

Yüksek Planlama Kurulundan:

Tarih : 17/07/2017

Karar No : 2017/23

Konu : “Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2018)”

Yüksek Planlama Kurulunca;

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının 01/07/2015 tarihli ve 4320 sayılı yazısı ile Kalkınma Bakanlığının 17/04/2017 tarihli ve E.2766 sayılı yazısı dikkate alınarak; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinatörlüğünde üniversite, özel sektör, kamu kurum ve kuruluşları, nanoteknoloji alanında faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşları ve araştırma merkezlerinin temsilcilerinin görüşleri alınarak hazırlanan ekli "Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı (2017-2018)"nın kabulüne, karar verilmiştir.

**TÜRKİYE NANOTEKNOLOJİ
STRATEJİSİ VE EYLEM PLANI
(2017-2018)**

Nisan 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

GİRİŞ.....	
1. NANOTEKNOLOJİDE MEVCUT DURUM.....	
1.1. Dünyadaki Mevcut Durum.....	
1.2. Türkiye'deki Mevcut Durum.....	
2. STRATEJİ BELGESİNİN TEMEL POLİTİKA BELGELERİ İLE İLİŞKİSİ.....	
2.1. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018)	
2.2. Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi (2015-2018)	
2.3. Orta Vadeli Program.....	
2.4. Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2016).....	
3. DURUM ANALİZİ VE MÜDAHALE ALANLARI	
3.1. Durum Analizi	
3.2. Müdahale Alanları	
3.3. Hukuki ve İdari Düzenlemeler	
3.4. Teknik Altyapı.....	
3.5. Üretim Kapasitesi	
3.6. İşbirliği ve Koordinasyon	
4. VİZYON, GENEL AMAÇ, HEDEFLER VE EYLEMLER.....	
4.1. Vizyon	
4.2. Genel Amaç	
4.3. Hedefler ve Eylemler.....	
5. EYLEM PLANI.....	
6. UYGULAMA, İZLEME VE DEĞERLENDİRME.....	

GİRİŞ

Nano kelimesi teknik bir ölçü birimi olarak kullanılmakta ve herhangi bir ölçünün milyarda biri anlamını taşımaktadır. *Nanometre*, 1 metrenin milyarda biri ölçüsünde bir uzunluğu ifade etmekte ve yaklaşık 7 atomun ardarda dizilimi olarak temsil edilebilmektedir. Nano ölçekte incelenen malzemelerin; manyetik, optik, elektriksel, kimyasal, termal ve mekanik özellikleri önemli ölçüde değişmektedir.

Nanobilim, 0,1 nm ile 100 nm ölçekleri arasında, moleküler ve mikron boyutlarında maddenin manipülasyonu ve karakterizasyonu ile ilgilenen; fizik, kimya, biyoloji, elektronik ve malzeme gibi bilim dallarında nanoölçekte yapılan bilimsel çalışmaların bir araya gelmesiyle oluşan bilimdir. Uygulamaya yönelik nanobilime ise *nanoteknoloji* denmektedir. *Nanoteknoloji*, boyutları 0,1 nm ile 100 nm arasında olan yapıların ticari bir amaca hizmet edebilecek şekilde işlenmesi, ölçümü, modellenmesi ve düzenlenmesi ile bu ölçekteki araştırmaları ve teknolojik gelişmeleri içerir. Başka bir ifadeyle, malzemelerin ya da sistemlerin nanoölçekteki tasarımı, karakterizasyon ve uygulamaları nanoteknolojinin kapsamına girmektedir. Ayrıca nanoteknoloji, mikro ve makro ölçekli dünyalar arasında bir köprü kurmayı amaçlamaktadır.

Günümüzde bilim, teknoloji, Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge), yenilikçilik ve girişimcilik; sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyümenin lokomotifleri olarak kabul edilmektedir. Bu faaliyetler, modern ekonominin en temel yol göstericileridir. Ayrıca bilimsel araştırmaların sanayiye aktarılmasıyla küresel kalkınmanın düzenli ve sürekli hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Gelecekte bilim ve teknoloji politikalarını ve ekonomileri büyük ölçüde etkileyeceği düşünülen nanoteknoloji, 21. yüzyılın en önemli teknolojilerinden biri olarak görülmektedir. Bundan dolayı gelişmiş ülkeler, nanoteknoloji alanındaki bilimsel çalışmalarını ve bunun sanayiye yansımalarını, teknoloji transferini, teknolojinin yayılmasını, kullanılmasını ve özümsemesini desteklemekte ve geliştirmeye çalışmaktadır. Tüm bu çalışmaların ana hedefi; daha az malzeme ve enerji kullanılarak daha dayanıklı, daha hafif ve daha hızlı yapıların üretilmesiyle toplumun yaşam kalitesini yükseltmektir.

Nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalara, 1970'li yıllarda başlanmış olup 1980'li yıllarda atomik kuvvet mikroskobu ve tarama tünelleme mikroskobunun bulunmasıyla çalışmalar

hızlanmıştır. Temel araştırmaları, uygulamalı araştırmalar takip etmiş ve 2000'li yıllardan itibaren piyasada nanoteknoloji ürünleri yer almaya başlamıştır. Nanoteknolojinin kullanım alanlarına bakıldığında elektronikten bilgisayara, tıptan savunma sanayine, tekstilden eczacılığa kadar hemen hemen bütün sektörleri içerdii görülmektedir.

Türkiye'nin 2023 hedeflerine ulaşabilmesi için yapılabilecek atılımda, maliyet ekonomisinden bilgi ekonomisine geçişi sağlayacak önlemler alınarak Ar-Ge ve yüksek teknolojiye dayalı üretim anlayışının ekonomide yerleşik hale getirilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Bunun gerçekleştirilmesi için nanoteknoloji, biyoteknoloji ve yazılım gibi tüm sektörleri ilgilendiren ve olumlu yönde etkileyen teknolojilere önem verilmesi gerekmektedir.

Nanoteknoloji alanının taşıdığı öneme dayalı olarak ortaya konan Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı; üniversite, özel sektör, kamu kurum ve kuruluşları, nanoteknoloji alanında faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşları ve araştırma merkezlerinin temsilcilerinin görüşleri alınarak hazırlanmıştır.

1. NANOTEKNOLOJİDE MEVCUT DURUM

1.1. Dünyadaki Mevcut Durum

Uluslararası rekabetin artması sonucu yüksek katma değerli ürünlere olan ihtiyacın artmasıyla birlikte bilim ve teknolojiye dayalı yeni fikir ve buluşlar ile teknolojik fikirlere sahip girişimcilerin desteklenmesi, Ar-Ge bilincinin yaygınlaştırılması, Ar-Ge kapasitesinin artırılması ve yenilikçi faaliyetlerin teşvik edilmesi ulusal ekonomilerin öncelikli politikaları haline gelmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, nanoteknoloji; dünya çapındaki sosyo-ekonomik faydaları, yeni iş olanakları oluşturma potansiyeli ve yüksek katma değerli tüketim malları üretilebilmesi açısından gelişmiş ülkelerin politika ve stratejilerinde önemli yer tutmaktadır.

Gelişime açık bir alan olan nanoteknolojinin önemini fark eden ve ileride devletlerarası güç dengesini belirleyeceğini düşünen pek çok ülke bu alanda çok büyük Ar-Ge yatırımları yapmaktadır. Nanoteknoloji alanında önemli projeleri hayata geçiren Amerika Birleşik Devletleri (ABD), bu anlamda diğer ülkelere öncülük edecek birçok Ar-Ge yatırımı gerçekleştirmiştir. Nanoteknolojinin elektronik, tıp, malzeme, savunma gibi birçok endüstriyel alanı yakından ilgilendirmesi ve katkı sağlaması sebebiyle Japonya, Almanya ve Fransa gibi diğer gelişmiş ülkeler de, nanoteknolojiyi öncelikli alan olarak ilan etmiş ve bu alanda yapılan Ar-Ge çalışmalarına önemli miktarda bütçe ayırmaya başlamıştır. Özellikle Almanya ve Fransa bu alanda Ar-Ge merkezleri kurulması ve projelerin geliştirilmesini desteklemektedir.

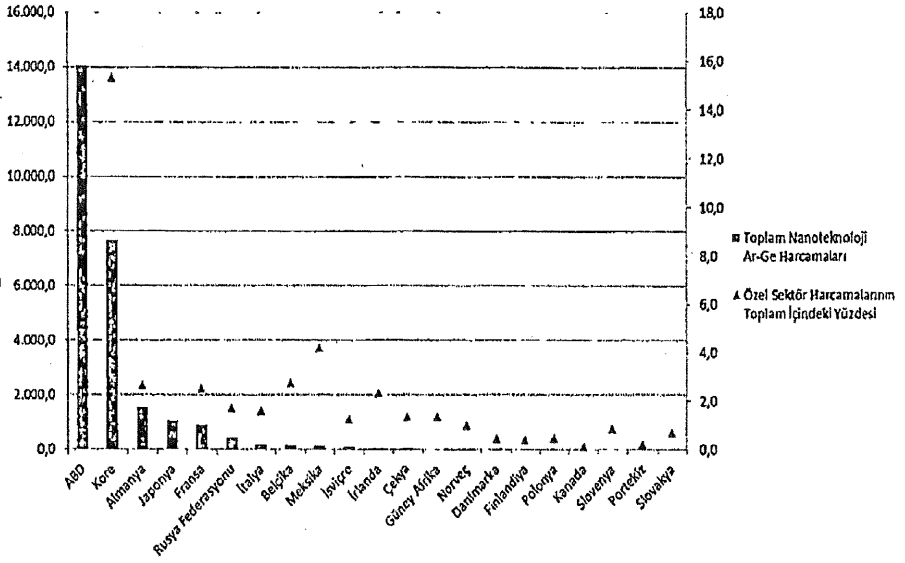
Giderek günlük yaşamın bir gerçeği haline gelen nanoteknoloji kullanılarak üretilen ürünler, piyasada satılmaya başlamıştır. Örneğin Amerikan otomotiv üreticileri, nanotipler vastasıyla güvenliği artırılmış yakıt ünitelerini uzunca bir süredir kullanmaktadır. Güney Kore ise nanoteknolojinin mikroelektronik alanına yoğunlaşmıştır. Benzer şekilde, elektronik, tekstil endüstrisi gibi değişik nanoteknoloji uygulamaları geliştirilerek yüksek katma değerli ürünler ortaya çıkarılmaktadır.

Ülkeler, nanoteknoloji konusundaki ulusal çalışmalarını yönlendirmek üzere çeşitli kurumsal yapılanmalara gitmekte ve kalkınma planlarında nanoteknolojiye önemli bir yer ayırmaktadır. Nanoteknoloji araştırmaları alanında başı çeken ABD, 2000 yılında Ulusal Nanoteknoloji Girişimini (NNI) kurarak örgütlenme alanında da öncü olmuştur.

Nanoteknoloji, Avrupa Birliği'nde ilk olarak 4. Çerçeve Programı ile desteklenmeye başlanmış ve bütçesi devamlı artırılmıştır (Cordis Nanotechnology, 2011). 2014 yılına gelindiğinde ise, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD)'ne üye ülkeler (Avustralya, Avusturya, Belçika, Kanada, Şili, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İzlanda, Hindistan, İrlanda, İsrail, Japonya, Lüksemburg, Hollanda, Yeni Zelanda, İsveç, İngiltere ve ABD) nanoteknoloji alanında planlı büyüme için strateji belgeleri hazırlamıştır.

1.1.1. Ar-Ge Harcamaları

Pek çok ülkede nanoteknolojinin öneminin erken kavranmasından dolayı bu alana oldukça yüksek bütçe ayrılmış ve nanoteknoloji bu ülkeler için temel öncelikler arasına alınmıştır. 2004 yılında 8,6 milyar ABD Doları olan dünya geneli nanoteknoloji Ar-Ge harcamaları, 2010 yılında 13,8 milyar ABD Doları'na yükselmiştir (Palmborg, 2009). 2014-2020 yılları arasında ise sektörün, % 16,5 büyüme göstereceği öngörülmektedir. Bu sebeple, değişen piyasa koşullarına ve değişen teknolojiye ayak uydurmak zorunda olan dünyanın gelişmiş ülkeleri nanoteknoloji Ar-Ge harcamalarını artırmaktadır. Avrupa Birliği, Horizon 2020 çerçevesinde, nanoteknolojiye ayrı bir önem vermekte ve nanoteknolojinin de içinde bulunduğu "Kolaylaştırıcılar ve Endüstriyel Teknolojiler" için 13 milyar Avro'nun üzerinde bütçe ayırmaktadır.



Kaynak: OECD, 2016

Şekil 1. Ülkelerin Toplam Nanoteknoloji Ar-Ge Harcamaları ve Özel Sektör Harcamalarının Toplam İçindeki Yüzdesi (2016) (Milyon ABD Doları)

Ülkelerin günümüze kadar toplam nanoteknoloji Ar-Ge harcamaları (Şekil 1) incelendiğinde; ABD'nin bu konuda öncü bir rol oynadığı görülmektedir. ABD'nin 2014 yılında sadece NNI için ayırdığı bütçe 1,7 milyar ABD Doları'dır. ABD'yi takip eden diğer ülkeler ise Güney Kore, Almanya, Japonya, Fransa ve Rusya Federasyonu'dur. Ayrıca, Rusya kurduğu Rusya Nanoteknoloji Birliği (RUSNANO) sayesinde nanoteknoloji konusunda yükselen değer olmuştur. RUSNANO tarafından nanoteknolojiye ayrılan bütçe 2015 yılında 1,5 milyar ABD Doları'na ulaşmıştır. Avrupa Birliği'ne üye ülkeler incelendiğinde, Almanya ve Fransa'nın Ar-Ge harcamaları bakımından, diğer AB ülkelerinden ayrıldığı görülmektedir. Uzakdoğu'da ise, Güney Kore, Çin ve Japonya ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda yoğun Ar-Ge çalışmaları gerçekleştiren Güney Kore'de nanoteknoloji çalışmaları için bilişim, iletişim ve enerji sektörleri ön plana çıkmaktadır. Çin'de ise bu alandaki Ar-Ge çalışmaları savunma sanayi alanında yoğunlaşmıştır. Ayrıca ekonomisinin temeli elektronik sektörüne dayanan Japonya'da nanoteknoloji ulusal strateji kapsamında desteklenmektedir.

Ülkemiz 2003-2011 yılları arasında nanoteknoloji araştırma merkezlerine 244 milyon ABD Doları tutarında yatırım yapmıştır. Bu miktar, yıllık yaklaşık olarak 30 milyon ABD Dolarına

denk gelmektedir. Bunun yanı sıra, nanoteknoloji projeleri ve firmaları kamu tarafından desteklenmektedir. Ancak, toplam destek tutarlarının OECD ortalamasının altında olduğu görülmektedir (DPT, 2010).

1.1.2. Ülkelerin Nanoteknoloji Stratejileri

Nanoteknoloji alanında çalışmalar yürüten ülkeler incelendiğinde; ABD'nin biri 2004 ve diğeri 2011 yıllarında olmak üzere iki adet stratejik plan yayımladığı görülmektedir. Bu stratejik plan en son 2014 yılında NNI tarafından güncellenmiştir. Bu belgede NNI'nın vizyonu "Teknoloji ve sanayide devrim yapılmasını sağlayacak şekilde, maddeyi nano ölçekte anlama ve kontrol edebilme kabiliyeti olan bir gelecek" olarak belirlenmiştir. Bu vizyona göre NNI; sorumlu ve sürdürülebilir ekonomik faydalar sağlamak, hayatın kalitesini artırmak ve ulusal güvenliği geliştirmek için nanoteknolojinin keşfini, gelişimini ve yayılımını hızlandıracaktır.

Japonya 1990'lı yıllarda yaşadığı krizden sonra ülkenin hızlı gelişiminin ancak bilim ve teknolojiye daha fazla yararlanmak suretiyle olabileceğini kararlaştırmış ve bu alanda beş yıllık politikalar hazırlamaya başlamıştır. Bu politikalardan ikincisi olan "II. Bilim ve Teknoloji Temel Planı 2001-2005" belgesinde dört adet öncelikli alan belirlenmiş ve bunlardan bir tanesinin nanoteknoloji ve malzeme bilim/teknolojisi olması kararı alınmıştır. Japon hükümetinin açıkladığı üçüncü politika planı olan "III. Bilim ve Teknoloji Temel Planı 2006-2010" belgesinde ise, bu alanda daha yüksek performans elde edilebilmesi için ne yapılması gerektiği üzerinde durulmuştur.

Nanoteknoloji ile üretilen yenilikçi ürünlerin mevcut sektörlerle tanıtılması ve yeni sektörlerin oluşturulmasına teşvik edilmesi Avrupa Birliği'nin temel amaçlarından biridir. Bu kapsamda, Avrupa Birliği'nde Horizon 2020 programıyla beraber, Nanoteknoloji Stratejisi hazırlamak üzere farklı nanoteknoloji alanlarında faaliyet gösteren Avrupa Teknoloji Platformları belirlenmiştir. Daha sonra bu platformlardan NANOfutures Avrupa Ortak Teknoloji Platformu-ATP oluşturulmuştur. Bu platform bir 7. Çerçeve Programı koordinasyon ve destek eylemi projesi üzerinden desteklenerek, 2012 yılı içerisinde yol haritası belgesini hazırlamaya başlamıştır. İki yıl süren bu proje sonucunda NANOfutures 2014-2020 Nanoteknoloji Yol

Haritası, ortaklaşa bir şekilde hazırlanmıştır. Bu belge ile daha çok akademi ve sanayiye yönelik bir yol haritası ortaya konması amaçlanmıştır.

Avrupa Birliği ülkelerinden nanoteknoloji çalışmalarına en erken başlayan ülke, Almanya'dır. Almanya, rekabet edebilirliğini sürdürülebilmek için Ar-Ge ve yeniliğe büyük önem vermiş ve nanoteknoloji potansiyelini her alanda kullanabilmek için "2015 Nanoteknoloji Eylem Planı" hazırlamıştır. Bu kapsamda nanoteknolojinin bütün yönleriyle güvenli, sürdürülebilir ve başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için bir platform oluşturmuştur (Federal Ministry of Education and Research BMBF, 2011).

Rusya, hammadde ithalatına olan bağımlığını azaltmak için nanoteknolojiyi stratejik sektörlerden biri olarak tanıtmış ve nanosanaayiye desteklemek için 11 milyar ABD Doları tahsis etmiştir. Rusya'da nanoteknoloji alanında, ticari gelişmeyi gerçekleştirmek için kurulan RUSNANO'nun görevi; nanoteknoloji merkezlerinin mükemmelliğini, iş inkübatörlerini ve erken faz yatırım fonlarını içeren nanoteknolojik altyapıyı inşa etmek olarak belirlenmiştir. RUSNANO yatırım projelerini gerçekleştirmek için gerekli olan bilimsel ve eğitimle ilgili programları gerçekleştirmekte ve bunun yanı sıra nanobilim ve nanoteknolojinin tanıtılmasında önemli rol oynamaktadır. RUSNANO'nun 2015 yılı itibarıyla ülkede 29 milyar ABD Doları değerinde ürünü piyasaya sürebilecek nanosanaayi oluşturabileceği düşünülmektedir. Hükümet bu hedefi başarabilmek için 2008-2015 yılları arasında nanoteknolojiye önemli miktarlarda bütçe tahsis etmiştir (Swiss Business Hub Russia, 2011).

Güney. Kore'de nanoteknoloji, hükümet düzeyinde ilk olarak "Kore Ulusal Nanoteknoloji Geliştirme Planları" ile benimsenmiştir. 2001 yılında nanoteknolojide bir Ar-Ge tabanı kurmak için ilk plan hazırlanmıştır. Beş yıl sonra nanosanaayi oluşturmak için ikinci plan hazırlanmıştır. Ekim 2010'da Üçüncü Kore Ulusal Nanoteknoloji Geliştirme Planı üzerine halka açık bir oturum yapılmış ve son on yılın başarıları değerlendirilmiş ayrıca gelecek on yılın hedefi duyurulmuştur (Öztürk, S., 2013).

1.2. Türkiye'deki Mevcut Durum

Nanoteknoloji alanında dünyadaki gelişmelerin ışığında, ülkemizde de bu alanda başlatılan çalışmaların genişletilip çeşitlendirilerek sürdürülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, geleceğin teknolojisi olarak kabul edilen nanoteknoloji alanında mevcut gelişmeleri yakalamak, çeşitli ulusal programlar ve yatırımlar ile bu teknolojide rekabet edebilecek düzeye gelmek hedeflenmektedir. Diğer bir önemli amaç ise, gerek kamu kurum ve kuruluşları gerekse özel sektör kuruluşlarınca üniversitelerde yapılan akademik çalışmalardaki gelişmeleri takip ederek üniversitelerle eşgüdümlü bir şekilde çalışıp nanoteknolojinin geliştirilmesi için gerekli adımları atmaktır.

Nanoteknoloji alanındaki teorik ve deneysel olarak yapılan bilimsel çalışmalar, ülkemizde 2000 yılından itibaren başlamıştır. O yıllardan bu yana nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalar, önemli ve kritik olan yeni uygulamalara kapı aralamakla kalmayıp ülkemizdeki eski teknolojilere de yeni bir bakış açısı getirmiştir.

Nanoteknoloji, bilinen diğer teknolojilere kıyasla daha fazla bilimsel araştırmalara gereksinim duymaktadır. Bu da, ülkemizde son yıllarda uygulanan Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği çalışmalarının, nanoteknoloji alanındaki bilimsel gelişmelerin Ar-Ge çalışmalarına uygulanabilirliği açısından önemini artırmaktadır. Bunun yanında, yüksek teknoloji ürünlerin uluslararası rekabette belirleyici bir faktör olması da nanoteknolojiye duyulan gereksinimi ve bu alanda yapılacak olan çalışmaların stratejik önemini yükseltmektedir. Bundan dolayı, Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği çerçevesinde nanoteknoloji alanındaki akademik çalışmalar takip edilerek üst seviyede yüksek teknoloji ve katma değeri yüksek ürün ve hizmet geliştirmek temel amaçlardan biri olmuştur.

Dünyadaki gelişmeleri takip etmek ve uluslararası standartları yakalamak için bu alandaki disiplinlerarası işbirliğini güçlendirmek gerekmektedir. Çok geniş bir yelpazeye yayılmış uygulama potansiyeli ile nanoteknoloji disiplinlerarası bir alan özelliği taşımaktadır. Bu özelliği ile nanoteknoloji alanındaki gelişmelerin tüm sektörlerle uygulanabilir olduğu söylenebilir. Bu kapsamda, nanoteknolojinin diğer bilimlerde uygulama alanları aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır.

Elektronik ve Bilgisayar Teknolojileri: Malzemelerin elektronik özelliklerinin bilinen klasik fizik kanunlarından ziyade, kuantum fiziği kanunlarına uyacak şekilde boyutlarının nanometre mertebesinde olması gerektiği düşünülmüştür. Buna göre, elektronik araçların nanometre ölçeklerinde elde edilmesi ile sistemlerin işlem güçlerinin ve kapasitelerinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca nanoteknoloji kullanımı ile üretilen kuantum bilgisayarları da işlem gücünü oldukça artırmaktadır. Bu anlamda nanoteknoloji bilgisayar ve iletişim alanlarında anahtar rol oynamaktadır.

Havacılık ve Uzay Araştırmaları: Bu alanda yapılan araştırmaların en büyük sıkıntısı, çok maliyetli olmasıdır. Kullanılan malzemelerin ağırlığı maliyetlerin de yüksek olmasına neden olmaktadır. Nanoyapılı malzemelerin; daha hafif, daha sağlam ve ısıya karşı daha dayanıklı olmaları bu alanda kullanılması için tercih sebebi olmuştur. Nanoteknoloji alanında yapılan çalışmalar ile malzemelerin ağırlıkları ve dolayısıyla maliyetlerinin düşürülmesi sağlanmıştır.

Tıp Araştırmaları: Hücre, nanoteknolojinin doğadaki işlevsel karşılığı olarak düşünülebilir. Nanoteknolojinin tıp alanında uygulamaları, insan sağlığı için büyük bir yarar sağlamaktadır. Kanserli dokuların yok edilmesinde veya büyümesinin engellenmesinde nanopartiküller kullanılmaktadır. Ayrıca, ilaçların nanorobotlar sayesinde ihtiyaç duyulan bölgeye taşınabilmesi ile sadece hastalığın olduğu hücreler yok edilerek ilacın vücuttaki yan etkileri azaltılabilmektedir. İnsan vücudu içinde hareket eden teşhis araçları ve kemik doku hasarlarında kullanılan implant kaplamaları nanoteknolojinin tıp alanındaki uygulamalarındandır. Bu şekilde, nanoteknoloji ile birlikte tıbbi cihazların kalitesi, güvenliği ve etkinliği de artırılmaktadır.

Malzeme Bilimi: Nanoölçekte malzemelerin daha hafif ve daha sağlam olması nedeniyle üretim aşamasında bu malzemelerden az miktarda kullanılması ve daha az enerji gereksinimi, dolayısıyla maliyetin düşmesini sağlamaktadır. Çizilmeye karşı direnç ve kendi kendini temizleyebilme özelliklerinden dolayı nanoölçekte boyalar kullanılarak geliştirilen baskı yöntemleri, nanoyapıda metal, seramik ve polimer malzemeler nanoteknolojinin malzeme bilimi alanındaki uygulamalarındandır.

Çevre ve Enerji: Nanoteknoloji; enerjinin verimli kullanılması, depolanması ve üretilmesi konularında son derece büyük öneme sahiptir. Bu bağlamda, hammadde ve enerji

kullanımının azaltılarak daha temiz -sürdürülebilir- üretime katkıda bulunulması temel amaçlardan biridir. Bu şekilde, çeşitli kaynaklardan gelen atıkların önlenmesi ve daha az atık üreten, çevre dostu üretim sistemleri geliştirilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca doğal dengeyi bozan küresel ısınmaya çare olacağı düşünülen nanoteknoloji, yenilenebilir enerji kaynakları açısından umut vaat etmektedir.

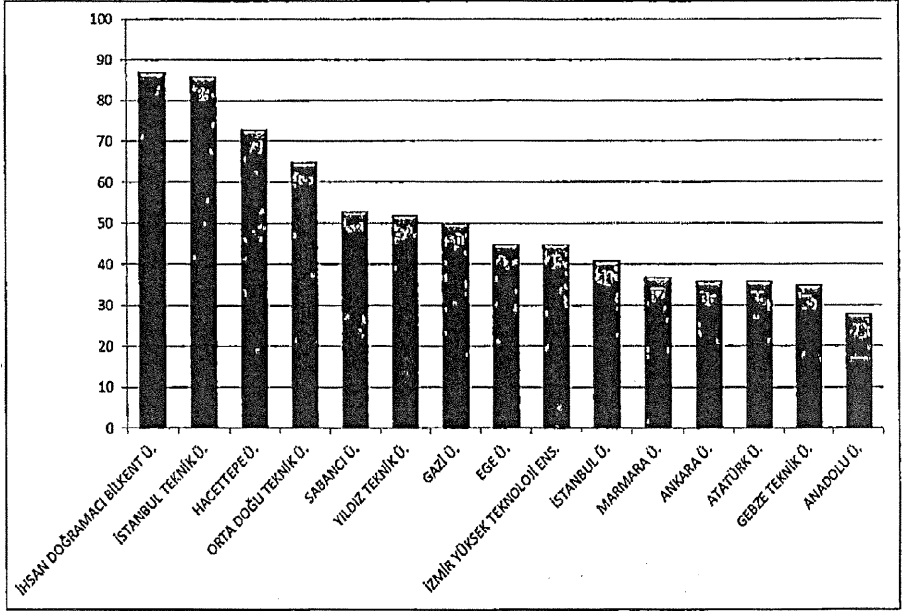
Biyoteknoloji ve Tarım: Nanoteknoloji sayesinde tarımsal ürünlerin mutasyona uğrayarak yeni ve farklı özelliklerde tarımsal ürünlerin geliştirilmesi sağlanacaktır. Yeni ilaçlar, gübre, hastalık direnci yüksek bitki ve hayvanlar, nanoteknolojik çalışmalar ile hayatımıza girmekte ve dolaylı olarak sağlık sektöründeki gelişmelere de katkı sağlamaktadır.

1.2.1. Üniversiteler ve Araştırmacı Sayısı

Disiplinlerarası bir yaklaşım gerektiren nanoteknolojinin tarımdan mühendisliğe, tıptan elektroniğe, tekstilden uzaya birçok alandaki araştırmacılar bu alana ilgi duymaktadır. Başka bir ifadeyle, nanoteknoloji ile farklı alanlar arasındaki sınırın esnek olması, pek çok bilim insanını bir araya getirmektedir.

Türkiye’de bu alandaki araştırmacı sayısı, öğretim üyelerinin birçok alanda birden çalışması ve yine nanoteknolojinin disiplinlerarası bir çalışma alanı olması gibi sebeplerden ötürü tam olarak ortaya konulamamakla birlikte, 2016 yılı itibarıyla Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Araştırmacı Bilgi Sistemi (ARBİS) içerisinde ilgi alanı olarak nanoteknolojiyi belirleyen öğretim üyesi sayısı 2.366’dır.

TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı (ARDEB) veri tabanında yer alan güncel bilgilere göre, nanoteknoloji alanında araştırma yapan bu öğretim üyelerinin üniversitelere göre dağılımı Şekil 2'de görülmektedir.

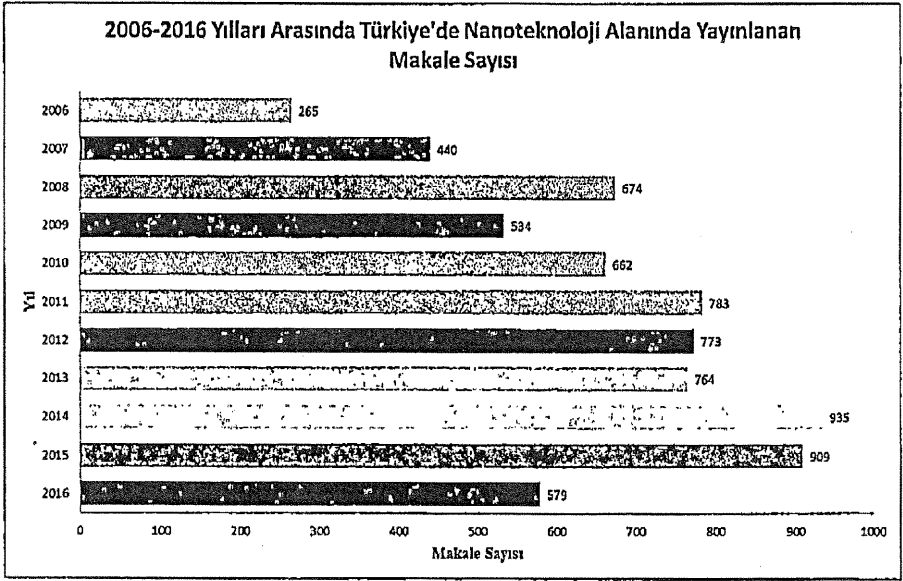


Şekil 2. Nanoteknoloji Alanında Araştırma Yapan Öğretim Üyelerinin Üniversitelere Göre Dağılımı¹ (TÜBİTAK ARDEB, 2016).

¹ Bu grafik, ARBİS'e kayıtlı olan araştırmacılardan; çalıştığı kurum, faaliyet alanı ya da anahtar kelime bilgilerinden herhangi birinde "Nano" geçen araştırmacılar derlenerek oluşturulmuştur.

1.2.2. Bilimsel Araştırma Sayısı

Yıllara göre ülkemizde yayınlanan makale sayısı güncel verileri Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3. 2006-2016 yılları arasında ülkemizde ulusal ve uluslararası yayınlanan makale sayısı² (ULAKBİM - CABİM, 2016)

Nanoteknoloji alanında üretilen bilimsel yayın durumuna bakıldığında 2016 yılı itibarıyla toplam 2.366 yayın yapıldığı görülmektedir. Bu kapsamda, Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi (ULAKBİM)-CABİM'den alınan verilere göre ülkemizde nanobilim ve nanoteknoloji alanında 2005-2016 yılları arasında yapılan yayınlardan yirmi ve üzeri sayıda olanların üniversitelere göre dağılımı Tablo 1'de görüldüğü şekildedir.

² Web of Science taramasında "Nanoscience and Nanotechnology" alanı ve 2006-2016 yılları belirlenerek ülkemizde bu alanda yayınlanan ulusal ve uluslararası yayımlar grafik halinde gösterilmiştir.

Tablo 1. Nanobilim ve Nanoteknoloji Alanındaki Yayınların Üniversitelere Göre Dağılımı (2005-2016)

Üniversite	Yayın Sayısı
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	327
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	220
İstanbul Teknik Üniversitesi	147
Gazi Üniversitesi	92
Koç Üniversitesi	84
Hacettepe Üniversitesi	83
Atatürk Üniversitesi	75
Ege Üniversitesi	58
Sabancı Üniversitesi	52
Anadolu Üniversitesi	50
İstanbul Üniversitesi	42
Dokuz Eylül Üniversitesi	40
Ankara Üniversitesi	39
Gebze Teknik Üniversitesi	39
Yıldız Teknik Üniversitesi	39
Trakya Üniversitesi	36
Selçuk Üniversitesi	33
Balıkesir Üniversitesi	32
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	31
Sakarya Üniversitesi	29
Bogaziçi Üniversitesi	27
Erciyes Üniversitesi	26
Karadeniz Teknik Üniversitesi	26
Yeditepe Üniversitesi	25
Dumlupınar Üniversitesi	23
Yüzüncü Yıl Üniversitesi	23
Dicle Üniversitesi	22
Bingöl Üniversitesi	21
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	21
Cumhuriyet Üniversitesi	21
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	20

Üniversite	Yayın Sayısı
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	20

Kaynak: TÜBİTAK-ULAKBİM, CABİM, 2016³

Yine yapılan güncel bir Web of Science taramasıyla dünyada en fazla yayının Çin tarafından yapıldığı, bunu sırasıyla ABD ve Japonya'nın takip ettiği, Türkiye' nin ise bu sıralamada 23. sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Türkiye'de nanoteknoloji konusunda nitelikli insan kaynağı oluşturmak ve uluslararası düzeyde yeterlilik kazanmak amacıyla çeşitli üniversitelerde lisans ve lisansüstü nanoteknoloji programları açılmaya başlanmıştır. Programlardaki nanoteknoloji eğitimi genellikle; fizik, kimya, matematik ve moleküler biyoloji derslerini içeren çok disiplinli bir öğrenimi kapsamaktadır.

³ Tablo 1'de Nanoteknoloji alanında 20 ve üzeri yayını olan üniversiteler gösterilmiştir.

Ülkemizde nanoteknoloji alanında lisansüstü programları olan üniversiteler ve programlara ilişkin güncel bilgiler Tablo 2’de gösterilmektedir. Buna göre, Türkiye’de 22 üniversitede yüksek lisans ve 7 üniversitede doktora programı bulunmaktadır.

Tablo 2. Üniversitelerdeki Nanoteknoloji Lisansüstü Programları

Üniversite	Bölüm	Öğrenim Seviyesi
Abdullah Gül Üniversitesi	İleri Malzemeler ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Afyon Kocatepe Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Anadolu Üniversitesi	Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Anadolu Üniversitesi	İleri Teknolojiler -Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Atatürk Üniversitesi	Nanobilim ve Nanomühendislik	Yüksek Lisans
Bülent Ecevit Üniversitesi	Nanoteknoloji Mühendisliği	Yüksek Lisans
Cumhuriyet Üniversitesi	Nanoteknoloji Mühendisliği	Yüksek Lisans
Dokuz Eylül Üniversitesi	Nanobilim ve Nanomühendislik Bölümü	Yüksek Lisans
Dumlupınar Üniversitesi	Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Hacettepe Üniversitesi	Nanoteknoloji ve Nanotıp	Yüksek Lisans
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
İstanbul Teknik Üniversitesi	Nanobilim ve Nanomühendislik	Yüksek Lisans
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Mersin Üniversitesi	Nanoteknoloji ve İleri Malzemeler	Yüksek Lisans
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Mikro ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Sabancı Üniversitesi	Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Selçuk Üniversitesi	Nanoteknoloji ve İleri Malzemeler	Yüksek Lisans

Üniversite	Bölüm	Öğrenim Seviyesi
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	Mikro ve Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Trakya Üniversitesi	Farmasötik Nanoteknoloji	Yüksek Lisans
Uşak Üniversitesi	Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Mühendisliği	Yüksek Lisans
Atatürk Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji	Doktora
Bülent Ecevit Üniversitesi	Nanoteknoloji Mühendisliği	Doktora
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji	Doktora
Hacettepe Üniversitesi	Nanoteknoloji ve Nanotıp	Doktora
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji	Doktora
Mersin Üniversitesi	Nanoteknoloji ve İleri Malzemeler	Doktora
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Nanobilim ve Nanoteknoloji	Doktora
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Mikro ve Nanoteknoloji	Doktora
Selçuk Üniversitesi	Nanoteknoloji ve İleri Malzemeler	Doktora
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi	Mikro ve Nanoteknoloji	Doktora

Kaynak: YÖK, 2016

1.2.3. Nanoteknoloji Araştırma Merkezleri

Türkiye’de nanoteknolojiye yönelik Ar-Ge faaliyetleri; üniversiteler bünyesinde kurulan araştırma merkezlerinde, kamu kurumları desteğiyle kurulan merkezlerde ve birçok disiplinden araştırmacıların yer aldığı lisans, yüksek lisans ve doktora programları kapsamındaki çalışmalarda yürütülmektedir.

Bu alandaki Araştırma Merkezlerinin bünyesinde gerçekleştirilen çalışmaların temel amacı, bilimsel olarak geliştirilen yeni yöntemlerin sanayiye aktarılması ve böylece ekonomiye katkı

sağlanmasıdır. Bu anlamda, kurulan bu merkezler Kamu-Üniversite-Sanayi işbirliği açısından ülkemiz için büyük önem taşımaktadır. Türkiye'deki nanoteknoloji alanında çalışmalar yapılan araştırma merkezleri Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Türkiye'deki Nanoteknoloji Araştırma Merkezleri

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

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	Uygulamalı Kuantum Araştırma Merkezi
Koç Üniversitesi	Mikro-nano Teknolojileri Araştırma Merkezi (Yüzey Bilimleri ve Teknoloji Merkezi)
Marmara Üniversitesi	Nanoteknoloji ve Biyomazemeler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Mustafa Kemal Üniversitesi	Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Merkezi
Ömer Halisdemir Üniversitesi	Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Güneş Enerjisi Araştırma Merkezi
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Merkez Laboratuvarı
Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Mikro Elektronik Mekanik Sistemler Uygulama ve Araştırma Merkezi
Sabancı Üniversitesi	Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
Selçuk Üniversitesi	İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
TÜBİTAK	Marmara Araştırma Merkezi

Kaynak: YÖK, 2016

Son dönemde, 21. yüzyılın kritik teknoloji alanı olarak görülen nanoteknolojiye daha fazla yatırım yapmak gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda, ülkemizde nanoteknoloji çalışmalarına destek vermek, nitelikli nanoteknoloji uzmanlarının yetişmesini sağlamak ve dünyadaki nanoteknoloji gelişmelerini erken dönemde yakalayarak ulusal nanoteknoloji altyapısını oluşturmak amacıyla devlet destekli nanoteknoloji merkezleri kurulmaya başlamıştır. Destek aktarılan merkezlerden bazıları Tablo 4'te gösterilmektedir:

Tablo 4. Destek Aktarılan Araştırma Merkezleri

Üniversite	Araştırma Merkezi
İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi	Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi
Sabancı Üniversitesi	Nanoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi
İstanbul Üniversitesi	İleri Litografik Yöntemler Laboratuvarı
İnönü Üniversitesi	Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Enstitüsü
Gazi Üniversitesi	Fotonik Araştırma Merkezi
İstanbul Teknik Üniversitesi	Mekatronik Eğitim ve Araştırma Merkezi

Üniversite**Araştırma Merkezi**

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi

Gebze Teknik Üniversitesi

Nanomanyetizma ve Spintronik Araştırma Merkezi

Gazi Üniversitesi

Nanotıp ve İleri Teknolojiler Araştırma ve Uygulama Merkezi

Kocaeli Üniversitesi

İleri Disiplinlerarası Endüstriyel Araştırma Laboratuvarım

Ege Üniversitesi

Güneş Enerjisi Enstitüsü

Kaynak: BSTB, 2016

2. STRATEJİ BELGESİNİN TEMEL POLİTİKA BELGELERİ İLE İLİŞKİSİ

Türkiye ekonomisinin yenilikçi üretim, istikrarlı yüksek büyümesini sürdürülebilir kılmak, temel politika belgeleri ile sektör strateji belgelerinin ortak hedefidir. Türkiye’de nanoteknoloji denilince ilk akla gelen belge olan Vizyon 2023 Strateji Belgesi, nanoteknolojiyi “gelecek 10-15 yıl içinde oluşturacağı büyük, sürpriz ürünler ve yeni pazarlar ile insan yaşamını ve ekonomik faaliyetleri kökten değiştirme gücüne sahip” bir alan olarak tanımlamış ve bu amaçlar doğrultusunda bir nanoteknoloji yol haritası ortaya koymuştur. Bu amaçla özellikle nanofotonik, nanoelektronik, nanomanyetizma, nanomalzeme, nanokarakterizasyon, nanofabrikasyon, nano ölçekte kuantum bilgi işleme ve nanobiyoteknoloji öncelikli faaliyet alanları olarak belirlenmiştir. Bu alanların herbirinde politika, strateji ve hedefleri içeren bir yol haritası oluşturulmuştur. Bu yol haritası, Ar-Ge kaynaklarının oluşturulması, politika araç ve kurumlarının kurulması, gerekli insan gücünü yetiştirme ve bunun için gerekli kaynağın ayrılması, siyasi sahiplenme ve son olarak da toplumsal katmanlarda farkındalık oluşturma amaçlarını taşımaktadır.

2017-2018 Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı; dünyada ve ülkemizde değişen ekonomik ve sosyal koşullar, Onuncu Kalkınma Planı Stratejisi, Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi, Orta Vadeli Program, Türkiye Sanayi Stratejisi ve Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi ve Eylem Planı’nda yer alan temel ilkeler, politikalar ve hedefler dikkate alınarak hazırlanmıştır.

2.1. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018)

Onuncu Kalkınma Planı’nda; *Küresel Eğilimler ve Türkiye Etkileşimi* bölümünde bilimsel ve teknolojik gelişmeler başlığı altında “Önümüzdeki dönemde teknolojik gelişmelerin belirli alanlarda yoğunlaşarak ekonomik, sosyal ve askeri gelişmeleri şekillendirmesi beklenmektedir. Bu sektörlerin başında bilgi teknolojileri, otomasyon ve ileri üretim teknikleri ve sağlık teknolojileri gelmektedir. Özellikle dijital iletişim, nanoteknoloji, yüzey teknolojileri, malzeme bilimleri, ölçümleme cihazları, biyoteknoloji ve çevre teknolojileri hızlı gelişen alanlar olarak öne çıkmaktadır. Nanoteknoloji ve biyoteknoloji alanlarındaki gelişmeler, yeni imkânlar sunmakla birlikte çevre ve etik boyutlarıyla da gündemde olacaktır.” ifadesi yer almaktadır.

Tarım ve gıda bölümünde ise katma değeri yüksek ürünlerin geliştirilmesine, gen kaynaklarının korunmasına, ıslah çalışmalarına, nanoteknoloji ve biyoteknolojiye yönelik araştırmalara öncelik verileceğine, tarım ve gıda odaklı teknoparklar ile sektörel teknoloji platformlarının tesis edilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır.

2.2. Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi (2015-2018)

Türkiye'nin sanayi vizyonunu belirlemek amacıyla tüm paydaşların katılımıyla; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının öncülüğünde bir arama konferansı gerçekleştirilmiştir. Bu arama konferansı neticesinde, Türkiye için uygulanacak stratejinin uzun dönemli vizyonu "Orta-yüksek ve yüksek teknolojlili ürünlerde Afro-Avrasya'nın tasarım ve üretim üssü olmak" olarak belirlenmiştir.

Bu uzun dönemli vizyon kapsamında 2015-2018 yıllarını kapsayan Türkiye Sanayi Stratejisi'nin genel amacı, "Türk Sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilerek, dünya ihracatından daha fazla pay alan, ağırlıklı olarak yüksek katma değerli ve ileri teknolojlili ürünlerin üretildiği, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir sanayi yapısına dönüşümü hızlandırmak" olarak belirlenmiştir.

Bu vizyon ve hedefler göz önüne alınarak, söz konusu Türkiye Sanayi Strateji Belgesi içerisinde belirtilen *sanayide bilgi ve teknolojiye dayalı yüksek katma değerli yerli üretimin geliştirilmesi* hedefine ulaşmada nanoteknoloji alanındaki gelişmelerden faydalanılacaktır. Ayrıca, 4. Sanayi Devrimi ile birlikte bu alanda yüksek katma değerli yatırımlar döngüsüne erişilmesi planlanmaktadır.

2.3. Orta Vadeli Program

2015-2017 dönemini kapsayan Orta Vadeli Programın amacı, yeniden şekillenmekte olan dünyada milletimizin temel değerlerini ve beklentilerini esas alarak gerçekleştirilecek yapısal dönüşümlerle ülkemizin uluslararası konumunu yükseltmek ve halkımızın refahını artırmaktır.

Bu doğrultuda “Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı”, “Orta Vadeli Program”da belirtilen;

- Bütüme
- Kamu Maliyesi
- Ödemeler Dengesi
- Enflasyon
- İstihdam

gibi temel makroekonomik öncelikler dikkate alınarak hazırlanmış olup, Belgede yer alan hedefler, Programda belirtilen politika ve hedefler ışığında ortaya çıkarılmıştır.

Programın öngördüğü; rekabet gücünün artırılması, istihdamın artırılması, beşeri gelişme, sosyal dayanışmanın güçlendirilmesi, bölgesel gelişme ve farklılıkların azaltılması gibi gelişme eksenleri, belgenin “Nanoteknoloji alanını sürekli geliştiren, yeni ürünlerden en etkin şekilde yararlanarak katma değer yaratan ve ihracat payını artırarak uluslararası alanda dikkat çeken bir ülke konumuna yükselmek.” genel amacıyla paralellik taşımaktadır.

2.4. Ulusal Bilim, Teknoloji ve Yenilik Stratejisi ve Eylem Planı (2011-2016)

Bu belgenin; “Yeni gelişmekte olan teknolojilere temel oluşturacak araştırmaların desteklenmesi” amacı altında “Öncül araştırmalara yönelik Ar-Ge ve altyapı desteklerinin kurumlar arası eşgüdüm içerisinde geliştirilmesi” stratejinde “*Ulusal Nanoteknoloji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi ve Eylem Planı'nın hazırlanması*” eylemi yer almaktadır. Bu eylemin gerçekleştirilmesi sorumluluğu; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na verilmiştir.

3. DURUM ANALİZİ VE MÜDAHALE ALANLARI

Nanoteknoloji alanında Dünya'da sağlanan gelişmelere paralel olarak, ülkemizde de bu alanda başlatılan çalışmaların genişletilerek ve çeşitlendirilerek sürdürülmesi büyük bir önem taşımaktadır. İleri teknoloji ürünlerin ülkeler arası rekabette belirleyici temel faktör olması da benzer teknolojilere duyulan gereksinimi ve bu alanda yapılacak olan çalışmaların stratejik önemini daha da artırmaktadır.

Bu kapsamda, nanoteknoloji alanında mevcut durumu ortaya koymak ve bu alana ilişkin strateji geliştirmek amacıyla 14 Temmuz 2012 tarihinde, Gebze'de, Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü (TÜSSİDE) tesislerinde yapılan 1. Nanoteknoloji Çalıştayı; yurtiçi ve yurtdışı üniversitelerden nanoteknoloji alanında çalışan akademisyenlerden, araştırma kuruluşlarından, kamu kurumlarından ve sanayi sektöründen 89 temsilcinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalıştay, nanoteknoloji alanında ulusal düzeyde bir strateji belgesi oluşturmaya yönelik çalışmaların ilk halkasını oluşturmaktadır.

Çalıştay kapsamında katılımcılar, açılış oturumunun ardından, ilk teknik oturumda, 10 masada 8'er kişiden oluşan gruplar halinde, Türkiye'nin nanoteknoloji alanındaki sorunlarını aşağıdaki başlıklarda ele almıştır.

- Kamunun Rolü
- Yönetim ve Organizasyon
- Eğitim, İnsan Kaynağı ve Toplumsal Farkındalık
- Ticarileşme - Girişimcilik ve Diğer Konular

Bu oturumda yapılan çalışma süresince, toplamda 257, mükerrerliklerin kaldırıldığı koşulda 113 adet sorun ortaya konmuştur. Çalıştayanın ikinci oturumunda, sorunlar ve ortaya konan çözüm önerileri üzerinde yoğunlaşmıştır. Üçüncü oturumda, ilk iki oturumun çıktılarından yararlanmak suretiyle ikiye ayrılan alana dair taslak eylem planları oluşturulmuştur. Bu taslak eylem planları çerçevesinde 113 soruna yönelik çözüm önerileri geliştirilmiş ve 18 alan altında 74 adet eylem önerisi oluşturulmuştur.

Yukarıda ifade edilen çalıştayanın çıktılarına ek olarak; alandaki kamu ve özel sektör temsilcileri ile STK temsilcileri ve akademisyenlerin oluşturduğu 2. Nanoteknoloji Çalıştayı,

1 Eylül 2014 tarihinde 63 temsilcinin katılımı ile düzenlenmiştir. Birinci çalıştayın çıktıları esas alınarak gerçekleştirilen ikinci çalıştay sonunda taslak strateji belgesi ve eylem planı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu taslak belge; aynı yıl içerisinde üniversiteler, kamu/kurum ve kuruluşları ile STK'ların görüşlerine sunulmuştur.

İlgili paydaşların görüşlerinin alınması sonrasında, Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı hazırlık sürecinin son aşaması olarak; İki Odak Grup Toplantısı düzenlenmiştir.

Bu toplantılardan ilki, 10 Mart 2015 tarihinde, ikincisi ise 17 Kasım 2015 tarihinde Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nda; alanında uzman akademisyenler, sektör temsilcileri ile ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının temsilcilerinden oluşan 10'ar kişilik gruplarla gerçekleştirilmiştir. Bu toplantılarda, taslak planda yer alan eylemlerin tamamı gözden geçirilmiş ve gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

3.1. Durum Analizi

Ülkemizde nanoteknoloji tasarımı, üretimi, kullanımı ve bu doğrultudaki strateji geliştirme süreci öncesinde bu alanın mevcut durumunun ortaya konması gerekmektedir. Bu amaçla literatürde sıklıkla, mevcut durumun ortaya konmasına yönelik en etkili yöntem olan Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler (GZFT) analizi tekniği kullanılmaktadır. Bu şekilde nanoteknolojinin faydaları ve potansiyel riskleri ile ilgili kitresel farkındalık oluşturulması sağlanmaktadır.

Türkiye nanoteknoloji sektörüne ilişkin GZFT analizi;

- İç ve dış faktörleri dikkate alarak, sektörün sahip olduğu avantajları tespit ederek güçlü yönleri ile fırsatlarından en üst düzeyde yararlanmak,
- Sektörün eksik yanlarını tespit ederek zayıf yönlerini iyileştirmek,
- Tehditlerin etkisini en aza indirecek şekilde gerekli önlemleri almak ve bu doğrultuda yeni stratejiler geliştirmek

amacıyla oluşturulmuştur. GZFT yöntemi ile ne kadar çeşitli bilgi analizine başvurulursa elde edilen sonuçların o derecede doğru ve anlamlı olduğu görülür. Bu analizden elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha gerçekçi stratejik hedefler belirlenmektedir. Sektöre ilişkin yapılan GZFT analizi aşağıda Tablo 5'te özetlenmektedir:

Tablo 5.Nanoteknoloji Sektörüne Yönelik GZFT Analizi

GÜÇLÜ YÖNLER
Nanoteknoloji ile ilgili akademik bilgi birikiminin bulunması
Nanoteknolojik türünler konusunda verilen Ar-Ge destek mekanizmalarının varlığı ve çeşitliliği
Nanoteknoloji alanında teknoloji tabanlı girişimciliğin giderek artması
Kamuoyunda nanoteknoloji ile ilgili olumlu bir algı olması
Nanoteknoloji alanında lisansüstü programlarının bulunması ve bu alanda araştırma merkezlerinin açılmış olması
Kamu desteklerinin çok disiplinli çalışmalara olanak sağlaması
Savunma sanayinin yerleşirme çabalarının olması
Nanoteknoloji alanında uluslararası düzeyde akademik yayınlarımızın olması
Üniversite bünyelerinde kurulmuş olan TTO'ların nanoteknoloji alanında da faaliyet göstermesi
Ticarileştirmeye yönelik devlet desteklerinin bulunması
Sanayi altyapımızın nanoteknoloji alanında üretim yapabilme kapasitesine sahip olması
Strateji belgelerimizde nanoteknolojinin öncelikli alan olarak yer alması
ZAYIF YÖNLER
Risk sermayesi kullanımının yaygın olmaması
Konu ile ilgili STK'ların ve nanoteknolojiyi anlatacak platformların olmaması
Nanoteknolojide sektörler arası koordinasyonu sağlayacak bir birimin olmaması
Nanoteknolojide sektörel bazda tanımlı eylem planlarının olmaması
Nanoteknoloji ile ilgili üretilen ürünlerin piyasaya arzı ve ticarileştirilmesi ile ilgili yasal düzenlemelerin olmaması
Sanayinin nanoteknoloji uygulamalarında, üniversitelerdeki bilgi birikiminden yeterince faydalanamaması
Türkiye'deki sanayi kuruluşlarının uluslararası ortak proje yürütmedeki eksikliği
Avrupa'daki ortak nanoteknoloji merkezlerinde Türkiye'nin yer almaması

Nanoteknoloji ile ilgili araştırmacı, kurum ve sanayi kuruluşlarına ilişkin veri eksikliği
Nanoteknolojinin sağlık ve çevre standartlarının oluşturulmamış olması
Lise ve üniversitelerde nanoteknolojiye yönelik bilgi eksikliklerinin olması
Nanoteknolojiye yön veren temel bilimlerde eğitim alt yapı düzeyinin eksikliği
Test ve ileri araştırma cihazlarının ülkemizde üretilmemesi ve teknik servislerin yetersizliği
Nanoteknolojideki sürdürülebilirliğin finansal yetersizliklerden dolayı sağlanamaması

FIRSATLAR

Artan uluslararası fonların varlığı
Nanoteknoloji alanındaki çalışmaların dünya ile eř zamanlı yürütülüyor olması
Türkiye'nin ara ürünler imalatı açısından rekabet şansının yüksek olması
Nanoteknoloji alanında uluslararası nitelikte araştırmacılarımızın varlığı
Ortadoğu pazarına girme şansımızın yüksek olması
Tersine beyin göçü ile insan kaynağının Türkiye'ye dönüşü ile ilgili politikaların oluşturulmuş olması
Nanoteknolojinin gerek bilimsel alanda gerekse uygulamaya yönelik alanlarda Türkiye ve Dünya'da güncel bir konu olması

TEHDİTLER

Nanoteknolojik ürünlerin üretim sürecinde ağrıklı olarak yurt dışına bağımlı olunması
Nanoteknoloji alanının disiplinler arası ve sektörler arası çalışma gerektiren bir alan olması
Akredite kuruluşların sayısal olarak yeterli olmaması nedeniyle sertifikasyonun yurtdışında yapılıyor olması
Asya ülkeleri başta olmak üzere, küresel anlamda nanoteknolojide gelişmelerin çok hızlı olması
Ulusal şirketlerin uluslararası şirketlerle yeterince rekabet edememesi
Ürünlerde nano/nanoteknoloji isminin kullanımı ile ilgili bir düzenlemenin olmaması

3.2. Müdahale Alanları

Nanoteknoloji sektörüne ilişkin yapılan GZFT analizi neticesinde tespit edilen sonuçlardan yola çıkarak, sektörün sorunları gruplandırılmış ve müdahale edilmesi gereken alanlar ortaya konmuştur. Müdahale alanlarının belirlenmesinde sadece sektörün zayıf yanları değil, gelecekte karşı karşıya kalabileceği tehditler ve büyük kazanımlar elde etmesi muhtemel

fırsatlar da göz önünde bulundurulmuştur. Bu çerçevede nanoteknoloji sektörünün müdahale alanları aşağıda Tablo 6'daki gibi belirlenmiştir:

Tablo 6. Nanoteknoloji Sektörünün Müdahale Alanları

GZFT Analizi Sonuçları	Müdahale Alanları
Akredite kuruluşların sayısal olarak yeterli olmaması nedeniyle sertifikasyonun yurtdışında yapılıyor olması	HUKUKİ VE İDARİ DÜZENLEMELER
Nanoteknolojinin sağlık ve çevre standartlarının oluşturulmamış olması	
Nanoteknoloji ile ilgili üretilen ürünlerin piyasaya arzı ve ticarileştirilmesi ile ilgili yasal düzenlemelerin olmaması	
Nanoteknolojide sektörler arası koordinasyonu sağlayacak bir birimin olmaması	
Ürünlerde nano/nanoteknoloji isminin kullanımı ile ilgili bir düzenlemenin olmaması	
Nanoteknolojiye yön veren temel bilimlerde eğitim alt yapı düzeyinin eksikliği	
Nanoteknoloji araştırma altyapılarının yeterince güçlü olmaması	TEKNİK ALTYAPI
Nanoteknoloji ile ilgili araştırmacı, kurum ve sanayi kuruluşlarına ilişkin veri eksikliği	
Test ve ileri araştırma cihazlarının ülkemizde üretilmemesi ve teknik servislerin yetersizliği	
Risk sermayesi kullanımının yaygın olmaması	ÜRETİM KAPASİTESİ
Nanoteknolojik ürünlerin üretim sürecinde ağırlıklı olarak yurt dışına bağımlı olunması	
Ulusal şirketlerin uluslararası şirketlerle yeterince rekabet edememesi	
Nanoteknolojide sektörel bazda tanımlı eylem planlarının olmaması	
Nanoteknolojideki sürdürülebilirliğin finansal yetersizliklerden dolayı sağlanamaması	

Konu ile ilgili STK'ların ve nanoteknolojiyi anlatacak platformların olmaması	İŞBİRLİĞİ VE KOORDİNASYON
Avrupa'daki ortak nanoteknoloji merkezlerinde Türkiye'nin yer almaması	
Sanayinin nanoteknoloji uygulamalarında, üniversitelerdeki bilgi birikiminden yeterince faydalanmaması	
Türkiye'deki sanayi kuruluşlarının uluslararası ortak proje yürütmedeki eksikliği	

3.3. Hukuki ve İdari Düzenlemeler

Ülkemizde nanoteknoloji alanındaki mevcut yasal düzenlemelerin geliştirilmesi, nanoteknoloji ile üretilen ürünlerin üretim metotları ve çevreye olan etkilerini ölçme metodlarının geliştirilmesi, üretim sonrası süreçlerin düzenlenmesi ve bu yasal düzenlemelerin bilimsel kanta dayalı önlemler içermesi gerekir.

- Ülkemizde nanoteknoloji alanındaki gelişmeleri izlemek, yapılanları değerlendirmek, yapacakları önermek üzere konunun belli aralıklarla takibi için bir çalışma grubu oluşturulmalıdır.
- Nanomazemeler ile uygulama alanlarının sağlık ve çevre ile ilgili potansiyel riskleri bulunduğundan dolayı bu konuda sağlık, çevre ve güvenlik açısından gerekli yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Nano atık yönetimi ve sınırlandırmaları da alt düzenlemelerle mevcut yasal düzenlemelerin içerisine alınmalıdır.
- Bu alandaki sektörel uygulamaların ve küresel pazarın yakından izlenmesi ile standardizasyona gereken önem verilmelidir.
- Ülkemizde bu teknolojinin gelişmesi ve yaygınlaşması için yurtdışı uygulamalar yakından takip edilmelidir.
- Nanoteknolojide ihtiyaç duyulan nitelikli personel ile imalat sanayinin ihtiyaç duyduğu uzman personelin yetiştirilmesine özel önem verilmeli ve buna yönelik motivasyon uygulamaları (ödüllendirme gibi) yapılmalıdır.

3.4. Teknik Altyapı

Nanoteknoloji alanında "küresel entegrasyon"u yakalamak için ülkemizin bu sektördeki teknik altyapısını en hızlı şekilde oluşturmamız gerekmektedir.

- Nanoteknoloji merkezlerinin belli alanlarda uzmanlaşmaları yönünde bir planlamanın ve eğilimin bulunmaması,
- Mevcut nanoteknoloji merkezlerinde yapılan araştırmaların envanterinin ve bu araştırmalara erişilebilecek ulusal bir veri tabanının bulunmaması,
- Nanoteknoloji konusunda üniversitelerde ve sanayi firmalarında çalışan araştırmacı ve uzmanların envanterinin bulunmaması,
- Mevcut nanoteknoloji Ar-Ge merkezleri ile araştırma merkezlerinin sayıca yetersiz olması ve bu merkezlerin branşlaşma ile belli alanlarda uzmanlaşmaları yönünde bir planlamanın ve eğilimin bulunmaması,
- Temel ve orta eğitimde toplumun nanoteknoloji konusunda yeterli bilgilendirilmemesi

Nanoteknoloji alanında teknik altyapının olumsuzlukları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu olumsuzlukların giderilmesi için, nanoteknoloji alanında hizmet veren tüm kamu ve özel sektör paydaşlarına büyük rol düşmektedir. Bu anlamda, araştırma altyapısı desteklenmeli ve geliştirilmeli, nanoteknoloji alanındaki büyük ölçekli Ar-Ge projeleri desteklenmeli, "Ulusal Nanoteknoloji Envanteri" oluşturulmalı ve nanoteknoloji konusunda KOBİ'lere yönelik destek ve teknik eğitimler verilmelidir.

3.5. Üretim Kapasitesi

Nanoteknoloji konusunda bilimsel araştırma yürütecek nitelikli insan gücünün yetersiz olması, nanoteknolojinin üretimde kullanımı konusunda yetkinlik kazanmış ara eleman eksikliği, araştırma geliştirme ve üretim aşamalarında görev yapabilecek nitelikli insan kaynağının yetersizliği sebepleriyle yapılan Ar-Ge yatırımlarının istenilen etkinliğe ulaşamaması, nanoteknolojik girişimcilikte rekabet gücümüzün yeterince yüksek olmaması, nanoteknoloji araştırmalarının ticarileşmesi sürecini desteklemek üzere oluşturulmuş

finansman ve girişimcilik destek programlarının bulunmaması bu alanda üretim kapasitemizin gelişimini engelleyen öncelikli sorunlardır.

Nanoteknoloji alanında üretim kapasitemizi geliştirmek için; insan kaynakları, finansman altyapısı ve girişimcilik ile birlikte katma değeri yüksek ürün üretebilme yeteneği geliştirilmeli, nanoteknoloji araştırmalarına yapılan devlet yatırımlarının ve desteklerinin etkinliği ölçülmeli ve değerlendirilmelidir. Bu şekilde, daha az hammadde ve enerji kullanılarak elde edilen ürünlerin maliyetinin düşmesi sağlanırken yüksek performanslı yani daha kaliteli ve sağlam ürünler elde edilebilir.

Dünya pazarına entegrasyon, AB fonlarından daha etkin yararlanabilme potansiyelinden ve Türkiye'nin ara malları üretimindeki rekabet şansının yüksek oluşundan yararlanılmalıdır.

Nanoteknolojinin farklı sektörlerde etkileri, yaratabileceği olanaklar ve bu olanaklardan faydalanmak için geliştirilecek stratejiler konusunda çalışma yapan sektörel platformların eksikliği ve sektörel nanoteknoloji stratejileri izlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik performans kriterlerinin olmaması nanoteknolojik uygulamaların yaygınlaştırılmasını güçleştirmektedir. Nanoteknoloji uygulamaları için hedef sektörlerin belirlenmesi ve bu sektörlerde izlenecek stratejiler ile performans kriterlerinin oluşturulması gerekmektedir.

3.6. İşbirliği ve Koordinasyon

Nanoteknoloji alanında; kamu, üniversite, sanayi arasındaki ve üniversiteler arasındaki eşgüdüm eksikliği, küçük firmaların üniversitelere ulaşmasında yaşanan güçlükler ve nanoteknoloji alanında sanal bir platformun olmaması işbirliği ve koordinasyonun sağlanmasının önündeki engelleri oluşturmaktadır.

Bunun için, nanoteknoloji alanında ulusal ve uluslararası işbirlikleri ile kamu üniversite sanayi işbirliğini güçlendirecek, eşgüdüm sağlayacak sürdürülebilir şemsiye bir yapı kurulmalıdır.

4. VİZYON, GENEL AMAÇ, HEDEFLER ve EYLEMLER

4.1. Vizyon

Nanoteknoloji alanında altyapısını ve insan kaynağını güçlendirerek küresel ihtiyaçları karşılayabilen bir ülke olmak.

4.2. Genel Amaç

Nanoteknoloji alanını sürekli geliştiren, yeni ürünlerden en etkin şekilde yararlanarak katma değer yaratan ve ihracat payını artıran bir ülke konumuna yükselmek.

4.3. Hedefler ve Eylemler

Strateji belgesi hazırlıkları çerçevesinde gerçekleştirilen çalıştay çıktıları, ilgili kurum ve kuruluş görüşleri neticesinde 4 hedef altında; eylemler, bu eylemleri gerçekleştirmekten sorumlu kuruluşlar, ilgili kuruluşlar ve eylemlerin gerçekleştirilmesi için gerekli süreler, performans göstergeleri ile her bir eyleme ilişkin açıklamaları içeren bölüm (15 eylem) belirlenmiştir. Söz konusu eylemler ve bu eylemlerin hangi hedeflerin kapsamında değerlendirileceği aşağıda belirtilmiş olup stratejinin Eylem Planı ise ayrı bir başlık altında verilmiştir.

HEDEF 1: Hukuki ve İdari Düzenlemeleri Yapmak

HEDEF 2: Teknik Altyapıyı İyileştirmek

HEDEF 3: Üretim Kapasitesini Geliştirmek

HEDEF 4: İşbirliği ve Koordinasyonu Sağlamak

HEDEF 1: HUKUKİ VE İDARİ DÜZENLEMELERİ YAPMAK

EYLEM 1.1: "Türkiye Nanoteknoloji Çalışma Grubu" kurulacaktır.

EYLEM 1.2: Nanoteknoloji alanında ülkemizin ihtiyaç duyduğu standartlar hazırlanacaktır.

EYLEM 1.3: Nanoteknoloji ile ilgili dünyadaki gelişmiş ülke uygulamaları incelenerek iyi modellerin ülkemizde uygulanması sağlanacaktır.

EYLEM 1.4: Nanoteknoloji konusunda sektörel ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak insan kaynağının geliştirilmesi, branslaşma ve belli alanlarda uzmanlaşma sağlanarak tam zaman eşdeğer araştırmacı sayısı artırılacaktır.

EYLEM 1.5: Doçentlik sınavı başvuru alanlarında nanoteknoloji alanının da tanınmasına yönelik düzenleme yapılacaktır.

EYLEM 1.6: "Türkiye Nanoteknoloji Ödülü" verilecektir.

HEDEF 2: TEKNİK ALTYAPIYI İYİLEŞTİRMEK

EYLEM 2.1: Nanoteknoloji alanında araştırma altyapıları desteklenecek ve mevcut olanların geliştirilmesi sağlanacaktır.

EYLEM 2.2: "Nanoteknoloji Ar-Ge Envanteri" oluşturulacaktır.

EYLEM 2.3: Nanoteknoloji konusunda farkındalığı artırmak için KOBİ'lere yönelik eğitimler verilecektir.

EYLEM 2.4: TÜBİTAK MAM bünyesinde nanoteknoloji alanına özgü bir yapılanmaya gidilecektir.

HEDEF 3: ÜRETİM KAPASİTESİNİ GELİŞTİRMEK

EYLEM 3.1: Nanoteknoloji alanında yenilikçi iş fikirleri ve projeleri olan girişimciler öncelikli olarak desteklenecektir.

EYLEM 3.2: Nanoteknoloji alanında sektörel analizler yapılarak stratejiler belirlenecek ve sektörel uygulamalar yaygınlaştırılacaktır.

HEDEF 4: İŞBİRLİĞİ VE KOORDİNASYONU SAĞLAMAK

EYLEM 4.1: Nanoteknoloji alanında diğer ülkelerde bulunan araştırma merkezleri ve firmalar ile ülkemizdeki paydaşların ortak çalışmalar yapması sağlanacaktır.

EYLEM 4.2: Toplumda nanoteknoloji alanındaki farkındalık güçlendirilecektir.

EYLEM 4.3: Nanoteknoloji araştırmalarına verilen kamu desteklerinin etkinliği ölçülecektir.

VİZYON

Nanoteknoloji alanında altyapısını ve insan kaynağını güçlendirerek küresel ihtiyaçları karşılayabilen bir ülke olmak

GENEL AMAC

Nanoteknoloji alanını sürekli geliştiren, yeni türlerden en etkin şekilde yararlanarak katma değer yaratan ve ihracat payını artıran bir ülke konumuna yükselmek

Hedef-1

Hukuki ve İdari
Düzenlemeleri
Yapmak

Hedef-3

Üretim
Kapasitesini
Geliştirmek

Hedef-2

Teknik Altyapıyı
İyileştirmek

Hedef-4

İşbirliği ve
Koordinasyonu
Sağlamak

GZFB
Analiz

EYLEMLER

UYGULAMA, İZLEME VE DEĞERLENDİRME MEKANİZMASI

Şekil 4. Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı Genel Çerçevesi

5. EYLEM PLANI

HEDEF 1: HUKUKİ VE İDARİ DÜZENLEMELERİ YAPMAK

NO	EYLEM ADI	SORUMLU KURULUŞ	İLGİLİ KURULUŞ	SÜRE	AÇIKLAMA
1.1	"Türkiye Nanoteknoloji Çalışma Grubu" kurulacaktır.	ESTB	Kalkınma Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Savunma Sanayii Müsteşarlığı, YÖK, TÜBİTAK, KOSGEB, Üniversiteler, Araştırma Altyapıları, Enstitüler ve STK'lar,	Mart 2017 Aralık 2017	Oluşturulacak Çalışma Grubunun; nanoteknoloji çalışmalarını ülke genelinde planlaması, koordine etmesi, yönlendirmesi, sektörel hedefler belirlemesi, ülke incelemeleri yapması/yaptırması, insan kaynağının geliştirilmesine yönelik öneriler sunması, taksonomi çalışmalarını koordine etmesi, ihtiyaç duyulan altyapıların belirlenmesi, potansiyel araştırma alanlarının tespit edilmesi, karşılaşılan engellerin ve darboğazların tespiti, teknolojik hazırlık/olgunluk durumu, pazar incelemeleri, teknolojik ve bilimsel riskler gibi alanlarda raporlar hazırlayarak Bakanlığa öneriler sunulması gibi çalışmalar yürütmesi amaçlanmaktadır. (Çalışma grubu oluşturulması)
1.2	Nanoteknoloji alanında ülkemizin ihtiyaç duyduğu	TSE	BSTB, Sağlık Bakanlığı, Çalışma ve	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji ile ilgili sağlık, güvenlik, tüketicinin korunması, etik ve çevresel alanlarda

	standartlar hazırlanacaktır.		Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, TÜBİTAK MAM, TÜRKAK, Üniversiteler		düzenlemeler yapılması, uluslararası kuruluşlarda bu konuda yapılan çalışmalara katılım sağlanması ve ulusal standart ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanmaktadır. (Hazırlanan standart sayısı)
1.3	Nanoteknoloji ile ilgili dünyadaki gelişmiş ülke uygulamaları incelenerek iyi modellerin ülkemizde uygulanması sağlanacaktır.	BSTB	Kalkınma Bakanlığı, Dış İşleri Bakanlığı, Avrupa Birliği Bakanlığı, TÜBİTAK, YÖK	Mart 2017 Mart 2018	Dünyadaki iyi uygulamalar araştırılarak bu uygulamaları ve Türkiye için model önerisini içeren model hazırlanacaktır. (Hazırlanan rapor sayısı)
1.4	Nanoteknoloji konusunda sektörel ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak insan kaynağının geliştirilmesi, brainşma ve belli alanlarda uzmanlaşma sağlanarak TZE araştırmacı sayısı artırılacaktır.	YÖK	Üniversiteler, MEB, TÜBİTAK	Mart 2017 Aralık 2018	Üniversitelerdeki yükseköğretim programları, öğretim üyesi yetiştirme programları (ÖYP), yurtdışı burs programları gibi uygulamaların, nanoteknoloji konusunda farklı sektörlerde uzmanlaşmış mezunların yetiştirilmesini destekleyecek şekilde gözden geçirilmesi amaçlanmaktadır. (Nanoteknoloji alanında uzmanlaşan TZE araştırmacı sayısı)

1.5	Doçentlik sınavı başvuru alanlarında nanoteknoloji alanını da tanınmasına yönelik düzenleme yapılacaktır.	YÖK	Üniversiteler, BSTB, TÜBİTAK	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji veya ilgili disiplinlerde lisansüstü çalışmasını tamamlamış olan kişilerin ve/veya bu konularda çalışanların doçentlik sınavı tanınmasına yönelik düzenleme yapılması amaçlanmaktadır. Bu düzenleme ile sektörün gereksinimlerine cevap verebilecek nitelikte insan gücünün yetiştirilmesi hedeflenmektedir. (Düzenlemeler yapılması)
1.6	"Türkiye Nanoteknoloji Ödülü" verilecektir.	BSTB	Üniversiteler, Kalkınma Bakanlığı, TÜBİTAK, KOSGEB, TOBB	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji alanında en çok katkı veren kişi veya firmalar seçilerek düzenli aralıklarla "Türkiye Nanoteknoloji Ödülü" verilecektir. (Nanoteknoloji alanında verilen ödül sayısı)

HEDEF 2: TEKNİK ALTYAPİYİ İYİLEŞTİRMEK

NO	EYLEM ADI	SORUMLU KURULUŞ	İLGİLİ KURULUŞ	SÜRE	AÇIKLAMA
2.1	Nanoteknoloji alanında araştırma altyapıları desteklenecek ve mevcut olanların geliştirilmesi sağlanacaktır.	Kalkınma Bakanlığı	BSTB, YÖK, TÜBİTAK	Mart 2017 Aralık 2018	Araştırma gruplarının nanoteknoloji alanında araştırmalarını yürütmeleri ve geliştirmeleri için kullandıkları olanakların iyileştirilmesi, desteklenmesi ve özel sektör ihtiyaçları da dikkate alınarak araştırma altyapılarının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. (Nanoteknoloji alanında araştırma altyapılarına sağlanan destek miktarı)
2.2	"Nanoteknoloji Ar-Ge Envanteri" oluşturulacaktır.	BSTB	Üniversiteler, Araştırma Altyapıları, TÜK, TÜBİTAK, KOSGEB	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji ile ilgili ulusal göstergelerin oluşturulması, sektörel boyutunun tespit edilmesi ve bu alanda çalışma yürüten araştırmacılar ve araştırma kurumlarının birleştirilmesi amaçlanmaktadır. (Envanterin oluşturularak raporlanması)
2.3	Nanoteknoloji konusunda farkındalığı artırmak için KOBİ'lere yönelik	KOSGEB	BSTB, TÜBİTAK, Üniversiteler, Enstitüler, ilgili	Mart 2017 Aralık 2018	Bölgesel öncelikler dikkate alınarak, gerek nanoteknoloji ile ilgili sanayideki farkındalığı artırmaya yönelik gerekse nanoteknolojinin

	uygulamalı eğitimler verilecektir.		STK'lar, OSB'ler		sektörlerdeki kullanımına yönelik, sektörel bazlı ve uygulamalı eğitimler ile bilgilendirmeler yapılması amaçlanmaktadır. (Nanoteknolojinin sektörel uygulamalara yönelik verilen eğitim sayısı)
2.4	TÜBİTAK MAM bünyesinde nanoteknoloji alanına özgü bir yapılamaya gidilecektir.	TÜBİTAK	BSTB, Kalkınma Bakanlığı, Üniversiteler, İlgili STK'lar	Mart 2017 Aralık 2018	TÜBİTAK MAM bünyesindeki Malzeme Enstitüsü nanoteknolojideki ihtiyaçlara cevap verecek ve bu çalışmaları koordine edecek şekilde yapılandırılacaktır. (Yeni yapının oluşturularak uygulamaya konulması)

HEDEF 3: ÜRETİM KAPASİTESİNİ GELİŞTİRMEK

NO	EYLEM ADI	SORUMLU KURULUŞ	İLGİLİ KURULUŞ	SÜRE	AÇIKLAMA
3.1	Nanoteknoloji alanında yenilikçi iş fikirleri ve projeleri olan girişimci olarak öncelikli olarak desteklenecektir.	TÜBİTAK	BSTB, KOSGEB, Kalkınma Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji alanındaki projeler öncelikli olarak desteklenecek ve bu alanda yenilikçi iş fikri olan girişimci bu fikirlerinin ticarileşmesi sağlanacaktır. (Nanoteknoloji alanında desteklenen girişimci sayısı)
3.2	Nanoteknoloji alanında sektörel analizler yapılarak stratejiler belirlenecek ve sektörel uygulamalar yaygınlaştırılacaktır.	BSTB	YÖK, Üniversiteler, Ar-Ge Akyapıları, Enstitüler, İlgili STK'lar	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji alanında çalışan firma ve araştırmaları kapsayan saha çalışma raporu ve yaygın uygulama alanı bulan sektörler için yol haritaları hazırlanması amaçlanmaktadır. (Nanoteknoloji alanında hazırlanan sektörel analiz raporu sayısı)

HEDEF 4: İŞBİRLİĞİ VE KOORDİNASYONU SAĞLAMAK

NO	EYLEM ADI	SORUMLU KURULUŞ	İLGİLİ KURULUŞ	SÜRE	AÇIKLAMA
4.1	Nanoteknoloji alanında diğer ülkelerde bulunan araştırma merkezleri ve firmalar ile ülkemizdeki paydaşların ortak çalışmalar yapması sağlanacaktır.	TÜBİTAK	BSTB, Üniversiteler, Araştırma Akyapıları	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji alanında araştırma yapan dünyadaki büyük merkezlerle iletişimi artırmak, ağ yapılarına dahil olmak ve ortak çalışmalar yürütmek amaçlanmaktadır. (Nanoteknoloji alanında yapılan uluslararası işbirliği sayısı)
4.2	Toplumda nanoteknoloji alanındaki farkındalık güçlendirilecektir.	BSTB, TÜBİTAK	MEB, ilgili STK'lar	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji konusu topluma doğru anlatılacak ve orta öğretimden itibaren bilgilendirme başlatılacaktır. Bilim merkezlerinde nanoteknolojiyi tanıttak deney setleri bulundurulacaktır. Kamu spotu hazırlanacaktır. (-Kamu spotunu hazırlanması, -Nanoteknoloji deney seti bulunan Bilim Merkezi sayısı)

4.3	Nanoteknoloji araştırmalara verilen kamu desteklerinin etkinliği ölçülecektir.	BSTB	TUBITAK, KOSGEB, Kalkınma Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı	Mart 2017 Aralık 2018	Nanoteknoloji araştırmalara yapılan devlet yatırımlarının ve desteklerinin etkinliği ölçülecek ve planlama çalışmalarında kullanılacaktır. (Etki analizi rapor sayısı)
-----	--	------	--	--------------------------	--

6. UYGULAMA, İZLEME VE DEĞERLENDİRME

“Nanoteknoloji alanını sürekli geliştiren, yeni ürünlerden en etkin şekilde yararlanarak katma değer yaratan ve ihracat payını artırarak uluslararası alanda dikkat çeken bir ülke konumuna yükselmek” genel amacı ve

Hukuki ve İdari düzenlemeleri yapmak,

Teknik altyapıyı iyileştirmek,

Üretim kapasitesini geliştirmek ve

İşbirliği ve koordinasyonu sağlamak

temel hedefleriyle “Türkiye Nanoteknoloji Stratejisi ve Eylem Planı” hazırlanmıştır. Söz konusu eylem planı, eylemlerin hangi kurumlar tarafından, hangi kurumlarla işbirliği içerisinde, hangi sürede gerçekleştirileceğini ve eylemin çerçevesini tanımlamaktadır.

Sektörün değişim ve dönüşüm stratejisi ile tüm paydaşların hemfikir olduğu eylem planı ve öngörülen tedbirlerin uygulanmasının izlenmesi; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yapılacaktır.

Strateji ve Eylem Planı'nın uygulama, izleme ve değerlendirme süreci, *Yönlendirme Kurulu* tarafından takip edilecektir. Eylemlerden sorumlu kurum ve kuruluş temsilcileri ile TOBB temsilcisinin yer aldığı Yönlendirme Kurulu, gerektiği takdirde eylem planı üzerinde revizyon gerçekleştirebilecektir. Altı ayda bir toplanacak olan Yönlendirme Kurulu'nun Başkanlığı Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Bilim ve Teknoloji Genel Müdürü tarafından yürütülecektir. Yönlendirme Kurulu toplantılarına gerektiğinde ilgili diğer kurum ve kuruluşların yetkilileri de davet edilebilecektir.

Sorumlu kurum ve kuruluşlar, sorumlu buldukları eylemlere ilişkin gelişmeleri ilgili kuruluşlarla koordine ederek altışar aylık dönemler halinde Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na bildirecektir. Sekreteryaya, tarafından altı ayda bir Uygulama, İzleme ve Değerlendirme Raporu hazırlanarak Yönlendirme Kurulu'na sunulacaktır.

Yönlendirme Kurulu tarafından karar alınması durumunda eylem bazında çalışma grupları oluşturulabilecektir.