

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

ÜNİVERSİTELERİN EĞİTİM FAKÜLTELERİNDE ÖĞRENİM GÖREN
BİYOLOJİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI ÖĞRENCİLERİNİN
NANOBİYOTEKNOLOJİ EĞİTİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hazırlayan
Gökben KILIÇ

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Orhan ARSLAN

Ankara-2009

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

Gökben KILIÇ'ın 'Üniversitelerin Eğitim Fakültelerinde Öğrenim Gören Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı Öğrencilerinin Nanobiyoteknoloji Eğitimi' başlıklı tezi tarihinde, jürimiz tarafından Eğitim Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) :

.....

Üye :

.....

Üye :

.....

ÖZET

ÜNİVERSİTELERİN EĞİTİM FAKÜLTELERİNDE ÖĞRENİM GÖREN BİYOLOJİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI ÖĞRENCİLERİNİN NANOBİYOTEKNOLOJİ EĞİTİMİ

Kılıç, Gökben

Yüksek Lisans, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Orhan ARSLAN

Kasım, 2008

Araştırmada, eğitim fakülteleri biyoloji eğitimi anabilim dalında eğitimine devam etmekte olan öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji ilgileri ve bilgileri tespit edilmeye çalışılmıştır.

Araştırmada ilk olarak, nanobiyoteknolojinin temel kavramları ile ilgili bilgi elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilerle birlikte 2007-2008 Bahar döneminde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda öğrenim gören bir gruba görüşlerini toplamak amacıyla açık uçlu soruların yer aldığı bir görüş toplama anketi uygulanmıştır. Öğrenci görüşleri tez için hazırlanan ankette ana çerçevenin oluşturulmasını sağlamıştır.

2008-2009 Güz döneminde Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda okuyan 2., 3., 4. ve 5. sınıf öğrencilerinden toplam 107 öğretmen adayına anket uygulanmıştır. Sonuçlar SPSS programı yardımı ile analiz edilmiştir.

Sonuç olarak nanobiyoteknoloji bilgisine sahip olma derecesi cinsiyete, mezun olunan ortaöğretim kurumuna, yaşa ve akademik başarılarına bağlı anlamlı bir farklılaşma olmadığı görülmüştür. Ancak öğrencilerin eğitim kademesi ile nanobiyoteknoloji bilgileri arasında pozitif yönlü bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir.

ABSTRACT

NANOBIOTECHNOLOGY EDUCATION OF BIOLOGY TEACHING PROGRAMME STUDENTS STUDYING AT EDUCATIONAL SCIENCES AT UNIVERSITIES

Kılıç, Gökben

M. Sc. Thesis, Biology Teaching Programme

Adviser: Prof. Dr. Orhan ARSLAN

November, 2008

In this study, nanobiotechnology interest and knowledge of candidates of teachers who are presently studying at Biology Teaching Programme in department of Educational Sciences.

First of all in this research, information about fundamental notions of nanobiotechnology is tried to be obtained. An opinion collecting questionnaire consisting open ended questions is applied to a group of students studying at Gazi University Biology Teaching Programme in 2007-2008 spring semester for collecting their opinions.

The developed questionnaire is applied to the students at classes 2,3,4, and 5 at Gazi University Biology Teaching Programme in 2008-2009 fall semester. Results are analysed in SPSS programme. The questionnaire was applied to 107 biology education students from Gazi University of Ankara. SPSS 13.0 Statistical Program was used to analyze the data.

Finally, level of having a knowledge of nanobiotechnology does not have an meaningful differentiation in according to sexuality, the secondary school of graduation, age and academic success. On the other hand, it is determined that there is a positive connection between education level of the students and nanobiotechnology.

TEŞEKKÜR

Bu tezi hazırlamamda, başta tüm bilgi ve deneyimini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Orhan ARSLAN'a,

Bilgilerini ve deneyimini paylaşmanın erdeminde, olumlu yönlendirmeleri ile bu çalışmayı tamamlamamda büyük katkısı olan Araş. Gör. Nilay Keskin SAMANCI'ya,

Anketleri özenle yanıtlayan tüm öğretmen adaylarına,

Her zaman yanımda olan ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Maddi desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar CETVELİ.....	vii
RESİMLER CETVELİ.....	ix

BÖLÜM I

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu.....	16
1.2. Problem Cümlesi.....	19
1.3. Alt Problemler.....	19
1.4. Araştırmanın Önemi.....	21
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	64
1.6. Araştırmanın Sayıltıları.....	65
1.7. Tanımlar / Terimler.....	65

BÖLÜM II

YÖNTEM

2.1 Araştırmanın Modeli.....	68
2.2. Çalışma Grubu.....	69
2.3. Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi ve Uygulanması.....	69
2.4. Veri Analizi.....	76

BÖLÜM III
BULGULAR ve YORUMLAR

3.1. Hipotez-1.....	82
3.2. Hipotez-2.....	82
3.3. Hipotez-3.....	83
3.4. Hipotez-4.....	84
3.5. Hipotez-5.....	85
3.6. Hipotez-6.....	86
3.7. Hipotez-7.....	87
3.8. Hipotez-8.....	88

BÖLÜM IV
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1.Sonuçlar.....	89
4.2.Öneriler.....	92
KAYNAKÇA	93
EKLER.....	102

TABLÖLAR CETVELİ

Tablo Adı

Sayfa No

Tablo 2.1. Nanobiyoteknolojinin önem-gerekliliğine inanma alt temasına ait ifadeler.....	70
Tablo 2.2. Gelişmeleri takip etme alt temasına ait ifadeler.....	70
Tablo 2.3. Kullanılabilirliğine ilişkin görüşlere ait ifadeler.....	70
Tablo 2.4. Araştırmaların ve uygulamaların sosyal boyuta ait ifadeler.....	71
Tablo 2.5. Beklentilere ait ifadeler	71
Tablo 2.6. Öğrenme-Öğretme isteğine ait ifadeler.....	72
Tablo 2.7. Nanobiyoteknoloji ilgi anketi puanlama örneği.....	73
Tablo 2.8. Tanım alt temasına ait maddeler.....	74
Tablo 2.9. Çalışma alanı alt temasına ait maddeler.....	74
Tablo 2.10. Biyoloji ile ilişkisi alt temasına ait madde.....	75
Tablo 2.11. Sosyal boyut alt temasına ait maddeler.....	75
Tablo 2.12. Kapsam-Ülkemizdeki durum alt temasına ait maddeler.....	75
Tablo 3.1. Katılımcıların cinsiyetlere göre dağılımı	77
Tablo 3.2. Katılımcıların mezun oldukları ortaöğretim kurumuna göre dağılımı.....	78
Tablo 3.3. Katılımcıların sınıf seviyelerine göre dağılımı.....	78
Tablo 3.4. Katılımcıların son dönem not ortalamalarının dağılımı.....	79
Tablo 3.5. İlgi seviyelerinin cinsiyete ve sınıflara göre dağılımı.....	80
Tablo 3.6. Bilgi seviyelerinin cinsiyete ve sınıflara göre dağılımı	81

TABLÖLAR CETVELİ

Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 3.7. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	82
Tablo 3.8. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	83
Tablo 3.9. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin Mezun Oldukları Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	83
Tablo 3.10. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Mezun Oldukları Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	84
Tablo 3.11. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin Sınıf Düzeyine Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	85
Tablo 3.12. İlgi alt temalarının sınıflara göre dağılımı.....	85
Tablo 3.13. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Mezun Oldukları Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	86
Tablo 3.14. Bilgi alt temalarının sınıflara göre dağılımı.....	87
Tablo 3.15. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin son Dönem Not Ortalamalarına Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	87
Tablo 3.16. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Son Dönem Not Ortalamalarına Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları.....	88

ŞEKİLLER CETVELİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Nano boyutların karşılaştırılması.....	2
Şekil 1.2. Yusufçuk Böceği örnek alınarak tasarlanmış nano robot.....	5
Şekil 1.3. Mikro Denizaltı. - x12 kez büyütülmüş görüntü.....	6
Şekil 1.4. Nanoteknolojiye Aktarılan Kaynakların Uluslararası Karşılaştırılması.....	36
Şekil 2.1. Anket geliştirme basamakları	68

BÖLÜM I

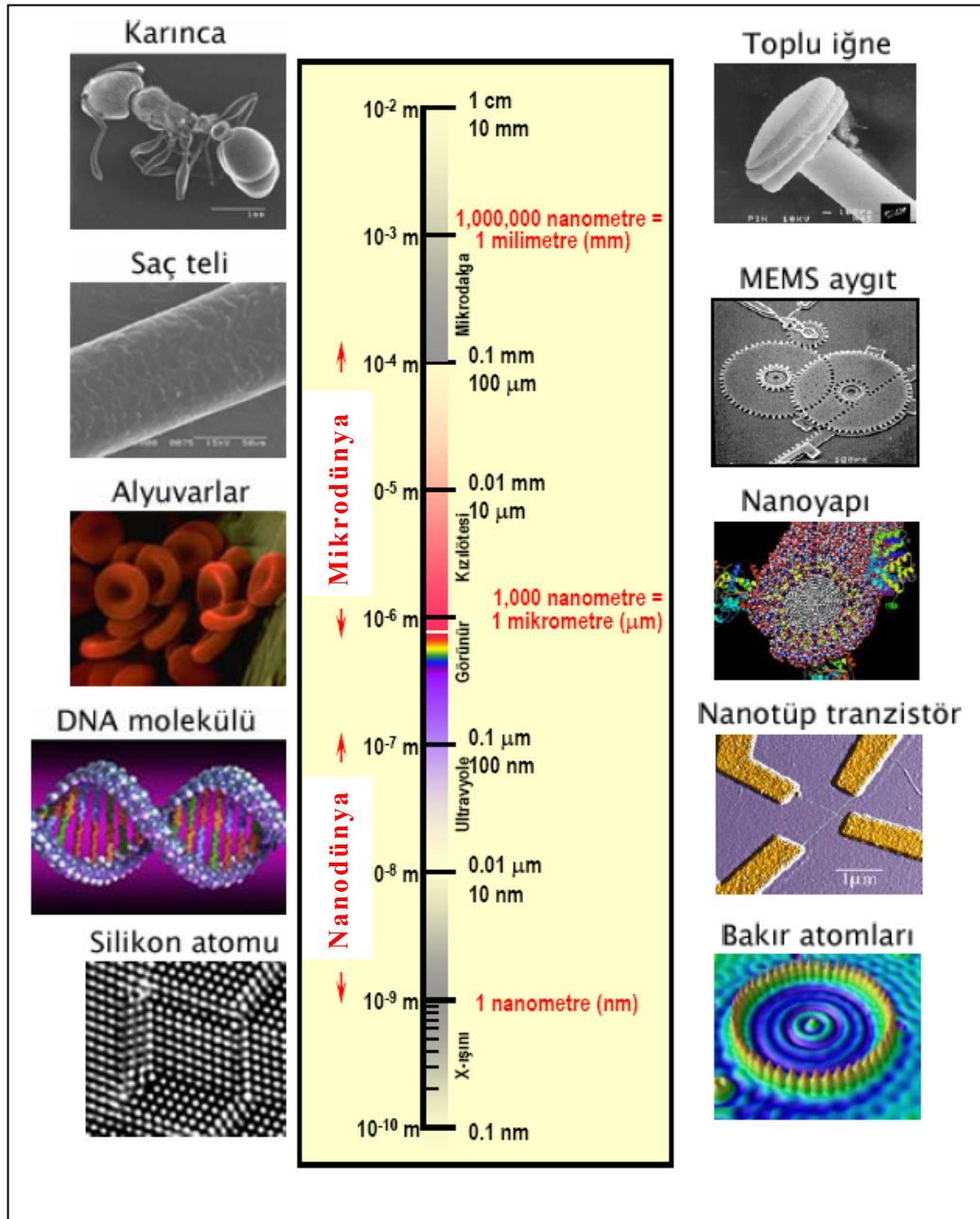
GİRİŞ

“Nano” Yunancadan ve Latince'den alınmış bir sözcüktür ve anlamı cüce demektir. Ayrıca kısaltma olarak milyarda bir olarak da kullanılır. Buna göre nano, metrik sistemin içinde bir metrenin milyarda biri veya bir milimetrenin milyonda biri anlamındadır.

Nano, bir fizikî büyüklüğün milyarda biri demektir. Uzunluk olarak bakıldığında bir nanometre, metrenin milyarda birine tekabül etmektedir. Nanobilim ve nanoteknolojinin ortak bir tanımı olmasa da 1 ila 100 nanometre boyutlarındaki malzemelerin anlaşılması, kontrol edilmesi, atomsal seviyede değiştirilmesi ve işlevsel hale getirilmesi olarak tarif edilmektedir. Nanoteknoloji fizik, kimya, biyoloji, matematik, bilişim teknolojileri ve malzeme bilimi arasında disiplinler arası bir saha olarak gelişmektedir. Sağlık, elektronik, malzeme ve inşaat, uzay ve savunma sanayileri ilk ürünlerin üretildiği sektörlerdir. En önemli alanlar; nanobiyoteknoloji ve nano malzemelerdir (Çıracı, 2005).

Nanoteknoloji; nanometre ölçeğindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların anlaşılması, kontrolü ve üretimi amacıyla, fonksiyonel materyallerin, cihazların ve sistemlerin geliştirilmesidir.

“Nanoteknoloji” terimini ilk defa 1974'te Japonyalı Norio Taniguchi kullanmıştır; fakat esas olarak bu konuya ünlü ABD'li fizik uzmanı Richard Feynman, 1959'da daha kapsamlı değinmiştir (Feynman, 1959).



Şekil 1.1. Nano boyutların karşılaştırılması.

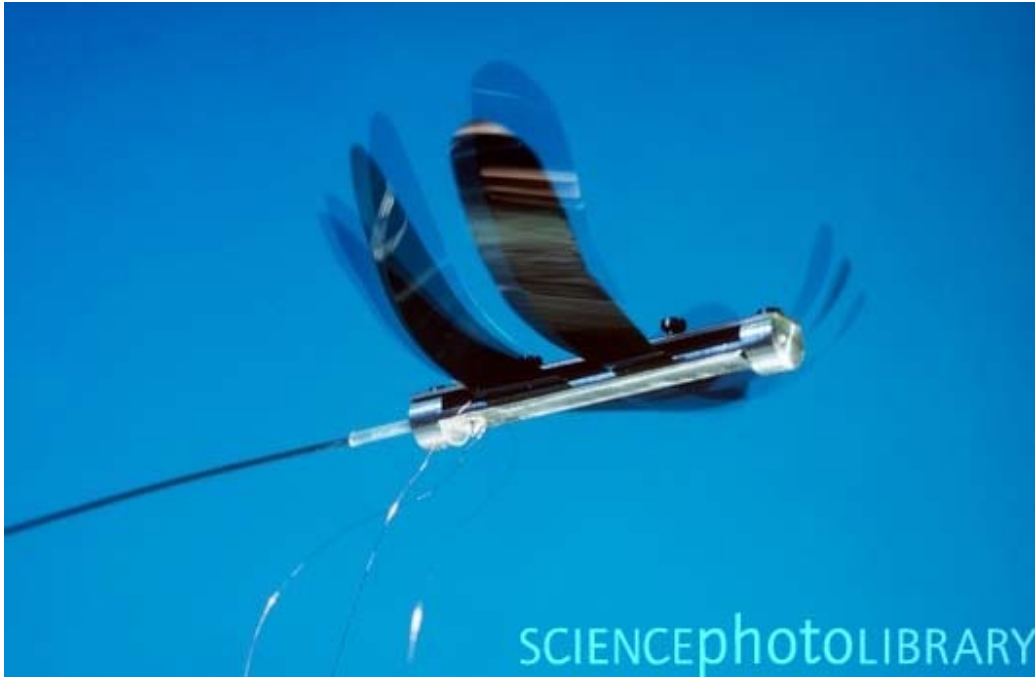
Şekil 1.1’ de ölçeğin solunda yer alan örnekler doğada var olan yapılardır. Sağında bulunanlar ise insan eliyle yapılmış, geliştirilmiş yapılardır. Nanoteknoloji doğadan feyz alarak çalışmalar yapmaktadır.

Nanoteknoloji ve biyoteknolojinin birlikte gelişmesi ve moleküler biyoloji alanındaki çok hızlı bilgi birikiminin bu iki alanı beslemesiyle ortaya nanobiyoteknoloji araştırma alanı çıkmıştır. Bu sayede bu güne kadar mümkün olmayan tanı ve terapötik uygulamalar da artık insanda kullanıma yönelik daha etkin antikanser ve anti-allerjik tedavileri geliştirmek için nanobiyoteknoloji alanında araştırma yapmakta olan bilim insanlarınca geliştirilmeye başlanmıştır. Hücrelerimizdeki bir DNA molekülünün çapının 2nm, kanda dolaşan antikor proteinlerinin tiplerine göre 15-50nm boyutlarında olduğunu düşünürsek, nanobiyoteknolojinin, nanobilim ve tıp alanına yakın gelecekte getireceği yenilik ve açılımlar da kolayca anlaşılabilir (Gürsel, 2006).

Tüm Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de temel amaç, hızla artan nüfusa sağlıklı yaşam koşulları hazırlamaktır. Modern bilim bunu sağlamak için biyolojik olaylara (yaşama) moleküler düzeyde bakmakta, özellikle çok hızlı ve çok sayıda paralel ve/veya art arda devam eden biyolojik reaksiyonları anlamaya ve buradan alacağı bilgiler ile esas olarak yaşam kalitesini artıracak teknolojik gelişmeler sağlamaya çalışmaktadır. Yaşamla ilgili tüm bilgi DNA’dadır. Bu bilgi farklı şekillerde ürünlere (proteinlere başta olmak üzere çeşitli biyolojik moleküller) dönüştürülmekte ve bu çok sayıda (bilinen veya henüz tanımlanmamış) farklı ve özel fonksiyonları olan biyolojik moleküller de yaşamla ilgili birçok fonksiyonu yerine getirmektedir. DNA’da zamanla gelebilecek değişiklikler (mutasyon), yanlış ürün (biyolojik molekül) üretimi nedeniyle biyolojik fonksiyonların bozulmasına ve dolayısıyla çeşitli ve çok önemli hastalıklara yol açabilir. Genetik değişikliklerin ve/veya oluşan biyolojik moleküllerin izlenmesi ile oluşan veya oluşacak hastalıkların izlenmesi, erken tanı ve hastalıkların başlangıçta müdahale ile etkin tedavisinde çok önemlidir. Şüphesiz bu analizlerin doğru/hızlı olarak yapılması birçok bilinmeyen de çözümü demektir ki bu hastalıktan korunmayı hem de doğru tedaviyi sağlar. Biyolojik moleküllerin tanısında kullanılacak en duyarlı ve spesifik yaklaşım, tanıyıcı olarak bu moleküllerin eşleniklerinin (örneğin DNA tek sarmalının eşleniği oligonükleotid, proteinin karşısı antibadi molekülü, vb.) kullanıldığı biyoafinite sistemlerinin (tanı kitleri, biyoçipler, biyosensörler, vb.) uygulanmasıdır (Çıracı, 2006).

Yalnızca fonksiyon bozukluklarının izlenmesi/tanısı şüphesiz yeterli değildir, hastalığın tedavisi de gerekir. Bunun için çeşitli ilaçlar kullanılmaktadır. Yeni eğilim özellikle birçok biyolojik reaksiyonu durduran veya istenilen yönde gitmesini sağlayacak biyolojik moleküllerin (özellikle antibadiler ve diğer proteinler, antisense özellikte oligonükleotidler) ilaç olarak kullanımındır. Bu moleküllerin teknolojik boyutta çok saf ve ekonomik olarak üretimleri gerekir. Genetik bozukluklara dayanan hastalıkların tedavisinde en doğru çözümlerden biri de eksik veya yanlış çalışan genetik bilginin düzeltilmesidir. Bunun için özellikle son yıllarda uygulanmaya başlanan gen terapisinin geleceğin en önemli tedavi yöntemi olacağı düşünülmektedir. Genetik bilginin (DNA fragmanlarının) doğru olarak tanımı, saf olarak üretimi ve doğru olarak aktarılması gerekmektedir (Gürsel, 2006).

Günümüzde modern biyoteknoloji yalnızca tıpta tanı ve tedavi için değil, tarım, hayvancılık, endüstriyel, gıda vb. birçok dalda genetik modifikasyonlar ile ürün türünü, verimliliğini artırmak ve ekonomik üretim olanağı sağlamak yönünde kullanılmaktadır. Bunların doğru yapılması, risklerinin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması için, hem genetik değişimlerin hem de bunların ürünlerinin son derece hassas ve hızlı olarak tanınmasına ve miktarlarının belirlenmesine gereksinim vardır (Kükem, 1995). Gelecek teknolojik ürünler şüphesiz genetik modifiye mikroorganizma, hayvan ve bitki hücreleri, hatta hayvan ve bitkiler olacaktır. Günümüzde bunlar artık bir hayal değildir, gerçekleşmiştir. Geleceğin güçlü toplumları bu teknolojiyi üretenler olacaktır.



Şekil 1.2. Yusufçuk Böceği örnek alınarak tasarlanmış nano robot.

Son beş yıldır birçok ülkenin kalkınma planlarında, araştırma geliştirme faaliyetlerinin öncelikli konuları arasında nanoteknoloji yer almaktadır. Bilim adamlarına göre nanoteknoloji, dünya tarihinin belirleyici teknoloji devrimlerinden birine kapı aralamak üzeredir. Bu alan nano-transistörlerden uzun ömürlü pillere, adrese teslim ilaçlardan bakterilere duyarlı ve kurşungeçirmez akıllı elbiselere, kendini temizleyen boyalardan hidrojen enerjisi ile çalışan otomobillere uzanan geniş bir yelpazeyi içine almaktadır.

Doğada pek çok canlıda nanofonotik yapılara rastlanmaktadır. Bu ve benzer olgular nanoteknolojinin gelişmesinde öncü olmuşlar ve bilim insanlarına ilham vermişlerdir. Başta bilimi, canlıyı, doğayı sevdirmek amacı olan biyoloji eğitimi alanında, bu ve benzeri bilgilere sahip, ilimin yararlı ve ilgi çekici yönlerini takip eden ve gelişmelere doğrudan ya da dolaylı olarak katkıda bulunabilecek öğretmenler yetiştirilmesi gerekmektedir (Köylü ve Bayındır, 2006).



Şekil 1.3. Damar içine bırakılıp insanda sağlık kontrolü yapması amaçlanan mikro denizaltı.

Eğitim insanlık tarihi kadar eski bir olgudur. Eğitim, insanlığın doğuşundan bu yana devletin temel görevleri arasındaki yerini daima korumuştur. Günümüzde de uygarlık düzeyi ne olursa olsun her toplumda devam etmektedir. Öğrenmenin gerçekleştiği her durumda, insan davranışlarını değiştiren bir eğitim sürecinden söz edilir (Tekin, 1993).

Milletlerin yaşama, gelişme ve yükselmesi her şeyden önce onları meydana getiren fertlerin kabiliyetli, bilgili, çalışkan ve iyi ahlaklı olmalarına bağlıdır. Bu nitelikte insanlar yetiştiremeyen milletlerin varlıklarını sürdürmeleri kolay olmamıştır.

İnsan unsurunu ilmi bir şekilde ele alıp işleyen mekanizma eğitim sistemidir. Bu sebeple her ülke kendi eğitim sistemi üzerine önemle eğilme gereği duymuştur (Saracaloğlu, 2000).

Sürekli değişim içinde bulunan dünya, yenilikleri ve gelişmeyi kavrayan, bunun yanında kendi üzerine düşen görevlerin de bilincinde olan bireylere ihtiyaç duymaktadır. Bir toplumun çağdaş toplumlar düzeyine ulaşması için; bilgilerin, inançların ve duyguların bireylere doğrudan aktarılması yeterli değildir.

Günümüzde bireylerden, bilgi tüketmekten çok bilgi üretmeleri beklenmektedir. Çağdaş dünyanın kabul ettiği birey, kendisine aktarılan bilgileri aynen kabul eden, yönlendirilmeyi ve biçimlendirilmeyi bekleyen değil, bilgiyi yorumlayarak anlamın yaratılması sürecine etkin olarak katılanlardır (Yıldırım ve Şimşek, 1999).

Bilginin doğası ve öğrenme, yapılandırmacılığın temel dayanağı olmuştur (Brooks ve Brooks, 1993). Yapılandırmacılık, öğretimle ilgili bir kuram değil, bilgi ve öğrenme ile ilgili bir kuramdır. Bu kuram bilgiyi temelden kurmaya dayanır (Demirel, 2000). Özünde, öğrenenin bilgiyi yapılandırması ve uygulamaya koyması vardır (Perkins, 1999).

Öğrenenlerin bilgiyi nasıl öğrendiklerine ilişkin bir kuram olarak gelişmeye başlayan yapılandırmacılık zamanla öğrenenlerin bilgiyi nasıl yapılandırıdıklarına ilişkin bir yaklaşım halini almıştır. Yapılandırmacılıkta bilginin tekrarı değil, bilginin aktarılması ve yeniden yapılandırılması söz konusudur (Perkins, 1999).

Yapılandırmacı eğitimin en önemli özelliği, öğrenenin bilgiyi yapılandırmasına, oluşturmasına, yorumlamasına ve geliştirmesine fırsat vermesidir. Alışılmış yöntemde öğretmen bilgiyi verebilir ya da öğrenenler bilgiyi doğrudan kitaplardan veya başka kaynaklardan edinebilirler. Ama bilgiyi algılamak, bilgiyi yapılandırmak ile eş anlamlı değildir. Öğrenen, yeni bir bilgi ile karşılaştığında, dünyayı tanımlama ve açıklamak için önceden oluşturduğu kurallarını kullanır veya algıladığı bilgiyi açıklamak için yeni kurallar oluşturur (Brooks ve Brooks, 1993). Bir başka deyişle, yapılandırmacılık çevre ile insan beyni arasında güçlü bir bağ kurmadır.

Yapılandırmacı öğrenmede temele alınan durumlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Bilgiyi ve düşündürme sürecini geliştirme,
2. Geçmişteki yaşantılarla yeni yaşantıları bütünleştirme.,
3. Bilgiyi araştırma, yorumlama ve analiz etme.

Öğrenenin etkin rol aldığı yapılandırmacı öğrenmede sadece okumak ve dinlemek yerine tartışma, fikirleri savunma, hipotez kurma, sorgulama ve fikirler paylaşma gibi öğrenme sürecine etkin katılım yoluyla öğrenme gerçekleştirir. Bireylerin etkileşimi önemlidir. Öğrenenler, bilgiyi olduğu gibi kabul etmezler, bilgiyi yaratır ya da tekrar keşfederler (Perkins, 1999).

Her kazanılan bilgi bir sonraki bilgiyi yapılandırmaya zemin hazırlar. Çünkü yeni bilgiler önceden yapılanmış olan bilginin üzerine inşa edilir. Böylece yapılandırmacı öğrenme var olanlarla yeni olan öğrenmeler arasında bağ kurma ve her yeni bilgiyi var olanlarla bütünleştirme süreci olarak devam eder. Bu süreç, sadece bilgilerin üst üste yığılması olarak algılanmamalıdır. Birey bilgiyi gerçekten yapılandırmış ise kendi yorumunu yapacak ve bilgiyi temelden kuracaktır. Yapılandırmacılık, bilginin biriktirilmesi ve ezberlenmesi değil, düşünme ve analiz etme ile ilgilidir.

Yapılandırmacı öğrenmede asıl olan bilginin öğrenen tarafından alınıp kabul görmesi değil, bireyin bilgiden nasıl bir anlam çıkardığıdır. Bilgi, öğrenenin var olan değer yargıları ve yaşantıları tarafından üretilir. Yapılandırmacılıkta bütün çaba, öğrenmelerin kalıcılığının sağlanması ve bireyde üst düzey bilişsel becerilerin oluşturulmasına katkı getirmektir. Yapılandırmacı yaklaşım temele alınarak gerçekleştirilen öğrenme-öğretme süreçleri geleneksel yaklaşımlara göre bazı farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar öğretim programının öğelerinde de ortaya çıkmaktadır.

Hedefler

Yapılandırmacı yaklaşımı temel alan eğitim programı, öğrenmenin kalıcılığını sağlayacak ve üst düzey bilişsel becerilerini geliştirecek şekilde tasarlanır. Böyle bir yaklaşımda merkezde öğrenci vardır.

Yapılandırmacılık, öğrenenlere öğrenmeyi öğretmekte ve onlar için bilgiyi anlamlı kılmaktadır. Eğitimin yeni hedefi; bilgiyi nasıl ve nerede kullanacağını bilen, kendi öğrenme yöntemlerini tanıyıp etkili bir biçimde kullanan ve yeni bilgiler üretmede önceki bilgilerinden yararlanan bir insan modeli yaratmaktır. Bu hedefe ulaşmada yapılandırmacı yaklaşım önemli bir rol oynamaktadır (Abbott, 1999).

Yapılandırmacı eğitim ortamında hedef, öğrenenin bilgiyi temelden kurmasıdır. Öğrenenler sınıfa yaşantılarıyla gelirler ve öğrenmeye etkin katılarak bilgiyi zihinsel olarak yapılandırırlar. Bu bağlamda öğrenenler kendi düşünce ve yorumlarını geliştirirler. Öğrenme aktarılan belirli bir bilgi kümesini almayı değil, öğrenenlerin etkili düşünme, usa vurma, sorun çözme ve öğrenme becerilerini kazanmasını içerir (Alkan ve diğerleri, 1995).

Yapılandırmacı öğrenmeyi temele alan program tasarımcıları “Bireylere ne öğretilmeli?” sorusu yerine “Neyi, nasıl öğrenir?” sorusuyla ilgilenirler. Yapılandırmacı tasarımcılar, program geliştirmeye bireylerin var olan bilgilerini ortaya çıkarmalarına yardımcı olacak bir çalışma ile başlarlar (Seiley, 1999).

Yapılandırmacı öğrenmede amaç, öğrenenlerin önceden belli bir hiyerarşiye göre belirlenmiş hedeflere ulaşmalarına yardımcı olmak değil, öğrenenlerin bilgiyi zihinsel olarak anlamlandırmaları için öğrenme fırsatları sağlamaktır (Wilson, 1997). Öğrenenlerin sahip olduğu bilgi birikimi farklılık gösterdiğinden, yapılandırmacılıkta tek doğru yerine, iki birey aynı kavrama farklı anlamlar yükleyebilir. Bu nedenle hedefler kesin olarak belirlenemez. Sadece öğrenenlerin ulaşmaları beklenen genel hedefler vardır. Davranışlar daha genel bir şekilde hedef ifadelerinin içinde yer almaktadır (Holloway, 1999).

Hedefler öğretmen ve öğrencinin ortak kararı ile belirlenir. Bu kararlara öğrencilerin katılması, öğrenenin hedefe ulaşma isteğini arttırır (Ülgen, 1994).

Öğrenme Yaşantıları

Öğrenme yaşantıları eğitim durumlarının düzenlenmesi, kazandırılması planlanan öğrenme yaşantılarının bir düzeneğe göre sıralanmasıdır. Program geliştirme sürecinde, yapılandırmacı tasarımcılar, öğretmeden çok öğrenme ortamlarını tasarlamaya odaklandıklarından, öğrenme yaşantılarının düzenlenmesine daha fazla önem veriler (Erdem, 2001).

Yapılandırmacı yaklaşımda eğitim programında içerik olup olmamasından çok öğrenenin süreç içinde içerik ile etkileşimde bulunma ve onu anlamlandırabilmesi önemlidir. Öğrenenlerin ortak ilgilerinden ortak içerik belirlenir. Öğrenme yaşantıları konuların ya da alanların önceden belirlenmiş şekline göre değil, bireyin içinde bulunduğu ortama göre düzenlenir (Erdem, 2001).

Yapılandırmacı öğrenmede, kullanılan stratejiler şunlardır: Drama, proje çalışmaları, tasarımıyla öğrenme, öğretmekle öğrenme, işbirlikli öğrenme (Wilson, 1997).

Öğrenenler yeni öğrendikleri ile geçmiş yaşantılarında kazandıkları bilgileri bütünleştirmek ve bilgiyi anlamlandırmak için tekrar, anlamlandırma ve örgütlenme stratejilerinden yararlanabilirler.

Yapılandırmacı öğrenme ortamının temel ögesi öğrenendir. Öğrenenler demokratik bir sınıf ortamında günlük yaşam problemlerinin karmaşıklığını çözerek yaşam boyu kullanacakları bilgilerini oluştururlar. Yapılandırmacı yaklaşımda sınıf ortamı, öğrenenleri öğrenmeye motive etmek ve öğrenenlerin konuya ilgisini çekmek için öğrenmeye uygun olarak düzenlenir. Bu düzenlemenin nasıl olacağına öğretmen ve öğrenenler birlikte karar verirler.

Yapılandırmacı yaklaşımda eğitim ortamı bilgilerin aktarıldığı bir yer değildir. Öğrenmenin öğrencinin entellektüel etkinlikleriyle sağlandığı, sorgulamaların ve

araştırmalarının yapıldığı, düşünme, usa vurma, sorun çözme ve öğrenme becerilerinin geliştirildiği bir yerdir.

Öğrencilerin bağımsız düşünme ve problem çözme yeteneklerini geliştirmek amacıyla öğrenme-öğretme sürecinde özel bir iletişim biçimi benimsenir. Bu iletişim biçiminde öğrencilere “Bu konu ile ilgili olarak ne düşünüyorsunuz?”, “Niçin böyle düşünüyorsunuz?”, “Nasıl bu sonuca ulaştınız?” gibi sorular yöneltilir. Öğrencilere “evet” ve “hayır” yanıtı gerektiren sorular yöneltmekten özellikle kaçınılır.

Yapılandırımacı eğitim ortamları, bireylerin öğrenme ortamıyla daha fazla etkileşimde bulunmalarına, dolayısıyla zengin öğrenme yaşantıları geçirmelerine olanak sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Böylece bireyler, daha önceki öğrendiklerini sınama, yanlışlarını düzeltme ve hatta önceki bilgilerinden vazgeçerek yerine yenilerini koyma fırsatı elde ederler (Yaşar, 1998).

Yapılandırımacı anlayış bilinçli, yaratıcı, araştıran, soruşturan, neyi, nereden ve niçin öğrendiğini bilen, kendi teknolojisini üretebilen öğrenenleri gerektirir. Yapılandırımacılıkta teknoloji etkin öğrenme, amaçlı öğrenme, özgün öğrenme ve işbirlikli öğrenme amacıyla kullanılır (Jonassen, Peck ve Wilson, 1999).

Etkinlik, hedef davranışlara ulaşma amacıyla öğrenme-öğretme sürecini zenginleştiren ve öğrenmelerin kalıcılığını artıran sınıf içi-dışı faaliyetlerdir (Şahan, 2000). Öğrenenler, bilgiyi yapılandırmada her konuya, alana ya da öğrenene göre düzenlenmiş olan farklı etkinliklerde yer alırlar.

Yapılandırımacılık yaklaşımında amaç, öğrenenlerin ne yapacaklarını önceden belirlemek değil, bireylere araçlar ve öğrenme materyalleri ile öğrenmeye kendi istekleri doğrultusunda yön vermeleri için fırsat vermektir (Erdem, 2001).

Öğretmenin Rolü

Yapılandırımacı öğrenmeyi temel alan bir eğitim programının başarılı olabilmesi için, programı uygulayan öğretmenlerin birtakım niteliklere sahip olması gerekir.

Yapılandırmacı öğretmen açık fikirli, çağdaş, kendini yenileyebilen, bireysel farklılıkları dikkate alan ve alanda da çok iyi olmanın yanında, bilgiyi aktaran değil uygun öğrenme yaşantılarını sağlayan ve öğrenenlerle birlikte öğrenen olmalıdır (Selley, 1999).

Yapılandırmacı öğretmen; bireye uygun etkinlikler yaratma, öğrenenlerin hem birbirleri ile hem de kendisi ile iletişim kurmalarını cesaretlendirme, işbirliğini teşvik etme, öğrenenlerin fikir ve sorularını açıkça ifade edecekleri ortamları oluşturma gibi rolleri yerine getirmek durumundadır (Brooks ve Brooks, 1999).

Öğretmen, öğrenenlerin bireysel farklılıklarına uygun seçenekler sunar, yönergeler verir, her öğrenenin kendi kararını kendisinin oluşturmaya yardımcı olur. Bu noktada öğretmen yol gösterici ve rehberdir. Öğretmenler, problemi öğrenenler için çözmek yerine öğrencinin çözümlemesi için ortam hazırlarlar (Brooks ve Brooks, 1999).

Öğretmen düşündürücü sorular sorarak öğrenenleri araştırmaya ve problem çözmeye teşvik eder. Öğretmen, öğrenene soru sorar ama neyi ya da nasıl düşüneceğini söylemez. Yapılandırmacı öğretmen pusula gibidir, öğrencinin nereye gideceğini söylemez fakat yolunu bulmasına yardımcı olur (Brooks ve Brooks, 1999).

Öğretmen otorite değil sınıf içinde gözlemcidir. Yapılandırmacılıkta sınıf yönetimi emir verme ya da zor kullanma ile yapılmaz. Denetim dolaylı, duygusal ve zihinseldir.

Öğrencinin Rolü

Yapılandırmacı öğrenme, öğrenenin kendi yetenekleri, güdülleri, inançları, tutumu ve tecrübelerinden edindikleri ile oluşan bir karar verme sürecidir. Birey öğrenme sürecinde seçici, yapıcı ve etkindir (Ülgen, 1994).

Öğrenmenin kontrolü bireydedir. Öğrenmeye öğretmeniyle birlikte yön verir. Öğrenenlerin önceki yaşantıları, öğrenme stilleri, bakış açıları ve hazır bulunuşluk

düzeyleri öğrenmelerine yön veren etmenlerdendir. Öğrenen kendi kararlarını kendi alır (Brooks ve Brooks, 1993).

Birey, zihinsel özerkliğini kullanarak öğrenme sürecinde etkili rol almak için eleştirel ve yapıcı sorular sorar, diğer öğrenenlerle ve öğretmenle iletişim kurar, fikirleri tartışır. Öğrenen, öğrenme ortamlarındaki öğretici sorularıyla diğer bireylerin gelişimine de katkıda bulunur (Lif ve diğerleri, 1996).

Yapılandırma sürecinde birey, zihninde bilgiyle ilgili anlam oluşturmaya ve oluşturduğu anlamı kendisine mal etmeye çalışır. Bir başka deyişle, bireyler öğrenmeyi kendilerine sunulan biçimiyle değil, zihinlerinde yapılandıkları biçimiyle oluştururlar (Yaşar, 1998).

Mücadeleci, meraklı, girişimci ve sabırlı olmak, yapılandırmacı öğrenmede bulunması gereken kişisel özelliklerdir. Öğrenenler bilgiyi araştırıp keşfederek, yaratarak, yorumlayarak ve çevre ile etkileşim kurarak yapılandırır. Böylece, içerik ve süreci aynı zamanda öğrenirler. Yapılandırıcı öğrenme ortamlarında sorumluluğunu yerine getiren bireylerin girişimci olma, kendini ifade etme, iletişim kurma, eleştirel gözle bakma, plan yapma, öğrendiklerini yaşamda kullanma gibi özelliklere sahip olması beklenir (Marlowe ve Page, 1998).

Öğretim ise eğitimin bir parçasıdır. Erden (1998), öğretimi okullarda yapılan planlı, kontrollü, örgütlenmiş öğretme faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle eğitim, öğrenmenin olduğu her durum için söz konusudur (Küçükahmet, 1989). Öğrenme ise bireyin olgunlaşma seviyesine göre yaşantıları aracılığıyla ya da çevresi ile etkileşimi sonunda, yeni davranışlar kazanması veya eski davranışını değiştirmesi sürecidir (Means, 1968).

Yapılandırmacı yaklaşımın bu özellikleri eğitim alanında yeni gelişmelere önderlik edebilir. Öncelikle bu özelliklerin, öğrencileri öğrenme ortamında pasiflikten kurtarıp, bağımsız düşünebilen ve problem çözebilen bireyler haline getirmesi beklenir. Bireyler ezbere ve hazır bilgileri kullanmaya değil, düşünmeye

yönlendirildiğinden bilişsel yönü gelişir; böylece, öğrenen öğrenmeyi aşılması zor yüksek bir duvar olarak değil, keşfedilmeyi bekleyen gizemli bir dünya olarak görür. Bu da öğrencilerin motivasyonunu artırarak bireyleri yeni öğrenme etkinliklerine yönlendirir (Şaşan, 2002).

Bu bilgiler doğrultusunda biyoloji eğitiminin kapsamını ve amacını kavrayabilmek için biyoloji kavramının açıklanması gereklidir.

İnsanın içinde yaşadığı çevreyi canlı ve cansız varlıklar oluşturur. İnsanın kendisi de canlı bir varlıktır. Fen bilimleri içerisinde yer alan biyoloji bilimi, canlı varlıkların incelenmesiyle uğraşır. “Biyoloji” terimi Yunancadaki bios (canlı) ve logos (bilim) kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur (Çilenti, Özçelik, 1991).

Biyoloji, Lise I biyoloji ders kitabında canlıların yapısını, çeşitliliğini, vücutlarında gerçekleşen temel yaşam olaylarını, büyüme ve gelişmelerini, davranışlarını, birbirleriyle ve çevreleriyle olan ilişkilerini ve yeryüzüne dağılışlarını konu alan bir bilim dalı olarak tanımlanmaktadır. Biyoloji her canlı türünü özel olarak inceler ve bu incelemelerden insanların yararlanabileceği sonuçlar çıkarır. Bu sonuçlar bazen yeni teknolojilerin bazen de tıpta yeniliklerin doğmasına yol açar (Güven, Kıvanç, Yel, 2001).

Bugün Türkiye’deki sorunların büyük çoğunluğu biyolojik kökenlidir. Atılan her adımda olayların biyolojik etkisi düşünülebilseydi, nüfus patlamasından, çevre kirliliğinden, kalıtsal hastalıklardan, beslenme bozukluklarından meydana gelen sorunların büyük bir kısmı ortaya çıkmamış olacaktı. Ortamı hem sağlıklı tutmak hem de gerekli üretimi elde etmek bilinçli bir biyoloji eğitimi gerektirmektedir. Bunun için biyoloji bilimi, eğitim sistemimiz tarafından yaşamın hatta kültürümüzün vazgeçilmez bir ögesi olarak işlenmelidir (Demirsoy, 1993).

Fen bilimleri içerisinde yer alan biyoloji bilimi, bilgi ve kavramayı gerektiren yaşamla ilgili önemli konuları içerir. Biyoloji sayesinde bireyler, kendilerinin ve

ailelerinin gelişimi, beslenmesi, sağlığı, çevresi ve dünyada olan pek çok önemli ve ilginç gelişmeyi anlayabilmektedirler (Ohlsson ve Ergezen, 1997).

Biyoloji eğitimi öğrencilerin vücutlarının işleyişiyle ilgili, çevreleriyle ilgili temel bilgileri veren ve bu bilgilerle birçok soruna çözüm getirebilme olanağı sağlayan bir eğitimidir. Özellikle biyoloji konuları içerisinde yer alan moleküler biyoloji, genetik mühendisliği ve biyoteknoloji konularında yapılan yeni çalışmalar ve gelişmeler güncel kalabilmek adına biyoloji eğitiminin sürekli kılınmasını gerektirmektedir. Kısaca biyoloji eğitimi, kişilerin daha üst düzey yaşam koşullarına ulaşmak için yaptıkları ve yapacakları faaliyetler için mihver taşı gibi nitelendirilebilir. Aksi takdirde Demirsoy'un da ifade ettiği gibi ortaya yaşamımızı derinden etkileyen birçok problem çıkabilir.

Bireylerin karşılaşacakları biyoloji, sağlık ve çevre ile ilgili problemlere en doğru yoldan yaklaşıp onları çözümleyebilmeleri için, biyoloji eğitiminin öğrencilere mümkün olan en iyi ve doğru bilgileri verecek, onlara uygulamalar yaptıracak şekilde olması ve bu şekliyle ortaöğretim programları içinde yer alması gerekmektedir. Biyoloji ve sağlık bilgisi, eğitimde hedef kişilere uygun zamanda uygun davranışı yapma ve zararlı davranışlardan kaçınma becerisini kazandırır nitelikte olmalıdır (Tunç, 1999).

Bir ülkenin kalkınmasında, toplumun ferah ve huzur içerisinde yaşamasında en önemli katkıyı eğitimin yaptığı herkes tarafından kabul edilen ve üzerinde tartışılmayan bir gerçektir. Eğitim düzeyinin düşük olduğu hiçbir toplum yoktur ki, dünyada saygın bir yeri olsun ve dünyayı yönlendiren gelişmiş ülkeler arasında yer alabilsin. Aynı şekilde eğitim düzeyi yüksek olan hiçbir ülke de gelişmemiş ya da kalkınmamış toplumlar arasında yer almaz. Bu nedenle gelişmiş ülkelerin her alandaki başarılarının arkasında, mutlaka eğitime verdikleri önem ve insana yaptıkları yatırım yer almaktadır. Bu açıdan bakıldığında uluslar arasındaki yarışın, aslında bir eğitim yarışı olduğu ve eğitime yatırım yapan ulusların bu yarışı kazandıkları ya da yapılan farklı alanlardaki yarışlarda her zaman ön sıralara geldikleri görülmektedir (Çeliköz, 2004).

Eğitimin başarısında sistemin en temel ögesi olan öğretmen unsuru yer almaktadır. Çünkü eğitimin verimli ve etkili olabilmesi, amaçların en üst düzeyde gerçekleşmesi sistemin uygulayıcısı olan öğretmenin niteliğine bağlıdır. Bir toplumu ve toplumu oluşturan bireyleri şekillendiren, onların esas mimarı öğretmenlerdir. Bu nedenle toplum, içerisinde yetiştirilmiş nitelikli öğretmenler kadar iyi olabilecektir (Büyükalın, 2004).

Öğretmen kavramı Türk Dil Kurumu Sözlüğü'nde, mesleği bir bilim dalı, sanatı ya da teknik bilgiyi öğreten kimse olarak tanımlanmaktadır.

Öğretmenlik mesleğinin yasal tanımı 1973 yılında yürürlüğe giren 1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanunu 43. maddesinde yapılmıştır. Buna göre; öğretmenlik, devletin eğitim, öğretim ve bununla ilgili yönetim görevlerini üzerine alan bir ihtisas mesleğidir ve öğretmenler bu görevini, Türk Milli Eğitimi'nin amaçlarına ve temel ilkelerine uygun olarak yürütmekle yükümlüdürler. Öğretmenlik mesleğine hazırlık genel kültür, özel alan eğitimi ve pedagojik formasyon ile sağlanmaktadır.

Bilmek, bildiklerini aktarmak için tek yeterlilik değildir. Anlatıma renk katan öğeler, sorgulayan ve sorgulatan bir anlayış bilimi seven bireyler yetiştirmeye yardımcı olacaktır.

1.1. Problem Durumu

Nanobiyoteknoloji günümüzün en hızlı gelişim gösteren alanlarından biridir. Bilim çevrelerince gelişme göstermesi beklenen alanların başında biyoloji ve sağlık bilimleri gelmektedir.

Tüsiad Rekabet Stratejileri Dizisi'nde yer alan "Uluslararası Rekabet Stratejileri : Nanoteknoloji ve Türkiye" konulu rapor kapsamında, nanoteknolojinin Türkiye'ye nasıl bir değer sağlayabileceği, bunun için nasıl bir süreç izlenmesi gerektiği ve nanoteknoloji ürünlerinin hayata geçirilmesi ile ilgili yol haritası önerisi oluşturulmuştur. Yapılan çalışma ve çalıştay sonucunda "Türkiye'de nanoteknoloji

sanayii nasıl oluşur?” sorusuna verilen yanıtlardan aşağıdaki altı konu öne çıkmaktadır:

1) Nanoteknoloji alanında gerekli altyapının kurulması: Türkiye önemli bir kurumsal kapasite, yüksek teknoloji ürünler ve cihazlar, bilim adamı, sanayi-finans ve yatırımları gibi teknoloji altyapısı eksikliği ile karşı karşıyadır. Bu anlamda Türkiye’nin potansiyelini en iyi şekilde değerlendirebileceği ve rekabet edebileceği öncelikli stratejik alanların belirlenmesi ve bu yönde altyapı ihtiyacının en kısa zamanda tamamlanması gerekmektedir.

2) Finansman kaynaklarının oluşturulması: Hem gerekli altyapının kurulması hem de projelerin sürdürülebilir olması için proje destekleri, bilimsel, kurumsal ve eğitim alanında yatırımlar ile yüksek teknoloji cihazların sağlanabilmesi için önemli bir finansmana ihtiyaç vardır. Bu finansmanın sağlanabilmesi için hem kamu hem de sanayi Ar-Ge desteklerine, hem de uluslararası desteklerin Türkiye’deki projelere kanalize edilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

3) Araştırmaları yürütecek bilim adamlarının yetiştirilmesi: Nanoteknolojinin gerektirdiği disiplinler arası iletişime ve çalışmalara açık, çalışmaların gerektirdiği bilimsel altyapı sahibi ve sürekli bilimsel yenilenmeye ve gelişmeye uyum sağlayabilecek bilim adamlarının yetiştirilmesi ve nanoteknoloji konusunda çalışmalara teşviki gerekmektedir. Kısa ve uzun vadede ortaya konacak hedeflerle, hem yüksek öğretim ve ileri araştırmalar seviyesinde, hem de ilköğretimden başlayarak bilinçli ve yetkin bir bilim adamı yetiştirme süreci doğrultusunda adımlar atılmalıdır.

4) Gerekli işbirliği mekanizmalarının kurulması: Nanoteknoloji çalışmalarının etkin bir şekilde yapılabilmesi, kaynakların ve potansiyelin en verimli şekilde kullanılabilmesi için hem ulusal hem de bölgesel seviyede etkin bir iletişim ve yönetim mekanizması kurulması gerekmektedir. Siyasal alan, sanayi ve akademi arasında kurulacak etkin bir işbirliği mekanizmasıyla hem nanoteknoloji çalışmalarının finansmanı ve desteklenmesi, hem ortaya çıkarılan fikir ve ürünlerin

ticari bir değere dönüştürülmesi ve son aşamada da toplumsal ticari bir değere dönüştürülmesi sağlanmalıdır.

5) Toplumun tüm katmanlarında bilinçliliğin artırılması: Toplumsal seviyede teknolojik gelişmelerin ve yeniliklerin nasıl algılandığı, bunların uygulanabilirliğini etkileyecek önemli bir faktördür. Bu nedenle, en geniş anlamıyla halk seviyesinde ve belki daha da önemlisi sanayi ve politika yapıcılarının nanoteknoloji konusunda bilinçlenmesi, gelişmeleri ve çalışmaları hızlandıracak ve istenilen seviyeye ulaşılmasını sağlayacak önemli itici güçlerden birisidir.

6) Tüm bu sistemin etkin bir şekilde çalışmasını ve desteklenmesini sağlayacak gerekli kuruluş ve yasaların ortaya çıkarılması: Altyapı kurulumu, finansman desteklerinin sağlanması, bilim adamlarının yetiştirilmesi, işbirliklerinin ortaya çıkarılması ve bilinçliliğin sağlanması gibi önemli adımlar atılmalı, hem ulusal hem de bölgesel seviyede yönetimi güçlendirilmeli ve bunların sürekli olmasını sağlayacak yasa ve kurumlarla desteklenmelidir.

Yukarıda belirtilen, özellikle 3. ve 5. maddeler problemin temelini yansıtmaktadır. Bilinçlendirme ve bilgilendirme amacıyla biyoloji öğretimi içerisinde nanobiyoteknoloji konusunun olması gerekmektedir.

Türkiye’de fen programlarının, çağın gelişmelerine uygun olarak hazırlanması çabası 1950’li yılların sonlarına rastlamaktadır. Konuların ağır bir biçimde işlendiği klasik öğretim programları bir yana bırakıldığında, modern programları oluşturma ve yayma çalışmaları, ülkemizde biyoloji öğretimi alanında yapılmış nitelikli çalışmalardır (Yılmaz ve Soran, 1999).

Bugünkü biyoloji müfredatının amaçları gelişmiş ülkelerin müfredatlarına benzediği halde, müfredatın uygulanması, öğretim hedeflerinin eksikliği, etkisiz öğretim metotları, yetersiz öğretmen hazırlıkları ve kalabalık sınıflar gibi nedenlerden dolayı halen etkili uygulanamamaktadır.

Biyoloji öğretim programı günün gerek ve koşullarına uygun olmalıdır. Bilimsel gelişmeler takip edilmeli ve program her yıl gözden geçirilerek bu yeni gelişmeler programa dahil edilmelidir. Bu da ülkenin durumunu ve ihtiyaçlarını çok iyi bilen program geliştirici ve planlayıcılar tarafından hazırlanmalıdır.

Biyoloji öğretmenliği anabilim dalı programı dahilinde bu gelişmelere kayıtsız kalınması beklenemez. Bu alanda eğitim gören kişilerin gelişen teknolojiyi, yapılan çalışmaları bir program dahilinde almaları sağlanabilir. Böylece hem bilim yapmanın nasıl bir olgu olduğu kavratılır hem de bilim okuryazarı olması sağlanır.

Öğretmenlik müfredat programları ile sınırlı kalamayacak bir meslektir. Yeni yetişecek nesillere gelecekleri ile ilgili doğru bilgiler sunmak, doğru mesleklere yönlendirebilmek için gelişen teknolojiyi takip eden öğretmenler yetiştirmek gerekmektedir.

1.2. Problem Cümlesi

Üniversitelerin eğitim fakültelerinde öğrenim gören biyoloji eğitimi anabilim dalı öğrencilerinin nanobiyoteknoloji eğitimi nasıldır?

1.3. Alt Problemler :

Biyoloji öğretmen adaylarının;

1. Cinsiyetlerine bağlı olarak nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Cinsiyetlerine bağlı olarak nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Mezun oldukları ortaöğretim kurumuna bağlı olarak nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Mezun oldukları ortaöğretim kurumuna bağlı olarak nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

5. Sınıf düzeylerine bağlı olarak nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

6. Sınıf düzeyine bağlı olarak nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

7. Akademik başarıları ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

8. Akademik başarıları ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Hipotezler

Biyoloji öğretmen adaylarının;

1. Cinsiyetleri ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

2. Cinsiyetleri ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

3. Mezun oldukları ortaöğretim kurumu ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

4. Mezun oldukları ortaöğretim kurumu ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

5. Sınıf düzeyleri ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

6. Sınıf düzeyleri ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

7. Son dönem not ortalamaları ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

8. Son dönem not ortalamaları ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.

1.4. Araştırmanın Önemi

“Nano” terimi, bir şeyin bir milyarda biri anlamına gelmektedir. “Nanoteknoloji”, “nanobilim” gibi başında “nano” öneki bulunan terimler, “nanometre” teriminden gelmektedir. Temel olarak nanometre, diğer ölçüm skalaları gibi bir ölçüm skalasıdır. Bir nanometre, aşağı yukarı orta boyutta bir molekülün, örneğin 60 karbon atomu içeren bir molekülün boyutundadır (Sharifzadeh, 2006).

“Nanobilim”, nanometre ölçeğinde madde ve enerjiyi inceleyen bilimdir. Önemi, nanometre ölçeğinde fizik kurallarının farklı işlemlerinden ve maddeyle enerjinin bu ölçekte farklı özellikler taşımalarından kaynaklanmaktadır. Parçacıklar yeterince küçük olduklarında ve nanoparçacıklar olarak nitelendirilebildiklerinde, mekanik özellikleri ve ışıkla diğer elektromanyetik ışınlamaların bunlarla etkileşimi değişir. Nano ölçekteki malzemeler, kütsel malzemenin özelliklerinden ya da malzemenin moleküler haldeki özelliklerinden çok farklı olan yeni özelliklere sahiptirler. Yüzey davranışı, kütsel malzeme davranışlarını baskılar. 100 nanometreden daha küçük boyutta olan malzemeler, kütsel halde olan malzemelere göre toplam hacimlerine göre çok büyük oranda yüzeye sahiptirler. Örneğin, 3-5 nanometreye kadar boyutu olan malzemelerde, atomların üçte biri yüzey atomlarıdır. İnsan saçının bir telinin genişliğinde olan bir elementte ise, elementin atomlarının yalnızca çok küçük bir miktarı yüzeyde bulunmaktadır. Bu özellik sebebiyle, üç-beş nanometre aralığında olan nanoparçacıkları, katıdan çok gaz parçacıkları halindedir. Bu fazladan açıkta olan yüzey, elementlerin ve nanoparçacıkların birbirleriyle olan etkileşimlerini etkiler. Böylece, kompozit malzemelerde nanoparçacıkların kullanımı, bunların sertliğini artırabilir ve/veya ağırlıklarını düşürebilir, kimyasal ve termal dayanırlıklarını artırabilir ve ışıkla diğer ışımlarla olan etkileşimlerini değiştirebilir.

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

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

Buna göre nanobilim, en az bir boyutun nano ölçekte olduğu malzemelerin ve/veya proseslerin, biyoloji, kimya, fizik ve sayısal bilim gibi çeşitli disiplinlerde incelenmesini gerektirir. Böylece, “nihayetle ayrı disiplinler olarak nanobilim ve nanoteknoloji konuları yok olabilir, çünkü tek bir bilim alanından çok, bir araştırma ve uygulama biçimini tarif etmektedirler” (Niyogi ve Haddon, 2004 ve Sharifzadeh, 2006).

Nanoteknoloji, nanobilimin buluşlarının gerçek hayattaki uygulamalarıyla ilgilidir. Nanoteknolojinin etkisi o kadar yaygındır ki, fazlasıyla kesin bir tanım, asıl kapsamı gerçekçi olmayan bir şekilde resmedebilir. Bu nedenle, İngiltere Ticaret ve Endüstri Bakanlığı (DTI) gibi bazıları, bu alanı basitçe “nanoteknoloji bir şeyleri meydana getirmenin yeni yollarıyla ilgilidir” şeklinde tanımlamaktadır. Nanoteknoloji, daha fazla işlevi olan, daha az hammadde ve daha az enerji tüketen, daha küçük, daha ucuz, daha hafif ve daha hızlı cihazların üretiminin önünü açmaktadır (DTI, 2002 ve Sharifzadeh, 2006). Yani nanoteknoloji, özel bir bilim ya da mühendislik alanından çok, birçok teknolojinin, prosesin ve tekniğin toplamıdır.

Nanoteknolojinin en fazla başvuru alan ve nano-boyut paradigmasını da dahil eden tanımı, ABD “Ulusal Nanoteknoloji Adımı” (NNI) tarafından sağlanmıştır. NNI, nanoteknolojiyi şöyle tanımlamaktadır:

Nanoteknoloji, aşağı yukarı 1 – 100 nanometre aralığında olan boyutlardaki maddenin incelenmesi ve işlenmesidir. Bu boyutlarda yapılan bu çalışmalarda gerçekleşen benzersiz fenomenler, yepyeni uygulamalara olanak sağlamaktadır. Nano-boyuttaki bilimi, mühendisliği ve teknolojiyi kapsayan nanoteknoloji, maddenin bu boyut ölçeğinde görüntüleme tekniğini, ölçümünü, modellemesini ve manipülasyonunu içermektedir. Nano-boyutta, malzemelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri, tek tek atomların ve moleküllerin ya da kütleli haldeki malzemenin özelliklerinden temel olarak ve yararlı bir yönde farklı olmaktadır. Nanoteknoloji alanında AR-GE, bu yeni özelliklere sahip olan gelişmiş malzemeler, aygıtlar ve sistemlerin anlaşılması ve yaratılmasına yönelmiştir (NNI, 2004 ve Sharifzadeh, 2006).

Nanoteknolojinin NNI tanımı genellikle araştırmacılar kadar nanoteknolojiyle uğraşan diğer otoriteler tarafından da kabul edilmektedir. Ayrıca bu tanım, nanoteknoloji alanında AR-GE'nin ana planı olarak da kabul edilmektedir. "Nanoteknoloji" terimi, bu terime aşina gelişmiş ülke toplumları için genellikle "çok küçük boyutlu şeylerle" ilgilendiği, "kan akışındaki denizaltı robotlarla ilgili olduğu" şeklinde bir anlam ifade eder. Sonuncu ve en popüler olan görüş ise, aslen K. Eric Drexler'in, "atom ve moleküllerin kendiliğinden düzenlenen (self-assembly) mekanizmalar gibi davranarak nano-boyutta üretim görevlerini yerine getirmeleri" iddiasına dayanır (Drexler, 1986 ve Maclurcan, 2005).

Ancak günümüzde, fazla sözü edilmemekle beraber, dünya çapında kabul edilen genel görüşe göre "nanoteknoloji", Drexler'in görüşlerinden bağımsız olarak gelişmekte olan bir alandır. Ama bilimsel topluluğun itirazları sonucunda, Drexler, nanoteknoloji konusundaki anlayış ve düşlerini moleküler imalat olarak yeniden adlandırmıştır. Böylece, 21. Yüzyılda nanoteknoloji, atomik ve moleküler düzlemde iş kapsamı nedeniyle moleküler imalata benzer olmakla beraber, temelde nano-boyutlu maddede sergilenen ve boyuta dayalı olgulardan kaynaklanan yenilikleri incelemeye odaklanmış olan uygulamalı bilime dayanmaktadır. Yaklaşık olarak 50 nanometrenin altındaki boyutlarda bir madde söz konusu olduğunda, "kuantum fiziği kanunları" geleneksel fizik kurallarının yerini alır. Bunlar bir maddenin iletkenliğinde, elastisitesinde, reaktifliğinde, sertliğinde, renginde ve sıcaklıkla basınca olan dayanıklılığında değişimlere neden olurlar (ETC Group 2003 ve Maclurcan, 2005). Bu tür değişimler ise, nanoteknolojinin daha küçük, daha hızlı, daha 'akıllı', daha ucuz, daha güvenli, daha temiz ve daha kesin çözümlere olanak sağlayacağı tüm endüstriyel sektörler için yararlıdır (Morrison, 2004, Harper, 2003 ve Merkle, 1997).

Atomlar ve moleküller evrendeki herşeyin temel yapıtaşlarıdır ve "şeylerin" bu yapıtaşları tarafından nasıl inşa edildikleri, özelliklerini ve birbirleriyle olan etkileşimlerini belirlemede büyük önem taşır. Nanoteknoloji, tek tek atomların, moleküllerin ya da molekül kümelerinin kendiliğinden düzenlenmelerine etki ederek, yeni ya da oldukça farklı özellikteki malzemeler ve aygıtlar yaratmayı amaçlar. Nanoteknoloji sayesinde farklı imalat yolları geliştirilebilir. Yukarıdan aşağıya doğru olan yaklaşım, en küçük yapıların dahi boyutunu nano-boyuta indirgemeyi olanaklı

kılar ve özellikle, ilk uygulamalarından biri fotonik olan nano-elektronikle nano-mühendislikte etkileri görülebilir. Aşağıdan yukarıya doğru olan yaklaşım ise tek tek atomları ve molekülleri nano-yapılar oluşturacak şekilde manipüle etmeyi içerir ve daha çok kimyaya ya da biyolojiye benzemektedir (Luther, 2004).

Bilimsel topluluk genellikle, nano-ölçeğin öneminin ilk kabul edilmesini, Nobel ödüllü fizikçi Richard Feynman'ın 29 Aralık 1959'da, Amerikan Fizik Topluluğu'nun Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde (Caltech) gerçekleştirilen yıllık toplantısında verdiği konuşmaya dayandırır. "Temelde yeterince boş yer var" başlıklı tarihsel konuşmasında Feynman, ilk kez malzemelerin ve aygıtların nanometre aralığındaki özelliklerinin, gelecekte fırsatlara olanak tanıyacağını ve başka birçok şeyle birlikte, örneğin Brittanica Ansiklopedisi'nin 24 cildinin tamamını bir kalem ucuna yazıp sığdırılabileceğini ileri sürdü. Feynman ayrıca, atomları ve molekülleri manipüle etme yeteneğini elde etmek için tekrarlamalı minyatürcülükten geçmeyi önerdi. Bu, onda-bir ölçekte olan bir makine araçları setini geliştirerek, daha sonra bunları, yüzde-bir ölçekte olan sonraki kuşak makine gereçlerini geliştirmek ve çalıştırmak için kullanarak, bu şekilde devam ederek de nihayet atomların ve moleküllerin dahi manipüle edilebileceği bir safhaya gelene kadar devam ederek gerçekleşecekti. Özetle, bu tarihi konuşmasında Feynman, "*Vurgulamak istediğim şey, bir şeyleri küçük ölçekte manipüle etmek ve kontrol etmektir*" demiştir (Feynman, 1959 ve Sharifzadeh, 2006).

Dr. Richard Feynman, geleceğin bilim insanlarının ve mühendislerin atom ve moleküllerden karmaşık yapılar inşa edebileceklerini tahmin etmiştir. Ancak, "nanoteknoloji" terimi 1974 yılına kadar, Norio Taniguchi adındaki bir Japon araştırmacının mikrometre ölçekteki mühendislikle, yeni ortaya çıkmakta olan ve üstün duyarlılıklı mekanik işleme ve alt mikro-metre aralığında yüksek kalitede malzemelerin işlenmesini içeren alan arasında ayırım yapmasına kadar tam olarak belirginleşmemiştir.

1980'lerde, moleküler imalata ait temel fikirler, K. Eric Drexler'in "Moleküler İmalata Yönelik Protein Tasarımı" adlı makalesinde ortaya koyulmuştur. K. Eric

Drexler (2001) daha sonraki bir çalışmasında da, kendi kendini kopyalayan bir ‘derleyicinin’ yaratılmasıyla, aygıtları ve yapıları karmaşık atomik spesifikasyonlar şeklinde üretmenin olası yöntemlerini tarif etmiştir.

Moleküllerin yerlerini belirleyerek kimyasal tepkimeleri güdümlayebilecek olan bu araç, moleküler imalat için genel amaçlı bir aygıt olacaktır. Bu evrensel ‘derleyici’ görüşü her ne kadar tartışmalı olsa da, nano-malzemelerin üretimi için aşağıdan yukarıya teknolojilerin kullanımını ele alan bu bakış açısı, nanoteknoloji alanında önemli bir dal haline gelmiştir. 1981’de “taramalı tünelleme mikroskopunun” icat edilmesi, biliminsanlarına yapıları nano ölçekte manipüle etme ve bunların görüntülerini alma olanağı sağlamıştır. Bundan sonra, 1985’de “fullerenlerin” keşfi ve 1986’da da “atomik kuvvet mikroskopunun” icat edilmesi, nanobilimle nanoteknolojide asıl dönüm noktaları olmuş ve bunların, bilimle teknolojinin en fazla gelecek vadeden dallarını oluşturmak üzere evrimleşmelerinin önünü açmıştır.

Nanoteknoloji alanındaki asıl gelişme, IBM’deki Gerd Binnig ve Heinrich Röhrer’in (1986 Nobel ödülü) 1981’de, hem malzemeleri atomik düzlemde incelemeye hem de bunları atomik ölçekte manipüle etmeye yarayan ilk aygıt olan “taramalı tünelleme mikroskopunu” (TTM) icat etmeleriyle olmuştur. “Tarayıcı iğne mikroskobu” (TİM), “atomik kuvvet mikroskobu” (AKM), “yakın alan mikroskopisi” ya da “taramalı elektron mikroskopisi” (TEM) gibi aygıtlar, atomik bağlanmanın, moleküllerin kendiliğinden bir araya gelmeleri ve malzemelerin en küçük ölçekteki yapılarının işleyişiyle ilgili görüntüler sağlamışlar ve atomik manipülasyonu kimyanın ‘deney beherinden’ çıkarıp mühendislik dünyasına taşımışlardır (Sharifzadeh, 2006).

Nanoteknoloji tarihindeki bir diğer dönüm noktası, Curl Kroto ve Smalley’in 1985’teki çalışmalarının sonucu ürettikleri, yeni nano-yapılı karbon modifikasyonu olan, ‘Buckyball’ olarak da adlandırılan, futbol topu biçimindeki “fullerenlerin” keşfidir. 1991’de ise, fullerenlerle ilgili çalışmaların sonucunda, temelde kenarları silindir oluşturacak şekilde yuvarlanmış grafit tabakalardan oluşan ve olağanüstü özellikleri nedeniyle elektronik malzeme mühendisliğinde muazzam uygulama

potansiyeli olduğu öngörülen, karbon atomlarının tüpe benzer yapılarının keşfi gerçekleşmiştir.

1990’larda, örneğin ABD, Avrupa ve Japonya’daki federal hükümetler, nano-elektronik, nano-malzemeler vs. gibi nanoteknolojinin çeşitli dallarında programlarla ilgilenmeye başlamışlardır. 1990’ların sonlarına doğru bu alanın, çeşitli küçük çaplı bilim alanının dağıtılmasıyla değil, aynı bilimin, yani nanoteknolojinin farklı yönleriyle ele alınarak işleneceği anlayışı kabul edilmiştir. Farklı faaliyetleri, bir konuda odaklanmış girişimler (Örneğin ABD’deki Ulusal Nanoteknoloji Adımı) olarak toparlamak ve nanoteknolojiyi, disiplinlerarası, “anahtar teknoloji” olarak iletirmek amaçlanmıştır. Bu esnada, neredeyse tüm sanayileşmiş ülkelerde nanoteknoloji, devlete ait araştırma ve geliştirme programlarının özel bir alanı olarak kurulmuştur.

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

Nanoteknolojinin ekonomi ve çeşitli endüstri sahaları üzerinde olan mevcut ve gelecek etkilerini tayin edebilmek için, doğasını ve uygulama kapsamını da kavramak ve anlamak önemlidir. Nanoteknolojinin bazı önemli özellikleri şöyledir:

1. Nanoteknoloji, olanaklar teknolojisidir. Daha önce uygulanabilir olmayan yeni ürün sınıflarının geliştirilmesi olanağının ufkunu açar ve bizlerin tüm endüstriyel

alanlarda yeni ürünler ve prosesler geliştirmemize olanak sağlar. Bunların da yanmalı motor, elektrik ve internet gibi diğer teknolojilerde olduğu gibi, toplum üzerinde geniş ve umulmayan etkileri vardır.

2. Nanoteknoloji geleneksel olanı bozar. Yeni üretim proseslerine dayalı olması ve daha iyi, daha yüksek standartlarda ürünlerin üretilmesine yol açması nedeniyle, nanoteknoloji eskiden beri kullanılagelen teknolojilerin yerine geçer ve bunların adım adım demode olmalarına yol açar. Nanoteknoloji sayesinde, var olan ürün ve proseslerden radikal olarak farklı olan ürün ve prosesler ortaya çıkmaktadır ve var olan şirketler de “hayatta kalmak” için bunlara uygun olarak uyum sağlamak durumundadırlar.

3. Nanoteknoloji çok disiplinlidir. Nanoteknoloji, birçok bilimsel alanı etkilemekte olan bir güçtür ve bu süreç, daha önce ayrı olan alanlardan birçok insanı, farklı alanlar arasındaki sınırları bulanıklaştırarak bir araya getirmektedir (Holister, 2002 ve Sharifzadeh, 2006). Nanoteknoloji tekdüze bir teknoloji platformu değil, çeşitli teknolojik ve bilimsel disiplinlerden oluşan geniş bir yığındır. Bu disiplinlerin kapsadığı alt dallara örnekler aşağıda verilmiştir:

- Nano-yapılı Malzemeler
- Nanoelektronik
- Nanofotonik
- Nanobiyoteknoloji
- Nanoanalitik

4. Nanoteknoloji evrenseldir. Daha sonra da takip edebileceği gibi, gelişmiş ülkelerdeki tüm hükümetler nanoteknoloji alanındaki araştırmaları desteklemek amacıyla kaynak ayırmaktadır ve aynı şekilde dünya çapındaki girişimcilerle bazı büyük şirketler nanoteknolojiye yatırım yapmaktadır.

Nano Yapıların Etkileri ve Özellikleri

Nanoteknolojiye ait tanımlar her zaman açık değildir ya da bunlarla ilgili gerçek bir anlaşma sağlanabilmiş değildir. Ayrıca nanoteknoloji birçok durumda, teknolojiden çok öncelikle temel araştırma boyutundadır. Bununla beraber nanoteknolojinin, hassas boyutlu yanal yapılar, katmanlar, moleküler birimler, içsel sınır katmanları ve yüzeylerin üretimi, incelenmesi ve uygulanmasıyla ya da 100 nm'den atomik büyüklüğe kadar üretim olanaklarıyla ilgilendiği konusunda genel bir fikir birliği sağlanmıştır. Ancak, nanoteknolojiyle uğraşırken yalnızca geometrik yönlerin göz önünde bulundurulması şart değildir. Nanoteknolojinin önemli bir yönü, nanometre ölçeğinde, malzeme özelliklerinde ve fiziksel olgularda önemli değişikliklerin meydana gelmesidir. Aşağıda nanoteknolojiyle kıyaslandığında, geleneksel makro-ölçekteki teknolojilerde meydana gelen değişiklikleri özetlemektedir (Luther, 2004).

Nanobiyoteknoloji

Nanobiyoteknoloji alanında iki ana araştırma yaklaşımı takip edilmektedir: “Nano2Bio”, çeşitli biyolojik proseslerin temelini oluşturan moleküler mekanizmaların tek moleküler düzeyde incelenmesine verilmiş olan isimdir. Bu açıdan, nanoanaliz, biyolojik yapılar ve nesneler için nanomanipülasyon teknikleri, canlı organizmalara yönelik aktif maddelerin nanoteknolojik üretimi, aktif maddelerin taşınması için nanotaşıyıcılar, nanomakinalar, araştırmalara yönelik nanorobotlar, tanı ve tedavi, nanoteknolojik yöntemlerle kaplanmış implantlar ve nanoelektronik (özellikle nörolojik) implantlar olası uygulamalardır. “Bio2Nano” ise, teknik nanosistemler üretimine yönelik biyo(tekno)lojik malzemeler ve tasarımlara denir. Bunlar bilgi ve iletişimde, enerji, çevre ve teknik uygulamalara yönelik birçok diğer alanda kullanılabilir. Yine bunlar, örneğin paradigmalara (biyomimetikler) dayalı nanoteknoloji uygulamaları, teknik sistemler için nanometre ölçeğinde biyolojik bileşenlerin kullanımı, ya da biyolojik bileşenlerden yararlanan nanoelektronikler ve nanobilişim, fonksiyonel ya da organizasyonel mevzuatları içerir.

Pazardaki ilk nanobiyoteknolojik ürünlerden biri DNA için mikroçipler ya da protein (art arda) sıralamadır (biyo-çipler). Bu teknoloji, geleneksel mikroelektronik endüstrisinden ayrılmış bir teknolojinin, yeni geliştirilmiş biyoteknoloji oluşturmak üzere birleştirilmesine örnektir. Bu tür biyolojik çiplerin ekonomik ve sosyal etkileri azımsanamayacak derecede büyüktür. Geliştirilme aşamasında olan başka bir teknoloji de, “çip üzerinde laboratuvar” aygıtları olarak da bilinen mikroakışkan biyo-çiplerle ilgilidir. Bunlar, çip-üzeri biyokimyasal işlemeye (örnekleme, karıştırma, amplifikasyon, ayırma) ve analizine olanak tanıyan, sıvılara batırılmış olan minik biyo-nesnelerin manipülasyonuna dayalıdır. Uygun bir örnek, DNA’ya yönelik mikro-kanala dayalı seri deneylerdir. Biyoçipler ve mikroakışkan çiplerin uygulama alanı oldukça geniş ve yüksek çıktılı tarama, hücre analizi ve ilaç keşfinden, minimal invazif tedaviye yönelik taşınabilir aygıtlara, hassas cerrahiye ve madde taşınmasına kadar uzanır (Luther, 2004).

Sağlıkla ilgili belirli uygulamalarında, yeterince geliştirildikleri halde dikkate değer yararlar sağlamaları beklenmektedir. Mevcut/potansiyel uygulamalara yanı sıra büyük bir potansiyel etkisi olması nedeniyle ayrıca incelenmesi gereken bir uygulama bulunmaktadır. Bu alan “**ilaç taşımadır**”. Nanoparçacıklar ilaç ya da aşı taşımada ağız yoluyla ya da soluma yoluyla ve enjeksiyon ihtiyacını ortadan kaldırarak (üçüncü dünya ülkeleri için bu çok önemlidir), araçlar olarak kullanılabilirler. Ayrıca işbirliğindeki antikörlerin da kullanımıyla, ilaçlar yalnızca ihtiyaç duyulan bölgelere taşınabilirler ve böylece vücuttaki toplam yan etkiler azaltılabilir. Bu olanak daha önce toksisite nedeniyle denemelerde başarısız olmuş olan ilaçlar için yeniden kullanılma olasılığı yaratmaktadır.

Bu uygulamanın önündeki bir pazar engeli, denetleyici organlar (örneğin, Gıda ve İlaç Dairesi – FDA - Food and Drug Administration) tarafından gerçekleştirilen çetin kabul edilme sürecinden kaynaklanabilir. Ancak, uzun dönemde, belirli ilaç taşıma uygulamaları için dendrimerler nanoparçacıklardan daha iyi bir konumda olacak gibi gözükmemektedir. Bunların büyük miktardaki eş yüzey grupları ve mükemmel kapsüllenme özellikleri ve büyük oranda kontrol edilebilir kimyaları nedeniyle, dendrimerler bu uygulama için oldukça uygundur.

Nanoteknoloji Fırsatları – Uygulamaları

Tıp ve Sağlık Bakımı

Sağlık hizmetleri büyük miktarda sosyal ve ekonomik faktörden etkilenmektedir. Dünyadaki sağlık hizmetleri pazarları, yıllık yüz milyar Avro'ya bedeldir ve ilaçlar bu miktarın büyük bir kısmını oluşturmaktadır (2002 yılında ABD’de yaklaşık olarak 400 milyar \$). Aşağıdaki örneklerin de gösterdiği gibi, nanoteknoloji halihazırda sağlık hizmetleri pazarında yer almaktadır (Wagner, 2004 ve Luther, 2004):

- Atomik kuvvet mikroskobu (AKM) teknolojisi, tanı ve ilaç keşfinde kullanım için daha küçük ve daha hassas mikrodiziler yaratmak için kullanılmaktadır. AKM ayrıca yüzeylerin nanoyapılandırılması ve örneğin bu yüzeylerin daha biyo-uyumlu hale getirilmesi için de kullanılabilir.
- Fullerenler, dendrimerler ve kuantum noktaları (benzersiz floresan özellikleri olan yarı-iletken malzeme kompleksleri) gibi nanoparçacıklar, görüntüleme (örneğin manyetik rezonans görüntüleme [MRI] ve ultrason), madde taşınması (örneğin modifiye edilmiş bir fulleren, klinik denemelerde anti-HIV maddesi olarak kullanılmaya başlanmaktadır) dâhil olmak üzere çeşitli alanlarda kullanılmaktadırlar. İlaçları nanoparçacıklarla formüle etmek ayrıca çözünürlüklerini geliştirebilir (birçok ilaç, suda fazla çözünmemeleri nedeniyle pazarlanmamaktadır), mide asidi ve enzimlere dayanırlıklarını artırabilir (ince bağırsaktan daha fazla emilim sağlayabilir) ve olan kontrollü bir salınımına (dakikalar ya da saatler içinde değil, günler boyunca) olanak tanıyabilir. Nanotüpler, hem “konteyner” hem de hücrelere “nano-enjeksiyon” gerçekleştirecek potansiyel sistemler olarak, madde taşınması için kullanılabilecek bir diğer mekanizmayı temsil etmektedirler.
- Hipertermi tedavisinde, manyetik parçacıklar biyolojik türlerle kaplanır ve kanserli alanlara enjekte edilir. Kaplayıcının moleküler yapısı, yalnızca kanser hücrelerinin parçacıkları soğurmalarına neden olur. Bundan sonra dış manyetik alan kullanılarak

parçacıklar aktive edilir ve bu da kanserli hücrelerin ısınıp ölmelerine neden olur. Bu yöntem, gelecek birkaç on yıl için, en fazla ümit vaat eden kanser tedavi yöntemidir.

- Örneğin titanyum alaşımı nanokompozitleri ameliyat gereçleri ve implantların biyouyumluluklarını ve uzun ömürlülüklerini geliştirmek için kullanılabilir.
- Nanoyapılı yüzeyler hücresel tutunmayı geliştirebilir (örneğin yüzeyleri nanoölçekli oluklarla oymak ya da AKM gibi aygıtlar kullanarak yüzeyleri hücrelere bağlanan moleküllerle donatmak) ve hücreleri, belirlenmiş yapılar oluşturmak üzere büyümeye yönlendirebilir. Yapı iskeleleri olarak görev alacak biyo-parçalanabilir polimerler dahil edilerek, bu yapılar 3-boyutlu dokular oluşturmak üzere toplanabilir. Nanoyapılandırma ayrıca, implantlar için anti-mikrobiyel kaplama sağlamak için de kullanılabilir.
- Tıbbi gereçleri ya da diğer parçaları sterilize etmek için nanomalzemelere dayalı olan antimikrobiyel malzemeler (örneğin polimer tüplere katılmış gümüş ya da titanyum dioksitle kaplanmış yüzeyler).

Orta vadede, yeni tıbbi tedaviler beklenmektedir, örneğin kan akışında, vücudun belirli bir bölgesine ilaç taşıyacak olan kendi kendini düzenleyebilen içleri boş küreler. Molekül boyutundaki “konteynırlar” ya da “kafes bileşikler” (örneğin fullerenler ya da dendrimerler) de ilaç-taşıma ve hedefleme amaçları için önemli olacaktır. Bunun yanında ek olarak manyetik parçacıklarla ya da antikorlarla birleştirme yoluyla dışarıdan kontrol dahi mümkün olacaktır. Günümüzde enjekte edilerek kullanılabilen insülin ve serum, nanomalzemelerin yardımıyla ağız yoluyla alınabilir hale gelebilir. Bu tür nanoölçekli ilaç taşıma sistemlerinin potansiyeli 2007 yılında 50 milyon \$ olarak tahmin edilmiştir (BBC 2003 ve Luther, 2004).

Uzun dönemde nanoteknolojiler, bireylerin DNA’larının hızlı bir şekilde sıralanmasını (nano-sıralama) sağlayabilir ve dolayısıyla bir hastalığa olan genetik yatkınlık, ilaç toleranssızlığı ve ilaç metabolizma hızlarının (tüm bunlar farmakogenomik alanı altında toplanmaktadır) tayin edilmesine yardımcı olabilir.

İlaç taşınması ya da görüntüleme uygulamaları için, tek tek vücuttaki hücreler moleküllerle hedeflenebilecektir. Çip üstü laboratuvar aygıtlarında gelişmeler sonucunda, hastalardaki rahatsızlıklar daha hızlı teşhis edilebilecek ve aynı zamanda benzer aygıtlarla hastanın hayati belirtileri daha iyi gözlenebilecektir. Zarar görmüş vücut parçaları, doku mühendisliğindeki (kliniklerdeki biyoreaktörlerde büyütülmüş olan fizyolojik dokular ve organlar) gelişmeler sayesinde değiştirilebilecek ve gelişmiş implantlar, hastaların görme ve işitme yetilerini yeniden kazanmalarını sağlayabilecektir. Daha da fazla hayal gibi görünen ve özellikle ABD'nin üzerinde durduğu bir yaklaşım, nanoteknolojiyi, geliştirilmiş insan-makine arayüzleri, yapay uzuvlar, elektronlarla nöro-bağlama vs. yoluyla insan performansını geliştirmek için kullanmaktır (Roco, 2002 ve Luther, 2004). Elde edilecek kazançlara örnekler, iş gücü verimini ve öğrenmeyi geliştirmek, bireysel algılama ve kognitif kapasiteleri geliştirme, sağlık bakımında devrim niteliğinde olan değişiklikler, hem bireysel hem de grup yaratıcılığını geliştirmek, beyin-beyin etkileşimi gibi oldukça etkili iletişim tekniklerini içerir.

Enerji ve Çevre

Enerji araştırmaları gittikçe daha da fazla önem kazanmaktadır; özellikle geniş çaplı anahtar AB politikalarının (örneğin enerji tedarikinin çeşitlendirilmesi ve güvenlik, iklim değişikliği ve hava kirliliğiyle mücadele, enerji pazarının özgürleştirilmesi, sürdürülebilir gelişme, endüstriyel rekabet, bölgesel gelişme ve uyum vs.) ve desteklenmesi açısından önemlidir.

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

Enerji Üretimi

Nanoteknoloji, en fazla yenilenebilir enerji kaynakları için umut vaat etmektedir. Diğer yandan, maddenin atomik ve moleküler seviyede tam kontrolü, plastik gibi ucuz bir substratın üzerine aktif bir malzemeden ince bir katman oluşturularak daha ucuza üretilebilecek olan ve dolayısıyla da maliyet etkinliği olan güneş PV (camdan çok daha ucuz ve çok daha hafiftir) gibi yenilenebilirler için bir gerekliliktir.

PV’lerde cam, maliyet açısından kısıtlayıcı olan faktördür ve bu nedenle de PVler alanında, camla önemli bir atılım gerçekleştirmek ya da maliyet etkinliği sağlamak gerçekte mümkün olmayacaktır. Örneğin, nanokatmanlar ya da nanoçubuklar içeren güneş pilleri üretmek, tekli-yapılı yüzeyleri daha verimli güneş emicileri (emilen dalgaboyunda, kuantum dotlarıyla çeşitlilik sağlama) ve nano-porlu elektrotlar olarak kullanarak, güneşten dönüştürülen elektrik miktarında önemli bir artış sağlayabilir. Bu malzemeler plastik elektroniklerle birleştirilerek yarıiletken polimer fotovoltaiçler geliştirilmekte ve bunlar da özellikle hafiflikleri ve esnek özellikleri nedeniyle avantajlıdır. Yakıt pilleri de, nanoyapılı elektrotlar ve elektrolitlerden ve bunların sayesinde elde edilen, nanometre kalınlığında büyütülmüş yüzeyleri olan ince filmlerden yarar sağlarlar (Luther, 2004).

Enerji Depolama

Enerji depolaması için nanoteknoloji uygulamaları, bataryalar ve yakıt pilleri için nanoparçacıkların ve nanotüplerin kullanılmasını içerir. Nanoteknoloji, yeniden şarj edilebilir bataryaların performanslarının, özel olarak moleküler elektrokimyasal davranışlarının incelenmesiyle geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Nanoboyuttaki lityum titanattan yararlanan yeni patentlenmiş olan lityum iyonu bataryaları, günümüzdeki geleneksel bataryalara göre 10–100 kat daha büyük şarj/yük boşaltma hızları sağlayabilir. Birkaç grup, Nanoyapılı malzemelerde hidrojen depolanması olanakları (yakıt pili teknolojisine uygulanabilecek olan karbon nanotüpler, nanokristalin magnezyum bileşikleri ya da organometalik bileşikler) üzerinde araştırma yapmaktadır (Luther, 2004).

Çevresel Faydalar

Nanoparçacıklar metalleri daha hafif, daha güçlü ve daha sert yapabilir, seramiklerin şekillenebilirliklerini ve yumuşaklık özelliklerini geliştirebilir. Bunun direkt bir sonucu, aynı malzemelerin enerji, yakıt ve malzeme kullanımını azaltmasıdır. Mekanik sistemlerde, enerjinin çoğu yüzeyler arasındaki sürtünmenin üstesinden gelmek için gereklidir. Nanometre ölekte nanoölçekli lubrikantların ve yüksek ince yüzey mühendisliğinin kullanımı, enerji ihtiyacını büyük ölçüde azaltacaktır. Ürünlerin malzeme miktarını düşürmek, sürdürülebilirlik açısından anahtar bir husustur. Nanoteknolojideki trendler, temel olarak hammadde ve enerji kullanımını düşürerek, daha temiz endüstriyel üretim ve ürünler için katkıda bulunacaktır. Biyoteknolojiyle beraber nanoteknoloji ve yeni malzemelerin araştırılması, geri dönüşüm ve üretim için daha az enerjiye ihtiyaç duyan ürünlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir (Luther, 2004).

Gıda Sektörü

Nanoteknolojinin gıda sektöründe de uygulamaları vardır. Birçok vitamin ve karotinoidler gibi bunların başlatıcıları olan maddeler suda çözünmezler. Ancak ustalıkla üretildiklerinde ve nanoparçacıklar olarak formüle edildiklerinde, bu maddeler soğuk suyla kolaylıkla karışabilir ve insan vücudundaki biyoyararlanımları da artar. Birçok gazoz ve meyve suyu, alımlı bir renk de veren bu özel olarak formüle edilmiş olan katkı malzemelerini ihtiva etmektedir. Bu tip mikronize bileşenlerin dünyadaki pazar potansiyeli 1 milyar \$ olarak tahmin edilmiştir (Distler, 2002 ve Luther, 2004). Burada bahsedilebilecek başka yararlı buluş da, nanoparçacıklarla güçlendirilmiş, gıdanın taze ve daha uzun zaman korunmasına olanak tanıyan, düşük gaz geçirgenliği olan polimerlerdir. Ayrıca iç ve dış duvar kaplama teknolojileri de, PET şişelerin gaz yoğunluklarını geliştirmek amacıyla -örneğin plazma teknikleri uygulanarak- kullanılmaktadır. Gelecekte ayrıca, biyo ve gaz sensörleri de gıda sektörü için önem kazanabilir. Bu sensörler, gıdanın tazeliğini gözlemek amacıyla paketleme malzemelerine entegre edilebilir. Gıdanın bozulması sensördeki renk değişimiyle gösterilebilir. Hâlihazırda birkaç kavram bu tür

uygulamalara yönelik olarak geliştirilmiştir (örneğin silikon ya da polimer ince filmler) (Luther, 2004).

Biyoloji çağımızın en çok gelişme gösteren alanlarından biridir. Bu nedenle bu alanda eğitim verecek olan kişilerin de kendilerini geliştirmesi gerekmektedir.

Gelişen teknolojiyi takip etme alışkanlığı olmayan öğretmenlerin, öğrencilerine bu konular hakkında bilgi vermesi beklenemez. İyi bir örnek olması beklenen öğretmenlerin hem bilimden kopmamak hem de öğrencilerine bilimi sevdirmek adına bilim okuryazarı olması gerekmektedir.

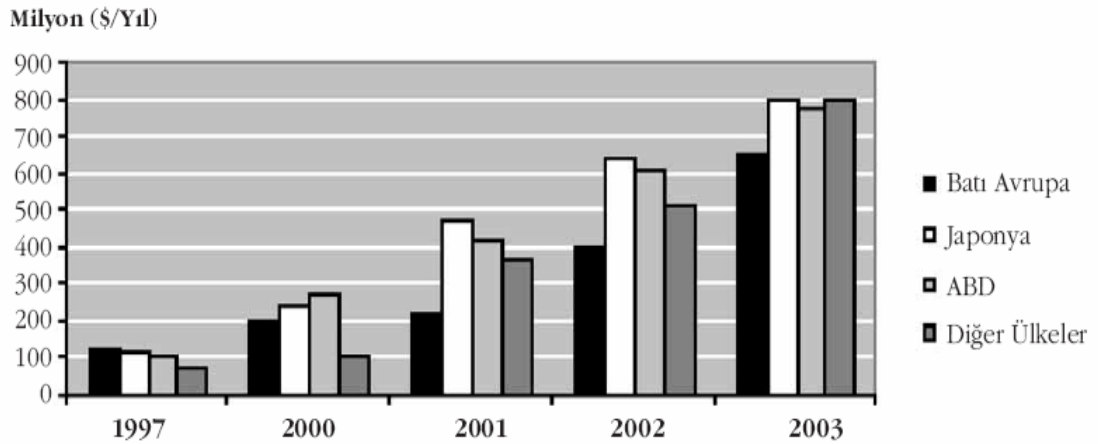
Nanoteknoloji günümüzde hızla gelişen ve gelişmeye de devam edecek olan bir bilim dalıdır. Ülkemizin nanobiyoteknolojide gerçekleşen gelişmelere kayıtsız kalması beklenemez. Nanoteknoloji endüstriyel ve mikroelektronik-enformatik alanlarında meydana gelen gelişmeleri yakalayamayan ülkemiz için, içinde yer alınması gereken bir bilimdir (Willner, 2007).

Dünyadan stratejiler: Uluslararası çalışma ağları, stratejiler ve öngörüler

Nanoteknolojiye gittikçe daha da fazla ayrılan kamu kaynakları, 2003 yılında toplam 3 milyar \$'ı geçmiştir. Nanoteknolojiye kamu kaynağı yatırımı konusunda en önde gelen ülkeler Japonya (2003 yılında yaklaşık olarak 800 milyon \$) ve ABD'dir (2003 yılında yaklaşık olarak 774 milyon \$); bunlardan sonra da Batı Avrupa (2003 yılında yaklaşık olarak 650 milyon \$) gelmektedir (Roco, 2003 ve Luther, 2004). Ayrıca, özellikle Güneydoğu Asya bölgesi (Tayvan, Singapur, Güney Kore, Çin) olmak üzere, diğer endüstriyel ülkeler de nanoteknoloji alanındaki araştırma çabalarını yoğunlaştırmaktadırlar.

Şekil 1.4'te 1997'den 2003 yılına kadar dünyada nanoteknolojiye ayrılan kamu kaynakları gösterilmektedir. Burada, "Diğer devletler" (Avustralya, Kanada, Çin, Doğu Avrupa, Rusya, İsrail, Kore, Singapur ve Tayvan) kısmındaki güçlü artış dikkate değerdir. Almanya'nın payının yaklaşık olarak % 50'sini oluşturduğu Batı

Avrupa yatırımları, 1997 yılında Japonya ve ABD ile yaklaşık olarak aynı seviyedeydi. Ancak bundan beri bu miktarda düşüş olmuştur. Yine de, 2001 yılında Avrupa kaynaklarında yalnızca küçük bir artıştan sonra, 2003 yılına kadar yaklaşık olarak 650 milyon Avro'ya kadar oldukça tatmin edici bir artış beklenmiştir. Ayrıca, Avrupa kaynak verilerinin diğer ülkelerle doğrudan karşılaştırılabilir olmadıkları da kabul edilmektedir, çünkü araştırma altyapısı için farklı kaynak sağlama düzenleri mevcuttur. Örneğin, “Avrupa Nanoçalışmaları Kurumu”, ilgili kaynak ölçütlerinin hesaba katılması durumunda, 2003 yılı Avrupa nanoteknoloji kaynak bütçesinin ABD’ninkinden daha fazla olabileceğini belirtmiştir (ENA 2002 ve Luther, 2004).



Şekil 1.4. Nanoteknolojiye Aktarılan Kaynakların Uluslararası Karşılaştırılması

Amerika Birleşik Devletleri

ABD’de, “Nanoteknoloji İnisiyatifi” (NNI) 2002 yılında kurulmuştur ve amacı, nanoteknolojiyi acil ulusal bir görev olarak desteklemektir. Mali desteğin en büyük kısmı Ulusal Bilim Vakfı’na (NSF) ve Savunma Bakanlığı’yla (DOD) Enerji Bakanlığı’na (DOE) aittir. Ayrıca yedi ayrı bakanlığın da kendi nanoteknoloji bütçeleri vardır. Neredeyse tüm büyük bilim-teknoloji üniversitelerinde ve kısmi olarak da üniversite-dışı alanlarda, yüzden fazla nanoteknoloji araştırma merkezi kurulmuştur. Bazı araştırma alanlarında, kamu-özel ortaklıkları da vardır; örneğin, DARPA ve mevcut endüstriyel şirketlerin finansıyla desteklenen, mikro/nano

elektronikler alanındaki SEMATEC ortaklığı gibi. IBM, Hewlett-Packard ya da Motorola gibi birkaç çokuluslu şirketin, üniversitelerle de yakın ortaklıkları olan kendi nanoteknolojik araştırma merkezleri bulunmaktadır. Bundan da öte, birçok küçük şirket de kamu tarafından desteklenen programların bağlamında kurulmuştur ve farklı nanoteknoloji alanında uzmanlaşmışlardır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, kamu tarafından finanse edilen nanoteknoloji programlarının kapsamı oldukça geniştir; nanobilim ve nanoteknoloji alanlarını tamamen kapsamaktadır. Bazı öncelik sahibi konular aşağıdaki gibidir:

- **Nanoyapı özellikleri:** Nanoyapılardaki biyolojik, kimyasal, malzeme-bilimsel, elektronik, manyetik, optik ve yapısal özellikleri geliştirmek ve bunları daha da iyi anlamak,
- **Sentez ve işleme:** Malzeme yapı taşlarının atomik ve moleküler kontrolünü sağlamak ve özel olarak oluşturulmuş bu yapı taşlarından, yeni prosesler ve aygıtlarda ve geniş bir uygulama yelpazesinde yararlanmak için gerekli olan mühendislik gereçlerini geliştirmektir. Geleneksel yaklaşımları, proksimal problu paralel işleme, kendiliğinden düzenlenme, damgalama ve modelleme içerecek şekilde örtüşme ve mikro-fabrikasyona kadar geliştirmek. Biyonanoyapılar ve biyo-etkili yapılar içeren ara yüzeye, çok-fonksiyonlu ve adapte olabilen nanoyapılara, ölçeklendirme yaklaşımlarına ve ticari olarak karşılanılabilirliğe özel dikkat ayırmak,
- **Karakterizasyon ve manipülasyon:** Yeni ölçme standartlarının geliştirilmesi de dahil olmak üzere, nanoyapılı maddeyi ölçme ve kontrol etme kapasitesini genişletmek için yeni deneysel gereçler keşfetme ve geliştirme. Biyolojik açıdan önem teşkil eden tekli makro ve supra-molekülleri ölçme/manipüle etme kapasitesi olan gereçlere özel dikkat ayırmak,
- **Modelleme ve simülasyon:** Nanoyapılı özelliklerin, fenomenlerin ve proseslerin tahmin edilmesine yönelik olarak, yeni kavramların ve yüksek performanslı hesaplamaların uygulanmasının hızlandırılması,

- **Aygıt ve sistem kavramları:** Nanoyapı özelliklerinin yenilikçi uygulamasını, yeni teknolojilerde de yararlanılabilecek yollardan geliştirmek (Luther, 2004).

ABD’deki Öngörü Faaliyetleri

Nanoteknolojiyle ilgili öngörü aktiviteleri ABD’de oldukça erken ortaya çıkmıştır. Bir dönüm noktası, toplumu beklenen gelişmiş teknolojilere hazırlamak üzere Eric Drexler tarafından kurulmuş olan “Foresight Enstitüsü”dür. 1989 yılından beri Foresight Enstitüsü, moleküler nanoteknoloji üzerine ondan fazla konferans organize etmiş, birçok öngörü makalesi ve haber bülteni yayımlamış ve İnternet’teki bazı sanal tartışma forumlarının da devam etmesini sağlamıştır. Nanoteknolojiyle ilgili, hükümet bazındaki ilk öngörü aktiviteleri 1996 yılında, birkaç ajansın personel üyelerinin, nanoölçekli bilim ve teknoloji alanlarıyla ilgili olarak planlarını ve programlarını tartışmak üzere düzenli olarak buluşmaya karar vermeleriyle başlamıştır. Bu grup, “Ulusal Bilim ve Teknoloji Konseyi” (NSTC) çatısı altında “Nanobilim Çalışma Grubu” (IWGN) olarak tekrar düzenlendiği Eylül 1998’e kadar gayri resmi olarak devam etmiştir. IWGN, nano-ölçekte bilim ve teknolojinin durumunu belirlemek ve olası gelecek gelişmeler hakkında tahmin yürütmek amacıyla birçok semineri ve çalışmayı desteklemiştir. Grup tarafından 1999 yılında iki ilgili yayın üretilmiştir (Luther, 2004):

- Nanoyapı Bilim ve Teknolojisi: Dünya Çapında Araştırma (IWGN August 1999)
- Nanoteknoloji Araştırma Talimatları (IWGN September 1999)

Ağustos 1999’da IGWN, nanoölçekte bilim ve teknoloji girişimine yönelik bir planın ilk taslağını bitirmiştir. Bu plan 2000 yılında tamamlanmıştır. NNI’nın çatısı altında da birkaç öngörü raporu hazırlanmıştır. Bunlardan en yeni olanlarından biri de “İnsan Performansını Geliştirmeye Yönelik Birbirlerine Yakınlaşan Teknolojiler. Nanoteknoloji, Biyoteknoloji, Bilişim Teknolojisi ve Bilişsel Bilim” adlı çalışmadır. Burada nanoteknoloji, gelecekte toplum üzerinde muazzam bir etkisi olması beklenen dört ilgili teknolojiden biri olarak kabul edilmiştir. Bu etkinin, örneğin aşağıdaki alanlarda olması beklenmektedir:

- İnsan Bilişimi ve İletişiminin Genişletilmesi
- İnsan Sağlığı ve Fiziksel Kapasitelerinin Geliştirilmesi
- Gruplarla İlgili ve Sosyal Sonuçların Geliştirilmesi
- Ulusal Güvenlik

Özellikle Kuzey Amerika'daki sivil toplum kuruluşlarının da öngörü faaliyetleri dikkate değerdir (Glenn, ve diğerleri, 2003, Hanson, 2003 ve Luther, 2004). Örnek verecek olursak, "Milenyum Projesi", global uzun-dönemli meseleler, fırsatlar ve stratejiler hakkında erken uyarılar ve analizler için uluslararası bir ehliyet sağlamaktadır. Bu proje, "The Gelecekes Group International" ve "Birleşmiş Milletler Üniversitesi" (UNU) tarafından başlatılmıştır. 1996 yılından beri birkaç uluslararası Delphi araştırması gerçekleştirilmiş ve bunlara elliden fazla ülkeden yaklaşık olarak 1.500 fütürist, bilim insanı, karar alıcı ve işletme planlayıcısı katılmıştır. Birleşmiş Milletler Üniversitesi Amerika Kurulu tarafından hazırlanan ve en yenilerinden biri olan "Gelecekte Durum Raporu"nda, nanoteknolojinin mühim rol oynadığı, gelecek bilim ve teknolojisinin yönetimi ve politikalarındaki gelişmelerle ilgili olarak, 2025 yılı için aşağıdaki dört senaryo formüle edilmiştir:

• Senaryo 1: Bilim ve Teknoloji (B&T) Kendine Ait bir Akıl Üretir

Bilimsel keşifler ve gelişmiş teknolojik uygulamalarının sayılarında patlama yaşanmaktadır. Global bir bilim/sosyal geribildirim sistemi çalışmaktadır. Bilim, insanları daha zeki yapmıştır ve daha zeki insanlar da daha hızlı bilim üretmişlerdir. Daha iyi ve hızlı olan bilim ise keşiflere yeni kapılar açmıştır ve bu yeni kapılar da, sorun çözen ve insanları daha zeki kılan yeni bilimler için yeni fırsatlar yaratan sinerjilere yol açmıştır. B&T o kadar hızlı ilerlemiştir ki, devlet ve uluslararası düzenlemeler kenara atılmıştır. Görülen şekliyle "Bilim ve teknoloji, kendi aklını üstlenmektedir."

• Senaryo 2: Dünya Uyanıyor

2021 yılında, kendisini "Tanrının Temsilcisi" ilan etmiş ve genetik olarak modifiye edilmiş "Kongo virüsünü" yaratmış biri tarafından 25 milyon insanın öldürülmesi sonucunda dünya nihayet uyanır ve insanlar, kişisel faaliyetlerin dahi kitle imha

silahlarının üretilmesine ve kullanılmasına neden olabileceğini fark eder. Bu fenomen SIMAD-Tek Birey Kitleseİ İmhacı olarak bilinir hale gelir. Denetleyici ajanslar ve mekanizmalar, belirgin hale gelen bilim ve teknoloji tehlikelerini kontrol etmek üzere göreve atanır. Eğitim, sorunun cevabının en büyük kısmını oluşturmaktadır, ancak eğitim sisteminin güvenlik sistemiyle bağlanması bazı insanları rahatsız etmektedir. Yine de, daha fazla kişisel kitle imha faaliyetleri önlenmiştir. Uluslararası ve devlete ait düzenlemeler, B&T girişimlerini kamu yararına hizmet edecek şekilde düzenler.

• Senaryo 3: Lütfen Musluğu Kapatın

Bilim, şişirilmiş ve abartılı, gereksiz tüketimi destekleyici olarak saldırıya uğramıştır ve bu da yanlış umutlar ve daha da kötüsü hepimizi mahvedecek olan beklenmedik sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle endişe verici olan, kazayla ya da bilerek dışarıya salınmış ve genetik modifikasyona uğratılmış olan organizmalar ve kitle imha silahları potansiyelidir. Fakirler ihmal edilmiştir. Toplumu canlandırmak üzere bir bilim gurusu ortaya çıkar. Global bir komisyon kurulur ancak bozulma nedeniyle başarısız olur. Ancak yapısında koruyucular barındıran bir komisyon işliyor gibi görünmektedir.

• Senaryo 4: Ters Tepki

Kontrol derecesi düşüktür ve bilim hızla ilerlemiştir. Ancak olumsuz sonuçlar toplumun alarına geçmesine neden olur. Bilimin altın çağı medya tarafından yanıltmaca olarak kullanılmıştır, fakat her şeyin bir kuruntu olduğu ortaya çıkmıştır. En fazla değer görmüş olan bazı keşiflerin olumsuz etkileri olmuştur ve sürprizler çok fazladır. Bazı toplumların bu durumdan faydalandığı gözlenmiştir. Kalabalıklar itiraz etmiştir. Düzenlemeler başarısız olmuştur. İlerlemenin hızı kesilmiştir. Tüzel ve devlet kuruluşlarına kendilerini devam ettirme ve düzenleme konusunda güven kalmamıştır (Luther, 2004).

Japonya

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

- **“Eğitim, Kültür, Spor ve Teknoloji Bakanlığı” (MEXT):** “Ulusal Malzeme Bilimleri Enstitüsü” (NIMS), “Fizik ve Kimya Araştırma Enstitüsü” (RIKEN) ve “Japonya Atomik Enerji Araştırma Enstitüsü” (JAERI) de dâhil olmak üzere, üniversiteleri ve ulusal laboratuvarları desteklemektedir.

- **“Ekonomi, Ticaret ve Endüstriler Bakanlığı” (METI):** “Yeni Enerji ve Endüstriyel Teknoloji Geliştirme Kuruluşu”nu (NEDO) ve “Ulusal İleri Endüstri Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü”nü (AIST) desteklemektedir.

- Diğer Bakanlıklar (üçüncü kamu araştırma grubu olarak bir araya gelmişlerdir): “Kamu Yönetimi, İçişleri, Posta ve Telekomünikasyon Bakanlığı” (MPHPT), “İletişim Araştırma Laboratuvarı”nı ve “Tarım, Orman ve Balıkçılık Bakanlığı”nı destekler (MAFF).

“Japon Bilimsel Destek Derneği” (JSPS), “Japon Bilim ve Teknoloji Derneği” (JST) ile beraber MEXT, nanoteknoloji kaynaklarının en büyük miktarını sağlamaktadır. Bunlardan sonra NEDO ile beraber METI, diğer en fazla kaynak sağlayan gruplardır; arkalarından da MPHP ve MAFF gelmektedir.

METI, Şubat 2003’te, bir nanoteknoloji ticarileştirme yürütme planını duyurmuştur. METI’nin, “Nanoteknoloji ve Malzemeler için Yeni Endüstri Gelişme Stratejisi” (NIDS), beş yeni nano-ilgili endüstri yaratmayı amaçlamaktadır:

- Ağ ve nanoaygıtlar
- Nanobiyoteknoloji
- Nano çevre
- Nano enerji
- Yenilikçi malzemelere dayalı nanometroloji ve imalat

Japonya açıkça, nanoteknoloji geliştirme alanında halen Asya’daki lider konumundadır. 2003’teki bütçe artışı Japonya’yı ABD Ulusal Nanoteknoloji Girişimi’nin çok ötesine “fırlatmıştır”. Şüphesiz bu konum, daha da ivmelenmiş bir nanoteknolojik gelişme hızına yol açacaktır (Luther, 2004).

Japonya’daki Öngörü Faaliyetleri

1970 yılında, “Bilim ve Teknoloji Konseyi”, tekrar edilmiş anketlerden oluşan Delphi Yöntemini kullanarak, teknolojik projeksiyonlar yayımlamaya başlamıştır. 1970 yılından beri, bu teknoloji öngörülleri yürütülmüştür ve yaklaşık olarak her beş yılda bir de yayımlanmışlardır. “Yedinci Teknoloji Öngörü Raporu”nda nanoteknoloji, “malzemeler ve prosesler” grubu içinde, “hassas sentez, yapısal kontrol ve atomlarla moleküllerin manipülasyonu ile yeni fonksiyonelliklerin geliştirmesi” başlığı altında sınıflandırılmış ve başlıca önceliği olan bir konu olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, “Yedinci Japon Delphi” çalışmalarındaki diğer öngörülmüş teknolojik akımlarının da nanoteknoloji alanıyla ilgisi kurulabilir. Japon bakış açısına göre en fazla öneme sahip olduğu düşünülen yirmi konu, aşağıdaki sosyoekonomik alanlar için listelenmiştir:

- Malzemeler ve işleme
- Bilişim
- Elektronik
- Doğa bilimleri
- Tıp
- Tarım ve gıda
- Kaynaklar ve enerji
- İmalat
- Ulaşım
- Çevre

Avrupa

Avrupa Birliği, “Beşinci Çerçeve Programı”nda, nanoteknolojik araştırma projeleri çeşitli programlar (IST, GROWTH, QOL vs.) tarafından, 2001 yılında yaklaşık olarak 50 milyon Avro ile desteklenmiştir. “Altıncı Çerçeve Programı”nda, nanoteknoloji desteği yıllık en az 150 milyon Avro'ya kadar yükselmiştir ve en fazla vurgu, 3 numaralı önceliğe (“çok-fonksiyonlu malzemeye, yeni üretim işlemlerine ve aygıtlarına dayalı olan nanoteknolojiler ve nanobilimler”) ve 1 ila 2 numaralı önceliklere (“sağlığa yönelik genom bilimi ve biyoteknoloji” ve “bilişim toplumu teknolojileri”) verilmiştir (BMBF 2002 ve Luther, 2004). Avrupa Birliği çapındaki nanoteknoloji finansmanının yanında, birçok Avrupa ülkesinde (örneğin Almanya, Fransa, İngiltere, Hollanda, İspanya, İsveç ve İsviçre), nanoteknoloji alanında özel araştırma programları kurulmuştur (Luther, 2004).

Avrupa’daki Öngörü Faaliyetleri

Avrupa’da, öngörü aktiviteleri ilk olarak ulusal düzeyde ortaya çıkmıştır; örneğin Almanya, Fransa, İngiltere ve Hollanda, 1990’ların başından beri bir takım “gelecek araştırma” faaliyetlerini üstlenmişlerdir (Holtmannspötter ve diğerler, 2002 ve Luther, 2004). Avrupa Birliği düzeyinde ise, bu esnada birkaç kuruluş da Öngörü Aktivitelerini desteklemektedir. “Avrupa Parlamentosu” ve “Avrupa Parlamenter

Teknoloji Değerlendirme Ağı”, “Avrupa Komisyonu” (IPTS/JRC, DG Research), “Avrupa Yaşam ve Çalışma Koşullarının Geliştirilmesi Kurumu”, “Avrupa Bilim Kurumu” vs. bunlara örnektir. Nanoteknolojiyle ilgili olarak birkaç öngörü raporu yayımlanmıştır (Malsch, 1997, European Commission 2003 ve Luther, W. 2004). 2003 yılından beri, Avrupa’da bir nanoteknoloji ağı kurulmuştur. Bu ağ, öngörü alanında etkindir ve bu alanla ilgili olarak raporlar yayımlamaktadır (Nanoforum December 2003, Nanoforum August 2003 ve Luther, 2004).

Almanya

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

- Nanoteknolojinin bilimsel ve teknolojik temelini güçlendirmek ve nanoteknolojinin, malzeme bilimleri, bilişim teknolojisi ya da optik mühendislik gibi çeşitli alanlardaki kullanımıyla ilgili olarak stratejik araştırmayı desteklemek.
- En iyi kamu-araştırma olanaklarını, üniversiteleri ve ticari şirketleri de kapsayan ağlar kurmak ve Almanya’nın altı fiili yeterlilik grubunu devamlı olarak desteklemek.

- Nanoteknolojik uygulamaları, nanoteknolojilerin olası kullanım alanlarını ve yararlarını vurgulayan özel “yol gösterici” projelerle, nanoteknolojilerin olası uygulamalarını desteklemek.
- Var olan programlar vasıtasıyla (örneğin EXIST “spin-out” şirketi, BioChance biyoteknoloji başlatma programı), nanoteknoloji de dâhil olmak üzere ileri teknoloji alanlarında, yeni şirketlerin kurulmasını kolaylaştırmak ve desteklemek.
- KOBİ’lerin rolünü güçlendirmek. Şimdilik, 130 kadar KOBİ, Almanya’nın altı fiili yeterlilik nanoteknoloji grubuna dâhildir. Tedbirler, eğitim ve vasıflılık konularını, KOBİ’lerin nanoteknolojilere ve kendi olası kullanımlarına daha verimli erişimleri için yeni girişimleri ve KOBİ’lere yönelik mevcut kaynak sağlama yönergelerinin revizyonunu içerecektir.
- EUREKA, COST, OECD, iki taraflı işbirlikleri ve özellikle de AB’nin Çerçeve Programının çatısı altındaki uluslararası işbirliklerindeki fırsatlardan yararlanmak.
- Genç bilim insanlarını ve disiplinler arası çalışma ve araştırmaları desteklemek.
- Yeterlilik gerekliliklerini erken bir aşamada belirlemek ve nanoteknolojinin ticari potansiyelinden yararlanmak için gerekli olan becerilerin gelişmesini desteklemek.
- Nanoteknolojilerin, bunların yararlarının ve toplum için anlamıyla ilgili olarak geniş tartışmaların gerçekleştirilmesini sağlamak.
- Yasal bir çatının gereğini araştırmak.

Almanya’daki Öngörü Faaliyetleri

Almanya’da, sonuncusu 1998’de olmak üzere, teknolojik öngörü konusunda üç Delphi raporu yayımlanmıştır. 2001’de, Delphi yönteminin eksik yönlerini telafi etmek amacıyla, yaklaşık olarak 400 kadar uzmanın, gelecekteki sosyal sorunlarla ilgili fikir ve sorularını topladıkları, bir konuşma oturumuyla başlayan “Gelecek

Prosesi” kurulmuştur. “Gelecek”, geçmiş deneyime ve test edilmiş kavramlara dayanmaktadır ve aynı zamanda da yeni yöntemlerden yararlanmaktadır. Farklı metodik bileşenler birbirini desteklemektedir:

- **Aktörlerin sistematik olarak atanması:** Mevcut “Gelecek Katılımcılar Halkası” daha da fazla geliştirilecektir. Bu amaçla aktörlerden, Alman araştırma diyaloguna katılmak üzere atanacak diğer uzmanları önermeleri istenmiştir. Bu atama döngüsü takip edilerek, başlı başına konular için uzmanlar ya da odak grupları özel olarak araştırılacaktır.

- **Odak grupları:** Gelecek prosesinde, küçük gruplar konuları geliştirmektedir. Katılımcı sayısı otuzdan fazla olmayan disiplinler-arası odak grupları, anahtar soruları ve konularıyla ilgili somut araştırma ihtiyacını analiz eder. Ayrıca, ilgili alanın gelecekte daha fazla gelişmesi için, kendi alanlarının sunabileceği olası katkıları da belirlerler.

- **Çalışma alanı:** “Gerçek” toplantılar arasında, araştırma diyalogu, İnternet’teki sanal “Gelecek Platformu”nda devam edebilir. Belirli kullanıcı gruplarının, çalışma alanındaki rezervasyonu yapılmış olan odalara erişimi vardır. Bunlar buralarda dokümanlarını bırakabilirler ve tartışmalara ya da İnternet çalıştayları gibi çevrimiçi etkinliklere katılabilirler.

- **Gelecek Diyalogları:** “Gelecek”, sosyal diyalog süreci olarak tasarlanmıştır. “Gelecek”; gelecek için daha fazla düşünmeyi teşvik etmek amacıyla, gelecekle ilgi diyaloglar kullanarak ve farklı sosyal gruplar arasındaki tartışmalardan yararlanarak, toplumu da dâhil etmek istemektedir. Gelecek diyalogu konuları Gelecek tarafından belirlenmektedir. Aynı zamanda, konuşmaların neticeleri de Alman araştırma diyaloguna veri girdisi olarak hizmet etmektedirler: bir yandan “Federal Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı”nın (BMBF) politikalarının şekillendirilmesinde katkı sağlamaktadırlar ve diğer yandan da yol gösterici vizyonlar için önemli uyarıcılar görevi görmektedirler.

• **Yaratıcı Çalıştaylar:** “Gelecek”; “gelecek için düşünmeyi” canlandırılması ve yeni vizyonların geliştirilmesi amacıyla, çeşitli çalıştay üzerinde çalışmaktadır. Bunlar, örneğin gelecek diyalogu çatısı altındaki konuların oluşturulmasında kullanılan çalıştaylardır. Burada “Gelecek” katılımcıları, istenilen gelecek ile ilgili görüntüler geliştirirler ve bu vizyonları gerçekleştirmek için olasılıklar bulmaya çalışırlar.

• **Senaryolar:** “Gelecek”, geleceği canlı bir şekilde resmetmek amacıyla, gelecek araştırmaları için geliştirilmiş olan senaryo tekniklerinden ve teknolojik gelişmelerin sonuçlarının değerlendirilmesinden yararlanır. Bu teknik; senaryo çalıştayları ve senaryo yazmadan yararlanır. Çalıştayda, odak grubu katılımcıları ve Gelecek konsorsiyumu, gelecekteki günlük hayata ait eskizler geliştirirler. Bu eskizlerin, olası ve aynı zamanda da istenilen bir geleceği göstermeleri beklenmektedir. Senaryo yazma da bu eskizlerin, uzman olmayanlar tarafından bile anlaşılabilir olan, canlı bir tasvirini ortaya çıkarmaya çalışır.

• **Anketler:** Gelecek prosesinin katılımcıları arasında yapılan sayısız anket, etraflı bir geribildirim sağlamaktadır. Böylece, ilk dört ana vizyonun kabul edilmesinden önce, çok-adımlı bir karar verme süreci gelişmiştir. Aktörler en çok sevdikleri çalışma alanını belirlemişlerdir. Aynı zamanda, BMBF’nin Yenilik Konseyi, odak konularının listesi üzerinde tartışma yürütmüştür. Bunlara ek olarak, BMBF’nin departmanları ve proje yürütme ajansları da, Gelecek odaklarını değerlendirmişlerdir. Bakanlık ancak, tüm farklı değerlendirmeleri gözden geçirdikten sonra nihai kararı vermiştir. Anketler ayrıca bundan sonraki süreçte de merkezi bir rol oynayacaklardır. Örneğin, güz dönemi için, online bir oylama sistemi planlanmıştır. Gelecek konferanslarından sonra da, Gelecek katılımcıları farklı konu öncelikleri konusunda oylama yapabilmişlerdir.

• **İnsan ve konular için sistematik araştırma:** “Gelecek”, gelecek akımları acilen tanıyabilmek, “Gelecek” konu havuzunu sürekli genişletmek ve “Aktörler Grubu” için yeni uzmanları belirlemek için sistematik bir araştırma biçimi üstlenmiştir. Bu amaçla, Almanya’daki ve dışarıdaki aktiviteler gözlemlenir, araştırma ve destek

programları yakından takip edilir ve çeşitli sosyal grubun konumu incelenip değerlendirilir (Luther, 2004). İlk yön gösterici vizyonların konuları aşağıdaki gibidir:

• ***Zorlu Prosesleri Anlamak***

İnsan beyninin nasıl çalıştığını anlamak ve bu bilgiyi bilişim teknolojisi, tıp ve öğrenme araştırmaları için kullanmak.

• ***Yarının Öğrenme Dünyasına Açık Erişim Yaratmak***

Yarının öğrenme dünyasında, hayat boyunca daha fazla eğitim olanağı herkese açıktır.

• ***Korunma Yoluyla Hayat Boyu, Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam***

Çok amaçlı öneyici sağlık bakımı yoluyla, tüm sosyal grupların, hayat kalitelerini hayatları boyu garantilemek.

• ***Şebekelenmiş Bir Dünyada Yaşamak: Bireysel ve Güvenli***

İnsanlar şebekelenmiş bir dünyada, diledikleri gibi, güvenli bir şekilde ve hür iradeleriyle yaşayabilmelidirler.

Bu yol gösterici vizyonlar şu anda BMBF araştırma desteği programlarında uygulanmaktadır. Bu ayrıca, nanoteknoloji alanındaki finansman programlarını da ilgilendirmektedir.

Nanoteknolojinin, yukarda sözü edilen yol gösterici vizyonların içinde, anahtar teknoloji olarak büyük bir etkisi olacaktır. Bu etki özellikle aşağıdaki alanlarda gerçekleşecektir:

- İleri iletişim ve bilişim için nanoelektronikler
- İleri sağlık bakımı için nanobiyoteknoloji
- İnsan performansını geliştirmek için birbirilerine yakınlaşan teknolojiler
- Gelişmiş insan-makine etkileşimi.

Çerçeve programında, nanoteknoloji için Mart 2004'te ileri sürülmüş olan bazı yol gösterici yenilikler, Gelecek yol gösterici vizyonlarına doğrudan bağlanabilir. Örneğin, 2005 yılı için hazırlanmış olan yol gösterici yenilik "Nano for Life", sağlık

bakım sistemlerini, özellikle nanomalzemeler ve nanobiyoteknoloji alanlarında nanoteknolojik gelişmeleri uygulayarak geliştirmeyi amaçlar (Luther, W. 2004).

Fransa

Fransa’da, nanoteknoloji anlayışı, nanoteknolojinin doğrudan bir önceliği olarak kabul edilen, mikro dünya ile ve/veya mikro sistem mühendisliği ile kurulmuş olan sağlam bir bağa dayanmaktadır. Fransa’nın nanobilim ve nanoteknoloji için güçlü bir taahhüdü bulunmaktadır, ancak Alman modeliyle karşılaştırılabilir yapılanmış bir araştırma programı yoktur. Ancak yine de nanoteknoloji alanına, temel olarak Araştırma Bakanlığı tarafından, “Mikro ve Nanoteknolojiler Ulusal Araştırma Ağı” yoluyla, bir miktar mali destek ayrılmıştır. Ulusal Araştırma Ağları, 1999 yılında, Fransa’daki kamu araştırmalarının geliştirilmiş organizasyonunu desteklemek amacıyla, endüstriyel ihtiyaçlara göre oluşturularak, farklı finansman kaynakları arasındaki etkileşimi iyileştirmek için ve aşağıdan yukarıya bir yaklaşımla kurulmuştur. Söz konusu finansman kaynakları temel olarak Araştırma, Endüstri, Çevre, Sağlık Bakanlıkları ve Enerji için ADEME, yenilikler için ANVAR gibi bazı organlardır. Finansmanın toplam miktarı yıllık olarak, hükümet tarafından ve her bir tematik çalışma için tek tek belirlenmektedir ve bundan sonra da her seçilmiş olan proje için farklı bakanlıklar ve organlar tarafından paylaşılmaktadır. Bir proje, 50/50 finansmanı temeline göre, kamu araştırma kuruluşlarıyla özel şirketlerin ortak işbirliğidir. Seçim süreci her bir ağ için, endüstriyel gerekliliklere, olası uygulamalara ve Fransa rekabetçiliği üzerindeki olası etkilerine göre öncelik tanıyan bir yönetim kurulu tarafından gerçekleştirir. Bazı başka girişimler de desteklenmektedir: CNRS; CNRS araştırma laboratuvarlarıyla işbirliğine açık iç programlar kurmuştur: “Tek tek nano-nesneler” ve “Nanoyapılı malzemeler”. Grenoble’da CEA/LETI, mikro ve nanoteknolojilerin geliştirilmesine tahsis edilmiş olan büyük bir merkezin yaratılmasını desteklemiştir. Bu proje MINATEC olarak adlandırılmıştır ve 50 M’luk kısmı LETI temiz odalarının civarında yapılacak olan binalar için ayrılmış olan, 120 M’luk bir başlangıç yatırımını temsil etmektedir. 2004 yılı için bu merkezin planı, eğitim ve araştırma ustalıklarına olduğu gibi, aynı bölgedeki ağ kurma aktivitelerine odaklanmıştır. LETI, hâlihazırda ileri

mikroelektronikler (0,1 µm altı) için gelişmiş bir platform olan “PLATO”yu ve ST Mikroelektronikleri şirketiyle ortaklaşarak da nanoelektronik alanda birçok proje kurmuştur. Sonuç olarak Grenoble, gelecekte Fransa’daki ve hatta optoelektronik, elektronik ve manyetik uygulamaları için nanoteknoloji alanlarında Avrupa’daki en önemli araştırma merkezi olmalıdır (Luther, 2004).

Fransa’daki Öngörü Faaliyetleri

Fransa’da programlar ve planlama göreceli olarak büyük oranda hükümet, örneğin “Endüstri Bakanlığı” ve “Yüksek Eğitim ve Araştırma Bakanlığı” tarafından gerçekleştirilmektedir. Araştırma da yine endüstri tarafından yapılmaktadır. Kamu öngörü faaliyetleri, 1990larda tekrar canlanmaya başlamıştır:

- “Beşinci Japonya Delphi” anketinin tekrarı olan, bilim ve teknoloji üzerine ilk Fransız Delfi anketi 1993 yılında MESR sorumluluğu altında yürütülmüş ancak bu çalışma geniş çapta dolaşıma sokulmamıştır.
- Endüstri Bakanlığı bir diğer öngörü geliştirmiştir: ulusal bağlamda, spesifik pozisyon beyanları olarak görülebilecek ve nispeten kısa-dönemli perspektifleri olan çalışmalar.
- 1993-1994’te, Fransa endüstrisi için kritik 100 anahtar teknolojinin araştırılmasına başlanmış ve rapor 1995 yılında yayımlanmıştır. Bundan beş yıl sonra, 1998-1999’da ikinci bir çalışma ile rapor bazı önemli açılardan güncelleştirilmiştir. Bu rapor da Ekim 2000 yılında yayımlanmıştır.

Ufuktaki zaman süresi, desteklenmesine değer olan teknolojileri 2005 yılına kadar geliştirmek için en fazla 10–15 yıl olarak belirlendi. Çalışmanın amacı, pazar tarafından belirlenen bilim ve teknoloji ihtiyaçlarının özerk dinamiklerine yetişmektir. Tematik alt-gruplar aşağıdaki gibi listelenmişti:

– Doğa bilimleri, sağlık, gıda

- Bilişim ve iletişim teknolojisi
- Enerji-çevre
- Malzemeler-kimyasallar
- İnşaat-iskân-inşaat
- Ulaşım-havacılık
- Tüketim maddeleri ve hizmetleri
- Tasarıma yönelik teknolojiler ve metotlar, imalat ve yönetim

Tematik alt gruplardan belirlenmiş bazı anahtar teknolojiler, nanoteknoloji alanıyla en azından kısmi olarak çakışacak şekilde tayin edilmiştir (Luther, 2004).

İngiltere

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

Finansmanın son halkası 1994–1995 yılları içindi, ancak proje 1999 yılına kadar devam etti. Bu arada farklı finansman programları da bulunmaktadır; örneğin Nanoteknoloji ve Üniversite Yenilik Merkezlerinde (UIC) Disiplinler-Arası Araştırma Ortakları (IRC) bağlamında.

İngiltere'deki Öngörü Faaliyetleri

1990 yılında, bir vizyon dokümanı hazırlanmış ve İngiltere'nin ilgisini yönlendirmesi gerektiği ve İngiltere'nin başarılı olması için yeterli uzmanlığın mevcut olduğu,

nanoteknoloji kapsamındaki belirli alanlarının altı çizilmiştir. Finansman projeleriyle ilgili olarak, LNP'nın oldukça başarılı olduğu kabul edilebilir. Bu suretle, İngiltere'nin daha rekabetçi bir konuma erişmesi için ticari yararları olagelen mevcut finansman düzenlerine uygunluk korunmuş oldu. LNP esnasında, hala güçlü bir şekilde devamlılıklarını sürdürmekte olan 14 üstün başarı merkezi kurulmuştur. "İngiltere Teknoloji Öngörü Programı" (1995–1998), araştırma önceliklerini belirlemek üzere kurulmuştur. Nanoteknoloji hiçbir biçimde açıkça telaffuz edilmemiştir. Tüm öngörü panelleri daha sonra bu nedenle eleştirilmiştir. Araştırma öncelikleri listesinde nanoteknolojinin yokluğu, LNP sona erdikten sonra düzenli bir ulusal nanoteknoloji programının kaybedilmesine neden olmuştur. İngiltere'nin ikinci öngörü inisiyatifinde (1998–2001), nanoteknolojiyi bir fırsatlar teknolojisi olarak yalnızca malzemeler paneli tanımlamıştır. Daha geniş çapta bir ilgi ancak, büyük ABD nanoteknoloji inisiyatifinin duyurulmasından sonra yeniden ortaya çıkmıştır. Birkaç araştırma konseyinin, ilgi alanlarına yönelik olarak nanoteknolojiye olan ilgilerini ifade etmeleri de nispeten yeni sayılır. Bunlar, nanoteknoloji alanında disiplinler-arası araştırma ortaklığı için bir çağrıda bulunmuşlardır (Luther, 2004).

Finlandiya

"Finlandiya Nanoteknoloji Programı" 1997 yılının başlarında, iki kaynak sağlayıcı kuruluşla, TEKES ve "Finlandiya Akademi"siyle yapılan işbirliğiyle başlamıştır. Bunda etkili bazı itici güçler, bu konuyla ilgili temel ve araştırma alanları arasındaki boşluğu doldurma istek ve kararlılığı yanında bu çok-disiplinli bilim alanındaki gelecekteki bir zamanda olası muazzam ekonomik etkileridir.

Daha en başından beri, nanoteknolojinin ne olduğuyla ilgili tanım geniş tutulmuştur. Aslında, daha da önemli olan, araştırma kavramlarının yeni, taze ve büyük olasılıkla gelecek endüstriler için yararlı olacağı inancıdır. Bu bakış açısına göre, yalnızca tek boyutta nano-ölçekle ilgili olan projeler (MBE ve CVD prosesleri gibi) bile kabul edilmekteydi ve bu boyut 1'den 1000 nanometreye kadar herhangi bir şey olabilirdi. Diğer seçme kriterleri de şöyleydi:

- Yüksek bilimsel/teknolojik düzey
- Tanımlanabilir endüstriyel potansiyeli vizyonu
- Uluslar arası ve ulusal ortaklık
- Somut sonuçlar

Neticede, program kapsamında 14 proje seçildi ve çoğu diğer TEKES programının aksine, bu projeler için endüstriyel finansman zorunlu değildi. Diğer işletme prensipleri; bürokrasi ve genel gider maliyetlerini, iç işbirliğini desteklemek amacıyla en düşük seviyede tutmaktı. Başlangıçta çok az sayıdaki projenin, program esnasında ya da hemen programdan sonra somut ticari neticeler üretebileceği çok açıktı. Ancak, bazı şirketler dikkate değer bir ilgi gösterdi ve tüm program boyunca tavsiyelerde bulundular.

Her ne kadar program çok küçük olduysa da -10 milyon Avro kadar- şimdiye kadar elde edilmiş olan sonuçlar oldukça yüksek bir kalitededir ve bilimsel olarak büyük değere sahiptirler. Bu neticelerden bazıları ticarileştirilmiştir, ancak diğer ülkelerde de olduğu gibi, bu sektördeki ağırlık merkezini pek yakın bir zamana yerleştirmek olası görünmemektedir. Nanoteknoloji gibi henüz gelişmemiş bir teknoloji için kamu desteğinin önemi açıkça vurgulanmıştır. Çoğu şirket için, getirisi zaman çizelgelerinin tahmin edemeyeceği bir alana yatırım yapmanın talihsiz sonuçlar doğurabileceği ortadadır. TEKES Nanoteknoloji programı 1997'den 1999 yılına kadar, üç yıl boyunca devam ettirildi. Devamlılık için, diğer mevcut disiplinlerle yakın ilişki kurmanın yolları araştırılmaya başlandı, zira nano-yaklaşımın biyoteknoloji ya da bilişim teknolojisi gibi diğer ilgili bir alanla bağlı olması durumunda endüstrinin daha fazla ilgili olduğu anlaşıldı. Şu anda endüstriyel uygulamaların, programın başlamasından önceki zamanlara göre çok daha yakın oldukları söylenebilir. Dilin kullanımında sağlam farklılıkların olduğunu ve iletişim kopukluklarının üstesinden gelinmesi gerektiğini gösteren, yıllık disiplinler-arası seminerler gerçekleştirildi. Program, disiplinler arasında zayıf bağlarla başlamış olmasına rağmen, program esnasında elde edilen deneyimler, bunun muazzam bir öğrenme süreci olduğunu gösterdi ve nanoelektronik gibi genel ilgi konuları ortaya çıkı. Şu anda nano-aktiviteler temel olarak, "Elektronikleri Minyatürleştirme -

ELMO” (2002–2005) ve “Temiz Yüzeyler” (2002–2006) gibi başka programların çatısı altında gerçekleştirilmektedir. Tekes ayrıca, yüzey kimyası ve fiziğinin endüstriyel kullanımıyla ilgili olan PINTA programını da finanse etmektedir. Toplam bütçe 25 milyon Avro'dur (Nanoforum June 2003 ve Luther, 2004).

Finlandiya'daki Öngörü Faaliyetleri

Finlandiya'daki ana kaynak sağlayıcı organ TEKES, Fin endüstrilerinin uzun ve kısa dönemde rekabetçiliğini garantilemek amacıyla, global teknoloji akımlarını aktif olarak gözlemlemektedir. Bu nedenle de teknoloji tahminleri, bu zorluğun üstesinden gelmek için gerekli olan hayati gereçlerden biridir.

Avrupa'daki Diğer Örnekler

Birçok diğer ülkenin kendi ulusal teknoloji stratejisi ve finansman programı bulunmaktadır. Örneğin İsviçre'nin güçlü nanoteknoloji aktiviteleri vardır. Bunlardan biri olan nanoteknoloji araştırma inisiyatifi “TOP nano 21”in (2000–2003) amacı, pazara salınmak üzere hazır olan ürünlere teknolojik buluşların verimli olarak aktarılması ve üniversitelerle endüstri ortakları arasındaki ortak projelerin desteklenmesidir. Rusya ve Ukrayna, özellikle gelişmiş malzemelerin sentezlenmesi ve işlenmesi üzerindeki araştırma aktivitelerine devam etmektedir ve Doğu Avrupa'da yeni programlar duyurulmaktadır (Luther, 2004).

Diğer Ülkeler

Güney Kore

Kore, nanoteknoloji alanında dünyanın ilk on ülkesinden biri olmaya kendini adanmıştır. Bu tutkulu amaç, “Bilim ve Teknoloji Bakanlığı”nın himayesi altında olan, “2001–2010 Ulusal Nanoteknoloji Programı” tarafından desteklenmektedir. Tasarlanan projenin ödeneği 1,1 milyar \$ olup 10 yıl boyunca MOST, Ulusal Hükümetin birkaç bazı organı ve özel endüstri tarafından tahsis edilecektir. Kore'nin

nanoteknoloji altyapısı büyük ölçüde iyileştirilecektir. Daejon’da bulunan “Kore İleri Bilim ve Teknoloji Enstitüsü”ndeki “Ulusal Nano-İmalat Merkezi”ne ek olarak, ayrıca birden fazla özel-amaçlı “Nano-İmalat Merkezi” de kurulacaktır. Ayrıca, nano-aygıtlar, nano-işleme ya da nanomalzemelere odaklanmış olan nanoteknolojinin ticarileştirilmesini destekleyen merkezler de kurulacaktır. Kore’deki nanoteknoloji finansmanının devlete ait kısmında işlerin yolunda olduğu görülmektedir. Samsung ve LG Elektronik de önemli nanoteknoloji programları duyurmuşlardır ve birkaç ufak şirket de nanoteknolojiye yoğunlaşmaktadır.

Güney Kore’deki Öngörü Faaliyetleri

Kore’de, 1993 ve 1998 yıllarında iki teknoloji öngörü çalışması kurulmuştur. 2001’de Ulusal Teknoloji Yol Haritası, ulusal bir strateji ihtiyacıyla ve 2012 yılına doğru artan ekonomik büyümeyle uyum sağlamak ve anahtar teknolojileri belirlemek için yukardan- aşağıya bir yaklaşım izlemek amacıyla oluşturulmuştur. Bu süreçte, 5 temel vizyon önerilmiştir ve en fazla öneme sahip olan teknoloji olarak nanoteknolojiyi de içeren 99 destekleyici anahtar teknoloji tanımlanmıştır (Luther, 2004).

Çin

Çin’in 5 yıllık NNI programı 2001 yılında başlatılmıştır. Kaynakların, kaba olarak yarı yarıya destek sağlaması beklenen “Bilim ve Teknoloji Bakanlığı”ndan, ayrıca da “Devlet Gelişme ve Planlama Komisyonu”ndan, “Eğitim Bakanlığı”ndan, “Çin Mühendislik Akademisi”nden ve “Çin Ulusal Bilim Kurumu”ndan gelmesi planlanmıştır. Gerçek harcamalarla ilgili verilere ulaşmak halen zordur, ancak aşağıda da açıklanmış olan bu harcamanın sonuçları açıktır (ATIP, 2003 ve Luther, 2004):

- 1991’den 2001 yılına kadar olan on yıllık süre içinde Çin, ABD, Japonya’dan sonra ve Almanya’dan önce, nanoteknoloji konusundaki yayımlar sayısında üçüncü sıraya yerleşti.

- 1985’le 2001 yılları arasında Çin’de verilmiş olan 956 nanoteknoloji patenti vardı.

Çin’de nanomalzemeler alanındaki patentlerin sayısı dünya toplamının %9’u kadardır. Bunların yanında nanobiyoloji ve nanoelektronik alanlarındaki patentler, sırasıyla, dünya toplamının yalnızca %3 ve %1’i kadardır. Çin’in NNI programı tarafından yaratılmış olan en büyük ve tek teşebbüs, Zhongguancun-Beijing’deki “Ulusal Nano Bilim Merkezi”dir. Devlet desteği 250 milyon Yen olacaktır (yaklaşık olarak 30 milyon \$). Merkez; CAS, Pekin Üniversitesi ve Tsinghua Üniversitesi tarafından desteklenecektir ve ulusun nanoteknoloji çabaları için teknolojik bir platform sağlayacaktır. Çin halen yabancı sermaye yatırımları için çekici bir Pazar olmaya devam etmektedir ve gelecekte de muhtemelen nanoteknoloji ürünlerinin, özellikle de malzemelerin başlıca sağlayıcısı haline gelecektir (Luther, 2004).

İsrail

Doksanlı yılların sonlarına doğru nanobilim ve nanoteknoloji (NBT), yeni gelişmekte olan alanlardan biri olarak İsrailli bilim topluluğunun da dikkatini çekmişti. Bilim Bakanlığı tarafından, stratejik bir araştırma programı başlatılmıştır. Bu programda NBT konuları, ulusal öncelik alanlarına ve bazı endüstriyel ARGE çabaları göz önünde bulundurularak seçilmiştir:

- “Gelişmiş Malzemeler ve Kimyasal Teknolojiler için ARGE Ulusal Komisyonu”, nanomalzemeleri ve nano-kimyayı, stratejik araştırma için ulusal öncelik taşıyan ilk beş konudan biri olarak tayin etmiştir. Ana hedefler: nanokristallerin, kendiliğinden düzenlenen molekül-üstü sistemlerin imalatı, özelliklerin nanoölçekte kontrolü vs. için ileri yöntemler geliştirmektir.

- “Mikroelektronik ve Elektro-optik Teknolojiler Ulusal Komitesi”, nanoteknolojiyi ulusal önceliğe sahip konulardan biri olarak seçmiştir. Ana araştırma alanları, “elektronik/opto-elektronik nanoaygıtlar”, “NEM’ler” (nanoelektronik malzemeler), “atalet sistemleri”, “mikrolensler”, “kuantum noktalarının mikroyağlılar, nanotüpler, nano yapılar vs. ile entegrasyonudur” (Luther, 2004).

İsrail’deki Öngörü Faaliyetleri

İsrail’de nanoteknolojiyle ilgili öngörü faaliyetleri, İsrail hükümeti tarafından, nanoteknoloji alanını, bu alanın gelişme akımlarını ve olası uygulamalarını değerlendirmek amacıyla tayin edilen yoğun bir çalışmayla başlamıştır. Bu çalışma ICTAF tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, son durumu, gelişme akımlarını, İsrail’deki faaliyetlerin haritalandırılması ve olası uygulamaları ortaya koymaktır. Bu çalışma, aşağıdaki meselelere odaklanmıştır:

1. Nanoyapılar ve kuantum aygıtları, nanoelektronik
2. Nanokimya, nanomalzemeler
3. Nanorobotik ve moleküler robotik
4. Gelecek uygulama alanları ve beklenen ürünler

Bu çalışma boyunca nanoteknoloji, çoğu aktivitenin nanobilime odaklandığı ve gelecek uygulamaları için büyük bir potansiyel taşıyan yeni doğan önemli bir teknoloji olarak tanımlanmıştır. 1999 yılında, nanoteknoloji üzerine ikinci bir ICTAF çalışması, Delphi-tipi anketten yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunda da birkaç önemli gerçekleştirme adımı takip edilmiştir. Finansman söz konusu olduğunda, İsrail’deki durum oldukça özeldir; Bilim Bakanlığı nispeten küçüktür ve araştırma finansmanının mevcut kısımları, üniversitelerin girişimleri sonucunda yurtdışından sağlanmaktadır (Luther, 2004).

Gelişmekte Olan Ülkelerde Nanoteknoloji

Çoğu gelişmekte olan ülkede nanoteknolojideki gelişme oldukça kısıtlı olmasına rağmen, nano ürünleri ve prosesleri programlarına ithal için gittikçe daha fazla fırsat olacaktır. Elbette, nanoteknolojinin, gelişmekte olan ülkelerin durumunu, bunların ihracatlarına, özellikle de ham maddelerine olan talebi düşürerek daha da kötüleştirebileceği iddia edilebilir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde bile sadece sınırlı sayıda nanoteknoloji projesi özel olarak fakirlerin ihtiyaçlarını hedef alır ve bu da, dijital bölünmeye benzer bir şekilde, “nano bölünme” korkusuna yol açar.

“Birleşmiş Milletler Uluslararası Bilim ve İleri Teknoloji Merkezi”, bu tür meseleleri Şubat 2005’de, “Nanoteknoloji konusunda Kuzey-Güney diyalogu” konulu toplantıda ele almıştır (Lauterwasser). Merkez, nanoteknolojinin gelişmekte olan ülkelere birçok avantaj sağlayabileceğini ve bu teknolojiye geçişin bu ülkeler için çok zor ve çok pahalı olduğuna hükmetmenin doğru olmadığını iddia etmiştir. Benzer bir tema, Nisan 2005 yılında, Toronto Üniversitesi Birleşmiş Biyoetik Merkezi’ndeki (JBC) Kanada Genom Bilimi ve Küresel Sağlık Programı (CPGGH) tarafından yayımlanan raporun konusunu oluşturmuştur (CPGGH 2005 ve Lauterwasser). CPGGH, altmıştan fazla uluslararası uzmanın, “BM Milenyum Gelişme Hedefleri” çatısı altındaki gelişmekte olan ülkeler için nanoteknolojilerin olası etkilerini değerlendirmelerini istemiştir. 2015 yılında gerçekleştirilmek üzere 2000 yılında üzerinde anlaşmaya varılmış olan BM hedefleri şöyledir:

- Aşırı fakirlik ve açlığı yarıya indirmek,
- Evrensel temel eğitimi gerçekleştirmek,
- Kadınları yetkilendirmek ve kadınlarla erkekler arasında eşitliği desteklemek,
- Beş yaş ve altı ölümleri üçte iki oranında azaltmak,
- Özellikle HIV/AIDS ve sıtma gibi hastalıkların yayılmalarını tersine çevirmek,
- Çevresel sürdürülebilirliği garantilemek ve gelişme için küresel bir ortaklık yaratmak.

CPGGH çalışması 10 nanoteknoloji uygulamasını, 2015 yılına kadar su, tarım, beslenme, sağlık, enerji ve çevre alanlarında büyük olasılıkla etkili olacaklar nitelemesiyle sıralamaktadır. Bu sıralama, elektronik ve hesaplama alanlarındaki uygulamaların en önemli uygulamalar olarak görüldüğü ve farmasötiklerle diğer sağlık sektörlerine de önem verildiği, en gelişmiş endüstriyel ekonomilerdeki benzer egzersizlerden büyük ölçüde farklıdır. Gelişmekte olan ülkeler için uzmanların hükmettiği 10 temel nanoteknoloji uygulamaları aşağıdaki gibidir:

1. Enerji: Bu alanı 1 numaralı alan olarak sıralama konusunda yüksek bir oy birliği gözlenmiştir. Nanomalzemeler; halen geleneksel, yenilenebilir olmayan kirletici yakıtlara bağımlı olan ülkelere temiz enerji sağlayacak olan yeni nesil güneş pilleri,

hidrojen yakıt pilleri ve yeni hidrojen depolama sistemleri oluşturmak amacıyla kullanılacaktır. Proteinlerin gömülü olduğu sentetik nanomembranların yaratılmasındaki gelişmeler, ışığı kimyasal enerjiye dönüştürme yetisini sağlamıştır. Endüstriyel düzeyde başarılı bir şekilde adapte edilmeleri durumunda, bu tür teknolojiler gelişmekte olan ülkelerin, fosil yakıtlara bağımlı olmaktan kaynaklanan yinelenen eksikliklerden ve madenciliğin, petrol ve kömür yakmanın sonucunda ortaya çıkan çevresel sorunlardan kurtulmalarına yardımcı olabilir.

2. Tarım: Araştırmacılar, toprak verimliliğini ve mahsul üretimini artırmak ve yetersiz beslenmenin –gelişmekte olan ülkelerdeki çocuk ölümlerinin yarısından fazlasının sorumlusu– azaltılması için birkaç pahalı olmayan nanoteknolojik uygulama geliştirmektedirler. Nanoteknoloji malzemeleri, bitkiler için gübrelerin yavaş salınımı ve doz ayarlamasının verimli yapılması için, ayrıca çiftlik hayvanlarına yönelik besin ve ilaçlar için geliştirilmektedirler. Diğer tarımsal gelişmeler, mahsullerin ve çiftlik hayvanlarının sağlığını kontrol etmek için sensörler ve topraktaki kirleticileri uzaklaştırmak için manyetik nanoparçacıkları içerir.

3. Su Arıtma: Nanomembranlar ve nanokristaller, suyu geleneksel bakteri ve virütik filtrelerden daha verimli bir şekilde saflaştıran, zehirden ve tuzdan arındıran ucuz, taşınabilir ve kolay temizlenen sistemlerdir. Araştırmacılar ayrıca, su kalitesinin geliştirilmesi için, karbon nano-tüp filtrelerin büyük ölçekli üretimi için bir yöntem de geliştirmişlerdir. Diğer su uygulamaları, organik kirleticileri ayrıştıran ve sıvılardan tuzlarla ağır metalleri uzaklaştırarak, ağır bir şekilde kirletilmiş ve tuzlu olan suların da sulama için ve içme amaçlı kullanımına olanak tanıyan sistemleri (titanyum dioksit ve manyetik nanoparçacıklara dayanan sistemler) içerir. “Kurtarılmış” olan kirletici bileşenlerden bir kısmının bu işlemler sonucunda kolaylıkla geri dönüşümü sağlanabilir.

4. Hastalık Tanısı ve Tarama: Teknolojiler, tıbbi laboratuardaki tüm diagnostik fonksiyonları sunan “çip-üstü-laboratuar”ı ve nanotüpler, teller, manyetik parçacıklar ve yarıiletken kristallere (kuantum noktaları) dayalı diğer biyosensörleri içerir. Bu ucuz, elle taşınabilir diagnostik kitler, aynı anda birkaç patojeni tespit edebilir ve

küçük ikincil kliniklerde geniş çaplı tarama amacıyla kullanılabilirler. Tıbbi görüntülemeyi geliştirebilecek olan diğer nanoteknoloji uygulamaları da geliştirilme aşamasındadır.

5. İlaç/Madde Taşıma Sistemleri: Yavaş ve sürekli ilaç salınımı sistemleri için nanokapsüller, dendrimerler ve “buckyball”ler, yeterli ilaç depolama kapasiteleri ve dağıtım ağları olmayan ülkeler için değerli özelliklere sahiptir. Nanoteknoloji ayrıca potansiyel olarak nakliye maliyetlerini ve hatta ihtiyaç duyulan dozları da, var olan ilaçların dolap ömrünü, termal istikrarını ve nemdeki değişikliklere olan dayanırlıklarını geliştirerek azaltabilir.

6. Gıda İşleme ve Depolama: Gıda paketlenmesi ve depolama için gelişmiş plastik film kaplamalar, daha düşük sanayileşme düzeyi olan ülkelerin uzak alanlarına, daha geniş çaplı ve daha verimli gıda ürünlerinin dağıtımını olanaklı kılabilir. Gıda ekipmanlarının, paketlerin ve gıdaların dezenfektasyonu için, nanomalzemelerle üretilmiş olan antimikrobiyel emülsiyonlar ve nanoteknolojiye dayalı sensörler de kirliliği tespit etme ve tanımlamada kullanılabilir.

7. Hava Kirliliği İyileştirilmesi: Işıkla beraber hava kirleticilerini imha eden nanoteknolojiye dayalı yenilikler, katalitik dönüştürücüleri daha verimli, daha ucuz ve daha iyi kontrol edilir yapar, toksik malzemeleri ve sızıntıları tespit eder, fosil yakıt emisyonlarını azaltır ve gazları ayırır.

8. İnşaat: Suya daha dayanıklı olan asfalt ve beton yapmak için nanomoleküler yapılar, ultraviyole ve infrared radyasyonu bloklayan malzemeler, daha ucuz ve daha dayanıklı konutlar, yüzeyler, kaplama malzemeleri, yapıştırıcılar, beton, ısı ve ışık tutulması için malzemeler, kendiliğinden temizlenen camlar, aynalar ve tuvaletler.

9. Sağlık Denetimi: Glikoz, karbondioksit ve kolesterol seviyeleri gibi fizyolojik değişkenlerdeki günlük değişimleri, hastane ortamında kan alma ihtiyacı olmadan izleyen nano-aygıtlar geliştirilmektedir. Örneğin, diyabet hastaları herhangi bir zamanda, kanlarındaki şeker konsantrasyonunu bilebileceklerdir. Aynı şekilde kalp

rahatsızlığı olan hastalar da, kolesterol seviyelerini düzenli olarak takip edebileceklerdir.

10. Hastalık Taşıyıcılar ve Haşere Tespiti Kontrolü: Haşere tayini için nanoölçekli sensörler, gelişmiş pestisitler, inestetisitler ve haşarat uzaklaştırıcılar.

Rapor ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde hedeflenmiş olan nanoteknolojilerin gelişmesini teşvik etmek amacıyla, “Nanoteknolojiden Yararlanarak Küresel Zorlukları Belirleme” adlı bir girişimi de önermektedir. Bu girişim, “Ulusal Sağlık Enstitüsü Vakfı” ve “Bill ve Melinda Gates Vakfı” tarafından 2004 yılında başlatılmış olan, “Küresel Sağlıkta Büyük Zorluklar” adlı girişimin çizgilerinde çalışmalarını sürdürebilecekti. Yazarlar, nanoteknolojik girişimleri hali hazırda başlatmış olan birkaç gelişmekte olan ülkeyi gösterirler. Örneğin, Hindistan’ın Bilim ve Teknoloji Departmanı, 2005–2009 dönemi için 20 milyon \$ yatırmaktadır ve Çin’de, nanoteknoloji patent başvurularında ABD ve Japonya’dan sonra üçüncü sırada gelmektedir. Çin Tsinghua Üniversitesi’ndeki araştırmacılar, hastanın hasar görmüş iskelet dokusu iyileşirken, kademeli olarak ayrışan ve nanoteknolojiye dayalı olan bir kemik iskelet için klinik testlere başlamışlardır. Bu uygulama özellikle, trafik kazalarından kaynaklanan iskeletsel yaralanma sayılarının oldukça yüksek olduğu gelişmekte olan ülkeler için uygundur. Brezilya’da, 2004–2007 dönemi için, tasarlanan nanoteknoloji bütçesinin miktarı 25 milyon \$ kadardır. Üç enstitü, dört ağ ve yaklaşık olarak üç yüz kadar da bilim insanı nanoteknoloji üzerine çalışmaktadır. Brezilyalı araştırmacılar, petrol yayıntılarından petrolü ayırmak için modifiye edilmiş manyetik nanoparçacıkların kullanımını araştırmaktadırlar. Burada hem nanoparçacıkların, hem de petrolün potansiyel geri dönüşümünden söz edilebilir.

Tarihsel sürece bakıldığında bireylerden sahip olmaları beklenen becerilerin yaşanılan çağın özelliklerine ve gereksinimlerine göre değişim gösterdiği dikkati çekmektedir. Bilgi çağı olarak adlandırılan çağımızda bilgi temel bir gereksinim olarak ön plana çıkmaktadır. Bu gereksinim, bireylerin bilgiye nasıl ulaşılacağını bilmesi, onu uygun biçimde kullanmasını ve kullanım sonuçlarının değerlendirmesini; başka bir deyişle bilgi okuryazarı olmasını gerektirmektedir

(ACRL, 2000; ALA, 1989). Ancak, günün koşulları dikkate alındığında bilgiye ulaşma konusunda teknolojiadaki gelişmelerin yarattığı ortamın etkileri nedeniyle bilgi çokluğu/karmaşası ve gereğinden fazla bilginin ortamda bulunması sorunu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla sorun sadece bilgiye ulaşmak değil; gerekli, doğru bilgiye zamanında ulaşma ve onu etkin kullanmayı da bilgi okuryazarlığının odak noktalarından biri haline getirmekte; diğer açıdan da bilgi okuryazarlığının önemini bu anlamda artırmaktadır. Bilgi okuryazarlığı kısaca bilgiye ulaşma ve bilgiyi kullanma becerisi olarak tanımlanmaktadır (AASL/AECT, 1998).

Toplumsal sistem, bireylerden yaşam boyu öğrenme becerilerine sahip olmalarını beklemekte; sürekli olarak bilgisini yenileyebilen, değişime ayak uydurabilen, gelişmeleri takip edebilen ve bilinçli bir bilgi tüketicisi olmanın yanı sıra bilgi üretebilen bireylere gereksinim duymaktadır (Akkoyunlu ve Kurbanoglu, 2003).

Bu durum ise öğretmenlerin rollerini değiştirmekte, daha çok bir yol gösterici olarak belirlemektedir (Aytaç, 2003). Tüm bu gelişmeler öğrencilerin olduğu kadar onları yönlendirme sorumluluğunu üstlenen öğretmenlerin de söz konusu becerilerle donatılması gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır (Usluel, 2006).

Öğretmenlerin, söz konusu becerileri etkin ve etkili bir şekilde kullanabilmeleri için bu alanda kendilerine güvenmeleri, bir başka deyişle, güçlü öz-yeterlik inancı geliştirmeleri gerekmektedir. Öz-yeterlik ‘bireyin belli bir performansı göstermek için gerekli etkinlikleri düzenleyip başarılı bir biçimde gerçekleştirme kapasitesi hakkına kendine ilişkin yargısıdır’ (Bandura, 1986) ve Bandura’ya göre (1997) öğretmenlerin yeterliklerine ilişkin inançları öğretmenlerin öğretimsel etkinlikleri kadar eğitim sürecindeki genel uyumlarını da etkilemektedir.

Nitekim öğretmenlerin öz-yeterlikleriyle öğretim sürecinde planlama ve sınıf içi uygulamaları arasında ilişki bulunmaktadır (Parajes, 1992). Öz-yeterliği yüksek olanlar hedeflerine ulaşmada kararlı, hata ya da yenilgilerle baş etmede daha güçlü iken öz-yeterlikleri düşük olanlar ise kendilerine tehdit olarak gördükleri zor işleri yapmaktan kaçınmakta, herhangi bir çaba göstermemekte ve vazgeçme

eğilimindedirler (Bandura, 1994). Bu nedenle, bilgi okuryazarlığı öz-yeterlik inancı yüksek olan öğretmenlerin, öğrenme sürecini düzenlemeleri ve öğrencilerine bu becerileri kazandırmalarının daha kolay olacağı ileri sürülebilir (Parajes, 1992).

Sonuç olarak, öğretmenlerin bilgi okuryazarlığı becerilerine sahip olmasının üç açıdan önemli getirileri olabileceği ileri sürülebilir. Birincisi öğretmenlerin mesleki anlamdaki gelişmeleri; ikincisi, öğrenciyi içinde yaşadığı toplumun, çağın gereksinimleri ile donanmış yetiştirerek bireyi güçlü kılması; üçüncüsü toplumda gereksinimi duyulan bireyin yetişmesini sağlayarak topluma katkıda bulunması.

Saracaoğlu (2000), öğretmenlik mesleğine ilişkin görüşleri araştırdığı çalışmasında, öğreticilik özelliklerini sıralamıştır. Bunlar arasında;

- Rehber ve yol gösterici olması
- Kültürlü olması
- Kendini geliştirebilen, çalışkan olması
- Çekici dersler sunabilmesi
- Öğrenciyi hayata hazırlayabilmesi, günceli yakalaması yer almaktadır.

Bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda nanobiyoteknoloji gibi gelişen ve gelişmeye de devam etmesi beklenen bir alanda biyoloji öğretmenlerinin de bilgi sahibi olmasını beklemek olağandır.

Biyoloji öğretmenliği programında okumakta olan ve bu programı bitirmiş olan kişilerin yakın gelecekte ülke ekonomisinde büyük pay sahibi olması beklenen, mühendislik bilimleri, fen bilimleri ve sağlık bilimleri ile iç içe olan bir bilime karşı duyarsız olmaları beklenemez. Bilgi edinmek ve bilgi vermek amacıyla çalıştaylar, seminerler, bireysel çalışmalar, yaz kampları vb. ile gelişmeleri takip etmeleri gereklidir.

Konu ile ilgili olarak görüşleri alınan Yrd. Doç. Dr. Uygur Tazebay:

“...biyoloji öğretmeni olacak kişilerin birebir bilim adamı olarak bu alanla çalışmaları, lisansüstü seviyesinde çalışmalarını pek uygun bulmuyorum. Biyoloji

öğretmeni olacak ve derslerine bunu katacak bir öğretmen için boşa vakit kaybı olacaktır. Çok fazla ders ve emek gerekiyor. Bir biyoloji öğretmeni bu programa katılıp bir yada iki ders alabilir bence. Bilgilenmek amacıyla. Öğretmen adayları buradan ders almalılar bence. Lise eğitimi çok önemli aslında ama bazen bu gözden kaçıyor. Liseden ilgiyle motivasyonlu gelen öğrenciyi, burada tutamıyoruz. Susamış gibi biyoloji çalışıyor. Lisede bir ilgi olduğu zaman çocuk şekillenirken, ondan sonra buradaki derslere ilgisi diğerlerinden çok farklı oluyor. Liseden öğrencinin gelirken sahip olduğu ilgisi ve motivasyonu, lisanstaki başarısı için de en belirleyici faktörlerden bir tanesi. O anlamda nanoteknolojinin ve nanobiyoteknolojinin lisede çok doğru ve detaylı anlatılması lazım. Belli bir ilgi oluşsun. Bu motivasyon, ilgi oluşsun ki bir şeyler üretebilsin. Dışarıdan verilen bilgi çocuğu bilime yönlendiremiyor. Not almak için belki olabilir ama laboratuvara girip çalışma yapması için hayır, etkili olmuyor...” diyerek görüşlerini ifade etmiştir.

Nanobiyoteknoloji ve biyoteknoloji konularında bilgi verebilmek için konuyla ilgili yapılan çalışmaları izlemeleri, gerekli ortamlar sağlanırsa bizzat uygulama yapmaları gerekmektedir.

Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin nanobiyoteknolojiyi algılama düzeyleri belirlenecektir. Ayrıca nanobiyoteknoloji konusunda çalışma yapan uzmanlardan konu hakkında görüş anılacaktır.

1.5. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI

1. Bu çalışma Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği öğrencileri ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma, araştırmanın alt problemlerinde ele alınan değişkenler ile sınırlıdır.
3. Araştırma geliştirilen anket sonuçları ile sınırlıdır.

1.6. ARAŞTIRMANIN SAYILTILARI

1. Çalışma grubu evreni temsil etmektedir.
2. Araştırmada ele alınan değişkenlere ait verilerin toplanması, oluşturulan üç bölümlü anketle sınırlı olacaktır.
3. Anketi cevaplayan öğrencilerin verdiği cevaplar gerçeği yansıtmaktadır.

1.7. TANIMLAR / TERİMLER

Nanoteknoloji : Nanometre ölçeğindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların anlaşılması, kontrolü ve üretimi amacıyla, fonksiyonel materyallerin, cihazların ve sistemlerin geliştirilmesidir. Nano ölçekteki olayların manipülasyonu ile bilim ve teknolojide yeni ufuklar açılmaya başlamıştır.

Biyoteknoloji : Canlıların ve canlı sistemlerin bilim ve mühendislik teknikleri uygulanarak mal ve hizmet üretmek amacıyla kullanılmasıdır.

Biyolojik Çeşitlilik Çerçeve Sözleşmesindeki tanımı ile biyoteknoloji, biyolojik sistemler, canlı organizmalar veya bunların türevlerinin özel amaçlarla ürün ya da işleme tekniklerinde kullanıldığı teknolojik uygulamaların bütünüdür.

Biyoteknoloji insan, hayvan ve bitki hücrelerinin fonksiyonlarını anlamak ve değiştirmek amacıyla uygulanan çeşitli teknikleri ve işlemleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Canlıların iyileştirilmesi ya da endüstriyel kullanımına yönelik ürünler geliştirilmesini, modern teknolojinin doğa bilimlerine uygulanmasını kapsar (Sarıkaya, 2001).

Tazebay’a göre “Biyolojinin teknolojik ürüne dönüşecek şekilde kullanılmasıdır”.

Nanobiyoteknoloji : Nanoteknolojinin biyoloji alanında yapılan çalışmalarını kapsamaktadır.

Tazebay’a göre “Biyoteknoloji ile nanoteknolojinin bir ara kesiti olarak tanımlanabilir. Nanoteknoloji biyoloji ile bir şekilde buluşmaktadır”.

BÖLÜM II

YÖNTEM

Bu bölümde, araştırma verilerinin elde edildiği çalışma grubu, veri toplama teknikleri, veri toplamada kullanılan araçlar konusunda bilgi verilmiştir.

Bu çalışma betimsel yöntem kullanılarak yapılmış olan bir araştırmadır. Betimsel yöntem modellerinden olan alan anket- survey (alan araştırması) tipi bir araştırma modeli kullanılmıştır. Alan araştırma yöntemi genelde resmi bir kuruluşun yani kamu kuruluşunun ve benzerlerinin belli bir zamanda olay ve olguların doğal şartlar içindeki gerçek durumunu saptamak üzere, toplum evreninden seçilen, bir örneklemden elde edilen verilere dayalı yapılan bir araştırma biçimidir (Kaptan, 1998).

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümü ile Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi –UNAM’da görev yapan sayın Yrd. Doç. Dr. Uygur TAZEBAY ile görüşme yapılarak tez konusu ile ilgili bilgiler alınmıştır.

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

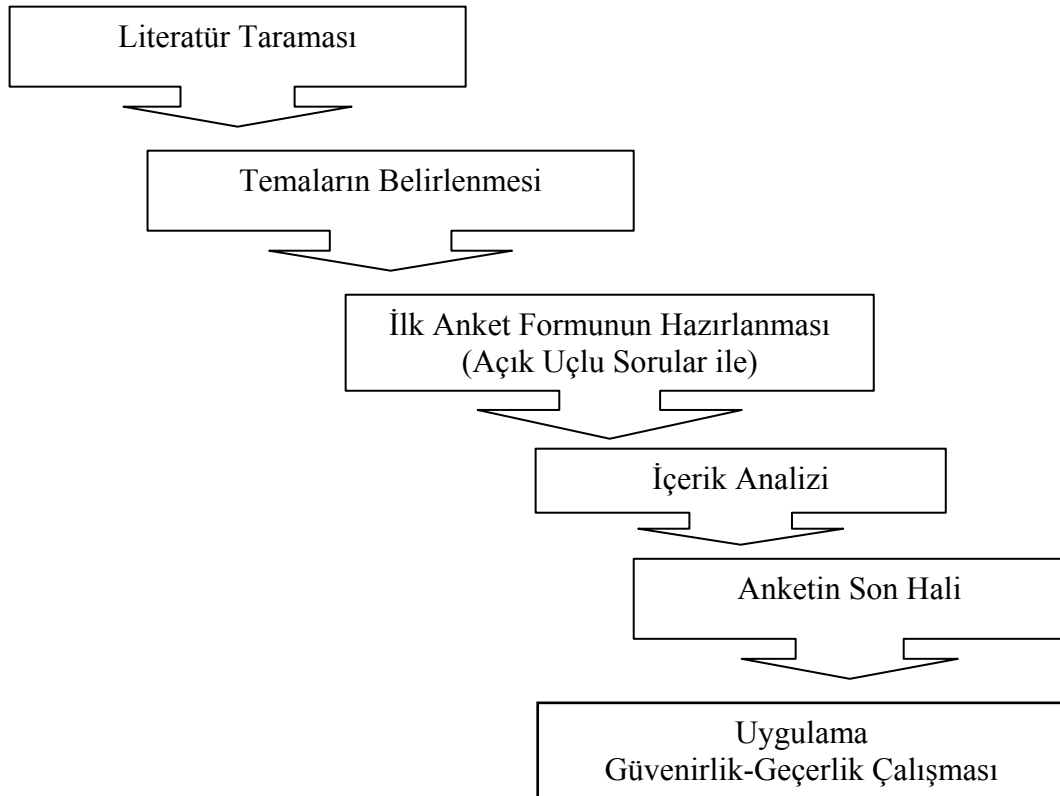
Patton’a göre (1987) görüşmenin amacı, bir bireyin iç dünyasına girmek ve onun bakış açısını almaktır. Görüşme yoluyla deneyimler, tutumlar, düşünceler, niyetler, yorumlar ve zihinsel algılar ve tepkiler gibi gözlenemeyeni anlamaya çalışırız. Bu süreçte, sorulan sorulara karşı tarafın rahat, dürüst ve doğru bir şekilde tepkide bulunmasını sağlamak görüşmecinin temel görevidir.

2.1. Araştırma Modeli

Araştırmanın amacı, biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknolojiye olan ilgilerini ölçmek olduğundan, araştırma betimsel tarama modeli niteliğindedir.

Tarama modelleri, geçmişte ya da halen varolan bir durumu varolduğu şekilde betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Araştırmaya konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme etkileme çabası gösterilemez. Bilinmek istenen şey vardır ve oradadır. Önemli olan onu uygun biçimde ‘gözleyip’ belirleyebilmektir (Karasar, 2000).

Bu çalışma yapılırken aşağıda yer alan işlem basamakları takip edilmiştir.



Şekil 2.1. Anket geliştirme basamakları.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın örneklemini; Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi'nin, 2008-2009 eğitim-öğretim yılındaki Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Biyoloji Öğretmenliği Anabilim Dalı'nda okuyan 2., 3., 4. ve 5. sınıflarından toplam 107 öğrenci oluşturmaktadır.

2.3. Veri Toplama Aracının Geliştirilmesi ve Uygulanması

Bu çalışmada veriler anketler ve yarı yapılandırılmış görüşme yoluyla elde edilmiştir.

Anket hazırlama aşamasında öncelikle gerekli literatür çalışması yapılmış daha sonra belirlenen ilgi ve bilgi alanlarını kapsadığı düşünülen alt temalar oluşturulmuştur. Bu alt temalardan faydalanarak öğrencilere açık uçlu soruların yer aldığı ifade tarama anketi yöneltilmiştir. Anketlerin analizi yapıldıktan sonra, ilgi seviyesinde 6 alt tema belirlenmiştir. Bunlar nanobiyoteknolojinin;

- önem-gerekliliğine inanma,
- gelişmeleri takip etme,
- kullanılabilirliğine ilişkin görüşler,
- araştırmaların ve uygulamaların sosyal boyutu,
- beklentiler ve
- öğrenme-öğretme isteğidir.

Alt temaları içeren ifadeler anketin ikinci kısmında yer alan “NANOBIYOTEKNOLOJİ İLGİSİ” başlıklı kısımda yer almıştır. Ölçek 5'li Likert tipi anket formunda hazırlanmıştır. Tablo 2.1'den 2.6'ya kadar olan tablolarda nanobiyoteknolojiye yönelik ilgi anketinde yer alan ifadelerin alt temalarının göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Nanobiyoteknolojinin önem-gerekliliğine inanma alt temasına ait ifadeler

Madde No	İfadeler
1	Bu teknolojinin hayatı kolaylaştıracağına inanıyorum
4	Nanobiyoteknoloji çalışmalarını bilmemin önemli olduğunu <u>düşünmüyorum</u> .
8	Nanobiyoteknoloji çalışmalarının insan sağlığı için önemli olduğunu düşünüyorum.
9	Bu teknolojinin insan yaşam kalitesini arttıracağını düşünüyorum.

Tablo 2.2. Gelişmeleri takip etme alt temasına ait ifadeler

Madde No	İfadeler
7	Nanobiyoteknoloji alanındaki gelişmeleri takip <u>etmiyorum</u> .
13	Nanobiyoteknoloji güncel bir konu olduğu için ilgimi çekiyor.

Tablo 2.3. Kullanılabilirliğine ilişkin görüşlere ait ifadeler

Madde No	İfadeler
6	Nanobiyoteknolojik ürünlerin gelecekte günlük hayatımızın pek çok alanında karşımıza çıkacağını düşünüyorum.
10	Nanobiyoteknolojik ürünlerin yaygınlaşması için çok uzun bir süreye ihtiyacımız olduğunu düşünüyorum.

Tablo 2.4. Araştırmaların ve uygulamaların sosyal boyuta ait ifadeler

Madde No	İfadeler
2	Toplumun nanobiyoteknolojinin uygulama alanlarıyla ilgili bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi gerektiğine inanıyorum.
5	Nanobiyoteknolojik ürünlerin uzun vadede insan sağlığı ve ekosistem için yarardan çok zarar getireceğine inanıyorum.
14	Nanobiyoteknoloji çalışan bilim insanlarının ticari şirketler adına çalışmalarını etik <u>bulmuyorum</u> .
21	Nanobiyoteknoloji alanında çalışan bilim insanlarının, bu ürünleri piyasaya sürmeden önce gerekli risk analizi çalışmalarını yaptığını düşünüyorum.

Tablo 2.5. Beklentilere ait ifadeler

Madde No	İfadeler
3	Nanobiyoteknolojinin hastalıklarda teşhis ve tedavi sürecini hızlandıracağını düşünüyorum.
12	Nanoteknolojinin enerji ve yakıt tüketimine alternatif olacağını düşünüyorum.
15	Doğadan esinlenerek ortaya çıkan pek çok nanobiyoteknolojik ürünün uzun vadede ekonomik yararı olacağını düşünüyorum.
23	Nanobiyoteknolojinin çevre kirliliği konusunda ekolojik dengeyi bozmayacak önlemler alınmasına sebep olacağını düşünüyorum.

Tablo 2.6. Öğrenme-öğretme isteğine ait ifadeler

Madde No	İfadeler
11	İlköğretimden itibaren eğitim sistemimizin her basamağında, nanobiyoteknolojinin günlük hayatta kullanımı ile ilgili öğrencilerin bilgilendirilmesi gerektiğine inanıyorum.
16	Nanobiyoteknoloji alanındaki çalışmalara katılırsam, konuyu anlama ve anlatma becerim yükseleceğimi düşünüyorum.
17	Biyoloji öğretmen adaylarına nanobiyoteknoloji ile ilgili temel bilgilerin verilmesi gerektiğine inanıyorum.
18	Nanobiyoteknoloji geliştikçe bu bilim ile ilgili bilgiler de öğretmenlere verilmelidir diye düşünüyorum.
19	Nanobiyoteknoloji ile ilgili temel bilgileri öğrenmemin, bilime ve geleceğe daha geniş açıdan bakmamı sağlayacağını düşünüyorum.
20	Nanobiyoteknoloji konusunda çalıştay yada seminerler yoluyla edineceğim bilgilerin mesleğimde bana faydalı olacağını düşünmüyorum.
22	Nanobiyoteknoloji konusunun lisans eğitim programı içerisinde verilmesi gerektiğini düşünüyorum.

Nanobiyoteknolojiye yönelik ilgi anketinde yer alan ifadeler 5’li likert tipi ölçeklendirme ile verilmiştir. Her madde 1-5 arasında puanlanmıştır. Ankette yer alan bazı ifadeler olumsuzdur. Bu ifadelerin puanlaması yapılırken 5-1’ e doğru puanlama yapılmıştır. Bu puanlama doğrultusunda anketten alınabilecek max puan 115, min puan 23’tür. Bu doğrultuda katılımcıların puanlarının karşılaştırılabilmesi amacıyla düşük-orta ve yüksek olmak üzere bir ölçeklendirme yapılmıştır. Bu ölçeklendirmeye göre 23-53 puan aralığı düşük ilgi seviyesini, 54-84 puan aralığı orta ilgi seviyesini, 85-115 puan aralığı ise yüksek ilgi seviyesini belirtmektedir.

Aşağıda puanlamanın nasıl yapıldığına dair bir örnek bulunmaktadır.

Tablo 2.7. Nanobiyoteknoloji ilgi anketi puanlama örneği

İfadeler	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
2. Toplumun nanobiyoteknolojinin uygulama alanlarıyla ilgili bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi gerektiğine inanıyorum.	1	2	3	4	5
21. Nanobiyoteknoloji alanında çalışan bilim insanlarının, bu ürünleri piyasaya sürmeden önce gerekli risk analizi çalışmalarını yaptığını düşünüyorum.	5	4	3	2	1

2 nolu ifade olumlu bir ifadedir. Bu nedenle puanlama yapılırken ‘Kesinlikle katılıyorum’ işaretlenmiş ise 5 puan ile değerlendirilmiştir. 21 nolu ifade ise olumsuz bir ifadedir. ‘Kesinlikle katılmıyorum’ işaretlenmiş ise 5 puan ile değerlendirilmiştir.

Anketin son kısmında yer alan doğru-yanlış tipi “NANOBIYOTEKNOLOJİ BİLGİ TESTİ”nde yer alan ifadeler öğrencilere uygulanan bir veri toplama anketi kullanılarak oluşturulmuştur. Literatür çalışması yapıldıktan sonra oluşturulan, açık uçlu soruların yer aldığı ankette beş alt tema belirlenmiştir. Bunlar nanobiyoteknolojinin;

- tanımı,
- çalışma alanı,
- biyoloji ile ilişkisi,
- sosyal boyutu ve
- kapsamı-ülkemizdeki durumudur.

Öğrencilerin kullandığı ifadelere benzer ifadeler kullanılarak bilgi testi oluşturulmuştur. 11 ifadeden oluşan doğru-yanlış testinde doğru cevaplar 1 puan olarak değerlendirilmiştir. Testten alınabilecek max puan 11, min puan ise 0'dır. Katılımcılar arasında karşılaştırma yapabilmek amacıyla düşük-orta ve yüksek olmak üzere bir ölçeklendirme yapılmıştır. 0-5 puan aralığı düşük bilgi seviyesi, 6-8 puan aralığı orta bilgi seviyesi ve 9-11 puan aralığı yüksek bilgi seviyesi olarak belirlenmiştir.

Aşağıdaki tablolarda (Tablo 2.8-2.12) Nanobiyoteknoloji bilgi testindeki ifadelerin alt temalara göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 2.8. Nanobiyoteknolojinin tanımı alt temasına ait ifadeler

Madde No	İfadeler
1	“Nano” kelime anlamı olarak fiziki bir birimin milyarda biri anlamındadır.
2	Maddenin çeşitli dış etkiler ve bu dış etkilerin neden olduğu iç kuvvetler karşısında gösterecekleri davranış biçimini onun boyutuna bağlı olarak değişim göstermez.
3	Nanoteknoloji, nanometre ölçülerinde yeni nanoyapılar tasarlayıp sentezlemeyi ya da nanoyapılara yeni özellikler kazandırmayı ve bunları işlevsel olarak kullanmayı amaçlar.

Tablo 2.9. Çalışma alanı alt temasına ait ifadeler

Madde No	İfadeler
4	Nanobiyoteknoloji yalnız tıp alanında tanı ve tedavi amacıyla kullanılacaktır.
9	Nanobiyoteknolojideki gelişmeler tıp ve eczacılık alanlarını doğrudan etkileyecektir.

Tablo 2.10. Biyoloji ile ilişkisi alt temasına ait ifade

Madde No	İfade
6	Nanobiyoteknoloji, biyoteknoloji ve nanoteknolojinin bir ortak çalışma alanıdır.

Tablo 2.11. Sosyal boyut alt temasına ait ifadeler

Madde No	İfadeler
5	Nanobiyoteknoloji ekonomik ve sosyal alanda günlük yaşama etki eder nitelik taşımaktadır.
7	Nano parçacıkların insan sağlığına ve çevreye olabilecek zararlı etkileri açığa kavuşturulmuştur.
10	Nanobiyoteknolojik ürünlerin uzun vadede doğurabileceği muhtemel sorunlarla ilgili yasal düzenlemeler yapılmaktadır.

Tablo 2.12. Kapsam-Ülkemizdeki durum alt temasına ait ifadeler

Madde No	İfadeler
8	Nanoteknoloji disiplinler arası bir saha olarak gelişmektedir.
11	Türkiye’de nanobiyoteknoloji alanında uygulamaya yönelik çalışma yapılmamaktadır.

Bilimsel bir çalışmada en önemli ölçütlerden biri de sonuçların inandırıcılığıdır. “Geçerlik” ve “güvenirlik” bu amaçla araştırmalarda kullanılan en yaygın kullanılan ölçütlerdir. Nicel araştırmalarda bu özellikler formüle edilmiştir. Ancak nitel araştırmalarda bir olgunun varlığına ve anlamına dair bir çalışma yapıldığından yaygın olarak kullanılan tanım, yöntem ve testler bulunmamaktadır. Oysa nitel araştırmalarda gerek güvenilirlik gerekse geçerlik ile ilgili alınan birtakım önlemler vardır. Nitel araştırmada olgu veya olayın niteliği ön plana çıkar (Kirk ve Miller, 1986).

Genel anlamda *geçerlik* araştırma sonuçlarının doğruluğunu konu edinmektedir. İki başlık altında incelenebilir. *Dış geçerlik*, bir uygulama sonucu elde edilen sonuçların

benzer gruplar yada ortamlarda aynı sonuçları verebileceğini ifade etmektedir. Sonuçlar bir başka duruma aktarılabilir niteliktedir. *İç geçerlik* ise araştırma sonuçlarına ulaşırken izlenen sürecin, üzerinde çalışılan gerçekliği ortaya çıkartmadaki yeterliğiyle ilgili bir kavramdır.

Güvenirlik ise genel olarak araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliğiyle ilgilidir. İki başlık altında incelenebilir. *Dış güvenilirlik* araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda aynı şekilde elde edilip edilemeyeceğine; *İç güvenilirlik* ise başka araştırmacıların aynı veriyi kullanarak aynı sonuçlara ulaşip ulaşamayacağı ile ilgilidir (LeCompte ve Goetz, 1982).

Literatür çalışması ve temaların oluşturulmasından sonra, ankete son hali verilmiş ve pilot uygulama yapılmıştır. 5. sınıf öğrencilerinden (N=25) elde edilen sonuçlara göre güvenilirlik ve geçerlik katsayılarına bakılmıştır.

Cronbach alfa katsayısı nanobiyoteknoloji ilgi testi için 0,89 olarak bulunmuştur. Bu değer ilgi testinin, ölçmek istenen durumu yansıtabilir olduğunu göstermektedir. Bilgi testi için Cronbach alfa katsayısı ise 0,59 olarak bulunmuştur.

2.4. Verilerin Analizi

Anket Biyoloji Öğretmenliği 2., 3., 4. ve 5. sınıf öğrencilerine uygulandıktan sonra elde edilen veriler SPSS 15.0 for Windows paket programı ile analiz edilmiştir. Kruskal-Wallis H-Testi kullanılarak $p < 0.05$ aralığında anlamlı bir farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Kruskal-Wallis H-Testinin temelini k tane örneklemin bir bağımlı değişkene ait puanlarının karşılaştırılması oluşturur (Büyüköztürk, 2003).

BÖLÜM III

BULGULAR ve YORUMLAR

Bu bölümde anket uygulaması sonucu elde edilen verilerden yola çıkarak, kurulmuş olan hipotezler sırasıyla ele alınarak değerlendirilmiştir.

Katılımcılara Ait Demografik Veriler

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarına ait demografik veriler aşağıda özetlenmiştir.

Tablo 3.1 katılımcıların cinsiyete göre dağılımını içermektedir.

Tablo 3.1. Katılımcıların cinsiyetlere göre dağılımı

CİNSİYET	f	%
Kadın	87	81,3
Erkek	20	18,7
Toplam	107	100,0

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi katılımcıların %81,3’ü kadın, %18,7’si ise erkeklerden oluşmaktadır. Çoğunluğunu kadınlar oluşturmaktadır.

Katılımcıların mezun olduğu ortaöğretim kurumuna göre dağılımı tablo 3.2’de sunulmuştur.

Tablo 3.2. Katılımcıların mezun oldukları ortaöğretim kurumuna göre dağılımı

ORTA ÖĞRETİM KURUMU TÜRÜ	f	%
Genel Lise	62	57,9
Anadolu Lisesi	34	31,8
Özel amaçlı Lise	3	2,8
Özel Lise	8	7,5
Toplam	107	100,0

Tablo 3.2'ye göre katılımcıların %57,9'u genel lise, %31,8'i anadolu lisesi, %2,8'i özel amaçlı lise ve %7,5'i özel lise mezunudur. Katılımcıların çoğunluğunu genel lise mezunları oluşturmaktadır.

Katılımcıların sınıf seviyelerine göre dağılımı Tablo 3.3'de özetlenmiştir.

Tablo 3.3. Katılımcıların sınıf seviyelerine göre dağılımı

SINIF SEVİYESİ	f	%
2. sınıf	34	31,8
3. sınıf	27	25,2
4. sınıf	21	19,6
5. sınıf	25	23,4
Toplam	107	100,0

Tablo 3.3'ye göre katılımcıların %31,8'ini 2. sınıf, %25,2'sini 3. sınıf, %19,6'sını 4. sınıf ve %23,4'ünü 5.sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Buna göre, çoğunluğu 2. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.

Katılımcıların son dönem not ortalamalarına göre dağılımı Tablo 3.4'te özetlenmiştir.

Tablo 3.4. Katılımcıların son dönem not ortalamalarının dağılımı

NOT ORTALAMASI	f	%
2'den az	6	5,6
2,1-2,5	14	13,1
2,6-3,0	45	42,1
3,1-3,5	30	28,0
3,6-4,0	12	11,2
Toplam	107	100,0

Tablo 3.4'te görüldüğü gibi katılımcılardan %5,6'sını son dönem not ortalamaları 2'den az olanlar, %13,1'ini not ortalaması 2,1-2,5 aralığında olanlar, %42,1'ini not ortalaması 2,6-3,0 aralığında olanlar, %28'ini not ortalaması 3,1-3,5 aralığında olanlar ve %11,2'sini not ortalaması 3,6-4,0 aralığında olanlar ise oluşturmaktadır. Yığılma 2,6-3,0 aralığındadır.

Katılımcıların nanobiyoteknoloji ilgi seviyesinin sınıf-cinsiyet değişkenlerine göre dağılımı Tablo 3.5'te gösterilmiştir.

Tablo 3.5. İlgı seviyelerinin cinsiyete ve sınıflara göre dağılımı

Sınıf Seviyesi			İLGİ SEVİYESİ			Toplam
			23-53 (düşük)	54-84 (orta)	85-115 (yüksek)	
2. sınıf	kadın	f	0	13	16*	29
		%	0,0%	44,5%	55,5%	100,0%
	erkek	f	1	3*	1	5
		%	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%
	Toplam	f	1	16	17*	34
		%	3,2%	46,8%	50,0%	100,0%
3. sınıf	kadın	f	1	5	19*	25
		%	4,0%	20,0%	76,0%	100,0%
	erkek	f	0	0	2*	2
		%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
	Toplam	f	1	5	21*	27
		%	3,7%	18,5%	77,8%	100,0%
4. sınıf	kadın	f	0	3	13*	16
		%	0,0%	18,8%	81,2%	100,0%
	erkek	f	0	1	4*	5
		%	0,0%	20,0%	80,0%	100,0%
	Toplam	f	0	4	17*	21
		%	0,0%	18,7%	81,3%	100,0%
5. sınıf	kadın	f	1	2	14*	17
		%	5,9%	11,8%	82,3%	100,0%
	erkek	f	0	4	4	8
		%	0,0%	50,0%	50,0%	100,0%
	Toplam	f	1	6	18*	25
		%	4,0%	24,0%	72,0%	100,0%

Tablo 3.5 incelendiğinde 2. sınıf içerisinde erkeklerin ilgi derecesi orta (%60), kadınların ilgi seviyesi yüksek (55,5) olarak görülmektedir. 3. sınıf içerisinde hem kadınlar (%76) hem de erkekler (%100) yüksek seviyede ilgili olarak görülmektedir. 4. sınıf içerisinde hem kadınlar (%81,2) hem de erkekler (%80) yüksek seviyede ilgili olarak görülmektedir. 5. sınıf içerisinde kadınlar (%82,3) ile yüksek

seviyededir. Erkeklerin ise yarısı (n=4) orta seviye , diğer yarısı ise yüksek seviyede ilgili görülmektedir.

Tablo 3.6 katılımcıların bilgi seviyelerinin sınıf-cinsiyet değişkenlerine göre dağılımını göstermektedir.

Tablo 3.6. Bilgi seviyelerinin cinsiyete ve sınıflara göre dağılımı

Sınıf Seviyesi	BİLGİ SEVİYESİ					
	Cinsiyet		0-5 (düşük)	6-8 (orta)	9-11 (yüksek)	Toplam
2. sınıf	kadın	f	1	18*	10	29
		%	3,4%	62,0%	34,4%	100,0%
	erkek	f	0	1	4*	5
		%	,0%	20,0%	80,0%	100,0%
	Toplam	f	1	19*	14	34
		%	2,9%	55,9%	41,2%	100,0%
3. sınıf	kadın	f	0	9	16*	25
		%	,0%	36,0%	64,0%	100,0%
	erkek	f	0	0	2*	2
		%	,0%	,0%	100,0%	100,0%
	Toplam	f	0	9	18*	27
		%	,0%	33,3%	66,6%	100,0%
4. sınıf	kadın	f	0	3	13*	16
		%	,0%	18,8%	81,2%	100,0%
	erkek	f	1	2	2	5
		%	20,0%	40,0%	40,0%	100,0%
	Toplam	f	1	5	15*	21
		%	4,8%	23,9%	71,5%	100,0%
5. sınıf	kadın	f	0	5	12*	17
		%	,0%	29,4%	70,6%	100,0%
	erkek	f	1	2	3*	8
		%	12,5%	25,0%	62,5%	100,0%
	Toplam	f	1	7	17*	25
		%	4,0%	28,0%	68,0%	100,0%

Tablo 3.6'ya göre 2. sınıf içerisinde kadınların bilgi seviyesi orta (%62), erkeklerin seviyesi yüksek düzeyde (%80) görülmektedir. 3. sınıf için bakıldığında hem

kadınların (%64) hem de erkeklerin (%100) bilgi seviyesi yüksek düzeyde görülmektedir. 4. sınıf için bakıldığında kadınların yüksek (%81,2), erkeklerin ise %40'ar seviyelerde orta ve yüksek düzeyde bilgili oldukları görülmektedir. 5. sınıflarda ise hem kadınlar (%70,6) hem de erkekler (%62,5) yüksek düzeyde bilgili olarak görünmektedir.

3.1. Hipotez – 1

Tablo 3.7 “Biyoloji öğretmen adaylarının cinsiyetleri ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.7. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

CİNSİYET	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	P
Kadın	87	1	56,15	2,238	0,135
Erkek	20		44,65		
Toplam	107				

Tablo 3.7 incelendiğinde p anlamlılık değeri 0,135 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden büyüktür. Buna göre cinsiyete bağlı olarak öğretmen adaylarının ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

3.2. Hipotez – 2

Tablo 3.8 “Biyoloji öğretmen adaylarının cinsiyetleri ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.8. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Cinsiyete Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

CİNSİYET	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	P
Kadın	87	1	54,09	0,004	0,951
Erkek	20		53,63		
Toplam	107				

Tablo 3.8’de p anlamlılık değeri 0,951 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden büyüktür. Buna göre cinsiyete bağlı olarak öğretmen adaylarının bilgi seviyeleri arasında farklılık bulunmamaktadır.

3.3. Hipotez – 3

Tablo 3.9 “Biyoloji öğretmen adaylarının mezun oldukları ortaöğretim kurumu ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.9. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin Mezun Oldukları Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

OKUL TÜRÜ	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	P
Genel lise	62	3	51,49	6,748	0,080
Anadolu lisesi	34		53,63		
Özel amaçlı lise	3		98,50		
Özel lise	8		58,31		
Toplam	107				

Tablo 3.9’da p anlamlılık değeri 0,080 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden büyüktür. Buna göre mezun olunan ortaöğretim kurumu türüne bağlı olarak öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında farklılık bulunmamaktadır.

3.4. Hipotez - 4

Tablo 3.10 “Biyoloji öğretmen adaylarının mezun oldukları ortaöğretim kurumu ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.10. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Mezun Oldukları Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

OKUL TÜRÜ	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	p
Genel lise	62	3	54,67	7,235	0,065
Anadolu lisesi	34		52,84		
Özel amaçlı lise	3		93,50		
Özel lise	8		38,94		
Toplam	107				

Tablo 3.10’a göre p anlamlılık değeri 0,065 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden büyüktür. Buna göre mezun olunan ortaöğretim kurumu türüne bağlı olarak öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında farklılık bulunmamaktadır.

3.5. Hipotez – 5

Tablo 3.11 “Biyoloji öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.11. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin Sınıf Düzeyine Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

SINIF DÜZEYİ	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	p
2. sınıf	34	3	40,35	11,969	0,007*
3. sınıf	27		62,85		
4. sınıf	21		66,00		
5. sınıf	25		52,92		
Toplam	107				

Tablo 3.11’ göre p anlamlılık değeri 0,007 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden küçüktür. Buna göre öğretmen adaylarının devam etmekte oldukları sınıf düzeyine göre nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında farklılık bulunmaktadır. Mean rank değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ilgi seviyesine (66,0) 4. sınıf öğrencileri sahiptir. Bunu sırası ile 3., 5. ve 2. sınıf öğrencileri takip etmektedir.

Tablo 3.12 ilgi alt temalarının sınıflar bazında ortalamalarını göstermektedir.

Tablo 3.12. İlgi alt temalarının sınıflara göre dağılımı

İLGİ ALT TEMALARI	Sınıflar			
	2. sınıf	3. sınıf	4. sınıf	5. sınıf
Önem	15,68	17,44	17,71*	16,80
Takip etme	5,53	7,00	7,10	7,12*
Kullanılabilirlik	6,29	6,59	6,48	6,76*
Sosyal boyut	13,38	14,04	14,14*	13,80
Beklenti	14,56	16,19	16,52*	16,16
Öğrenme –öğretme isteği	27,68	29,33	29,67*	26,20
TOPLAM	83,12	90,59	91,62*	87,00

Tablo 3.12’de de görüldüğü gibi ilgi alt temaları dikkate alınırse yüksek ortalamalar 4. ve 5. sınıflar arasında dağılmıştır. Genel toplama bakıldığında ise en yüksek ilgi %91,62 ile 4. sınıf seviyesindedir. Bu sonuç Kruskal-Wallis analizi ile elde edilen bilginin, alt temalar halindeki gösterimini yansıtmaktadır. Her bir alt tema ve bu temanın sınıf seviyelerine göre ortalamaları verilmiştir.

3.6. Hipotez – 6

Tablo 3.13 “Biyoloji öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.13. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Mezun Oldukları Ortaöğretim Kurumu Türüne Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

SINIF DÜZEYİ	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	p
2. sınıf	34	3	43,46	6,57	0,084
3. sınıf	27		55,67		
4. sınıf	21		59,64		
5. sınıf	25		61,80		
Toplam	107				

Tablo 3.13’e göre p anlamlılık değeri 0,084 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden büyüktür. Buna göre öğretmen adaylarının devam etmekte oldukları sınıf düzeyine göre nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 3.14 bilgi temalarının sınıflara göre ortalamalarını göstermektedir.

Tablo 3.14. Bilgi alt temalarının sınıflara göre dağılımı

BİLGİ ALT TEMALARI	Sınıflar			
	2. sınıf	3. sınıf	4. sınıf	5. sınıf
Tanım	2,41	2,52*	2,38	2,24
Çalışma alanı	1,76	1,93*	1,76	1,88
Biyoloji ile ilişkisi	0,94	1,00*	0,95	0,96
Sosyal boyut	1,74	1,74	1,95	2,28*
Kapsam-Ülkemizdeki durum	1,32	1,59	1,81*	1,60
TOPLAM	8,18	8,78	8,86	8,96*

Tablo3.14’de de görüldüğü gibi bilgi alt temalar dikkate alınırse yüksek ortalamalar 3. 4. ve 5. sınıflar arasında dağılmıştır. Genel toplama bakıldığında ise en yüksek bilgi seviyesi 8,96 ortalama ile 5. sınıf seviyesindedir. Sınıf seviyesi arttıkça nanobiyoteknoloji bilgisi de artmıştır. Ancak Kruskal-Wallis testi sonuçları nanobiyoteknoloji bilgisinin sınıf seviyelerine bağlı olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini ifade etmektedir.

3.7. Hipotez – 7

Tablo 3.15 “Biyoloji öğretmen adaylarının son dönem not ortalamaları ile nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.15. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji İlgi Seviyelerinin son Dönem Not Ortalamalarına Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

NOT ORTALAMASI	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	p
2’den az	6	4	40,83	8,27	0,071
2,1-2,5	14		38,36		
2,6-3,0	45		59,46		
3,1-3,5	30		60,05		
3,6-4,0	12		43,25		
Toplam	107				

Tablo 3.15'e göre p anlamlılık değeri 0,071 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden büyüktür. Buna göre son dönem not ortalamalarına göre öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji ilgi seviyeleri arasında farklılık bulunmamaktadır.

3.8. Hipotez – 8

Tablo 3.16 “Biyoloji öğretmen adaylarının son dönem not ortalamaları ile nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır.” hipotezinin test edilmesi için nanparametrik bir test olan Kruskal-Wallis testinin sonuçlarını göstermektedir.

Tablo 3.16. Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanobiyoteknoloji Bilgi Seviyelerinin Son Dönem Not Ortalamalarına Göre Karşılaştırılması, Kruskal-Wallis Testi Sonuçları

NOT ORTALAMASI	N	Sd	Ortalama rank	Ki-kare	p
2'den az	6	4	51,00	3,33	0,499
2,1-2,5	14		41,82		
2,6-3,0	45		54,10		
3,1-3,5	30		57,33		
3,6-4,0	12		61,00		
Toplam	107				

Tablo 3.16'ya göre p anlamlılık değeri 0,499 olup, bu değer 0,05 anlamlılık değerinden büyüktür. Buna göre son dönem not ortalamalarına göre öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri arasında farklılık bulunmamaktadır.

BÖLÜM IV

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

4.1. Sonuç

Bu çalışmada biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji ilgileri ve konu hakkındaki bilgi seviyeleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknolojiye olan ilgileri ve nanobiyoteknoloji bilgi seviyeleri demografik verilere bağlı olarak ele alınmıştır. Bu demografik veriler cinsiyet, mezun olunan ortaöğretim kurumu, sınıf seviyesi ve son dönem not ortalaması olarak belirlenmiştir.

Öğretmenlik mesleği için alan bilgisi, genel kültür ve öğretmenlik meslek bilgisine sahip olmak şartları aranmaktadır. Ancak öğretmenin bu bilgilere sahip olması, öğrenen açısından zevkle ve doğru bir şekilde bilgilerin öğrenilebilmesi için yeterli değildir. Öğretmen, dersini ne kadar ilgi çekici hale getirir, kendini ne kadar geliştirirse öğrenen açısından bilgilerin anlamlılığı ve öğrenilebilirliği bir o kadar artacaktır.

Tazebay’a göre; biyoloji öğretmenleri nanobiyoteknoloji konusunda bilgi sahibi olmalılardır. Çünkü biyoloji dersinde teknolojiye, araştırmaya ilgisi uyanan öğrenci lisans düzeyinde diğer öğrencilere oranla daha başarılı olmaktadır. Laboratuvar uygulamalarına katılmaktadır. Ortaöğretim kurumundan bu şekilde gelen öğrenci üretken olmayı başarabilmektedir. Kişilik oluşumu lise döneminde yerleşmektedir. Bu dönem bazen göz ardı edilse de aslında çok önemlidir.

Öğrencilerin bu yönde gelişmesini sağlamak için, bilim okuryazarı olan öğretmenlere ihtiyaç duyulacaktır. Lisans eğitiminde öğretmen adayları lisans eğitimlerini tamamlarken, bilim okuryazarı olma özelliğini kazanmalılar.

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

Ankete katılanların büyük çoğunluğunu kadınlar oluşturmaktadır. Analiz sonuçları dikkate alındığında nanobiyoteknoloji ilgi ve bilgi seviyeleri cinsiyete göre karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Cinsiyet bu durum için ayırt edici bir etken değildir.

Ankete katılan öğretmen adaylarının mezun oldukları ortaöğretim kurumları dikkate alındığında çoğunluğu genel lise mezunlarının oluşturduğu görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre nanobiyoteknoloji ilgi ve bilgi seviyeleri mezun olunan ortaöğretim kurumu türüne göre karşılaştırıldığında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Öğretmen adaylarını lisans eğitimine kazandıran kurumlar bu durum için ayırt edici bir etken değildir.

Anket uygulaması sürecinde ulaşılabilen öğretmen adaylarının çoğunluğunu 2. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu görülmektedir. Ankete katılanların nanobiyoteknoloji ilgisi ile sınıf seviyesi arasında anlamlı bir farklılaşma olduğu görülmüştür. Buna göre 4. sınıf öğrencilerinin en yüksek ilgiye sahip olarak görülmüştür. En yüksek ilgiyi takiben sırasıyla 3., 5. ve 2. sınıflar yer almıştır. Bu ilgi anketine ait alt temalara bakıldığında ise yine en yüksek ilgi puanlarının 4. sınıflara ait olduğu görülmektedir. Bu alt temalar; önem, sosyal soyut, beklenti, öğrenme ve öğretme isteğidir.

4. sınıf öğrencilerinin nanobiyoteknoloji konusuna daha ilgili olmalarını sağlayan yaşantıları olabilir. Ayrıca biyoteknoloji alanı ile ilgili dersleri aldıkları dönem olduğundan dolayı ilgileri yüksek olarak bulunmuş olabilir.

Öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji bilgileri ile sınıf seviyeleri arasında anlamlı bir farklılaşma olmadığı bulunmuştur. İlgi seviyelerindeki farklılaşmaya nanobiyoteknoloji bilgi seviyesinde görülmemiştir.

Ankete katılan öğretmen adaylarının son dönem not ortalamaları ile ilgili bilgiler de elde edilmiş ve bu özelliğe bağlı olarak nanobiyoteknoloji ilgisi ve bilgisinin anlamlı

bir farklılık gösterip göstermediği test edilmiştir. Öğrencilerin %42'sinin son dönem ortalaması 2,6-3,0 aralığında, %28'inin ise 3,1-3,5 aralığındadır. Yani araştırmaya katılanların büyük çoğunluğu orta derecede başarılıdır.

Biyoloji öğretmenliği programında nanobiyoteknoloji konulu bir ders bulunmamaktadır. Bu nedenle öğretmen adaylarının sahip oldukları bilgiler üzerinde öğrenme-öğretme süreci etkinliğinin bir etkisi yoktur.

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

- Nanobiyoteknoloji gelişen ve gelişmeye devam etmesi beklenen bir bilimdir.
- Bu bilim günlük yaşam içerisine yakın zamanda girecektir. Bu nedenle bu teknolojiyi bilmek, bilinçli olmak, bilinçli bir toplum yetiştirmek gerekmektedir.
- Nanobiyoteknoloji bir program dahilinde ya da çalışmalarla (seminer, çalıştay, proje vb.) temel bilgiler düzeyinde öğretmen adaylarına verilebilir.
- Öğretmen adayları eğitim sürecinde bilim okur-yazarı olma alışkanlığı kazanmalıdır.
- Bu alışkanlık mesleğini icra ederken gündemi yakalamayı ve dersi günlük hayata adapte etmeyi sağlayacaktır.
- Ortaöğretim döneminde ilgi ve alışkanlıkları ortaya çıkan, yöneleceği alana (mesleğe) karar veren bireylerde bilinç oluşturmakta, biyoloji öğretmenlerine de görev düşmektedir.
- Sorgulayan, üreten, araştıran bilinçli bireyler oluşturmakta öğretmenler üzerine düşeni yapmalıdır.

4.2. Öneriler

Araştırmada elde edilen veriler doğrultunda;

Nanobiyoteknoloji konusu güncel ve gelişmekte olan bir konudur. Biyoloji bilimi ile doğrudan ilişki halindedir. Bu nedenle biyoloji öğretmen adaylarına nanobiyoteknoloji konusunda çalıştaylar ve seminerler yoluyla bilgilendirme sağlanabilir.

Biyoloji eğitiminin bireyleri canlı, insan, sistemler ve ekoloji konularında bilgilendirme görevi olduğu göz önünde bulundurulursa; nanobiyoteknoloji gibi insanı ve insan hayatını ilgilendiren bir konuda biyoloji öğretmenlerinin gerekli temel bilgileri almaları ve öğrencilerine bu bilgileri seviyelerine uygun düzeyde öğretebilir hale gelmeleri sağlanabilir.

Türkiye’de ilerlemecilik felsefesi doğrultusunda eğitim-öğretim yapılmaya başlanmıştır. Öğrencilere bilgileri vermek değil, onlarda bilgiyi oluşturabilecek süreçler oluşturmak esastır. Bu bağlamda gelişen ve gelişmekte olan her tür bilgi ve beceri, yaratıcı düşünmeyi sağlayarak öğrencilere kaynak olacaktır.

KAYNAKÇA

AASL/AECT (American Association of School Librarians and Association for Educational Communication and Technology). (1998). **Information literacy standards for student learning**. Chicago: American Library Association.

ABBOTT, J., RYAN, T. (1999). "Constructing Knowledge, Reconstructing Schooling". **Educational Leadership**. Kasım, 66-69.

ACRL (Association of College and Research Libraries). (2000). **"Information literacy competency standards for higher education: standards, performance indicators and outcomes"**. [Online]. 12.08.2008 tarihinde <http://www.ala.org/acrl/ilstandardlo.html> adresinden alınmıştır.

AKKOYUNLU, B. ve KURBANOĞLU, S. (2003). Öğretmen Adaylarının Bilgi Okuryazarlığı ve Bilgisayar Öz-Yeterlik Algıları Üzerine Bir Çalışma. **Hacettepe Üni. Eğitim Fak. Dergisi**. (24) 1-10.

ALA (American Library Association). (1989). **"Presidential committee on information literacy final report"**. [Online]. 12.08.2008 tarihinde <http://ala.org/acrl/nili/ilit1st.html> adresinden alınmıştır.

ALKAN, C., ve ark. **Eğitim Teknolojisine Giriş**. Ankara: 1995.

ATIP, Nanotechnology in Asia 2003. 17.08.2008 tarihinde <http://www.atip.org> adresinden alınmıştır.

AYTAÇ, T. (2003). 21. Yüzyılın Başında Öğretmenin Değişen Roller. **Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi**. Yıl:4, (45)

BANDURA, A. (1986). **Social foundations of thought and action: A social cognitive theory**. Englewood Cliffs. N. J. Prentice-Hall.

BANDURA, A. (1994). “Self-efficacy”: **Encyclopedia oh Human Behaviour (Edi: V. S. Ramachaudran)**. New York: Academic Pres. Vol. 4, 71-78. [Online]. 12.08.2008 tarihinde URL: www.des.emory.edu/mfp/BsnEncy.html adresinden alınmıştır.

BANDURA, A. (1997). “Self-efficacy”: **The Exercise of Control**. New York: W. H. Freeman and Company.

BMBF, **The Federal Government’s Nanotechnology Strategy**, Bonn, 6 May 2002.

BROOKS, G. and BROOKS, M. G. (1999). The Couragetabe Constructivist. **Educational Leadership**, Kasım, 18-24.

BROOKS G. and BROOKS M. G. (1993). **The Case for Constructivist Classrooms, Virginia**. ASCD Alexandria.

BÜYÜKALAN FİLİZ, S. (2004). Eğitimle İlgili Temel Kavramlar. **Öğretmenlik Mesleğine Giriş**. ÖZDEMİR, Ç.(Ed). Ankara: Asıl Yayın Dağıtım.

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

BÜYÜKÖZTÜRK, Şener. (2003). **Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum (Geliştirilmiş 3.Baskı)**. Ankara: Pegem Yayınları.(45)

ÇELİKÖZ, N. (2004). Bir Meslek Olarak Öğretmenlik ve Etiği, **Öğretmenlik Mesleğine Giriş**. ÖZDEMİR, Ç.(Ed). Ankara: Asıl Yayın Dağıtım.

ÇIRACI, S. (2005). Metrenin Bir Milyarda Birinde Bilim ve Teknoloji, **Bilim ve Teknik, Yeni Ufuklar**. (453), 6-10

ÇIRACI, S. (2006). Nanobilim ve Nanoteknolojide Türkiye'nin Bir Mükemmeliyet Merkezi. **Bilim ve Teknik, Yeni Ufuklar**. (469), 2-4

ÇİLENTİ, Kamuran ve ÖZÇELİK, D. A. (1991). **Biyoloji Öğretimi**. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, Yayın No: 182.

DEMİREL, Ö. (2000). **Eğitimde Program Geliştirme**. Pegem A Yayınevi, Ankara.

DEMİRİSOY, A. (1993). **Cumhuriyetin Kurtuluşundan Bugüne Türkiye'de Biyoloji Bilimindeki Gelişmeler**. Bilim ve Teknik Dergisi. C. 26, S. 312.

DISTLER, D., (2002). **Nanoteilchen in Megatonnen: Vielfältige Anwendungen für Polymerdispersionen**. BASF-Presseinformation 28./29. Oktober, Mannheim.

Dil Kurumu. **TÜRKÇE SÖZLÜK**(1988). Ankara.

DREXLER K. E., (1986). **Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology**. Doubleday, New York.

DREXLER, K. E., ve ark. (2001). **On Physics Fundamentals and Nanorobots: A Rebuttal to Smalley's Assertion that Self-Replicating Mechanical Nanorobots are Simply not Possible**, Institute for Molecular Manufacturing. 05.10.2008 tarihinde <http://www.imm.org/SciAmDebate2/smalley.html/> adresinden alınmıştır.

ERDEM, E. (2001). **Program Geliştirmede Yapılandırmacılık Yaklaşımı**. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

European Commission: **Third European Report on Science and Technology Indicators**. (2003). Towards a Knowledge-Based Economy.

FEYNMAN, R. P. (1959). **There is Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics**. 06.10.2008 tarihinde

<http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html/> adresinden alınmıştır.

GLENN, C. J., GORDON, T. J. (2003). **State of the Gelecekse**. ISBN: 0-972205-0-1, August.

GÜRSEL, İ. (2006). Nanobiyoteknolojide Yeni Ufuklar. **Bilim ve Teknik, Yeni Ufuklar**. (469), 12-14

GÜVEN, T., KIVANÇ, E., YEL, M. (2001). **Lise 1 biyoloji Ders Kitabı**. Ankara: Paşa Yayıncılık.

HANSON, R. (2003). **Five Nanotech Social Scenarios, Working Paper**. December. George Mason University, Fairfax USA.

HARPER, T. (2003). What is Nanotechnology? **Nanotechnology**. S. 14 (1)

HOLISTER, P. (2002). **Nanotech: The Tiny Revolution**. CMP Cientifica. 06.10.2008 tarihinde <http://www.cmpcientifica.com/> adresinden alınmıştır.

HOLLOWAY J. (1999). Caution: Constructivism Ahead. **Educational Leadership**. (Kasım) 85-86.

HOLTMANNSPÖTTER, D., ZWECK, A. (2002). **Monitoring of Technology Forecasting Activities**. Report Prepared for European Commission – Joint Research Centre (JRC) and Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), Published by: VDI-Technology Center.

JONASSEN, D. H., PECK K. L. and WILSON. B. G. (1999). **Learning With Technology: A Constructivist Perspective**. New Jersey: Prentice Hall.

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

KARASAR, N. (2000). **Bilimsel Araştırma Yöntemi**. Ankara: Nobel Yayın ve Dağıtım

KIRK, J., MILLER, M. L. (1986). **Reliability and validity in qualitative research**. Beverly Hills, CA: Sage.

KÖYLÜ, Ö., BAYINDIR, M. (2006). Doğadan Büyüleyici Nanofotonik Yapılar. **Bilim ve Teknik, Yeni Ufuklar**. (469),21-23

KÜÇÜKAHMET, L. (1989). **Öğretim İlke ve Yöntemleri**. Ankara : Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Yayınları, No: 17.

KÜKEM, M. A. (1995). **Biyoteknoloji (Bazı Temel İlkeler)**. Kükem Derneği Bilimsel Yayınlar, (3), 3. Baskı

LAUTERWASSER, C. **Opportunities and Risks of Nanotechnologies**, Allianz AG, Group Communication. München, Germany.

LECOMPTE, M. D., GOETZ, J. P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. **Review of Educational Research**, 52, 31-60.

LIN, X. ve ark. (1996) “**Instructional Design and Development of Learning Communities. An Invitation to a Dialogue**” B G. Wilson (Ed.), Constructivist Learning Environments Case Studies in Instructional Design, New Jersey: Educational Technology Publications, Inc, Englewood Cliffs, 203-220.

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

MACLURCAN D. C. (2005). Nanotechnology and Developing Countries, Part 1: What Possibilities? **Journal Nanotech**. Online, September.

MARLOWE, B., PAGE M. L. (1998). Creating and Sustaining the Constructivist Classroom, USA. **Corwin Press**.

MALSCH, I. (1997). **Nanotechnology in Europe: Experts' Perceptions and Scientific Relations between Sub Areas**, IPTS-Report EUR 17710 EN.

MEANS, R. K. (1968). **Methodology in Education**. Colombus, Ohio.

MERKLE, R. (1997). It's a Small, Small, Small, Small World. **MIT Technology Review**, 100 (Feb./March), 25-32.

Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Başkanlığı. **Öğretmen Sorunları ve Eğilimleri Araştırması**. I. Milli Eğitim Şurası 8-11 Haziran 1982. Ankara

MORRISON, S. (2004). **The Emerging Nanotech Industry; Lessons from Biotech Experience**. 05.10.2008 tarihinde

<http://www.nanobioconvergence.org/files/sMorrison.pdf> adresinden alınmıştır.

Nanoforum, (2003). Nanotechnology and the Nordic Region, June. 17.08.2008 tarihinde <http://www.nanoforum.org> adresinden alınmıştır.

Nanoforum, (2003). Nanotechnology and its Implications for the Health of the EU Citizen, December. 17.08.2008 tarihinde <http://nanoforum.org> adresinden alınmıştır.

NIYOGI, S., HADDON, R. C. (2004). **Nanotechnology: Why is this special length scale? In Nanoscience and Nanotechnology: Opportunities and challenges in California: California Council on Science and Technology**. Sacramento, California.

OHLSSON,B., ERGEZEN, S. S., (1997). **Biyoloji Öğretimi**. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitim Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.

PARAJES, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**. 62 (3), 307-332.

PATTON, M. Q. (1987). **How to Use Qualitative Methods in Evaluation**. Newbury Park, CA:Sage.

PERKINS, D. N. (1999). The Many Faces of Constructivism. **Educational Leadership**. (Kasım) 6-11.

ROCO, M. (2002). **Converging Technologies for Improving Human Performance**. National Science Foundation Report.

SARACAOĞLU, A. (2000). Fen ve Edebiyat Fakülteleri Öğrencilerinin Öğretmenlik Mesleğine İlişkin Görüşleri. **Ege Üni. Edebiyat Fak. Yayınları**. No: 100 İzmir

SARIKAYA, A. T. (2001). **Biyoteknolojiye Giriş. Ders Notları**. İstanbul Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi.

SEILEY, N. (1999). The Art of Constructivist Teaching in The Primary School, London. **David Fulton Publishers**.

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

STEWART, C. J., CASH, W. B. (1985). **Interviewing: Principles and Practices**. 4. Baskı. Dubuque, IO: Wm. C. Brown Pub.

ŞAHAN, H. H. (2000). **Sosyal Bilgiler Dersinin Bilimsel Davranışları Kazandırma Yönünden Öğretmen Görüşlerine Göre Değerlendirilmesi.** Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi).

ŞAŞAN, H. H. (2002). Yapılandırmacı Öğrenme. **Yaşadıkça Eğitim.** (74-75), 49-52

ŞEN, A.İ., ÖZGÜN KOCA, S. A. (2004). Orta Öğretim Öğrencilerinin Matematik ve Fen Derslerine Yönelik Olan Olumlu Tutumları ve Nedenleri. **Eurasian Journal of Education Research**,18: 186-201.

TAZEBAY, U. Nanobiyoteknoloji Görüşmesi

TEKİN, H. (1993). **Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme**, Yargı Yayınları, 7. Baskı, Ankara.

TUNÇ, M. (1999). **Liseler İçin Sağlık Bilgisi Kitabı.** İstanbul: Serhat Yayınları, 1-168

TÜBİTAK. (2004). **Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri, Vizyon 2023 Projesi**

TÜBİTAK. (2006). **Avrupa Birliği Yedinci Çerçeve Programı (2007-2013) Bilgi Notu**

USLUEL K. Y. (2006). Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Bilgi okuryazarlığı Öz-yeterliklerinin Karşılaştırılması. **Eğitim Araştırmaları.** (22), 233-243

ÜLGEN, G. (1994). **Eğitim Psikolojisi: Kavramlar, İlkeler, Yöntemler, Kuramlar ve Uygulamalar.** Lazer Ofset, Ankara.

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

WILLEMS and van der WILLENBERG (W & W). (2005). **NRM Nanoroadmap Project: Roadmap Report on Nanoparticles**. November.

WILLNER, I. (2007). Nanobiotechnology. **The FEBS Journal**. (274), 301

WILSON, B. G. (1997). **Reflections on Constructivism and Instructional Design**. Denver, Englewood Cliffs NJ. Educational Technology Publications.

YAŞAR, Ş. “Yapısalcı Kuram ve Öğrenme-öğretme Süreci.” **VII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Konya: Selçuk Üniversitesi, 9-11 Eylül 1998**: 695-701.

YILDIRIM, A. ve ŞİMŞEK, H. (2005). **Nitel Araştırma Yöntemleri**. Seçkin Yayınevi. Ankara

YILMAZ, M. ve SORAN, H. (1999). Ortaöğretimde Değişen Eğitim Sistemlerinin Biyoloji Derslerine Etkileri, **H.Ü. Eğt. Fak. Dergisi** 16-17, Ankara.

EKLER

EK-1

YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME ANKETİ

NANOBİYOTEKNOLOJİ KONULU YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

Görüşme Soruları

1. Biyoteknoloji nedir?
2. Nanobiyoteknoloji nedir?
3. Türkiye bu gelişmelerin ne derece içerisinde? Sizce yapılan çalışmalar yeterli mi?
4. Nanobiyoteknoloji çalışmaları ülkemizde hangi kurum ya da kuruluşlarca yapılıyor? Bu kurumlar arası bir bütünlük var mı?
5. Nanobiyoteknolojinin gelecekteki yeri sizce nedir?
6. Biyoloji öğretmenlerinin nanobiyoteknoloji konulu çalışmalarda yer alması (lisans, yüksek lisans, doktora) hakkında görüşleriniz nedir?
7. Biyoloji eğitiminin öğrencilerin lisans eğitimine etkisi hakkındaki görüşleriniz nelerdir?

EK-2

TEMA BELİRLEME ANKETİ

Değerli öğretmen adayları;

Aşağıda 4 başlık altında “Nanoteknoloji ve Nanoteknoloji Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği Geliştirilebilmesi” için bilgi toplamak amacıyla hazırlanmış açık uçlu sorular yer almaktadır. Konu hakkındaki tüm görüşlerinizi ilgili başlığın altında boş bırakılan yerlere yazınız. Yardımlarınız için teşekkür ederim.

Gökben KILIÇ

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Öğrencisi

I. NANOTEKNOLOJİ İLE İLGİLİ BİLGİ SEVİYESİ

1. “Nano” kelimesi sizin için ne ifade ediyor?
2. “Nanoteknoloji” sizin için ne ifade ediyor?
3. Nanoteknolojinin biyoloji bilimi ile ilişkisi nedir?
4. Nanoteknolojinin çalışma sahası hakkında neler düşünüyorsunuz?

5. Kirlenmeyen boyalar, ısı dengeli kumaşlar, yalnız kanser hücrelerini hedef alan tedaviler vb. hakkında düşünceleriniz neler?
6. Maddenin makro yada nano ölçeklerde olmasının özelliklerine etkisi hakkında ne düşünüyorsunuz?
7. Nanoteknoloji alanında ülkemizin konumu (çalışmalar, projeler, yatırımlar vb.) ile ilgili bildikleriniz nelerdir?

II. NANOTEKNOLOJİ ÇALIŞMALARINA OLAN İLGİ SEVİYESİ

1. Nanoteknoloji çalışmalarını takip eder misiniz? Neden?
2. Nanoteknoloji çalışmaları sizin için önemli mi? Neden?

3. Nanoteknoloji çalışmalarının gerekliliğine inanıyor musunuz? Neden?
4. Günümüzde gerçekleştirilen nanoteknoloji çalışmalarının, gelecekte günlük hayatta kullanılabileceğini düşünüyor musunuz? Neden?
5. Nanoteknoloji ilginizi çekiyor mu? Neden?
6. Nanoteknoloji ile ilgili temel bilgileri öğrenmeniz gerektiğini düşünüyor musunuz? Neden?
7. Nanoteknoloji çalışmalarından beklentileriniz neler?

III. NANOTEKNOLOJİ ÖĞRETİMİNE YÖNELİK İLGİSİ

1. Fen derslerinde öğrencilere nanoteknoloji ile ilgili temel konuların öğretilmesi gerektiğine inanıyor musunuz? Neden?
2. Sizce nanoteknoloji öğretimi hangi öğretim basamağında başlatılmalı?
3. Sizce ortaöğretim Biyoloji öğretim programında nanoteknoloji konularına yer verilmeli mi? Neden?
4. Biyoloji öğretmenlerinin nanoteknoloji ve uygulama alanları ile ilgili temel bilgilere sahip olmaları gerekir mi? Neden?
5. Sizce Nanoteknoloji öğretimi biyoloji eğitimi içinde gerekli mi?
6. Nanoteknoloji öğretiminden beklentiniz nedir?
7. Sizce, Nanoteknoloji öğretiminin öğrenciye katkısı ne olacaktır

8. Sizce, nanoteknoloji öğretiminin topluma- sosyal hayata katkısı ne olacaktır?
9. Nanoteknoloji öğretiminin çevreye-ekosisteme katkısı ne olacaktır?
10. Biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji eğitimi almaları gerektiğini düşünüyor musunuz? Neden?

IV. ÖĞRETMENLİK MESLEĞİNE YÖNELİK İLGİSİ

Etkili-Nitelikli bir öğretmenin sahip olması gerektiğini düşündüğümüz özellikleri yazınız.

EK – 3

NANOBİYOTEKNOLOJİ ANKETİ

ANKET

Değerli öğretmen adayları;

Bu çalışmanın temel amacı biyoloji öğretmen adaylarının nanobiyoteknoloji bilgileri ve nanobiyoteknolojiye olan ilgileri hakkında bir durum tespiti yapmaktır.

Bu amaçla veri toplamak üzere hazırlanan anket üç kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda kişisel bilgilerinize erişmek amacıyla hazırlanmış sorulara yer verilmiştir. İkinci kısımda nanobiyoteknolojiye yönelik ilginizi tespit etmek amacıyla hazırlanmış sorular yer almaktadır. Son kısımda ise bilgi amaçlı hazırlanmış doğru-yanlış soruları yer almaktadır. Lütfen hiçbir soruyu yanıtsız bırakmayınız. Anketi tamamlamanız yaklaşık 15 dakikanızı alacaktır. Katkılarınız için teşekkür ederim.

Gökben KILIÇ

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Öğretmenliği Bölümü

gokbenkilic@yahoo.com

I. KISIM - KİŞİSEL BİLGİLER

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

1. Cinsiyetiniz :

Kadın ☐

Erkek ☐

2. Bitirmiş olduğunuz ortaöğretim kurumu türü :

Genel Lise ☐

Anadolu Lisesi ☐

Özel Amaçlı Lise ☐

Özel Lise ☐

3. Şuan okumakta olduğunuz sınıf :

2. sınıf ☐

3. sınıf ☐

4. sınıf ☐

5. sınıf ☐

4. Son dönem not ortalamanız :

2.0 ve aşağısı ☐

2.1-2.5 ☐

2.6-3.0 ☐

3.1-3.5 ☐

3.6-4.0 ☐

II. KISIM – NANOBİYOTEKNOLOJİ İLGİSİ

Aşağıdaki ölçek nanobiyoteknolojiye olan ilginizi tespit etmeye yönelik 23 adet ifade içermektedir. İfadeleri okuyarak size uyan durumu belirten kutucuğa (X) işareti koyunuz. Lütfen işaretlenmemiş ifade bırakmayınız.

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Bu teknolojinin hayatı kolaylaştıracağına inanıyorum.	1	2	3	4	5
2. Toplumun nanobiyoteknolojinin uygulama alanlarıyla ilgili bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi gerektiğine inanıyorum.	1	2	3	4	5
3. Nanobiyoteknolojinin hastalıklarda teşhis ve tedavi sürecini hızlandıracağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
4. Nanobiyoteknoloji çalışmalarını bilmemin önemli olduğunu düşünmüyorum.	1	2	3	4	5
5. Nanobiyoteknolojik ürünlerin uzun vadede insan sağlığı ve ekosistem için yarardan çok zarar getireceğine inanıyorum.	1	2	3	4	5
6. Nanobiyoteknolojik ürünlerin gelecekte günlük hayatımızın pek çok alanında karşımıza çıkacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
7. Nanobiyoteknoloji alanındaki gelişmeleri takip etmiyorum.	1	2	3	4	5
8. Nanobiyoteknoloji çalışmalarının insan sağlığı için önemli olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
9. Bu teknolojinin insan yaşam kalitesini arttıracığını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
10. Nanobiyoteknolojik ürünlerin yaygınlaşması için çok uzun bir süreye ihtiyacımız olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
11. İlköğretimden itibaren eğitim sistemimizin her basamağında, nanobiyoteknolojinin günlük hayatta kullanımı ile ilgili öğrencilerin bilgilendirilmesi gerektiğine inanıyorum.	1	2	3	4	5
12. Nanoteknolojinin enerji ve yakıt tüketimine alternatif olacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
13. Nanobiyoteknoloji güncel bir konu olduğu için ilgimi çekiyor.	1	2	3	4	5
14. Nanobiyoteknoloji çalışan bilim insanlarının ticari şirketler adına çalışmalarını etik bulmuyorum.	1	2	3	4	5

15. Doğadan esinlenerek ortaya çıkan pek çok nanobiyoteknolojik ürünün uzun vadede ekonomik yararı olacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
16. Nanobiyoteknoloji alanındaki çalışmalara katılırsam, konuyu anlama ve anlatma becerim yükseleceğimi düşünüyorum.	1	2	3	4	5
17. Biyoloji öğretmen adaylarına nanobiyoteknoloji ile ilgili temel bilgilerin verilmesi gerektiğine inanıyorum.	1	2	3	4	5
18. Nanobiyoteknoloji geliştikçe bu bilim ile ilgili bilgiler de öğretmenlere verilmelidir diye düşünüyorum.	1	2	3	4	5
19. Nanobiyoteknoloji ile ilgili temel bilgileri öğrenmemin, bilime ve geleceğe daha geniş açıdan bakmamı sağlayacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
20. Nanobiyoteknoloji konusunda çalıştay yada seminerler yoluyla edineceğim bilgilerin mesleğimde bana faydalı olacağını düşünmüyorum.	1	2	3	4	5
21. Nanobiyoteknoloji alanında çalışan bilim insanlarının, bu ürünleri piyasaya sürmeden önce gerekli risk analizi çalışmalarını yaptığını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
22. Nanobiyoteknoloji konusunun lisans eğitim programı içerisinde verilmesi gerektiğini düşünüyorum.	1	2	3	4	5
23. Nanobiyoteknolojinin çevre kirliliği konusunda ekolojik dengeyi bozmayacak önlemler alınmasına sebep olacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5

III. KISIM – NANOBİYOTEKNOLOJİ BİLGİ TESTİ

Aşağıda nanobiyoteknolojiye yönelik 11 ifadeden oluşan bilgi testi yer almaktadır. İfadeleri okuyarak, “Doğru” ya da “Yanlış” olduğuna karar veriniz. Cevaplarınızı ilgili kutucuğa (X) işareti koyarak belirtiniz. Lütfen işaretlenmemiş soru bırakmaksızın cevaplandırınız.

SORULAR	Doğru	Yanlış
1. “Nano” kelime anlamı olarak fiziki bir birimin milyarda biri anlamındadır.	D	Y
2. Maddenin çeşitli dış etkiler ve bu dış etkilerin neden olduğu iç kuvvetler karşısında gösterecekleri davranış biçimini onun boyutuna bağlı olarak değişim göstermez.	D	Y
3. Nanoteknoloji, nanometre ölçülerinde yeni nanoyapılar tasarlayıp sentezlemeyi ya da nanoyapılara yeni özellikler kazandırmayı ve bunları işlevsel olarak kullanmayı amaçlar.	D	Y
4. Nanobiyoteknoloji yalnız tıp alanında tanı ve tedavi amacıyla kullanılacaktır.	D	Y
5. Nanobiyoteknoloji ekonomik ve sosyal alanda günlük yaşama etki eder nitelik taşımaktadır.	D	Y
6. Nanobiyoteknoloji, biyoteknoloji ve nanoteknolojinin bir ortak çalışma alanıdır.	D	Y
7. Nano parçacıkların insan sağlığına ve çevreye olabilecek zararlı etkileri açığa kavuşturulmuştur.	D	Y
8. Nanoteknoloji disiplinler arası bir saha olarak gelişmektedir.	D	Y
9. Nanobiyoteknolojideki gelişmeler tıp ve eczacılık alanlarını doğrudan etkileyecektir.	D	Y
10. Nanobiyoteknolojik ürünlerin uzun vadede doğurabileceği muhtemel sorunlarla ilgili yasal düzenlemeler yapılmaktadır.	D	Y
11. Türkiye’de nanobiyoteknoloji alanında uygulamaya yönelik çalışma yapılmamaktadır.	D	Y