

**T.C
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI**

**ORTAÖĞRETİMDE OKUYAN ÖĞRENCİLERİN NANOBİYOTEKNOLOJİ
İLE İLGİLİ GÜNCEL VE GELECEĞE YÖNELİK
GÖRÜŞLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yunus SEVİŞ

**ÇANAKKALE
Haziran-2016**

T.C
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Ortaöğretimde Okuyan Öğrencilerin Nanobiyoteknoloji
İle İlgili Güncel Ve Geleceğe Yönelik
Görüşlerinin Belirlenmesi

Yunus SEVİŞ
(Yüksek Lisans Tezi)

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Fatih DOĞAN

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir

Proje No:SYL-2015-496

ÇANAKKALE
Haziran-2016

Taahhütname

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “**Ortaöğretimde Okuyan Öğrencilerin Nanobiyoteknoloji İle İlgili Güncel ve Geleceğe Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi**” adlı çalışmamın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve değerlere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım

23 /06 /2016

Yunus SEVİŞ




Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Onay

Yunus SEViŞ tarafından hazırlanan çalışma 23.06.2016 tarihinde tez savunma sınavı sonucunda jüri tarafından başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir

Tez Referans No...DM6543

Akademik Unvan	Adı Soyadı	İmza	
<u>Yrd. Doç. Dr.</u>	<u>Gözde DOLU</u>	 Üye
<u>Yrd. Doç. Dr.</u>	<u>G. Doçay MECİÇ</u>	 Üye
<u>Yrd. Doç. Dr.</u>	<u>Fatih DOĞAN</u>	 Üye

Tarih:.....14.07.2016.....

İmza.....

Doç. Dr. Salih Zeki GENÇ
Enstitü Müdürü

Önsöz

Bir toplumun ilerleyebilmesi için bilim ve teknolojiadaki değişimlerin eğitim-öğretim alanına aktarılması gerekir. 21. Yüzyılda hızla gelişen bilim ve teknoloji alanlarından biri şüphesiz nanobiyoteknolojidir. Nanobiyoteknoloji gibi önemli bir konu MEB’de kısmen yer almasına karşın, yeterli ve istenilen bir seviyede değildir. Bu yüzden mezun olan birçok öğrenci konu ile ilgili çoğu gelişmeleri gazete, dergi ve televizyon gibi çeşitli basın-yayın araçlarından öğrenmektedir.

Bu çalışma ile ortaöğretim okullarındaki öğrencilerin nanobiyoteknolojiye karşı tutumları incelenmiş ve sonuçların, nanobiyoteknoloji alanında çalışan araştırmacılara ve öğrencilere katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu nedenle çalışmalarımın her aşamasında yakın ilgi ve alaka gördüğüm danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Fatih DOĞAN’a, istatistiksel analizlerde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Ramazan KARATAY’a ve yaşamım boyunca bana maddi-manevi her konuda destek olan ve her zaman yanımda olduklarını hissettiren yaşam kaynağım sevgili AİLEME, çalışmanın çeşitli aşamalarında katkıları ve destekleri ile bana yardımcı olan çalışma arkadaşlarıma, anketleri özenle cevaplayan tüm öğrencilere ve emeği geçen herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çanakkale, 2016
Yunus SEVİŞ

Özet

Ortaöğretimde Okuyan Öğrencilerin Nanobiyoteknoloji ile İlgili Güncel ve Geleceğe Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmanın amacı ortaöğretimde eğitim gören öğrencilerin nanobiyoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik görüşlerinin belirlenmesidir. Çalışma meslek lisesi (n=226), Anadolu lisesi (n=273) ve Anadolu öğretmen lisesi (n=85) okullarında öğrenim gören toplam 584 ortaöğretim öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Tarama yöntemi kullanılan çalışmada veriler 5’li likert tipi "Nanobiyoteknoloji Tutum Ölçeği" ve 3’lü likert tipi "Nanobiyoteknoloji Bilgi Testi" ile toplanmıştır. Elde edilen verilerden öğrencilerin nanobiyoteknolojiye yönelik tutum seviyelerinin orta düzeyde olduğu ve bilgi seviyelerinin düşük düzeyde olduğu görülmüştür. Demografik özelliklerden öğrencilerin nanobiyoteknolojiye karşı tutumlarının öğrenim görülen bölüme göre anlamlı şekilde farklılaştığı, sınıf, cinsiyet ve mezun olunan liseye göre anlamlı şekilde farklılaşmanın olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin bilgi düzeyleri incelendiğinde, alınan puanların okul türüne göre anlamlı şekilde farklılaştığı, cinsiyet, sınıf ve bölüm türüne göre ise anlamlı olarak farklılaşmadığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Nanobiyoteknoloji, bilgi, tutum

Abstract

Determination Of The Secondary Education Students' Opinions Regarding Current and Future About Nanobiotechnology

The aim of this study is to determine the secondary education students' opinions regarding current and future about nanobiotechnology. The present study is conducted with a total of 584 students in Çanakkale-vocational school (n = 226), Çanakkale- Anatolian high schools (n = 273) and Çanakkale-Anatolian teacher high school (n = 85). The data at the study used scanning method is collected by 5-point Likert-type 'Nanobiotechnology Attitude Scale' and 3-point Likert-type "Nanobiotechnology Knowledge Test ". The findings of the study have revealed moderate levels of attitude of students towards nanobiotechnology and also low levels of knowledge students. Is discovered from demographic characteristics that students attitudes towards nanobiotechnology vary significantly according to the department studied at; however, there is no significant dissimilarity according to the class, sex and the high school they graduate from, the study indicates. When the students' knowledge level is examined, the scores of students differed significantly according to the type of school, but did not differ significantly with respect to the type gender, class and department.

Keywords: Nanobiotechnology, knowledge, attitudes

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI	ii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ	1
Problem Durumu	1
Problem Cümlesi.....	2
Alt Problemler.....	3
Araştırmanın Amacı	3
Araştırmanın Önemi	3
Araştırmanın Varsayımları	3
Araştırmanın Sınırlılıkları.....	4
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	5
Biyoteknolojinin Tanımı.....	5
Biyoteknolojinin Tarihçesi	6
Biyoteknolojinin Çalışma Alanları	8
Biyoteknoloji Eğitiminin Önemi	10
Nanoteknoloji Nedir?	11
Nanoteknolojinin Tarihi	12
Nanoteknolojinin Amaçları	12
Nanoteknolojinin Önemi	13
Türkiye ve Bazı Ülkelerin Nanoteknoloji Durumları ve Yatırımları	13
Türkiye.....	13
Amerika Birleşik Devletleri	14
İngiltere	15
Japonya	15
Fransa.....	16
Almanya:	16
Asya Ülkeleri	16

Nanoteknolojinin Sağlayacağı Muhtemel Yenilikler	17
Nanobiyoteknoloji	18
Nanobiyoteknolojinin Önemi	18
Nanobiyoteknolojiden İnsanlığa Katması Beklenen Faydalar	19
Nanobiyoteknolojinin Gelişmesiyle Ortaya Çıkan Yeni Alanlar	20
Biyomalzeme Bilimi	20
Biyosensörler	20
Biyočipler.....	20
Hücre Kapsülleri	22
Nanotıp.....	22
Nanorobotlar	23
Nanokürelerle İlaç Salınımı	23
Doku Yenilenmesi	24
Yeni Organ Gelişimi	24
Doku Mühendisliği	25
Türkiye’de Nanobiyoteknolojinin Durumu	25
Nanobiyoteknoloji’de İlerlemek İçin Yapılması Gerekenler	26
İlgili Araştırmalar	27
YÖNTEM	31
Araştırma Modeli.....	31
Evren ve Örneklem	31
Veri Toplama Araçları.....	32
NTÖ ve NBT İçin Uzman Görüşü.....	34
Verileri Toplama Teknikleri	34
NTÖ İçin Faktör Analizi	35
NBT İçin Madde Analizi	39
Verilerin Analizi	40
BULGULAR	46
NTÖ ve NBT’den Alınan Puanlar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	46
NTÖ ve NBT’den Alınan Puanların Cinsiyet Değişkenine Göre İncelenmesi	46
NTÖ ve NBT’den Alınan Puanların Okul Türü Değişkenine Göre İncelenmesi.....	47
NTÖ ve NBT’den Puanların Sınıf Değişkenine Göre İncelenmesi.....	48
NTÖ ve NBT’den Puanlarının Bölüm Değişkenine Göre İncelenmesi.....	49

NTÖ ve NBT'nin Regresyon Analizi Sonuçları.....	50
SONUÇ VE ÖNERİLER	51
Sonuç	51
Öneriler	52
KAYNAKLAR.....	54



Tablolar Listesi

Tablo Numarası	Başlık	Sayfa
1	Öğrencilere İlişkin Bağımsız Değişkenlerin Frekans ve Yüzde Dağılımları	32
2	Pilot Uygulamadan Önce ve Sonra KMO ve Bartlett Küresellik Testleri	35
3	Maddeler Üzerindeki Yük Dağılımları.....	36
4	Özdeğer ve Varyans Değişimi.....	37
5	NBT için Maddelerin Güçlük İndesleri ve Ayırt Ediciliği.....	40
6	NTÖ 'nin Betimsel İstatistikler	41
7	NBT'nin Betimsel İstatistikleri	44
8	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Betimsel İstatistikleri	46
9	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Cinsiyete Göre t-Testi Sonuçları.....	47
10	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Okullara Göre Betimsel İstatistikleri	47
11	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Okullara Göre ANOVA Sonuçları.....	48
12	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Sınıflara Göre Betimsel İstatistikleri	48
13	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Sınıflara Göre ANOVA Sonuçları	49
14	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Bölüme Göre Betimsel İstatistikleri.....	49
15	NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Bölümlere Göre ANOVA Sonuçları	50
16	Regresyon Analizi Sonuçları.....	50

Tablolar Listesi

Şekil Numarası	Başlık	Sayfa
1	Ölçek Geliştirme Sürecinin Şematik Gösterimi	33
2	NTÖ'nin Faktör Sayısına İlişkin Yamaç Birikinti Grafiği.....	38



Kısaltmalar Listesi

DOE	: Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı
DTI	: İngiltere Ticaret ve Endüstri Bakanlığı
DTP	: Devlet Planlama Teşkilatı
NSF	: Ulusal Bilim Vakfı
NNI	: Nanoteknoloji İnisyatifi (National Nanotechnology Initiative)
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
GDO	: Genetiği Değiştirilmiş Organizma
M.Ö	: Milattan Önce
M.S	: Milattan Sonra
NTÖ	: Nanobiyoteknoloji Tutum Ölçeği
NBT	: Nanobiyoteknoloji Bilgi Testi

1. GİRİŞ

Bu bölümde problem durumuna, nanobiyoteknoloji eğitime, nanobiyoteknoloji eğitiminin önemine, problem cümlesine, alt problemlere, araştırmanın amacına, araştırmanın önemine, araştırmanın varsayımlarına ve araştırmanın sınırlılıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Günümüz teknolojisi sürekli yeni buluşlarla kendini yenilemektedir. 20. yüzyılda yaşayan 45-65 yaş aralığındaki insanlar uzay teknolojisinden nükleer teknolojiye, bilgisayar teknolojisinden lazer teknolojisine kadar tüm gelişmelere yakından tanık olmuşlardır (Çırakoğlu, 2002; Akt. Eroğlu, 2006). Bilim 20. yüzyıl içerisinde kimyasal, nükleer ve biyolojik teknoloji olmak üzere üç büyük yenilikle altın çağını yaşamıştır. Bütün bunların neticesinde 21. yüzyıl kendisiyle beraber yeni bir teknolojik devrim doğurmuştur (Mehta ve Gair, 2001, Özgen, 2007).

Nanoteknoloji; fen bilimleri ve mühendislik bilimleri gibi nano boyutlarda teknolojik ürünleri araştırmasıyla ve bu ürünlerin geliştirilmesiyle uğraşan bilim adamlarını bir araya getirmekte olan nanoteknoloji bu yönüyle farklı ve önü açık bir alandır. Bu yüzden nanoteknoloji sektöründen maksimum seviyede faydalanmak için gerekli olan becerileri geliştirmek, çoğu ülkede önem bakımından ilk sıraya yerleşmiştir. Bu ülkelerin başında gelen ABD ve Avrupa ülkeleri (İsviçre, Belçika, Almanya, vb.), bu gereklilikleri sağlayabilmek amacıyla çeşitli faaliyetlerde ve müfredat değişikliklerinde bulunmuşlardır. Günümüzde söz konusu bu ülkelerde nanoteknoloji ile ilgili çeşitli alanlarda lisans seviyesinde diplomalar verildiği ve nanoteknoloji programlarına yönelik çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Bununla birlikte ülkemizde, üniversitelerimiz nanoteknoloji ile ilgili her ne kadar kurs veriyor olsalar bile, bu alanda ön lisans ya da lisans diploması veren üniversite sayısı maalesef yeterli sayıda değildir. 21. yüzyılda nanoteknoloji alanında eğitim vermenin önemi tartışmaya gerek duyulmamaktadır. Ancak nanoteknolojinin hangi dalının en başarılı öğrenciler, öğretmenler ve eğitilmiş çalışanlar yetiştireceği konusunda çeşitli tartışmalar devam etmektedir. Bu tartışmaların temelinde öğrencilerin disiplinler arası bir alan olan nanoteknoloji konusunda

almış oldukları geniş eğitimi, spesifik alanlara uygulayabilme şüphesi yatmaktadır. Bu tartışma ancak kendisini yenileyebilen çağdaş bir eğitim sistemi son bulabilir(Luther, 2004).

Eğitim sisteminin amaçlarını gerçekleştirmek ve eğitim sisteminde verim sağlayabilmek için eğitim sisteminin işlemekte olan çarkının kusursuz bir şekilde çalışmasıyla gerçekleşebilecektir. Günümüzde modern eğitim anlayışında; okul, öğrenci, çevre, müfettiş, öğretmen, yönetici ve aile ile beraber bu saymış olduğumuz etkenler sürekli beraber hareket edip bütün olarak değerlendirilmelidir. Bu parçaların en değerlisi öğretmendir. Çünkü öğretmen eğitim sisteminin hedeflerini ve verimliliğini en iyi bilen kilit konumundaki olgudur. Aynı zamanda öğrencilerin gelişimlerini ve davranışlarını değiştiren öğretmenler eğitim sisteminin temel direğidir. Ayrıca hayata geçirilen eğitim sisteminin başarısı bunu uygulayan öğretmenlerin başarısıdır (Gerçek, Yılmaz, Köseoğlu ve Soran, 2006). Bununla birlikte nanoteknolojinin bir alt kavramı olan nanobiyoteknoloji eğitimi Türkiye’de yeni bir kavramdır. Avrupa’daki küçük ülkeler bile nanobiyoteknoloji konusunda Türkiye’den daha ileri konumda bulunmaktadır. Türkiye’de direk nanobiyoteknolojiye özel eğitim veren bir kurum yokken bu nanoteknoloji eğitimi içerisinde yer alsa bile yeterli seviyede değildir. Çiftçi maliyeti 10 YTL’yi geçmeyen kiraz üretmektedir ve kalbine takılan stent için 10.000 YTL ödeyen çiftçi, bunun için 7 ton kiraz satarak bu parayı denkleştirebilmektedir (Bayındır, 2007). Bu örnekten anlaşılacağı üzere Türkiye teknoloji devrimini yakalayamamıştır. Bununla birlikte nanoteknoloji ülkemizin daha ileri gidebilmesi için iyi bir fırsat sunmaktadır. Ancak eğitim, uzman kadrosunun ulusal seviyede güçlenmesi ve teknoloji birikiminin nesilden nesile aktarılıp önünün açılması ile bu fırsat değerlendirilebilir. Bu çözümlerin hayata geçirilmesi ile ülkemiz uluslararası uygarlık seviyesini yakalayıp, diğer ülkeler gibi insanlığa katkı verebilecektir (Nanoteknoloji Strateji Grubu, 2004). Bu yüzden ülkemizin refah seviyesini ve ulusal güvenliğini daha iyi bir konuma getirebilmek için bir an önce toplumu ve bundan sonra topluma yön verecek olan öğrencileri bu konudan haberdar etmeli, onları bu konuya yönlendirmeli ve bilgi seviyeleri yükseltilmelidir. Çünkü bu konuda bizler ne kadar erken öğrencileri bilinçlendirebilirsek ülkemiz eğitimde o kadar erken çağ atlar ve gelişmesini hızlandırır.

1.1.1. Problem Cümlesi

Orta öğretimde okuyan (9, 10, 11 ve 12. sınıf) öğrencilerin nanobiyoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri nedir?

1.1.2. Alt Problemler

- Orta öğretimde okuyan öğrencilerin nanobiyoteknolojiye yönelik tutumları nedir?
- Öğrencilerin nanobiyoteknolojiye yönelik tutumları, cinsiyet, sınıf düzeyi ve yaşantı farklılıkları değişkenleri açısından anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- Öğrencilerin nanobiyoteknoloji hakkındaki görüşleri nelerdir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, ortaöğretimde okuyan öğrencilerin nanobiyoteknoloji konularındaki bilgi seviyelerinin ne düzeyde olduğunu belirlemek ve nanobiyoteknoloji öğretimi ile ilgili görüşlerini ortaya çıkarmaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

21. yüzyıl bilgi çağı olarak adlandırılmaktadır. Bu yüzyılda teknoloji ve bilimdeki yenilikler toplumun yapısını değiştirmektedir. Bu değişime, ancak eğitim sisteminde yapılacak zorunlu reformlarla uyum sağlanabilmektedir. (Doğan, 2005). Bilim dünyası önümüzdeki yüzyılın nanoteknoloji ve nanobiyoteknoloji devri olacağını öngörmektedirler. Bu nedenle ortaöğretimden itibaren öğrencilerin ilgilerini bu konuya çekmek araştırmanın önemidir. Araştırmanın başka bir önemi ise ortaöğretimdeki öğrencilerin bu konuya ilgilerinin çekilmesiyle ilerleyen yıllarda bu konuyla ilgili ilkokullarda da okuyan öğrencilerin de dikkati çekilecek ve ilkokuldan itibaren bu konuyla ilgili bilgileri olacak ve eğitim verilmesi sağlanacaktır.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

- Bu araştırmanın örneklemini olarak seçilen ortaöğretimdeki öğrenciler evreni temsil edebilecek niteliktedir.
- Bu araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturabilmek için taranan kaynaklar güvenilir ve yeterli bilgi vermektedir.

- Ortaöğretimdeki öğrencilerin bilgi seviyelerini öğrenmek için hazırlanan ölçme aracı temel nanobiyoteknoloji konularını kapsamaktadır.
- Bu araştırmaya katılan ortaöğretimdeki öğrenciler ölçme araçlarındaki soruları samimi ve objektif olarak cevaplandırmışlardır.
- Bu araştırmaya katılan ortaöğretimdeki öğrenciler ölçme araçlarındaki soruları birbirlerinden etkilenmeden cevaplandırmışlardır.
- Bu araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan “Nanobiyoteknoloji Bilgi Testinden, Nanobiyoteknoloji Tutum Ölçeği ve Kişisel Bilgi Durum Anketinden” elde edilen verilerin geçerlik ve güvenirlik derecesi yüksektir.

1.5.Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, 2014-2015 Eğitim-Öğretim yılı, Çanakkale ili merkez ilçesi ortaöğretim 9, 10, 11, 12. sınıf öğrencileri ve araştırmanın alt problemleri ile sınırlıdır. Ayrıca veri toplama araçları, nanobiyoteknoloji bilgi testinden, nanobiyoteknoloji tutum ölçeği ve kişisel bilgi durum anketinden oluşmaktadır.

BÖLÜM II

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde biyoteknoloji, nanoteknoloji ve nanobiyoteknoloji ile ilgili kuramsal bilgiler yer almaktadır.

2.1.Biyoteknolojinin Tanımı

Biyoteknoloji kelimesi “Biyoloji (yaşam bilimi)” ve “Teknoloji (uygulama bilgisi)” kelimelerinden türeyen “Uygulamalı Yaşam Bilimi” anlamına gelmektedir. Biyoteknoloji kavramı 1919’da Macar Mühendis Karl Ereky tarafından ilk olarak ortaya atılmıştır, 20.yüzyılda “Canlı organizmaların katkısıyla hammaddelerden yeni ürün üretmek için yapılan çalışmalar bütünüdür” şeklinde tanımlanmıştır (Leslie ve Schibeci , 2003). 21. yüzyılda yapılan biyoteknoloji tanımı ise, insan ve doğaya zarar vermeyecek yöntemler ile kullanılan biyolojik ürünlerin mal ve hizmet üretiminde kullanılması olarak tanımlanmaktadır (Yeşilbağ, 2004). Günümüzde yapılan diğer bir tanımda ise: Biyoteknoloji, kaliteli hizmet ve mal ürünü elde edebilmek amacıyla biyolojik ajanlarla malzemelerin işlenmesi için fen bilimleri ile mühendislik kurallarının birlikte kullanılarak uygulanmasıdır (Leslie ve Schibeci, 2003). Yapılan bu tanımları genelleyecek olursak biyoteknoloji; biyolojik süreçlerin kullanılması ile insanlığa fayda sağlayacak ürünlerin üretilmesi ve sorunların çözülmesi olarak tanımlanabilir. Yapılan bu tanımlar çoğu zaman “Geleneksel Biyoteknoloji” tanımlarına çağrışım yapmaktadır ve bu tanımlarda genetik modifikasyon ya da genetik mühendisliği ile ilgili tanımlardan hiç bahsedilmemiştir. Ancak, biyoteknoloji zamanın ilerlemesiyle birlikte gelişim gösterdikçe, yapılan biyoteknoloji tanımları da değiştirilerek zamana uygun bir şekle getirilmiş ve “Modern Biyoteknoloji” yenilikleri tanımlara eklenmiştir (France, 2007). Yapılmış olan tanımlar aşağıdadır:

- Biyoteknoloji; hayvan hücreleri, bitki hücreleri ile mikroorganizmanın yapısını anlamak ve değiştirmek amacıyla uygulanan farklı işlemleri ve teknikleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Canlılar yararına veya endüstriyel kullanıma fayda sağlayacak ürünlerin geliştirilmesi, modern teknolojinin doğa bilimlerini kapsamıyla mümkündür.

- Biyoteknoloji, eski çağlardan beri kullanılan ekmek ve şarap yapımı gibi teknolojiler, çeşitli hücre biyolojisi uygulamalarını ve genetik mühendisliği gibi canlılar yararına farklı maddeler elde edebilmek için kullanılan biyolojik temelli teknolojileri içerir (Leslie ve Schibeci, 2003).
- Bitki hücresi, hayvan hücresi veya mikroorganizmaların tümü ya da bir kısmı kullanılarak yeni bir organizma üretmek veya var olan bir organizmanın genetik yapısında istenilen şekilde değişiklikler ortaya çıkarmak amacıyla kullanılan yöntemlere biyoteknoloji denmektedir.
- Biyoteknoloji, fen bilimleri ve mühendislik kurallarını uygulayarak ve biyolojik ajanlardan yararlanarak maddelerin işlenmesiyle yeni ürünler ve mikroorganizmaları geliştirmek için kullanılan teknolojilerdir (Babaoğlu vd, 2002).
- Yapılan tanımlarda her ne kadar farklılık olsa da; tanımların birleştiği nokta doğayı korumak ve canlıların yaşamına yönelik tutumlardır. Canlıların özellikle insanın yaşantısını kolaylaştırması ve sağlıklı bir şekilde yaşantısını sürdürebilmesi amaçlanmaktadır. Aynı zamanda canlı organizmalar arasındaki gen aktarımını ilerletmeye yönelik yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Yeşilbağ, 2004).

2.2. Biyoteknolojinin Tarihçesi

İnsanlık tarihi ne kadar eski ise biyolojideki gelişmelerde insanlık tarihi kadar eskidir. Günümüzde biyoteknoloji terimi yeni bir kavram gibi değerlendirilse bile aslında bu teriminin temeli M.Ö. 10000 yılına kadar dayanmaktadır. Bu tarihin dayanak noktası geçmiş çağlara ait yazıtlardan ve kutsal kitaplardan anlaşılmaktadır. Hatta bu kaynaklardan edinilen bilgiye göre şarap yapımı ile hamurun mayalanması gibi bazı biyolojik gelişmelerin insanlığın yaşamında ne kadar önemli yer tuttuğunu anlatmaktadır (Kolonkaya, 2000; Akt. Yeşilbağ, 2004). M.Ö. 6000’li yıllara dayanan bazı bilgilere bakacak olursak mesela Sümerlerin şarap yaptıkları, Çinlilerin peynir yaptıkları ve Mısırlıların ise bira mayaladıkları bilinmektedir. Bu örnekler incelenip ayrıntıya bakıldığı zaman aslında biyoteknolojinin bilinenin aksine daha eski bir teknoloji olduğu görülmektedir ama genetik mühendisliği çalışmaları incelendiğinde ise yeni bir teknoloji olduğu zannedilmektedir (Harms, 2002). Tarihsel olarak biyoteknolojiyi üç dönemde incelenebilir:

Geleneksel Biyoteknoloji Dönemi (M.Ö. 10000-1939): Teknoloji ve modern bilgiye gerek duymadan tamamen deneme yanılma yoluyla geliştirilen teknikler dönemi (DPT, 2000).

Klasik Biyoteknoloji Dönemi (1940-1973): Biyolojik sistemlerin genomlarında köklü bir değişiklik yapılmaksızın sınırlı tekniklerle antibiyotik, enzim, protein vb. maddelerin üretiminin geliştirilmesi dönemidir. Günümüzde halen üretim teknolojileri arasında önem sırasını ve yerini korumaktadır. Bununla birlikte bu dönemde moleküler düzeyde genetik işlemlerin yapılması ve artırılması ile yeni ürünlerin ortaya çıkarılabileceği düşünülmüştür (Kolonkaya, 2000; Akt. Yeşilbağ, 2004).

Modern Biyoteknoloji Dönemi (1973 sonrası): Bu dönemde yapılan çalışmalar modern tekniklerin biyoloji bilimlerine uygulanmasını içermektedir. Bu dönemde mutasyonlar ya da rekombinant DNA teknolojisi ile elde edilen yeni fenotipik karakter tanıyan mutantlar veya transgenetik organizmalar insanlık için faydalı olan tüm alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde biyoteknoloji ile ilgili çalışmalar genetik mühendisliği uygulamalarının tıp alanında, ziraat alanı ve endüstride kullanılan biyolojik maddelerin üretimini içermektedir. 20. yüzyılın sonlarına gelindiği zaman biyoteknoloji artık uygulamalı ve disiplinlerarası bir alan olmakla beraber, “Moleküler Genetik” ve “Rekombinant DNA Teknolojisi” bunlarla beraber tanımlanmaktadır. Aynı zamanda modern biyoteknoloji insan hayatını kolaylaştıran ve sağlıklı yaşamasını sağlayacak fırsatlar sunmaktadır. Modern Biyoteknoloji sayesinde canlı organizmalar arasında genetik materyallerin değişmesi sağlanmaktadır (Yeşilbağ, 2004). Modern Biyoteknoloji ile hayvancılık ve endüstri alanlarındaki verimliliği daha üst seviyelere çıkartırken, teknoloji ve bilimde geri kalan ülkelerin ise gelişmiş olan ülkelere bağımlılığını artırmaktadır (DPT, 2000). Şayet Modern Biyoteknoloji uzman kadrolar tarafından denetlenmeyip kontrolsüz ve bilinçsiz şekilde uygulanırsa, doğanın korunması ve biyoçeşitlilik açısından çeşitli riskler gösterebilmektedir. Bu risklerin en başında ise; Modern Biyoteknolojiyi gelişmiş olan bazı ülkelerin hem ekonomik olarak hem askeri savaşlarda bir güç tehdidi olarak kullanılmasıdır.

Diğer yandan genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) insan hayatı üzerindeki etkisi hakkında yeterli bilgiye henüz ulaşılamamıştır (DPT, 2000). Günümüzde Modern Biyoteknoloji ile Geleneksel Biyoteknoloji özellikleri bakımından farklı alanlar olarak görülmektedir. Geleneksel Biyoteknoloji yeniliğe kapalı iken modern biyoteknoloji yeniliğe açık ve potansiyeli sınırsız olarak düşünülmektedir (DPT, 2000). Biyoteknolojinin tarihsel gelişimine daha detaylı bakıldığında, M.Ö 10.000- 8000 yılları arasında, bitkilerin ve

hayvanların evcilleştirilmesi, M.Ö 8000- 6000 yılları arasında ekmek, bira ve şarabın maya mantarları sayesinde yapımı, M.Ö 6000- 4000 yılları arasında çeşitli medeniyetlerin bakteriler yardımıyla peynir ve yoğurt üretmeye başlaması 4000- 2000 yılları arasında yanıkları tedavi etmek için küflenmiş soya fasulyesini antibiyotik olarak kullanım görülmektedir. Daha sonraları Janssen'in ilk mikroskobu icat etmesi, Hooke'un ilk hücreyi tanımlaması, *Escherichia coli* bakterisinin bulunması, Mendelin bezelyeler üzerinde genetik çalışmalar yapması, mikrop teriminin kullanılmaya başlanması, antibiyotik penisilinin Flemming'in tarafından bulunması bu alanın gelişmesine katkıda bulunmuştur. Günümüzde Karl Ereky'nin tarafından biyoteknoloji kelimesinin kullanılması, Danimarkalı bir Mikrobiyolog tarafından Genetik Mühendisliği teriminin tanımlanması, DNA'nın yapısının üç boyutlu olduğunun ortaya çıkarılması, İnsan ile bazı hayvan (goril, şempanze vb.) DNA bileşimlerinin %99 benzer olduğunun keşfedilmesi, İskoç bilim adamlarının Dolly adlı koyunu klonladıklarını bildirmeleri, kök hücre uygulamasının hızlanması, Science ve Nature da insan genom dizisinin yayınlanması biyoteknolojinin geldiği son noktayı göstermektedir.

2.3.Biyoteknolojinin Çalışma Alanları

Biyoteknoloji temel bilimleri, matematik ve uygulamalı bilimleri içerisinde barındıran multidisipliner bir çalışma sahasıdır. Biyoteknoloji moleküler biyoloji, kimya mühendisliği, genetik mühendisliği ve fizik mühendisliği gibi bazı bilim dallarının kendi içlerindeki etkileşmelerinden kaynaklanan ara disiplin birimdir (Çırakoğlu, 1989). Tarım, hayvancılık, gıda, çevre, enerji, endüstri, sağlık sektörleri biyoteknolojiyi yaygın olarak kullanan alanların başında gelmektedir. Bu sektörler modern biyoteknoloji ile beraber klasik biyoteknoloji tarafından geliştirilen alanlardır (TÜSİAD, 2006). 20. yüzyıldan itibaren biyolojik gelişmelerden faydalanan biyoteknoloji; gıda, ziraat, tıp vs. gibi alanlarda büyük gelişim göstermiştir. Biyoteknoloji tıp alanında, tarım, atık, endüstri, çevre, yenilenebilir kaynak ve genetik mühendisliği gibi alt dallara ayrılabilir (Şık Kahraman, 1998).

Doğanın renkleri nasıl birçok insana ilham kaynağı olup etkilemişse benzer olarak doğayı araştıran ve sürekli bir yenilik içinde olan biyoteknolojiyi de son yıllarda kullanım alanlarını renkler üzerinden tarif etmektedir. 2005 yılında gerçekleştirilen 12. Avrupa Biyoteknoloji Kongresi, 4 tane biyoteknoloji renginin olması gerektiğini önermiştir. Günümüze kadar yapılan araştırmalarda 10 değişik biyoteknoloji rengi ile karşılaşılmaktadır.

Fakat çok yaygın kullanılanları yeşil; gıda ve tarım sektörlerini, kırmızı; sağlık sektörünü, beyaz ise enerji, çevre ve endüstri sektörlerini temsil eden 3'lü renk sistemidir (TÜSİAD, 2006). Son yıllarda dikkat çeken bazı biyoteknoloji uygulama alanlarını aşağıdaki gibi özetlenebilir;

Çevre Biyoteknolojisi: Tüm dünyada son zamanlarda karşılaşılan en büyük problemlerden biri çevre kirliliğidir. Doğal yaşamdaki dengeleri bozmasıyla beraber dünyanın geleceğini de tehdit etme seviyesine gelmiştir (Şık Kahraman, 1998). Mikroorganizmalar yardımıyla parçalanabilen, çevreyi kirlüten atıkların doğaya kazandırılması biyoteknolojik çalışmalarla yapılmaktadır (Telefoncu, 1995). Çevre biyoteknolojisi sayesinde yapılan uygulamalar; toprak ve su gibi arıtma işlemleri, kirli hava ve gazları temizleme ve son olarak doğaya zarar veren tüm atıkların geri dönüşüme kazandırılması biyoteknoloji sayesinde yapılmaktadır (advantageaustria.org).

Sağlık Tıp Biyoteknolojisi: Bu teknoloji türünün tedavisi olmayan hastalıklarda farklı tedavi metotları üretmek için ilaçların geliştirilmesinde her geçen gün katkısı artmaktadır. Günümüzde tedavi edilen hastalıkların daha kısa sürede ve hastalığın kesin olarak adının konması kullanılan biyoteknoloji ürünleri sayesinde gerçekleşmektedir. İlaç piyasasının %20'sinde biyoteknoloji sayesinde üretilen ilaçlar yer almaktadır. Aynı zamanda bu ilaçların yaklaşık olarak yarısı daha deneme sürecindedir. Sağlıkta yeni keşifler insan genomunun şifrelerinin çözülmesi ile hızlanmıştır. Bu keşifler sayesinde canlı organizmalarının işleyişi anlaşılmış ve insan yararı adına kullanılabilir hale getirilmiştir (TÜSİAD, 2006).

Endüstriyel Biyoteknoloji: Doğaya zarar veren atıkları önlemeye çalışan, daha kaliteli gıda maddeleri üretilmesini sağlayan, hammadde ve enerji kullanımını azaltan, günümüzde halen kullanılan kimyasal maddelere alternatif sağlayan önemli bir biyoteknoloji türüdür. Biyokimyasal yollarla küf, maya ve bakterilerden yararlanıp yeni maddeler üreterek insanlığa hizmet etmeyi amaçlar. Kullanılan bu teknikler mayalanma teknolojisi ile yapılmaktadır (TÜSİAD, 2006).

Tarım Biyoteknolojisi: Tarımda kullanılan ürünlerin verimini arttırmak ve istenilen özellikleri kazandırabilmek için gıda ürünlerinde genetik değişiklikleri yapan teknolojidir. Hastalıklara karşı dayanıklılık, yabancı otlar için kullanılan ilaçlara karşı dayanıklılık,

meyvenin olgunlaşma süresinde değişiklik ve depolama ömrünün artırılması gibi özellikler bu teknolojinin üzerinde çalıştığı alanlar içerisinde yer almaktadır. Bilim adamları bu özellikleri bitkilere kazandırmak için birçok yöntem geliştirip uygulamaya başlamışlardır (TÜSİAD, 2006).

Nanobiyoteknoloji: Nanoteknolojik tekniklerin biyolojik işlemlerde uygulanması olarak tanımlanır. Nanobiyoteknolojide, mühendislik bilimleri ve moleküler biyoloji vasıtasıyla daha verimli ve faydalı ürünler elde etmek amacıyla yeni sistemler oluşturulabilmesi amaçlanmaktadır. Nanobiyoteknoloji hastalığın belirlenme hızını ve teşhisinin doğruluğunu artırmak, biyonano yapılar geliştirip tasarlamak gibi istenilen hedefleri amaçlamaktadır (Yıldırım vd.2010: 628).

2.4. Biyoteknoloji Eğitiminin Önemi

Biyoteknolojinin insanlara faydası farklı şekillerde ifade edilebilir. Ekolojiye verilen zararda ciddi düşüşler, sağlık sektöründeki yenilikler, kaliteli gıda üretimi, geri dönüşüm maddelerinden biyoyakıt ve yeni malzeme üretimi, alternatif üretim yöntemleri bulma bunlardan sadece birkaçıdır (TÜSİAD, 2006). Biyoteknoloji uygulamaları insanlar üzerinde olumlu ve olumsuz yönde etkilenme olarak ikiye ayrılır. Olumlu yönde etkilenmeye örnek olarak geri dönüşüm ürünleri, sağlık sektöründe kullanılması ve enzim üretimi sayılabilir. Diğer yandan genetiğiyle oynanmış ürünler ve bazı biyolojik silahlar olumsuz etkiler arasında bulunmaktadır. Biyoteknoloji, bilimin sözcüsü konumunda olduğu için sosyal ve politik konularda sözü kabul edilir. Bu nedenle öğrencisinden öğretmenine düzgün vatandaşlar yetiştirmeye çalışmaktadır (Schibeci, 2000). 21. yüzyılda etik, biyoteknoloji ile beraber değerlendirilir hale gelmiştir. Klonlama, genetiği ile oynanmış ürünler, insan genom projesi ve kök hücre çalışması gibi yapılan çalışmalar biyoteknolojinin etik ve yasal boyutunun ne kadar önemli olduğunu ve bu konuların ciddiyetini artırmıştır (Lysaght, Rosenberger ve Kerridge, 2006). Günümüzde öğrenciler yalnız biyoteknolojinin uygulamaları ile ilgili değil hem sosyal hem etik sonuçlarında da bilgiye ihtiyaç duymaktadırlar (Dawson ve Schibeci, 2003). Okullardaki fen bilimleri dersleri, biyoteknoloji sayesindeki yeniliklerle ortaya çıkan ekonomik ve sosyal değişikliklerle vatandaşların gelişimleri üzerinde etkin rol oynamaktadır. Bu nedenle biyoteknoloji, yeni teknolojilerin toplumsal sonuçları hakkında öğrencilere bilgi vermek ve eğitmek için biyoteknoloji öğretilmesi gerekmektedir (Steel ve Aubusson, 2004).

Miller (1994)'e göre, biyoteknoloji eğitimi disiplinlerarası etkileşimi en iyi şekilde kullanan, bilimsel yöntem ve ilkelerdeki yeniliklerden haberi olan bireyler yetiştirebilmektir (Şentürk, 2009). Yabancı ülkelerde yapılan araştırmalar incelendiğinde, bu ülkelerin çoğunluğu okullarında teknolojiyi ve bilimi yaymaya çalışmaktadır (Miller, 1994; Akt. Eroğlu, 2006). Fakat ülkemiz bu konuda daha yolun başındadır. (Eroğlu, 2006). Bilim ile teknoloji alanlarındaki yenilikleri okullarda uygulayamayan toplumlar, oluşacak ihtiyaçlara cevap veremeyerek geride kalıp çağdaşlaşma yolunda geride kalmaya mahkûmdurlar. Bu eğitimin önemini bilen ülkeler ise emeklerinin karşılığında gelişmiş toplumlar seviyesine ulaşmışlardır. Ülkeler bu yarışta geri kalmamak için biyoteknolojik yenilikleri hemen gerekli düzenlemeler yaparak hayata geçirmelidirler (Çelik, 2009). Günümüzde biyoteknoloji konusunun eğitim ile beraber anılması şaşırtıcı bir kavram değildir ve toplumun biyoteknoloji alanındaki yeniliklere bağlı olarak yaşamaya başlaması bu konuların eğitim müfredatlarında yer alması gerekliliğini zorunlu hale getirmektedir (Sáez, Gómez Niño ve Carretero, 2008). Ülkemizin çağdaş medeniyetler seviyesini yakalayabilmesi için biyoteknoloji alanındaki gelişmeleri takipten ziyade bu buluşları yapabilecek eleman yetiştirmesi gerekmektedir ve bu elemanlar ancak eğitim ve öğretimle yetişebilir. Bu hedef doğrultusunda ilkokuldan yükseköğretime kadar eğitimde yenilikler yapılması zorunlu bir durum arz etmektedir (Kolonkaya, 1989).

2.5.Nanoteknoloji Nedir?

“Nano” kelimesi Yunanca ve Latince'den alınmış ve “Cüce” anlamındadır. Nano ifadesi nanometreden ileri gelmektedir. Genel olarak nanometre bir ölçüm skalası olarak değerlendirilir. Nanometre, fiziksel büyüklüğün milyarda biri olarak kısaltılır. Aynı zamanda metrenin milyarda birine eşit olan uzunluk birimidir. Günümüzdeki bütün bilimlerin araştırmalarının bir parçası olarak nanobilimi kullandıkları için nanobilim daha fazla gelişerek disiplinli bir bilim olmuştur. Bu da nanobilimin net ve doğru tanımını güçleştirmektedir. Nanoteknolojinin bulmuş olduğu buluşlar gerçek hayatta nanobilim sayesinde uygulanır. Nanoteknoloji diğer bilimlerle o kadar içli dışlıdır ki bu alanda bilim insanları ortak bir tanımında zorlanmaktadır. Bu yüzden bazı ülkeler nanoteknolojiyi şöyle özetler: bir şeyleri meydana getirmenin yeni yollarıdır (DTI, 2002 ve Sharifzadeh, M. 2006).

2.6. Nanoteknolojinin Tarihi

Bilim dünyası nano-ölçeğin önemin anlaşılmasını, ünlü fizikçi Richard Feynman'ın 1959 yılının sonlarında Amerika'daki Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde yapmış olduğu "Temelde Yeterince Boş Yer Var" isimli konuşmasını temel almaktadırlar. Bu konuşmada ilk kez atom ve molekül büyüklüğünde üretim yapılmasının gelecekte yeni buluşların önünü açabileceğini belirtmiştir ve örnek olarak Brittanica Ansiklopedisi'nin bir kalem ucuna yerleştirebileceği iddia edilmiştir. Bütün bu iddialar Feynman nano-ölçekte üretimin gelişmesine dayandırmaktadır (Erkoç, 2008; Feynman, 1959; Sharifzadeh, 2006). Japon bilim adamı Norio Taniguchi'nin 1974 yılında yayınlanan makalesindeki nanoteknoloji tanımı şöyledir: Temel manada Nanoteknoloji, maddelerin bir atom ya da bir molekül tarafından ayrılması, birleştirilmesi ve bozulması yöntemi anlamına gelmektedir (Web sitesi 1, 2010). 20. yüzyılın sonlarında, K. Eric Drexler tarafından yayınlanan "Moleküler İmalata Yönelik Protein Tasarımı" makalesi moleküler imalat ile ilgili temel düşüncelere öncülük etmiştir. Bu makaleden sonra K.Eric Drexler nanobiyoteknoloji ile ilgili yararlı çalışmalar yapıp yeni buluşlar için insanlığın önünü aydınlatmıştır (TÜSİAD, 2008). Bilim adamları 1981 yılında keşif edilen "Taramalı Tünelleme Mikroskobu, TEM" ile nano-ölçekteki yapıların görüntülerini inceleme fırsatı bulmuşlardır. Daha sonraki yıllarda "Fullerenlerin" ve "Atomik Kuvvet Mikroskobunun, AFM" daki yeni buluşlar, nanoteknolojinin dönüm noktası olmuştur (Sharifzadeh, M. 2006). Nanoteknoloji de devrim etkisi yapan diğer bir yenilik ise 1991 yılında karbon nanotüplerin keşfidir (Web sitesi 2, 2010).

2.7. Nanoteknolojinin Amaçları

Nanoteknolojinin temel görevi nano-ölçek boyutlarındaki maddelerin değişen özelliklerini araştırmaktır. Nano-ölçek sayesinde üretilen maddelerin, özelliklerini ve işlevlerini araştırıp insanlık için katkılarının belirlenip günlük yaşantımızda daha verimli kullanılmasını sağlamak nanobilimle beraber nanoteknolojinin amaçları arasında yer alır (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 insanlığın önünü açmaktadır. Nanoteknoloji atomlara ve moleküllere ayrı ayrı veya beraber etki ederek birbirlerinden tamamen bağımsız maddeler oluşturmayı hedeflemektedir (Luther, W. 2004).

2.8. Nanoteknolojinin Önemi

Nanoteknolojinin önemi, malzemelerin nano ebatlarındaki ölçeklerde madde ile enerjinin farklı özellikler göstermesinden kaynaklanır. Parçacıklar nano-parçacık olarak değerlendirildiğinde fiziksel ve kimyasal özelliklerin etkileşimi farklı olur. Nano-ölçekteki madde moleküler haldeki özelliklerinden çok farklı özelliklere sahiptir. Boyut olarak 100 nanometreden küçük olan maddelerin hacimleri kütlelerine göre çok daha fazla yüzey kaplamaktadır. Nano-ebatta bulunan maddelerin özelliğini makroskopik ölçeklerle incelemek ve özelliklerini bulmak çok zordur. Nano-ölçeklere indirgenen malzemelerdeki farklılık sadece boyutunda değil aynı zamanda o ebatlarda gösterdikleri fiziksel özelliklerinde de bulunmaktadır. Ebatlar küçüldükçe kuantum özellikler daha net hale gelir. Bunun sonucunda atomların geometrik düzenleri maddelerin fiziksel yapısını değiştirebilir. Örneğin altın elementi makroskopik büyüklükte sarı renkli görünürken nano ebatlarda kırmızı renkte görünür. Yani maddenin sadece elektronik özellikleri değil optik özellikleri de boyutu ile değişir. Sonuç olarak, malzemelerin nano-ölçekteki özelliklerini kontrol etmemiz o madde hakkında olumlu ya da olumsuz birçok özelliğini kontrol etmemizi sağlamaktadır (Erkoç, 2008).

2.9. Türkiye ve Bazı Ülkelerin Nanoteknoloji Durumları ve Yatırımları

2.9.1. Türkiye

21. yüzyılın başlamasıyla ülkemizde nanoteknoloji ile ilgili çeşitli faaliyetler yapılmaya başlamıştır. Bununla beraber ülkemizin kuruluşunun yüzüncü yılı hedef gösterilerek tanıtılan “Vizyon 2023 Strateji Belgesi” nde nanoteknoloji temel teşkil etmektedir. Çünkü hedeflenen başarıya ulaşılması için teknoloji önemli bir yere sahiptir. Açıklanan bu proje geliştirmekte olan ülkemizi bilim ve teknolojik bir yol ayrımına getirmektedir. Bu projeye ülkemiz çağdaş medeniyetler seviyesine yükselip, gelecek nesillere stratejik bir yol haritası bırakmaktadır. Bu projede sağlık, gıda, savunma, ulaştırma ve en önemlisi olan eğitim gibi farklı alanlara yer verilmesi ile beraber projeyi destekleyecek hedefler belirlenmiştir. Belirlenen bu hedeflere ulaşabilmek için bilim ve teknoloji ana etkidir. Bu nedenle projede önceliği olan konu teknolojidir. İçerisinde biyoteknoloji, çevre teknolojisi, nanoteknoloji, nanobiyoteknoloji, gen teknoloji, iletişim teknoloji vb gibi konuları

barındırmaktadır (TÜBİTAK, 2004). Vizyon 2023 Strateji Belgesi projesine destek olarak Bilkent Üniversitesi, devletinde desteğini alarak Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi'ni (UNAM) kurmuştur. Kurulan bu merkezin amacı, endüstri alanında diğer ülkelerle rekabet etmeyi sağlamak için özel sektör, kamu ve farklı üniversitelerle beraber ortak hareket edip nanoteknoloji alanındaki yeni keşifleri geliştirip uygulamayı hedeflemektedir. Bu projede ve UNAM' da yapılan araştırmalarda yüzey kaplama, nanobiyoteknoloji, enerji ekonomisi ve katalizör tasarımı gibi güncel ve önü açık araştırılması önümüzü aydınlatacak konular yer almaktadır. Bu iki temel çalışmayla ortaklaşa yürütülecek olan, bazı üniversitelerde yüksek lisans ve doktora bölümleri açılarak eksikliği hissedilen uzmanların da buralarda yetişmesi hedeflenmektedir. Bu proje 2007 yılında bakanlar kurulu kararıyla enstitüye dönüştürülerek kurumsal kimliğe bürünmüştür. Aynı zamanda bu projeye 2007 sonu itibariyle çeşitli alanlarda 28 milyon YTL değerinde katkı sağlanmıştır (TÜSİAD, 2008). Bu gelişmelerin haricinde ülkemizde çoğu üniversitede nanoteknoloji ile ilgili faaliyetler yapılmaktadır. Bu üniversiteler, bünyelerine nanoteknoloji ile ilgili yeni laboratuvarlar kazandırmış, araştırma merkezleri açmış ve yüksek lisans veya doktora bölümleri açıp ülkemize katkı vermeye çalışmaktadırlar (TÜSİAD, 2008).

2.9.2. Amerika Birleşik Devletleri

ABD ekonomistlerinin uyarıları üzerine o zamanki ABD başkanı Başkan Bill Clinton, nanoteknolojiyi ülkenin en önemli ve kritik alanı olarak duyurmuştur. Daha sonra nanoteknoloji ABD'nin en çok desteklediği alan olmuştur. Bütün bu sonuçlardan sonra ülkede birçok üniversitede farklı araştırma merkezleri kurulmuştur. 21. yüzyılda Amerika'da devlet ajanslarının nanoteknolojiye ayırdıkları bütçe yıllık 3 milyar dolardan fazladır (TÜBİTAK, 2004). 2002 yılında Amerika'da "Ulusal Nanoteknoloji Girişimi" (NNI) kurulmuştur. Amerika da nanoteknolojiye on kadar bakanlık mali olarak desteklemektedir ve ayrı bütçeleri mevcuttur. Son olarak ABD de nanoteknoloji ile ilgili, yüzden fazla araştırma merkezi kurulmuştur (TÜSİAD, 2008). Amerika'nın nanoteknoloji kurumu olan NNI 25 Mart 2010 raporunda;

- Son 10 yılda nanoteknolojiye 12 milyar yatırmış olan ABD bu alanda dünyada birincidir. Ancak zaman zaman bazı ülkeler birkaç yılda ABD' yi bütçe olarak geçmişlerdir.
- Amerika'da nanoteknolojiye ayrılan bütçe %18 artarken, diğer dünya devletlerinde %27 artırılmıştır.

- ABD nanoteknoloji ile ilgili yayınlanan makaleler sıralamasında liderliği kaybedip üçüncü sıraya gerilemiştir ve dünya çapında yayınlanan ABD makale sayında bir düşüş vardır.
- ABD 10.000’i geçen nanoteknoloji patentiyle dünyada liderdir, ancak bazı ülkeler bu sayıya yaklaşmaktadır (Web sitesi 3, 2015).
- Rapordan da anlaşıldığı gibi, ABD’nin nanoteknolojideki liderliği diğer ülkelerin konunun önemini kavramalarından dolayı tehlikeye girmiştir.

2.9.3. İngiltere

İngiltere’de nanoteknoloji ile ilgili ilk çalışma Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (DTI) ‘nın 1986 yılında, Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (NION) adlı kuruluşu kurmasıyla başlamıştır. Yapılan bu çalışma Avrupa’da nanoteknoloji ile ilgili ilk çalışmalardan biridir. Bu çalışmanın amacı, insanlar tarafından nanoteknolojinin önemini erken kavramalarını sağlamaktır. Ayrıca hükümete nanoteknoloji ile ilgili bilgilendirme ve tavsiyelerde bulunması için Nanoteknoloji Strateji Komitesi (NSC) kurulmuştur. Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (NION) ülkede farklı amaçlarda teknoloji merkezleri kurup nanoteknoloji alanında çeşitli projeler geliştirip, halkın bilinçlenmesini hızlandırmıştır. İngiltere’nin dünya çapında nanoteknoloji konusunda söz sahibi olabilmesi için bu alanlarda yapması gereken uygulamalar için çeşitli zaman dilimlerinde gelişim ve plan raporları hazırlanmaktadır.

2.9.4. Japonya

Japonya nanoteknoloji ile ilgili çalışmalar yapmak amacıyla birçok araştırma merkezi kurmuştur. “Atom Teknolojisi Ortak Araştırma Merkezi (JRCAT)” ve “Fizik ve Kimya Araştırma Enstitüsü (RIKEN)” diğerlerine oranla ön plana çıkan merkezlerdir. Bunların yanında Japonya’da nanoteknoloji merkezi olarak kabul edilen, “Ulusal İleri Endüstri Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü” (AIST) tarafından “Nanoteknoloji Araştırma Enstitüsü” (NRI) kurulmuştur. 21. yüzyılda Japonya nanoteknoloji ile ilgili Biyoteknoloji, Enformasyon, Enerji ve Malzeme teknolojisi olmak üzere dört temel alan belirlemiştir. Bu alanlar ekonomiyi yeniden canlandırmak ve rekabeti artırmak amacıyla belirlenmiştir. Bu gelişmelerden sonra devletin nanoteknoloji alanına ayırmış olduğu bütçeyi artırmıştır (TÜSİAD,2008). Japonya

nanoteknolojiye ayrılan bütçelere bakıldığında Asya ülkeleri arasında birinci iken Dünya’da ABD’den sonra ikinci ülkedir. Ancak 2003 yılındaki bütçe ile Japonya, ABD’nin çok gerisine düşmüştür. Bundan dolayı bütçe artışı her yıl olmak üzere %15 ile %20 oranında artmaktadır. Bütün bu gelişmeler Japonya’nın nanoteknolojide istenilen seviyeye gelmesini sağlayacaktır (Luther, W. 2004; Web sitesi 4, 2015).

2.9.5. Fransa

Fransa’da nanoteknolojinin diğer bilimlere göre önceliği vardır. Fransa Araştırma Bakanlığı nanoteknolojiye, “Mikro ve Nanoteknolojiler Ulusal Araştırma Ağı” tarafından önemli bir bütçe ayırmıştır. Bu ağ kamu kuruluşlarının ülkenin gelişimine etki edecek buluşların araştırılması ve devletle araştırma merkezleri arasında köprü vazifesi görmek amacıyla 1999 yılında kurulmuştur. Nanoteknolojiye ayrılan bütçe her yıl hükümet tarafından farkı sistemlerle artırılmakta ve yeni yapılan her proje farklı bakanlıklar tarafından desteklenmektedir. Yapılmakta olan her proje kamu ve özel şirketlerin işbirliği ile kabul edilmektedir (TÜSİAD, 2008).

2.9.6. Almanya:

1990’li yıllarda nanoteknoloji üzerine yapılan bir takım projeler vasıtasıyla Almanya bu teknolojiyi tanımaya başlamıştır. Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı (BMBF) nanoteknoloji ile ilgili ilk çalışmalarını 1998 yılında açmış olduğu 6 adet araştırma merkezi ile başlatmıştır. Ayrıca nanobiyoteknoloji ve nano-yapılı ürünler diğerlerinden ön planda tutulmuştur. Aynı zamanda Alman hükümeti nanoteknolojinin bilim, endüstri, eğitim, sağlık ve doğa gibi birçok alanı kapsadığından dolayı bu alanı ilk araştırılması gereken bir konu haline getirmişlerdir (BMBF May 2002 ve Luther, W. 2004).

2.9.7. Asya Ülkeleri

Japonya, nanoteknoloji alanında Asya ülkeleri içerisinde en çok yatırım yapan ülkedir. Japonya’dan sonra Çin ve Kore ön plana çıkmaktadır. Çin’de nanoteknoloji ile çalışmalar;

yarıiletken madde üretme ve nanoteknolojinin elektronik cihazlara uygulanması alanlarına yoğunlaşmaktadır. Ayrıca ülkede araştırma merkezlerinin yanında özel kuruluşlarda desteklenerek nanoteknoloji daha ileriye götürülmeye çalışılmaktadır. Aynı Çin gibi Kore de, nanoteknolojinin elektronik cihazlara uygulanmasına önem vermektedir. Kore’de nanoteknoloji alanıyla ilgili araştırma merkezlerinin yanı sıra üniversiteler ve Kore’nin en büyük firması olan Samsung da bu alan üzerinde çalışmalarına devam etmektedir. Diğer Asya ülkelerinde nanobiyoteknolojiyi araştırılması ve geliştirilmesi gereken ilk konu olarak belirtmişler ve gerekli çalışmalara başlamışlardır (Web sitesi 5, 2015).

2.10. Nanoteknolojinin Sağlayacağı Muhtemel Yenilikler

Nanoteknoloji önümüzdeki 20 yıl boyunca hayatımızda yapacağı değişiklikler ve bilim dünyasının hayal ettikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Tüketim amacıyla yok olma aşamasına gelen ormanların korunması
- Günümüzün tedavi edilemeyen çeşitli rahatsızlıkların tedavi edilebilecek olması
- Çeşitli iç organlarımızın bozulan veya işlevini yitiren dokuların nano-robot arayıcılığıyla yeniden işlevlerinin kazandırılması
- İnsanlığın tarih boyunca hayalini kurduğu uzun yaşam ve sağlıklı yaşlanma hayallerine kavuşması
- Yaşam için üretilmesi gereken hormonları üretemeyen organların nano-robot arayıcılığıyla yeniden bu hormonları üretmeye başlaması
- Yapılan uzay yolculukların maliyeti azalıp çoğu ailenin gidebileceği sıradan bir gezi olup, insanlar için mülkiyet hakkı olması
- Günümüzde sanayinin vazgeçilmezi olan insanın yerini üretim ve tasarım gibi özellikleri olan nano-robotlar alması
- Eğitimin temel felsefesi olan bilgi edinme yerini yaratıcı kabiliyet edinmeye bırakması
- Aynı zamanda eğitimin ömür boyu sürdürülebilecek bir vaziyet alması
- Son zamanlarda hayatımızın bir parçası haline gelen iletişim teknolojilerinde mükemmel hız ve sınırsız bir depolama yapılması (Web sitesi 6, 2015)

2.11. Nanobiyoteknoloji

Hücre biyolojisinin anlaşılması güç mekanizması bilim insanlarını sürekli olarak nano ölçeklerde makineler ve robotlar yapmaya zorlamıştır. Nanoteknolojinin atomlarla oynayarak istenilen ölçeklerde makineler yapması, bir yandan da birçok bilim insanının hücre mekanizmasını tam olarak çözüp sağlık problemlerinin ortadan kaldırmak istemesi farklı disiplinleri bir araya getirerek yeni bir çalışma alanını doğurmuştur ki buna 'Nanobiyoteknoloji' adı verilmektedir (Jones, 2006). Nanobiyoteknoloji terimi içerisinde iki kavram bulundurmaktadır. Bu terimlerden ilki olan nano; metrenin milyarda birine denilen büyüklüktür. İkincisi olan biyoteknoloji ise; teknolojiyi temel alan biyolojik, biyokimya gibi bilimleri araştıran, geliştiren ve bunlardan ürün elde eden alandır. Bu iki kavramın birleşmesi sonucu ortaya çıkan nanobiyoteknoloji, bir taraftan evrim geçirmiş milyarlarca yıllık canlı hücrelerin nano yapılarını ve nano makinalarını, yani DNA, RNA, ve protein gibi yapıların hareketi ve etkileşimlerini araştırmakla beraber diğer taraftan bu hücrelerin daha dayanıklı, daha çabuk hareket eden ve istenilen hedefe varabilecek yapılar yapmayı planlamaktadır. Son olarak nanobiyoteknoloji diğer ilgi alanı olan moleküler biyoloji araştırmalarında, bilgi toplayıp bu bilgileri araştırıp, yeni sistem ve düzeneklerde değerlendirerek ürüne dönüştürür (Bilim ve Teknik Dergisi, 2011)

2.12. Nanobiyoteknolojinin Önemi

Nanobiyoteknoloji sayesinde bilim insanları bugüne tedavisi mümkün olmayan hastalıklar üzerinde oldukça fazla ilerleme kaydetmişlerdir. Örneğin, DNA molekülü 2 nm çapında, antikor proteinleri ise 15-50 nm boyutundadır. Bu örneğe bakılarak nanobiyoteknolojinin insanlık için gelecekte yapacağı yeniliklerin önemini anlaşılabilir. Nanobiyoteknoloji, fen bilimleri, sağlık ve birçok mühendisliklerin gelecekte doğru tekniklerle ilerlemesi için çok kritik bir rol oynamaktadır (Gürsel, 2006). Zamanla DNA'da olabilecek değişiklikler fark edilmezse yanlış ürün üretimiyle biyolojik yapının bozulması farklı ve önemli rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Genetiğin değişmesiyle ortaya çıkabilecek rahatsızlıkların takibi, erken teşhisi ve rahatsızlıklara erken müdahale ile tedavi edilmesi önemlidir. Bütün bu analizler ne kadar hızlı ve doğru bir şekilde yapılırsa, bilinmeyenlerin çözümü kolaylaşır ve rahatsızlıklardan korunma yöntemleri geliştirilip doğru

tedavi sağlanabilir (Nanoteknoloji Strateji Grubu, 2004). Bu sayede analizlerin hızlı ve doğru bir şekilde yapılması nanobiyoteknolojinin ilerlemesiyle oluşturulan biyomalzemeler (biyoçipler, nanorobotlar, biyosensörler vs.) tarafından gerçekleştirilebilecek ve şu an çaresi bulunmayan sağlık problemleri yok edilebilecektir.

2.13. Nanobiyoteknolojiden İnsanlığa Katması Beklenen Faydalar

Günümüzde bilim adamları nanobiyoteknolojiden çok önemli yararlar sağlamayı planlamaktadır. Örneğin Nanobiyoteknolojinin gelişmesiyle hücrelerin çalışma mekanizmaları daha iyi öğrenilebilecek, hücrede çalışmayan kısımlar nanoyapılarla değiştirilebilecek ve hücre tamiri gerçekleştirilebilecektir. Aslında günümüzde bunun için birçok çalışma yapılmaktadır. Zhou X. ve ark. hücre zarının davranışlarını gözlemleyebilmek için nanoyapıları kullanmışlardır. Yapılan çalışmalarda Zhou ve ark. hücre iskeleti görevi gören nanotüpler oluşturmayı başarmışlardır (Hone and Kam, 2007). Hücre iskeleti hücreyi desteklik vermesinin yanı sıra hücrede madde alışverişlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Sağlam, Aştı, Özer, 2001). Hücre iskeleti hücre zarında bulunan membran proteinlerinin hareketlerini kısıtlayarak onların difüzyona uğramalarını engellemektedir. Zhou ve ark. bir hücre zarının alt tarafına hücre iskeleti görevi gören bir nanotüp yerleştirmiş ve aynı zamanda nanotüp üzerine yerleştirilen bir monitör ile hücre zarı üzerinde meydana gelen sinyalleşmeyi incelemişlerdir (Hone and Kam, 2007). Nanobiyoteknolojinin sağladığı diğer yararlar ise görme ve işitme engellilere yeniden görme ve işitme duyularının kazandırılması, bedensel engellilere yeniden yürüme şansının verilebilecek olması, AIDS, kanser, diyabet gibi hastalıkların tedavi edilebilecek olmasıdır. Bu hastalıkların tedavisi içinde yine birçok çalışma yapılmış ve halen yapılmaya devam edilmektedir (Doğan, 2002). Örneğin Hongjie D. ve ark farelerde kanserli dokulara bir nanoteknoloji ürünü olan karbon nanotüpleri vasıtasıyla istenilen ilaçlar ulaştırmışlar ve kanser tedavisi için umut vaat eden sonuçlar elde etmişlerdir (Liu and Wang, 2007).

2.14 Nanobiyoteknolojinin Gelişmesiyle Ortaya Çıkan Yeni Alanlar

Biyoteknoloji'nin nanoteknoloji ile birleşmesiyle ortaya çıkan nanobiyoteknolojinin, çok sayıda bilim (malzeme bilimi, kimya, mühendislik, optik, elektronik, tıp, eczacılık vb.) ile birlikte çalışması sonucunda bazı yeni bilimler ortaya çıkmıştır. Bunlardan bazıları şunlardır;

2.14.1. Biyomalzeme Bilimi

Bu bilim biyolojik sistemler ile malzeme biliminin birleşmesiyle ortaya çıkacak olan yeni ürünlerin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Burada üretilen malzemenin insan vücudunda işlevini yerine getiremeyen dokulara yardımcı olabilmesi hedeflenmektedir. Biyomalzemelerin en büyük pazarı sağlık sektörüdür ve hala gelişmeye açıktır (Gümüşderelioğlu, 2002). Günümüzde nanoteknoloji yöntemiyle üretilen biyomalzemelerden bazıları şunlardır;

2.14.2. Biosensörler

Biyo-sensörler, biyo algılayıcı cihazlar olarak tanımlanmaktadır. Biyo-sensör sistemleri Biyoajan, Çevirici ve Detektör olmak üzere üç kısma ayrılmıştır (Mutlu, 2002). Biosensörler vasıtasıyla E. coli'den, çok tehlikeli bir bakteri türü olan salmonella'ya, ayak ve ağız hastalıklarından, şarbona kadar her şey çok daha önceden tespit edilmesi mümkündür (Uldrich, 2005). Biyo-sensörler sağlık sektörü, askeri alanlar ve endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Mutlu, 2002).

2.14.3. Biyoçipler

Biyo-çipler aynı anda birçok testi çok hızlı bir şekilde yapabilen cihazlardır. Bilgisayarların milyonlarca işlemi aynı anda yapmasına benzemektedir. Bununla beraber bir biyo-çip saniyeler içerisinde binlerce biyolojik tepkimeyi gerçekleştirebilmektedir. Biyo-çipler genel olarak genetik, teknoloji ve biyokimyasal çalışmalarda kullanılmaktadır. Son

zamanlarda yapılan en önemli biyo-çip çalışmaları Kohlea ve Göz implantına ilaveten S4MS biyoçipidir.

Kohlea implantı: Ses dalgası hücresi bulunmayan ya da bu dalgaları algılayan hücrelerin işlevini kaybetmiş hastalarda kohlea implantını kullanmaktadır. Ses dalgaları işitme duyusunda problem olmayan insanların kohlea duvarlarında titreşim meydana getirirler ve bu titreşimleri oradaki hücreler algılar. Gelen bu sesler eğer yüksek frekanslı ise kohleanın tabanı, eğer düşük frekanslı ise spiral yapının üst noktasını uyarmaktadırlar. İmplantın en önemli vazifesi gelen ses dalgasını algılayan hücreleri taklit etmesidir. Yapılan araştırmalar duyma engelli hastalara takılan implant sayesinde hastaların insanların dudaklarını okumalarına gerek kalmadığını göstermiştir (Doğan, 2002).

Göz implantı: Araştırmacıların ilgisini çeken bir diğer bölgeyse gözdür. Kalıtsal bir rahatsızlık olan ‘retinitis pigmentsota’ ve insan yaşının ilerlemesiyle dejenerasyon sonucu fotoreseptör hücrelerin kaybı, günümüzde yaşanan körlüklerin en temel sebebidir. John Wyatt J ve ark 1 milimetre çapında ve yirmi elektrodruk bir biyo-çip üretmeyi başarmışlardır. Ayrıca bunu tavşanın gözlerinin arkasına yerleştirip denemişlerdir. Daha sonra ise gözlük biçiminde tasarlanan bir kamera vasıtasıyla cihaz daha kullanışlı hale getirilmiş ve bu kamera sayesinde tespit edilen görüntüler kodlanarak lazer sinyali şeklinde biyo-çipe aktarılmıştır. Yapılan deneylerde beyne görsel bilgilerin aktarıldığı kesinleşmiş olup bu görüntünün nasıl olduğu anlaşılmamıştır. Eugene D. J. bu sorunun çözümü için denek olarak insanı kullanıp öğrenmeye çalışmaktadır. De Juan elektrodruk direk gözün içerisine yerleştirmiş ve şaşırtıcı sonuçlar almıştır. Tamamen kör olan hastalar çeşitli ışıkları görebilmiş ve basit şekilleri tanımlayabilmişlerdir (Doğan, 2002).

S4MS biyoçipi: S4MS şirketinin yaptığı bu biyo-çip, şeker hastalarının kandaki glukoz seviyesini deri altından ölçmektedir. Günümüzde kullanılmakta olan test sistemleri pratik olsalar da kan alınma ihtiyacı duyulduğundan olumsuz durumlar meydana gelebilmektedir. S4MS biyo-çipi glukoz seviyesini deri altından ölçüp, sonuçlarını ise radyo frekansı sayesinde dışarıya iletebilmektedir. Biyo-çip, LED (Light Emitting Device) ile floresan bir kimyasalın birleşmesiyle oluşmaktadır. LED’in yaymış olduğu ışık, floresan maddeden daha uzun bir dalga boyuna dönüştürülerek yansıtılmaktadır. Glukoz saçılmakta olan bu uzun dalga boylu ışınların seviyelerini düşürmektedir. Bu sistem ile oksijen miktarının da hesaplanması hedeflenmektedir (Doğan, 2002).

2.14.4. Hücre Kapsülleri

İşlevini kaybetmiş olan hücre yapılarının yenilenecek sağlıklı hücrelere dönüştürülmesini hedefleyen yöntem hücre tedavisi denir. Bu yöntemde hastanın sağlıklı bölgesinden alınan hücreler (otolog hücre) vücut dışında hazırlanıp hücre kültürleriyle çoğaltılarak hastaya nakledilir. Ancak üretim maksadıyla çok az sayıda hücrelerin alınması bile doku kaybına neden olabilmektedir. Bu yöntem yaşlı bireylerde tercih edilmemektedir. Bu hücrelerin başka insandan veya hayvandan alınması durumunda ise bağışıklık sistemi reddi büyük risk oluşturmaktadır. Ayrıca hayvanlarda görülen virüslerin bulaşma ihtimali ise çok yüksektir. Bu sorunun çözümü amacıyla başvurulan yöntemlerin başında ‘Kapsülasyon’ gelmektedir. Kapsülasyon, yarı geçirgen zar içinde canlı hücre veya dokuların kapsüle edilmesidir (hapsedilmesidir). Bu düşünce 1978 yılında ilk defa Lim tarafından öne sürülmüştür. Lim ve arkadaşları 1980 yılında pankreastan insülin salgılayan Langerhans β -adacık hücrelerini doğal bir polimer olan aljinat içerisine kapsüle etmişlerdir. Bu yapılar denek olarak kullanılan hayvana verildiğinde, diyabetik durumda (şeker hastalığının) düzelmeler meydana getirdiği görülmüştür. Hücre kapsülleri akışlı cihazlar, mikrokapsüller ve makrokapsüller olmak üzere üçe ayrılır (Ayhan, 2002).

2.14.5. Nanotıp

Nanoteknoloji bilim dünyasında konuşulmaya başlandığında, fen bilimleri ve tıp alanlarında insanlığı nerelere götürebileceği hakkında çok fazla görüş öne sürülmüştür. Bütün bu fikirler günümüzde ‘Nanotıp’ teknolojisinin temelini oluşturmuştur. Robert Freitas nanotıpı, insan vücudundaki biyolojik sistemlerin moleküler düzeyde nanoyapılar ve nanocihazlar yardımıyla incelenmesi ile rahatsızlıkların kontrol altına alınarak tedavi edilmesi süreci olarak tanımlamıştır. Hücrelerden meydana gelen insan vücudundaki hastalıklar ve fiziksel bozukluklar moleküler düzeyde gerçekleşmektedir. Ancak günümüzde kullanılan tıp tekniklerin moleküler düzeye ulaşması şu an için mümkün olmamıştır. Sağlık sektöründeki soruların tamamen çözülebilmesi için en parlak alternatif nanotıp olarak değerlendirilmektedir. Nanotıp, sağlık sektöründe kullanılan ve kullanılması hayal edilen birçok uygulamayı kapsamaktadır (Gümüşderelioğlu, 2002).

2.14.6. Nanorobotlar

Nanorobotların büyüklükleri 0.5 ile 3 mikron arasında değişmektedir. Nanorobotlar çok küçük ebatlarda olan ve insan vücudunu çeşitli hastalıklara karşı savunması için tasarlanan cihazlardır. İçyapı ve dış yapı olarak nanorobotlar iki bölüm olarak dizayn edilmiştir. Dışyapı, vücudumuzda bulunmakta olan farklı kimyasal sıvıların bile etki edemeyeceği kadar dayanıklıyken, içyapı tamamen kapalı ve ihtiyaçlar dışında herhangi bir sıvı akışına izin vermeyen bir vakum ortamından oluşmaktadır. Nanorobotlar çeşitli sinyalleri vasıtasıyla mesaj ileterek uzman doktorlarla haberleşebilirler ve verilen komutları yerine getirebilirler. Nanorobotlar görevlerini tamamladıktan sonra vücudumuzda yan etki bırakmadan ya da bozulmadan dışarı atılabilirler. Teorik olarak nanorobotlar 20. yüzyılda yaşanan hastalıklarının hepsini ortadan kaldıracaktır. Glasgow ve Wales Üniversitelerinin ortaklaşa yaptıkları çalışmalarda, vücudumuza zarar verebilecek olan tüm yapıların çok hızlı bir şekilde belirlenmesini yapabilecek olan bir nanoelektrod geliştirilmiş ve böylece kanda HIV saptanabilmiştir. Diğer çalışmada ise cryptosporidium bakterisini belirleyen bir nanoelektrod geliştirilmiştir. Nanorobotların etkili bir şekilde kullanılabilmesi için diğer bir alan kozmetik ürünlerdir. İçerisinde nanorobot bulunduran kozmetik kremler, ciltteki zararlı olan bütün yapıları temizler ve yararlı olabilecek maddeleri takviye edebilirler. Aynı zamanda nanorobotlar ağız ve diş temizliğinde kullandığımız yapılara eklenip, buradaki zararlı yapıların önüne geçip bunların tekrar oluşmasını önlemeye çalışabilir. Bu cihazların kullanım ömürleri kısa olmakla beraber hiçbir yan etkisi bulunmadan vücuttan dışarı atılabilir. Vücudumuzda kolay hareket edebilen nanoekranlar sayesinde insanlar rahatsızlıklarını kendileri teşhis edebilir. Günümüzde nanorobotlarla ilgili araştırmalar yeni yeni başlanmasına rağmen bu teknolojinin vaat ettiği gelişmeler ise sonsuzdur (Gümüşderelioğlu, 2002).

2.14.7. Nanokürelerle İlaç Salınımı

Nanoteknolojinin tıp alanındaki uygulamalarından bir tanesi de ilaç salım (drug delivery) yöntemidir. Bu yöntemle vücudun istenilen bölgesine istenilen ilaç, küre şeklindeki nanotaşıyıcılar ya da bir başka deyişle nanokürelerle (nanocarriers) ile salınabilmektedir. Kılcal kan damarlarında daha kolayca hareket edebilen bu taşıyıcıların büyüklüğü 50 ila 200 nm (nanometre) arasında değişebilmektedir. İyi bir nanotaşıyıcı, kan dolaşımı içerisinde uzun

zaman kalabilen ve içerdği ilacı istenilen bölgeye en az yan etki ile gönderebilen taşıyıcıdır (Nishiyama, 2007). İlaç salınım sistemlerindeki sorunlardan en önemlisi, gönderilen ilacın vücudumuzdaki istenilen yere ulaşamamasıdır. Ancak Nottingham Üniversitesi'nden Bob Davis, ilaçları nanoküreler içerisine yerleştirerek vücudumuzda gönderilemeyen yerlere bu ilaçları ulaştırmayı başarmıştır. Davis tarafından geliştirilen bu yöntemle, ilaç yüklü nanoküreler biyouyumlu bir polimer tarafından sarılarak bağışıklık sisteminden korunmaktadır (Gümüşderelioğlu, 2002).

2.14.8. Doku Yenilenmesi

Doku kaybı ve yapısal bozuklukları tedavi etmekte kullanılan 'Doku Yenilenmesi' yöntemi, 21. yüzyılda yapılan araştırmaların temelini oluşturmakta ve gelecek için büyük umutlar vaat etmektedir. Dolayısıyla bu konu ile ilgili dünyanın farklı laboratuvarlarında birçok araştırma yapılmış ve bazı olumlu sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlardan bir tanesini Glasgow Üniversitesinde bir araştırma grubu ortaya çıkarmıştır. Bu grup yaralı bölgelerin tedavisinde kullanılmak üzere 'akıllı bandaj'ın klinik araştırmalarını yapmıştır. Bu grubun içerisinde teknoloji uzmanı, hücre biyoloğu ve cerrah olan üç kişilik ekip, hücre üremesini etkileyecek maddelerin nasıl elde edileceğini araştırmışlardır. Biyolojik ortamda rahatlıkla çözünen bir polimerden hazırlanan bandaj, üzerinde çok küçük oluklar içermektedir. Bu bandaj yaralı bölgelerin iyileşmesinde çok fayda sağlamıştır. Hasarlı doku tekrar yenilenirken, yaralı bölgeyi çevreleyen ve rahatça hareketini sağlayan kılıf, bu bölgeye yapışır ve böylece yaralı bölgenin hareketi engellenir. Ancak oluklu bandaj hasarlı dokuya sarıldığında bu yapışma engellenir ve yaralı bölge iyileşir (Gümüşderelioğlu, 2002).

2.14.9.Yeni Organ Gelişimi

Bu konuda şu ana kadar yapılan çalışmalarda şimdiye kadar sadece kulakla ilgili başarı elde edilmiştir. Oysa şimdiki nanoteknolojinin gelişmesiyle oluşturulan doku iskeleleriyle istenilen organı üretmek mümkün olabilecektir. Bir doku iskelesinde üremekte olan doku, gelişigüzel olarak büyümekte, oysa insan vücudundaki hücreler, organın amacı ne ise ona göre büyüyüp gelişmektedir (Gümüşderelioğlu, 2002).

2.14.10. Doku Mühendisliği

Doku mühendisliği kavramı 1987’de ilk defa Kaliforniya Üniversitesi’nden (San Diego) Dr. Y.C. Fung tarafından NFS’nin (National Science Foundation) toplantısında dile getirilmiştir. Temel bilimciler, malzeme bilimciler, mühendisler, hücre biyologları ve klinisyenlerin ortak çabalarıyla günümüzde doku mühendisliği tamamen disiplinlerarası bir alan haline gelmiştir. Doku mühendisliğinin ilk ticari amaçlı ürünü olarak deri dokusu, başta ABD ve İngiltere’nin de yer aldığı pek çok ülkenin vitrinlerinde yerini almıştır. Kıkırdak, geçici karaciğer, destek sistemleri ve pankreas konusunda klinik çalışmalar halen devam etmektedir. Araştırmacılar kemik, karaciğer, kornea, sinir, kalp kapakçıkları, boşaltım sistemleri, damarlar ve diğer birçok yumuşak doku üzerine yoğun bir biçimde çalışmalarını sürdürmektedirler. Günümüzde doku mühendisliği yaklaşımı ile doku onarımı ya da üretimi amaçlanmaktadır. Bu amaca ulaşmak için insan vücudunun son derece karmaşık olan yapılarındaki sistemlerini taklit etmek gerekir ki bu da günümüzdeki teknoloji ile mümkün değildir. Doku mühendisliğinde istenilen dokuyu oluşturabilecek yapıya sahip hücreler uygun maddelerle hazırlanan doku iskeleleri ile birleştirilerek hibrid sistemler oluşturulabilmektedir (Gümüşderelioğlu, 2007).

2.15. Türkiye’de Nanobiyoteknolojinin Durumu

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de temel amaç, orantısız ve sürekli artmakta olan nüfusa sağlıklı yaşam koşulları hazırlamaktır. Modern bilim bu konuda insanlığa yardımcı olmakta ve sürekli teknolojiye devrim niteliğinde yenilikler bularak buna en büyük katkıyı vermeye çalışmaktadır. Bu çalışmaların gerçekleştiği en önemli yerlerden bir tanesi Bilkent Üniversitesi’nde bulunan Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezidir (UNAM). Bu merkezde çeşitli konularda çalışma yapılmış ve önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmalardan bir tanesi nanobiyoteknoloji grubunun yapmış olduğu çalışmadır. Nanobiyoteknoloji grubu önemli bir terapi yöntemi geliştirerek kanser tedavisinde önemli başarılar elde etmişlerdir. Bu yöntem ile DNA moleküllerinin bağışıklık sistemi üzerindeki uyarıcı etkisinden yararlanarak yeni DNA kökenli ilaçlar tasarlanmıştır. Bu yöntem ile insanda baş ve boyun da oluşan ve çok hızlı bir şekilde mesafe kat edebilen bir kütle kanseri modelini farelerde %90’ının üzerinde bir başarıyla ortadan kaldırılmıştır (Nanoteknoloji Strateji Grubu, 2004). Yine Bilkent

Üniversitesi'nde bulunan UNAM da birçok bilim insanı çeşitli konularda araştırmalarını devam ettirmektedir. Örneğin, kanserli dokulara yeni terapi yöntemi geliştirme çalışmaları, monoklonal antikolar geliştirip bunları nanomakineler ve nanosensörler üzerine tutturup çok duyarlı ve hızlı biyoterör ajanlarının veya hasta dokulardaki bozuklukların tayin yöntemlerinin geliştirilmesi çalışmaları, mezenkimal kök hücre çalışmaları, nanofabrikasyon teknolojisinin geliştirilmesi, yerleştirilmesi çalışmaları ve klinik uygulamalar için RNA interferans ve mikro RNA tekniklerini kullanarak yeni diagnostik yöntemler geliştirme çalışmaları devam etmektedir (Gürsel, 2006).

2.16. Nanobiyoteknoloji'de İlerlemek İçin Yapılması Gerekenler

Nanoteknoloji bütün bilimleri kendi alanlarıyla ilgili moleküler düzeyde düşünmeye, anlamaya, tasarlamaya ve bunları yeni ürünlere dönüştürmeye yönlendirmektedir. Her bilim kendi içerisinde bu yönleri düşünen bilim insanlarının sayısını artırmalıdır. Başta nanoteknoloji ile ilgili projeler ve bu alana yakın olan bilimlere verilecek olan katkı bilim dünyasının buraya daha fazla yönelmesini sağlayacaktır. Ancak bu yetersiz kalabilir. Çünkü nano-biyoteknoloji ile farklı bilimlerin arasında köprü vazifesi görecektir maddeler yaratılmalı ve bunların beraber çalışması sağlanmalıdır. Bu köprülerden öncelikli olanı biyomühendislik programlarının yaygınlaştırılmasıdır. Bunun için devletin destekli yüksek lisans ve doktora düzeylerinde biyomühendislik eğitim programları oluşturulmalıdır. Bununla beraber bu programlar sanayi ile iç içe olmalıdır. Bundan dolayı, özellikle küçük ve orta büyüklükte sanayi kuruluşlarının akademisyenler ile köprü vazifesini görecektir olan yapılar (teknokentler, üniversite-sanayi ortak araştırma merkezleri, vb.) oluşturulmalıdır. Disiplinlerarası yapısı nedeniyle nanobiyoteknolojinin geliştirilmesi için böyle ortaklık ağlarını organize edecek ve geliştirecek kısacası köprü işlevini görecektir yapılara ihtiyacı çok fazladır. Bütün bu olanakları yapabilmek için devletin bütün imkânlarıyla politikalar geliştirip uygulaması gerekmektedir (Nanoteknoloji Strateji Grubu, 2004). Tegart 2003 yılında vermiş olduğu bir konferansta nanoteknoloji ve nanobiyoteknolojinin gelişmesindeki en büyük problemin, bu alanlarda çalışacak yeni nesil araştırmacıların eğitilmesi olduğunu söylemiştir. Tegart aynı konferansta dünyada 2010 ile 2015 yılları arasında 2 milyondan fazla nanoteknoloji uzmanına gereksinim duyulacağını ifade etmiştir. Sonuç olarak, nanobiyoteknoloji alanında 2023 hedeflerine göre ülkemiz bu konuda sağlık sektöründe çok büyük açılımlar yapmış ve hızlı gelişmesini

beklemektedir. Aynı zamanda sağlık sektörüne verdiği önemi sanayi-akademisyen işbirliğine de uluslararası projelere bakarak teşvik etmelidir (Nanoteknoloji Strateji Grubu, 2004).

2.17. İlgili Araştırmalar

Hücre biyolojisinin bilinmeyen özellikleri ve tedavisi olmayan çeşitli hastalıkların çözüm aranması nanobiyoteknoloji üzerine çok sayıda araştırmanın yapılmasına neden olmuştur. Bilkent Üniversitesi'nde yapılan çalışmalar bu araştırmalara örnek olarak verilebilir. Öztürk ve ark DNA moleküllerinin bağışıklık sistemi üzerine olan uyarıcı etkisinden yararlanmış ve DNA kökenli ilaçlar tasarlamışlardır. Bu ilaçları kullanarak yeni jenerasyon aşular üretmişlerdir (Gürsel, 2006). Nanobiyoteknoloji üzerine yapılan diğer bir çalışma ise Bisht ve ark. (2007) kanser tedavisi üzerine yapmış oldukları çalışmadır. Bu çalışmada bilim insanları Curcuma longa adlı bir bitki türünün özünü kanser tedavisi için kullanmışlardır. Bu bilim insanları bitki özünü nano ölçeklerde bir yapının içerisine kapsüle etmiş ve bu özün kapsül içerisinde çözünmesine olanak sağlamışlardır. Sonuç olarak bu nanokapsülü pankreasında kanserli kütle bulunan bir hastaya enjekte etmiş ve olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Osada ve ark. (2003) geliştirdikleri yeni yöntemle tek bir memeli hücresinin mRNA' larını hücreye zarar vermeden elde etmişler ve hücrenin gen dizilimi hakkında bilgi sahibi olabilmışlerdir. Akın ve ark. (2007) bakteriyi nanotaşıyıcı olarak gen naklinde kullanmış ve olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Bioluminescent genini (ışık saçma özelliği veren gen) bir nanokapsül içerisine hapsetmiş ve kapsülü bir bakteriye bağlamışlardır. Bu bakteri hücre içerisinde girince kapsülleri bırakmıştır ve kapsül içerisindeki gen, hücrenin çekirdeği ile kaynaşmıştır. Sonuç olarak farenin çeşitli organlarında meydana gelen parlamalar gen naklinin olumlu olduğunu göstermiştir. Bu yeni yaklaşımla ile değişik taşıyıcılar canlı hayvanlara ya da çeşitli hücre tiplerine nakledilebilmektedir. Muller ve ark. (2007) yaptıkları araştırmalarda kök hücrelerin takip edilebilmesi için kuantum noktacıklarının kullanılıp kullanılmayacağını araştırmışlardır. Şu anki teknolojide hücre izlenmesi için organik boyalar ve ışık saçan proteinler kullanılmaktadır. Fakat bunların fiziksel ve kimyasal bozulmaları kısa sürede gerçekleştiğinden izleme tam olarak gerçekleşmemektedir. Muller ve ark fare kemik iliğinden alınmış kök hücrelerini kuantum noktacıklarıyla işaretlemişler ve kuantum noktacıklarının kök hücrelerin üremesine ve DNA'sına zararı olup olmadığını anlamak amacıyla zarar oranlarını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak 24, 72 ve 120 saat sonra yapılan ölçümlerde hiçbir hasarın ortaya çıkmadığını ve

kuvantum noktacıklarının işaretleme için kullanılabilceği sonucuna varmışlardır. Venkataraman ve ark. (2007) *Rickettsia rickettsii* bakterisinden esinlenerek çözeltide kendi başına hareket edebilen bir sentetik moleküler motor yapmayı başarmışlardır. Bu bakteri sahip olduğu aktin proteinlerini polimerleştirerek kuyruk şeklinde hareket organları yapmakta ve bu sayede hareket etmektedirler. Bilim insanları bunu örnek alarak çift sarmallı DNA zincirlerinin polimerleşmesinden oluşan kuyrukla hareket eden nano ölçeklerde bir motor yapmayı başarmışlardır. Tanaka ve ark. (2006) DNA moleküllerini metal iyonlarını belli bir düzen içerisinde dizmek için kullanmışlardır. Bu çalışmada DNA' nın nükleotidleri çıkarılmış, yerlerine metaller bağlanmıştır. Sonuçta belirli bir dizilim içerisinde oluşturulan yapıların kendi aralarında birleşmesi sağlanmıştır. Metal iyonlarının nanomalzemelere eklenmesi bu malzemelere manyetik ve iletkenlik özelliği kazandırmıştır. Böylece istenilen özelliğe sahip yeni nanomalzemeler üretmişlerdir.

Diğer taraftan Parr (2005) yaptığı çalışmada teknoloji ve toplum arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmıştır. Çalışmasında sürekli kendini yenileyen bilim karşısında toplumların yeterince bilgilendirilmediği ve yapılan değişikliklerde halkın da görüşlerine başvurulması gerektiğini belirtmektedirler. Sonuç olarak nanoteknoloji gibi sürekli kendini yenileyen bilimlerdeki yenilikler hakkında bilgi edinebilmek için seminer, konferans gibi yapılacak çalışmalarla halkın bu konulardaki bilgi seviyelerinin artırılması ve bu çalışmaların devlet kontrolü altında yapılması gerektiğini belirtmiştir. Besley ve ark (2008) nanoteknoloji ile ilgili halkın görüş ve tutumlarını belirlemek için bir çalışma yapmışlar ve nanoteknolojinin insanlığa faydalı veya zararlı yönlerini değerlendirmişlerdir. Bu çalışmaya katılanlar nanoteknolojinin faydalarını, zararlarını ve tanımıyla beraber yapılacak uygulamaların özenle düzenlenmesinin gerekli olduğunu belirtmiştir.

Başka bir çalışmada Pidgeon ve Rogers (2007) ABD ve İngiltere'de yaşayan toplumların düşüncelerini karşılaştırmışlardır. Buna göre devamlı kendini yenileyen bilimlerde toplumlara verilen bilgilerin kolay olmaması ve toplumların bilgi alımlarında önlerine yeni engeller çıkarılmaması sonucuna ulaşmışlardır. Sürekli gelişmekte olan ve kendini yenileyen nanoteknoloji her geçen gün yenilikler meydana getirmektedir. Bununla birlikte bugüne kadar yapılan çalışmalarda toplumlar nanoteknolojinin faydasının zararına göre daha çok olduğunu belirtmişlerdir. Ancak toplumun nanoteknoloji hakkındaki bilgi düzeylerinin düşük olduğu da görülmektedir.

Kahan ark. (2007) Amerikalı 1850 kişi üzerinden online yaptığı ankette vatandaşlarının büyük çoğunluğunun nanoteknoloji ile ilgili hiçbir şey duymadıklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre erkekler bayanlara göre nanoteknolojinin daha zararlı olduğunu söylemişlerdir. Genelde anket sonucuna göre vatandaşların dünya görüşleri nanoteknolojiye bakış açılarını olumlu veya olumsuz bir tutum olarak etkilemektedir. Son olarak bu sonuçlar ışığında nanoteknolojinin fayda ve zararları ile ilgili ortak bir fikre ulaşamamıştır.

Scheufele ark. (2008) tarafından Amerika ve bazı Avrupa ülkelerinde yapılan çalışmada, insanların dini inançlarının nanoteknolojiye yönelik tutumları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sonuçta dindar ülkelerde nanoteknolojiye karşı olumsuz görüşler bulunurken dindar olmayan ülkelerde ise bu durumun aksi veriler elde edilmiştir. Sonuç olarak bu ülkelerde nanoteknolojiye verilecek destekler toplumun dini inançlarına göre değişkenlik göstermektedir.

Waldron ark. (2006) nanoteknoloji hakkında insanların ne kadar bilgiye sahip olduklarını belirlemek amacıyla 6-74 yaş aralığında 1500 kişiye çalışmayı uygulamışlardır. Araştırma sonucunda halkın yarısından fazlası nanoteknoloji ile ilgili bir bilgiye sahip olmadıkları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda halkı bilinçlendirmek için bilim adamlarının ve basınının etkili kullanılması önerilmiştir.

Nerlich ark. (2007) tarafından çalışma, genç neslin nanotıp ve geleneksel tedavi yöntemlerine yönelik tutumlarını incelemeyi amaçlamıştır. Bu çalışma üniversite okuyan 434 öğrenciye uygulanmıştır. Bu çalışma incelendiğinde beklenilen aksine gençlerin daha az heyecanlı ve endişeli oldukları görülmüştür. Bu çalışmada erkekler bayanlara göre daha meraklı ve ilgilidirler. Son olarak çalışma değerlendirildiğinde geleneksel tıpta tedavinin uzun olması gençleri sağlık açısından kaygılandırırken, nanotıp da uzun olması sağlık açısından daha yararlı görülmektedir.

Lee ark. (2005) tarafından yapılan çalışma, telefon görüşmesi şeklinde 706 kişiye uygulanmıştır. Yapılan çalışmanın amacı halkın nanoteknolojiye karşı görüşleri ve tutumlarını belirlemektir. Yapılan diğer çalışmalar da olduğu gibi halkın nanoteknoloji bilgi seviyeleri çok düşük çıkmıştır ama bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak bilgi ve güven arasında etkili bir ilişki görülmüştür. Sonuç olarak halkın nanoteknolojiye karşı olumlu

görüşler belirtmeleri için medyanın nanoteknoloji hakkında olumlu haberler yapması önerilmektedir.

Kahan ark. (2007) tarafından ve 1850 kişiye uygulanan diğer bir çalışmada ise, ankete katılan kişiler deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmışlardır. Bu çalışmada örneklem rastgele seçilmiş ve bu iki grubun ankete verdiği cevaplar kıyaslanarak yorum yapılmıştır. Bu çalışmalara bakıldığında halkın büyük çoğunluğunun nanoteknoloji hakkında pek bilgisi yoktur. Yapılan analizler sonucunda nanoteknoloji hakkında halkın bilgisi ne kadar artarsa nanoteknolojiye bakışları da olumlu olarak artmaktadır. Bu nedenle devletin halkı, bilinçlendirmek için bilim kuruluşlarına yönlendirmeleri önerilmiştir.

Macoubrie (2006) tarafından 152 ABD vatandaşına uygulanan çalışmanın amacı, sürekli yenilenen nanoteknolojik gelişmelere karşı halkın görüş ve tutumlarının incelenmesidir. Çalışmada halkın neredeyse tamamının nanoteknoloji hakkında çok az bilgiye sahip olduğu ve bazı konularda devlete olan güvenlerinin az olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda ise halkın nanoteknoloji hakkındaki olumlu görüşleri artmış ve nanoteknolojiyi tam olarak algılayamadıkları görüşüne varılmıştır.

Burri ve Bellucci (2008) yapmış oldukları çalışmada nanotıp gibi yeni gelişen bilimlere karşı Amerika ve İsviçre toplumlarının incelemiştir. İsviçreliler, Amerikalılara göre daha olumlu görüş belirtmişlerdir. Nanotıp ile ilgili çoğu bilgiyi ilk kez duymalarına karşın bu bilimin ilerleyen zamanlarda insanlığa yeni fırsatlar doğuracağını belirtmişlerdir.

BÖLÜM III

3.YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma modeli, evren ve örneklem, bağımlı ve bağımsız değişkenler, verilerin toplanması, çözümlenmesi ile yorumlanması konularına yer verilmiştir.

3.1.Araştırma Modeli

Bu araştırmada ortaöğretim 9. 10. 11. ve 12. sınıflarda okuyan tüm öğrencilerin nanobiyoteknolojiye karşı tutumlarının ve bu konu hakkındaki temel bilgi ve seviyelerinin belirlenmesi için tarama (survey) modeli kullanılmıştır. Tarama modeli anket, mülakat, gözlem veya test tekniklerinden yararlanarak var olan bir durumu betimlemeyi amaçlar (Kaptan 1998).

3.2. Evren ve Örneklem

Bu çalışmanın evrenini Çanakkale ili merkez ilçesine bağlı 3 ortaöğretim okulu oluşturmaktadır. Örneklemine ise 2014-2015 eğitim-öğretim yılı, bahar yarıyılında Çanakkale ili merkez ilçesi Anadolu öğretmen lisesi, Anadolu lisesi ve meslek liselerinde öğrenim gören kayıtlı 584 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklemeye ilişkin ayrıntılı demografik veriler Tablo 1’de verilmiştir. Örneklemeye çeşidi olarak amaçlı örneklem yöntemi tercih edilmiştir. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan müfredatta nanobiyoteknolojiye yönelik konuların bulunması ölçüt olarak belirlenmiştir. Çalışmaya 373’ü erkek (%63,9), 211 ‘i kız (%36,1) öğrenci olmak üzere toplam 584 öğrenci katılmıştır

Tablo 1. Öğrencilere İlişkin Bağımsız Değişkenlerin Frekans ve Yüzde Dağılımları

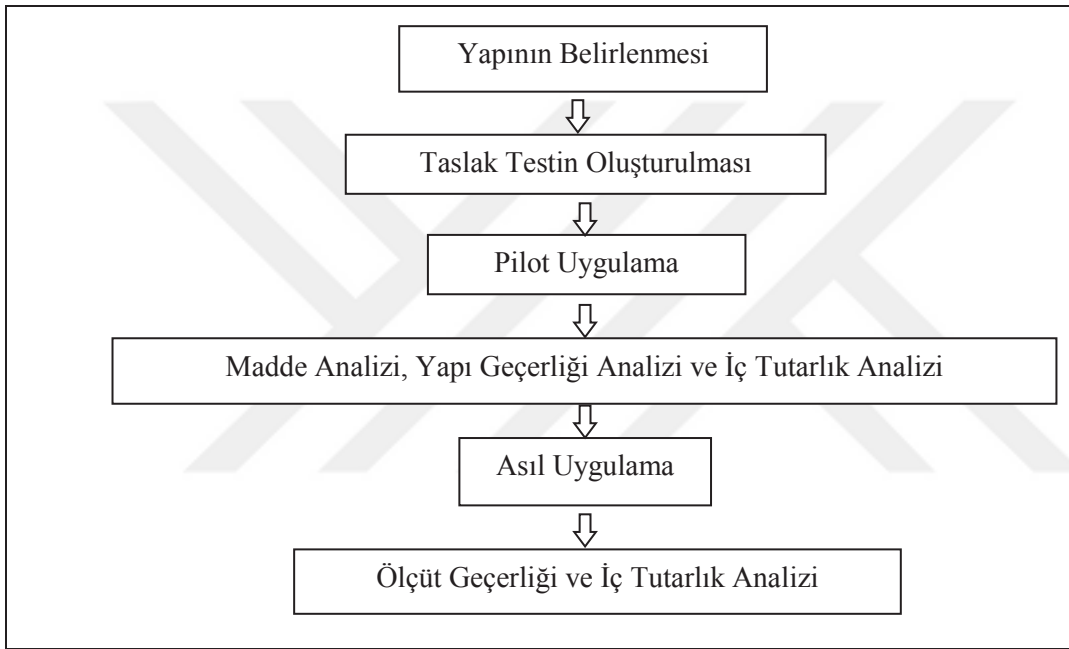
Değişken		N	f (%)
Cinsiyet	Kız	211	36,1
	Erkek	373	63,9
Okul Türü	Meslek Lisesi	226	38,7
	Anadolu Lisesi	273	46,7
	Anadolu Öğretmen Lisesi	85	14,6
Sınıf	9	321	55,0
	10	192	32,9
	11	53	9,1
	12	18	3,0
Bölüm	Sayısal	355	60,8
	Eşit Ağırlık	170	29,1
	Sözel	48	8,2
	Dil	11	1,9
Toplam		584	100,0

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada uygulanan “Envanter”, "Nanobiyoteknoloji Tutum Ölçeği (NTÖ)" ve “Nanobiyoteknoloji Bilgi Testi (NBT)" EK 1’de verilen gerekli izinler alınarak kullanılmıştır. Envanter’de öğrencilerin cinsiyetleri, sınıfları, lise türleri ve bölümleri sorulmuştur. Nanobiyoteknoloji Tutum Ölçeği (NTÖ) 47 maddeden ve “Kesinlikle Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Orta Düzeyde Katılıyorum”, “Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılıyorum” tipinde beşli derecelendirilmiş likert türü maddeleri içermektedir. Bununla birlikte NBT öğrencilerin nanobiyoteknolojiye yönelik bilgi seviyelerini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca NBT, “Evet”, “Hayır” ve “Bilgim Yok” tipinde üçlü derecelendirilmiş likert türü 14 madde oluşmaktadır. Kullanılan veri toplama araçlarından NTÖ' ve NBT nin taslak test maddelerinin yazımında,

- Araştırmacı tarafından ilgili literatürlerin taranması ile oluşturulan maddelerin toplanması,

- MEB’te kimya ve biyoloji öğretmenliği yapan kişilerden kendilerinin oluşturduğu sınav sorularından örnek maddeler istenmesini
- Konuyla ilgili seminer almış Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı 3. sınıf öğretmen adaylarının yazdığı maddelerin toplanması ve
- Aynı üniversitenin Fen Edebiyat Fakültesi biyoloji ve kimya bölümlerinde okuyan 4. sınıf öğrencilerinin yazdığı maddelerin toplanması olmak üzere dört farklı aşama izlenmiştir. Bu dört aşama sonucunda taslak test maddesi olarak 61 soruluk bir havuz oluşmuştur.



Şekil 1. Ölçek Geliştirme Sürecinin Şematik Gösterimi

Genel olarak ölçek geliştirme süreçleri ölçek planlama, madde yazma, madde analizi ve madde seçimi aşamalarını içerir. Ölçek geliştirme sürecinde Şekil 1’de belirtilen adımlar takip edilmiştir. Ölçek geliştirme sürecinin başlangıcında öncelikli olarak, kapsam ve yapıya karar verilmiş, test maddeleri hazırlanmış ve taslak test oluşturulmuştur. Pilot çalışmaları yapılan ölçekteki maddeler, madde analizi, yapı analizi ve testin iç tutarlığına göre yeniden düzenlenmiştir. Son halini alan ölçek tekrar uygulanarak iç tutarlık ve ölçüt geçerliği analizi yapılmıştır.

3.4. NTÖ ve NBT İçin Uzman Görüşü

Ölçeğin geçerliğini sağlamak amacıyla yapılan yöntemlerden birisi de uzman görüşüne başvurulmasıdır. Bu amaçla ölçekte önceden yazılan maddeler alan ve dil uzmanlarına gösterilerek elemeye gidilmiştir. Nanobiyoteknoloji ile ilgili NTÖ ve NBT olmak üzere 2 ayrı ölçek taslağı hazırlanmıştır. NTÖ için 60 maddelik havuz, NBT için ise 20 maddelik havuz belirlenmiştir. Bu havuzların incelenmesi için nanobiyoteknoloji ve alan eğitimi uzmanlarının görüşlerine başvurulmuştur. Her maddenin sonuna, uzman görüşlerini yansıtması için ‘*Bu madde testte kalmalı*’, ‘*Bu madde testte kalmalı; fakat değişiklik yapılmalı*’ ve ‘*Bu madde testten çıkarılmalı*’ ibareleri eklenmiştir. Ayrıca ikinci ibare için, uzmanların maddeler için önerecekleri değişiklikleri belirtmeleri için her maddenin altına boş bir alan ayrılmıştır. Alan ve dil uzmanlarından gelen değerlendirmeler doğrultusunda havuzlar incelenerek ölçme amacına uygun olmayan NTÖ’den 7 madde, NBT’den ise 3 madde çıkarılmıştır. NTÖ ve NBT taslakları yeniden hazırlanarak pilot uygulamaya geçilmiştir.

3.5. Verileri Toplama Teknikleri

Araştırmada veri toplama süreci iki aşamada planlanmıştır. İlk aşama ölçek geliştirme süreci olup pilot çalışma şeklinde gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise oluşturulan ölçekler ile veri toplama süreci sağlanmıştır. Ölçek geliştirme sürecinde pilot çalışma, 2014-2015 eğitim-öğretim yılı, bahar yarıyılında Çanakkale ili merkez ilçesi Vakit Tuna Lisesi ve Hasan Ali Yücel liselerinin 9, 10, 11 ve 12 sınıflarında öğrenim gören toplam 275 öğrenci ile yürütülmüştür. Bu tür uygulamalarda, süre ve fiziksel koşullar oldukça önem taşımaktadır. Bu sebeple süre olarak öğrencilere NTÖ ve NBT için için 60 dakika verilmiştir. Bu süre, iki ders saatinin birleştirilip blok ders olarak kullanılmasıyla sağlanmıştır. Fiziksel koşulların düzenlenmesi öğrencilerin aralarında boşluk olacak şekilde sınav düzenine uygun oturmaları ile gerçekleştirmiştir. Pilot çalışmalarının ardından araştırma için seçilen Çanakkale ili merkez ilçesi Anadolu öğretmen lisesi, Anadolu lisesi ve meslek liselerinde öğrenim gören kayıtlı 584 öğrenciye Envanter, NTÖ ve NBT birlikte uygulanmıştır. Ölçeklerin uygulanması aşamasında öncelikle öğrencilerin güvenilir cevaplar verebileceği ortam oluşturulmuş ve gönüllülük esasına göre çalışma yürütülmüştür. Uygulamaya yönelik öğrencilerin hazır bulunuşlukları sağlanmış ve araştırma hakkında bilgi verilmiştir.

Öğrencilere 53 soru için yaklaşık 60 dakika süre verilmiş ve bu süre içerisinde maddelerin cevaplandırması istenmiştir.

3.5.1. NTÖ İçin Faktör Analizi

NTÖ geliştirilme sürecinde, 275 kişilik pilot uygulama için geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında yapılan istatistiksel analizler Tablo 2 de verilmiştir. Bununla birlikte pilot uygulamadan önce ve sonra elde edilen verilerin yeterliliği ve faktör analizine uygun olup olmadığı Kaiser-Meyer-Olkin Measure (KMO) ve Bartlett (BT's) istatistiksel değerleri ile belirlenmiştir (Şekerci, 2012). İstatistiksel analizlerde SPSS-19 programı kullanılmıştır.

Tablo 2. Pilot Uygulamadan Önce ve Sonra KMO ve Bartlett Küresellik Testleri

Pilot uygulamadan önce			Pilot uygulamadan Sonra		
KMO		,945	KMO		,948
Bartlett küresellik testi	BT's	10738,647	Bartlett küresellik testi	BT's	9759,610
	df	1378		df	1081
	Sg	,000		Sg	,000
Cronbach's Alpha (N of Items:53)		,893	Cronbach's Alpha (N of Items:47)		,972
p<0.01			p<0.01		

Literatüre göre KMO değerinin yüksek olması ölçekteki her bir değişkenin diğer değişkenler vasıtasıyla açıklanabileceğini göstermektedir. Diğer taraftan Field (2000) KMO testi sonucunun $KMO \leq 0.5$ daha düşük olması durumunda kolerasyon dağılımında dağınıklık olduğunu ve 0.5 değerinin alt sınır olması gerektiğini ifade etmektedir (Çokluk, 2012). Ayrıca bu durumda veri kümesinin faktörlenemeyeceni rapor etmiştir. Araştırmada, pilot uygulaması neticesinde elde edilen verilerin faktör analizine uygunluğu KMO ve Bartlett küresellik testi ile gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 2 de gösterilmiştir. Tablo 2 ye göre KMO değeri 0,945 olarak tespit edilmiş ve incelenen örneklem büyüklüğünün faktör analizi için “Mükemmel” olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çokluk, 2007). Diğer yandan Tablo 2 de verilen Bartlett küresellik testi sonuçları incelendiğinde ($X^2=10738,647$, $df=1378$, $p<0.01$) değerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Bartlett testinin anlamlı çıkması verilerin faktör analiz için

uygunluğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2005). Tablo 3 ölçekte kullanılan maddeler üzerindeki yük dağılımlarını (faktör analizi) göstermektedir

Tablo 3. Maddeler Üzerindeki Yük Dağılımları

					Component				
					1				
m26	,769	m38	,715	m50	,695	m45	,666	m6	,639
m25	,755	m16	,715	m32	,685	m27	,664	m24	-,638
m53	,747	m18	,714	m7	,685	m39	,659	m13	,634
m29	,746	m31	,711	m10	,682	m15	,657	m14	,630
m19	,743	m43	,710	m22	,682	m8	,655	m4	,621
m49	,736	m21	,710	m46	,682	m47	,654	m40	,618
m20	,734	m33	,705	m36	,679	m11	,654	m3	,602
m51	,726	m17	,703	m28	,676	m35	,648		
m52	,720	m42	,702	m41	,671	m37	,647		
m30	,718	m23	,701	m44	,668	m34	,645		

Pilot uygulama neticesinde elde edilen verilerin faktör analizleri lisanslı SPSS-19 programı gerçekleştirmiştir. Analizde neticesinde faktörün tanımladığı maddeyi ölçmesi için o faktörle olan ilişkisini gösteren faktör yük değerinin 0,4'ten daha yüksek yük değerlerine sahip olması beklenerek kaliteli maddelerin ölçekte kalması istenmiştir. Bu ölçütle yapılan analiz sonucunda 1, 2, 5, 9, 12 ve 48. maddelerinin gerek yük değerlerinin düşük bulunması gerekse bu maddelerde birden fazla faktör üzerinde yük değeri bulundurduğundan ölçekten çıkarılması kararlaştırılmıştır. Tablo 3 den de görülebildiği gibi maddelerin faktör yüklerinin 0,602 ile 0,769 arasında değiştiği görülmektedir. Maddeler elendikten sonra tekrar örneklem ölçüm değer yeterliliğini ifade eden, KMO ve küresellik testi olan Bartlett testleri gerçekleştirmiştir. Buna göre KMO değeri 0,948, Bartlett testi sonucu ise ($X^2=9759,610$, $df=1081$, $p<0.01$) olarak tespit edilmiştir. Ayrıca NTÖ İçin Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0,972 bulunmuştur. Maddeler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilecek faktör sayısını belirleyebilmek için yamaç birikinti grafiği, özdeğer ve varyans yüzdelerinden yararlanılmıştır. Tablo 4 de ölçekte kullanılan maddelere ilişkin özdeğer ve varyans değişimi gösterilmiştir.

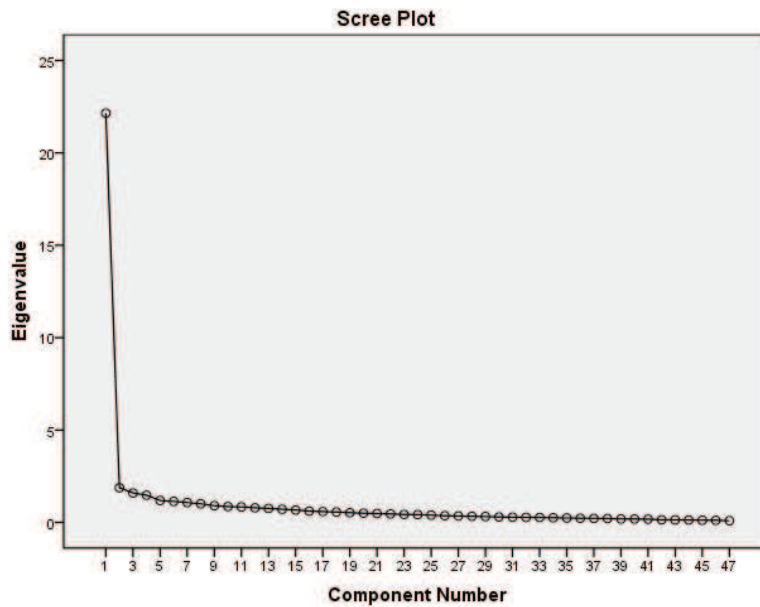
Tablo 4. Özdeğer ve Varyans Değişimi

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	22,152	47,132	47,132	22,152	47,132	47,132
2	1,877	3,995	51,127			
3	1,597	3,398	54,524			
4	1,477	3,143	57,667			
5	1,188	2,528	60,195			
6	1,137	2,419	62,614			
7	1,079	2,295	64,909			
8	1,011	2,150	67,059			
9	,906	1,929	68,988			
10	,863	1,836	70,824			
11	,839	1,785	72,608			
12	,790	1,680	74,288			
13	,758	1,612	75,901			
14	,713	1,517	77,418			
15	,673	1,432	78,850			
16	,614	1,306	80,156			
17	,585	1,245	81,401			
18	,565	1,203	82,604			
19	,526	1,119	83,723			
20	,499	1,062	84,785			
21	,483	1,027	85,813			
22	,460	,978	86,791			
23	,435	,925	87,717			
24	,423	,901	88,617			
25	,396	,842	89,460			
26	,365	,777	90,236			
27	,348	,740	90,976			
28	,333	,708	91,684			
29	,320	,680	92,364			
30	,299	,636	93,000			
31	,285	,606	93,606			
32	,275	,584	94,190			
33	,271	,576	94,766			
34	,253	,538	95,305			
35	,242	,514	95,819			
36	,228	,486	96,305			
37	,223	,474	96,779			
38	,211	,449	97,228			
39	,191	,405	97,633			

40	,184	,391	98,025		
41	,178	,378	98,403		
42	,144	,306	98,709		
43	,138	,295	99,003		
44	,133	,284	99,287		
45	,123	,261	99,548		
46	,116	,248	99,796		
47	,096	,204	100,000		

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Tablo 4 dende görülebildiği gibi açıklayıcı faktör analiz neticesinde 8 maddenin özdeğeri 1 üzerinde diğerleri ise 1 yakın veya altında elde edilmiştir. Bununla birlikte ölçeği oluşturan tek faktör yükünün açıkladığı toplam varyans ölçeğin % 47,132'ünü açıklamaktadır. Bu sonuç geliştirilen ölçeğin tek tek boyutlu bir yapıya sahip olduğunu gösterir. Tek faktörlü ölçeklerde açıklanan varyansın toplam varyansının % 30 ve daha yukarı olması yeterli olarak görülmektedir (Büyüköztürk, 2005). Bu çalışmada elde edilen tek faktör yükünün açıkladığı toplam varyans ifade edilen değerden oldukça yüksektir. Şekil 2 'de NTÖ'nin faktör sayısına ilişkin için yamaç birikinti grafiğini göstermektedir.



Şekil 2. NTÖ'nin Faktör Sayısına İlişkin Yamaç Birikinti Grafiği

y-eksininde özdeğerlerin x-eksininde ise faktörlerin bulunduğu yamaç birikinti grafiğine göre yüksek ivmeli düşüşün özellikle ikinci noktadan sonra azaldığı görülmektedir.

Birinci noktadan itibaren görülen iniş eğimi varyansa yapılan katkıyı göstermektedir. Ayrıca iki nokta arasındaki her aralık bir faktör anlamına gelmektedir. İkinci noktadan sonra bileşenlerin varyansa yaptıkları katkı miktarları oldukça azalmakta ve ek varyansların katkı miktarlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Yapılan analizler neticesinde ölçeğin faktör desenin tek boyutlu olduğu sonucuna varılmıştır.

3.5.2. NBT İçin Madde Analizi

Madde analizi bir testte yer alan maddelerin uygulanmasından elde edilen sonuçların seçilen ölçüte göre kullanılabilirliğini ölçen tekniktir. Bu şekilde ölçme aracında kullanılan maddelerin ayırt ediciliğine ve seçeneklerin çeldiriciliği incelenebilir. NBT için madde analizi maddelerin güçlük indeksleri, p ve madde ayırt edicilik gücü, r_{jx} ile incelenmiştir. Ölçekte kullanılan bir soru maddesini doğru cevaplayanların sayısının ölçme aracını cevaplayanların sayısına oranı güçlük derecesi olarak ifade edilir. Madde güçlüğü p , $0 < p < 1$ arasındaki değerleri alırken 0-0,35 arası zor madde, 0,35-0,75 arası orta zorlukta madde, 0,75-0,1 arası kolay madde olarak değerlendirilir. Ayrıca bir testte kolay ve zor maddelerin bulunması gerektiği ifade edilmektedir. Dolayısıyla madde güçlüğü 0,5 düzeyinde olması gerekmektedir. Diğer yandan madde ayırt edicilik gücü bir test maddesinin ve çeldiricilerin bilen ile bilmeyen öğrenciyi ayırt edebilme düzeyidir. Kısacası ölçekte kullanılan bir maddenin ölçtüğü cevaplayanların başarı düzeylerini belirlemede kullanılmaktadır. bir maddenin ayırt ediciliği $0 < r_{jx} < 1$ arasındaki değerleri alırken 0,4 ve daha büyük olanlar “çok iyi bir madde”, 0,3-0,39 arası “oldukça iyi bir madde”, 0,2-0,29 arası “üzerinde çalışılması ve düzeltilmesi gereken madde”, 0,19 ve daha küçük olanlar ise çok zayıf madde olarak rapor edilmektedir. Dolayısıyla $-p$ ve $-r_{jx}$ değerleri, maddenin verilen cevapla nasıl işlediği hakkında bilgi verir.

Tablo 5.NBT İçin Maddelerin Güçlük İndesleri ve Ayırt Ediciliği

Madde No	<i>p</i>	<i>r_{ix}</i>	Durum
1	0,46	0,92	Kullanılabilir
2	0,41	0,82	Kullanılabilir
3	0,36	0,73	Kullanılabilir
4	0,34	0,69	Kullanılabilir
5	0,32	0,64	Kullanılabilir
6	0,34	0,69	Kullanılabilir
7	0,39	0,77	Kullanılabilir
8	0,41	0,82	Kullanılabilir
9	0,40	0,80	Kullanılabilir
10	0,36	0,73	Kullanılabilir
11	0,12	0,24	Çıkarılmalı
12	0,16	0,32	Çıkarılmalı
13	0,26	0,53	Kullanılabilir
14	0,37	0,74	Kullanılabilir
15	0,39	0,77	Kullanılabilir
16	0,32	0,65	Kullanılabilir
17	0,13	0,26	Çıkarılmalı

p-madde güçlüğü, *r_{ix}* -madde ayırt ediciliği

Tablo 5 NBT için maddelerin güçlük indeksleri ve ayırt ediciliğini göstermektedir. Buna göre Tablo 5’de verilen maddelerin $p < 0,6$, $r_{ix} > 0,3$ durumları ayırt edici özelliğini, $p < 0,6$, $r_{ix} < 0,3$ durumları ayırt edici olmayan özelliğini göstermektedir. Sonuçta 11, 12 ve 17. maddeler hem zor hem de ayırt edicilikleri düşük olduğundan ölçekten çıkarılmaları kararlaştırılmıştır. Ölçekten gerekli maddeler çıkarıldıktan sonra NBT’nin güvenilirlik testi Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı ile belirlenmiş ve 14 madde (N of Items=14) için 0,921 olarak bulunmuştur.

3.5.3. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde istatistiksel yöntemlerden, aritmetik ortalama (\bar{X} (ort)), standart sapma (ss), tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve TUKEY testleri kullanılmıştır. Aritmetik

ortalama değeri, öğrencilerin nanobiyoteknolojiye yönelik tutum ve görüşlerinin belirlenebilmesi amacıyla bulunmuştur. Verilerin istatistiksel analizi lisanslı SPSS-10 programı ile yapılmıştır. Toplanan veriler vasıtasıyla NTÖ 'nin maddeleri değerlendirilirken olumlu maddeler için “Kesinlikle Katılmıyorum” seçeneğine 1, “Katılmıyorum” seçeneğine 2, “Orta Düzeyde Katılıyorum” seçeneğine 3, “Katılıyorum” seçeneğine 4, “Kesinlikle Katılıyorum” seçeneğine ise 5 puan verilmiştir. Olumsuz maddeler içinse kodlama tersten yani “Kesinlikle Katılmıyorum” seçeneğine 5, “Katılmıyorum” seçeneğine 4, “Orta Düzeyde Katılıyorum” seçeneğine 3, “Katılıyorum” seçeneğine 2, “Kesinlikle Katılıyorum” seçeneğine ise 1 puan olarak kodlanmıştır. Öğrencilere uygulanan anket verilerini yorumlamak için ölçeğin aralık genişliğinin, “dizi genişliği/yapılacak grup sayısı” formülü ile hesaplanması göz önünde tutulmuştur. Araştırma bulgularının değerlendirilmesinde aritmetik ortalama puan aralıklarına göre yapılmış olup aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Tekin, 2008).

Tablo 6. NTÖ 'nin Betimsel İstatistikler

NANOBIYOTEKNOLOJİ TUTUM ÖLÇEĞİ		
Aşağıda yer alan tutum maddelerinin her biri için yanında yer alan "Kesinlikle Katılıyorum", "Katılıyorum", "Orta Düzeyde Katılıyorum", "Katılmıyorum" ya da "Kesinlikle Katılmıyorum" seçeneklerinden yalnızca birini işaretleyiniz.	X (ort)	ss
1. Nanobiyoteknoloji konusunun önemli olduğunu düşünüyorum.	3,40	1,28
2. Nanobiyoteknoloji ile insanların her istediğini yapabileceğini düşünüyorum.	3,16	1,25
3. Nanobiyoteknoloji ile ilgili alanların gelişebilmesi için daha fazla bilgilendirme yapılması gerektiğini düşünüyorum.	3,43	1,33
4. Nanobiyoteknoloji konusunun çok yeni bir alan olduğunu düşünüyorum.	3,37	1,25
5. Nanobiyoteknolojinin hayat standardını artıracığını düşünüyorum.	3,38	1,33
6. Ülkemizde Nanobiyoteknoloji konusunun bilinmediğini düşünüyorum.	3,58	1,25
7. Ülkemizin Nanobiyoteknoloji konusunda yeterince ilerlediğini düşünüyorum.	2,93	1,27
8. Türkiye’de nanobiyoteknolojiye yeterli ilginin gösterilmediğini düşünüyorum.	3,27	1,33
9. Türkiye’nin nanobiyoteknoloji konusunda diğer ülkelerden çok geride olduğunu düşünüyorum.	3,27	1,26
10. Türkiye’de nanobiyoteknoloji alanında uygulamaya yönelik çalışmaların yapılmadığını düşünüyorum.	3,29	1,26
11. Nanobiyoteknoloji geleceğin bilim dalı olduğunu düşünüyorum.	3,34	1,75
12. Nanobiyoteknoloji sayesinde tüm hastalıkların tedavi edilebileceğini düşünüyorum.	2,88	1,15
13. Nanobiyoteknolojik ürünlerin faydalı olduğunu düşünüyorum.	3,24	1,27

14. Nanobioteknolojik ürünlerin hayatı kolaylaştıracağına inanıyorum.	3,30	1,31
15. Nanobioteknolojinin toplumsal sorunlara çare bulabileceğini düşünmüyorum	3,30	1,28
16. Nanobioteknolojinin gelişimi ile birlikte ülkeler arası sorunlar yaşanacağını düşünüyorum.	3,15	1,31
17. Nanobioteknolojinin gelişimi ile birlikte daha tehlikeli bir dünyanın olacağını düşünüyorum.	3,17	1,28
18. Nanobioteknolojinin gelişimi ile birlikte suç oranlarının artacağını düşünüyorum.	3,09	1,27
19. Nanobioteknolojik ürünlere güvenmiyorum.	3,01	1,22
20. Nanobioteknoloji bilimi sayesinde insan yaşamının çok kolaylaşacağını düşünüyorum.	3,26	1,27
21. Nanobioteknoloji biliminin insan yaşamına büyük yenilikler getireceğini düşünüyorum.	3,34	1,27
22. Nanobioteknolojinin insan sağlığına zararlı olduğunu düşünüyorum.	3,07	1,29
23. Nanobioteknolojinin bilime yenilikler getireceğine inanmıyorum.	3,12	1,33
24. Nanobioteknolojinin insanları tembelliğe iteceğine inanıyorum.	3,11	1,30
25. Nanobioteknoloji ile insan düşüncelerinin okunabileceğine inanıyorum.	3,15	2,53
26. Nanobioteknoloji ile yapay organ veya doku yapılabileceğini düşünüyorum.	3,17	1,32
27. Nanobioteknolojinin ölümcül hastalıklara çare olabileceğini düşünüyorum.	3,33	2,50
28. Nanobioteknoloji ile insan neslinin tehlikeye gireceğini düşünüyorum.	3,08	1,39
29. Nanobioteknolojinin sadece tıp bilimi ile yakından ilgili olduğunu düşünüyorum.	3,03	1,28
30. Nanobioteknolojinin çevreye zararlı olduğunu düşünüyorum.	2,98	1,31
31. Nanobioteknolojinin alternatif enerji kaynağı olabileceğini düşünüyorum.	3,45	1,42
32. Nanobioteknolojik kullanımlar sayesinde küresel ısınma etkilerinin son bulacağını düşünüyorum.	3,23	1,28
33. Nanobioteknolojinin nanoyaşam olduğunu düşünüyorum.	3,26	1,19
34. Nanobioteknolojinin ekosistemin dengesini değiştireceğini düşünüyorum.	3,09	1,26
35. Nanobioteknolojinin çevre temizliğine katkı yapacağını düşünüyorum.	3,08	1,42
36. Nanobioteknolojinin tarım ürünlerine katkı yapacağını düşünüyorum.	3,11	1,34
37. Nanobioteknoloji konusunun orta öğretim (lise) programında daha fazla yer alması gerektiğini düşünüyorum.	3,22	2,51
38. Nanobioteknoloji konusunun interdisipliner (disiplinler arası) olduğunu düşünüyorum.	3,15	1,25
39. Okullarda Nanobioteknoloji konusu ile ilgili daha fazla etkinlik olması gerektiğini düşünüyorum.	3,21	1,34
40. Nanobioteknoloji araştırma merkezlerinden veya okullardan yeterince bilgi sahibi oluyorum.	2,91	1,35

41. Nanobiyoteknoloji ile ilgili konuların geleceğini şekillendirebileceğini düşünüyorum.	3,15	1,31
42. İleride Nanobiyoteknoloji merkezlerinde çalışabileceğini düşünüyorum.	2,95	1,29
43. Nanobiyoteknoloji ile robot dünyasının çok gelişeceğini düşünüyorum.	3,16	1,22
44. Nanobiyoteknolojinin devletlerarası bilgi-rekabet hırsını artıracığını düşünüyorum.	2,92	1,15
45. Nanobiyoteknolojinin savunma sanayiinde kullanılabileceğini düşünüyorum.	3,30	1,30
46. Yakın gelecekte Nanobiyoteknolojik ürünlerin tam olarak hayatımız yansıması ile işsizliğin artacağını düşünüyorum.	3,19	1,33
47. Nanobiyoteknolojinin günlük hayata tam olarak uygulanması ile bugün kullanılan şeylerin değerini yitireceğine inanıyorum.	3,22	1,35

Aritmetik ortalama, \bar{X} (ort), standart sapma, ss,

Tablo 6 Nanobiyoteknolojiye yönelik eğilimle ilgili ölçek maddelerine verilen cevapların standart sapma ve ortalama değerlerini göstermektedir. NTÖ ‘nin bulgularının değerlendirilmesinde aritmetik ortalama, puan aralıklarına göre yapılmış olup aşağıdaki gibi belirlenmiştir (Tekin, 1996). NTÖ’nün puan aralıkları, 1.00- 1.80 puan “Kesinlikle katılmıyorum”, 1.81- 2.60 puan “Katılmıyorum”, 2.61- 3.40 puan “Orta Düzeyde Katılıyorum”, 3.41- 4.20 puan “Katılıyorum” ve 4.21- 5.00 puan “Kesinlikle katılıyorum” olarak sınıflandırılmıştır. Tablo 6 incelendiğinde öğrencilerin NTÖ ‘ye karşı tutumlarının olumlu düzeyde olduğu görülmektedir. Ayrıca NTÖ ‘de en yüksek puanları 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 21, 27, 31, 45 nolu maddelerin aldığı görülmektedir. Bu test maddeleri genellikle nanobiyoteknolojinin önemli bir alan olduğu, ülkemizde yeterince bilinmediği ayrıca çevre ve toplum yararına kullanılabileceği ile ilgili maddelerdir.

Tablo 7. NBT'nin Betimsel İstatistikleri

NANOBİYOTEKNOLOJİ BİLGİ TESTİ		
Aşağıda yer alan maddelerin her biri için yanında yer alan "Evet", "Hayır", ya da "Bilgim Yok" seçeneklerinden yalnızca birini işaretleyiniz.	X (ort)	SS
1. Nano, metrenin milyarda biri anlamındadır.	,46	,50
2. Nanoteknoloji nano boyuttaki sistemlerin tasarımı ve üretimidir.	,39	,49
3. Nanobiyoteknoloji fiziksel olarak nano boyutlu biyolojik teknolojiyi ifade eder	,35	,48
4. Küçük boyutlu malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır.	,29	,46
5. Nanomateryaller zehirli unsurlar içermektedir.	,27	,45
6. Nanobiyoteknolojinin gelişimi 1990 yıllarda kabul edilen moleküler tıp kavramıyla birlikte şekillenmiştir.	,23	,42
7. Nanobiyoteknoloji etkileşimli nano-yapıların ürüne dönüştürülmesine olarak sağlar.	,29	,46
8. Sağlık alanında bugüne kadar mümkün olmayan tüm tanı ve tedaviler nanobiyoteknoloji sayesinde gerçekleştirilebilir.	,32	,46
9. Nanobiyoteknolojinin en önemli kullanım alanlarından birisi tıptır.	,34	,47
10. Nanobiyoteknoloji ile birlikte nanobiorobot devrimi gelecektir.	,29	,45
11. İleriye yönelik olarak ulusal nanobiyoteknoloji stratejisinin oluşturulması gerekir.	,19	,40
12. Nanobiyoteknoloji ekonomik ve sosyal alanda günlük yaşama etki eder nitelik taşımamaktadır.	,29	,45
13. 1999 yılında Amerika Birleşik Devletleri nanobiyoteknolojiyi devletin bilim politikasının bir parçası haline getirmiştir.	,28	,48
14. 2001 tarihinde Avrupa Birliği nanobiyoteknolojiyi öncelikli alan ilan etmiştir.	,26	,44

Aritmetik ortalama, X (ort), standart sapma, ss,

Tablo 7 Nanobiyoteknoloji bilgi testi ilgili ölçek maddelerine verilen cevapların standart sapma ve ortalama değerlerini göstermektedir. NBT'nin soruları değerlendirilirken doğru cevaplar için 1, yanlış cevaplar için 0 puan kodlanmıştır. Dolayısı ile maddelerin ortalaması 0 ile 1 arasında olabilir. NBT aritmetik ortalama ve puan aralıklarına göre verilmiş olup verilerini yorumlamak için ölçeğin aralık genişliğinin, “dizi genişliği/yapılacak grup sayısı” formülü ile hesaplanması göz önünde tutulmuştur. Araştırma bulgularının değerlendirilmesinde aritmetik ortalama puan aralıklarına göre yapılmış 0.00 – 0.33 puan “Düşük”, 0.34 – 0.66 puan “Orta”, 0.67 – 1.00 puan “Yüksek” olarak derecelendirilmiştir (Tekin, 1996). Tablo 7 incelendiğinde öğrencilerin NBT ‘ye karşı bilgilerinin genellikle beklenildiği gibi düşük seviye olduğu görülmektedir. Ayrıca NBT ‘de en yüksek puanları ilk üç maddenin aldığı görülmektedir. Bu test maddeleri genellikle nanobiyoteknolojinin temel

ifadeleridir. Bunun yanında veriler değerlendirilirken NBT ve NTÖ için alt boyutların ortalama puanları dikkate alınmıştır. İstatistiksel analizler için veriler normal dağılım gösterdiğinden parametrik testler uygulanmıştır.



BÖLÜM IV

4.BULGULAR

Bu bölümde araştırmaya ait bulgular tablolar eşliğinde verilerek açıklanmaya çalışılmıştır.

4.1. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanlar Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Tablo 8 incelendiğinde öğrencilerin NTÖ'den alınan puanların ortalaması öğrencilerin tutum düzeylerinin “Orta Düzeyde Katılıyorum” seviyesinde olduğunu göstermektedir ($\bar{X}=3,19$). Yine Tablo 8'e bakıldığında NBT'den aldıkları puanların genel olarak düşük düzeyde olduğu görülmüştür ($\bar{X}=,30$).

Tablo 8. *NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Betimsel İstatistikleri*

Ölçek	N	\bar{X}	Ss
NTÖ	584	3,19	,77
NBT	584	,30	,30

4.2. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Cinsiyet Değişkenine Göre İncelenmesi

Tablo 9, öğrencilerin NTÖ ve NBT 'ye verdikleri cevaplardan alınan puanların cinsiyete göre t-testi sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, NTÖ'de erkeklerin nanobiyoteknoloji 'ye yönelik tutumların kızların tutumlarından daha yüksek olduğu görülmektedir ($\bar{X}=3,20 > \bar{X}=3,16$). Aradaki bu fark incelendiğinde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır [$t_{(582)}=,646, p<.05$]. Ayrıca Tablo 9 erkeklerin nanobiyoteknoloji 'ye yönelik bilgilerinin kızların bilgilerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir ($\bar{X}=,31 > \bar{X}=,30$). Aradaki bu fark incelendiğinde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır [$t_{(582)}=,267, p>.05$].

Tablo 9. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Cinsiyete Göre t-Testi Sonuçları

Ölçek	Cinsiyet	N	\bar{X}	Ss	sd	t	p
NTÖ	Kız	211	3,16	,76	582	,646	,517
	Erkek	373	3,20	,77			
NBT	Kız	211	,30	,31	582	,267	,791
	Erkek	373	,31	,30			

4.3. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Okul Türü Değişkenine Göre İncelenmesi

Tablo 10 incelendiğinde NTÖ'de en yüksek puan ortalamasına sahip okul Anadolu Öğretmen Lisesi ($\bar{X}= 3,37$), en düşük puan ortalamasına sahip okulun Meslek Lisesi olduğu ($\bar{X}= 3,15$) bulunmuştur. Yine Tablo 10' da NBT'de en yüksek puan ortalamasına sahip okulun Anadolu Öğretmen Lisesi ($\bar{X}= ,38$), Meslek Lisesi ve Anadolu Lisesi ise en düşük puan ortalamasına sahip okullar olduğunu göstermektedir ($\bar{X}= ,29$; $\bar{X}= ,29$).

Tablo 10. NTÖ ve NBT'den Puanların Okullara Göre Betimsel İstatistikleri

Ölçek	Okul Türü	N	\bar{X}	Ss
NTÖ	Meslek Lisesi	226	3,15	,75
	Anadolu Lisesi	273	3,16	,78
	Anadolu Öğretmen Lisesi	85	3,37	,74
	Meslek Lisesi	226	,29	,30
NBT	Anadolu Lisesi	273	,29	,29
	Anadolu Öğretmen Lisesi	85	,38	,36

Tablo 11, NTÖ'den alınan puanların okullara göre anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir [$F_{(2,581)}= 2,889$, $p>.05$]. NBT'den alınan puanlarda ise okullara göre anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir [$F_{(2,581)}= 3,357$, $p<.05$]. Alınan puanların hangi bölümler arasında farklılaştığını bulmak için TUKEY testi yapılmıştır. Yapılan TUKEY testi sonucuna göre NBT'de, Anadolu Öğretmen Lisesi ile Meslek Lisesi ve Anadolu Öğretmen Lisesi ile Anadolu Lisesi; okullarında okuyan öğrenci puanları arasında anlamlı farklılaşma bulunmuştur.

Tablo 11. NTÖ ve NBT'den Puanların Okullara Göre ANOVA Sonuçları

Ölçek	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
NTÖ	Gruplar Arası	3,371	2	1,686	2,889	,056	---
	Gruplar İçi	338,965	581	,583			
	Toplam	342,337	583				
NBT	Gruplar Arası	,618	2	,309	3,357	,036*	ML-AÖL AL-AÖL
	Gruplar İçi	53,463	581	,092			
	Toplam	54,081	583				

*p < .05 düzeyinde anlamlıdır.

4.4. NTÖ ve NBT'den Puanların Sınıf Değişkenine Göre İncelenmesi

Tablo 12 incelendiğinde NTÖ'de en yüksek puan ortalamasına sahip sınıfın onbirinci sınıflar ($\bar{X}= 3,33$), en düşük puan ortalamasına sahip sınıfın onuncu sınıflar ($\bar{X}= 3,07$); NBT'de en yüksek puan ortalamasına sahip sınıfın onbirinci sınıflar ($\bar{X}= ,37$), en düşük puan ortalamasına sahip sınıfın onuncu sınıflar ($\bar{X}= ,28$); olduğu görülmektedir.

Tablo 12. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Sınıflara Göre Betimsel İstatistikleri

Ölçek	Sınıf	N	\bar{X}	Ss
NTÖ	9	321	3,23	,72
	10	192	3,07	,83
	11	53	3,33	,69
	12	18	3,26	,96
NBT	9	321	,30	,30
	10	192	,28	,30
	11	53	,37	,33
	12	18	,33	,37

Tablo 13'ye göre, NTÖ ve NBT'den alınan puanlar ile sınıflar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmektedir [$F_{(3,580)}= 2,549, p>.05$; $F_{(3,580)}= 1,401, p>.05$].

Tablo 13. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Sınıflara Göre ANOVA Sonuçları

Ölçek	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
NTÖ	Gruplar Arası	4,454	3	1,485			
	Gruplar İçi	337,882	580	,583	2,549	,055	---
	Toplam	342,337	583				
NBT	Gruplar Arası	,389	3	,130			
	Gruplar İçi	53,692	580	,93	1,401	,241	---
	Toplam	54,081	583				

4.5. NTÖ ve NBT'den Puanlarının Bölüm Değişkenine Göre İncelenmesi

Tablo 14 incelendiğinde NTÖ'de en yüksek puan ortalamasına sahip bölüm dil ($\bar{X}=3,95$), en düşük puan ortalamasına sahip bölüm Sözel ($\bar{X}=3,10$) olduğu bulunmuştur. NBT'de en yüksek puan ortalamasına sahip bölümün dil ($\bar{X}=,44$), en düşük puan ortalamasına sahip bölümün Sayısal ve Eşit Ağırlık ($\bar{X}=,30$; $\bar{X}=,30$) olduğu görülmektedir.

Tablo 14. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Bölüme Göre Betimsel İstatistikleri

Ölçek	Bölüm	N	\bar{X}	Ss
NTÖ	Sayısal	355	3,15	,75
	Eşit Ağırlık	170	3,24	,68
	Sözel	48	3,10	,96
	Dil	11	3,95	1,26
NBT	Sayısal	355	,30	,30
	Eşit Ağırlık	170	,30	,30
	Sözel	48	,32	,34
	Dil	11	,44	,46

Tablo 15'e göre, NTÖ puanları bölüme göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır [$F_{(3,580)}=4,398$, $p<.05$]. Alınan puanların hangi bölümler arasında farklılaştığını bulmak için TUKEY testi yapılmış ve NTÖ'de anlamlı farklar Sayısal ile Dil, Eşit ağırlık ile Dil ve Sözel ile Dil bölümleri arasındadır. Ayrıca NBT puanları bölüm değişkenine göre anlamlı şekilde farklılaşmamaktadır [$F_{(3,580)}=,803$, $p>.05$].

Tablo 15. NTÖ ve NBT'den Alınan Puanların Bölümlere Göre ANOVA Sonuçları

Ölçek	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Anlamlı Fark
NTÖ	Gruplar Arası	7,614	3	2,538	4,398	,005*	SAY-DİL
	Gruplar İçi	334,722	580	,577			EA-DİL
	Toplam	342,337	583				SÖZ-DİL
NBT	Gruplar Arası	,224	3	,075	,803	,493	---
	Gruplar İçi	53,858	580	0,93			
	Toplam	54,081	583				

*p<0.05 düzeyinde anlamlıdır.

4.6. NTÖ ve NBT'nin Regresyon Analizi Sonuçları

Öğrencilerin nanobiyoteknoloji bilgi düzeylerinin, nanobiyoteknolojiye yönelik tutumlarını ne şekilde yordadığını bulmak için yapılan basit doğrusal regresyon analizi sonucunda, bilgi düzeyleri ile tutumları arasında anlamlı bir ilişki gözlenmiş ($R=0.415$, $R^2=0.172$), bilgi düzeyinin nanobiyoteknolojiye yönelik tutumun anlamlı bir yordayıcısı olduğu Tablo 16'da gösterilmiştir ($F_{(1-583)}=120.846$, $p<0.05$). Bilgi düzeyi, nanobiyoteknolojiye yönelik tutumdaki değişimin %17'sini açıklamaktadır. Regresyon denkleminde esas yordayıcı değişkenin katsayısının (Std. Beta=1.043) anlamlılık testi de, bilgi düzeyinin anlamlı bir yordayıcı olduğunu göstermektedir ($p<0.01$). Regresyon analizi sonucuna göre, nanobiyoteknolojiye yönelik tutumu yordayan regresyon denklemi şu şekildedir: Nanobiyoteknolojiye Yönelik Tutum = (1.043 x Nanobiyoteknoloji Bilgi Düzeyi) + 2.871

Tablo 16. Regresyon Analizi Sonuçları

Değişkenler						
Bağımlı	Bağımsız	R ²	Std. Beta	β	t	p
NBT	NTÖ	,172	,415	1,043	10,993	,000*

BÖLÜM V

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Araştırmada ortaöğretimde okuyan öğrencilerin nanobiyoteknolojiye yönelik tutum ve bilgi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin tutum ve bilgi düzeyleri ölçülmüş, tutum düzeyleri orta düzeyde ve bilgi düzeyleri düşük olduğu görülmüştür. Buna göre, öğrencilerin özellikle bu derse ilişkin kavramlara düşük düzeyde sahip olması öğrencilik yaşantıları için olumsuz olacağı düşünülebilir. Nanobiyoteknoloji eğitimi günümüzde eğitimde öncelikli olması gereken konulardan biridir.

Çünkü ülkelerin geleceği artık bilimsel donanımlı insan sayısı ile orantılıdır. Nanobiyoteknoloji alanında gelişme göstermiş ülkenin huzur, ekonomik ve refah seviyesi ile gelişme kat edememiş olan bir ülke ile kıyaslandığında arasındaki fark daha iyi anlaşılmaktadır. Bundan dolayı nanobiyoteknoloji eğitiminin ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmanın alt boyutlarından olan cinsiyet faktörüne göre Nanobiyoteknoloji tutum ve bilgi düzeyleri incelendiğinde her iki durumda da erkeklerin lehine puan farkı olduğu bulunmuştur. Bu farkın anlamlılığı incelendiğinde NTÖ ve NBT cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermediğini bulmuştur.

Nanobiyoteknoloji tutum ve bilgi testi puanlarının okul türü değişkenine göre incelendiğinde NTÖ'de puanlara bakıldığında Anadolu Öğretmen Lisesi öğrencilerinin daha başarılı olduğu ve okullar arası puanların anlamlı şekilde farklılaşmadığı tespit edilmiştir. NBT'de Anadolu Öğretmen Lisesi öğrencilerinin daha başarılı olduğu ve okullar arası puanların anlamlı biçimde farklılaştığı bulunmuştur. Bir diğer alt problemde nanobiyoteknoloji tutum ve bilgi testi puanlarının sınıfa göre nasıl farklılaştığı incelenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde NTÖ ve NBT'de anlamlı farka rastlanmamıştır.

Nanobiyoteknoloji ile ilgili kavramlar üçüncü sınıfta maksimum düzeyde anlaşılabilir. Son alt problemde nanobiyoteknoloji tutum ve bilgi testi puanları bölüme göre incelenmiştir. Bulgular incelendiğinde NTÖ puanlarının dil bölümün nanobiyoteknoloji tutum ölçeğinde anlamlı şekilde farklılaştığı bulunmuştur. NBT puanlarının bölüm türüne göre anlamlı şekilde farklılaşmadığı bulunmuştur.

Sonuç olarak elde edilen veriler incelendiğinde nanobiyoteknolojiye yönelik öğrencilerin tutumlarının ve yeterliklerinin geliştirilmesi gerektiği görülmektedir. Bu amaçla

ortaöğretim programlarının yapılandırılması, nanobiyoteknolojiye yönelik uygulamaların geliştirilmesi önerilebilir. Öğrencilerin özellikle uygulamalı, modellemeli ya da görsel olarak zenginleştirilmiş materyallerle ders sunularak tutum ve bilgi düzeylerinin artması sağlanabilir. Öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrenciler üzerinde nanobiyoteknolojiye yönelik çalışmalar artırılarak eksikliklerin nelerden kaynaklandığı derinlemesine incelenebilir. Yapılan çalışmadan ve önceki çalışmalar ışığında şu bilgiler elde edilmiştir:

- Nanobiyoteknoloji sürekli gelişip kendini yenileyen bir bilimdir.
- Günümüzde dünya sürekli olarak gelişmekte olan bilim ve teknoloji çağını yaşamaktadır.
- Dünyada gerçekleşmekte olan her şey bilim sayesinde olmaktadır, bunlar da bilinçli eğitilen
- Bilim insanları tarafından gerçekleştirilmektedir. İnsan hayatı bilimle şekillenmekte, refahı bilimle sağlanmaktadır.
- Bunların yanında eğer eğitim yoluyla insanlar değişmezse ulusal refah seviyesine ulaşmakta bir gelişme görülmez.
- Canlılar için devrim niteliğindeki yenilikleri yapması beklenen nanobiyoteknoloji sonuçları üzerinde bütün insanların düşünmesi sağlanmalıdır.
- Gelecekte gündelik yaşamda en çok kullanılacak bilim alanlarından biri şüphesiz nanobiyoteknolojidir ancak bunun gerçekleşebilmesi için öğretmen ve özellikle öğrencilere gerekli eğitimlerin verilmesi önemlidir.
- Ülkemizi nanobiyoteknolojide söz sahibi yapabilmemiz için, bilimi yaşamımızın merkezine getirmemiz gerekmektedir.

5.2. Öneriler

Nanobiyoteknoloji ile ilgili aşağıdaki öneriler verilebilir:

- Nanobiyoteknoloji sürekli gelişmekte olan bir bilim olduğu için bu konuda eğitilmiş insan eksikliği mevcuttur. Bunun önüne geçmek için ilköğretimden doktora kadar nanobiyoteknoloji eğitimi müfredatlara girmesi gerekmektedir. En azından ortaöğretimden itibaren seçmeli ders olarak gösterilmelidir.
- Nanobiyoteknolojinin seçmeli ders olarak gösterilmesinin yanında bazı okullarda devamlı olması yararlı olacaktır.

- Nanobiyoteknolojinin ders olarak gösterilebilmesi için gerekli alt yapıların hazırlanmış olması gerekmektedir.
- Öğrencilerin nanobiyoteknoloji konusunda ilgilerini çekebilecek farklı sunumlar ve araştırmaya teşvik edecek bilgiler verilmelidir.
- Nanoteknolojiye yönelik çalışmalar ve araştırmalar yapılırken bayanların biraz daha ön planda düşünülerek yapılmalıdır.
- Nanobiyoteknolojiye yönelik araştırmaları desteklemek için yeni kurumlar oluşturulmalı ve öğrencilerin bu kurumlara gitmeleri teşvik edilmelidir.
- Öğrencilerin nanobiyoteknoloji ile ilgili çalışmalar yapan laboratuvarlara çeşitli geziler tertip ederek, bunları yakından incelemelerine fırsat verilmelidir ve buralarda seminer verilmelidir.
- Öğrencilerin sürekli yenilenen nanoteknolojiyi öğrenme ve geliştirme hedefleri arasında yer almalıdır.
- Nanobiyoteknoloji eğitimi ile ilgili daha fazla makale ve tez yayınlanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akın, D., Sturgis, J., Ragheb, K., Sherman, D., Burkholder, K., Robinson, J. P., Bhunia, A. K., Mohammed, S. ve Bashir, R. (2007). Bacteria-Mediated Delivery of Nanoparticles and Cargo Into Cells. *Nature Nanotechnology*, 2(5), 441-449
- Ayhan, H. (2002, Temmuz). Tıbbın Geleceği: Biyomalzemeler. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 2-11.
- Babaoğlu, M. Gürel, E. ve Özcan, S. (Editörler). (2002). *Bitki Biyoteknolojisi I Doku Kültürü ve Uygulamaları*. (2. Baskı). Konya: Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Bayındır, M. (2007). Nanoteknoloji Hayatımızda. *Bilim ve Ütopya Dergisi*, 152, 12-20.
- Besley, J. C., Kramer, V. L., Priest, S. H., (2008), Expert opinion on nanotechnology: risks, benefits, and regulation, *Journal of Nanoparticle Research*, 10, (4): 549-558.
- Bisht, S., Feldmann, G., Soni, S., Ravi, R., Karikar, C., Maitra, A. and Maitra, A. (2007). Polymeric Nanoparticle-Encapsulated Curcumin(“Nanocurcumin”): A Novel Strategy For Human Cancer Therapy, *Journal of Nanobiotechnology*, 5(3), 1-18.
- BMBF. (2002). *The Federal Government’s Nanotechnology Strategy*. Bonn.
- Burri, R. V., Bellucci, S. (2008), Public perception of nanotechnology, *Journal of Nanoparticle Research*, 10, (3): 387-391.
- Büyüköztürk, Ş. (2005). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*, Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Çelik, O. (2009). *Ortaöğretim Düzeyinde Biyoteknoloji Öğretiminin Etkililiğinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çırakoğlu, B. (1989). *Biyoteknolojideki Gelişmelerin Sanayiye Uygulamaları ve Türkiye’deki Durumu*, Sanayi Kongresi Kongre Kitabı, 49-55.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G. ve Büyüköztürk, Ş. (2012), *Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve Lisrel Uygulamaları*, Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Dawson, V. and Schibeci, R. (2003). Western Australian High School Students’ Attitudes towards Biotechnology Processes, *Journal of Biological Education*, 38(1).
- Doğan, A. K., Gümüşderelioğlu, M. (2002, Temmuz). Biyoçipler. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 18-19.
- Doğan Bora, N. (2005). *Türkiye Genelinde Ortaöğretim Fen Branşı Öğretmen ve Öğrencilerinin Bilimin Doğası Üzerine Görüşlerinin Araştırılması*, Doktora Tezi Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- DPT (2000). (Devlet Planlama Teşkilatı) Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Biyoteknoloji ve Biogüvenlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT:2515,ÖİK:533 Ankara.

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

Eroğlu, S. (2006), *Görsel ve İşitsel Materyal Kullanımının Ortaöğretim 3.Sınıf Öğrencilerinin Biyoteknoloji İle İlgili Kavramları Öğrenmeleri ve Tutumları Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Field, A., (2000), *Discovering Statistics using SPSS for Windows*, London – Thousand Oaks – New Delhi: Sage publications.

France, B., (2007), Location, Location, Location: Positioning Biotechnology Education for the 21st Century, *Studies in Science Education*, 43(1). 8-122.

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

Gerçek, C., Yılmaz, M., Köseoğlu P. ve Soran, H. (2006), Biyoloji Eğitimi Öğretmen Adaylarının Öğretiminde Özyeterlik İnançları, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 39(1), 57-73.

Gümüşderelioğlu, M., Karakeçili, A. G. (2002, Temmuz sayısı), Nanotıp ve Nanorobotlar. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 20-21.

Gürsel, İ. (2006, Aralık), Nanobiyoteknolojide Yeni Ufuklar. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 12-14.

Harms, U. (2002), *Biotechnology Education in Schools*. *Electronic Journal of Biotechnology*. 5(3).

Hone J., Kam L. (2007), Looking Inside Cell Walls, *Nature Nanotechnology*, 2(3), 140-141.

Jones, R. (2006), What can Biology Teach Us?, *Nature Nanotechnology*, 1(2), 85-86.

Kahan, D. M., Slovic, P., Braman, D., Gastil, J., Cohen, G. (2007a), *Affect, values, and nanotechnology risk perceptions: an experimental investigation*, Project Report: Cultural Cognition Project at Yale Law School, Woodrow Wilson International Center for Scholars, 22-62.

Kahan, D. M., Slovic, P., Braman, D., Gastil, J., Cohen, G. (2007b), *Nanotechnology risk perceptions: the influence of affect and values*, Project Report: Cultural Cognition Project at Yale Law School, Woodrow Wilson International Center for Scholars, 1-10.

Kaptan, S. (1998), *Bilimsel Araştırma ve İstatistik Yöntemleri*, Ankara: Tek ışık Web Ofset. Geliştirilmiş 11. Baskı.

Kolonkaya, N. (1989), *Biyolojide Yeni Bir Uzmanlaşma Alanı-Biyoteknoloji*, Fen ve Yabancı Dil Öğretmenlerinin Yetiştirilmesi Uluslararası Sempozyumu, 15-16 Mayıs, Ankara.

Leslie G. and Schibeci, R. (2003), What Do Science Teachers Think Biotechnology is? Does it Matter?, *Australian Science Teachers' Journal*. 49(3), 16-21.

Lee, C. J., Scheufele, D. A., Lewenstein, B. V. (2005), Public attitudes toward emerging technologies- examining the interactive effects of cognitions and affect on public attitudes toward nanotechnology, *Science Communication*, 27, (2): 240-267.

Liu Y.ve Wang H. (2007), Nanotechnology Tackles Tumours. *Nature Nanotechnology*, 2(1), 20-21.

Luther, W. (2004), International Strategy and Foresight Report on Nanoscience and Nanotechnology.

Lysaght, T., Rosenberger, P.J. ve Kerridge, I. (2006), Australian Undergraduate Biotechnology Student Attitudes towards the Teaching of Ethics. *International Journal of Science Education*. 28(10), 1225-1239.

Macoubrie, J. (2006), Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government, *Public Understanding of Science*, 15, (2): 221-241.

Mehta, M.D. ve Gair, J.J. (2001). Social, Political, Legal and Ethical Areas of Inquiry in Biotechnology and Genetic Engineering, *Technology in Society*, 23, 241-264.

Muller, B. J., Collins, M. C., Gunst, P. R., Cascio, W. E. ve Kypson, A. P. (2007), Quantum Dot Labelling Of Mesenchymal Stem Cells, *Journal of Nanobiotechnology*, 5(9), 1-9.

Mutlu, M. (2002, Temmuz). Biyosensörler. *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, 17

Nerlich, B., Clarke, D. D. ve Ulph, F. (2007), Risks and benefits of nanotechnology: how young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments, *Health, Risk & Society*, 9, (2): 159-171.

Nishiyama N. (2007). Nanocarriers Shape Up For Long Life, *Nature Nanotechnology*, 2(4), 203-204.

Osada, T., Uehara, H., Kim, H. ve Ikai, A. (2003), mRNA Analysis of Single Living Cells, *Journal of Nanobiotechnology*, 1(2), 1-8.

Özgen, Ö., Emiroğlu, H., Yıldız, M., Taş, A.S., ve Puruçuoğlu, E. (2007), *Tüketiciler ve Modern Biyoteknoloji: Model Yaklaşımlar*, (1. Baskı). Ankara: Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü Yayınları.

Sáez, M.J., Gómez Niño, A. ve Carretero, A. (2008). Matching Society Values: Students' Views of Biotechnology, *International Journal of Science Education*. 30(2), 167-183.

Sağlam M., Aştı, R. N., Özer, A. (2001), *Genel Histoloji*, (Genişletilmiş 6. Baskı), Yorum Matbaacılık, Ankara.

Scheufele, D. A., Corley, E. A., Shih, T. J., Dalrymple, K. E.ve Ho, S. S. (2008), Religious beliefs and public attitudes toward nanotechnology in Europe and the United States, *Nature Nanotechnology*, 4, (2): 91-94.

Schibeci, R.A. (2000), Students, Teachers and the Impact of Biotechnology on the Community, *Australian Science Teachers' Journal*. 46(4).

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

Steele, F. and Aubusson, P. (2004), The Challenge in Teaching Biotechnology, *Research in Science Education*, 34, 365-387.

Şentürk, P. (2009), *Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Biyoteknoloji ile İlgili Temel Terim ve Kavramları Anlama ve Algulamalarının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimler i Enstitüsü, Konya.

Şık Kahraman, S. (1998), *Endüstriyel ve Tarımsal Atıkların Biyoteknolojik Olarak Değerlendirilmesinde Yeni Bir Yaklaşım*, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Parr, D. (2005), Will nanotechnology make the world a better place?, *Trends in Biotechnology*, 23, (8): 395-398.

Pidgeon, N., Rogers, H. T. 2007. Opening up nanotechnology dialogue with the publics: Risk communication or 'upstream engagement'?, *Health Risk & Society*, 9, (2): 191-210.

Tanaka, K., Clever, G. H., Takezawa, Y., Yamada, Y., Kaul, C., Shionoya, M. and Carell, T. (2006). Programmable Self-Assembly of Metal Ions Inside Artificial DNA Duplexes. *Nature Nanotechnology*, 1(3), 190-194.

Tekin, H. (1996), *Eğitimde Ölçme Değerlendirme*. 9. Baskı, Ankara: Yargı Yayınları.

Telefoncu, A. (1995). *Biyoteknoloji*, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

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

TÜSİAD (2006). (Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneği), *Uluslararası Rekabet Stratejileri: Türkiye'de Biyoteknoloji İşbirlikleri*, TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi-9. İstanbul: Lebib Yalkın Yayınları ve Basım İşleri Anonim Şirketi.

TÜSİAD Rekabet Stratejileri Dizisi (2008), *Nano rapor Son Uluslar Arası Rekabet Stratejileri: Nanoteknoloji ve Türkiye* (Yayın no.TÜSİAD-T/2008-11/474). Erişim: https://research.sabanciuniv.edu/10919/1/nanorapor_son.pdf (Erişim Tarihi: 23 Aralık 2015).

Uldrich, J., Newberry, D. (2005). *Sıradaki Büyük Şey Aslında Çok Küçük* (Birinci Baskı). Çeviren: Tolga Alıcı. İstanbul: Ledo Yayınları.

Venkataraman, S., Dirks, R. M., Rothemeund, P. W. K., Winfree, E. and Pierce, N. A. (2007). An Autonomous Polymerization Motor Powered By DNA Hybridization, *Nature Nanotechnology*, 2(8), 490-494.

Yeşilbağ, D. (2004). Tarımsal ve Hayvansal Ürünler de Modern Biyoteknoloji ve Organik Üretim, *Uludağ Üniversitesi Journal of Faculty of Veterinary Medicine*, 23(1-2-3), 157-162.

Yıldırım, A., Bardakçı, F., Karataş, M. ve Tanyolaç, B. (Editörler). (2010). *Moleküler Biyoloji*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Waldron, A. M., Spencer, D., Batt, C. A. 2006. The current state of public understanding of nanotechnology, *Journal of Nanoparticle Research*, 8, (5): 569-575.

Web Sayfası 1, ‘Nanoteknoloji’ Erişim Adresi: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Nanoteknoloji> (Erişim Tarihi: 02.11.2015).

Web Sayfası 2, ‘Nanoteknoloji Tarihi’ Erişim Adresi: <http://nanoturkiye.blogspot.com/2008/02/nano-101-nanoteknolojinin-tarihi.html> (Erişim Tarihi: 05.04.2015).

Web Sayfası 3, ‘PCAST ABD’nin Nanoteknolojideki Durumu İncelendi’ Erişim Adresi: <http://www.nanoturkiye.net/2010/03/28/pcast-abdnin-nanoteknolojideki-durumu-inceledi> (Erişim Tarihi: 17.04.2015).

Web Sayfası 4, ‘Dünyada ve Türkiye’de Nanoteknoloji’ Erişim Adresi: <http://www.nanoteknolojimucizesi.com/teknoloji.htm> (Erişim Tarihi: 18.04.2015).

Web Sayfası 5, ‘Nanoteknoloji’ Erişim Adresi: <http://www.msxlab.org/forum/muhendislik-bilimleri/4722-nano-teknoloji-nedir-nerelerde-kullanilir-2.html> (Erişim Tarihi: 18.04.2015).

Web Sayfası 6, ‘Nanoteknoloji Devrimi’ Erişim Adresi: <http://makaledeposu.blogcu.com/etiket/nanoteknoloji> (Erişim Tarihi:18.04.2015).