-4
4	29	3.86	1.00			

Tablo 4.6 incelendiğinde fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin sınıf düzeylerine göre anova sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir. [$F(3-155) = 3.56, p > .05$]. Birinci sınıflar ($\bar{X} = 3.58$) ile dördüncü sınıflar ($\bar{X} = 3.86$) arasındaki farkın dördüncü sınıflar lehine olduğu, ikinci sınıflar ($\bar{X} = 3.58$) ile üçüncü sınıflar ($\bar{X} = 3.77$) arasındaki farkın üçüncü sınıflar lehine olduğu, ikinci sınıflar ($\bar{X} = 3.58$) ile dördüncü sınıflar ($\bar{X} = 3.86$) arasındaki farkın dördüncü sınıflar lehine olduğu görülmektedir. Fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü ders programında nanoteknoloji ile ilgili bir ders bulunmamasına rağmen , öğrencilerin yaşantıları, bireysel farklılıkları, araştırmacı kimlikleri, gelişen bilimi çeşitli yollarla takip etmeleri bu farklılaşmayı oluşturmuş olabilir.

2. Alt Problem: Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının, nanoteknoloji hakkındaki görüşleri branşlara göre farklılık göstermekte midir?

Örnekleme alınan öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin bölümlere göre dağılımı tablo 4.7’de gösterilmiştir:

Tablo 4.7. Örneklemeye alınan öğrencilerin nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin bölümlere göre anova sonuçları.

NO	BÖLÜM	N	$\bar{X}$	S	F	P
1	Biyoloji	148	3.61	1.04	1.213	.304
2	Fizik	125	3.63	1.04		
3	Kimya	115	3.58	1.06		
4	Fen ve Teknoloji	159	3.68	0.96		

Tablo 4.7 incelendiğinde öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili tutumlarının bölümlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir. [$F(3-543) = 1.21$, $p > .05$]. Bu durum fen öğretiminin kapsayan bölümlerde nanoteknoloji ile ilgili herhangi bir dersin eğitim ve öğretim programında yer almamasından kaynaklanıyor olabilir.

3. Alt problem: Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının, nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeyleri, kendi bölümlerinin sınıf seviyelerine göre farklılık göstermekte midir?

Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre dağılımı tablo 4.8’de gösterilmiştir:

Tablo 4.8. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P	Anlamlı Fark
1	40	6,59	0.89	6.29	.00	1-3
2	32	6,90	0.88			1-4
3	21	9,76	0.81			2-3
4	33	9,06	0.83			2-4
5	22	7,82	0.85			3-5

Tablo 4.8 incelendiğinde biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir. [$F(4-143) = 6.29$, $p > .05$]. Birinci sınıflar ($\bar{X} = 6,59$) ile

üçüncü sınıflar ($\bar{X}=9,76$) arasındaki farkın üçüncü sınıflar lehine olduğu, birinci sınıflar ($\bar{X}=6,59$) ile dördüncü sınıflar ($\bar{X}=9,06$) arasındaki farkın dördüncü sınıflar lehine olduğu, ikinci sınıflar ($\bar{X}=6,90$) ile üçüncü sınıflar ($\bar{X}=9,76$) arasındaki farkın üçüncü sınıflar lehine olduğu, ikinci sınıflar ($\bar{X}=6,90$) ile dördüncü sınıflar ($\bar{X}=9,06$) arasındaki farkın dördüncü sınıflar lehine olduğu, üçüncü sınıflar ($\bar{X}=9,76$) ile beşinci sınıflar ($\bar{X}=7,82$) arasındaki farkın üçüncü sınıflar lehine olduğu görülmektedir. Biyoloji öğretmenliği bölümü ders programında nanoteknoloji ile ilgili bir ders bulunmamasına rağmen, öğrencilerin yaşantıları, nanoteknoloji ile ilgili bilimsel etkinliklere katılma fırsatları, araştırmacı kimlikleri, nanoteknolojiyi basılı veya görsel medyadan takip etmeleri, ilgili kitapları okumaları, nanoteknoloji konusunda hassas davranan öğretim üyelerinin ders saatlerinde konuyla ilgili bilgilendirici kısa notlar vermesi bu farklılaşmayı oluşturmuş olabilir.

Anketin 2. kısmında bulunan nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri tablo 4.9’da gösterilmiştir:

Tablo 4.9. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.

Sorular	BİLGİ SEVİYESİ									
	(Bilgim Yok)									
	Biyoloji Öğretmenliği									
	1.sınıf		2.sınıf		3.sınıf		4.sınıf		5.sınıf	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.soru	15	37,5	6	18,8	0	0	2	6,1	0	0
2.soru	8	20,0	8	25,0	1	4,8	2	6,1	2	9,1
3.soru	14	35,0	5	15,6	4	19,0	4	12,1	1	4,5
4.soru	30	75,0	24	75,0	13	61,9	19	57,6	13	59,1
5.soru	32	80,0	24	75,0	18	85,7	24	72,7	20	90,9
6.soru	18	45,0	9	28,1	0	0	4	12,1	4	18,2
7.soru	7	17,5	6	18,8	2	9,5	2	6,1	2	9,1
8.soru	13	32,5	10	31,3	4	19,0	6	18,2	5	22,7
9.soru	24	60,0	12	37,5	6	28,6	18	54,5	8	36,4
10.soru	27	67,5	21	65,6	14	66,7	18	54,5	9	40,9
11.soru	23	57,5	19	59,4	6	28,6	10	30,3	7	31,8
12.soru	20	50,0	23	71,9	7	33,3	18	54,5	16	72,7
13.soru	23	57,5	11	34,4	8	38,1	13	39,4	8	36,4
14.soru	19	47,5	16	50,0	2	9,5	6	18,2	8	36,4
15.soru	19	47,5	12	37,5	4	19,0	9	27,3	6	27,3
16.soru	15	37,5	10	31,3	1	4,8	3	9,1	4	18,2

Tablo 4.9 nanoteknoloji bilgi testine verilebilecek “Doğru” ya da “Yanlış” seçeneklerindeki %50 şans faktörünü yaklaşık % 0’a indirgemektedir. Bu amaç için hazırlanmış olan tablo 4.9 ile öğrencilerin en yakın bilgi seviyeleri ortaya çıkmıştır.

Fizik Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 4.10’da gösterilmiştir:

Tablo 4.10. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P
1	33	7,21	0.85	.65	.67
2	24	7,88	0.86		
3	21	8,10	0.85		
4	28	8,25	0.83		
5	19	7,74	0.83		

Tablo 4.10 incelendiğinde Fizik Öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili bilgilerinin sınıf düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir. [$F (4-120) = .65, p>.05$]. Bu durum fizik öğretmenliği bölümünde nanoteknoloji ile ilgili herhangi bir dersin eğitim ve öğretim programında yer almamasından kaynaklanıyor olabilir.

Anketin 2. kısmında bulunan nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri tablo 4.11’de gösterilmiştir:

Tablo 4.11. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.

Sorular	BİLGİ SEVİYESİ									
	(Bilgim Yok)									
	Fizik Öğretmenliği									
	1.sınıf		2.sınıf		3.sınıf		4.sınıf		5.sınıf	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.soru	4	12,1	3	12,5	2	9,5	1	3,6	0	0
2.soru	8	24,2	7	29,2	3	14,3	5	17,9	3	15,8
3.soru	6	18,2	3	12,5	6	28,6	4	14,3	3	15,8
4.soru	25	75,8	18	75,0	18	85,7	13	46,4	15	78,9
5.soru	28	84,8	18	75,0	15	71,4	25	89,3	18	94,7
6.soru	6	18,2	3	12,5	2	9,5	4	14,3	1	5,3
7.soru	3	9,1	2	8,3	2	9,5	2	7,1	1	5,3
8.soru	8	24,2	8	33,3	6	28,6	9	32,1	6	31,6
9.soru	12	36,4	12	50,0	10	47,6	14	50,0	11	57,9
10.soru	20	60,6	15	62,5	18	85,7	19	67,9	12	63,2
11.soru	19	57,6	14	58,3	7	33,3	7	25,0	4	21,1
12.soru	17	51,5	11	45,8	10	47,6	15	53,6	12	63,2
13.soru	16	48,5	9	37,5	8	38,1	8	28,6	5	26,3
14.soru	15	45,5	11	45,8	14	66,7	17	60,7	11	57,9
15.soru	12	36,4	10	41,7	11	52,4	7	25,0	3	15,8
16.soru	10	30,3	6	25,0	3	14,3	4	14,3	4	21,1

Tablo 4.11 nanoteknoloji bilgi testine verilebilecek “Doğru” ya da “Yanlış” seçeneklerindeki %50 şans faktörünü yaklaşık % 0’a indirgemektedir. Bu amaç için hazırlanmış olan tablo 4.11 ile öğrencilerin en yakın bilgi seviyeleri ortaya çıkmıştır.

Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 4.12’de gösterilmiştir:

Tablo 4.12. Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P	Anlamlı Fark
1	29	6,41	0.91	2.58	.041	1-2
2	30	8,07	0.86			
3	21	7,57	0.88			4-2
4	11	5,91	0.82			
5	23	7,35	0.87			

Tablo 4.12 incelendiğinde kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir. [$F(4-109) = 2.58, p > .05$]. Birinci sınıflar ($\bar{X} = 6,41$) ile ikinci sınıflar ($\bar{X} = 8,07$) arasındaki farkın ikinci sınıflar lehine olduğu, dördüncü sınıflar ($\bar{X} = 5,91$) ile ikinci sınıflar ($\bar{X} = 8,07$) arasındaki farkın ikinci sınıflar lehine olduğu görülmektedir. Kimya öğretmenliği bölümü ders programında nanoteknoloji ile ilgili bir ders bulunmamasına rağmen, öğrencilerin yaşantıları, nanoteknoloji ile ilgili bilimsel etkinliklere katılma fırsatları, araştırmacı kimlikleri, nanoteknolojiyi basılı veya görsel medyadan takip etmeleri, ilgili kitapları okumaları, nanoteknoloji konusunda hassas davranan öğretim üyelerinin ders saatlerinde konuyla ilgili bilgilendirici kısa notlar vermesi bu farklılaşmayı oluşturmuş olabilir.

Anketin 2. kısmında bulunan nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri tablo 4.13’de gösterilmiştir:

Tablo 4.13. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.

Sorular	BİLGİ SEVİYESİ									
	(Bilgim Yok)									
	Kimya Öğretmenliği									
	1.sınıf		2.sınıf		3.sınıf		4.sınıf		5.sınıf	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1. soru	2	6,9	1	3,2	2	9,5	3	27,3	2	8,7
2.soru	10	34,5	8	25,8	2	9,5	3	27,3	1	4,3
3.soru	6	20,7	4	12,9	1	4,8	0	0	4	17,4
4.soru	26	89,7	26	83,9	18	85,7	10	90,9	20	87,0
5.soru	26	89,7	24	77,4	18	85,7	11	100,0	22	95,7
6.soru	10	34,5	2	6,5	3	14,3	3	27,3	5	21,7
7.soru	7	24,1	4	12,9	1	4,8	2	18,2	4	17,4
8.soru	7	24,1	6	19,4	4	19,0	7	63,6	9	39,1
9.soru	16	55,2	15	48,4	15	71,4	9	81,8	14	60,9
10.soru	23	79,3	12	38,7	18	85,7	9	81,8	14	60,9
11.soru	20	69,0	17	54,8	8	38,1	9	81,8	11	47,8
12.soru	15	51,7	11	35,5	14	66,7	5	45,5	13	56,5
13.soru	18	62,1	12	38,7	7	33,3	4	36,4	16	69,6
14.soru	15	51,7	15	48,4	9	42,9	5	45,5	14	60,9
15.soru	11	37,9	11	35,5	6	28,6	2	18,2	8	34,8
16.soru	8	27,6	8	25,8	5	23,8	3	27,3	10	43,5

Tablo 4.13 nanoteknoloji bilgi testine verilebilecek “Doğru” ya da “Yanlış” seçeneklerindeki %50 şans faktörünü yaklaşık % 0’a indirgemektedir. Bu amaç için hazırlanmış olan tablo 4.13 ile öğrencilerin en yakın bilgi seviyeleri ortaya çıkmıştır.

Fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre dağılımı Tablo 4.14’de gösterilmiştir:

Tablo 4.14. Fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin sınıf düzeylerine göre anova sonuçları.

SINIF	N	$\bar{X}$	S	F	P
1	39	7,63	0.87	.821	.48
2	53	8,08	0.88		
3	38	8,58	0.86		
4	29	7,90	0.83		

Tablo 4.14 incelendiğinde fen ve teknoloji öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili bilgilerinin sınıf düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir. [$F(3-155) = .82, p > .05$]. Bu durum fen ve teknoloji öğretmenliği bölümünde nanoteknoloji ile ilgili herhangi bir dersin eğitim ve öğretim programında yer almamasından kaynaklanıyor olabilir.

Anketin 2. kısmında bulunan nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri tablo 4.15’de gösterilmiştir:

Tablo 4.15. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin sayısal olarak değerleri.

Sorular	BİLGİ SEVİYESİ							
	(Bilgim Yok)							
	Fen ve Teknoloji Öğretmenliği							
	1.sınıf		2.sınıf		3.sınıf		4.sınıf	
	f	%	F	%	f	%	f	%
1.soru	6	15,4	8	15,1	0	0	2	6,9
2.soru	14	35,9	12	22,6	5	13,2	6	20,7
3.soru	5	12,8	11	20,8	14	36,8	4	13,8
4.soru	32	82,1	42	79,2	20	52,6	22	75,9
5.soru	34	87,2	45	84,9	36	94,7	21	72,4
6.soru	3	7,7	9	17,0	3	7,9	3	10,3
7.soru	2	5,1	5	9,4	2	5,3	2	6,9
8.soru	5	12,8	8	15,1	12	31,6	6	20,7
9.soru	27	69,2	26	49,1	22	57,9	17	58,6
10.soru	24	61,5	41	77,4	29	76,3	18	62,1
11.soru	14	35,9	24	45,3	19	50,0	9	31,0
12.soru	29	74,4	31	58,5	24	63,2	14	48,3
13.soru	22	56,4	16	30,2	12	31,6	7	24,1
14.soru	21	53,8	30	56,6	24	63,2	10	34,5
15.soru	13	33,3	21	39,6	8	21,1	5	17,2
16.soru	11	28,2	14	26,4	4	10,5	5	17,2

Tablo 4.15 nanoteknoloji bilgi testine verilebilecek “Doğru” ya da “Yanlış” seçeneklerindeki %50 şans faktörünü yaklaşık % 0’a indirgemektedir. Bu amaç için hazırlanmış olan tablo 4.15 ile öğrencilerin en yakın bilgi seviyeleri ortaya çıkmıştır.

4. Alt Problem: Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının, nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeyleri branşlara göre farklılık göstermekte midir?

Örnekleme alınan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin bölümlere göre dağılımı Tablo 4.16’da gösterilmiştir:

Tablo 4.16. Örnekleme alınan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili sahip oldukları bilgilerin bölümlere göre anova sonuçları.

NO	BÖLÜM	N	$\bar{X}$	S	F	P
1	Biyoloji	148	6,18	0.87	2.27	.084
2	Fizik	125	5,58	0.85		
3	Kimya	115	5,71	0.88		
4	Fen ve Teknoloji	159	5,88	0.86		

Tablo 4.16 incelendiğinde öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili bilgilerinin bölümlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmektedir. [$F(3-543) = 2.27$, $p > .05$]. Bu durum fen öğretimini kapsayan bölümlerde nanoteknoloji ile ilgili herhangi bir dersin eğitim ve öğretim programında yer almamasından kaynaklanıyor olabilir.

Anketin 2. kısmında bulunan nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen örneklemdeki bütün öğrencilerin bölümlerine göre sayısal olarak değerleri tablo 4.17’de gösterilmiştir:

Tablo 4.17. Nanoteknoloji bilgi testindeki “bilgim yok” kısmını seçen örneklemdeki bütün öğrencilerin bölümlerine göre sayısal olarak değerleri.

Sorular	BİLGİ SEVİYESİ (Bilgim Yok)							
	Biyoloji		Fizik		Kimya		Fen Bilgisi	
	f	%	F	%	f	%	f	%
1. soru	23	15,5	10	8,0	10	8,7	16	10,1
2.soru	21	14,2	26	20,8	24	20,9	37	23,3
3.soru	28	18,9	22	17,6	15	13,0	34	21,4
4.soru	99	66,9	89	71,2	100	87,0	116	73,0
5.soru	118	79,7	104	83,2	101	87,8	136	85,5
6.soru	35	23,6	16	12,8	23	20,0	18	11,3
7.soru	19	12,8	10	8,0	18	15,7	11	6,9
8.soru	38	25,7	37	29,6	33	28,7	31	19,5
9.soru	68	45,9	59	47,2	69	60,0	92	57,9
10.soru	89	60,1	84	67,2	76	66,1	112	70,4
11.soru	65	43,9	51	40,8	65	56,5	66	41,5
12.soru	84	56,8	65	52,0	58	50,4	98	61,6
13.soru	63	42,6	46	36,8	57	49,6	57	35,8
14.soru	51	34,5	68	54,4	58	50,4	85	53,5
15.soru	50	33,8	43	34,4	38	33,0	47	29,6
16.soru	33	22,3	27	21,6	34	29,6	34	21,4

Tablo 4.17 nanoteknoloji bilgi testine verilebilecek “Doğru” ya da “Yanlış” seçeneklerindeki %50 şans faktörünü yaklaşık % 0’a indirgemektedir. Bu amaç için hazırlanmış olan tablo 4.17 ile öğrencilerin en yakın bilgi seviyeleri ortaya çıkmıştır.

5. Alt Problem: Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının, kendi bölümlerindeki sınıf seviyelerine göre “Dünyamız atomlardan oluşmaktadır. Nanoteknoloji sayesinde atomlarla oynamaya başladığımızda yani atomları dizerek yeni maddeler yaratabildiğimizde nasıl bir dünya hatta evren bizi bekliyor olacak?” (1.açık uçlu soru) sorusuna verdikleri cevaplar nelerdir?

Biyoloji Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 1.açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.18’de kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.18. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.

DÜŞÜNCELER		1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		5.SINIF		TOPLAM	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
O L U M L U	1. Yaşam kolaylaşacaktır.	6	15	5	15,6	4	19,1	9	27,2	8	36,3	45	30,4
	2. Ulaşımın ısınlanma ile sağlanacaktır.	1	2,5	0	0	0	0	0	0	1	4,5		
	3. Sağlık alanındaki teşhis ve tedavi süreci hızlanacaktır.	2	5	1	3,1	2	9,5	2	6,06	3	13,6		
	4. Şimdiye kadar sadece doğruluğu kabul edilmiş bilgiler kanıtlanarak açığa kavuşturulacaktır.	1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0		
	5. İnsan rahatlığı için büyük yenilikler sağlanacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0		
O L U M S U Z	6. Büyük felaketlere sebep olacaktır.	2	5	0	0	0	0	1	3,03	0	0	23	15,8
	7. Manevi değerler azalıp yerini maddi değerler alacaktır.	0	0	1	3,1	0	0	0	0	1	4,5		
	8. Dünyanın dengesi bozulacaktır.	0	0	3	9,3	3	14,2	1	3,03	0	0		
	9. İnsan nesli tehlikeye girecektir.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0		
	10. Hastalıklar artacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	1	3,03	0	0		
	11. Her şeyi nano makineler yapacağı için işsizlik artacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0		
	12. Toplumsal sorunlar artacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	1	3,03	0	0		
	13. Devletlerarası soğuk savaşlar çıkacaktır.	0	0	0	0	0	0	4	12,1	1	4,5		
H E M O L U M L U H E M O L U M S U Z	14. Bu teknolojinin yararları kadar zararları da olacaktır.	2	5	2	6,2	5	23,8	2	6,06	2	9,1	26	17,5
	15. İnsanlık için yararlı bir gelişme olacaktır, fakat kötü amaçlar için kullanılırsa çok zararlı olabilecektir.	2	5	2	6,2	1	4,7	2	6,06	2	9,1		
	16. İnsanlar arasındaki rekabet hırsı artacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	2	6,06	0	0		
	17. Bugün vazgeçemeyeceğimiz aletlerin yerini başka aletler alacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0		
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.		28	70	21	65,6	10	47,6	18	54,5	11	50	88	59,4

Tablo 4.18 incelendiğinde biyoloji öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında yazdıkları fikirler olumlu, olumsuz ve hem olumlu hem olumsuz olmak üzere 3 başlıkta kategorize edilmiştir. Buna göre öğrencilerin %59,4'ü yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp soruyu cevaplandıramamıştır. %30,4'ü olumlu, %17,5'i hem olumlu hem olumsuz, %15,8'i ise olumsuz düşünmektedir. Bu oranlara bakılarak biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin büyük bir bölümünün nanoteknoloji konusunda fikir yürütemeyecek kadar bilgi eksikliklerin olduğu görülmektedir.

Fizik Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 1.açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.19'da kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.19. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.

DÜŞÜNCELER		1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		5.SINIF		TOPLAM	
		f	%	F	%	f	%	f	%	f	%	f	%
O L U M L U	1.Yaşam kolaylaşacaktır.	1	3,1	1	4,1	2	9,5	0	0	5	26,3	21	16,8
	2. İnsanların her istediğini yapabildiği bir dünya olacaktır.	3	9,1	1	4,1	0	0	0	0	1	5,2		
	3. Teknolojik ürünlerde sonsuz verimliliğin sağlanacağı bir dünya olacaktır.	0	0	0	0	0	0	1	3,5	0	0		
	4. En küçük yapıyı kontrol edebilmek bir güçtür. Güçlüler ve güçsüzler ayrılacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	1	3,5	2	10,5		
	5. Her şey daha kaliteli ama daha ucuz olacaktır.	0	0	0	0	0	0	1	3,5	0	0		
	6. Şimdiye kadar sadece doğruluğu kabul edilmiş bilgiler kanıtlanarak açığa kavuşturulacaktır.	0	0	0	0	0	0	1	3,5	0	0		
O L U M S U Z	7. Dünyanın dengesi bozulacaktır.	2	6,1	2	8,2	1	4,7	1	3,5	2	10,5	20	16
	8. Çevre kirliliğine neden olacaktır	2	6,1	0	0	0	0	0	0	0	0		
	9. Karışık bir dünya bizi bekliyor olacak.	0	0	0	0	0	0	2	7,1	0	0		
	10. Büyük felaketlere sebep olacaktır.	0	0	0	0	0	0	2	7,1	1	5,2		
	11. İnsanların kontrolü altında işleyen bir dünya olacak.	0	0	0	0	0	0	1	3,5	1	5,2		
	12.Devletlerarası soğuk savaşlar çıkacaktır.	0	0	0	0	0	0	1	3,5	1	5,2		
	13.Her şeyi nano makineler yapacağı için işsizlik artacaktır.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,2		
HEM OLUMLU HEM OLUMSUZ	14. İnsanlık için yararlı bir gelişme olacaktır, fakat kötü amaçlar için kullanılırsa çok zararlı olacaktır.	3	9,1	4	16,6	1	4,7	3	10,7	8	42,1	20	16
	15. Evrenin sırrı çözülecek ya da elde edilen yeni verilerle daha karmaşık hale gelecektir.	1	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.		25	75,7	17	70,8	16	76,1	17	60,7	5	26,3	80	64

Tablo 4.19 incelendiğinde fizik öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında yazdıkları fikirler olumlu, olumsuz ve hem olumlu hem olumsuz olmak üzere 3 başlıkta kategorize edilmiştir. Buna göre öğrencilerin %64'ü yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp soruyu cevaplandıramamıştır. %16,8'i olumlu, %16'sı hem olumlu hem olumsuz, diğer %16'sı ise olumsuz düşünmektedir. Bu oranlara bakılarak fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin büyük bir bölümünün nanoteknoloji konusunda fikir yürütemeyecek kadar bilgi eksikliklerin olduğu görülmektedir.

Kimya Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 1.açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.20'de kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.20 Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.

DÜŞÜNCELER		1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		5.SINIF		TOPLAM	
		f	%	F	%	f	%	f	%	f	%	f	%
O L U M L U	1. Yaşam kolaylaşacaktır.	5	17,2	6	19,3	4	19,0	2	18,1	2	8,6	27	23,4
	2. Hayat standardı artacaktır.	1	3,4	0	0	2	9,5	1	9,09	0	0		
	3. Bugün ölümcül olan hastalıklara çare bulunacaktır.	0	0	0	0	0	0	1	9,09	2	8,6		
	4. Şimdiye kadar sadece doğruluğu kabul edilmiş bilgiler kanıtlanarak açığa kavuşturulacaktır.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,3		
O L U M S U Z	5. Dünyanın dengesi bozulacaktır.	2	6,8	3	9,6	0	0	0	0	0	0	24	20,8
	6. Hastalıklar artacaktır.	1	3,4	1	3,2	0	0	2	18,1	0	0		
	7. Suç oranı artacaktır.	1	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0		
	8. Gelecekteki piyasa ürünlerinin sağlıklı olacağını düşünmüyorum.	1	3,4	1	3,2	0	0	0	0	0	0		
	9. Daha tehlikeli bir dünya bizi bekliyor olacak.	0	0	4	12,9	0	0	0	0	0	0		
	10. Adil bir hayat yaşanmayacaktır.	0	0	1	3,2	0	0	0	0	0	0		
	11. Kullandığımız her şey, yaşadığımız dünya bile yapay olacaktır.	0	0	0	0	3	14,2	0	0	1	4,3		
	12. Her şeyi nano makineler yapacağı için işsizlik artacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0		
	13. Manevi değerler azalıp yerini maddi değerler alacaktır.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	1	4,3		
H E M O L U M L U H E M O L U M S U Z	14. İnsanlık için yararlı bir gelişme olacaktır, fakat kötü amaçlar için kullanılırsa çok zararlı olacaktır.	6	20,6	6	19,3	3	14,2	2	18,1	6	26,1	29	25,2
	15. Atomlarla oynanabileceğini düşünmüyorum.	1	3,4	0	0	0	0	1	9,09	0	0		
	16. Eğitim sistemi değişecektir.	0	0	1	3,2	0	0	0	0	0	0		
	17. İnsanların her istediğini yapabildiği bir dünya olacaktır.	0	0	1	3,2	0	0	0	0	0	0		
	18. Yaratmak Allah'a mahsustur.	0	0	1	3,2	0	0	1	9,09	0	0		
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.		17	58,6	11	35,4	10	47,6	6	54,5	11	47,8	55	47,8

Tablo 4.20 incelendiğinde kimya öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında yazdıkları fikirler olumlu, olumsuz ve hem olumlu hem olumsuz olmak üzere 3 başlıkta kategorize edilmiştir. Buna göre öğrencilerin %47,8'i yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp soruyu cevaplandıramamıştır. %23,4'ü olumlu, %25,2'si hem olumlu hem olumsuz, %20,8'i ise olumsuz düşünmektedir. Bu oranlara bakılarak kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin büyük bir bölümünün nanoteknoloji konusunda fikir yürütemeyecek kadar bilgi eksikliklerin olduğu görülmektedir.

Fen ve Teknoloji Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 1. açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.21'de kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.21. Fen ve Teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 1. açık uçlu soru cevapları.

DÜŞÜNCELER		1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		TOPLAM	
		f	%	F	%	f	%	f	%	f	%
OLUMLU	1.Yaşam kolaylaşacaktır.	2	5,1	10	18,8	9	23,6	5	17,2	45	28,3
	2. Sağlık alanındaki teşhis ve tedavi süreci hızlanacaktır.	0	0	10	18,8	1	2,6	4	13,7		
	3. Hayat standardı artacaktır.	0	0	2	3,7	2	5,2	0	0		
OLUMSUZ	4. Daha tehlikeli bir dünya bizi bekliyor olacak.	1	2,5	0	0	4	10,5	2	6,8	32	20,1
	5. Bugün kullandığımız her şey değerini yitirecektir.	1	2,5	0	0	0	0	0	0		
	6. Dünyanın dengesi bozulacaktır.	0	0	9	16,9	4	10,5	3	10,3		
	7. İnsanlar daha tembel olacaktır.	0	0	2	3,7	0	0	0	0		
	8. Çevre kirliliği artacaktır.	0	0	0	0	1	2,6	0	0		
	9. Devletlerarası soğuk savaşlar çıkacaktır.	0	0	1	1,8	1	2,6	1	3,4		
	10. Manevi değerler azalıp yerini maddi değerler alacaktır.	0	0	1	1,8	1	2,6	0	0		
HEM OLUMLU HEM OLUMSUZ	11. İnsanlık için yararlı bir gelişme olacaktır, fakat kötü amaçlar için kullanılırsa çok zararlı olacaktır.	2	5,1	19	35,8	13	34,2	8	27,5	42	26,4
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.		36	92,3	18	33,9	17	44,7	11	37,9	82	51,5

Tablo 4.21 incelendiğinde fen ve teknoloji öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında yazdıkları fikirler olumlu, olumsuz ve hem olumlu hem olumsuz olmak üzere üç başlıkta kategorize edilmiştir. Buna göre öğrencilerin %51,5'i yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp soruyu cevaplandıramamıştır. %28,3'ü olumlu, %26,4'ü hem olumlu hem olumsuz, %20,1'i ise olumsuz düşünmektedir. Bu oranlara bakılarak fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin büyük bir bölümünün nanoteknoloji konusunda fikir yürütemeyecek kadar bilgi eksikliklerin olduğu görülmektedir.

6. Alt Problem: Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının, kendi bölümlerindeki sınıf seviyelerine göre “Elinizde nanoteknolojik ürün yapma özelliğine sahip bir nano robotunuz olsa ne yapardınız?” (2.açık uçlu soru) sorusuna verdikleri cevaplar nelerdir?

Biyoloji Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 2.açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.22’de kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.22. Biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları.

DÜŞÜNCELER	1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		5.SINIF		TOPLAM	
	f	%	F	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.Tıp alanında (hastalıkların teşhis ve tedavisinde) çalışmalar yaptım.	1	2,5	2	6,2	4	19,1	4	12,1	6	27,2	17	11,4
2.İnsanların aklından geçen düşünceleri bilgisayar ekranına yansıtan bir cihaz yaptım.	1	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6
3.Yapay organ bankaları oluşturdum.	0	0	1	3,1	0	0	0	0	0	0	1	0,6
4.Askeri alanda kullanılmak üzere üstün özelliklere sahip bir silah yaptım.	0	0	2	6,2	0	0	0	0	0	0	2	1,3
5.Teknolojik aletleri kolay taşımak ve kullanmak için daha küçük yaptım.	0	0	1	3,1	0	0	0	0	0	0	1	0,6
6.Işınlanmayı sağladım.	0	0	3	9,3	0	0	1	3,1	0	0	4	2,7
7.Kirlenmeyen kıyafetler yaptım.	0	0	1	3,1	0	0	1	3,1	0	0	2	1,3
8.İnsan beyni yaptım	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,6
9.Her türlü materyali algılayıp kopyasını yapabilen bir robot yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,6
10.Her şeyi bilen bir robot yaptım.	0	0	1	3,1	0	0	0	0	0	0	1	0,6
11.Kağıt parçalarından para yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	1	4,5	2	1,3
12.Terlemeyi engelleyecek bir ürün geliştirdim.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,6
13.Kendi yönünü bulan bir ayakkabı yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,6
14.Saçların kirlenmemesini sağlayan şampuan ürettirdim.	0	0	0	0	2	9,5	0	0	0	0	2	1,3
15.Uykuya ihtiyaç duymayan insan bedeni oluşturdum.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,6
16.Enerjide sonsuzluk sağladım.	0	0	0	0	0	0	1	3,1	0	0	1	0,6
17.Benzinsiz çalışan bir nano araba yaptım.	0	0	0	0	0	0	1	3,1	0	0	1	0,6
18.Çevre temizliği ve düzeni ile ilgili çalışmalar yaptım.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,5	1	0,6
19.Ozon tabakasındaki deliği kapatmak için bir sistem geliştirdim.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,5	1	0,6
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.	38	95	25	78,1	11	52,3	26	78,7	14	63,6	114	77,1

Tablo 4.22 incelendiğinde sorulan soru üzerine çok düşük katılma oranları olsa da, çeşitli fikirler üretilmiştir. Ama yinede %77,1 gibi büyük bir oran içerisinde giren öğrenciler konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp fikir yürütememiştir. Buda biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji konusunda yeterli bilgi seviyesine sahip olmadıklarını gösterir.

Fizik Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 2.açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.23’de kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.23. Fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları.

DÜŞÜNCELER	1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		5.SINIF		TOPLAM	
	f	%	F	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.Uzayda keşif yapabileceğim bir araç yaptım.	1	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,8
2.Enerjide sonsuzluk sağladım.	1	3,1	1	4,1	0	0	1	3,5	1	5,2	4	3,2
3.Teknolojik aletleri kolay taşımak ve kullanmak için daha küçük yaptım.	1	3,1	1	4,1	0	0	0	0	1	5,2	3	2,4
4.İnsanlık için faydalı çalışmalar yaptım.	1	3,1	0	0	1	4,7	0	0	0	0	2	1,6
5.Enerji ihtiyacını en aza düşüren maddeler yaptım.	1	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,8
6.Tıp alanında (hastalıkların teşhis ve tedavisinde) çalışmalar yaptım.	0	0	2	8,3	2	9,5	2	7,1	8	42,1	14	11,2
7.Işınlanmayı sağladım.	0	0	1	4,1	0	0	0	0	0	0	1	0,8
8.Vücut sıcaklığını dengede tutabilen kıyafetler yaptım.	0	0	1	4,1	0	0	0	0	0	0	1	0,8
9.Radyasyon yaymayan teknolojik ürünler yaptım.	0	0	1	4,1	0	0	0	0	0	0	1	0,8
10.Kendimden bir tane daha yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,8
11.Görünmezlik pelerini yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,8
12.Kir ve su tutmayan kıyafetler yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	1	3,5	0	0	2	1,6
13.Askeri alanda kullanılmak üzere üstün özelliklere sahip bir silah yaptım.	0	0	0	0	0	0	1	3,5	0	0	1	0,8
14.Çevre temizliği ve düzeni ile ilgili çalışmalar yaptım.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,2	1	0,8
15.Kitapları daha hafif malzemelerden ürettirdim ya da nano boyutlara indirgeyip okunabilmesi içinde bir sistem yarattırdım.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10,5	2	1,6
16.İnsan beynine yerleştirilebilen bir cihaz ile düşünceleri okuyabilmek isterdim.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5,2	1	0,8
17.Benzinsiz çalışan bir nano araba yaptım.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10,5	2	1,6
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.	27	81,8	18	75	16	76,1	23	82,1	5	26,3	89	71,2

Tablo 4.23 incelendiğinde sorulan soru üzerine çok düşük katılma oranları olsa da, çeşitli fikirler üretilmiştir. Ama yinede %71,2 gibi büyük bir oran içerisinde giren öğrenciler konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp fikir yürütememiştir. Buda fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji konusunda yeterli bilgi seviyesine sahip olmadıklarını gösterir.

Kimya Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 2.açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.24’de kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.24. Kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları.

DÜŞÜNCELER	1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		5.SINIF		TOPLAM	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.Nanoteknolojik ürünlerin analizini yapan (yararlarını ve zararlarını) bir nanorobot yaptım.	1	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,8
2.Askerî alanda radara yakalanmayan araçlar yaptım.	1	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,8
3.Görünmeyen kıyafetler yaptım.	1	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,8
4.Hiç kirlenmeyen kıyafetler yaptım.	1	3,4	1	3,2	0	0	1	9,1	1	4,3	4	3,4
5.Enerji ve yakıt çeşitleri ürettirdim.	1	3,4	1	3,2	0	0	0	0	0	0	2	1,6
6.Radyasyon yaymayan teknolojik ürünler yaptım.	1	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,8
7.Tıp alanında (hastalıkların teşhis ve tedavisinde) çalışmalar yaptım.	1	3,4	7	22,5	6	28,5	0	0	6	26,1	20	17,3
8.Daha tasarruflu ulaşım araçları ürettirdim.	1	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,8
9.Askerî alanda kullanılmak üzere üstün özelliklere sahip bir silah yaptım.	0	0	1	3,2	0	0	0	0	0	0	1	0,8
10.Hissetmek istemediğim duyguları bastırabilecek bir ilaç yaptım.	0	0	1	3,2	0	0	0	0	0	0	1	0,8
11.Çevre temizliği ve düzeni ile ilgili çalışmalar yaptım.	0	0	2	6,4	1	4,7	1	9,1	2	8,6	6	5,2
12.Işınlanmayı sağladım.	0	0	1	3,2	0	0	0	0	0	0	1	0,8
13.Düşük enerjili ve yüksek performanslı mikro işlemciler yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	1	4,3	2	1,6
14.Devletimizi korumak için savunma materyalleri geliştirdim.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,8
15.Yiyecekleri hap gibi yapar böylece yemek yemeye zaman harcamazdım.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,8
16.Kendimden bir tane daha yaptım.	0	0	0	0	1	4,7	1	9,1	0	0	2	1,6
17.Nanoteknolojik ürünleri imha eder, bu alanda yapılan çalışmaları engelledim.	0	0	0	0	1	4,7	0	0	0	0	1	0,8
18.Daha çabuk büyüeyen ağaçlar yaptım.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,3	1	0,8
19.İnsan ömrünü uzatacak ilaç yaptım.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,3	1	0,8
20.Arıların bal yapma içgüdüsünü keşfetmeyi sağlayan bir ürün yaptım.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,3	1	0,8
21.Fotosentez yapabilecek bir araç yaptım.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4,3	1	0,8
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.	25	86,2	21	67,7	11	52,3	7	63,6	14	60,8	78	67,8

Tablo 4.24 incelendiğinde sorulan soru üzerine çok düşük katılma oranları olsa da, çeşitli fikirler üretilmiştir. Ama yinede %67,8 gibi büyük bir oran içerisinde giren öğrenciler konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp fikir yürütememiştir. Buda kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji konusunda yeterli bilgi seviyesine sahip olmadıklarını gösterir.

Fen ve Teknoloji Öğretmenliği bölümü öğrencilerinin düşüncelerini almak için hazırlanmış 2. açık uçlu soruya verdikleri cevaplar tablo 4.25’de kategorize edilerek gösterilmiştir:

Tablo 4.25. Fen ve Teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ile ilgili düşüncelerini gösteren 2. açık uçlu soru cevapları

DÜŞÜNCELER	1.SINIF		2.SINIF		3.SINIF		4.SINIF		TOPLAM	
	F	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1.Bütün bilgileri içinde depolayabilecek bir çip üretirdim.	1	2,5	2	3,7	0	0	0	0	3	1,8
2.Geçmiş yolculuk yapabilmek için zaman makinesi yapardım.	1	2,5	0	0	0	0	0	0	1	0,6
3.Fotoliz olayındaki suyun bileşenlerine parçalanması sonucu enerji elde edilmesi olayını insan vücuduna uyarlardım.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
4.Tıp alanında (hastalıkların teşhis ve tedavisinde) çalışmalar yapardım.	0	0	13	24,5	5	13,1	10	34,4	28	17,6
5.Zararlı güneş ışınlarının dünyaya girmesini engelleyen bir sistem geliştirdim.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
6.Çevre temizliği ve düzeni ile ilgili çalışmalar yapardım.	0	0	1	1,8	1	2,6	0	0	2	1,2
7.İnsanların istedikleri boyda olabilmeleri için ilgili dokularda sistemler geliştirdim.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
8.Herkesin kendine has ten kokusunu keşfedip parfüm üretirdim.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
9.Terlemeyi önlemek için çalışmalar yapardım.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
10.Tamamen ses komutuyla çalışan bir bilgisayar yapardım.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
11.Hiçbir şey yapmazdım	0	0	1	1,8	1	2,6	1	3,4	3	1,8
12.Askeri alanda kullanılmak üzere üstün özelliklere sahip bir silah yapardım.	0	0	1	1,8	1	2,6	0	0	2	1,2
13.Beyin gücüyle çalışan ürünler yapardım.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
14.Benzinsiz çalışan bir nano araba yapardım.	0	0	1	1,8	0	0	0	0	1	0,6
15.Zamandan tasarruf etmek için çok hızlı hareket edebileceğim bir alet yapardım.	0	0	0	0	1	2,6	0	0	1	0,6
16.Işınlanmayı sağlardım.	0	0	0	0	1	2,6	0	0	1	0,6
17.Yiyecekleri hap gibi yapar böylece yemek yemeye zaman harcamazdım.	0	0	0	0	1	2,6	0	0	1	0,6
18.İklimleri değiştirdim.	0	0	0	0	1	2,6	0	0	1	0,6
19.Kendi kendine yemek yapabilen bir mutfak yapardım.	0	0	0	0	1	2,6	0	0	1	0,6
20.Üstün özelliklere sahip bir uçak yapardım.	0	0	0	0	0	0	1	3,4	1	0,6
21.KPSS sorularını çalırdım.	0	0	0	0	0	0	1	3,4	1	0,6
Bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadığımı düşünüyorum. Bu nedenle soruları cevaplayamadım.	36	92,3	33	62,2	28	73,6	17	58,6	114	71,6

Tablo 4.25 incelendiğinde sorulan soru üzerine çok düşük katılma oranları olsa da, çeşitli fikirler üretilmiştir. Ama yinede %71,6 gibi büyük bir oran içerisinde giren öğrenciler konuyla ilgili yeterli bilgiye sahip olmadığını düşünüp fikir yürütememiştir. Buda fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji konusunda yeterli bilgi seviyesine sahip olmadıklarını gösterir.

BÖLÜM V

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu kısımda araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

5.1. Sonuç

Bu çalışmada fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji ilgileri, konu hakkındaki bilgi seviyeleri ve asıl amaç olarak nanoteknoloji hakkındaki düşünceleri tespit edilmeye çalışıldı. Bütün öğretmen adaylarının nanoteknolojiye olan ilgileri, nanoteknoloji bilgi seviyeleri ve nanoteknoloji ile ilgili düşünceleri demografik verilere bağlı olarak ele alındı. Bu demografik veriler bölümler arası fark ve her bölümün kendi arasındaki sınıf seviyesi farkı olarak belirlendi.

Milletlerin ruh, karakter ve düşüncesini şekillendirmede etkin rol oynayan öğretmenlerin bu işlevlerini yerine getirebilmesinde onların üretkenliğinin önemli bir etkisi vardır. Bu işlevini layıkıyla yerine getiren öğretmenler için; “bütün bir toplum onların eseridir” denilebilir. Öğretmenler, gerekli bilginin kazanılmasını kolaylaştıran, gerekli ortamları hazırlayan bir rol benimsemek durumundadır. Bunu en iyi biçimde yapabilmek için de öğretmenin çağı yakalamış, gelişme ve yeniliklere açık, kendini devamlı yenileyen bir yapıda olması gerekmektedir. En az öğrencileri kadar öğrenme ile aralarının iyi olması beklenir. İstenmeden de olsa insan eğitiminde yapılacak bir hata, sadece yetiştirilen bireye zarar vermeyecektir. Aynı zamanda toplumun geleceğini de olumsuz yönde etkileyecek sonuçlar doğuracaktır. Çünkü bireye yapılan yatırım uzun vadede verim alınacak bir yatırımdır. Bu yatırımda ortaya çıkacak bir hata ya da yanlışlık toplumları felakete götürecek sonuçlar doğurabilmektedir. Bu nedenle de günümüzde birey eğitiminde çok önemli görev üslenen öğretmenlerin çağın ilerisinde bir eğitim anlayışına sahip olması beklenmektedir.

Nanoteknoloji eğitimi öncelik verilmesi gereken bir konudur. Çünkü bir ülkenin geleceği, bilimsel donanımla yetiştirilmiş bireylerle doğrudan ilgilidir. Nanoteknoloji alanında gelişme göstermemiş bir ülkenin bugünkü durumu ile nanoteknoloji alanında sorunlarını çözmüş bir ülkedeki huzur ve refah düzeyleri karşılaştırıldığında nanoteknoloji eğitiminin önemi daha somut bir şekilde anlaşılabilir.

Gelecek genç nesilleri emanet alacak olan öğretmen adaylarında bu yönde bir gelişme sağlanması için ilk adım olarak nanoteknoloji ile ilgili bilgi düzeylerinin ne olduğundan, ilgilerinin hangi yönde olduğundan ve en önemlisi konuyla ilgili ne düşündüklerinden haberdar olmak en iyi başlangıç olacaktır. Çünkü; eğitimde esas olan, durum tespitinin yapılması ve ona göre hedefler belirlenmesi mantıklı olmalıdır. Nanoteknoloji ile ilgili öğretmen adaylarının düşüncelerini olumlu yönde biçimlendirmek, teşvik edici olmak, hayret ve merak uyandırmak onların ilgilerini artıracak dolayısıyla araştırmacı kimliklere bürünerek nanoteknoloji bilimine katkı sağlamak için uğraşacaklardır.

Uygulama sonucunda elde edilen veriler ışığında yer alan sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

Anket uygulaması sürecinde ulaşılabilen biyoloji öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının çoğunluğunu 1. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Ankete katılan biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ilgileri ile sınıf seviyeleri arasında anlamlı bir farklılaşma olmadığı bulundu.

Anket uygulaması sürecinde ulaşılabilen fizik öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının çoğunluğunu 1. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Ankete katılan fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ilgileri ile sınıf seviyeleri arasında anlamlı bir farklılaşma olmadığı bulundu.

Anket uygulaması sürecinde ulaşılabilen kimya öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının çoğunluğunu 2. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Ankete katılan kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ilgisi ile sınıf seviyesi arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu görüldü. Buna göre 3. sınıf öğrencileri en yüksek ilgiye sahip olarak görüldü. En yüksek ilgiyi takip eden sınıflar sırasıyla 5., 4., 2. ve 1. sınıflardır. Bu farklılığın oluşmasında 3. sınıf öğrencilerinin nanoteknoloji konusuna daha ilgili olmalarını sağlayan bireysel farklılıklar olabilir. Ayrıca yazılı ve görsel medyada çıkan dikkat çekici haberleri yakından takip etmeleri, kısacası yaşantıları da büyük bir etken olabilir.

Anket uygulaması sürecinde ulaşılabilen fen ve teknoloji öğretmenliği bölümünde okuyan öğretmen adaylarının çoğunluğunu 2. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Ankete katılan fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji ilgisi ile sınıf seviyesi arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu görüldü. Buna göre 4. sınıf öğrencileri en yüksek ilgiye sahip olarak görüldü. En yüksek ilgiyi takip eden sınıflar sırasıyla 3., 1. ve 2. sınıflardır. Bu farklılığın oluşmasında 4. sınıf öğrencilerinin nanoteknoloji konusuna daha ilgili olmalarını

sağlayan bireysel farklılıklar olabilir. Ayrıca yazılı ve görsel medyada çıkan dikkat çekici haberleri yakından takip etmeleri, kısacası yaşantıları da büyük bir etken olabilir.

Örnekleme alınan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili tutumlarının bölümlere göre dağılımında anlamlı bir farklılaşma olmadığı bulundu.

Ankete katılan biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji bilgileri ile sınıf seviyeleri arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu görüldü. Buna göre 3. sınıf öğrencileri en yüksek bilgiye sahip olarak görüldü. En yüksek bilgiyi takip eden sınıflar sırasıyla 4., 5., 2. ve 1. sınıflardır. Bu farklılığın oluşmasında 3. sınıf öğrencilerinin nanoteknoloji konusunda daha bilgili olmalarını sağlayan bilimsel etkinliklere katılma fırsatı, araştırmacı kimlikleri, yazılı ve görsel medyadaki haberleri takip etmeleri, ders aldıkları öğretim üyelerinin nanoteknoloji konusunda kısa notlar vermeleri olabilir.

Ankete katılan fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji bilgileri ile sınıf seviyeleri arasında anlamlı bir farklılaşma olmadığı bulundu.

Ankete katılan kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji bilgileri ile sınıf seviyeleri arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu görüldü. Buna göre 2. sınıf öğrencileri en yüksek bilgiye sahip olarak görüldü. En yüksek bilgiyi takip eden sınıflar sırasıyla 3., 5., 1. ve 4. sınıflardır. Bu farklılığın oluşmasında 2. sınıf öğrencilerinin nanoteknoloji konusunda daha bilgili olmalarını sağlayan bilimsel etkinliklere katılma fırsatı, araştırmacı kimlikleri, yazılı ve görsel medyadaki haberleri takip etmeleri, ders aldıkları öğretim üyelerinin nanoteknoloji konusunda kısa notlar vermeleri olabilir.

Ankete katılan fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin nanoteknoloji bilgileri ile sınıf seviyeleri arasında anlamlı bir farklılaşma olmadığı bulundu.

Örnekleme alınan öğrencilerin nanoteknoloji ile ilgili bilgi düzeylerinin bölümlere göre dağılımında anlamlı bir farklılaşma olmadığı bulundu.

Fen öğretimi programında nanoteknoloji konulu bir ders bulunmamaktadır. Bu nedenle öğretmen adaylarının sahip oldukları bilgiler üzerinde öğrenme-öğretme süreci etkinliğinin bir etkisi yoktur.

Ankete katılan biyoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin %30,4'ü nanoteknoloji ile ilgili olumlu, %15,8'i olumsuz, %17,5'i hem olumlu hem olumsuz düşünmektedir. %59,4'ü gibi büyük bir çoğunluk ise nanoteknoloji konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını düşünüp ankette sorulan sorulara yorumsuz kalmıştır.

Ankete katılan fizik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin %16,8'i nanoteknoloji ile ilgili olumlu, %16'sı olumsuz, %16'sı hem olumlu hem olumsuz düşünmektedir. %64 gibi büyük bir çoğunluk ise nanoteknoloji konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını düşünüp ankette sorulan sorulara yorumsuz kalmıştır.

Ankete katılan kimya öğretmenliği bölümü öğrencilerinin %23,4'ü nanoteknoloji ile ilgili olumlu, %20,8'i olumsuz, %25,2'si hem olumlu hem olumsuz düşünmektedir. %47,8 gibi büyük bir çoğunluk ise nanoteknoloji konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını düşünüp ankette sorulan sorulara yorumsuz kalmıştır.

Ankete katılan fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinin %28,3 nanoteknoloji ile ilgili olumlu, %20,8 olumsuz, %26,4 hem olumlu hem olumsuz düşünmektedir. %51,5 gibi büyük bir çoğunluk ise nanoteknoloji konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını düşünüp ankette sorulan sorulara yorumsuz kalmıştır.

Bölümler arasındaki bu oranlara bakıldığında ise gelecek nesilleri yetiştirmeye hazırlanan öğretmen adaylarının nanoteknoloji konusunda büyük bir bilgi eksikliği ile yetiştigi ve dolayısıyla konu hakkında yordama eksikliğinin bulunduğu görülebilir.

Bu çalışmadan elde edilen bilgiler ve ilgili çalışmalar ışığında şu bilgilere ulaşılabilir;

- Nanoteknoloji gelişen ve gelişmeye devam eden bir bilimdir.
- Dünya, baş döndürücü bir hızla gelişen bilim ve teknoloji çağında yaşamaktadır.
- İnsan hayatı bilimle şekillenmekte, refahı bilimle sağlanmaktadır. Bunları gerçekleştiren bilim insanlarıdır, eğitilmiş beyinlerdir.
- Eğitim yoluyla insanı değiştirmedikçe kalkınma denilen gelişme görülemez.
- Tüm insanlık için kökten değişim ve dönüşümleri beraberinde getirecek olan nanoteknolojinin olası sonuçları üzerinde herkesin düşünmesi gerekmektedir.
- Gelecekte en çok sözü edilecek ve gündelik hayatta en fazla karşılaşılabilecek bilim alanı nanoteknoloji olacaktır. Bu nedenle konuyu öğreten ve öğrenenlerin bilgilendirilmesi, konuyla ilgili gerekli eğitimin verilmesi gerekmektedir.

- Öğretmen adayları eğitim sürecinde bilim okur-yazarlığı alışkanlığı kazanmalıdır. Bu alışkanlık mesleğini icra ederken gündemi yakalamaya ve dersi günlük hayata adapte etmeyi sağlayacaktır.
- Büyük Atatürk'ün “Dünyada her şey için, uygarlık için, yaşam için, başarı için en gerçek yol gösterici bilimdir, fendir. Bilim ve teknoloji dışında yol gösterici aramak aymazlıktır, bilgisizliktir ve hıyanettir... Yalnız; ... Binlerce yıl önceki bilim ve teknik dilinin çizdiği ilkeleri, şu kadar bin yıl sonra bugün, olduğu gibi uygulamaya kalkışmak elbette bilim ve tekniğin içinde bulunmak değildir” ilkesi gereğince bilimi hayatın merkezine çekmek ve onu geleceğin kurulmasında temel araç konumuna getirmek durumundayız.

5.2. Öneriler

Araştırmadan elde edilen veriler doğrultusunda;

Nanoteknoloji güncel ve gelişmekte olan bir bilimdir. Her alanda olduğu gibi nanoteknoloji konusunda da doğru eğitilmiş insan kaynağı büyük önem taşımaktadır. Öncelikle nanoteknoloji eğitimi verebilecek yetişmiş eleman açığının giderilmesi gerekmektedir. İlköğretimden başlayarak ortaöğretim, lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimine kadar her kademenin seviyesine göre nanoteknoloji dersi programlara girmeli, nanoteknoloji eğitimine geçilmelidir. Bu nedenle fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji eğitimi verebilecek donanımla mezun edilmeleri gerekmektedir.

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

Nanoteknoloji disiplinlerarası bir bilimdir. Üniversitelerin bünyesinde, nanoteknoloji ile ilgili bilimsel önceliklere yönelik disiplinlerarası araştırmaları desteklemek, planlamak, koordine etmek ve uygulamak amacıyla yeni kurumlar oluşturulmalı ve öğretmen adayları bu kurumlara yönlendirilmeli ve desteklenmelidir.

Öğretmen adaylarının günden güne yeniliklerle karşılaşmalarına çıkacak nanoteknoloji bilmine olumlu açıdan bakmaları sağlanmalı, nanoteknoloji öğrenme isteği onların hedeflerinden biri haline getirilmelidir. Çünkü uygarlık yolunda başarı yenileşmeye bağlıdır.

KAYNAKÇA

BMBF. (2002). **The Federal Government's Nanotechnology Strategy**. Bonn.

BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. (2002). **Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı**. Ankara: Pegem A Yayıncılık.

BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. (2003). **Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum (Geliştirilmiş 3. Baskı)**. Ankara: Pegem Yayınları.

DEVLET PLANLAMA TEŞKİLATI. (1994). **Bilim ve Teknoloji, Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Plan Özel İhtisas Komisyonu Raporu. 12**. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.

DİSTLER, D. (2002). **Nanoteilehen in Megatonnen: Vielfaltige Anwendungen für Polymerdispersionen**. BASF-Presseinformation 28./29. Oktober, Mannheim.

ERKOÇ, Ş. (2008). **Nanobilim ve Nanoteknoloji**. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.

FEYNMAN, R. P. (1959). **There is Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics**. Adres: <http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html>.

HAKAN, A. ve Arkadaşları. **Eğitim Bilimlerinde Çağdaş Gelişmeler**. (1991). A.Ü. Açıköğretim Fakültesi Yayınları. No: 203. Eskişehir.

KAPTAN, S. (1998). **Bilimsel Araştırma ve İstatistik Yöntemleri**. Tekışık Web Ofset, Ankara. Geliştirilmiş 11. Baskı.

KARASAR, N. (1984). **Bilimsel Araştırma Yöntemleri**. Ankara. Hacettepe Taş Kitapçılık ltd. şti.

KARKARE, M. (2008). **Nanotechnology: Fundamentals and Applications**. New Delhi: I. K. International.

KÖYLÜ, Ö., BAYINDIR, M. (2006). **Doğadan Büyüleyici Nanofotonik Yapılar**. Bilim ve Teknik. Sayfa No: 21-23. Aralık.

LUTHER, W. (2004). **International Strategy and Foresight Report on Nanoscience and Nanotechnology**. Mart.

ÖZGÜR, H., GEMİCİ, Z., BAYINDIR, M. (2007). **Akıllı Nanoyüzeyler**. Bilim ve Teknik. Sayfa No: 53-56. Nisan.

ÖZGÜVEN, İ. E. (1994). **Psikolojik Testler**. Ankara. Yeni Doğu Matbaası.

POLATÖZ, S. (2009). **Güve Gözünden Nanoteknolojiye**. Sızıntı Dergisi. Sayı: 371. Sayfa No: 549-551. Aralık.

ROCO, M.C. (2002). Nanotechnology - A Frontier for Engineering Education. **International Journal of Engineering Education**. Cilt: 18. Sayı: 5.

SHARİFZADEH, M. (2006). **Nanotechnology Sector Report**. Cronus Capital Markets, 1st Quarter.

STEWART, C. J., CASH, W. B. (1995). **Interviewing: Principles and Practices**. 4. Baskı. Dubuque, IO: Wm. C. Brown Pub.

TAMERLER, C. (2008). **Nanoteknoloji'nin Uygulama Alanları ve Yeni Fırsatlar**. İstanbul. İSO Vizyon Toplantıları. 1 Nisan.

TEKİN, H. (1993). **Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme**. Yargı Kitap ve Yayınevi. Ankara.

TEVFİK, H. (2005). **Pamuk Prenses ve Katrilyonlarca Cüce**. (Birinci Baskı). İstanbul: Can Matbaacılık.

TÜBİTAK. (2004). **Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri: Vizyon 2023 Projesi Nanoteknoloji Strateji Grubu**. Ağustos.

TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi (2008). **Nanorapor Son Uluslar Arası Rekabet Stratejileri: Nanoteknoloji ve Türkiye** (Yayın no.TÜSİAD-T/2008-11/474). Web: https://research.sabanciuniv.edu/10919/1/nanorapor_son.pdf adresinden 23 Aralık 2009'da alınmıştır.

WAGNER, V., WECHSLER, D. (2004). **Nanobiotechnology II, Technology Analysis**. No: 50.

YAHYA, H. (2003). **Teknolojide Minyatürleşme Devrimi Nanoteknoloji**. Mercek Dergisi. Cilt (28). Sayfa 10.

YILDIRIM, A. ve ŞİMŞEK, H. (2005). **Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri**. (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Web Sayfası 1, 'Nanoteknoloji' Web Adresi: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Nanoteknoloji> Erişim Tarihi: 02.11.2010.

Web Sayfası 2, 'NANO 101- Nanoteknoloji Tarihi' Web Adresi: <http://nanoturkiye.blogspot.com/2008/02/nano-101-nanoteknolojinin-tarihi.html> Erişim Tarihi: 05.04.2010.

Web Sayfası 3, 'Nanoteknolojinin Amaçları' Web Adresi: <http://nanoteknolojinedir.com/?p=53> Erişim Tarihi: 15.04.2010.

Web Sayfası 4, 'Nanoteknoloji Hayatımızda' Web Adresi: <http://nanoteknolojinedir.com/?p=43> Erişim Tarihi: 16.04.2010.

Web Sayfası 5, ‘Türkiye’nin Nano Tıp Üssü Gazi’de Kuruluyor’ Web Adresi: <http://www.gazihaber.gazi.edu.tr/index.php?menu=view&BIK=330> Erişim Tarihi: 17.04.2010.

Web Sayfası 6, ‘Nanobilim ve Moleküler Teknikler Topluluğu’ Web Adresi: <http://w3.gazi.edu.tr/web/aelcin/nanoweb/kullanım.html> Erişim Tarihi: 16.04.2010.

Web Sayfası 7, ‘Nanotıp ve İleri Teknolojiler’ Web Adresi: <http://www.nanomed.gazi.edu.tr/> Erişim Tarihi: 17.04.2010.

Web Sayfası 8, ‘PCAST ABD’nin Nanoteknolojideki Durumu İncelendi’ Web Adresi: <http://www.nanoturkiye.net/2010/03/28/pcast-abdnin-nanoteknolojideki-durumu-inceledi/> Erişim Tarihi: 17.04.2010.

Web Sayfası 9, ‘İngiltere’nin 2009-2012 Nanoteknoloji Stratejisi’ Web Adresi: <http://www.nanoturkiye.net/2010/01/21/ingilterenin-2009-2012-nanoteknoloji-stratejisi/> Erişim Tarihi: 17.04.2010.

Web Sayfası 10, ‘Dünyada ve Türkiye’de Nanoteknoloji’ Web Adresi: <http://www.nanoteknolojimucizesi.com/teknoloji.htm> Erişim Tarihi: 18.04.2010.

Web Sayfası 11, ‘Nanoteknoloji’ Web Adresi: <http://www.msxlab.org/forum/muhendislik-bilimleri/4722-nano-teknoloji-nedir-nerelerde-kullanilir-2.html> Erişim Tarihi: 18.04.2010.

Web Sayfası 12, ‘Nanoteknoloji Devrimi’ Web Adresi: <http://makaledeposu.blogcu.com/etiket/nanoteknoloji> Erişim Tarihi: 18.04.2010.

Web Sayfası 13, ‘Köpek balığı derisi’ Web Adresi: <http://www.biltek.tubitak.gov.tr/bdergi/505/yildiztakimi505.pdf> Erişim Tarihi: 11.01.2010.

Web Sayfası 14, ‘Köpek Balığı Dersi ve Yüzücü Mayoları’ Web Adresi: <http://serkanulgar.blogcu.com/kopek-baligi-derisi-ve-yuzucu-mayolari/3974480> Erişim Tarihi: 11.01.2010.

Web Sayfası 15, ‘Yüzücü Mayosu: Köpekbalığı Derisinin Taklidi!’ Web Adresi: <http://www.yeniaktuel.com.tr/hft-21000607-120,164@2100.html> Erişim Tarihi: 11.01.2010.

Web Sayfası 16, ‘Türk Bilim Adamından Suda Yürüyen Robot’ Web Adresi: <http://arsiv.ntvmsnbc.com/news/286380.asp> Erişim Tarihi: 10.01.2010.

Web Sayfası 17, ‘Sivrisinekler Su Üzerinde Yürümeyi Nasıl Başarırlar?’ Web Adresi: <http://www.ilmiarastirma.net/?Pg=Detail&Number=9359> Erişim tarihi: 08.01.2010.

Web Sayfası 18, ‘Yüzey Gerilimi’ Web Adresi: <http://www.nuveforum.net/1033-fizik/35508-yuzey-gerilimi/> Erişim Tarihi: 09.01.2010.

Web Sayfası 19, ‘İçeceği Su Ağızına Gelen Böcek Stenocara’ Web Adresi: <http://www.harunyahya.net/V2/Lang/tr/Pg/WorkDetail/Number/991> Erişim tarihi: 29.12.2009.

Web Sayfası 20, ‘Akıllı Nanoyüzeyler’ Web Adresi: http://bg.bilkent.edu.tr/tr/docs/Akilli_NanoYuzeyler.pdf Erişim Tarihi: 12.05.2010.

Web Sayfası 21, ‘Nanoteknoloji Hayatımızda’ Web Adresi: http://www.fen.bilkent.edu.tr/~mb/GuncelYazilar/Nanoteknoloji_Hayatimizda.pdf Erişim Tarihi: 08.10.2010.

Web Sayfası 22, ‘Gecko Kertenkelesi ve Moleküler Çekim Kuvveti’ Web Adresi: <http://metekaradut.blogcu.com/etiket/kertenkele> Erişim Tarihi: 21.10.2010.

EKLER

EK – 1

NANOTEKNOLOJİ ANKETİ

ANKET

Değerli öğretmen adayları;

Bu araştırmanın amacı, öğretmen adaylarının nano bilime yönelik ilgilerini, bu alandaki bilgi düzeylerini ve nano bilim hakkındaki geleceğe yönelik düşüncelerini ortaya çıkarmaktır.

Bu amaçla veri toplamak üzere hazırlanan bu anket 4 kısımdan oluşmaktadır: İlk kısımda kişisel bilgilerinize erişmek amacıyla hazırlanmış sorular, ikinci kısımda nanoteknolojiye yönelik ilginizi tespit etmek amacıyla hazırlanmış sorular, üçüncü kısımda nanoteknoloji ile ilgili sahip olduğunuz temel bilgileri tespit etmeye yönelik hazırlanmış doğru-yanlış tipi sorular bulunmaktadır. Son kısımda ise nanoteknoloji hakkında geleceğe yönelik düşüncelerinizi ortaya çıkarmaya yönelik açık uçlu sorular bulunmaktadır. Lütfen hiçbir soruyu yanıtsız bırakmayınız. Anketi tamamlamanız için gerekli süre yaklaşık 20 dakikadır. Katkılarınız için teşekkür ederim.

Fusun KADIOĞLU

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji öğretmenliği Bölümü

fsnkadioglu@gmail.com

I. KISIM - KİŞİSEL BİLGİLER

Aşağıda kişisel bilgilerinize yönelik sorular yer almaktadır. Size uygun olanı seçerek işaretleyiniz. Lütfen yanıtlanmamış soru bırakmayınız.

1. Cinsiyetiniz:

Bayan ()

Erkek ()

2. Sınıfınız:

1.sınıf ()

2.sınıf ()

3.sınıf ()

4.sınıf ()

5.sınıf ()

3. Bölümünüz:

Fizik Öğretmenliği ()

Kimya Öğretmenliği ()

Biyoloji Öğretmenliği ()

Fen ve Teknoloji Öğretmenliği ()

II. KISIM - NANOTEKNOLOJİ İLGİ ANKETİ

Aşağıdaki anket nanoteknolojiye olan ilginizi tespit etmeye yönelik 30 adet ifade içermektedir. İfadeleri okuyarak size uygun durumu belirten kutucuğa **(X)** işareti koyunuz. Lütfen işaretlenmemiş ifade bırakmayınız.

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Nanoteknoloji güncel bir konu olduğu için ilgimi çekiyor.					
2. Türkiye’de nanoteknoloji alanında yetişmiş deneyimli uzmanlara gerek vardır.					
3. Nanoteknolojinin gelecekte nükleer silahlardan daha tehlikeli olabileceğine inanıyorum.					
4. Nanoteknolojideki gelişme sayesinde gelecekte hiçbir şeyin eskisi gibi olmayacağını düşünüyorum.					
5. Türkiye’de nanoteknolojiye yeterli ilginin gösterilmediğini düşünüyorum.					
6. Nanoteknoloji konusunda bir gelişme, atılım yapmak istenirse insanları, özellikle gençleri, yarışmalar düzenleyerek rekabete sokmanın itici bir güç olacağını düşünüyorum.					
7. Nanoteknolojideki bilimsel gelişmeler gelecek için beni endişelendiriyor. (R)					
8. Nanoteknoloji konusunda dünyadaki gelişmelerin gerisinde kalmamak için, bu teknolojiye toplumun ilgisini arttırmak için çeşitli etkinlikler yapılması gerektiğine inanıyorum.					
9. Nanoteknolojik ürünlerin insan sağlığı açısından zararlı olduğunu düşünüyorum. (R)					
10. Nanoteknoloji alanında çalışan şirketlerin evrensel etik prensiplere uyduklarını düşünüyorum.					
11. Nanoteknolojik ürünlere güveniyorum.					
12. Nanoteknolojinin hayatı kolaylaştıracağına inanıyorum.					
13. Nanoteknoloji alanındaki gelişmeleri takip ediyorum.					
14. Nanoteknolojinin eğitim programlarında yeni düzenlemelere gidilerek yer alması gerektiğini düşünüyorum.					
15. Dünyadaki gelişmelerin gerisinde kalmamak için temel bilim dallarının (fizik, kimya, biyoloji) işbirliği yaparak çalışması gerektiğini düşünüyorum.					
16. Nanoteknolojinin tarımda kullanılmasının (örnek: moleküler düzeyde kimyasalların geliştirilmesi) çevre kirliliği gibi etkilere ve dolayısıyla ekolojik dengenin bozulmasına sebep olacağını düşünüyorum. (R)					
17. Nanoteknoloji konusunun temel bilimler (fizik, kimya, biyoloji) ve uygulamalı bilimler (kimya, elektronik, makine,					

bilgisayar mühendisliği gibi) lisans eğitim programı içerisinde verilmesi gerektiğini düşünüyorum.					
18. Nanoteknoloji alanında düzenlenen bilimsel çalışmalara (sempozyum, kongre vs.) katılmamın öğretmenlik hayatımda bana yarar sağlayacağını düşünüyorum.					
19. Nanoteknoloji çalışmalarının önemli olduğunu düşünüyorum.					
20. Nanoteknolojinin enerji ve yakıt tüketimine alternatif olacağını düşünüyorum.					
21. Nanoteknoloji alanında çalışma yapmanın Türkiye için bilimsel açıdan kaçırılmayacak bir fırsat olduğunu düşünüyorum.					
22. Türkiye’deki nanoteknoloji adına açılmış olan araştırma merkezlerini gezerek bu alanda nelerin nasıl yapıldığını uygulamalı olarak görmek isterim.					
23. Nanoteknoloji araştırma merkezlerinde çalışmak isterim.					
24. Nanoteknoloji alanında çalışan bilim insanlarının, bu ürünleri piyasaya sürmeden önce gerekli risk analizi çalışmaları yaptığını düşünmüyorum. (R)					
25. Birer eğitmen olarak öğretmenler, dünyada hızla gelişen nanoteknoloji hakkında gerekli bilgilere sahip olması gerektiğine ve bu bilgileri genç nesillere teşvik edici bir şekilde aktarılması gerektiğine inanıyorum.					
26. Nanobilim ve nanoteknoloji sahasında yapılacak araştırma ve geliştirmeleri devamlı kılabilmek için yatırım programlarında bu sahaya öncelik verilmesi gerektiğine inanıyorum.					
27. Nanoteknolojinin insanların refah seviyelerini artıracığını düşünüyorum.					
28. Nanoteknolojik ürünlerin uzun vadede doğurabileceği muhtemel sorunlarla ilgili hukuki düzenlemeler yapılması gerektiğine inanıyorum.					
29. Tedavi amaçlı üretilen nano-ilaçların muhtemel yan etkilerinden ötürü yarardan çok zarar vereceğini düşünüyorum. (R)					
30. Nanoteknolojinin hastalıklarda teşhis ve tedavi sürecini hızlandıracığını düşünüyorum.					

III. KISIM - NANOTEKNOLOJİ BİLGİ TESTİ

Aşağıda nanoteknoloji ile ilgili sahip olduğunuz temel bilgileri tespit etmeye yönelik hazırlanmış bilgi testi yer almaktadır. İfadeleri okuyarak, “Doğru” ya da “Yanlış” olduğuna karar veriniz. Cevaplarınızı ilgili kutucuğa (X) işareti koyarak belirtiniz. Lütfen işaretlenmemiş soru bırakmaksızın cevaplandırınız.

SORULAR	Doğru	Yanlış	Bilgim Yok
1. “Nano” sözcük olarak, bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri anlamına gelmektedir.			
2. Nanoteknoloji, nanoölçek ebatlardaki yapıların ve bileşenlerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri değişen malzeme ve sistemlerle ilgilenir.			
3. Malzemelerin boyutları küçüldükçe (makroskobik büyüklükten nanoebatlara doğru) fiziksel ve kimyasal özellikleri farklılık göstermez.			
4. Nanobilim ve nanoteknolojinin gelişim sürecinin Richard Feynman adlı ünlü fizikçinin 1959 yılındaki bir konferansta yaptığı konuşma ile başlamıştır.			
5. Nanoölçekte imalat “yukardan-aşağıya” ve “aşağıdan-yukarıya” olmak üzere 2 ana yöntemle bulunmaktadır.			
6. Nanoteknolojinin uygulama alanları sadece biyoteknoloji, sağlık (tıp, eczacılık vs.) ve tarımdır.			
7. Nanoteknoloji ekonomik ve sosyal alanda günlük yaşama etki eder nitelik taşımamaktadır.			
8. Nanoteknoloji birçok avantajının yanı sıra insan sağlığı ve çevre için de birçok riski beraberinde getirmektedir.			
9. Nano parçacıkların insan sağlığına ve çevreye olabilecek zararlı etkileri açığa kavuşturulmuştur.			
10. Nanoteknolojik ürünlerin uzun vadede doğurabileceği muhtemel sorunlarla ilgili yasal düzenlemeler yapılmaktadır.			
11. Nanoteknoloji disiplinler arası bir saha olarak gelişmektedir.			
12. Kullanılan pek çok nano-materyal çok zehirli unsurlar içermektedir.			
13. Türkiye piyasasında nanoteknolojik ürün bulunmamaktadır.			
14. Karbonun organik maddelerdeki yaygınlığı ve vazgeçilmezliği düşünüldüğünde nanoteknoloji açısından öncü element karbon atomudur.			
15. Türkiye’de nanoteknoloji alanında uygulamaya yönelik çalışma yapılmamaktadır.			
16. Nanoteknoloji maddeyi atomik ve moleküler seviyede kontrol etme bilimidir.			

IV. KISIM – NANOTEKNOLOJİ İLE İLGİLİ AÇIK UÇLU SORULAR

1. Dünyamız atomlardan oluşmaktadır. Nanoteknoloji sayesinde atomlarla oynamaya başladığımızda yani atomları dizerek yeni maddeler yaratabildiğimizde nasıl bir dünya hatta evren bizi bekliyor olacak?

[illegible]

2. Elinizde nanoteknolojik ürün yapma özelliğine sahip bir nano robotunuz olsa ne yapardınız?

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

EK – 2

ÖZGEÇMİŞ

ÖZGEÇMİŞ

Fusun KADIOĞLU, 27 Aralık 1985 yılında Rize’de doğdu. İlköğretimini Pazar 50. Yıl İlköğretim Okulu’nda, ortaöğretimini Rize Anadolu Öğretmen Lisesi’nde tamamlayarak 2003 yılında mezun oldu. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Fen ve Teknoloji Öğretmenliği programına yerleşti. Bu bölümden 2007 yılında lisans diplomasını aldı. Eylül 2008’de Gazi Üniversitesi Biyoloji Öğretmenliği bölümünde tezli yüksek lisans yapmaya hak kazandı. Yabancı dili İngilizcedir.