

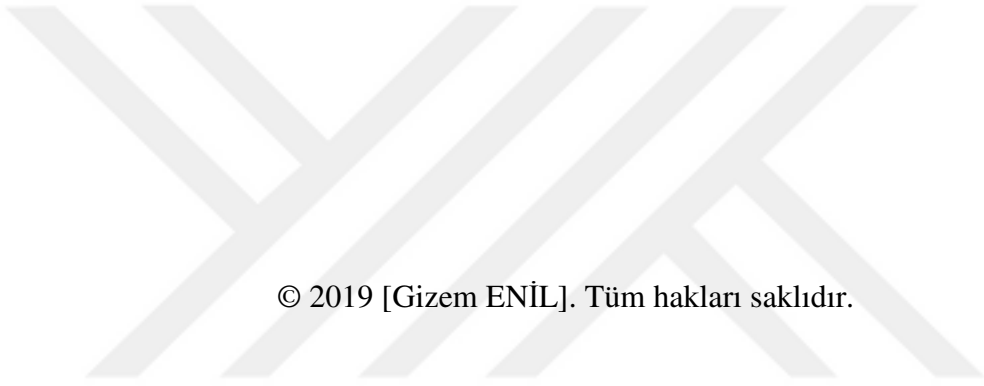
**T.C.**  
**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**FİZİK, KİMYA VE BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ**  
**NANOTEKNOLOJİ İLGİ VE FARKINDALIK ALGILARININ**  
**ARAŞTIRILMASI**

**Gizem ENİL**

**Danışman: Doç. Dr. Süleyman AKÇAY**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ISPARTA 2019**



© 2019 [Gizem ENİL]. Tüm hakları saklıdır.

## TEZ ONAYI

**Gizem ENİL** tarafından hazırlanan “**Fizik, Kimya ve Biyoloji Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji İlgi ve Farkındalık Algılarının Araştırılması**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

**Danışman**

**Doç. Dr. Süleyman AKÇAY**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



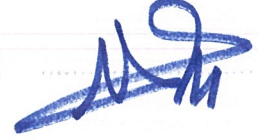
**Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Fikret KORUR**  
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



**Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Merve Lütfiye ŞENTÜRK**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



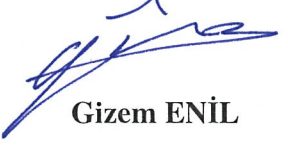
**Enstitü Müdürü**

**Prof. Dr. Mehmet KÖÇER**



## TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve alan yazından yapılan tüm alıntıların atıf yapılarak ve kaynakça bilgileri gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.



Gizem ENİL

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
1.GİRİŞ .....	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	6
1.3. Araştırmanın Önemi .....	7
1.4. Varsayımlar.....	8
1.5. Sınırlılıklar .....	8
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Teknoloji.....	9
2.1.1. Teknolojinin önemi.....	9
2.2. Nanoteknoloji.....	11
2.2.1. Nanoteknolojinin önemi .....	12
2.2.1.1. Dünyada nanoteknolojinin önemi.....	13
2.2.1.2.Türkiye'de nanoteknolojinin önemi .....	17
2.2.2. Nanoteknoloji ve eğitimi .....	20
2.2.2.1. Nanobilim ve yaygın eğitimi .....	22
2.2.2.2. Türkiye'de nanoteknoloji eğitimi.....	27
2.2.2.3. Nanoteknoloji eğitiminde ilköğretimin yeri ve önemi.....	27
2.3. Nanoteknoloji ile ilgili çalışmalar.....	32
3. YÖNTEM .....	34
3.1. Araştırmanın Modeli.....	34
3.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	34
3.3. Veri Toplama Aracı .....	35
3.4. Faktör Analizi .....	38
3.5. Veri Toplama Süreci.....	40
3.6. Verilerin Analizi .....	40

4. BULGULAR.....	41
4.1. Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır? .....	41
4.2. Öğretmen Adaylarının Mezun Oldukları Bölüme Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır? .....	42
4.3. Öğretmen Adaylarının Nanoteknolojiyle İlişkili Ders Alıp-Almamalarına Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır? .....	42
4.4. Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında İlk Bilgi Edinim Kaynaklarına Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır?43	43
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	44
6. ÖNERİLER.....	47
KAYNAKÇA.....	48
EKLER.....	55
Ek A. Anket Formu.....	56
ÖZGEÇMİŞ .....	60

## ÖZET

### FİZİK, KİMYA VE BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ NANOTEKNOLOJİ İLĞİ VE FARKINDALIK ALGILARININ ARAŞTIRILMASI

Gizem ENİL

**Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü,  
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç. Dr. Süleyman AKÇAY**

**2019, 73 sayfa**

Nanoteknoloji tüm dünyada hızla yayılmakta ve bütün alandaki gelişmeleri kapsamaktadır. Günümüzde nanoteknolojinin ülkelerin kalkınmasında ne denli büyük bir öneme sahip olduğu toplumlar tarafından bilinen kuşkusuz bir gerçektir. Nanoteknoloji üzerine çalışmalar yapan faaliyetler gösteren toplumların daha kalkınmış ve ileri düzeyde olduğu görülmektedir. Bu yüzden ülkelerin gelecek nesillerini yetiştirecek olan öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki farkındalıklarının belirlenmesi, yeniliklere açık ve bilgi seviyesi yüksek öğretmen olarak yetiştirilmesi oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı üç farklı devlet üniversitesinde öğrenim gören fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki farkındalıklarının demografik değişkenler açısından incelenmesidir. Çalışmanın örneklemi 2014-2015 eğitim öğretim yılında öğrenim gören 154 (85 kadın ve 69 erkek) öğretmen adaylarıdır. Anketteki maddeler literatürdeki çalışmalardan revize edilerek Nanoteknoloji İlgi ve Farkındalık Anketi (NİFA) hazırlanmıştır. Cranbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.86 bulunmuştur. Farkındalığın alt faktörlerini ortaya çıkarmak için açımlayıcı faktör analizi uygulanmış ve sonucunda nanoteknoloji farkındalığı için altı alt faktör elde edilmiştir.

Çalışmada erkek ve kadın öğretmen adaylarında farkındalık oluşup oluşmadığını ve öğrenim dönemi içerisinde nanoteknoloji ile ilgili ders alıp almama durumları arasındaki ilişki t-testi ile analiz edilmiştir. Kadınlar ile erkeklerin farkındalık seviyeleri

arasında anlamlı bir farkındalık düzeyine sahip oldukları ve ders alan öğretmen adaylarının farkındalık seviyesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Öğretmen adaylarının bölümlerine göre farkındalık seviyelerinin analizi ve nanoteknoloji ile ilgili ilk bilgi edinimleri arasındaki farkındalık seviyelerinin analizi için ANOVA kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının mezun olduğu bölümler arasında anlamlı bir farkındalık seviyesi göstermiş ve nanoteknoloji hakkında ilk bilgi edinim kaynakları okuldan öğrenen öğretmen adaylarının farkındalık düzeylerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bu çalışmada, özellikle fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili dünyadaki nanoteknolojik gelişmelerden ne kadar farkında olduğu ne tür gelişmelerin yaşandığı, ülkemizin bu gelişmelerin neresinde olduğu ve ne kadar önem verildiğini sorgulayarak neler yapılması gerektiğinin farkına varılmasını sağlamaya katkı olacaktır. Ayrıca üniversitelerimizde öğrenim gören fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının yetiştirilmesi için öğretim programlarına nanoteknoloji ile ilgili derslerin eklenmesi ve öğretmen adaylarının daha donanımlı yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Nanoteknoloji, Fen bilimleri Öğretmen adayları, Faktör analizi, Yapı geçerliliği



## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF PHYSICS, CHEMISTRY AND BIOLOGY TEACHERS INTEREST AND AWARENESS PERCEPTIONS IN NANOTECHNOLOGY**

**Gizem ENİL**

**Master's Thesis, Süleyman Demirel University, Graduate School of Educational  
Sciences, Department of Computer Education and Instructional Technologies**

**Advisor: Assoc.Prof.Dr. Süleyman AKÇAY**

**2019, 73 pages**

Nanotechnology is spreading rapidly all over the world and covers all developments in the field. It is a well known fact that nanotechnology has great importance in the development of countries. It is seen that the societies that carry out studies on nanotechnology are more developed and advanced. Therefore, it is very important to determine the awareness of the prospective teachers who will train the next generations of the countries about nanotechnology, and to train them as teachers who are open to innovations and have high level of knowledge.

The aim of this study is to investigate the awareness of physics, chemistry and biology teacher candidates in three different state universities about nanotechnology in terms of demographic variables. The sample of the study consists of 154 prospective teachers (85 females and 69 males) studying in the 2014-2015 academic year. Within the scope of literature, about nanotechnology the form of the Nanotechnology Interest and Awareness Questionnaire (NIFA) was developed. The questionnaire was applied to 154 prospective teachers and Cronbach Alpha reliability coefficient was found to be 0.86. Factor analysis was applied to reveal sub-factors of awareness. According to the factor analysis, six factors were obtained.

In this study, t-test was conducted to find out whether there was a difference between the nanotechnology awareness level of males and females prospective teachers, it was found that female had higher level of awareness than male. The difference between taking and not taking courses related to nanotechnology during the education period

was analyzed by t-test and who took the courses about nanotechnology it was found that the awareness level of the pre-service teachers was higher. ANOVA was used to analyze the awareness levels of teacher candidates according to their departments and the sources of first acquisition of nanotechnology knowledge. According, to the findings of ANOVA it was found that the awareness level of chemistry teacher candidates was higher than that of physics and biology teacher candidates, furthermore it and level awareness level of prospective teachers who learned their first about nanotechnology from school was higher.

This study will contribute to understand what extent the physics, chemistry and biology teacher candidates are aware of the developments nanotechnology in the world; what the position of Turkey is in these developments. By questioning how much importance is given to the issue of nanotechnology, it will also create awareness about what should be done about the issue. In addition, the study will pave the way for adding nanotechnology related courses to the curriculum for the training of prospective physics, chemistry and biology teachers at our universities and contribute to the training of preservice teachers make them more equipped.

**Keywords:** Nanotechnology, Preservice science teachers, Factor analysis, Validity structure,

## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasındaki her türlü destek ve katkılarından dolayı değerli tez hocam Süleyman AKÇAY'a, yüksek lisans tez dönemimde bilgilerinden faydalandığım saygı değer hocam Merve Lütfiye ŞENTÜRK'e ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi, tecrübe ve görüşlerinden faydalandığım saygıdeğer hocam Fikret KORUR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimde birlikte çalıştığım arkadaşlarım Rahime ÖRKİ ATEŐKAN ve Hakan Aydın KIR desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Beni akademik hayata teşvik eden ve her türlü desteğini esirgemeyen değerli babam Halil ENİL, annem Perihan ENİL, ablam Nanifer TEKİN katkılarından dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Örneklemin bölüm dallarına göre dağılımı .....	34
Tablo 2. Anket sorularının düzeltmeleri .....	36
Tablo 3. Nanoteknoloji farkındalığı anketteki maddelerin yük değerleri.....	39
Tablo 4. Nanoteknoloji farkındalık anketinin faktör isimleri .....	40
Tablo 5. Öğretmen adaylarının cinsiyete göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri .....	41
Tablo 6. Öğretmen adaylarının mezun oldukları bölüme göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri.....	42
Tablo 7. Öğretmen adaylarının nanoteknolojiyle ilişkili ders alıp-almamalarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri .....	42
Tablo 8. Öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında ilk bilgi edinim kaynaklarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri .....	43

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Nano Boyut.....	12
Şekil 2. Nanoteknoloji Alanında ARBİS'e Kayıtlı Araştırma Üniversiteleri .....	24
Şekil 3. NİFA'nın örnek maddeleri .....	35



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
f	Frekans
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
KMO	Yeterliliğin Ölçümü
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama
$\chi^2$	Ki-kare testi
p	Anlamlılık değeri
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
Ss	Standart sapma
sd	Serbestlik derecesi
%	Yüzde

# 1. GİRİŞ

## 1.1.Problem Durumu

Son yıllarda nanoteknolojinin oldukça hızlı bir şekilde gelişmesi fizik, kimya, biyoloji, bilgisayar, malzeme bilimi, elektronik, tıp gibi alanlarda şaşırtıcı yeni uygulamalarla sonuçlanmıştır (Stix, 2001). Her yıl piyasaya sürülen yeni nanoteknoloji ürünlerinin sayısı katlanarak artmaktadır. Yapılan bir çalışma sonucuna göre 2005 yılında tüketicilere sunulan 54 nano teori ürün bulunmakta iken 2011 yılında tüketicilere sunulan 1317 ticari nano ürün olduğu ortaya çıkmıştır (Nanotech, 2019). Bu hızlı ilerleme beraberinde birtakım gereklilikleri ortaya çıkarmıştır. Bu gerekliliklerin başında toplumun nanoteknoloji hakkında bilgilendirilmesi gelmektedir (Jones vd., 2013).

Tarihte bir devrim olarak nitelendirilen nanoteknoloji fizik, kimya, biyoloji, bilgisayar, malzeme bilimi, elektronik, tıp gibi alanlarda kullanılmaya başlanmış ve günlük hayatımızın vazgeçilmez nesnelere arasına girmeyi başarmıştır (Yawson, 2010). Fizikçiler, kimyagerler, biyologlar, malzeme bilimcileri, klinisyenler ve diğerleri disiplinler arasında geleneksel sınırları aşan yeni teknolojilerin kullanıldığı deneyler ve teorik projeler üzerinde işbirliği yapmaktadırlar (Yawson, 2010). İyi bir uzmanın nanoteknoloji alanında derin bir bilgisi olması gerektiği ve bunun yanında da diğer disiplinlerle çalışabilme yetisine de sahip olması gerektiği sıkça tartışılmaktadır. Bu da nanoteknoloji alanında eğitim vermenin önemini ve gelecek için iyi eğitilmiş çalışanlar, öğrenciler sağlamak üzere en uygun olduğu görülmektedir (Luther, 2004). Nanoteknolojinin bir bilim olarak önemine ve bu konuda toplumun bilinçlendirilmesine dayanmaktadır. Bu bilinçlendirme örgün eğitim içerisindeki öğrencilerden başlanması uygun olacaktır.

Nanoteknoloji ile hızla gelişen disiplinler arası araştırma geliştirme faaliyetlerini incelediğimizde yeni ilaç sektöründen, moleküler elektroniğe, yeni gelişmiş akıllı malzemelere kadar uzanan konuları ele almaktadır (Jones vd., 2013). Bunların başında ilaç sektörü gelmektedir. Bu alandaki teknolojinin amacı ilaç tedavilerini yalnızca müdahale gerektiren hastalıklı organlara, dokulara veya hücrelere hedeflemek ve böylece zararlı olan kollateral etkileri en aza indirmektedir (Davis, 1997'den akt. Jones

vd, 2013).Doku mühendisliği alanında inceleyecek olursak yapay bio uyumlu dokular ve potansiyel organlar üretmek için malzeme tabanlı yöntemler araştırılmıştır. Araştırma alanlarının başında yapay kemik, kas doku mühendisliği ve yapay organlar önde gelmektedir. Nanoteknolojiyle geliştirilen sensörler yardımı ile teşhis konulması sürecinde önemli katkılar verilmiştir. Bu sensörler kandaki patojenleri tespit etmek ve ortamdaki zararlı türlerin belirlenmesini sağlamak için kullanılmaktadır (Chen, Sato ve Oshiai ve Tateishi, 2004). Malzeme ve imalat alanında nanoteknoloji gelecekte yapılacak olan malzeme ve aygıt üretim yöntemlerinin değişmesini çok küçük makroskobik boyutlarda malzemeler üretilmesi beklenmektedir (Erkoç, 2008). Elektronik ve bilgisayar teknolojileri alanında nanoteknoloji önemli bir yer tutmaktadır. Elektronik malzemelerin nanometre boyutlarına indirgenmesi ile elektronik sistemlerin işlem gücünün ve kapasitelerinin daha verimli hale geldiği gözlemlenmiştir. Ayrıca nanoteknoloji kullanılarak üretilen bilgisayar ve elektronik ürünler diğerlerine nazaran işlem gücü, performans ve hafiflik açısından daha kullanışlı hale gelmiş ve ilerleyen yıllarda nanoteknolojinin daha çok bilgisayar ve elektronik sistemlerde karşımıza çıkması beklenilmektedir (Kadioğlu, 2010). Havacılık ve uzay araştırmalarında nanoteknoloji yarar sağlamakla beraber kullanılan malzemelerin maliyetinin düşmesinde de önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Erkoç, 2008). Çevre ve enerji alanında kilit role sahip olan nanoteknoloji üretilen enerjinin en verimli şekilde kullanılması ve depolanması konusunda önemli bir yer tutmaktadır. Hammadde kullanımının azaltılarak temiz ve sürdürülebilir bir üretime geçilmesi amaçlanmaktadır (Luther, 2004).

Nanoteknoloji hakkında toplumu bilgilendirmek için en önemli araç ise örgün eğitim ve basın yayın olarak gözükmektedir. Bu bilgilendirme sayesinde toplumdan nanoteknoloji hakkında gerekli donanıma sahip bilim insanları, mühendis ve politikacılar yetişebilecektir. Bu da toplumun günümüz nanoteknoloji çağına ayak uydurmasını kolaylaştıracak ve beraberinde bu alandaki yeni teknolojileri geliştirmemizi sağlayacaktır (Roco, 2003).

Bilim ve mühendislik alanlarında yaşanan hızlı gelişmeler eğitimcileri harekete geçirmiş yeni sınıfları ve eğitim programlarını bir araya getirmek için çabalamışlardır. Bunun yanında dünyayı daha verimli hale getirmek amacıyla nanoteknolojiyi bireylere tanıtmaya, bu yeni alanı açıklamada etkili stratejiler bulma çalışmaları yürütülmektedir.



Bu bağlamda öğretim programında bir takım değişiklikler yapmak ve nanoteknoloji gibi yeni teknolojilere ayak uydurmak gerekmektedir ( Ilic vd., 2001).Stevens, Sutherland ve Krojck (2009), Öğrencilerin bilinçli bireyler olarak yetişmelerini, hareket etmelerini ve teknoloji ile ilgili bilim ve becerilerini geliştirmelerini sağlamak için gerekli nano kavramlarını öğrenmeleri gerektiğini savunmuşlardır.

Nanoteknolojinin eşsiz doğası, toplumu ve öğretim programlarını etkileyerek toplumda benzersiz kalıcı izler bıraktığı kaçınılmaz bir gerçektir. Nanobilimini öğrenmek için gerekli kavramlar tanımlanmalı, anlamlı araştırmalar yapılmalıdır (Greenberg, 2009). Nanobilim eğitimde her ne kadar önemli sorunlar olmasına rağmen biyoloji, kimya, fizik, matematik ve mühendislik gibi çeşitli alanlarda birbirine bağlı disiplinler arası bir anlayış ile öğrencileri yeni nesile hazırlamak bizi büyük yarar sağlayacaktır. Bundan dolayı nanoteknoloji okul öğretim programlarına entegre edilmeli ve küçük yaşlardan itibaren eğitime gereken önem verilmelidir (Jones vd., 2013).

Bilim politikası ajansları nanoteknolojinin önemini anladıkça, hızla gelişmekte olan bu alanın öğrenilmesi ve öğretilmesini desteklemek amacıyla eğitim programları geliştirmek için birçok ülkede çalışmalar başlatılmıştır. Bazı öğretim programları nanoteknolojiyi diğer kök alanlardan ayrı bir konu olarak yaklaşırken bazıları ise nanoteknoloji modüllerini mevcut bilim derslerinin entegre bir parçası olarak dahil etmiştir (Jones vd., 2013). Örneğin bir Avustralya ortaokulu nanoeğitim programını diğer disiplinler arası bilimlerle ortak olarak ele almıştır (Alford, Calati, Clarke ve Binks, 2009). Bu program sanayi ile ortaklaşa gerçekleştirilen altı aylık seçmeli ders olarak ele alınmıştır. Bu program öğrencileri nanoteknoloji ile örneklenen uygulamalara odaklanmak ve daha sonra bilgi alışverişini sağlayarak yeni bilgiler keşfetmeyi amaçlamıştır. Değerlendirme verileri ders çalışmaya devam eden öğrenci sayının arttığını göstermektedir. Diğer nanoeğitim kursları için de aynı benzer sonuçlar bildirilmiştir (Blonder ve Dinur, 2011).

Disiplinler arası bir öğretim programı örneği çekirdek bilim kavramlarını nanoeğitimin diğer bütün kavramlarıyla bütünleştiren 'Nanoleap' programıydı. Bu program standart temel bilimsel kavramları nanoeğitimle ilişkilendirerek daha aktif bir öğretim programı tasarlamıştır. Nanoleap öğretim programının değerlendirilmesi sonucunda, öğrencilerin nanoteknoloji konusundaki temel bilimsel kavramlarını anlamalarını arttırdığı ve

sorgulamaya dayalı eğitimi desteklediğini görülmüştür (Greenberg, 2009). Bu ve benzer araştırmalar nanoteknolojiyi daha iyi anlatmak ve gerçek dünya sorunlarına çözümler üretmek için kullanılmıştır. Araştırmaların birinde ortaokul öğrencilerinin nanoteknolojiyi kullanarak çevrelerindeki problemlere çözüm önerileri getirmelerinin talep edildiği interaktif ve tartışma tabanlı eğitimler uygulanmıştır. Bu uygulamaların öğrencilerin nanoteknoloji bilgilerini ve derse katılımlarını arttırdığı gözlenmiştir (Harmer ve Columba, 2010).

Nanoteknoloji eğitiminde standartlara ve ihtiyaçlara uygun öğretmen yetiştirilmesi en önemli ihtiyaçtır (Fonash, 2001). Çoğu bilim insanı ve öğretmenin nanoteknoloji hakkında aldığı eğitimler yetersizdir. Günümüz fen eğitimcilerinin çok disiplinli bir yapıya dönüşen fen konularının daha anlamlı öğretebilmeleri açısından nanoteknoloji gibi teknoloji alanlarını iyi bilmeleri önemli bir ihtiyaç olmuştur. Fen öğretmenlerinin bu konudaki en önemli eksikliği ise boyutsal açıdan nano ve diğer uzaysal ölçekleri karşılaştırmada ve anlamadaki eksiklikleridir. Ayrıca öğretmenler günlük nesnelere büyüklük kıyaslamalarında da sıkıntılar yaşamaktadır (Jones vd, 2013)

Öğretmenlerin mesleki gelişimlerinde öncelikli hedefi öğrencinin öğrenmesi yönündedir. Bu nedenle öğretmenlerin nanoteknoloji bilgilerinin yanında öğrencilerin neler öğrendiklerini incelemek çok önemlidir. Bazen nanoteknoloji konusunda öğretmenin bilgi yeterliliği iyi olmasına rağmen öğrenciye bunu aktaramamakta ve öğretmeyi gerçekleştirilememektedir. Bunun için öğretmenler farklı stratejiler kullanmalı ve öğrencinin bilgiyi aktif olarak öğrenmesini sağlayabilmelidirler. Nanoteknoloji öğretmen eğitimi; programı tasarlanması ve uygulanma konusunun soyutluğu, karmaşıklığı nedeniyle zordur. Ancak daha pratik bir dünya ve gelecek için nanoteknoloji konusunda öğretmen eğitimi oldukça büyük bir öneme sahiptir (Jones vd., 2011).

Nanoteknoloji eğitimine örgün eğitimde olduğu gibi yaygın eğitimde de önem vermeye başlanmıştır. Müzeler ve bazı bilim merkezleri nanoteknoloji hakkında vatandaşları eğitmek amacıyla kullanılmıştır. Ayrıca Crone, bilim araştırmacılarının bu resmi olmayan bilim merkezlerinde halkın, araştırmalardaki ilerlemelerden haberdar olması ve desteklemesi için bir yol olarak kullanılabilirliğini öngörmüştür (Crone, 2010).

Öğrenciler, öğretmenler ve toplumun örgün ve yaygın eğitim programlarının nanoteknoloji eğitimindeki önemi herkes tarafından bilinmektedir. Yapılan bu nanoteknoloji çalışmaları sonucunda öğrencilerin boyut ve ölçek konularını öğrenmede başarıya ulaştıkları görülmektedir. Bu çalışmalar ayrıca öğrencilerin temel bilim kavramlarını anlayabildiklerini ve kavradıklarını göstermektedir (Jones vd., 2013). Nanoteknoloji konusunda öğrencileri eğitmek ve gerekli donanımı sağlamak yapılması gereken ihtiyaçlardan biridir. Ayrıca bu konuda öğretim programının yapısını ve içeriklerini de nanoteknoloji eğitime göre ayarlamak oldukça önemlidir. Nanoteknolojinin nasıl geliştirileceğini, izleneceğini ve yararlanacağını düşündüğümüzde nanoteknoloji hakkında yeterli bilgi birikimine sahip, konuya yabancı olmayan bireylere ihtiyacımızın olduğu kuşkusuz bir gerçektir. Bu yaygın nanoteknoloji eğitimlerinin yanı sıra örgün eğitimde de yapılacak bir iştir. Bundan dolayı nanoteknoloji eğitimi güncel öğretim programı en iyi şekilde adapte edilmeli ve örgün eğitimde de nanoteknolojiye yer verilmelidir (Jones vd., 2013). Nanoteknoloji ile ilgili öğretmen adayları ve öğrencilerle yürütülen çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir. Bununla birlikte, ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde bu konularda yeterince geniş çaplı, bütüncül dersleri öğretmenlerini kapsayan çalışmaların az olduğu tespit edilmiştir. Bu çerçevede, liselerde görev yapacak farklı bölümlerden mezun (fizik, kimya ve biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik farkındalık düzeylerinin belirlenmesi son derece anlamlı olacaktır.

Nanoteknoloji alanının ilerlemesi yeniliklere farklı boyutlardan erişme imkânı sağlamış ve toplumda bu yeni teknolojinin gerisinde kalma korkusu ve endişeler oluşmaya başlamıştır. Nanoteknolojinin faydaları genellikle araştırmacılar ve iletişimciler tarafından topluma lanse edilir. Ancak gerçek şu ki bu faydaların çoğu kamuoyu ve öğrencilerle açıkça paylaşılmaz çünkü toplumun bazı kesimlerinde gelenekseli savunan yenilikçi teknolojilere korku ile bakan kişiler olabilmektedir. Bundan dolayı nanoteknolojiyi yaygın ve örgün eğitim programlarına en iyi şekilde uyarlayarak getirdiği faydaları toplumun yaparak yaşayarak öğrenmesini sağlamamız gerekmektedir (Ekli, 2010; Gardner, 2010).

Bilimdeki yenilikler ve gelişmeler her geçen gün hızla ilerlemektedir. Öğrencilerin, fen bilgisi öğretmenleri bu hızlı gelişim ve ilerlemeye ayak uydurması oldukça önemlidir. Çünkü bu gelişmiş bir toplum olabilmenin kuşkusuz en önemli şartlarından birisidir. Bu

yeni teknoloji toplumsal yaşamda oldukça büyük bir önem taşımaktadır (Jones vd., 2013).

Günümüzde teknolojik açıdan ilerlemiş ve ilerlemekte olan birçok ülke artık gerçek gücün fiziksel güçte değil; eğitilmiş donanımlı insan beyninde olduğunun farkına varmıştır. Bunun sonucunda ülkeler fiziksel güçten ziyade yeni teknolojiye benimseyen, anlayabilen, donanımlı bireyler geliştirme yoluna gitmişlerdir. Buna eğitimin temel yapı taşı olan ilköğretim düzeyinden başlanmıştır (Ekli, 2010). Dünyanın gelişmiş ülkeleri nanobilim ve nanoteknoloji eğitimine ilköğretim seviyesinde başlayarak üst kademelere doğru devam eden yoğun bir eğitim planlaması ve araştırması yoluna gitmişlerdir (Karataş ve Ülker, 2014).

Aslında teknoloji disiplinler arası bir içerik sunar. Matematik, fen, coğrafya, sosyal bilgiler, Türkçe, yabancı dil ve benzeri bütün akademik disiplinler teknoloji eğitimine entegre edilebilir (Karaağaçlı ve Mahiroğlu, 2005; Ekli, 2010). Bu sebepten dolayı Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2004-2005 öğretim yılının başında öğretim programını değiştirilerek Fen Bilgisi dersinin adı Fen ve Teknoloji dersi olmuş, pilot uygulama olarak bazı okullarda uygulamaya konulmuştur. 2005-2006 eğitim-öğretim yılında da tüm resmi okullarda uygulanmaya başlanmıştır. Bu bağlamda yeni teknolojilerin öğretilmesi için donanımlı insan ihtiyacı oluşmuş, fen ve teknoloji öğretmenlerine bu konuda önemli sorumluluklar eklenmiştir (Ekli, 2010).

Bu açıdan bu çalışmada fizik, kimya ve biyoloji alanında öğretmen adaylarının nanoteknoloji ilgi ve farkındalık algıları araştırılmıştır.

## **1.2. Araştırmanın Amacı**

Nanoteknoloji yeni ve sürekli gelişmekte olan teknoloji olduğundan dolayı fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının bu teknolojideki ilgi ve farkındalık algıları araştırılmıştır. Öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında farkındalık düzeylerinin cinsiyete, mezun oldukları bölüme, öğrenim dönemi içerisinde nanoteknoloji hakkında ders alıp almadıklarına ve nanoteknoloji hakkında ilk bilgi edinimlerine göre karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Ayrıca nanoteknoloji çalışmaları fizik, kimya ve biyoloji gibi geleneksel disiplinler arası çalışmalarda yoğunluk göstermektedir (Ekli, 2010; Kadioğlu, 2010; Jones vd., 2013). Bu çerçeveden baktığımızda fen bilimleri öğretmenlerinin nanoteknoloji konularını sınıf ortamında konuşabilmeleri ve tartışabilmeleri önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalarda öğretmenlerin nanoteknoloji çalışmalarını sınıf içine taşıyamamalarının nedeni bu konularda yetersiz olmalarıdır (Castelline, 2007). Bu nedenle bu çalışmada fen bilimleri öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında farkındalıklarının ve ilgilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Araştırma sorusu araştırmaya katılan öğretmen adaylarının:

1. Öğretmen adaylarının cinsiyete göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
2. Öğretmen adaylarının mezun oldukları bölüme göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
3. Öğretmen adaylarının nanoteknolojiyle ilişkili ders alıp-almamalarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
4. Öğretmen adaylarının Nanoteknoloji hakkında ilk bilgi edinim kaynaklarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

### **1.3. Araştırmanın Önemi**

Ülkemiz; araştırma ve sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri gelişmiş, yaşam boyu öğrenen, yenilikçi ve gelişen teknoloji ile iç içe olan bireylere ihtiyaç duymaktadır (MEB, 2018).

Ülkemizde nanoteknoloji hakkında farkındalık ve ilgi üzerine yapılan çalışmalar bulunmasına rağmen fen alanları öğretmen adaylarına yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Nanoteknoloji farkındalığı oluşturmak için öncelikle öğretmenlerin farkında olması, ilgilerinin yüksek olması daha önemlidir. Bu çalışmanın amacı, özellikle fen alanı öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili dünyadaki nanoteknolojik gelişmelerden ne kadar farkında olduğunu, bu bilime ne kadar önem verildiğini sorgulayarak neler yapılması gerektiğinin farkına varılmasını sağlamaya katkıda bulunmaktır. Ayrıca üniversitemizde öğrenim gören fen dersleri öğretmen adaylarının yetiştirilmesi için öğretim programlarına nanoteknoloji ile ilgili derslerin

eklenmesi ve öğretmen adaylarının daha donanımlı yetiştirilmesine katkı sağlayacaktır. Böylece eğitim sayesinde yeni gelişmeler hakkında nanoteknoloji farkındalığının artırılması sağlanabilir. Eğitimle gelecekte kullanılacak nanoteknolojik ürünler geliştirecek bireyleryetiştirilir. Yeni ve gelişen halen de gelişmekte olan nanoteknoloji ile ilgili konulardaki farkındalık düzeylerinin belirlenmesi ve bu konudaki farkındalık düzeylerinde yetersizlik varsa bunların sebeplerinin belirlenerek buna yönelik çözümler üretilmesi amaçlanmıştır. Nanoteknoloji dersi veren lisans programlarının niteliği ile ilgili veriler sağlayarak öğretmenlere yönelik yapılacak gerekli çalışmalar ve düzenlemelere yardımcı olması hedeflenmektedir (Enil ve Köseoğlu, 2016).

#### **1.4. Varsayımları**

- Öğretmen adaylarının ankete verdikleri cevapların gerçek düşüncelerini ifade ettikleri varsayılmaktadır.

#### **1.5. Sınırlılıklar**

- Araştırmada elde edilen bulgular 2014-2015 eğitim öğretim yılı içerisinde üç devlet üniversitesinde öğrenim gören 154 öğretmen aday ile sınırlıdır.
- Madde havuzunda oluşturulan 49 soru ile sınırlıdır.

## **2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR**

Günümüz dünyası hızlı bir değişim ve gelişim içerisindedir. Her geçen gün yeni buluşlar ve yeni icatlar ortaya çıkmakta ve insanların hizmetine sunulmaktadır. Ortaya çıkan bu değişim ve yeniliklerle içerisinde yer aldığımız toplum gün geçtikçe refah düzeyi artmaktadır. Özellikle 21. yy da bilim ve teknoloji alanında gerçekleşen hızlı değişim ve gelişmeler akıl almaz bir boyuta ulaşmıştır. Bu değişim ve gelişmelerin başlangıç noktasını 18. yüzyılda ortaya çıkan sanayi devrimi oluşturmaktadır (Enil ve Köseoğlu, 2016).

### **2.1. Teknoloji**

Bilginin veya bilgiye dayanan usüllerin bir iş anında yapılarak uygulanmasıdır(Yücel,2006). Bir iş yapılırken bilgi veya bilgiye dayalı usüller işin daha kısa sürede gerçekleşmesine olanak tanıyorsa burada bir teknolojik gelişmeden söz etmek doğru olacaktır.

#### **2.1.1.Teknolojinin önemi**

İnsanoğlunun tarihi çok eskilere dayanmaktadır. İnsanlar ilk çağlardan beri yaşarken karşılaştıkları zorluklar ve ihtiyaçlar doğrultusunda yeni teknolojileri doğurmuş ya da farklı teknolojilerin gelişmesine neden olmuştur. Ateşin bulunması, tekerleğin icadı gibi ilk çağlarda başlayan teknolojik değişim ve gelişmeler tarih boyunca toplumların kaderinin çizilmesinde önemli bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Ak, 2009).

Günümüzde kullanılan ulaşım araçlarına baktığımızda teknolojinin ne kadar hızlı ve sürekli olarak değiştiğini ve kendini yenilediğini görebilmekteyiz. İlk çağlarda tekerleğin bulunması ile başlayan ulaşım serüveni ilerleyen dönemlerde yerini kağıt ve at arabalarına bırakmıştır. Günümüzde ise hızlı tren, metro, uçak, gemi gibi son teknoloji ürünü olarak karşımıza çıkan ulaşım araçları kullanılmaktadır. Bu teknolojik değişim ve gelişmeler toplumları hem zaman hem de kalite bakımından olumlu olarak etkilemiştir (Ak, 2009).

Haberleşme ve iletişim alanında da teknolojinin hızlı değişim ve gelişiminden bahsetmek mümkündür. İlk zamanlarda insanlar iletişimlerini duman yoluyla veya güvercin eğiterek sağlarken günümüzde ise iletişim interaktif (etkileşimli) yollarla sağlanmaktadır. Bilgi edinme konusunda da teknoloji toplumu etkilemiş ve yeni bilgi edinme yollarının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Daha önceden ansiklopedilerden ve kütüphanelerden edinilen bilgiler günümüzde tablet, bilgisayar, telefon gibi teknolojik aletlerden edinilmektedir. Teknolojinin her alanında yaşanan bu hızlı değişim ve gelişim insanların hem zamandan tasarruf yapmasını sağlamakta hem de daha konforlu bir fırsat sunmaktadır (Ak, 2009)

Günümüzde teknoloji her geçen gün hızla ilerleyişini sürdürmektedir. Teknolojinin yaşamımıza katmış olduğu yarar ve zararları şöyle açıklayabiliriz:

#### Faydaları

- Hayatımızı her alanda kolaylaştırmış aynı zamanda kullanışlı ve verimli hale getirmiştir.
- Ulaşım alanında da teknolojinin katkısı ve yararları azımsanmayacak derecede fazla olup zaman tasarrufu ve konfor açısından birçok yenilikler getirmiştir.
- Sağlık sektörünün her alanında teknolojiden yararlanılmakta yeni tedavi yöntemleri geliştirilmekte ve birçok hastalığa teknoloji sayesinde çareler bulunmaktadır.
- Haberleşme ve iletişim sektöründe de teknolojinin etkisi oldukça fazla olmakla beraber haber, doküman, medya ve basın gibi bilgilerin teknoloji sayesinde kitleler arasındaki ulaşımı kolaylaştırmıştır.
- Güvenlik ve askeri alanda da teknolojiden yararlanılmaktadır. Günümüzde askeri güç artık eskisi gibi fiziksel güçle değil teknolojik güç ile doğru orantılı olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde teknoloji ilerlemiş ve gelişmiş toplumlar dünyada sözü geçen güçlü toplumlar haline dönüşmüşlerdir.
- Eğitim alanında da teknolojiden oldukça yararlanılmaktadır. Akıllı tahta, projeksiyon, bilgisayar, tablet gibi teknolojik araç ve gereçlerle öğrencilerin bilgiye ulaşımı daha rahat ve kolayca elde edilmektedir.



## Zararları

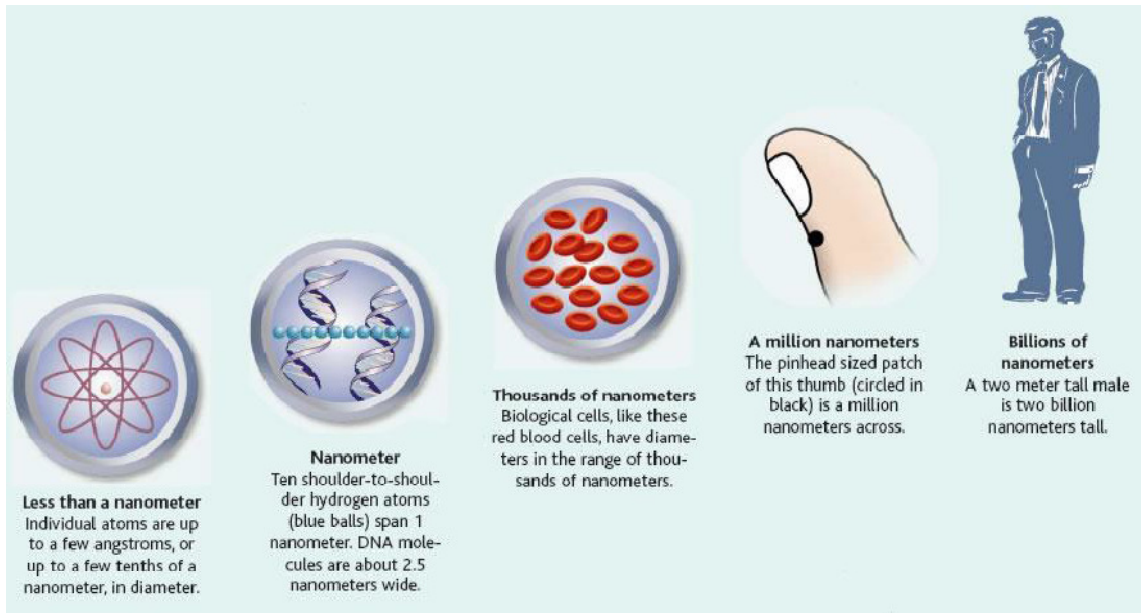
- Savunma sanayisinde atom bombası, biyolojik silahlar, füzeler ve savaş uçakları gibi tehlikeli araçlar dünya düzenini olumsuz etkilemiş birçok canlı yaşamını tehdit etmiştir.
- Küresel ısınma ve ozon tabakasının incilmesi gibi dünyamızı son zamanlarda daha fazla tehdit eden doğal felaketlere sebep olmuştur.
- Teknolojinin ilerlemesi ile ortaya çıkan bazı uygulamalar insanlar arasında hoş olmayan durumlara sebebiyet vermesine, ahlaki ve kültürel yozlaşmanın yaşanmasına neden olmuştur.
- Teknolojinin bir diğer zararı ise insanları hazıra alıştırması ve insan beynini düşünmekten alıkoyarak tembelleştirmesidir.
- Çağımızda teknoloji bilimde, endüstride, tıpta, savunma sanayisinde ve diğer tüm alanlarda karşımıza çıkan gelişmeleri kapsamakta ve beraberinde birçok yenilik ve değişikliği getirmektedir. İşte tüm bu değişim ve gelişimlerin öncüsü, gelecek yüzyılın teknolojisi olarak adlandırılan bu devrim nanoteknolojidir.

## 2.2. Nanoteknoloji

Günümüzde nanoteknoloji bütün dünyada hızla ilerlemekte ve bütün alanlarda karşımıza çıkmaktadır. Nanoteknoloji sadece bilimde, teknolojiye, endüstride, tıpta ve diğer alanlardaki gelişmelerin ana kaynağı olarak değil aynı zamanda 21. yüzyılın gündeminin en önemli rekabet alanlarından biri olarak düşünülmektedir. Nano kelimesi toplum tarafından pek kullanılıp tanınmamasına karşın son yıllarda nano birçok alanda hayatımıza girmeye ve toplum tarafından tanınmaya başlamıştır. Önüne veya sonuna getirilen birçok ilgi çekici kelimeler ile nano sözcüğü farklı farklı anlamlar kazanmaya başlayarak daha ilgi çekici hale gelmiştir. Örneğin günlük hayatta sıklıkla kullandığımız nanosim oldukça ufak boyutlarda olup akıllı telefonlarda kullanılmaya başlanmıştır. Veri toplamak ve taşımak amacıyla sıklıkla kullanılan hard disklerin ilk çıktığı zamanlardaki boyutları oldukça büyük olmasına rağmen yeni teknoloji ürünü olan nano hard diskler boyut bakımından oldukça küçük, hafıza bakımından ise terabayt boyutuna ulaşmıştır. Giyim sektöründe de nanoteknoloji ürünleri artık mağazalarda sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Nano takım elbise ve kıyafetler, leke ve su tutmazken ayrıca buruşmaya karşı dayanıklı olma özelliğine de sahiptir. Nano parçacıklı boya ise

korozyonu önleyen ve kendi kendini temizleyen dolayısıyla kirlenmeyen yeni nesil boyaları akla getirmektedir (Kadıoğlu, 2010).

Nano, Latince ve Yunancada karşımıza çıkan ve bu dillerden alınan bir kelime olup, cüce manasına gelmektedir. Kısaltma olarak milyarda bir anlamında kullanılmıştır. Dolayısıyla bir nanometre bir metrenin bir milyarda birine eşittir (Şekil 1). Nanoteknoloji, nanobilim gibi başında nano ön eki bulunan terimler 'nanometre' teriminden gelmektedir (Kadıoğlu, 2010).



Şekil 1. Nano boyut (Bozkaya, 2006)

Nanoteknoloji, nanobilim buluşlarının gerçek hayattaki uygulamaları ile ilgilidir. Nano teknolojinin yaygın bir bilim dalı olması birçok farklı alanla işbirliği içerisinde olmasını sağlamış, farklı alanlardaki bilim adamlarının birlikte çalışmasına olanak tanımıştır. Sonuç itibariyle nanoteknoloji birçok alanı derinden etkileme potansiyeline sahiptir. Nanoteknoloji faaliyetleri kimya, fizik, biyoloji, materyal bilimi ve fen bilimini kapsayan multidisipliner bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır (Ekli, 2010)

### **2.2.1. Nanoteknolojinin önemi**

Nanoteknoloji son yüzyılın en önemli kavramı olup farklı disiplinlerden oluşan fizik, kimya, biyoloji, tıp, bilgisayar, malzeme bilimi, elektronik ve fen bilimleri gibi birçok akademik bilimleri içeren bütünsel bir teknolojidir (Ak, 2009).

Nanoteknoloji metrenin bir milyarda biri olan maddenin atom seviyesinde çalışarak, gelişmiş ya da bütünüyle yeni fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip yapıların elde edilmesine olanak sağlaması açısından önemlidir (Ak, 2009).

Madde nano boyuta yaklaştıkça yeni birtakım özellikler kazanmaktadır. Nano boyuta ulaşan madde daha sağlam, daha kaliteli, daha uzun ömürlü, daha ucuz, daha hafif ve daha küçük olarak karşımıza çıkmaktadır.

20. yüzyıldan itibaren birçok alanda üstün kalite anlayışı benimsenmiş ayrıca zamanı ve masrafı en aza indirmeyi amaçlayan düşünce kabul edilmiştir. Mikro teknoloji ürünü diyebileceğimiz parçalar elektronik, otomobil, iletişim gibi sektörlerde çok sık olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde ise mikro teknolojiden daha küçük boyutlardaki teknolojilerin yani nanoteknolojinin kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Nanoteknoloji insan yaşantısında ve bilim dünyasında çok büyük faydalar sağlayacak gelecek yüzyıla damgasını vuracak bir teknolojidir. Nanoteknoloji ile üretilen ürünler malzeme ve imalat sektörü nano elektronik ve bilgisayar teknolojileri havacılık ve uzay araştırmaları, tıp ve sağlık, çevre ve enerji, biyoteknoloji ve tarım, savunma, bilim ve daha birçok alanda insanlığa kolaylıklar sağlamaktadır. Son yıllarda nanoteknoloji eğitim ve araştırmaları alanında pek çok bilim adamları, eğitimli insanlar yetişmiş olup nanoteknoloji ile ilgili bilimsel çalışmalar hızla gelişme göstermiştir (Elmarzugi vd.,2016).

#### **2.2.1.1. Dünya'da nanoteknolojinin önemi**

Dünya'nın pek çok yerinde günümüz teknolojisi olan nanoteknoloji bilimi ve uygulamalarının önemi her geçen gün hızla artmakta ve artmaya devam etmektedir. Birçok ülke nanoteknoloji alanında çeşitli projeler oluşturmuş ve bu projeleri uygulayarak hayata geçirmiştir. Nanoteknoloji alanında çalışmalar gerçekleştiren bazı ülkelere değinecek olursak başlıcaları şunlardır:

Nanoteknoloji, ABD'nin en çok destek verdiği alanların başında gelmektedir. Bunun sonucu olarak birçok araştırma merkezi ve üniversitede araştırma binaları kurulmuştur. ABD'de bütçenin büyük bir kısmının nanoteknoloji alanındaki gelişmelere ayrılması planlanmıştır. ABD'de yürütülen faaliyetler nano yapıları malzemeler moleküler elektronik nano parçalar, biosensörler ve bioformatik, kuantum bilgisayarlar, ölçüm ve standart geliştirme çalışmaları nano ölçekli teori modelleme ve simülasyonlar nano robotlar gibi alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bu faaliyetler Ticaret Departmanı (DOC), Savunma Departmanı (DOD), Enerji Departmanı (DOE), Ulaştırma Departmanı (DOT), NASA, Ulusal Sağlık Enstitüsü (NIH) ve Ulusal Bilim Kurumu (NSF) gibi kurumlar tarafından desteklenmektedir (Kadıoğlu, 2010).

İngiltere'de Ulusal Nanoteknoloji Girişimi (NION), Ticaret ve Endüstri Bakanlığı tarafından başlatılmış olup İngiltere'de gerçekleştirilen bu girişim Avrupa'da nanoteknoloji adına atılan adımlardan ilki sayılabilecek derecede önemli bir adım olarak kabul edilmektedir. Ulusal Nanoteknoloji Girişimi'nin amacı nanoteknoloji konusunda toplumda erken bir bilinç oluşturarak nanoteknoloji farkındalığı kazandırmaktır. İngiltere'de nanoteknoloji üzerine yapılan yatırımlar 1997 yılından itibaren hız kazanmaya başlamıştır. Ancak 2000'li yıllara gelindiğinde nanoteknolojiye verilen önemin daha çok arttığı görülmektedir. Bu durum nanoteknoloji konusunda dolaylı olarak devlet yatırımına da yansımıştır, 2000'li yıllardan itibaren devlet yatırımı %750 artmıştır (Kadıoğlu,2010).

Almanya nanoteknolojinin önemini çok önceden kavrayan ülkelerden birisi olup nanoteknoloji çalışmalarına çok erken yıllarda başlamıştır. Almanyanın nanoteknoloji çalışmalarına çok erken yıllarda önem vererek üstüne yoğunlaşması ülkenin gelişmesinde ve kalkınmasında önemli bir etken olmuştur. 1998 yılında Almanya Eğitim ve Bilim Bakanlığı (BMBF), altı nanoteknoloji yetki merkezini (CC) kurmuş ve önce ortak araştırma projeleriyle nanoteknoloji alanında birçok bölümü desteklemeye başlamıştır. Yapılan araştırmalarda nano temelli malzemelere ve biyonanoteknolojiye büyük bir ilgi gösterilmiştir (Kadıoğlu, 2010).

Fransa'da nanoteknoloji doğrudan bir öncelikli alan olarak kabul edilmiş mikro sistem mühendisliği ile kurulmuş olan sağlam bir köke dayandırılmıştır. Fransa'nın nanobilim ve nanoteknoloji için güçlü bir alt yapısı ve kaynağı bulunmaktadır. Fransa Araştırma

Bakanlığı tarafından nanoteknoloji araştırmalarına bir miktar mali bütçe ayrılmıştır. Ulusal Araştırma Ağları Fransa'daki devletin yürüttüğü araştırmaların geliştirilmiş organizasyonunu katkı sağlamak amacıyla endüstriyel ihtiyaçlara göre oluşturularak küçükten büyüğe bir yaklaşım benimsenmiştir (Kadıoğlu, 2010).

Rusya hammadde ithalatına olan bağımlılığını azaltmak amacıyla nanoteknolojiyi stratejik sektörlerden birisi olarak tanıtmış ve nanosanaayiye destekleme amacıyla 11 milyar ABD doları bir bütçe ayrılmıştır. Rusya'da nanoteknolojik alanda ticareti geliştirmek için kurulan RUSNANO'nun görevi, nanoteknoloji merkezlerinin mükemmelliğini sağlamak ve nanoteknolojik altyapıyı hızlı bir şekilde inşa etmek olarak belirlenmiştir. RUSNANO yatırım projelerini gerçekteştirmek amacıyla gerekli olan bilimsel ve eğitimle ilgili programları geliştirmekte ve bunun yanı sıra nanobilim ve nanoteknolojinin tanıtılmasında önemli bir konumda yer almaktadır. RUSNANO'nun 2015 yılından sonra ülkede 29 milyar ABD doları değerinde ürünü piyasaya sürebilecek nanosanaayi oluşturabileceği ön görülmektedir. Hükümet belirledikleri bu hedefe ulaşabilmek amacıyla nanoteknoloji ve uygulamalarına önemli miktarda bütçe ayırmıştır (Kadıoğlu, 2010).

Günümüz dünyasında Japonya, devlet tarafından finanse edilen bütçe ile nanoteknolojik araştırma ve uygulama faaliyetlerinde dünya çapında lider bir konuma sahiptir. Hem uygulama çalışmalarına yönelik, hem de temel araştırma faaliyetlerini kapsayacak şekilde çok sayıda nanoteknoloji araştırma programı kurulmuştur. Bu araştırma merkezleri “Atom Teknoloji Ortak Araştırma Merkezi (JRCAT), Fizik ve Kimya Araştırma Enstitüsü (RIKEN) ve Ulusal İleri Endüstri Bilimi ve Teknolojisi Enstitüsü (AIST)'ne ait Nanoteknoloji Araştırma Enstitüsü (NRI) tarafından kurulmuştur. Bunlardan en önemlileri arasında yer alan Atom Teknolojisi Ortak Araştırma Merkezi (JRCAT) ve Fizik ve Kimya Araştırma Enstitüsü (RIKEN)'dür. Bu kurum ve kuruluşlar Japonya'nın nanoteknoloji ve nanobilim faaliyetlerine verdiği önemi apaçık göstermektedir. Japonya nanoteknolojiye verdiği bu önem sayesinde dünyanın sayılı ülkeleri konumuna gelmiştir. Dünyada sözü geçen devletlerden birisi konumunda bulunmaktadır. Japonya'da bunlardan başka özellikle nanoelektronik alanında toplu araştırma çabaları ile uğraşan birçok endüstriyel ortaklıkta bulunmaktadır. Tüm bunlar Japon ekonomisini yeniden canlandırmak ve rekabetçi bir çizgide kalabilmek amacıyla gerçekteştirilmiş ve bu amaç doğrultusunda yoğun bir çalışma, araştırma faaliyetlerine

başvurulmuştur. Bu nedenden dolayı devletin nanoteknoloji ve nanobilim alanına sağladığı kaynaklar kararlı bir şekilde artış göstermiştir (TÜSİAD, 2008; Ak, 2009).

Çin'de nanoteknoloji çalışmaları diğer önde gelen toplumlardan geç başlamasına rağmen hız kazanarak diğer ülkeleri yakalayabilmeyi başarmışlardır. Çalışmalar 21. yy. da başlamış olup hızla gelişim kat etmiş ve dünyanın sayılı ülkeleri arasına girmeyi başarmıştır. Çin yürütülmekte olan nanoteknoloji odaklı birçok araştırma ve geliştirme çalışmalarını Çin Bilimler Akademisi aracılığıyla gerçekleştirmektedir. Yürütülen çalışmaların çoğu yarı iletken iletme teknikleri ve nanoteknoloji tabanlı elektronik eşyalar üzerinde yoğunlaşmıştır. Bilimin kalkınmadaki rolünü iyi bilen Çin'de, nanoteknoloji konusunda birçok uzman ve araştırmacı yetiştirmek üzere yeni programlar başlatılmıştır (Ak, 2009).

Güney Kore'de nanoteknoloji hükümet düzeyinde ilk olarak "Kore Ulusal Nanoteknoloji Geliştirme Planları" ile benimsenerek destek verilmiştir. 2001 yılında nanoteknolojide bir AR-GE projesi kurmak amacıyla bir plan hazırlanmıştır. Beş yıl sonra nanosaniye geliştirmek ve bu konuda kalıcılığı yakalamak için ikinci bir plan oluşturulmuştur. 2010 yılında Üçüncü Kore Ulusal Nanoteknoloji Geliştirme planı ile ilgili halka açık bir oturum yapılmış, halk bu konuda bilinçlendirilmiş, son on yılın başarıları değerlendirilmiş ve gelecek on yılın hedefleri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Güney Kore nanoteknoloji çalışmalarında mikro elektronik uygulamalar üzerine yoğunlaşmıştır. Nanoteknoloji çalışmalarının ve uygulamalarının yapıldığı birçok araştırma merkezi ve üniversiteler kurmuşlar ve nanoteknoloji eğitimine gereken önemi vermeyi amaçlamışlardır. Ayrıca dünyanın ünlü elektronik firmalarından birisi olan Samsungda da nanoteknoloji alanında araştırmalar yürütülmektedir (Ekli, 2010).Asya ülkeleri içinde nanoteknolojiye yatırım yapan ülkelerin başında Japonya, Çin ve Güney Kore gelmektedir. Bu üç ülke dışında Tayvan, Singapur, Tayland, Hindistan ve Vietnam'da nanoteknoloji öncelikli alan olarak belirlemiş ve bu yönde ciddi adımlar ortaya atmıştır. Ülkeler öncelikle halkın nanoteknoloji hakkında bilgilendirilmesi ve nanoteknoloji farkındalığının oluşturulmasına önem vermişlerdir.

Sanayide geleneksel olarak kullanılan yukarıdan aşağı teknoloji yeni bir materyali alıp istenilen şekle getirene kadar küçültmektense nanoteknoloji küçük parçacıkları alıp

manipüle ederek büyük araçlara ulaşmayı amaçlamıştır. Böylece geleneksel sanayi yukarıdan aşağı ilerlerken nanoteknoloji aşağıdan yukarıya doğru ilerlemiştir.

Nanoteknoloji üzerine yapılan AR-GE harcamalarında ABD, Japonya, Almanya, Fransa ve İngiltere başı çekse de nanoteknoloji yarışına son zamanlarda pek çok ülke dahil olmuştur. (TÜSİAD, 2008; Ak, 2009; Ekli, 2010).

### **2.2.1.2. Türkiye'de nanoteknolojinin önemi**

Türkiye, sanayi devrimine büyük ölçüde uzak kalmış ve bu sürecin içerisine geç girmiş bir ülke olarak gelecekte kilit bir öneme sahip olacak olan nanoteknoloji alanında nispeten başlangıç sürecinde yeterlilik kazanmak ve doğru adımlar atmak, Türkiye'de güven ve refah seviyesinin yükselmesinde önemli bir adım olacaktır (Ak, 2009).

Dünyada nanoteknoloji oldukça hızlı bir gelişme içerisindedir. Ülkemizde ise bu yönde yapılan çalışmalar son yıllarda genişletip çeşitlendirilerek hız kazanmıştır. Bu bağlamda geleceğin teknolojisi olarak görülen nanoteknoloji alanında mevcut gelişmeleri yakalamak, rekabet edebilecek konuma gelmek hedeflenmektedir (Ekli, 2010).

Nanoteknoloji alanındaki yapılan önemli çalışmalar ve uygulamalar ülkemizde 2000 yılında itibaren başlamıştır. O yıllardan bu yana nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalar, yeni uygulamalar ve buluşlara kapı aralamakla kalmayıp ülkemizdeki eski teknolojilere de yeni bir bakış açısı kazandırmıştır (Ekli, 2010).

Nanoteknoloji, bilinen diğer teknolojilere oranla daha fazla bilimsel araştırmalara gereksinim duymaktadır. Bu da ülkemizde uygulanmaya başlayan Kamu-Üniversite-Sanayi işbirliği çalışmalarının AR-GE çalışmalarına uygulanabilirliği açısından önemi artmaktadır. Bundan dolayı Kamu-Üniversite-Sanayi işbirliği çerçevesinde nanoteknoloji alanındaki çalışmalar takip edilerek üst seviyede yüksek teknoloji ve katma değeri yüksek ürün ve hizmet geliştirmek önemli amaçlardan birisi olmuştur (Ekli, 2010).

Elektronik ve bilgisayar teknolojileri alanında nanoteknoloji malzemelerinin kuantum fiziği kanunlarına uyacak şekilde boyutlarının nanometre mertebesinde olması gerektiği vurgulanmaktadır. Buna göre elektronik araçların nanometre ölçeklerinde elde edilmesi

ile sistemlerin işlem gücü ve kapasitelerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca nanoteknoloji ile üretilen bilgisayarlarda işlem gücü, performansı ve hafifliği açısından oldukça iyidir. Bu anlamda nanoteknoloji bilgisayar teknolojileri ve iletişim alanında anahtar rol oynamaktadır (Kadıoğlu, 2010).

Havacılık ve uzay araştırmaları alanında yapılan çalışmaların en büyük engel noktası ve sıkıntısı, çok maliyetli olmasıdır. Kullanılan malzemelerin ağırlığı maliyetinin de yüksek olmasına neden olmuştur. Nano yapılı malzemelerin daha hafif daha sağlam ve sıcağı karşı daha dayanıklı olmaları bu alanda kullanılması için tercih sebebi olmuştur. Nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalar ve projeler ile malzemelerin ağırlıklarının düşürülmesi ve buna bağılı olarak da maliyetinde iyileştirilmeye gidilmesi planlanmaktadır (Erkoç, 2008; Kadıoğlu, 2010).

Tıp araştırmalarında da nanoteknolojiden oldukça yararlanılmaktadır. Nanoteknolojinin tıp alanındaki uygulamaları birçok konuda pratiklik sağlamış ve insan sağığına birçok yarar sağlamıştır. Tıp alanında uygulamaya konan nanoteknolojik çalışmaların asıl amacı canlı mekanizmasını taklit etmektir. Örneklendirmek gerekirse; canlı doku içerisinde hücrenin ihtiyacını belirleyip temin edebilen kanserli hücrelerin ortadan kaldırılmasında önemli rol oynayan kendini yenileyebilen teknolojik ya da robotik ürünler geliştirmektedir (Wagner, 2004; Luther,2004).

Malzeme bilimi alanında nanoteknoloji kullanarak üretilen nanoölçek boyutundaki malzemelerin daha sağlam ve daha hafif olması nedeniyle üretim faaliyetlerinde bu malzemelerden daha fazla kullanılması amaçlanmaktadır. Bu nano ölçek boyutundaki malzemeler hem daha kaliteli, sağlam hem de maliyeti daha uygundur. Çizilmeye karşı direnç ve kendi kendini temizleyebilme özelliğinden dolayı nanoölçek boyutunda boyalar kullanılarak geliştirilen başka yöntemleri, nano yapıdaki metal, seramik ve polimer malzemeler nanoteknolojinin malzeme bilimi alanındaki uygulamalardır (Erkoç, 2008; Kadıoğlu, 2010).

Nanoteknoloji enerjinin verimli kullanılması depolanması ve üretilmesi konusunda son derece büyük bir öneme sahiptir. Bu noktada hammadde ve enerji kullanımının azaltılarak daha temiz sürdürülebilir üretime katkıda bulunması temel amaçlardan biridir. Bundan dolayı farklı yerlerden gelen atıkların önlenmesi ve daha az atık üreten,



çevre dostu üretim modellerinin geliştirilmesi sağlanmaktadır (Luther 2004; Kadioğlu, 2010).

Nanoteknoloji faaliyetleri sayesinde mutasyona uğrayarak yeni ve farklı tarım ürünlerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Yeni ilaçlar, gübre, hastalık direnci yüksek bitki ve hayvanlar nanoteknolojik çalışmalar ile hayatımıza girmekte ve dolaylı olarak sağlık sektöründeki gelişmelere de katkı sağlamaktadır (Kadioğlu, 2010).

Nanoteknolojinin temeli küçük atomik, molekül ve moleküler altı düzeylerde çalışabilmektir ve bunun amacı küçük yapıları aygıt materyal ve temel özellikteki sistemleri yaratmak, kullanmak ve işlemektir. Eğitim sürecindeki amaç ise nanoölçekteki işlemleri, nanoyapıları, nanoölçüde konuları anlamaktır. DNA'nın yapısına bakıldığında ortaya çok uyumlu bir mimari yapı çıkmaktadır. Bu şekilde karşımıza çıkan yapılar günümüzde kullanılan aletlerin daha farklı yollarla yapılabilmesi için ilham verir. Çünkü tüm maddelerin oluşumu aslında nanoölçekteki ve onların özelliklerini bu skalada biçimlendirilir. Bu nedenle nanoteknoloji tüm insan yapımı ürünlerin gelişmesini çok farklı boyutlara ulaşmasını sağlayabilir (Kadioğlu, 2010).

Nanobilimde olaylar nanobilimin araştırmacı doğası ve disiplin karmaşıklığı nedeni ile klasik bilimlerde olduğunda biraz daha farklı şekilde seyretmektedir. Nanobilim birkaç nanometre boyutlarında ölçülen tüm yapılarla daha çok bireysel atom ve molekül bilgisi ile ilgilenmektedir. Bundan dolayı biyoloji, fizik ve kimya gibi klasik disiplinler arasındaki sınırlar net olarak birbirinden ayrılmamaktadır. Bu alanda şu ana kadar disiplinler arası çalışmalar yürüten grupların nano dünyayı yöneten yasaların keşfedilmesinde daha başarılı olduğu göze çarpmaktadır. Yani nanobilim ve nanoteknolojisi eğitimi için başlangıç noktası disiplinler arası bir anlayıştır. Yakın bir dönemde tüm bireylerin bu konularla karşılaşması büyük bir olasılık olduğundan dolayı nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığının oluşması ve nanobilim ve nanoteknoloji eğitimi için duyulan ihtiyaç güncel fen okuryazarlığı ile ilişkilendirilmesi gerekmektedir (Kadioğlu, 2010).

Uluslararası rekabetin artması sonucunda yüksek değerli ürünlere olan ihtiyacın artmasıyla birlikte bilim ve teknolojiye dair fikir ve buluşlar ile teknolojik fikirlere

sahip girişimcilerin desteklenmesi, AR-GE kapasitesinin artırılması ve yenilikçi faaliyetlerin teşvik edilmesi ulusal ekonomilerin öncelikli hedefleri haline gelmiştir. Olaya bu açıdan bakıldığında nanoteknoloji dünya çapındaki sosyoekonomik faydaları, yeni iş fırsatları oluşturma potansiyeli ve değer bakımından yüksek tüketim malları üretilmesi açısından gelişmiş ülkelerin politika ve stratejilerinde önemli bir şekilde yer almaktadır (Kadıoğlu, 2010).

### **2.2.2. Nanoteknoloji ve eğitimi**

Günümüzde birçok ülke teknolojik gelişme açısından oldukça ilerlemiş artık gerçek gücün fiziksel güçle değil, eğitimle ve eğitilmiş insan beyniyle olduğu kanısına varmışlardır. Bu farkındalık sonucunda her ülke eğitimini teknolojinin gereklerini yerine getirecek şekilde yeniden yapılanma sürecine girmiştir. Bu süreçteki en önemli basamak olan ilköğretim eğitim sisteminin temel taşıdır (Ekli, 2010).

Zamanında sanayi ve teknoloji alanındaki önemli devrimleri yakalayamamış olan ülkemiz için nanoteknoloji önemli bir fırsattır. Bu teknolojinin yakalanabilmesi, uygulanabilmesi ancak ulusal boyutta uzman kadronun güçlendirilecek eğitim verilmesi ile nesilden nesile aktarılarak teknoloji birikimin önünün açılması ile mümkün olacaktır. Nanoteknolojiye sahip olmak demek o alanda özel bir bilgi, beceri ve yeteneklerle donatılmak demektir. Bunun gerçekleşebilmesinin şartı öncelikle insanlara ve insanların nanoteknoloji alanındaki yeterlikleri ve yeteneklerinin ne kadar iyi kullanabildiğine dayalıdır (Ekli, 2010).

Bilim insanları ve yöneticiler nanoteknolojinin önemini fark ettikçe, gelişmekte olan bu alanın öğrenilmesi ve öğretilmesini desteklemek amacıyla eğitim programları geliştirmişlerdir. Bazı eğitim programları nanoteknolojiye diğer alanlardan ayrı bir konu olarak yaklaşırken, diğer eğitim programları ise nanoteknoloji modüllerini mevcut bilim derslerinin entegre bir parçası olarak kabul etmişlerdir (Jones, Tretter, Taylor, Oppewal, 2008).

Nanoteknoloji eğitim derslerinin geliştirilmesinde; atomik kuvvet mikroskobu (AFM), tarama tünelleme mikroskobu (STM) ve elektron mikroskobu (EM) gibi yeni araç ve tekniklere odaklandırılmıştır. Öğrenciler bu araç ve teknikler yardımıyla maddenin özel

doğasını daha derin bir şekilde inceleyebilme ve anlama fırsatı bulmuşlardır. Böylelikle nanoteknolojinin bilinmesi çok küçük malzemelerin morfolojisine öğrenmek için bir araç olarak kullanılmasının yararlı olabileceği ileri sürülmüştür (Blonder, Joselevich, ve Cohen, 2010). Daha sonraki adımlarda ise bilgisayar görselleştirmeleri ile öğrencilerin deneyimleri somutlaştırılmıştır. Bu bilgiyi sadece ilgi çekici hale getirmekle kalmayıp öğrencilerin daha anlamlı ve kalıcı bilgilere ulaşmasını sağlamıştır (Jones, Minogue, Tretter, Negishi, Taylor, 2006).

Dünyada ve ülkemizde nanoteknolojinin tanınma ve ortaya çıkma sürecini bilim insanları çok iyi yorumlayarak tıp, savunma, malzeme, tekstil gibi birçok sektörde gereken merak ve ilgiyi uyandırmayı başarmışlardır (Ekli, 2010).

İlköğretim ve ortaöğretim kademesinde bireye toplumda diğer bireylerle uyum içinde yaşama becerileri ile yaşamlarını daha iyi sürdürülebilmesi için gerekli temel bilgi ve beceriler kazandırılır. Teknoloji çağı olarak adlandırılan içinde yaşadığımız bu dönem öğrencilerin yaşamlarını daha iyi ve kaliteli sürdürebilmeleri için teknolojik açıdan tamamen eksikliklerini kapatmaları ve gerekli bilgilerle donatılmaları gerekmektedir. Nanoteknoloji gibi oldukça önemli olan ve yeni gelişen teknolojilerden ilköğretim kademesinden başlanarak öğrencilere tanıtılması ve uygulamalarından bahsetmesi gerekmektedir (Jones vd., 2013).

Alford vd. (2009) bir devlet lisesinde hem öğrencileri hem de ebeveynlerini nanoteknoloji alanında eğitici bir program hazırlamışlardır. Çalışmalarında nanoboyutun özelliklerini, nano katmanları, farklı alanlardaki nanoteknoloji incelemelerini içeren toplam 7 modülden oluşan bir müfredat uygulamışlardır.

Sadece ilköğretim ve ortaöğretim düzeylerinde değil lisans düzeyinde de web veya uzaktan eğitim ortamları kullanılarak nanoteknoloji eğitimlerinin üniversitelerde çoğalması gerekmektedir (Jones vd., 2013).

### 2.2.2.1. Nanobilim ve yaygın eğitim

Tıpkı örgün eğitimde olduğu gibi yaygın eğitimde de bazı girişimler olmuştur. Nanoteknoloji eğitiminin başarılı olabilmesi için sadece örgün eğitim içerisinde yer verilmesi yetmeyecektir ayrıca yaygın eğitim kurumlarınca da nanoteknoloji eğitimi desteklenmelidir. Nanoteknoloji ülkemiz açısından oldukça önem arz eden bir unsurdur (Ekli, 2010).

Günümüzde nanoteknoloji, faydaları ve riskleri ile birlikte toplumların ve ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen en önemli etken olarak görülmeye başlanmıştır. Nanoteknolojinin gelecekteki önemini kavrayan gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, AR-GE çalışmalarını nanobilim üzerine yoğunlaştırmışlar ve buna yönelik araştırma yapılarını oluşturmuşlardır (Özer, 2008).

Ulusal bölgelerde sektörel bazda kümeleşmeler dikkat çekmektedir. Söz konusu ülkelerde nanoteknoloji AR-GE ve ürün geliştirme, üniversite ve araştırma kurumlarında gerçekleştirilmiştir. Nanobilim ile ilgili üretilen yayınlara bakıldığında Türkiye’de 418 yayını ile Çek Cumhuriyeti’nin ardından 29. sırada gelmektedir. Türkiye’de 2005 yılında yayınlanan 15.345 bilimsel yayının 418 adedi nanobilimin ve nanoteknoloji yayını olarak gerçekleşmiştir (Özer, 2008).

Bilim merkezleri ve bilim müzeleri dışında bilim kamplarında da nanoteknoloji eğitimi verilebilmektedir. Flynn, Johnson ve Penn (2007), 12 yaşındaki çocuklar için bir “Mikroskop kampı” oluşturmuşlardır. Bu program yüksek çözünürlük kullanarak atom yapısı kavramlarını öğretmek ve kavratmak için tasarlanarak öğrencilerin atomun yapısı hakkındaki bilgileri kamp öncesi ve kamp sonrası olmak üzere ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin atom kavramlarını öğrendikleri gözlemlenmiştir (Flynn, Johnson ve Penn, 2007). Nanoteknoloji kavramlarında odaklanan bir başka yaz kampı, Tylor ve Jones (2008) tarafından oluşturulmuştur. Bu kampın sonunda da olumlu dönütler alınarak nanoteknolojinin sadece örgün eğitim kurumlarında değil bu tarz kamplarda da verilebileceği ifade edilmiştir (Taylor ve Jones, 2008).

Türkçeden nanobilim araştırmalarının çoğu daha çok bireysel bazda ve teorik olarak yürütölmektedir. Dünyada nanoteknolojinin oldukça önem kazanması her geçen gün önem kazanması ve buna yönelik çalışma ve araştırmaların artması üzerine Türkiye’de de nanoteknoloji üzerine kaynak ayırmaya yatırım yapılmaya başlanmıştır. Ancak yapılan bu yatırımlar veya ayrılan kaynakların yeterli düzeyde olmadığı görölmüştür (Özer, 2008).

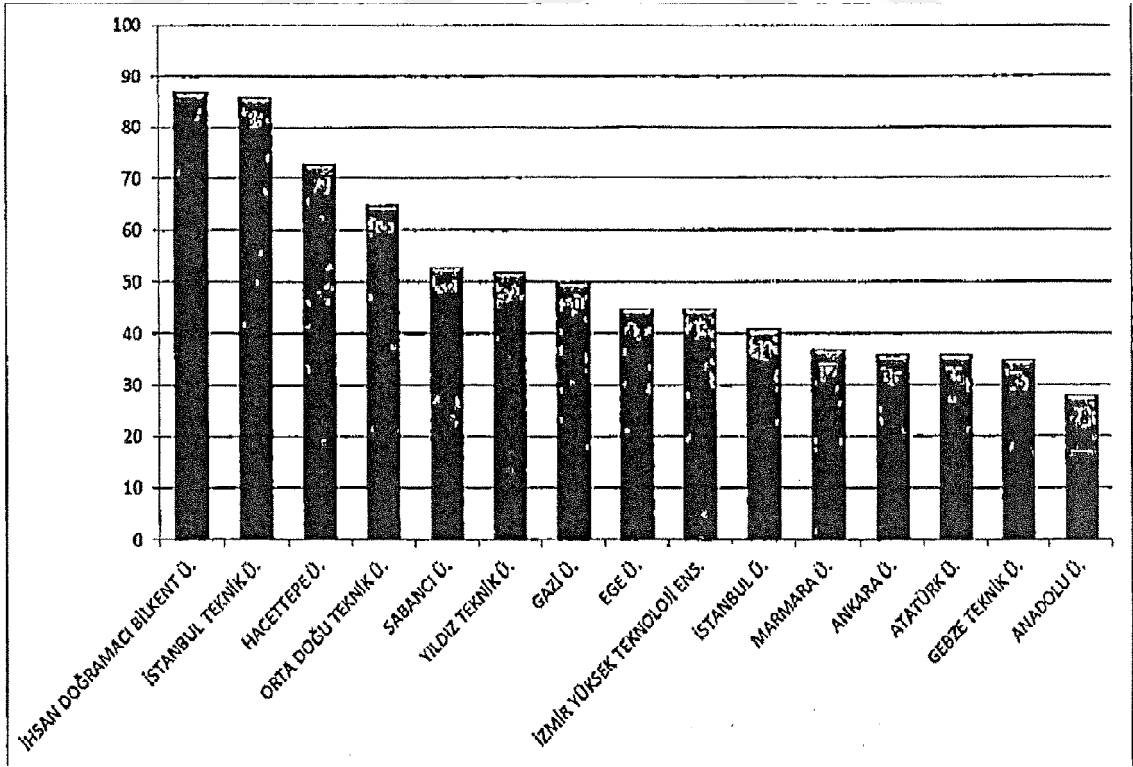
Türkiye’de bireysel olarak sürdürölen nanoteknoloji araştırmaları son zamanlarda devlet tarafından desteklenmeye başlamıştır. Bu doğrultuda 2005 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından kurulan Bilkent Üniversitesi’ne bağlı malzeme bilimi ve nanoteknoloji enstitüsüne AR-GE faaliyetleri için toplam 100 milyon YTL kaynak ayrılmıştır (Özer, 2008).

Türkiye’den nanoteknoloji boyutunda kullanılan cihaz ve tesislerin sayısı ve kalitesi açısından diğer ölkelerle karşılaştırıldıklarında yeterli düzeyde olmadıkları görölmektedir. Ayrıca bu nanoteknolojik ürünlerin hemen hemen tamamı yurtdışında satın alınmakta ve bu ürünlerin kullanımı için de ayrı bir eğitim hizmetleri alınmaktadır (Özer, 2008). Her alanda olduğu gibi nanoteknoloji alanında da altyapının oluşturulması ölkenin nanoteknolojide gelişimi açısından oldukça önemlidir.

21. yüzyılın en önemli teknolojisi olarak görölen ve ölkelerin gelecek yüzyıllara kalabilmeleri açısından önemli bir itici güç olarak kabul edilen nanoteknoloji araştırmalarında yapılması gereken çalışmalar yapılmaz, gerekli adımlar atılmaz ise Türkiye ile gelişmiş ölkeler arasında fark gün geçtikçe artacaktır. Türkiye’de nanoteknoloji üzerine yapılan çalışmalar ve araştırmalar gün geçtikçe artış gösterse de gelişmiş ölkelerin bu konuda göstermiş olduğu ilerlemelerin gerisinde kalmış ve yeterli düzeye erişememiştir (Özgöz, 2012).

2015 yılından nanoteknolojide iki milyon civarında iş gününün oluşacağı beklentisi göz önüne alındığında nanoteknoloji konusunda eğitimli ve donanımlı insan gücünün önemi ortaya çıkmaktadır. Cihaz alt yapısı daha kısa sürede ayrılan kaynaklarla sağlanabilecek iken araştırmacı personellerin yetiştirilmesi mutlaka zaman alacaktır. Bu yüzden çeşitli üniversiteler lisans ve yüksek lisans boyutunda eğitimler vermeye başlayarak gelecekte yaşanacak araştırmacı personel eksikliğini gidermeye amaçlamaktadırlar (Özer, 2008).

Ülkemizde nanobilim çalışmalarının henüz bireysel seviyede sürdürülmesi, geleceğe yönelik bir araştırma yapısının oluşturulmaması ve koordinasyonda yaşanan sıkıntılar nedeniyle bu alanda çalışan kurum ve kuruluşlar arasında yeterli sinerji yaratılamamıştır. Ülkemizde nanobilim çalışmalarının henüz bireysel seviyede sürdürülmesi, geleceğe yönelik bir araştırma yapısının oluşturulmaması ve koordinasyonda yaşanan sıkıntılar nedeniyle bu alanda çalışan kurum ve kuruluşlar arasında yeterli sinerji yaratılamamıştır. Ülkenin dört bir yanına dağılmış üniversite ve araştırma kurumları birbirinden bağımsız olarak faaliyetler göstermektedir. Bundan dolayı bireysel düzeyde sürdürülen çalışmalar ile gelişmiş ülkelere karşı rekabet etmek mümkün görünmemektedir. Dünyada örneğine çokça rastladığımız gibi Türkiye’de de bazı üniversite ve araştırma kurumlarında nanoteknoloji alanında kendi araştırma laboratuvarlarını oluşturmuş ve bu alanda araştırma yapan öğretim üyelerinin üniversitelere göre dağılımı Şekil 2’de görülmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır: Bilkent Üniversitesi içerisinde malzeme bilimi ve nanoteknoloji endüstrisinde SSM-Aselsan projesi ile kurulan nanoteknoloji AR-GE çalışmaları yapan araştırma merkezi bulunmaktadır (Özer, 2008).



Şekil 2. Nanoteknoloji Alanında Araştırma Yapan Öğretim Üyelerinin Üniversitelere Göre Dağılımı ( Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2018)

Nanoteknoloji araştırma laboratuvarlarına sahip bir diğer yer ise Gebze İleri Teknoloji Enstitüsüdür. Burada nanoteknoloji ile ilgili çeşitli içeriklere sahip dersler açılarak nanobilim eğitimi verilmektedir (Özer, 2008). Koç Üniversitesinde ise bazı bölümlerde lisans, yüksek lisans ve doktora seviyesinde seçmeli dersler açılmıştır. Orta Doğu Teknik Üniversitesinde bazı bölümlerde nanoteknoloji alanında çeşitli araştırma projeleri yürütülmektedir. Geleneksel anlayış terk edilerek teknolojik yaklaşım ile dersler işlenmektedir. Sabancı Üniversitesinde ise her yıl nanoteknoloji ile ilgili lisans ve yüksek lisans düzeyinde dersler açılarak nanoteknoloji ile ilgili dersler işlenmektedir (Özer, 2008). Gazi Üniversitesi içerisinde bulunan nanomalzeme laboratuvarlarında ise nanomalzemelere yönelik AR-GE çalışmaları yapılmaktadır. Bununla birlikte “Nanotıp” projesi ile Ankara’da bir merkez kurma faaliyetleri devam etmektedir. Prof. Dr. Yamaç, NanoTıp’ın gelecekte toplumlara yön veren bilimlerden birisi olacağını ve Gazi Üniversitesi NanoTıp Araştırma Laboratuvarı’nı nanotıp alanında ülkemizdeki öncü laboratuvarlardan birisi olacağını belirtti. Nanotıp Araştırma Laboratuvarının nanoteknoloji ve tıp alanlarında projeler yürütüp başta kanser araştırmaları olmak üzere tıbbi görüntüleme sistemleri, rejeneratif tıp ve güdümlü ilaç dağılımı alanlarında faaliyetler yürüteceği belirtilmiştir (Medimagazin, 2016). Günümüzün teknolojisi olan nanoteknolojinin ülkemizde yayılması, öğrenilmesi ve bilinmesi amacıyla aktif rol oynayan Çankaya Üniversitesi düzenlediği nanoteknoloji seminerleri ile ülkede nanoteknoloji farkındalığı yaratılması açısından önemli bir yer tutmaktadır (Özer, 2008).

Teknolojik gelişmeler önümüzdeki yıllarda her alanda kendisini göstererek toplumun ekonomik, askeri, sosyal ve birçok alanlarda şekillenmesinde önemli bir etken olacaktır. Bu alanların başında bilgi teknolojileri, otomasyon, ileri üretim teknikleri ve sağlık teknolojileri yer almaktadır. Bu nedenle nanoteknoloji alanındaki gelişmeler takip edilecek ve her açıdan yeni imkânlar sunulacak şekilde toplumun nanoteknolojiye uyumu kolaylaştırılmaya çalışılacaktır (10. Kalkınma Planı, 2018).

Türkiye’de üniversitelerde ve araştırma merkezlerinde kısıtlı imkânlarla da olsa nanoteknolojik faaliyetler sürdürülmektedir. Fakat diğer alanlarda nanoteknolojik faaliyetler ve araştırmalar yok denecek kadar azdır. Son zamanlarda nanoteknoloji içeren ürünler reklamlarda yer almakta ve bazı şirketlerin nanoteknolojik ürünleri üretmeye başladıkları gözlemlenmiş olsa da bu faaliyetleri yürüten şirket sayısı oldukça azdır (Özer, 2008).

29 Aralık 1959 yılında Richard Feynman'ın "Aşağıda daha çok yer var" adlı konuşmasında nanoteknolojiye değmesiyle günlük hayatımıza hızla girmeye başlayan nanoteknoloji eğitime başta ABD olmak üzere dünyanın pek çok gelişmiş ülkelerinde gereken önem verilmeye başlanmış ve birçok çalışmalar yapılmıştır (Ekli, 2010). Meyyapan (2004)'e göre nanoteknoloji eğitim üniversitelerde ve kolejlerde çoğaltılmalı ve gereken önem verilmelidir. Castelline (2007), nanoteknoloji üzerine 495 kişiye uyguladığı anket sonucuna göre katılımcıların yaklaşık yarısının nanoteknolojinin tam olarak ne anlama geldiğini bilmediği, edindikleri bilgileri de medya kaynaklarından elde ettikleri sonucuna ulaşmıştır. Sheetz (2005), yaptığı çalışmalarda 18 yaşından büyük çeşitli alanlarda faaliyet gösteren akademik personellere yapılan anket verilerine göre nanoteknoloji ve nanobilim hakkında bilgilendirme konusunda ankete katılanların çoğunun büyük ilgi gösterdiği görülmüştür. Alford (2009) Bir devlet lisesinde hem öğrenciler hem de velilere yönelik nanoteknoloji hakkı bir eğitim programı hazırlamışlardır. 7 modülden oluşan bu program sonunda yapılan eğitimi nanoteknolojiye yönelik olumlu yaklaşımları artırdığı gözlemlenmiştir. Zhang(2009) yaptıkları çalışmalarda 11 bölümden oluşan bir program lisans öğrencilerine uygulamışlar ve öğrencilerin nanoteknolojiye ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Drone (2009) yaptığı çalışmalarda koleji öğrencileri üzerinde benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Houston Üniversitesi nanoteknoloji tanıtmak ve anlatmak amacıyla farklı bir yol izlemiştir. Ortaöğretim öğrencilerine Harry Potter ile benzerlik kurularak nanoteknoloji anlatmaya çalışmışlardır. Almanya'da ise "2010 Nanoteknoloji Planı" çerçevesinde nanoteknolojiyi daha fazla kesime duyurmak, daha fazla insanı bilinçlendirmek amacıyla tasarladığı "NanoTruck" isimli bilim aracını kullanmışlardır (nanotechproject, 2018).

Nanoteknoloji eğitimi, bilinçlendirilmesi üzerine yapılan tüm bu faaliyetlere bakıldığında ilk olarak çalışmaların lisansüstü ve toplum farkındalık üzerine yoğunlaştığı görülürken daha sonraki yapılan çalışmalarda lisans ve ilköğretim üzerine yapılan çalışmaların çoğaldığı görülmektedir. Roco (2002) yaptığı çalışmada nanoteknoloji eğitimin okul öncesi döneminde başlaması gerektiğini vurgulamıştır.



### **2.2.2.2. Türkiye'de Nanoteknoloji Eğitimi**

Günümüzde her alanda damgasını vuran nanoteknoloji benimsemiş, anlayabilmiş, kendi içerisinde uygulayabilmiş ülkeler gelişmiş; bunu başaramayan ülkeler ise geri kalmış ülkeler olarak kabul edilecektir. Geri kalmış ülkeler sınıflandırılmasının içerisinde girmek istemeyen Türkiye'de de nanoteknoloji eğitimi üzerine çeşitli çalışmalar başlatılmıştır. Nanoteknoloji alanında lisansüstü eğitim veren üniversitelerin sayısı gittikçe arttırılmıştır. Şu an birçok üniversitede nanoteknoloji alanında bilim insanı ve öğrenciler yetiştirilmektedir. Birçok üniversitede nanoteknolojiyle çalışmaların gerçekleştirilmesi için eksiklikler giderilmeye çalışılmaktadır (Ekli, 2010).

Lisansüstünde yapılan çalışmaların yanı sıra Doğa Koleji'nde de nanoteknoloji eğitimi vermek ve bilinçlendirmek amacıyla Yakacık Doğa Koleji Nanoteknoloji laboratuvarını kurmuştur. Bu laboratuvar Türkiye'de ilk kez bir okulda kurulan nanoteknoloji laboratuvarı olarak kayda geçmiştir (Ekli, 2010).

### **2.2.2.3. Nanoteknoloji Eğitiminde İlköğretim Yeri ve Önemi**

Nanoteknoloji son yıllarda her alanda kendisini gösteren oldukça önemli teknolojinin yeni gelişmekte olan bir alt dalıdır. Zamanında devrimlerin gerisinde kalmış, istenilen başarıyı sağlayamamış ülkemiz için nanoteknoloji önemli bir fırsattır. Bu fırsattan yararlanabilmesi ancak uzman kadronun eğitimcilerin güçlendirilmesi, eğitim ile geleceğe aktarılacak teknoloji birikiminin önünün açılmasıyla mümkün kılınacaktır (Özgür vd., 2007).

Nanoteknoloji sahip olmak demek, teknoloji hakkında özel bilgi birikimine, donanım ve kültüre sahip olmak demektir. Tüm bunların gerçekleşebilmesi içinse öncelikle topluma nanoteknoloji aşılmalı ve insanlara gerekli nanoteknoloji eğitimi verilmelidir. Ancak bu şekilde gelişmiş ülkeler sınıflanmasının içerisinde girebilmek mümkün olacaktır. Günümüz dünyasında artık gerçek gücün fiziksel güçte olmadığı; eğitilmiş insan beyninde, teknolojiye, bilimde olduğu kuşkusuz bir gerçektir. Bu farkındalığın sonucu olarak birçok gelişmiş ülke eğitim programını teknolojinin gerekliliklerini yerine getirebilecek şekilde yeniden düzenleme gereği duymuş ve yeniden yapılanma sürecine girmiştir. Bu süreçteki en önemli basamak kuşkusuz

ilköğretim basamağıdır. Bu eğitim kademesinde çocuğa toplumla uyum içinde yaşama ve yaşamlarını daha iyi daha kaliteli sürdürebilmeleri için temel bilgi ve beceri verilmektedir. İçinde bulunduğumuz teknoloji çağında insanların yaşamlarını daha iyi, kaliteli bir şekilde sürdürebilmeleri için nanoteknoloji eğitimi şattır ve bu eğitim ilköğretim düzeyinde başlanması gerekmektedir (Ekli, 2010).

Milletleri her alanda etkileyen en temel öge olan toplumların şekillenmesinde kritik bir öneme sahip olan öğretmenlerin bu önemli görevi yerine getirebilmeleri için üretken ve çağa uyumlu olmalarının çok büyük önemi vardır. Bu görevini gerektiği gibi yapılabilen öğretmenler için bütün bir toplum ve gelecek onların eseridir denilmektedir. Öğretmenler toplumun ihtiyaç duyduğu bilgilerin toplum tarafından kazanılmasını kolaylaştıran, çağın gerisinde kalmalarını engellemek amacıyla eğitimler düzenleyen, gerekli ortamları sunan zorunlu bir rol benimsenmektedir. Bunu topluma en iyi şekilde empoze edebilmek için de öğretmenin kendisinin çağa uyum gösteren, yeniliklere açık, kendini sürekli yenileyen bir yapıda olması gerekmektedir. İstmeden ya da fark edilmeden de olsa insan eğitiminde yapılacak en ufak bir hata sadece hata yapılan o bireye zarar vermeyecek aynı zamanda toplumun geleceğini de olumsuz yönde etkileyecek bir milletin geleceği söz konusu olacaktır. Çünkü bireye yapılan yatırım kısa vadede verim alınacak bir yatırım değil tam tersine ancak uzun vadede verim alınacak bir yatırımdır. Bu yatırımda ortaya çıkacak en ufak bir aksaklık toplumu felakete sürükleyecek boyuta ulaşabilmektedir. Bu nedenle günümüzde birey eğitiminde en önemli görevi üstlenen öğretmenlerin çağın ilerisinde bir eğitim anlayışını benimsemesi, yeniliklere açık olması gerekmektedir. Bundan dolayı günümüzün teknolojisi çağın en büyük yeniliklerinden olan nanoteknoloji hakkında öğretmenlerimizin bilgili ve donanımlı olması gerekmektedir. İleride gelişmiş toplum olabilmenin en büyük şartlarından birisi nanoteknoloji ve nanobilim olacaktır. Bu konuda öğretmenlerimize çok büyük sorumluluk düşmektedir (Kadioğlu, 2010).

Günümüzde nanoteknoloji eğitimi üzerinde durulması gereken çok önemli bir konudur. Bir ülkenin geleceği artık fiziksel güçte değil, bilgili ve donanımlı olmakla mümkündür. Nanoteknoloji açısından ilerlemiş çağa ayak uydurabilmiş toplumlar ile teknolojinin gerisinde kalmış ilerleyememiş toplumlar karşılaştırıldığında bu durum açıkça gözükecektir (Kadioğlu, 2010).

Gelecek nesillerin yetiştirilmesinde kilit role sahip öğretmen ve öğretmen adaylarında nanoteknoloji alanında gelişme sağlanması amacıyla ilk adım olarak nanoteknoloji ile ilgili bilgi düzeylerinin ne olduğu, ilgilerinin hangi yönde olduğu, gelişmelere yaklaşımlarının nasıl olduğu ve en önemlisi konu ile ilgili ne düşündükleri fikirlerinin ne olduğundan haberdar olmak çok iyi bir başlangıç olacaktır. Eğitimde esas olan, ihtiyacın tespitinin yapılması ve ona göre ihtiyaçlar doğrultusunda hedefler belirlenmesidir. Öğretmen adayları nanoteknoloji ile ilgili olumlu bilgilerle donatılmalı gerekli alt yapılar sağlanmalı ve yetiştirecekleri gençlere karşı hazır hale getirilmelidir. Bu açıdan eğitimciler ve akademik personellere büyük bir görev düşmektedir (Kadıoğlu, 2010).

Önümüzdeki yıllarda teknolojiye dayalı yaşam tarzı, toplum tarafından benimsenerek ve yaşam tarzımızda önemli değişikliklere yol açacaktır. Bunun doğal sonucu olarak da nanoteknoloji ve nanobilim eğitim sistemimizde daha fazla yer alacaktır. Bu süreçte eğitim sistemimiz içerisinde yer alan öğrencilerin nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilgilerinin saptanması oldukça büyük bir önem arz etmektedir (Karataş ve Ülker, 2014).

Önceden bilimsel buluşların ve icatların kim tarafından bulunduğu bilinmekte iken günümüzde kimin neyi keşfettiği, neyi bulduğunu söylemek oldukça güçtür. Bunlardan birisi de nanoteknolojidir (Sandhu, 2006).

Nanoteknoloji teriminin ilk olarak nerede kullanıldığı fikrinde çeşitli görüşler olsa da 1960'lı yıllardan sonra karşımıza çıkmaya başladığı bilinmektedir (Karataş ve Ülker, 2014). Nanoteknoloji sadece bir alanda sınırlı kalmamış elektronik, ilaç, tekstil, kozmetik, savunma, endüstri ve benzeri alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır (Bowman ve Hodge, 2007; Foley ve Hersam, 2006). Bundan dolayı nanoteknoloji disiplinlerarası bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır (Tessman, 2009). Nanoteknoloji sayesinde insan yaşamını kolaylaştıracak, toplum yararına birçok aygıt ve malzemeler yapılmaya başlanmış ve insanların hizmetine sunulmuştur. Tarihsel açıdan baktığımızda nanoteknolojiye 21. yüzyılın sanayi devrimi diyebiliriz (Özdoğan, Demir ve Seventekin, 2006; Wansom vd. 2009). Nanoteknoloji sadece insan yaşamını kolaylaştırmakla kalmamış milyonlarca insana yeni iş imkânı sunmuştur.

Nanoteknolojinin her geçen gün hayatınızda daha fazla yer edinmesi, ekonomide önemli bir paya sahip olması, ülkelerin nanoteknoloji eğitimi üzerine eğilmelerine neden olmuştur. Zira nanoteknoloji alanında beklenen büyüklükte nitelikli insan gücünü oluşturma kısa sürede olacak bir iş değildir, zaman ve birikim olması gerekmektedir (Laherto,2010)

21 yüzyılın teknolojisi olan nanoteknolojiden pay almak isteyen, gelecekte söz sahibi olmak isteyen toplumlar nanoteknoloji eğitimi aracılığıyla hem büyük bir maddi kaynak ayırmak hem de insan gücü yatırımı yapmak zorundadır (Roco, 2002; Wanson vd. 2003).

Bu nedenle nanoteknoloji ilköğretim kademesinden başlayarak eğitimin her kademesinde kendisine yer bulmaya başlamış ve gerekli düzenlemeler yapılmıştır Bu bağlamda 2001 yılında Amerika başkanı Clinton önderliğinde “Ulusal Nanoteknoloji Girişimi” başlatılmış ve nanoteknoloji eğitimi desteklenmiştir (Wansum vd 2009). Nanoteknoloji eğitimi ile ilgili buna benzer çalışmalar Avrupa Birliği ülkelerinde de yürütülmektedir (Laherto, 2010).

Nanobilim ve nanoteknoloji eğitimine ilköğretim düzeyinde itibaren yer veren ve yoğun bir şekilde planlamalar araştırmalar yapan Amerika ve Avrupa ülkeleri nanoteknoloji eğitiminin önemini çok iyi kavramışlardır. Buna karşın ülkemizde yapılan araştırmalar ve planlamalarda nanobilim ve nanoteknoloji kanunlarına yeterli düzeyde yer verilmemektedir. Yeni güncellenen ilköğretim fen bilimleri Öğretim programında nanoteknoloji ve nanobilime hiç yer verilmediği tespit edilmiştir. Nanoteknolojiye ortaöğretim kimya ve Fizik derslerinde sadece birer üniteye değinilmiştir. Kısacası 12 yıllık örgün eğitimde sayısal alanı geçen öğrencilerin mezun olana kadar yaklaşık 2 veya 3 saatlerini teknolojiye ayırdıkları görülmektedir (Karataş ve Ülker, 2014).

Üniversitelerdeki içeriklerinde de durum bunlar çokta farklı değildir. Yapılan araştırmalara dayanarak üniversitelerde lisans düzeyinde sunulan seçmeli dersler dışında nanoteknolojiye yer verilmediği bunların da sınırlı düzeyde kaldığı saptanmıştır. Lisansüstü seviyede ise ülkemizde en çok bilinen ve nanoteknoloji üzerine araştırmalar yapan Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM) önemli bir adım olmakla birlikte bu tarz benzeri çalışmalar yapan merkezlere ihtiyacımız vardır. Ancak daha da

önemli olan bu tarz merkezlerin inşa edilebilmesi için alanında uzman, yeterli donanıma sahip beyinlerin buralara yönlendirilmesi ve nanobilim farkındalığı yaratılması gerekmektedir. Bundan dolayı ilköğretim düzeyinden başlamak kaydıyla nanobilim ve nanoteknoloji farkındalığını artırmak için üniversite düzeyine kadar eğitim öğretim faaliyetleri bilinçli bir programlı bir şekilde yürütülmelidir. Bu süreçte yapılabilecek en önemli adım şu anki içerisinde bulunduğumuz duruma analiz etmektedir (Karataş ve Ülker, 2014).

Şu anki durumumuza baktığımızda toplumumuzun büyük kısmının nanoteknoloji kavramlarını terimlerini daha önce hiç duymadığı ve teknolojiye yabancı olduğu görülmektedir. Nanobilim ve nanoteknolojinin gelişimi büyük ölçüde toplum tarafından desteklenmesi ne bağlıdır. Ancak toplum yeteri kadar nanoteknoloji konusunda yeterli bir bilgiye sahip değildir. Bu durum nanoteknoloji alanındaki gelişim ve uygulamalar için verilen desteklerin azalması neden olabilir. Bundan dolayı toplumun her kesimini nanobilim ve nanoteknoloji hakkında bilinçlendirilmesi gerek yaygın gerek örgün eğitimler verilmelidir (Allen ve Busset, 2008).

Günümüzde nanoteknoloji bütün dünyada hızla ilerlemekte ve bütün alanlardaki gelişmeleri kapsamaktadır. Nanoteknoloji birçok alanda gelişmelerin ana kaynağı olarak değil aynı zamanda 21. yüzyılın gündeminin en önemli rekabet alanlarından biri olarak düşünülmektedir. Nanoteknoloji kelimesi pek çok kişi tarafından tam olarak bilinmemekte ve Türkiye'deki üniversitelerde ve okullarda ayrıntılı olarak öğretilmemektedir. Bu durum da nanoteknolojinin ülkemizde gelişme göstermesini yavaşlatan unsurlardan birisidir. Özellikle bilim adamı, mühendis ve öğretmen yetiştiren üniversitelerin 21. yüzyılın en önemli teknoloji alanı olan nanoteknolojiyi gelecek neslin daha çok ilerleyebilmesi amacıyla öğrencilere en iyi şekilde öğretmesi gerekmektedir. Bu sebeple ülkelerin gelecek nesillerin yetiştirecek olan öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkındaki farkındalık, ilgi, tutum ve bilgi seviyelerinin belirlenmesi yeniliklere açık ve bilgi seviyeleri yüksek öğretmenler yetiştirilmesi oldukça önemlidir (Kadıoğlu, 2010).

### 2.3. Nanoteknoloji İle İlgili Çalışmalar

Aslan ve Şenel (2015) 122 fen bilgisi, 60 biyoloji, 37 fizik ve 34 kimya olmak üzere toplam 253 öğretmen adayı üzerinde yapılan çalışmada, Sagun Gököz tarafından geliştirilen "*Nanobilim ve Nanoteknoloji Farkındalık Anketi*" kullanmışlardır. Öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalıkları orta düzeyde bulmuşlardır. Yapmış oldukları anket çalışmasında, erkek öğretmen adaylarının ortalamalarının kadın öğretmen adaylarının ortalamalarından daha yüksek olduğunu fakat cinsiyet faktörüne göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı fark bulunmadığı sonucuna varmışlardır. Öğretmen adaylarının bölüm değişkenine göre kimya bölümünde öğrenim görmekte olan öğrenciler en yüksek ortalama puana sahipken biyoloji bölümünde öğrenim görmekte olan öğrenciler en düşük ortalama puana sahip olduğunu ve bölüme göre nanoteknoloji farkındalık düzeyleri arasında anlamlı farklar bulunduğu sonucuna varmışlardır.

Şenocak (2014) 513 katılımcı ile yapmış olduğu anket çalışmasında, cinsiyet ile nanoteknoloji arasında erkeklerin kadınlara göre anlamlı bir fark olduğunu bulmuştur. Türk toplumunun nanoteknoloji hakkında bilgi sahibi olmadığını, bu terime yabancı olduğunu aynı zamanda nanoteknolojiyi yetersiz olduğunu tespit etmiştir.

Farshchi, Sadrnezhaad, Nejad, Mahmoodi ve Abadi (2011) İran halkının nanoteknoloji farkındalık ve tutumlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, toplumun nanoteknolojiye çok yabancı olduğunu ve farkındalık düzeylerinin oldukça düşük olduğu sonucuna varmışlardır.

Retzbach, Marschall, Rahnke, Otto ve Maier (2011) halkın anlamasında bilim ve nanoteknoloji algısının, bilim ilgi rolleri, metodolojik bilgi, epistemolojik inançlar ve bilim hakkındaki inançlarını değerlendirmek amacıyla, 587 katılımcı ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Amerikan halkının hala nanoteknolojiye yabancı olduğunu nanoteknoloji duyarlılıklarının istenilen seviyede olmadığını belirtmişlerdir.

Ekli (2010) 6., 7. ve 8. sınıflarda okuyan 1396 öğrenciye uyguladığı Nanoteknoloji Anketi ve Teknolojiye Yönelik Tutum Ölçeği çalışmasında, cinsiyet faktörüne göre öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik tutum ve duyarlılıklarının erkek öğrencilerin kız

öğrencilere nazaran anlamlı şekilde farklılaştığı sonucuna varmıştır. Ekli (2010) çalışmasında öğrencilerin büyük bir bölümünün nanoteknoloji hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını ve çok az sayıda sınırlı duyularının kaynağının da daha çok TV programları olduğunu tespit etmiştir.

Kadıoğlu (2010) 547 öğrenciye uyguladığı nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri çalışmasında, katılımcıların fen ve teknoloji öğretmenliği bölümü öğrencilerinden oluştuğu bununla birlikte ankette katılımcıların sınıf düzeylerine göre nanoteknoloji hakkındaki görüşlerinin anlamlı farklılıklarını incelemiştir. Sınıflar arasında nanoteknoloji ilgileri ve bilgileri önemli fark bulunmamıştır. Öğretmen adaylarının çoğunun nanoteknoloji hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıklarını belirtmiştir.

Green ve Salkind (2008) çalışmalarında fen bilimleri, fizik, kimya ve biyoloji bölümlerinde öğrenim görmekte olan öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerinde yüksek derecede etkisinin olduğunu söylemektedirler.

Sheetza, Vidalb, Pearsonc ve Lozano (2005) nanoteknoloji ve teknolojinin ilerlemesi hakkında ne hissettiklerini belirlemek amacıyla 978 öğrenci ve akademik personele uyguladıkları çalışmalarında, katılımcıların yalnız %17'sinin nanoteknoloji farkındalığına sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Amerika'da Cobb ve Macoubrie (2004) yaptıkları çalışmada halkın nanoteknoloji farkındalığının oldukça düşük olduğu nanoteknoloji kavramına çok yabancı oldukları hatta bazılarının nanoteknolojiyi daha önce hiç duymadıkları sonucuna ulaşılmışlardır. Yapılan çalışmada erkek katılımcıların kadın katılımcılara göre nanoteknoloji hakkında duyularının daha fazla olduğu nanoteknolojiye daha ilgili oldukları ortaya çıkmıştır.

### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Modeli

Thomas (1998) önemli araştırma materyallerinden birisi olan anketi; insanların ve toplumun davranışlarını, ilgi ve tutumlarını belirlemek amacıyla birtakım sorulardan oluşan tarama modeli olarak tanımlamıştır. Diğer veri toplama araçları ile karşılaştırıldığında birçok alanda daha pratik ve verimli bir araç olduğu görülmektedir. Anket kalabalık ve büyük gruplara hızlı bir şekilde uygulanabilmesi ve ekonomik açıdan uygun olması anketin önemli avantajlarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Büyüköztürk vd., 2007). Bundan dolayı araştırmada veri toplama aracı olarak anket tarama modelinden yararlanılmıştır.

#### 3.2. Evren ve Örneklem

Yapılan bu araştırmada örneklemin belirlenmesinde kolay ulaşılabilir durum örnekleme kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemde araştırmacı kendisine ulaşılması yakın durumları seçer. Araştırmacının yakın olan kolay ulaşılacak bir araştırma alanı seçmesi araştırmaya hız ve pratiklik kazandırır (Büyüköztürk, 2008). Zaman, para ve işgücü kaybını önlemek için bu yöntem seçilmiştir.

Bu araştırmanın çalışma evreni ulaşılabilen en yakın formasyon eğitimi veren üç devlet üniversitesinin eğitim fakültelerinde 2014-2015 eğitim öğretim yılında okumakta olan Fizik, Kimya ve Biyoloji bölümü mezunu formasyon eğitimi alan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Anket uygulama sırasında derste olan bütün öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

Tablo 1. Öğretmen adaylarının bölüm dallarına göre dağılımı

Bölüm	N	%
Fizik	58	37,7
Kimya	36	23,4
Biyoloji	60	39,0
Toplam	154	100,0



### 3.3. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada kullanılan veri toplama aracı Nanoteknoloji İlgi ve Farkındalık Anketi (NİFA)'dir. Bu anket üç bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerden ilkinde kişisel bilgiler, ikincisinde nanoteknolojiye yönelik ilgiler ve üçüncüsünde nanoteknoloji ilgilerini derecelendirilme ölçeği sorgulanmaktadır. Bu bölümlerin örnek maddeleri şekil 3'te sunulmuştur.

1- Kişisel Bilgiler						
1. Cinsiyetiniz:	Kadın <input type="checkbox"/> Erkek <input type="checkbox"/>					
4. Mezun olduğunuz/olacağınız üniversite?						
2- İlgi Anketi						
11. Nanoteknoloji ile ilgili aktivitelere katıldınız mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>					
12. Nanoteknolojinin uygulama alanlarını biliyor musunuz?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>					
3- Derecelendirilme Ölçeği						
	Kesinlikle	Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle
	Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Katılıyorum	Katılıyorum
37. Nanoteknolojinin ilköğretim müfredatına girmesinin önemli bir adım olduğunu düşünüyorum.						
41. Nanoteknoloji alanı ile ilgili eğitim-öğretimde yeterli donanıma sahip olduğunuzu düşünüyorum.						

Şekil 3. NİFA'nın örnek maddeleri

### 3.3.1. Anket Geliştirme Süreci Basamakları

#### Madde Havuzu Aşaması

Nanoteknoloji ile ilgili hazırlanacak ankette ilk olarak konu ile ilgili literatür çalışması gerçekleştirilmiştir. Benzer niteliklere sahip olan çalışmalar tespit edilmiştir (Ekli E. 2010, Nagib A. Elmarzugi vd. 2014, Kadioğlu F. 2010, Tanya S. vd. 2005, Melissa A. 2008). İncelemeler sonucunda tespit edilen araştırmalar değerlendirilmiş, kullanılan ve kullanılmayan anket maddeleri dikkate alınarak bunun doğrultusunda 49 öncül madde belirlenmiştir. Belirlenen öncül maddelerinin oluşturulmasında 2 uzman görüşünden yararlanılmıştır.

Eğitim alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde, derecelendirme ölçekleri hazırlanırken genellikle tek sayı ile biten derecelendirme ölçeklerinin tercih edildiği hatta bunlar arasında da en çok 5'li Likert tipi kullanıldığı dikkat çekmektedir (Tezbaşaran, 1997). Yapılan bu çalışmada 5'li Likert tipi tercih edilmiştir. Böylece çalışmaya katılan öğretmen adaylarının tam olarak kendilerini yansıtabilecekleri bir tasarım oluşturulmuştur. Öğretmen adaylarının analizleri daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır.

Tablo 2. Anket sorularının düzeltmeleri

Anket Bölümü	Soru Numaraları	Kim Tarafından Oluşturulduğu	Düzeltilme Yapıldı/Yapılmadı
I. Bölüm Kişisel Bilgiler	1-6	Özgün maddeler Ekli E. (2010) Nagib A. Elmarzugi vd. (2014)	Yapılmadı
II. Bölüm İlgi Anketi	7-16	Kadioğlu F. (2010) Tanya S. vd. (2005) Özgün maddeler Ekli E. (2010) Nagib A. Elmarzugi vd. (2014)	Yapıldı
III. Bölüm Derecelendirme Ölçeği	17-49	Kadioğlu F. (2010) Melissa A. (2008) Tanya S. vd. (2005) Özgün maddeler	Yapıldı

### Kapsam Geçerliliği Tespit Aşaması

Kapsam geçerliliği ölçülmek istenen özellik için kullanılan maddelerin nicelik ve nitelik olarak yeterliliğini ifade etmektedir. Kapsam geçerliliğini belirlemede birçok farklı yöntem ve teknik kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemlerden en sık tercih edilenlerden birisi uzman görüşüne başvurmaktır (Büyüköztürk, 2008). Bu doğrultuda öncelikle 49 maddelik taslak bir anket oluşturulmuştur. Bu taslak anket ile öğretmen adaylarının nanoteknolojiye ilgilerinin tespit edilip edilemeyeceği konusunda nanoteknoloji uzmanı ve ölçme değerlendirme uzmanının görüşlerine başvurulmuştur. Ayrıca araştırmada kullanılan maddelerin anlaşılır nitelikte olması amacıyla Türk Dili uzmanının görüşleri alınmıştır. Elde edilen fikir ve görüşler doğrultusunda taslak ankete son şekli verilmiştir.

### Uygulama Aşaması

Geliştirilen taslak anketin öğretmen adaylarına uygulanma sürecidir. Elde edilen verilerin değerlendirilebilmesi için Kesinlikle Katılıyorum 5, Katılıyorum 4, Kararsızım 3, Katılmıyorum 2, Kesinlikle Katılmıyorum 1 olarak kodlanmıştır. İlk olarak anketin pilot uygulaması Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünde okuyan 41 öğrenci ile yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda geliştirilen maddelerin uygunluğu uzman görüşleri doğrultusunda tekrar ele alınmıştır.

### Güvenirlilik Hesaplama Aşaması

Eğitim alanında yapılan araştırmalarda kullanılan anketlerin en önemli problemlerinin başında güvenirliliğinin sağlanıp sağlanmadığı gelmektedir (Reid, 2006). Bir anketin geçerliliği olabilmesinin ilk şartı anketin güvenirliliğinin sağlanmasıdır. Bundan dolayı anket güvenirliliğini test etmek amacıyla Cronbach Alfa güvenirlilik katsayısı 0.86 hesaplanmıştır. Cronbach Alfa, testin iç tutarlılık ölçüsüdür ve 0,70 üzeri değerler test güvenirliliği için yeterli kabul edilmektedir (Büyüköztürk, 2008).

Güvenirlilik ölçeğe ya da ankette bulunan soruların birbirleri ile olan uyumları ve tutarlılıkları açısından önem taşımaktadır. Güvenirlilik sayesinde ölçeğin problemi hangi ölçüde yansıttığı belirlenerek amaca uygunluğu test edilmektedir. Bu amaçla yapmış olduğumuz testin güvenirliliği için Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısını bakılmıştır. Yapılacak olan ölçeğin güvenirliliğinin Alfa katsayısına göre belirlenebilmesi için likert tipi ankette güvenirlilik sayısında olabildiğince 1'e yakın olması gerekmektedir.

Ölçümler sonucunda normal şartlarda Alfa katsayısının 0,70'den yüksek çıkması gerektiği iyi bir ölçek olabilmesi içinse 0,80'den büyük bir değer alması gerektiği belirtilmiştir.

Cronbach katsayısı anketteki maddelerin birbiri ile uyumunun ve homojenliğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Cronbach katsayısının yüksek olması testin içerisinde yer alan maddelerin birbiri ile uyumlu ve tutarlı olduğunu göstermektedir (Tezbaşaran, 1997).

### **3.4. Faktör Analizi**

Bilişsel ya da psikolojik bir kavramı ölçmek için hazırlanmış maddelerin, ölçülmek istenilen kavramı ölçüp ölçmediğini ve bu kavramın altında bulunan alt kavramları (faktörleri) ortaya çıkarmak amacıyla açımlayıcı faktör analizi kullanılır (Büyüköztürk, 2008). Bu doğrultuda bu araştırmada da aralarında ilgi bulunan çok sayıda maddeleri bir veri altında toplamak amacıyla açımlayıcı faktör analizi kullanılmıştır. Faktör analizi yapılmadan önce madde havuzu oluşturulmuştur, daha sonra bu maddelerden oluşan taslak anket, öğretmen adaylarına uygulanmıştır.

Faktör analizinde örnekleme yeterliliğinin ölçümü (KMO) değeri 0.94, Barlett testi değeri 2046,28;  $p=0.00$  ve toplam varyans değeri %73 olduğu belirlenmiştir. Maddeler 6 faktör altında toplanmıştır (Tablo 3). Maddelerin yer aldıkları faktördeki yük değerlerinin 0.30'un altında olması faktörün geçerliğini olumsuz etkilemektedir (Büyüköztürk vd., 2007). Bundan dolayı yük değerleri 0.30'un altında olan 10 madde (21-22-27-31-41-42-45-46-47-48) anketten çıkartılmıştır. Toplam madde sayısı 24'e düşmüştür. Madde sayısının azaltılması sonucu faktör sayısında herhangi bir değişiklik olmamış, buna karşın faktör yüklerinde bir artış gözlenmiştir. Dolayısıyla, anketten çıkartılan 10 madde sayesinde anketin geçerliği artırılmıştır.

Tablo 3. Anketteki Maddelerin Yük Değerleri

Madde No	Faktörler					
	1	2	3	4	5	6
17	,751					
29	,777					
30	,586					
36	,440					
37		,773				
38		,666				
39		,421				
40		,582				
44			,686			
49			,664			
50			,662			
25				,357		
26				,757		
43				,390		
23					,782	
28					,606	
24					,383	
18						,601
19						,694
20						,566
32						,595
33						,751
34						,699
35						,665

Elde edilen 6 faktör kolay, anlamlı ve anlaşılır bir şekilde çözümlenebilmesi amacıyla elde edilen faktörler kendi aralarında uygun biçimde yorumlanması sonucu faktör isimlendirmeleri Tablo 10'da verilmiştir. Analiz sonucu elde ettiğimiz ölçeğin faktörlere ait katsayı aralığının 0,73 ile 0,91 değerleri arasında olduğu bulunmuştur.

Tablo 4. Nanoteknoloji Farkındalık Anketinin Faktör İsimleri

Faktör No	Faktör İsimleri	Madde Sayısı	İç Tutarlılık Katsayısı
1	Nanoteknoloji Kavramına İlişkin İlgiler	4	0,78
2	Nanoteknoloji Eğitim Yapısı ve Yeri	4	0,86
3	Nanoteknoloji Kullanımı ve Özellikleri	3	0,78
4	Nanoteknoloji Tehlikesi ve Güvenliği	3	0,73
5	Nanoteknoloji Toplum ve Ülkemizdeki Önemi	3	0,77
6	Nanoteknolojinin Toplumdaki Yeri	7	0,91
	Toplam	24	

### 3.5. Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada, araştırmaya katılan öğretmen adaylarının, demografik bilgilerini elde etmek için cinsiyetleri, mezun oldukları bölüm, nanoteknoloji hakkında ders alıp almama durumları, nanoteknoloji hakkında ilk bilgi edinimleri sorulmuştur. Daha sonraki aşamada, nanoteknoloji konusundaki farkındalıklarını belirleyebilmek ve veri toplama amacıyla “Nanoteknoloji İlgi ve Farkındalık Anketi (NİFA) geliştirilmiş ve bu geliştirilen anket kullanılarak analizler yapılmıştır.

### 3.6. Verilerin Analizi

Veriler, SPSS 22.00 istatistik programı kullanılarak çözümlenmiştir. Verilerin analizinde istatistiksel yöntemlerden yüzde (%), aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ), *t*-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Değişkenler arasında birbiri ile korelasyonlu olanları bir kategoriye toplamak, daha az sayıda faktör elde ederek ve değişken sayısını azaltmak için faktör analizi yapılmıştır.

Veriler değerlendirilirken normal dağılım gösteren sürekli değişken ile kategorik değişken arasında yapılan karşılaştırmalarda (cinsiyet değişkeni gibi) *t*-testi, karşılaştırılacak gruplar iki veya daha fazla sürekli değişken ise tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) testi uygulanmıştır. Bağımsız değişkenler için frekans, yüzde hesaplamaları yapılmış ve anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak alınmıştır. Bu testler sonucunda elde edilen sonuçlar problemlere ait bulguların değerleri ile birlikte bulgular bölümünde tablolar halinde verilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Bu bölümde fizik, kimya ve biyoloji bölümünde öğretmen adaylarının NİFA'nın uygulanması sonucu elde edilen bulgular ve yorumlar verilmiştir.

##### 4.1. Birinci Alt Problemlere Yönelik Bulgular

##### Öğretmen Adaylarının Cinsiyete Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır?

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri cinsiyete göre incelendiğinde erkek ve kadınlarda nanoteknoloji farkındalığının oluşup oluşmadığı bağımsız örneklem t testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir. Buna göre farkındalık düzeyleri cinsiyet değişkenine göre kıyaslandığında anlamlı farklılık bulunmuştur [ $t(152)=-2,11$ ,  $p<0,05$ ]. Erkek öğretmen adayların nanoteknoloji farkındalık ortalaması ( $\bar{X}=3,78$ ,  $SS=0,52$ ) kadın öğretmen adayların nanoteknoloji farkındalık ortalamasından ( $\bar{X}=3,60$ ,  $SS=0,49$ ) daha yüksektir.

Tablo 5. Öğretmen adaylarının cinsiyetlerine göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerini gösteren t-testi analiz sonuçları

Cinsiyet	N	$\bar{X}$	SS	t	p
Kadın	85	3,60	0,49	-2,11	0,04
Erkek	69	3,78	0,52		

##### 4.2. İkinci Alt Problemlere Yönelik Bulgular

##### Öğretmen Adaylarının Mezun Oldukları Bölüme Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır?

Tablo 6'da öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri bölümleri arasında anlamlı bir farkın oluşup oluşmadığının test etmek için istatistiksel testlerden biri olan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları sunulmuştur. Buna göre, nanoteknoloji farkındalığı için bölümlere göre anlamlı farklılık hesaplanmıştır [ $F(2,151)=5,31$ ,  $p=0,00$ ]. Farklılığın kaynağını test etmek amacıyla Post Hoc testlerinden Tukey testi uygulanmıştır. Farklılığın fizik ( $\bar{X}=3,72$ ,  $SS=0,46$ ) ve biyoloji ( $\bar{X}=3,78$ ,  $SS=0,43$ )

öğretmen adaylarının lehine ve kimya öğretmen adaylarının ( $\bar{X}=3,45$ ,  $SS=0,65$ ) aleyhine olduğu bulunmuştur.

Tablo 6. Öğretmen adaylarının mezun oldukları bölümlerine göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları

Bölüm	N	$\bar{X}$	SS	Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	Anlamlı Fark
A. Fizik	58	3,72	0,46	G.Arası	2,66	2	1,33			
B. Kimya	36	3,45	0,65	G.İçi	37,81	151	0,25	5,31	0,00	B-A
C. Biyoloji	60	3,78	0,43							B-C
Toplam	154	3,68	0,51	Toplam	40,47	153				

#### 4.3. Üçüncü Alt Problemlere Yönelik Bulgular

##### Öğretmen Adaylarının Nanoteknolojiyle İlişkili Ders Alıp-Almamalarına Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır?

Tablo 7'de öğretmen adayları arasında nanoteknoloji farkındalık düzeylerini öğrenim döneminde nanoteknoloji dersi alıp almama durumuna göre anlamlı bir farklılığın olup oluşmadığı t-testi ile incelenmiştir. Buna göre ders alma durumları nanoteknoloji farkındalıklarının birbirinden farklı olduğu bulunmuştur [ $t(152)=-4,31$ ,  $p=0,00$ ]. Öğrenim döneminde nanoteknoloji içerikli bir ders alan öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri ( $\bar{X}=4,01$ ,  $SS=0,39$ ) nanoteknoloji içerikli bir ders almayan öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerinden ( $\bar{X}=3,59$ ,  $SS=0,51$ ) daha yüksektir.

Tablo 7. Öğretmen adaylarının nanoteknolojiyle ilişkili ders alıp almamalarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerini gösteren t-testi analiz sonuçları

Ders durumu	N	$\bar{X}$	SS	t	p
Ders almıştır	32	4,01	0,39		
Ders almamıştır	122	3,59	0,50	-4,31	0,00



#### 4.4. Dördüncü Alt Problemlere Yönelik Bulgular

#### Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Hakkında İlk Bilgi Edinim Kaynaklarına Göre Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri Arasında Anlamlı Bir Farklılık Var Mıdır?

Öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin nanoteknoloji hakkında ilk bilgilerini tek yönlü varyans analiz (ANOVA) ile araştırılmıştır. Sonuçları Tablo 8’de sunulmuştur. Varyans analizi sonucunda nanoteknoloji farkındalığının ilk bilgi edinim kaynaklarına göre anlamlı farklılık sergilediği görülmüştür [ $F(2, 151)=5,68, p=0,00$ ]. Farklılığın kaynağını test etmek için Post Hoc testlerinden Tukey testi uygulanmıştır. Buna göre ilk bilgi edindikleri kaynaklar karşılaştırıldığında en yüksek ortalamanın okul grubuna ait öğretmen adaylarında ( $\bar{X}=3,91$ ) olduğu gözükmemektedir. En düşük ortalama ise radyo-TV programlar, reklamlar grubu öğretmen adaylarında ( $\bar{X}=3,58$ ) görülmektedir.

Tablo 8. Öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında ilk bilgi edinim kaynaklarına göre nanoteknoloji farkındalık düzeylerini gösteren tek yönlü varyans analizi sonuçları

Bilgi Kaynağı	N	$\bar{X}$	SS	Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	Anlamlı Fark
A. Radyo-TV programlar	84	3,58	0,53	G.Arası	2,83	2	1,41			
B. İnternet	33	3,67	0,50	G.İçi	37,63	151	0,25	5,68	0,00	C-A
C. Okul	37	3,91	0,39							
Toplam	154	3,68	0,51	Toplam	40,47	153				

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmada fen bilimleri (fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının; cinsiyet, bölüm ve öğrenim dönemi boyunca nanoteknoloji dersi alıp almadıkları gibi değişkenler açısından nanoteknoloji farkındalıkları incelenmiştir. Bu değişkenlerin nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmanın sonuçları aşağıda ilgili literatür kapsamında maddeler halinde tartışılmıştır.

Cinsiyet faktörü ile ilgili olarak nanoteknoloji farkındalığı değerlendirildiğinde erkek öğretmen adaylarının kadın öğretmen adaylarına göre daha yüksek farkındalık düzeyine sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çoğunluğunu kadın öğretmen adaylarının oluşturduğu anket sonuçlarına göre erkek öğretmen adaylarının nanoteknolojiye yönelik olumlu görüşlerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aslan ve Şenel (2015) de fen alanında öğretmen adaylarına uygulamış oldukları nanoteknoloji farkındalık anketi çalışmasında, erkek öğrencilerin ortalamalarının, kız öğrencilerin ortalamalarından daha yüksek olduğunu fakat cinsiyet ile nanoteknoloji farkındalığı arasında anlamlı bir fark bulunmadığı sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Şenocak (2014) yapmış olduğu anket çalışmasında, cinsiyet ile nanoteknoloji arasında erkeklerin kadınlara göre daha duyarlı oldukları kanısına vararak anlamlı bir fark olduğunu tespit etmiştir. Ekli (2010) uyguladığı anket çalışmasında da, cinsiyet faktörüne göre öğrencilerin nanoteknolojiye yönelik tutum ve duyarlılıklarının erkek öğrencilerin lehine anlamlı şekilde farklılaştığı sonucuna varmıştır. Cobb ve Macoubrie (2004) yaptığı çalışmada halkın nanoteknoloji farkındalığının oldukça düşük olduğu nanoteknoloji kavramına çok yabancı oldukları hatta bazılarının nanoteknolojiyi daha önce hiç duymadıkları sonucuna ulaşılmışlardır. Yapılan çalışmada erkek katılımcıların kadın katılımcılara göre nanoteknoloji hakkında duyularının daha fazla olduğu nanoteknolojiye daha ilgili oldukları ortaya çıkmıştır. Erkek öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalığı açısından kadın öğretmen adaylarına göre önde çıkmalarının sebebi ayrı bir araştırma konusu olabilir. Ancak yeni teknolojileri takip etmede erkek öğretmen adaylarının ilgi yüksekliği bunu bir sebep olabilir.

Nanoteknoloji farkındalığının, biyoloji ve fizik bölümü öğretmen adaylarında kimya bölümü öğretmen adaylarına oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni biyoloji ve fizik bölümü öğretmen adaylarının önceki öğrenim hayatlarındaki öğretim

programlarında teknoloji ve uzaysal boyut kıyaslamaları açısından daha zengin içeriklerle karşılaşmış olmaları ile açıklanabilir. Ancak bunun doğruluğunun yeni araştırmalarla desteklenmesi gerekir. Kimya bölümü öğretmen adaylarının farkındalıklarının az çıkmasının nedeni ise nanoteknoloji ile ilgili konuların kimya eğitimi öğretim programlarında yer almamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Öğretmen adaylarının öğrenim gördükleri bölümlerin, nanoteknoloji farkındalık düzeyleri üzerinde bir miktar etkisinin olduğu söylenebilir. Aslan ve Şenel (2015) nanoteknoloji farkındalık çalışmasında, bölümlerin nanoteknoloji farkındalıkları arasında anlamlı fark bulunduğu sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Green ve Salkind (2008) çalışmalarında öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık bölümler üzerinde yüksek derecede etkisinin olduğu söylemektedirler.

Öğretmen adaylarının çoğunluğunun nanoteknoloji bilgi edinimlerini okul duyumlarından sağladıkları belirlenmiştir. Nanoteknoloji bilgi kaynağı açısından en öncelikli olarak "okul" seçeneğinin işaretlenmiş olması ilginçtir. Bunun sebebinin mevcut öğretim programı içeriklerinin nanoteknolojiyle üniversiteler açısından kısmen zengin olmasıyla açıklanabilir. Sheeta, Vidalb, Pearsonc ve Lozano (2005) üniversite öğrencisi ve personellerin yalnız %17'sinin nanoteknoloji farkındalığına sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Ekli (2010) de ortaokul öğrencilerinin büyük bir bölümünün nanoteknoloji hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığını ve bilgi kaynaklarının da daha çok tv, internet gibi görsel medya olduğunu tespit etmiştir. Retzbach, Marschall, Rahnke, Otto ve Maier (2011) çalışmalarında, Amerikan halkının hala nanoteknolojiye yabancı olduğunu nanoteknoloji duyarlılıklarının istenilen seviyede olmadığını belirtmişlerdir. Farshchi, Sadrnezhaad, Nejad, Mahmoodi ve Abadi (2011) ise, İran halkının nanoteknolojiye çok yabancı olduğunu ve farkındalık düzeylerinin oldukça düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Şenocak (2014) yapmış olduğu çalışmada, Türk toplumunun büyük çoğunluğunun nanoteknoloji kavramlarını daha önce hiç duymadığını bu alanla ilgili birçok terime çok yabancı olduklarını tespit etmiştir.

Sonuç olarak gerçekleştirilen bu çalışmada fen alanları (fizik, kimya, biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri saptanarak; cinsiyet, bölüm, öğrenim döneminde nanoteknoloji içerikli ders veya konu alıp almadıkları ve nanoteknoloji hakkında ilk bilgi kaynakları değişkenlerine göre nanoteknoloji hakkında farkındalık

düzeyleri incelenmiştir. Günümüzde ve gelecekte her alanda ve özellikle günlük hayatımızda nanoteknoloji ile en fazla karşılaşılacak olanlar kuşkusuz yeni nesillerdir. Bu yeni nesillerin nanoteknoloji farkındalıkları, tutumları ve bilgi seviyelerinin artırılmasında da en önemli görev öğretmenlere düşmektedir.

Bundan dolayı nanoteknoloji hakkında bilgilendirme yapan öğretmenlerin ve öğrencilerin bilinçlendirilmesi, konuyla ilgili gerekli eğitimlerin verilmesi ve öncelikle öğretmenlerin nanoteknoloji hakkında farkındalık, tutum ve bilgi seviyelerinin artırılarak yeterli düzeyde bilgi birikimine sahip olmaları gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için üniversitelerimizde öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının yetiştirilmesi için zorunlu veya seçmeli ders olarak öğrenim programlarına (müfredat) nanoteknoloji ile ilgili derslerin eklenmesinin öğretmen adaylarının daha donanımlı yetiştirilmesine olumlu olarak katkı sağlayacağı söylenebilir. Böylelikle toplumumuzu teknoloji okuryazarlığı açısından daha ileri düzeye getirebiliriz.

Ayrıca, nanoteknoloji konularında öğrencilerin ilgilerini çekebilecek yeni ve dikkat çekici uygulamalara ve içeriklere yer vererek ortaöğretim öğrenim programlarına entegre edilebilir. Böylelikle daha alt kademelerden başlanılarak öğrencilerin nanoteknolojiye karşı ilgileri ve farkındalıkları artırılabilir.

## 6. ÖNERİLER

1. Fizik, kimya ve biyoloji öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili aldıkları dersler farkındalık düzeylerinde anlamlı bir farklılık oluşturmuştur. Bu anlamda üniversitelerde verilen derslerin içeriğinin nanoteknoloji örnekleriyle ve bilgileriyle zenginleştirilmesi farkındalık seviyesine pozitif katkı sağlayabilir.
2. Öğretmen adaylarına yönelik nanoteknoloji hakkında ilgilerini artıracak, onları araştırmaya teşvik edecek etkinlikler planlaması veya sunumlar düzenlenmesi farkındalık seviyelerini artırabilecektir.
3. Öğretmen adaylarının nanoteknoloji hakkında bilgi edinmeleri için güncel ve bilimsel gelişmeleri takip edebilecekleri bilimsel yayınları takip etmeleri faydalı olacaktır. Bu yayınlara görsel ve basılı medyada daha fazla yer verilmesi işe yarayabilir.
4. Bu çalışmada 6 faktör ve 24 maddeden oluşan bir nanoteknoloji farkındalık anketi geliştirilmiştir. Bu anketin yeni örneklerde kullanılmasıyla bu alanda daha anlamlı verilere ulaşılabilecektir.
5. İlköğretimden başlayarak ortaöğretim, lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimine kadar her kademenin seviyesine göre öğretim programlarında nanoteknoloji konularının dahil edilmesi öğrencilerin ve öğretmen adaylarının donanımlı mezun olmaları sağlanabilir.
6. Günümüzde fen eğitimi çok disiplinli bir yapıya dönüşmüştür. Bu anlamda fen konularının daha anlamlı öğrenilebilmesi açısından nanoteknoloji gibi teknoloji alanlarını iyi bilmeleri önemli bir ihtiyaç olmuştur. Fen öğretmenlerinin bu konudaki en önemli eksikliği ise boyutsal açıdan nano ve diğer uzaysal ölçekleri karşılaştırmada ve anlamadaki eksiklikleridir. Ayrıca öğretmenler günlük nesnelerin büyüklük kıyaslamalarında da sıkıntılar yaşamaktadır (Jones vd, 2013). Bu bağlamda hem ortaöğretim hem de üniversite öğretim programlarının büyüklük kıyaslamaları ve diğer uzaysal ölçekler açısından daha güncel örneklerle (ör. nanoteknolojik) zenginleştirilmesi faydalı olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Ak, N. (2009). *Nanoteknoloji eğitiminin lise düzeyine uyarlanması*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Alford, K. J. S., Calati, F., Clarke, A., & Binks, P. N. (2009). Creating a spark for Australian science through integrated nanotechnology studies at St. Helena secondary college. *Journal of Nano Education*, 1, 68–74.
- Allen, E. E. & Bassett, D. R. (2008). Listen up! the need for public engagement in nanoscale science and technology. *Nanotechnology Law & Business*, 5(4), 429-439.
- Aslan, O. ve Şenel, T. (2015). Fen alanları öğretmen adaylarının nanobilim ve nanoteknoloji farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 363-389.
- Awareness of and attitudes toward nanotechnology and synthetic biology*. (2016) <http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7040/final-synbioreport.pdf> adresinden 22.05.2016 tarihinde edinilmiştir.
- Aydın, E. (2006). Veri toplama teknikleri. *Araştırma Yöntemleri Dersi Ödevi* Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Entitüsü, Ankara, Türkiye.
- Balcı, A. (2005). *Sosyal bilimlerde araştırma*. Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Blonder, R., Joselevich, E., & Cohen, S. R. (2010). Atomic force microscopy: Opening the teaching laboratory to the nano world. *Journal of Chemical Education*, 87(12), 1290–1293.
- Blonder, R. & Dinur, M. (2011). Teaching nanotechnology using student-centered pedagogy for increasing students' continuing motivation. *Journal of Nano Education*, 3(1-2), 51–61.
- Bowman, D. M. & Hodge, G. A. (2007). Nanotechnology and public interest dialogue: Some international observations. *Bulletin of Science Technology Society*, 27, 118-132.
- Bozkaya Y. (2006). *Nanoteknoloji ve uygulamaları*. Anadolu Üniversitesi İleri Teknolojiler Araştırma Birimi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak E. K., Akgün Ö. E., Karadeniz Ş. ve Demirel F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (2. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı: İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum* (8. baskı). Pegem Akademi.

- Castelline, O. M., Walejko, G. K., Holloday, C. E., Theim, T. J., Zenner, G. M., Crone, W.C. (2007). Nanotechnology and the public: effectively communicating nanoscale science and engineering concepts. *Journal of Nano particle Research*, 9 (2), 183-189.
- Chen, G., Sato, T., Ushida, T., Ochiai, N., & Tateishi, T. (2004). Tissue engineering of cartilage using a hybrid scaffold of synthetic polymer and collagen. *Tissue Engineering*, 10(3-4), 323–330.
- Cobb, M. D., Macoubrie, J. 2004. Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits and trust. *Journal of Nano particle Research*, 6(4), 395-405.
- Crone, W. C. (2010). Bringing nano to the public: A collaboration opportunity for researchers and museums. *Journal of Nano Education*, 2, 102–116.
- Davis, S. S. (1997). Biomedical applications of nanotechnology implications for drug targeting and gene therapy. *Trends in Biotechnology*, 15(6), 217–224.
- Drane, D., Swarat, S., Light, G., Hersam, M., Mason, T. (2009),. An evaluation of the efficacy and transferability of a nano science module. *Journal of Nano Education*, 1(1), 8-14.
- Ekli, E. (2010). *İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin nanoteknoloji hakkındaki temel bilgi ve görüşleri ile teknolojiye yönelik tutumlarının bazı değişkenler açısından araştırılması*. Yüksek lisans tezi. Muğla Üniversitesi, Muğla, Türkiye.
- Ekli, E., & Sahin, N. (2010). Science teachers' and teacher and idates basic knowledge, opinions, and risk perceptions about nanotechnology. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2667-2670.
- Enil, G. ve Köseoğlu, Y. (2016). Fen bilimleri (fizik, kimya ve biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(1), 61-77.
- Erkoç, Ş. (2008). *Nanobilim ve nanoteknoloji*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Ernst, Jeremy V. (2009). Nanotechnology education: Contemporary content and approach journal of technology studies. *Academic Search Alumni Edition*, 35(1), 3-8.
- Flynn, L., Johnson, P., & Penn, R. L. (2007). Building a successful middle school outreach effort: Micro scopy camp. *Journal of Chemical Education*, 84(6), 955-961.

- Farshchi, P., Sadrnezhad, S. K., Nejad, N. M., Mahmoodi, M. & Abadi, L. I. G. (2011). Nanotechnology in the public eye: The case of Iran, as a Developing Country. *Journal of Nano particle Research*, 13(8), 3511–3519.
- Fonash, S. (2001). Education and training of the nanotechnology work force. *Journal of Nano particle Research*, 3, 79-82.
- Foley, E. T. & Hersam, M. C. (2006). Assessing the need for nanotechnology education reform in the united states. *Nanotechnology Law & Business*, 3 (4), 467-484.
- Gardner, G. E., & Jones M G. (2009). Bacteria buster: Testing antibiotic properties of silver nano particles. *American Biology Teacher*, 71(4), 231-4.
- Gardner, G. E., Jones. M G, & Falvo M. (2009). ‘New Science’ and societal issues. *Science Teacher*, 76 (7), 49-53.
- Gardner, G. E., Jones, M. G., Taylor, A. R., Forrester, J. H., & Robertson, L. (2010). Students risk perceptions of nanotechnology applications: Implications for science education. *International Journal of Science Education*, 23(14), 1951-1969.
- Gazi üniversitesi nanotip araştırma laboratuvarı hizmete geçiyor. (2016) <https://www.medimagazi.com.tr/hekim/universiteler/tr-gazi-universitesi-nanotip-arastirma-laboratuvarı-hizmete-geciyor-2-15-14744.html> adresinden 16.04.2016 tarihinde edinilmiştir.
- Green, S. B., & Salkind, N. J. (2008). Using spss for windows and macintosh: analyzing and understanding data. *Fourth edition, Pearson International Edition*.
- Greenberg, A. (2009). Integrating nanoscience into the classroom: Perspectives on nanoscience education projects. *ACS Nano*, 3(4), 762-769.
- Harmer, A. J., & Columba, L. (2010). Engaging middle school students in nanoscale science, nanotechnology, and electron microscopy. *Journal of Nano Education*, 2, 91-101.
- Hingant, B., & Albe, V. (2010). Nano sciences and nanotechnologies learning and teaching insecondary education. *A Review of Literature. Studies in Science Education*, 46(42), 121-152.
- Ilic, B., Czaplowski, D., Zalalutdinov, M., Craighead, H. G., Neuzil, P., Campagnolo, C., & Batt, C. (2001). Single cell detection with micro mechanical oscillators. *Journal of Vacuum Science & Technology*, 19(6), 2825-2828.
- Jones, M. G., Minogue, J., Tretter, T. R., Negishi, A., & Taylor, R. (2006). Haptic augmentation of science instruction: Does touch matter? *Science Education*, 90(1), 111-123.



- Jones, M. G., Tretter, T., Taylor, A., & Oppewal, T. (2008). Experienced and novice teachers' concepts of spatial scale. *International Journal of Science Education*, 30, 409-429.
- Jones, M. G., Paechter, M., Gardner, G., Yen, I., Taylor, A., & Tretter, T. (2011). Teachers' concepts of spatial scale. an inter national comparison between Austrian, Taiwanese, and the united States. *International Journal of Science Education*, 1-21.
- Jones, M. G., Blonder, R., Gardner, G. E., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and nanoscale science: educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.
- Kadıoğlu, F. (2010). *Fen öğretiminde öğrenim gören öğretmen adaylarının nanoteknoloji ile ilgili güncel ve geleceğe yönelik düşünceleri*. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Karataş, F.Ö. ve Ülker N. (2014). *Kimya öğrencilerinin nanobilim ve nanoteknoloji konularındaki bilgi düzeyleri*, 11,3.
- Korur, F. Sevli O. Yılmaz E. ve Bedur S. (2016). Çevrimiçi ileri düzenleyici kavram öğretim materyali için kullanıcı görüşlerinin analizi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39, 1-15.
- Kumar, D. D. (2007). Nanoscale science and technology in teaching. *Australian journal of education in chemistry*, 68, 20–22.
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*, 21(3), 160-175.
- Luther, W. (2004). International strategy and foresight report nanoscience and nanotechnology. *Technologiezentrum*.
- Macoubrie, J. (2006). Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government. *Public Understanding of Science*, 15 (2), 221-241.
- MEB. (2016) *Yeni projeler. ortaöğretime uyum eğitimi* (Ulusal Proje). <http://ogm.meb.gov.tr/projeler/>.
- MEB. (2018) *Fen bilimleri öğretim programı* (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar), 9-11. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%20C4%B0L%20C4%B0MLER%20C4%B0%20C3%96%20C4%99ERET%20C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf> adresinden 20.05.2019 tarihinde indirilmiştir.

- Meijer, Marijn R., Astrid M.W. Bulte, & Albert Pilot. (2009). Structure-property relations between macro and micro representations: Relevant meso-levels in authentic tasks. *In Multiple representations in chemical education, model sand modeling in science education 4, ed. J.K. Gilbert and D. Treagust.* 195–213. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Meyyappan, M. (2004). Nanotechnology education and training. *Journal of Materials Education, 26*(3-4), 311-320.
- Nerlich, B., Clarke, D. D. & Ulph, F. (2007). Risks and benefits of nanotechnology: how young adults perceive possible advances in nano medicine compared with conventional treatments. *Health, Risk & Societ. 9*(2), 159-171.
- On Kalkınma Planı (2014-2018). *Bilim ve teknoloji özel ihtisas komisyonu raporu, 7-8.* Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı.
- Özdoğan, E., Demir, A. ve Seventekin, N. (2006). Nanoteknoloji ve tekstil uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon, 16* (3), 159-168.
- Özer, Y. (2008). *Nanobilim ve nanoteknoloji: Ülke güvenliği etkinliği açısından doğru modelin belirlenmesi.* Ankara, Türkiye.
- Özgür, H., Gemici, Z. ve Bayındır, M. (2007). Akıllı nanoyüzeyler. *Bilim ve Teknik, 40*(473), 52-56.
- Özgüz V. (2012). *Türkiye’de Nanoteknoloji araştırma ve geliştirme.*
- Planinsic, G., & Janez K. (2008). Nanogestochool: A teaching model of the atomic force microscope. *Physics Education, 43*(1), 37-45.
- Retzbach, A., Marschall, J., Rahnke, M., Otto, L., & Maier, M. (2011). Public understanding of science and the perception of nanotechnology: the roles of interest in science, methodological knowledge, epistemological beliefs, and beliefs about science. *Journal of Nanoparticle Research, 13*(12), 6231-6244.
- Roco, M.C. (2002). Nanotechnology a frontier for engineering education. *International Journal of Engineering Education, 18*(5), 488-497.
- Roco, M. C. (2003). Converging science and technology at the nanoscale: Opportunities for education and training. *Nature Biotechnology, 21*, 1247-1249.
- Sandhu, A. (2006). Who invited nano? *Nature Nanotechnology, 1*(2), 87.
- Schank, P., Krajcik, J., & Yunker, M. (2007). *Can Nanoscience be a Catalyst for Education Reform. In: F. Allhoff, P. Lin, J. Moor, J. Wicket (Editors), Nanoethics: The Ethical and Social Implications of Nanotechnology, Hoboken, NJ: Wiley Publishing.*

- Sheetz T., Vidal J., Pearson T. D. & Lozano K. (2005). *Nanotechnology: Awareness and societal concerns*, 27(3),329-345.
- Stix, G. (2001). Nanotechnology is all the rage. But will it meet its ambitious goals? And what the heck is it? *Scientific American*, 28(3), 32-37.
- Şenocak, E. (2014). A Survey on nanotechnology in the view of the Turkish public. *Science Technology & Society*, 19(1), 79-94.
- Taylor, A., & Jones, M. G. (2008). Proportional reasoning ability and concepts of scale: Surface area to volume relationships in science. *International Journal of Science Education*, 31(9), 1231-1247.
- Tessman, J. M. (2009). *Students' conceptions of nanoscience phenomena: the beginning of a nanoscience concept inventory*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Purdue Üniversitesi, West Lafayette: IN
- Tezbaşaran, A. A. (1997). *Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu*. Ankara, Türk Psikologlar Derneği Yayınları.
- TÜSDAD Rekabet Stratejileri Dizisi (2008). *Son Uluslar Arası Rekabet Stratejileri: Nanoteknoloji ve Türkiye* 11-474  
[https://research.sabanciuniv.edu/10919/1/nanorapor\\_son.pdf](https://research.sabanciuniv.edu/10919/1/nanorapor_son.pdf) adresinden 2018'de alınmıştır.
- Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı, 2017- 2018
- Uldrich, J. & Newberry, D. (2005). *Stradaki büyük şey aslında çok küçük* (Çev. Tolga Alıcı). İstanbul: Ledo Yayıncılık.
- Wagner, V., Wechsler, D. (2004). *Nanobiotechnology II, technology analysis*. No:50.
- Wansom, S., Mason, T. O., Hersam, M. C., Drane, D., Light, G., Cormia, R., Stevens, S., Bodner, & G. M. (2009). A rubric for post-secondary degree programs in nanoscience and nanotechnology. *International Journal of Engineering Education*,25(3), 615-627.
- Yawson, R. (2010). Skill needs and human resource development in the emerging field of nanotechnology. *Journal of Vocational Education and Training*, 62(3), 285-296.
- Yawson, R.M. (2012). An epistemological framework for nanoscience and nanotechnology literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 22(3), 297-310.
- Yücel, İ.H.(2006). *Türkiye'de bilim teknoloji politikaları ve iktisadi gelişmenin yolu*. Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.

Zheng, W., Shih, H., Lozano, K., Pei, J., Kiefer, K., & Ma, X. (2009). A practical approach to integrating nanotechnology education and research china civil engineering undergraduate curriculum. *Journal of Nano Education*, 1 (1), 22-33.





**EKLER**

## Ek A. Anket Formu

### Fen Bilimleri Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji İlgileri ve Farkındalık Anketi

Değerli öğretmen adayları;

Bu araştırmanın amacı, Fen dersleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji bilimine yönelik ilgilerini tespit etmeyi amaçlamaktadır.

Bu amaçla veri toplamak üzere hazırlanan bu anketin ilk bölümde kişisel bilgilerinize erişmek amacıyla hazırlanmış 6 soru, İkinci bölümden nanoteknolojiye yönelik ilginizi tespit etmek amacıyla hazırlanmış 43 soru bulunmaktadır.

Okuduğunuz niteliğin karşısındaki ölçeğe işaretleme (X) yapınız. Anketteki hiçbir niteliğin belli bir cevabı yoktur. Bu nedenle size uygun olan seçeneği işaretleyiniz. Ankette verdiğiniz bütün cevaplar ve bilgiler gizli tutulacaktır ve sizin izniniz olmadan kesinlikle kimseyle paylaşılmayacaktır.

**Ölçek bir bütün halinde inceleneyeğinden hiçbir soruyu boş bırakmayınız.**

Ölçeği tamamlamanız için öngörülen süre yaklaşık 20 dakikadır.

Bu çalışmaya yaptığınız özverili katkılardan dolayı şimdiden teşekkür ederim.

Gizem ENİL  
Süleyman Demirel Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
İlköğretim Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü  
Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Öğrencisi

#### I. BÖLÜM - KİŞİSEL BİLGİLER

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

1. Cinsiyetiniz:	Kadın <input type="checkbox"/> Erkek <input type="checkbox"/>
2. Kaç yaşındasınız?	
3. Memleketiniz?	
4. Mezun olduğunuz/olacağınız üniversite?	
5. Mezun olduğunuz/olacağınız bölümünüz?	<input type="checkbox"/> Fizik <input type="checkbox"/> Kimya <input type="checkbox"/> Biyoloji <input type="checkbox"/> Fen Bilgisi Öğretmenliği
6. Ailenizin ortalama aylık kazancı (TL)	<input type="checkbox"/> 1000 TL'den az <input type="checkbox"/> 1000-2000TL arası <input type="checkbox"/> 2000-3000TL arası <input type="checkbox"/> 3000-4000TL arası <input type="checkbox"/> 4000 TL'den fazla

#### II. BÖLÜM - İLGİ ANKETİ

7. Nanoteknolojiyi daha önce duydunuz mu?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
8. Nanoteknoloji hakkındaki ilk bilgilerinizi hangi kaynaktan edindiniz?	<input type="checkbox"/> Sempozyum, Konferans bildirileri <input type="checkbox"/> Gazeteler <input type="checkbox"/> Radyo-TV programları, Reklamlar <input type="checkbox"/> Dergiler <input type="checkbox"/> Bilim kurgu kitapları ve filmler

	<input type="checkbox"/> İnternet <input type="checkbox"/> Okul <input type="checkbox"/> Diğer (belirtiniz).....
9. Nanoteknolojinin anlamını biliyor musunuz?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
10. Eğitim-öğretim hayatınızda nanoteknoloji ile ilgili herhangi bir ders aldınız mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
11. Nanoteknoloji ile ilgili aktivitelere katıldınız mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
12. Nanoteknolojinin uygulama alanlarını biliyor musunuz?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
13. Nanoteknolojinin uygulama alanlarından bildiklerinizi yazınız.	
14. Derslerde nanoteknoloji hakkında öğretmenleriniz konuşuyor mu?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>

### III.BÖLÜM - DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
15. Nanoteknoloji güncel bir konu olduğu için ilgimi çekeceğini düşünüyorum.					
16. Nanoteknolojinin günlük yaşamımızı kolaylaştıracağını düşünüyorum.					
17. Kullandığımız bazı ürünlerde nanoteknolojiden yararlandığımı düşünüyorum.					
18. Nanoteknolojideki gelişmeler sonucu gelecekte herşeyin değişeceğini düşünüyorum.					
19. Türkiye’de nanoteknolojiye yeterli ilginin gösterilmediğini düşünüyorum.					
20. Türkiye’de nanoteknoloji alanında çalışmalar yapılmadığını düşünüyorum.					
21. Nanoteknoloji konusunda ki çalışmalara insanların katkılarını arttırmak için bir rekabet ortamı oluşturulması gerektiğini düşünüyorum.					
22. Nanoteknoloji alanında dünyadaki gelişmeleri takip edebilmek için toplumun nanoteknolojiye ilgisinin artırılması gerektiğini düşünüyorum.					
23. Nanoteknoloji alanındaki çalışmaların hayatımızda büyük öneme sahip olduğunu düşünüyorum.					
24. Nanoteknoloji ürünlerinin güvenli olduğunu düşünüyorum.					
25. Nanoteknoloji alanındaki yenilikleri yakından takip					

ettiğimi düşünüyorum.					
26. Türkiye'de nanoteknoloji alanındaki çalışmalar ülkemiz açısından kaçırılmayacak bir fırsat olduğunu düşünüyorum					
27. Nanoteknolojinin insanların yaşam standartlarını artıracaklarını düşünüyorum.					
28. Nanoteknoloji ve nanobilim hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak istiyorum.					
29. Nanoteknoloji ve nanobilim hakkında bilgi almada zorluklarla karşılaşıyorum.					
30. Nanoteknolojinin yaygınlaştırılmasında yayın organlarının (TV, radyo, dergi, vb.) büyük katkısı olacağını düşünüyorum.					
31. Türkiye'de nanoteknoloji alanında uzman kişilere gereksinim olduğunu düşünüyorum.					
32. Nanoteknolojinin geleceğin teknolojisi olduğunu düşünüyorum.					
33. Nanoteknoloji ve nanobilim alanında yapılacak araştırma ve geliştirmelerin sürekliliği için ekonomik açıdan desteklenmesi gerektiğini düşünüyorum.					
34. Nanoteknoloji araştırma merkezlerinde çalışmak isterim.					
35. Nanoteknolojinin ilköğretim müfredatına girmesinin önemli bir adım olduğunu düşünüyorum.					
36. Nanoteknoloji konusunun fen bilimler; (fizik, kimya, biyoloji) ve uygulamalı bilimler (kimya, elektronik, makine, bilgisayar mühendisliği gibi) lisans eğitim programı içerisinde verilmesi gerektiğini düşünüyorum.					
37. Nanoteknoloji alanında düzenlenen bilimsel çalışmalara (sempozyum, kongre vs.) katılımın öğretmenlik hayatımda bana katkı sağlayacağını düşünüyorum					
38. Öğretmenlerin nanoteknoloji hakkında yeterli bilgiye sahip olması ve öğrencilerinin nanoteknoloji hakkında ilgi ve isteklerinin artırılması gerektiğini düşünüyorum.					
39. Nanoteknoloji alanı ile ilgili eğitim-öğretimde yeterli donanıma sahip olduğunuzu düşünüyorum.					
40. Nanoteknoloji malzemelerin insan sağlığını tehdit edici olduğunu düşünüyorum.					
41. Nanoteknolojinin hastalıkların tanı ve tedavisinde kullanılabileceğini düşünüyorum.					
42. Nanoteknolojinin enerji ve yakıt tüketiminde çevre dostu olacağını düşünüyorum.					
43. Nanoteknolojinin tarım alanında kullanılmasının çevreye verdiği zarar sonucu doğal yaşamın dengesinin bozulmasına sebep olacağını düşünüyorum.					
44. Nanoteknolojik ürünlerin de nükleer silahlar gibi daha tehlikeli maddelere dönüşebileceğini düşünüyorum					
45. "Nano" sözcük olarak, bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri anlamına geldiğini düşünüyorum.					
46. Nanoteknolojik materyalleri çıplak gözle görebileceğimizi düşünüyorum.					



48. Nanoteknoloji, nanoölçek ebatlardaki yapıların ve bileşenlerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri değişen malzeme ve sistemlerle ilgilendiğini düşünüyorum.					
49. Nanoteknoloji maddeye, atomik ve moleküller seviyede kontrol ederek farklı fonksiyonellik kazandırabileceğini düşünüyorum.					



## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Gizem Enil

**Doğum Yeri ve Yılı:** Denizli, 13.09.1991

**Medeni Hali:** Bekar

**Yabancı Dili:** İngilizce

### **Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)**

**Lise:** Hasan Tekin Ada Anadolu Lisesi, 2005-2009

**Lisans:** Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, 2009-2013

### **Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl**

Doğru Cevap Eğitim Kurumları 2015-2019

Ağrı Eleşkirt Ergözü Ortaokulu 2019-

### **Yayımları (Kitap, Makale ve Bildiriler)**

Korur, F., Enil, G., & Göçer, G. (2016). Effects of two combined methods on the teaching of basic astronomy concepts, *The Journal of Educational Research*, 109 (2), 205-217.

Enil, G. ve Köseoğlu, Y. (2016), "Fen bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) öğretmen adaylarının nanoteknoloji farkındalık düzeyleri, ilgileri ve tutumlarının araştırılması", *International Journal of Social Sciences and Education Research* 2,(1), 61-77.

### **Kongre ve Konferanslar**

ICSER International Conference on Social Sciences and Education Research "Investigation Of Nanotechnology Awareness, Interests And Attitudes Of Pre-Service Science (Physics, Chemistry And Biology) Teachers / Fen Bilimleri (Fizik, Kimya Ve Biyoloji) Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Farkındalık Düzeyleri, İlgileri Ve Tutumlarının Araştırılması", 30 Ekim 2015

EJER International Eurasian Educational Research Congress "Fen Bilimleri (Fizik, Kimya ve Biyoloji) Öğretmen Adaylarının Nanoteknoloji Ölçeğinin Yapı Geçerliliğinin Araştırılması", 31 Mayıs 2016