



Nanoteknoloji İnovasyon Sistemi: Türkiye Tekstil Sektörü Örneği¹

Nanotechnology Innovation System: The Case of Turkish Textile Industry

Dr. Ender Sevinç²

Başvuru Tarihi: 05.01.2018

Kabul Tarihi: 11.02.2019

Öz

Bilgi ve teknoloji rekabet ve üretim süreçlerinde her geçen gün daha fazla ağırlık kazanmaktadır. Son yıllarda yeni teknolojilerde yaşanan muazzam gelişmeler ile birlikte rekabet kavramı, daha karmaşık bir yapıya dönüşerek piyasa içi dinamiklerin yanında piyasa dışı dinamikleri de kapsar hale gelmiştir. Yeni teknolojilerin sunmuş olduğu yeniliklerden geri kalmak istemeyen ülkeler son yıllarda bu alanlara desteğini arttırmıştır. Günümüzün yeni teknolojilerinden biri olan nanoteknoloji de yeni, farklı ve üstün özellikli ürünler üretilmesine olanak sağladığı için her geçen gün daha fazla ilgiyi üzerine çekmektedir. Bu çalışmada son yıllarda itibar ve rekabet gücü kaybeden, ülkemizin geleneksel endüstrilerinden biri olan tekstil endüstrisinde nanoteknolojinin gelişim süreci kurumlar üzerinden incelenmiştir. Nanoteknoloji faaliyetleri yürüten akademisyen ve firma Ar-Ge personelleriyle mülakatlar yapılarak Türkiye tekstil endüstrisinde nanoteknolojinin mevcut durumunun keşfi ve geliştirilmesi adına önerilerin geliştirilmesi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Sonuç olarak; akademi ve endüstrinin nanoteknoloji bilgi stoğunun henüz gelişmediği ve bu aktörler arasındaki bilgi akışının da etkin olarak sağlanamadığı sonucuna varılmıştır. Çok disiplinli eğitim sisteminin sağlanamaması, proje ve araştırma kültürü eksikliği, akademi ve endüstri arasındaki ilişkilerin zayıf olması, yabancı kurumlar ile ilişkilerin zayıf olması, fikri mülkiyet korumasının yeterli olmaması ve farkındalığın henüz sağlanamamış olması, Türkiye tekstil endüstrisinde, nanoteknolojinin gelişmesi önündeki ana engeller olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji, Nanoteknoloji İnovasyon Sistemi, Teknolojik Gelişme

Abstract

Information and technology are gaining more importance in competition and production process. In recent years, the concept of competition, with the enormous developments in emerging technologies, has turned into a more complex structure and it has also included non-market dynamics as well as

¹ Bu çalışma Ender Sevinç'in doktora tez çalışmasından türetilmiştir. Ender Sevinç. Nanoteknoloji İnovasyon Sistemi: Türkiye Tekstil Sektörü Örneği. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası İktisat Bilim Dalı. 2017.

² Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, endersevinc86@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7670-722X

in-market dynamics. In recent years, countries that do not want to fall behind from the innovations offered by emerging technologies have increased their supports for these technologies. One of today's emerging technologies, nanotechnology, attracts more attention every day as it enables the production of new, different and superior products. In this study, development process of nanotechnology in textile industry, one of the traditional industries in Turkey, has been examined through institutions. In recent years, this industry has lost its reputation and competitive power. To analyse the conditions for nanotechnology and to propose suggestions for the future trends, interviews with academicians and R&D workers who has a number of research on nanotechnology in textile industry have been done. It is observed that level and flow of the knowledge of this technology in academia and the industry has not been in a level that is aimed. The lack of multi-disciplinary education system and multi-disciplinary research culture, weak cooperation between university and industry, weak relations with foreign institutions, insufficient intellectual property rights and disability to provide acceptance have been observed as the main obstacles for development of nanotechnology in textile industry in Turkey.

Keywords: *Nanotechnology, Nanotechnology Innovation Systems, Technological Development*

Giriş

Ekonomiler arası gelişmişlik farklılığının artması ve küreselleşmenin daha da hız kazanmasıyla rekabet kavramı üzerinde durulan bir konu haline gelmiştir. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD)'ne göre, bir ülkenin rekabetçi pozisyonu, uluslararası piyasalarda yapmış olduğu ticarete karşılaştığı avantaj ve dezavantajlara göre belirlenmektedir.³ Fakat bu avantaj ve dezavantajlar günümüzde oldukça karmaşık bir durum almıştır. Rekabet gücünü arttırmak adına ülkelerin izlemiş olduğu politika ve stratejilerin de etkisiyle rekabet gücüne etki eden piyasa içi dinamiklerin yanına piyasa dışı dinamikler de eklenmiştir.

1980'lere kadar karlılık düzeyi, devalüasyon, ücretlerin ve maliyetlerin düşürülmesi rekabet gücü kazanmanın birincil yolu olarak görülerek, rekabet gücünün artırılmasında fiyat dışı unsurlara gereken önem verilmemiştir (Lundvall, 2005, 6). Fakat günümüzde bu unsurlara, fiyat ve ürün farklılaştırması, kalite, yeni pazarların keşfi, bilgi ve teknoloji yoğunluğu gibi çeşitli faktörlerin yanında siyasi, sosyal ve kültürel etkenlerin de eklendiği görülmektedir. Ayrıca 19. yy. ikinci yarısında gerçekleşen ikinci sanayi devrimi ile birlikte bilgi ve teknolojinin gelişimi hız kazanarak, rekabet gücü üzerindeki etkisi artmıştır (Castells, 2008, 43).

Bilgi ve teknolojiyi etkin bir biçimde kullanma çabaları sonucu, bilim ve teknoloji daha kolay ve hızlı anlaşılabilir hale gelmiş, teknolojinin ürün ve üretim süreçlerinde kullanılması yaygınlık kazanmış, yeni uygulama alanları keşfedilmiş ve yeni teknolojiler yaygınlık kazanmaya başlamıştır (Dahlman, 2007, 47). Araştırma olanaklarının ve faaliyetlerinin de artmasıyla disiplinlerin sınırlarının aşılması ve iç içe girmeye başlaması, bilim ve teknolojiyi çok disiplinli bir hale sokmaya başlamıştır. Dolayısıyla birçok disiplinin ortak çalışma alanı olan yeni teknolojiler de bu

³ OECD Glossary (Erişim Tarihi: 07.10.2016) (<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=399>)

sayede yükselmeye başlamıştır. Özellikle 1950 sonrası yeni teknolojilerin bilim ve teknoloji dünyasında ağırlık kazanmaya başlamasıyla rekabet anlayışı da tekrardan değişmeye başlamıştır.

Yeni teknolojiler; aktörler, kurumlar ve bunlar arasındaki ilişki ve etkileşimleri ilgili bilgi üretim süreçleri çerçevesinde şekillendirerek, sosyoekonomik etkiler yaratabilen, yeni, radikal ve hızlı gelişen teknolojiler şeklinde tanımlanmaktadır (Rotolo vd., 2015, 1833). Bu teknolojiler, uygulama alanlarında belirgin etkiler yaratarak yeni endüstrilerin oluşması ya da var olanların dönüştürülmesinde etkili olan, radikal inovasyona olanak sağlayan ve araştırma alanlarının yakınsaması sonucu ortaya çıkan teknolojilerdir (Day & Schoemaker, 2000, 30). Yeni teknolojilerin bilgi tabanını var olan teknolojiler oluşturmaktadır. Fakat etkinliği, amacı, gelişim süreci, uygulama alanları, etkileşimde olduğu disiplinler, gereksinimleri gibi noktalarda yeni teknolojiler diğerlerinden ayrılabilir (Bonaccorsi, 2008, 285-315).

Yunanca cüce anlamına gelen “*nanos*” kelimesinden gelen nano, ölçü birimi olarak metrenin milyarda biri (10^{-9}) olarak kabul görmektedir. Bu oldukça küçük bir aralığa tekabül etmektedir. Örneğin, bir kâğıt parçası, 100.000 nanometre (nm), bir DNA çift sarmalının çapı yaklaşık 2,5 nm, antikolarlar 15-50 nm, su molekülü 0,24 nm, bir insan saçı 80.000-100.000 nm boyutundadır.⁴ ABD Ulusal Bilim Vakfı'nın (NSF) tanımına göre nanoteknoloji; “*nano ölçekte maddeleri ve davranışlarını anlamayı sağlayan, özgün özelliklere ve fonksiyonlara sahip yapı, aygıt ve sistemlerin oluşturulmasına olanak tanıyan, yaklaşık olarak 1-100 nanometre düzeyinde atomik, moleküler ve makro moleküler çalışma alanı*”⁵ şeklinde tanımlanmaktadır. Nanoteknolojinin çalışma sınırının nano ölçek düzeyinde belirlenmesi, bu teknolojiye çok geniş bir özgürlük ve uygulama alanı sunmaktadır. Tekstil, enerji, tıp, biyoloji, elektronik, bilgisayar gibi birçok alanda uygulama alanı bulabilmektedir.

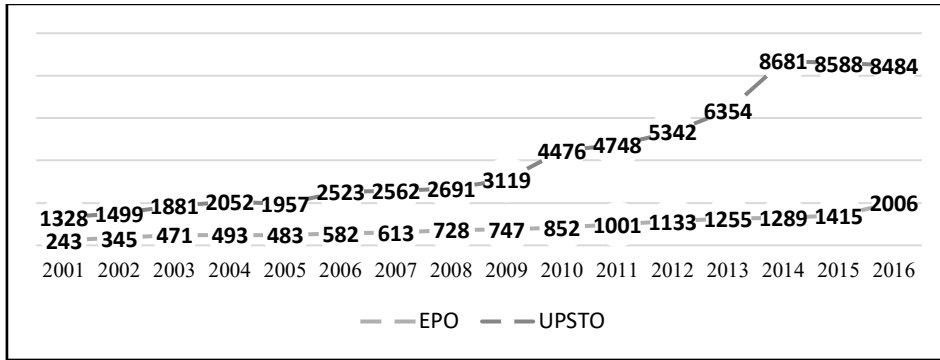
50 nm altındaki ölçekte kuantum fiziği kanunları geçerli olduğundan dolayı nanoteknolojinin temelinde kuantum fiziği yer almaktadır (OECD, 2009, 3). Nanoteknoloji maddeye nano ölçekte kontrolüne imkân verdiği için dolayı, maddelerin fiziksel ve yapısal özelliklerinde değişim sağlanarak, kimyasal özellikleri değiştirilmeksizin iletkenlik, dayanıklılık, atom yapısı, rengi, esnekliği, tepkiselliği gibi birçok özelliğinde değişimler gerçekleşebilmektedir (Renn & Roco, 2006, 153). Bu sayede amaç ve ihtiyaçlara uygun olarak, daha dayanıklı, daha iletken, daha hızlı, daha esnek gibi birçok yeni ve üstün özelliğe sahip yapılar üretmek mümkün olabilmektedir. Bunun yanında üretim süreçlerinin dönüştürülmesi, yeni hammadde/kaynakların keşfi ve yeni pazarların oluşmasına da öncülük ederek radikal inovasyon için ortam hazırlamaktadır (Wullweber, 2015, 49).

1990'ların sonlarından itibaren nanoteknoloji yoğun ilgi görmeye başlamıştır. Bu teknolojinin sağlayacağı avantajlardan geri kalmak istemeyen ülkeler, kamu desteklerini arttırmış, araştırmacıları bu alana teşvik etmiş ve altyapıyı güçlendirmeye çalışmıştır. Aynı zamanda nanoteknoloji faaliyetlerinin koordine edilmesi ve desteklenmesi amacıyla da nanoteknoloji merkezlerini faaliyete geçirmeye başlamışlardır. ABD'de Ulusal Nanoteknoloji Girişimi'nin (NNI) faaliyeti geçmesi ile başlayan bu süreç, diğer ülkeleri de nanoteknoloji merkezlerini hayata geçirmeye teşvik etmiştir.

⁴ <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/nano-size> (Erişim Tarihi: 18.07.2017)

⁵ https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=100602 (Erişim Tarihi: 04.01.2018)

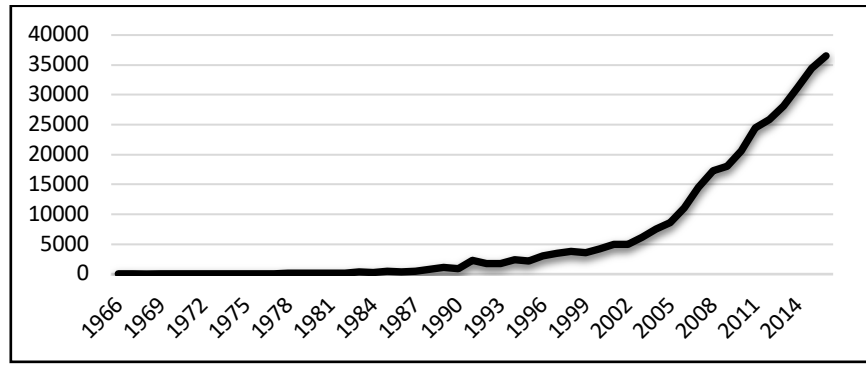
Şekil 1’de nanoteknoloji patentlerinin gelişimi gösterilmiştir. Patentlerin nanoteknoloji merkezlerinin faaliyete geçirilmesinden itibaren istikrarlı bir biçimde artış gösterdiği görülmektedir. Amerikan Patent Enstitüsü (UPSTO)’ne kayıtlı patentlerin %56,83 gibi büyük bir kısmı ABD’ye ait iken, Japonya (%10,41), Güney Kore (%7,62), Tayvan (%5,67) ve Almanya (%4,2) ABD’yi takip etmektedir. Avrupa Patent Ofisi (EPO)’nde kayıtlı patentlerin ise %29,83’lük kısmı yine ABD’ye aitken, sırasıyla Almanya (%18,08), Fransa (%10,98), Japonya (%9,92) ve Güney Kore (%4,44) en fazla kayıtlı patente sahip olan diğer ülkelerdir. Hem EPO hem de UPSTO’da Türkiye’ye ait nanoteknoloji patentleri ise oldukça düşük seviyede kalmıştır. Nanoteknoloji patentlerinde Türkiye’nin EPO’daki payı %0,2 iken, UPSTO’da ise %0,04 düzeyindedir.



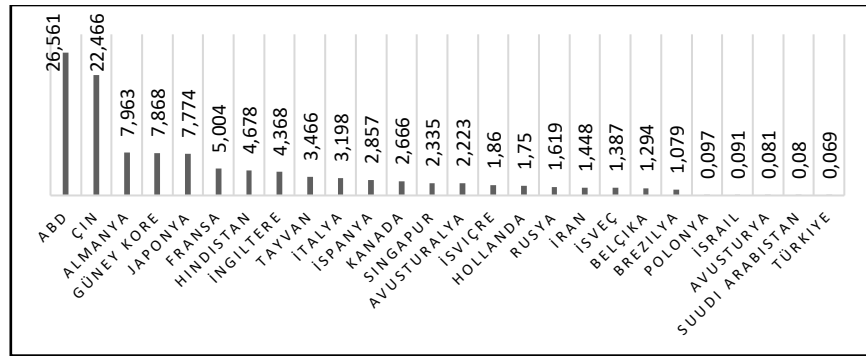
Kaynak: <http://statnano.com> (Erişim Tarihi: 05.05.2017)

Şekil 1. Nanoteknoloji Patentlerinin Gelişimi (2001-2016)

Nanoteknoloji alanında yayınlanmış akademik yayınların verileri Thomson-Reuters Web of Science, SCI Expanded veri tabanından alınmıştır. Şekil 2’de görüldüğü üzere 1990’lı yıllardan itibaren yayın sayısı artış trendine girerek, nanoteknoloji faaliyetlerinin hızlandırılması ve nanoteknolojinin stratejik alanlar içinde yer alarak desteklenmesi ile birlikte bu artış trendinin daha da hızlandığı görülmektedir. Şekil 3’de ise yayınların ülkelere göre dağılımı verilmiştir. ABD ve Çin başı çekerken Türkiye’nin ise %0,069 payı ile oldukça gerilerde kaldığı görülmektedir.



Şekil 2. Dünyada Nanoteknoloji Yayınlarının Gelişimi (1966-2016)**



Şekil 3. Nanoteknoloji Yayınlarının Ülkelere Göre Dağılımı (%)

Bu çalışma çağımızın en önemli teknolojilerinden biri olan nanoteknolojinin gelişim süreçlerini sektörel bazda incelemektedir. Son yıllarda rekabet gücü kaybeden ve liderliği ağırlıklı olarak Asya ülkelerine bırakan Türkiye tekstil endüstrisinin, nanoteknolojik ürünler ile kalite ve rekabet avantajı sağlayarak atılım yapması amacıyla nanoteknolojiyi öğrenme, kullanma, geliştirme ve inovasyona dönüştürme süreçleri bu çalışmada detaylı olarak incelenmektedir. Literatürde nanoteknoloji üzerine bu tarz çalışmaların azlığı ele alındığında, bu çalışma Türkiye’de sektörel olarak nanoteknoloji inovasyon süreçlerini inceleyen ve analiz eden ilk çalışmalardan biri konumundadır. Bu çalışmanın amacı, bir sonraki bölümde ele alınacak olan inovasyon süreçlerinin, Türkiye tekstil endüstrisinde faaliyet gösteren akademisyen ve firma Ar-Ge personelleri ile mülakatlar gerçekleştirilerek analiz edilmesi ve nanoteknoloji bilgi birikiminin sağlanarak inovasyona dönüştürülmesi sürecine öneriler getirmektir.

Nanoteknoloji İnovasyon Sistemi (NanoİS)

Yeni teknolojilerin gelişme sürecine etki eden farklı aktör ve kurumlar mevcuttur. İnovasyon sistemleri bu heterojen aktör ve kurumların yanında bunlar arasında kurulan ilişki ve etkileşimi de dikkate almaktadır. Dolayısıyla bu durum nanoteknoloji gibi çok disiplinli bir teknolojinin gelişim sürecinin incelenmesini zorlaştırabilmektedir. Bu sebeple literatürde belirli aktör ve kurumlara odaklanarak analiz yapılmaya çalışılmıştır.

** WC=(Nanoscience & Nanotechnology) Refined by: DOCUMENT TYPES: (ARTICLE OR PROCEEDINGS PAPER OR NOTE OR REVIEW OR LETTER OR BOOK CHAPTER)

Örneğin; Gaponenko, Rusya NanoİS üzerine yapmış olduğu çalışmada, NanoİS'te faaliyet gösteren kurumlar üzerine yoğunlaşmış ve ana kurumları; politika yapıcılar, bilim teknoloji ve inovasyon politikaları, finansal altyapı, bilginin üretilmesinde yer alan kuruluşlar ve nanoteknoloji pazarı olarak belirlemiştir (Gaponenko, 2007, 10). Yapmış olduğu analizde devlet aktörünü, nanoteknoloji bilgisinin üretilmesinden, ticarileştirilmesine kadar aktif rol oynayan ana aktörlerden biri olarak göstermiştir.

Islam & Miyazaki (2009b) ve Islam & Ozcan (2013) ise NanoİS'i 4 ana kutupta incelemiştir:

1. Bilim Kutbu: (Akademik laboratuvar, Ar-Ge merkezleri, üniversiteler...)
2. Teknoloji Kutbu: (Geliştirme ve dizayn departmanları...)
3. Piyasa Kutbu: (Firmalar, tüketiciler...)
4. Finans Kutbu: (Finansman kuruluşları, acenteler...)

İki çalışmada da nanoteknolojinin bilim tabanlı bir teknoloji olduğu vurgulanarak, bilim ve teknoloji kutuplarının birincil öneme sahip olduğu üzerinde durulmuştur. Islam ve Miyazaki başka bir çalışmasında ise NanoİS'i bilim, teknoloji, piyasa ve sosyal ihtiyaçlar çevresinde şekillenen ve kurumlar tarafından düzenlenen, devlet, finansman kuruluşları, üniversiteler, firmalar gibi birçok aktörü bünyesinde barındıran dinamik bir sistem olarak incelemiştir (Islam & Miyazaki, 2009a, 170-182).

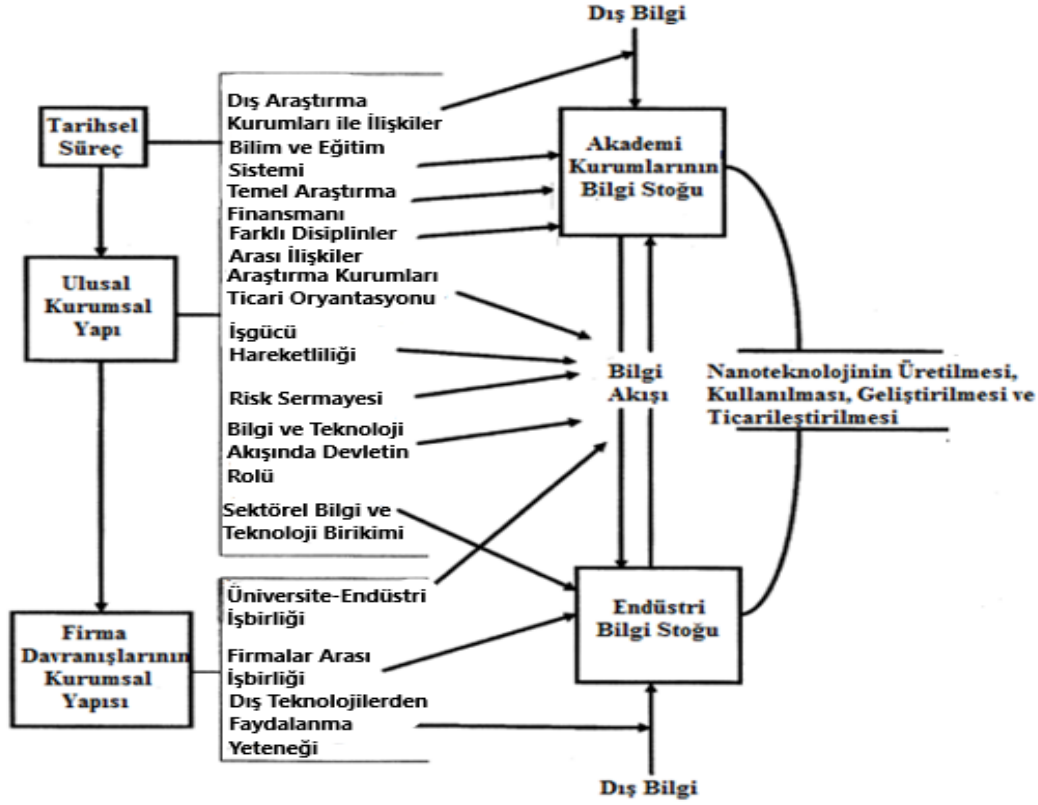
Bartholomew'in biyoteknoloji üzerine yapmış olduğu çalışma ise diğer çalışmaların aksine sistem yaklaşımının temel dinamiklerini kullanarak daha detaylı bir analiz ortaya koymuştur. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülke örneklerini inceleyerek ve karşılaştırarak, yeni teknolojilerin gelişmesi için önemli bir yol haritası sunmuştur. Bartholomew, biyoteknolojide yetkinleşmeyi üç ana başlıkta incelemiştir (Bartholomew, 1997, 241-266):

- Akademi bilgi stoğunun arttırılması
- Endüstri bilgi stoğunun arttırılması
- Akademi ve endüstri arasında bilgi akışının sağlanması

Yazar, akademi ve endüstrinin bilgi stoğunun arttırılarak, bilgi akışının sağlanmasını biyoteknolojide yetkinleşmenin ana kaynağı olarak görmüştür. Nanoteknoloji üzerine yapılan çalışmalar inovasyon sistemi temel dinamik ve özelliklerinin bu teknolojinin gelişmesi üzerinde pozitif etkili olduğunu göstermiştir (Shapira vd., 2011, 601). Ayrıca literatürde bu yaklaşım kapsamında üzerinde durulan faktörlerin nanoteknolojinin gelişmesi için de etkili olduğu konusunda çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalara bir sonraki bölümde değinilecektir. Dolayısıyla Bartholomew'in biyoteknoloji üzerine yapmış olduğu bu analiz nanoteknoloji üzerine uyarlanarak, bu analize bir noktada geliştirme yapılmıştır. Çok disiplinli yapısı gereği, farklı disiplinlerdeki araştırmacı ve araştırma kurumları arasındaki ilişki ve işbirliğinin nanoteknolojinin gelişimi noktasında pozitif etkili olduğu ön görülerek, akademi bilgi stoğunun arttırılmasında rol oynayan faktörler arasına eklenmiştir.

Şekil 4'de gösterildiği üzere akademi bilgi stoğunun arttırılmasına etki eden faktörler, bilim ve eğitim sistemi, dış akademik çevre ile ilişkiler, temel araştırma faaliyetlerinin finansmanı ve farklı bilim aktörlerinin ilişki ve işbirliği olarak belirlenmiştir. Endüstrideki bilgi ve teknoloji birikimi, firmalar arası işbirliği ve firmaların dış teknolojiden faydalanma yeteneği ise endüstri bilgi stoğunu

arttırıcı faktörler olarak gösterilmiştir. Endüstri ile akademi arasındaki bilgi akışının sağlanmasında, risk sermayesi, akademi-endüstri arası işgücü hareketliliği, akademik çevredeki ticari oryantasyon, üniversite-endüstri işbirliği (ÜEİ) ve bilgi akışında devletin faaliyetleri birincil faktörler olarak sıralanmıştır.



Kaynak: Bartholomew (1997, 247)'den uyarlanmıştır.

Şekil 4. Nanoteknoloji İnovasyon Sistemi

Araştırma Kurumları Bilgi Stoğunun Arttırılması

Nanoteknoloji çok disiplinli yapısı gereği disiplinler arası bilim ve eğitim sistemine ihtiyaç duymaktadır. Disiplinler arası çalışma kültürüne sahip işgücünün oluşturulmasında da bilim ve eğitim sistemi önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü nanoteknolojiyi anlayabilecek, kullanabilecek ve geliştirebilecek işgücü ancak çok disiplinli ve dinamik bir eğitim ve bilim sistemi ile sağlanabilecektir. Bu konuda Roco, yeni teknolojilerin gelişmesi noktasında, disiplinler arası çalışma kapasitesine sahip işgücüne ihtiyaç duyulduğunu vurgulayarak, disiplinler arası çalışmanın ilkokuldan itibaren yerleştirilmesi gerektiğini savunmaktadır (Roco, 2005, 133). Bilim ve eğitim sistemi eğitim ve öğretim, bilgi ve teknoloji üretimi, aktörlerin özümleme kapasitesinin arttırılması açısından bilgi stoğunun arttırılmasına katkıda bulunmaktadır (Lester, 2005, 25).

Temel araştırma, "görünürde belirli bir uygulaması ve kullanımı olmayan, öncelikli olarak olgu ve gözlemlenebilir gerçeklerin esaslarına yönelik yeni bilgiler için yürütülen deneysel ve teorik çalışmalar"⁶ şeklinde tanımlanmaktadır. Dolayısıyla, temel araştırma destekleri ya da teşviklerinin

⁶ <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=192> (Erişim Tarihi: 24.07.2017)

ana amacı, araştırma, geliştirme ve yeni bilgi üretim faaliyetlerine hız kazandırmaktır. İngiltere üzerine yapılan bir araştırmada temel araştırmaların, bilgi stoğunun arttırılması, yeni bilgi ve teknolojilerin gelişmesi, yeni yöntem ve ekipmanların geliştirilmesi, nitelikli işgücünün yetiştirilmesi, bilgi ağlarının oluşturulması, aktörlerin problem çözme yeteneğinin gelişmesi ve ticarileştirme faaliyetlerinin arttırılması noktasında pozitif etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Martin vd., 1996, 24-46).

Yeni teknolojiler gelişim aşamasında risk ve belirsizlikler içermektedir. Başlangıçta, araştırma harcamalarının maliyetli olması, potansiyelinin ve çıktılarının özel sektör tarafından tam olarak ön görülememesi bu alanlara yapılan yatırımları aksatabilmektedir. Bu sebeple yeni teknolojilerde temel araştırmaların devamlılığının sağlanarak, ulusal bilgi stoğunun arttırılmasında devlet destekleri önemli bir yer tutmaktadır (Bartholomew, 1997, 247). Bu sayede yeni teknolojilerin doğasında var olan risk ve belirsizlikler kurumlar arasında paylaşılarak azaltılabilmektedir.

Her ülkenin ulusal bilgi stoğu birbirinden farklı olmakla beraber, tarihsel süreçte de kurum ve aktörlerin beceri, tecrübe, ilgi, özümseme kapasitesi gibi birçok değişkene bağlı olarak farklılaşmaktadır. Dolayısıyla, hiçbir birey, kurum ya da ülke tüm bilgiye sahip olamayacağından dolayı, bilgi stoğunu arttırmak için dış bilgilere ulaşabilme, anlayabilme ve kullanabilme yeteneği büyük önem taşımaktadır. Bu sayede örtük bilgiye ulaşmak kolaylaşırken, bir yandan da aktörlerin dışa açıklığı, ağ yeteneği ve özümseme kapasitesi de gelişim göstermektedir (Remoe & Guinet, 2002, 45). Oh ve diğerleri yapmış olduğu çalışmada, uluslararası işbirliğinin ulusal bilgi stoğunu arttırarak araştırma çıktıları üzerinde pozitif etkisi olduğunu göstermiştir (Oh vd., 2010, 65). Mehta ve diğerleri de bu bulguları destekleyerek, uluslararası bilimsel ağların, bilimsel bilginin yayılmasını hızlandırdığı ve disiplinler arası çalışmaları teşvik ederek, bilimsel çıktıların kalitesini yükselttiğini ortaya koymuştur (Mehta vd., 2012, 439). Edler ve diğerleri ise uluslararası hareketliliğinin araştırmacıların profesyonel network kabiliyetini geliştirdiği, üretkenliğini arttırdığı, beşerî sermayesini geliştirdiği ve bilginin akademi ile endüstri arasında akışının daha da kolaylaştırdığı sonucuna ulaşmıştır (Edler vd., 2011, 800-802).

Nanoteknolojinin bilgi tabanı; fizik, kimya, malzeme bilimi ve mühendislik bilimleri tarafından şekillendirilmektedir (Islam & Miyazaki, 2009b, 139). Dolayısıyla farklı disiplinler arasındaki ilişki, etkileşim ve işbirliği de bilgi stoğunu arttırıcı bir faktör olarak rol oynamaktadır. Bu ilişki ve işbirliğinin belirli bir normu yoktur ve ortak proje, ortak yayın, konferans, seminer gibi çeşitli yollarla gerçekleştirilebilir. Farklı disiplinler altında faaliyet gösteren kurum ve aktörler kendine özgü örtük bilgiye sahiptir. Örtük bilginin transferi oldukça güçtür ve bu bilginin kurumlar arasında transferi ise ancak işbirliği ve ortak çalışmalar ile sağlanabilmektedir (Zucker vd., 2007, 856). Aynı zamanda akademinin ağ kabiliyeti gelişim göstererek, bilgi alışverişinin daha etkin bir şekilde gerçekleşmesi sağlanmaktadır (Montobbio & Sterzi, 2013, 282). Zucker ve diğerleri yapmış olduğu çalışmada, farklı alanlarda yapılan yayın ve patentlerin nanoteknoloji alanındaki yayın ve patentler üzerinde pozitif etkili olduğunu ve aktörler arası ortak çalışmaların bilimsel çıktıları arttırıcı rol oynadığını göstermiştir (Zucker vd., 2007). Lee ve Bozeman ise bu bulguları destekleyerek akademik işbirliği ile verimlilik arasında pozitif ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Lee & Bozeman, 2016, 693).

Endüstri Bilgi Stoğunun Arttırılması

Ülkeler bilgi birikimi sağladıkları ve teknolojik avantaj elde ettikleri alanlarda uzmanlaşmaktadır. Endüstrilerin rekabetçi hale gelmesi de ülkelerin bilgi birikimi ve teknolojik avantajları ile yakından ilgilidir (Bartholomew, 1997, 250). Nanoteknoloji bir endüstri olarak tanımlanamasa da geniş uygulama alanı sebebiyle birçok endüstriye etki edebilen ve dönüştürebilen bir teknolojidir. Bu sebeple ülkelerin teknolojik avantaja sahip olduğu endüstrilerdeki bilgi ve teknoloji birikimi, nanoteknoloji gibi yüksek teknolojilere adapte olmasını sağlayarak, rekabet gücü elde etmelerini kolaylaştırmaktadır. Çünkü endüstrideki bilgi ve teknoloji birikimi endüstrinin özümleme kapasitesinin ana belirleyicisi konumundadır. Dolayısıyla firmaların nanoteknolojiye adapte olabilmesi ancak, endüstrideki bilgi ve teknoloji birikiminin arttırılması ile sağlanabilmektedir.

Firmalar arasında ortak teşebbüsler, ortak Ar-Ge projeleri, lisans anlaşmaları gibi işbirliği türleri endüstri bilgi stoğunun arttırılmasında önemli rol oynayan bir diğer faktördür. Nanoteknoloji gibi yeni teknolojiler gelişim aşamasında yüksek riskler barındırmaktadır. Risklerin artması durumunda aktörlerin sistem içerisinde aksaması sebebiyle bilgi üretimi ve akışında aksaklıklar yaşanabilmektedir. Bu durumda firmalar arası işbirliği, Ar-Ge aktivitelerinin devamlılığının sağlanması, bilgi transferinin kolaylaşması, kaynakların paylaşılması ve üretimin rasyonelleşmesi açısından sistemin etkinliğine katkıda bulunmaktadır (Shan & Hamilton, 1991, 420). Diğer yandan bu risklerin aktörler tarafından paylaşılması sağlanarak, birim başına düşen risk miktarının azaltılması ve nanoteknoloji alanına yeni aktörlerin dâhil olmasını hızlandırmaktadır.

Nanoteknoloji çok disiplinli bilgi ve teknolojiye ihtiyaç duyduğundan dolayı, firmalar arası Ar-Ge işbirliği ve bilginin paylaşılması, yeni bilgi ve yeni çıktılar elde edilmesi noktasında büyük önem taşımaktadır (C.-H. Wang & Chien, 2013, 146). Bu işbirliği ile fikir paylaşımları sayesinde yeni fikirler ortaya çıkarak, firmaların bilgi stoğunun artmasının yanında inovasyon kapasitesinin de gelişmesi beklenmektedir (Gans vd., 2000, 2-5). Böylece firmaların özümleme kapasitesi, inovasyon kabiliyeti, ağ kabiliyeti, bilgiyi elde edebilme kabiliyeti gelişerek, rekabet edebilirliği ve hayatta kalma olasılığı artmaktadır.

Firmaların teknoloji aktiviteleri kendi ülkelerinin ekonomik aktiviteleri ile güçlü ilişkilidir (Patel & Pavitt, 1991, 7). Dünya genelinde bilginin homojen dağılmadığını göz önüne aldığımızda, firmaların gerekli bilgi ve teknolojiyi ülke içinde elde edememeleri durumunda, dış kaynaklardan sağlamaları firmaların bilgi ve inovasyon kapasitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Dış bilgi, firmaların bilgi stoğunun arttırılmasının yanında network kapasitelerinin de gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Bu sayede, firmalar yeni aktörler ile etkileşime geçerek, yeni bilgilere ulaşma şansını daha da arttırmaktadır (Chesbrough, 2006, 36). Kang ve Kang'a göre dış bilgiye ulaşabilmenin inovasyon performansı ile pozitif yönlü ilişkisi vardır. Bu sayede firmalar kendi içinde çözemedikleri problemlerin çözümüne erişerek, piyasa ve teknolojiye radikal değişime ayak uydurarak ve kendi teknolojik gelişimini sağlayarak hayatta kalma sürelerini arttırabilmektedir (Kang & Kang, 2009, 11-12). Ayrıca, firmaların dış bilgilere ulaşabilme yeteneği, firmaların mevcut rekabet güçlerini sürdürmelerine ve arttırmalarına olanak tanımaktadır (Gulati vd., 2000, 207). Fontana ve diğerleri yapmış olduğu bir çalışmada, firmaların dışa açıklığının dış bilgiye ulaşabilmenin en önemli koşulu olduğunu belirterek, bu sayede gelişen bilgi ve teknoloji stoğu ile firmaların üretkenliğinde de olumlu gelişmeler yaşanabileceğini ortaya koymuştur (Fontana vd., 2006, 321). Steensma ve Lyles'a göre firmaların diğer partnerlerinden elde etmiş

oldukları bilgi ve teknoloji, bu firmaların gelişmesi, inovasyon kapasitesi, yeteneği ve hayatta kalabilmesi için ana faktörlerden bir tanesidir (Steensma & Lyles, 2000, 846-847).

Bilgi ve Teknoloji Akışı

Risk sermayesi, kurumsal ya da bireysel yatırımcılar tarafından oluşturulan, hızlı gelişme ve yüksek kar potansiyeli olan yatırım projelerine uzun vadeli ortaklıklar yolu ile finans ve yönetim desteği sağlayarak, işletmenin pazar değerini arttırmayı amaç edinen bir fon türüdür (İşeri, 2001, 9). Nanoteknoloji yeni bir teknoloji olduğundan dolayı aynı zamanda maliyetli ve riskli bir alandır. Bu sebeple nanoteknolojinin ihtiyaç duyduğu sürekli finansmanın sağlanması noktasında devlet desteklerinin yanına riskli alanlara yatırım yapabilecek finansman kaynaklarının geliştirilmesi gerekmektedir. Risk sermayesi firmaları, sadece kaynak değil aynı zamanda yönetim tecrübesi, risk yönetimi ve ticari destek sağlamaktadır (Rasmussen, 2007, 69). Yeni gelişen küçük firmalara bu tecrübeler aktararak, yeni firmaların yetenekleri ve hayatta kalma süreleri artmaktadır. Ayrıca risk sermayesi, araştırmacıları ticarileştirme faaliyetlerine teşvik ederek ürünlerin piyasaya gelme süresinin azaltılması ve aktörlerin ağ kabiliyetinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır (Hsu, 2006, 206). Bu avantajlarının yanında, bilginin akademiden endüstriye taşınmasına katkıda bulunarak, nanoteknolojinin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Firmalar ve araştırma kurumları farklı amaç güden ve farklı kültürlere sahip kurumlardır. Bu sebeple, akademik çevrenin ticarileştirme noktasında bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi akademi ile firmalar arasında bu kültür farklılığını azaltarak, bilgi akışını hızlandırmaktadır (Bartholomew, 1997, 248). Böylece, akademideki bilginin ticarileştirilmesi hız kazanarak, ürüne ve yeniliğe dönüşmesi hız kazanmaktadır. Yeni ve radikal fikirlerin piyasada ticarileştirilme imkânı sağlanarak, endüstri bilgi kapasitesinin artmasına ve firmaların zamana ayak uydurmasına katkıda bulunmaktadır. Kısaca ticari oryantasyon; piyasa performansı, finansal performans, organizasyonel öğrenme, inovasyon kabiliyetleri, yeni bilgileri ticarileştirme becerisi, yeni bilgilere ulaşabilme, talebe karşılık verebilme ve rekabet gücü elde edebilme üzerinde etkili bir unsurdur (Cesaroni & Abbate, 2014, 6).

İşgücü hareketliliği kavramı, sistemde yer alan aktörlerin akademik çevre ile endüstri arasında kolaylıkla hareket edebilmesi ve faaliyet gösterebilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yeni bilgiler genelde örtük bilgileri kapsadığından dolayı elde edilmesi zordur ve çeşitli transfer mekanizmalarına ihtiyaç duymaktadır. Bu noktada işgücü hareketliliğinin yüksek olması yeni ve örtük bilginin aktörler arasındaki akışını kolaylaştırmaktadır (Zucker vd., 2002a, 150). Ayrıca endüstrinin ihtiyaç duyduğu işgücüne ulaşması kolaylaşırken, araştırmacıların da bilgilerini ticarileştirme ve piyasa hakkında farkındalığa sahip olmasına katkıda bulunmaktadır (Williams vd., 2004, 35). Zucker ve diğerleri yapmış oldukları analizde endüstride faaliyet gösteren araştırmacıların üretkenlik ve ağ kabiliyetlerinde artış gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca, akademik çevreden araştırmacı transfer eden firmaların yeni ürün sayısında gelişmeler olduğunu da ortaya koymuştur (Zucker vd., 2002b, 629-660). Bu çalışmayı destekleyecek şekilde Kim ve Marschke yapmış olduğu çalışmada, işgücü hareketliliği ile araştırmacılar geliştirmiş oldukları fikirleri ticarileştirme imkânına erişirken, yeni firma kurma faaliyetlerinin de artabileceğini belirtmiştir (Kim & Marschke, 2005, 298-317). Dolayısıyla işgücü hareketliliği ile girişimcilik faaliyetlerinin de yaygınlaşması beklenmektedir.

Bilim tabanlı endüstriler; yeniliğin artan maliyeti, disiplinlerin birbirine yakınsaması ve temel araştırmalar ile endüstriyel uygulamaları arasındaki yakın ilişki sebebiyle akademik bilgiye bağımlı durumdadır (Kaiser & Prange, 2004, 396). Bu durum, aktörleri inovasyon için gerekli olan kaynaklara ulaşabilmek amacıyla işbirliği yapmaya zorlamaktadır. Üniversite ve endüstri arasında kurulan ilişkiler de bu amaç için kurulan önemli bir bilgi akışı faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Üniversite-Endüstri İşbirliğini (ÜEI), akademik çevre ile sanayinin karşılıklı etkileşimi ve aralarında yapmış oldukları alışverişe dayandırılmaktadır. Basit olarak bu alışveriş iki tarafın birbirlerinden kendileri için gerekli olan kaynakların daha kolay, daha hızlı ve daha az maliyetli bir şekilde temin etmesidir. Feng ve diğerlerine göre akademik partnere sahip olmak, ürün, kalite, maliyetler ve piyasa payı açısından firmalara pozitif kazançlar sağlamaktadır (Feng vd., 2012, 903). Wang yapmış olduğu çalışmada, yeni teknoloji firmalarının üniversite araştırmacıları ile işbirliğine gitmesinin, firmaların teknoloji potansiyeli, araştırma kabiliyetleri ve dış yatırım potansiyeli üzerinde pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (J. Wang, 2007, 121-122). 254 teknoloji firmasıyla yapılan bir araştırmaya göre, firmaların üniversitelerle işbirliği yapması firmaların son teknoloji ile donatılmasına katkıda bulunarak, yeni ürün geliştirme olasılığını arttırmaktadır (Brettel & Cleven, 2011, 264-265). Nieto ve Santamaria'ya göre teknolojik işbirliği ve partner çeşitliliği, ürün inovasyonunu pozitif etkilemektedir. Bu sayede inovasyon, kalite ve üretkenlik artarak, ürünlerin piyasaya gelme süreleri azalmaktadır (Nieto & Santamaria, 2007, 374-375).

Yeni teknolojiler gelişim aşamasında risk ve belirsizliğin fazla olması sebebiyle rehberliğe ihtiyaç duymaktadır. Bu durum devlet faktörünün önemini daha da öne çıkarmaktadır. Devlet uygulamaya soktuğu çeşitli politika, strateji ve düzenlemeler ile yeni teknolojilerin gelişmesine yön verebilmektedir. Ayrıca fiziki ve kurumsal altyapıyı güçlendirerek nanoteknolojinin gelişimini hızlandırabilmektedir. Bilgi akışının sağlanmasında devletin izleyebileceği yollar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Bilgi ve Teknoloji Yayılmasında Devletin İzleyebileceği Yollar

<i>Firmalar ile Araştırma Kurumları Arasında İlişkilerin Kuvvetlendirilmesi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bilgi ve teknoloji üretimi ve transferinde rol oynayan kurumların iyileştirilmesi • Teknoloji transferinde yer alan aktörlerin farkındalığının artırılması • Bilgi ve teknoloji yayılım girişimlerinin kurumsallaştırılması • Büyük bütçeli teknoloji projelerinde teknolojinin yaygınlaşmasının desteklenmesi ve entegre edilmesi
<i>Firmalar Arası İşbirliğinin Arttırılması</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ticarileştirme faaliyetlerinde işbirliklerinin desteklenmesi ve teşvik edilmesi • Firmaların bilgi kaynaklarına erişiminin kolaylaştırılması ve teşvik edilmesi • Kümelenme faaliyetlerinin desteklenmesi • Ortak Ar-Ge projelerinde işbirliği ve rekabetin özendirilmesi
<i>Özümseme ve İnovasyon Yeteneğinin Geliştirilmesi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Firmalarda organizasyonel değişim ve mesleki eğitimin teşvik edilmesi • İnovasyon yönetim planlarının etkinliğinin artırılması • Endüstri ile araştırma kurumları arasında personel hareketliliğinin cesaretlendirilmesi

Kaynak: (OECD, 1998, 216)

Veri ve Yöntem

Türkiye tekstil endüstrisinde nanoteknolojinin kullanılması, geliştirilmesi, yaygınlaşması ve ticarileştirilmesinin sağlanması noktasında mevcut durumun keşfi ve iyileştirilmesi amacıyla akademi ve endüstrinin görüşlerine başvurulmuştur. NanoİS yaklaşımının makro unsurların yanında mikro unsurlara da yer vermesi, nanoteknolojinin gelişiminde rol oynayacak kurumların kesin olarak belirlenmesinin güç olması, ilgili veri ve kaynakların kısıtlı olması sebebiyle mülakat yönteminin kullanılması tercih edilmiştir. Bu bağlamda üniversitelere bağlı olarak çalışan ve tekstil alanında nanoteknoloji faaliyetlerinde bulunan, patent ya da projeye sahip olan akademisyenler ve nanoteknoloji uygulamalarına sahip tekstil firmalarının Ar-Ge personelleri ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Mülakatta genel olarak yarı yapılandırılmış mülakat tekniğine bağlı kalınmıştır.

Akademi örneklemini oluşturmak amacıyla Türk Patent Enstitüsü ve TÜBİTAK Destekli Projeler Veri Tabanına kayıtlı patent ve projelere sahip akademisyenler ile nanoteknoloji çalışmaları yürüten merkezlerde faaliyet gösteren akademisyenler belirlenmiştir. Öncelikli olarak yüz yüze ve telefon aracılığı ile irtibat kurulmaya çalışılmış, ulaşılmadığı durumda mail yolu ile irtibata geçilmeye çalışılmıştır. Toplamda tekstil ve nanoteknoloji çalışmaları yürüten 45 akademisyen ile irtibata geçilmiş ve 10 akademisyen mülakata katılacağını beyan etmiştir. Firma örnekleminin oluşturulmasında ise internet kaynakları, teknoloji haberleri ve firmaların web sitelerinden

yararlanılmıştır. Bu kaynaklar taranarak nanoteknoloji uygulamalarına sahip 16 tekstil firması belirlenmiştir. Belirlenen firmalar ile telefon aracılığı ile irtibata geçilmiş ve mülakata katılımları noktasında görüşleri istenmiştir. Yapılan görüşmeler sonucu belirlenen 16 firmanın, beşi artık nanoteknoloji faaliyetlerini durdurduklarını beyan ettikleri için örneklemeden çıkarılmıştır. Kalan 11 firmanın ise dördü mülakata katılmayacaklarını bildirmişlerdir. Bu durumda kalan 7 firma ile mülakatlar gerçekleştirilmiştir.

Mülakat katılımcılarının isimlerinin ve kurumlarının gizli tutulacağı taahhüt edilerek görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Mülakata başlamadan önce katılımcılara ses kayıt cihazının açılması için izin istenmiş ve kabul edenlerin mülakatları bu şekilde gerçekleştirilmiştir. Kabul etmeyen katılımcıların görüşmeleri ise notlar alınarak gerçekleştirilmiş, mülakat bitiminde yazılı hale dönüştürülmüştür. Mülakata katılan akademisyen ve firmalarla ilgili bilgiler Tablo 2’de sıralanmıştır. Mülakat soruları Şekil 4’te sunulan teori çerçevesinde şekillendirilmiştir. Akademisyenlere ağırlıklı olarak akademi bilgi stoğunun arttırılması ve bu bilginin endüstriye taşınması üzerine sorular sorulmuştur. Firmalara ise endüstri bilgi stoğunun arttırılması ve akademi ile bilgi akışının sağlanması üzerine sorular sorulmuştur. Akademi ve firmalara sorulan ortak soruların yanında farklı sorular da mevcuttur. Tablo 3’te firma ve akademisyenlere sorulan sorular, konu başlıkları şeklinde sunulmuştur.

Tablo 2. Mülakat Katılımcılarının Profili

AKADEMİ		
Unvan	Yoğunlaştıkları Nano Çalışmalar	
Prof. Dr.	Electrospinning, nanolif, nanokumaş	
Prof. Dr.	Electrospinning	
Prof. Dr.	Biyoteknoloji, doğal yara örtüleri, cilt kanseri tedavileri	
Doç. Dr.	Electrospinning, nanolif, nanokumaş	
Doç. Dr.	Electrospinning, nanolif, nanokumaş	
Doç. Dr.	Tıbbi tekstil uygulamaları	
Yrd. Doç. Dr.	Electrospinning	
Yrd. Doç. Dr.	Electrospinning, nanolif	
Yrd. Doç. Dr.	Nanolif	
Yrd. Doç. Dr.	Nanokumaş	
FİRMA		
Unvan	Çalışan Sayısı	Yoğunlaştıkları Nano Çalışmalar
Ar-Ge Müdürü	1000	Anti bakteriyel ürünler, kolay temizlenebilirlik
Ar-Ge Müdürü	1000	Nano kaplama, electrospinning
Ar-Ge Müdürü	2000	Fonksiyonel iplik üretimi, iletkenlik, yüksek
Ar-Ge Müdürü	2000	Kolay temizlenebilirlik, tutuşmazlık, koku tutmazlık
Ar-Ge Müdürü	50	Koruyucu giysi, askeri giysi, güç tutuşurluk, aktivite
Ar-Ge Müdürü	160	Gelişim aşamasında
Ar-Ge Müdürü	2300	Kir, su ve yağ itici, antibakteriyel, UV koruma

Tablo 3. Mülakat Katılımcılarına Sorulan Soruların Konu Başlıkları

Soru/Sorulan Kesim	Akademi	Endüstri
Bilim ve Eğitim Sistemi	X	
Temel Araştırma Harcamalarının Finansmanı	X	
Akademik Yabancı Araştırma Kurumları ile Bağlantıları	X	
Farklı Disiplinlerdeki Araştırma Kurumları ve Araştırmacılar Arasındaki İlişki ve İşbirliği	X	
Risk Sermayesi	X	X
Araştırma Kurumlarına Yönelik Ticari Oryantasyon	X	
İşgücü Hareketliliği	X	X
Üniversite-Endüstri İşbirliği	X	X
Bilgi ve Teknolojinin Yayılmasında Devletin Rolü	X	X
Endüstride Bilgi ve Teknoloji Birikimi		X
Firmalar Arası İşbirliği		X
Firmaların Dış Teknolojilerden Faydalanma Yeteneği		X

Araştırma Bulgularının Analizi ve Değerlendirilmesi

Katılımcılara NanoİS analizinde yer alan unsurların nanoteknolojinin öğrenilmesi, kullanılması, geliştirilmesi, yaygınlaşması ve ticarileştirilmesi açısından önemini puanlama yaparak belirtmeleri istenmiştir. Elde edilen sonuçların ortalamaları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Nanoteknolojinin gelişmesi açısından eğitim ve bilim sistemi, farklı disiplinlerdeki araştırmacılar arasındaki ilişki ve işbirliği, temel araştırmaların desteklenmesi, yabancı araştırma kurumları ve araştırmacılar ile ilişkiler akademisyenler açısından nanoteknolojinin gelişmesi noktasında oldukça önem verilmesi gereken etkenler olarak öne çıkmaktadır. Firma AR-Ge personelleri ise firmaların dış bilgi ve teknolojiye ulaşabilme yeteneği, işgücü hareketliliği, üniversite endüstri işbirliği, endüstri bilgi stoğu ve bilgini yayılmasında devleti ön plana çıkarmışlardır. Tabloda da görüldüğü gibi diğer faktörlerin de oldukça yüksek değerler aldığı görülmektedir. Dolayısıyla mülakat katılımcıları, bir önceki bölümde ele almış olduğumuz tüm faktörlerin nanoteknolojinin öğrenilmesi, kullanılması, geliştirilmesi ve inovasyona dönüştürülmesi noktasında oldukça önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Tablo 4. Katılımcıların NanoİS Yapı Taşlarına Yönelik Değerlendirmesi

	AKADEMİ	ENDÜSTRİ
Bilim ve Eğitim Sistemi	4,9	
Temel Araştırma Harcamalarının Finansmanı	4,4	
Akademik Yabancı Araştırma Kurumları ile	4,5	
Farklı Disiplinler Arasındaki İlişki ve İşbirliği	4,8	
Risk Sermayesi	4,1	3,8
Araştırma Kurumlarına Yönelik Ticari Oryantasyon	4,0	
İşgücü Hareketliliği	3,9	4,4
Üniversite-Endüstri İşbirliği	4,4	4,4
Bilgi ve Teknolojinin Yayılmasında Devletin Rolü	4,3	4,4
Endüstride Bilgi ve Teknoloji Birikimi		4,4
Firmalar Arası İşbirliği		3,8
Firmaların Dış Teknolojilerden Faydalanma Yeteneği		4,6

*(1 = Önemsiz – 5 = Çok Önemli)

Araştırma Kurumlarının Bilgi Stoğunun Arttırılması

Bilim ve Eğitim Sistemi

Mülakata katılan akademisyenler nanoteknolojinin gelişmesi açısından mevcut bilim ve eğitim sistemini yeterli bulmamaktadır. Bilim ve eğitim sisteminin temel eksiklerini aşağıdaki gibi sıralamışlardır.

- Dinamik değildir.
- Teknoloji ve sanayiye takip etmekte güçlükler çekmektedir.
- Nanoteknoloji üzerine ders müfredatı yeterli değildir.
- Altyapı ve teçhizat sıkıntısı mevcuttur.
- Bilimsel eksiklikler vardır.
- Disiplinler arası eğitim kültürü sağlanamamıştır.
- Eğitimin ağırlıklı olarak teoriktir ve uygulamalı eğitim eksikliği vardır.
- Eğitim sistemi firmaların beklentilerine yanıt verememektedir.
- Nanoteknoloji araştırmalarının finansmanı karşılanamamaktadır.
- Uzman personel eksikliği vardır.

Katılımcılar ağırlıklı olarak nanoteknolojinin gelişmesi için gerekli olan disiplinler arası eğitim kültürünün henüz sağlanmadığının üzerinde durmuştur. Eğitim sisteminin disiplinler arası eğitim verecek şekilde revize edilmesi ve proje desteklerinin arttırılması ile bu eksikliğin giderilebileceği belirtilmiştir. Bunun yanında ÜEİ'nin geliştirilmesi, eğitim ve araştırma kurumlarının altyapı eksikliklerinin giderilmesi, ders müfredatının endüstrinin ihtiyaçlarını gözeterek şekilde düzenlenmesi ve üniversiteler arası ortak nanoteknoloji projelerinin geliştirilmesi ile nanoteknolojinin gelişimi daha sağlam bir zemine oturtulabileceği belirtilmiştir.

Temel Araştırma Harcamalarının Finansmanı

Akademisyenlerin nanoteknoloji temel araştırmalarının finansmanını ağırlıklı olarak üniversiteleri tarafından sağlanan araştırma fonları ile sağladıkları görülmektedir. Temel cihazların alımı açısından yeterli finansmanı sağlaması ve kolay elde edilebilirliği bu fonun tercih edilmesinin ana sebepleridir. Bu fonlar kadar olmasa da kamu kaynakları da diğer tercih edilen finansman kaynağı görünümündedir. Firma fonları ile yapılan ortak projeler ve AB fonları gibi uluslararası fonların ise temel araştırmaların finansmanında az tercih edilen kaynaklar olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar Erdil ve Bozkırılıoğlu'nun ulaştığı çalışmaları ile örtüşmektedir. Her iki çalışmada da nanoteknoloji faaliyetlerinde bulunan akademisyenlerin ağırlıklı olarak üniversiteler tarafından sağlanan araştırma fonları ve kamu kaynaklarından yararlandığını, bunlara nazaran firma fonları ve AB fonları ile finansman sağlanmasının oldukça kısıtlı olduğu sonucuna ulaşmıştır (Bozkırılıoğlu, 2011, 266; Erdil, 2011, 34).

Temel araştırmaların finansmanının önündeki ana engeller olarak büyük bütçeli projelerin desteklenmesi adına yeterli finansman kaynağının olmaması ve akademiye proje kültürünün henüz istenilen seviyelere ulaştırılamaması gösterilmektedir. Kurumları tarafından sağlanan fonların küçük ve orta bütçeli projeler için yeterli olduğu, büyük bütçeli araştırmaların finansmanında sıkıntılar olduğu görülmektedir. Bu sebeple katılımcılar büyük bütçeli projelerin

finansmanı için yeni kurumların oluşturulması ya da var olanların güncellenmesi konusunda öneri getirmiştir. Ayrıca bu teknoloji için gerekli ekipmanlarda dışa bağımlılık olduğu belirtilerek, yurtiçinde üretilmesinin teşvik edilmesi veya bu pahalı ekipmanları bünyesinde bulundurabilecek kamu araştırma kurumlarının sayısının artırılması ile finansman sorununun azaltılabileceği görüşü mevcuttur. Nanoteknoloji temel araştırmalarının finansmanına firmaların da dâhil edilmesiyle risklerin paylaşılarak yeni finansman olanaklarının oluşturulması da ayrı bir öneri olarak sunulmuştur.

Yabancı Araştırma Kurumları ile İlişkiler

On katılımcının yedisi yurtdışındaki aktörler ile ilişkilerinin iyi olduğunu belirtmiştir ve ilişkilerin ağırlıklı olarak konferans, kongre, seminer gibi aktiviteler çerçevesinde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bozkırlıoğlu ise nanoteknoloji çalışmalarına sahip akademisyenlerin uluslararası araştırmacılar ile ilişkilerinin kısıtlı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Türkiye nanoteknoloji faaliyetlerinde bulunan üniversitelerin uluslararası ağ kabiliyetinin gelişmemiş olmasının yanında, iyi networklere sahip üniversite sayısının da oldukça az olduğunu ortaya konulmuştur (Bozkırlıoğlu, 2011, 180-181). Erdil'de benzer sonuçlara ulaşarak, Türkiye'de nanobilim ve nanoteknoloji alanında faaliyet gösteren akademisyenlerin ağırlıklı olarak Türkiye'deki akademisyenler ile daha yoğun ilişkiler kurduğu, genel olarak da bu ilişkilerin çok sağlam olmadığı sonucuna ulaşmıştır (Erdil, 2011, 39). Darvish ve Tonta ise son yıllarda nanoteknoloji araştırmacılarının kurmuş oldukları işbirliği ve ortaklıkların arttığını, fakat yurtdışındaki kurum ve araştırmacılar ile ilişkilerin halen çok kısıtlı olduğu sonucuna varmıştır (Darvish & Tonta, 2016, 574).

Yurtdışına çıkışların maliyetli olması, destek sağlayan kurumların belli sayıda ve oranlarda bu destekleri sağlamaları ile dil problemi bu ilişki ve işbirliğinin kurulmasının önündeki en önemli engeller olarak gözükmektedir. Dış aktörler ile ilişki ve işbirliğinin artırılması için yurtdışına öğrenci ve akademisyen gönderiminin daha da kolaylaştırılması ve teşvik edilmesi, bürokratik engellerin azaltılması, burs imkânlarının artırılması, yabancı üniversiteler ile ortak diploma programlarının geliştirilmesi, akademisyen ve öğrenci değişim programlarının artırılması önerileri getirilmiştir.

Disiplinler Arası İlişki ve İşbirliği

Mülakata katılan on akademisyenin dokuzu farklı disiplinlerdeki araştırmacılar ile çeşitli yollarla ilişkiler kurduğunu, bu dokuz araştırmacının da beşi farklı disiplinler ile ilişkilerinin güçlü olduğunu belirtmiştir. Farklı disiplinler ile ilişkili olan dokuz araştırmacının, yedisi ortak proje ve yayınlar ile diğerleri ise konferans ve fuarlar yardımı ile ilişkiler gerçekleştirdiğini belirtmiştir. Güçlü ilişkiye sahip olduğunu belirten beş akademisyenin hepsinin ortak proje ve yayınlar ile ilişkilerini gerçekleştirdiği görülmektedir. Katılımcıların hepsi Türkiye'de farklı disiplinlerden araştırmacılar arasındaki işbirliğinin yeterli olmadığını ve nanoteknolojinin gelişmesi açısından bu unsurun çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Elde edilen bu sonuç, Bozkırlıoğlu'nun Türkiye için yapmış olduğu çalışma ile örtüşmektedir. Bozkırlıoğlu'na göre, yayınlar ve araştırmalarda networkler son yıllarda artış gösterse de, nanoteknoloji üzerine yapılan akademik yayınlarda disiplinler arası çalışmalar çok yaygın değildir ve bu durum araştırma işbirliğini olumsuz

etkilemektedir (Bozkırlioğlu, 2011, 180-181). Ayrıca, Türkiye’de akademisyenlerin ağırlıklı olarak kendi kurumundaki araştırmacılar ile işbirliğine gittiğini, kurumlar arası akademik ortaklık ve işbirliğinin oldukça zayıf olduğuna değinmiştir (Bozkırlioğlu, 2011, 174). Derviş de benzer bir sonuca vararak, 15 üniversitenin nanoteknoloji araştırma aktiviteleri üzerine 2000-2011 arası yapmış olduğu bibliyometrik analizde; araştırmacıların işbirliğine gönülsüz olduğu sonucuna varmıştır (Derviş, 2014, 113). Bu ilişkilerin ağırlıklı olarak kurumların kendi içinde gerçekleştiğini, kurumlar arası ilişkilerinde oldukça zayıf olduğu sonucuna varılmıştır.

Akademisyenler arasında ortak çalışma kültürünün gelişmemiş olması bu ilişki ve işbirliğinin kurulmasının önündeki en önemli engel olarak görülmektedir. Katılımcılar arasında bu eksikliğin ancak çok disiplinli eğitim sisteminin sağlanması, çok disiplinli araştırma projelerine sunulan destek miktarının artırılması ve yeni finansman imkânlarının geliştirilmesi ile sağlanabileceği görüşü hâkimdir. Bunun yanında proje pazarları ve San-Tez projeleri gibi aktivitelerin geliştirilmesi ile bu çalışmaların sayısının artabileceği vurgulanmıştır. Kurulan işbirliği sonucu ortaya çıkan çıktıların nanoteknoloji gibi yeni gelişen bir teknoloji açısından çok değerli olduğu belirtilerek, bazı durumlarda bu çıktıların hak sahipliği konusunda uzlaşma sağlanamadığı ve dolayısıyla bu durumların tarafların bu tür işbirliğine soğuk bakmasına ve güvensizliğe sebep olabileceği belirtilmiştir. Dolayısıyla fikri mülkiyet hakları korumasına dikkat çekilerek tarafların haklarının güvence altına alınmasıyla bu tür işbirliğinin artabileceği vurgulanmıştır.

Endüstri Bilgi Stoğunun Arttırılması

İlgili Endüstride Bilgi ve Teknoloji Birikimi

Mülakata katılan firma Ar-Ge personelleri tekstil endüstrisinde gerekli nanoteknoloji bilgi ve teknoloji birikiminin henüz sağlanmadığını düşünmektedir. Endüstrideki bilgi ve teknoloji açığının en önemli sebebi olarak eğitim sistemi gösterilmektedir. Mevcut eğitim sisteminin disiplinler arası eğitim konusunda eksik kalması, endüstrinin ihtiyaç duyduğu disiplinler arası çalışma yeteneğine sahip işgücünün karşılanamamasına neden olmaktadır. Dolaylı olarak bu durum firmaların yeni bilgi ve teknolojileri anlama ve kullanabilme noktasında geri kalmalarına da etki etmektedir.

Nanoteknoloji çalışmalarının henüz araştırma safhasında olması, altyapı yetersizliği, sanayinin dışa kapalı olması, paylaşma kültürünün oluşmaması, dış bilgiye ulaşabilme kabiliyetinin yeterli olmaması ve mesleki tekstil eğitiminin itibar kaybetmesi de endüstrinin nanoteknoloji faaliyetlerini geriden takip etmesine sebep olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple disiplinler arası eğitim sistemi, ÜEİ kapsamında ortak projelerin geliştirilmesi, firmaların uluslararası proje, fuar, konferans gibi aktivitelere katılımı ve kümelenme faaliyetlerinin geliştirilmesi ile endüstrinin ihtiyaç duyduğu bilgi ve teknolojinin sağlanabileceği belirtilmiştir.

Firmalar Arası İşbirliği

Mülakat yapmış olduğumuz yedi firmanın altısı, ağırlıklı olarak ürün geliştirme, süreç geliştirme ve hammadde tedarigi amacıyla diğer firmalar ile işbirliğine gittiğini belirtmiştir. Katılımcılar eskiye göre firmaların günümüzde dışa daha açık olduğunu ve ortak proje geliştirmeye daha sıcak baktığını belirtmektedir. Fakat firmalar arasında kurulan bu ilişki ve işbirliğinin halen istenilen seviyede olmadığını da altı çizilmiştir. Firmaların mevcut bilgilerini muhafaza etmek amacıyla ilişki ve işbirliğinden kaçınmaları firmalar arası işbirliğinin önündeki en önemli engel olarak

görülmektedir. İşbirliğinin kurulamamasının bir diğer nedeni de hak sahipliği konusundadır. Ortaya çıkan değerli çıktılarının hak sahipliği noktasında taraflar arasında uzlaşma sağlanamaması güvensizliğe yol açarak, firmalar arası ilişki ve işbirliğini sekteye uğratmaktadır. Bu sebeple hak sahipliği ve tarafların hakları işbirliği öncesi net olarak belirlenmesi ve korunması firmalar arası işbirliğinin gelişmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca işbirliği ve bilgi paylaşımının bir kültür olduğu üzerinde durularak, bunun ancak disiplinler arası eğitim sistemi ile sağlanabileceği belirtilmiştir. Son olarak, kümelenme faaliyetleri ile bu ilişki ve işbirliğinin daha etkin kurulabileceği de öneri olarak sunulmuştur.

Dış Bilgi ve Teknolojiden Faydalanma Yeteneği

Mülakata katılan firmaların ağırlıklı olarak satın alma, lisanslama, fuarlar ve danışmanlık yolları ile dış bilgiye ulaştıkları görülmektedir. Ayrıca endüstride firmaların dış bilgi ve teknolojilere erişebilme kabiliyetinin yeterli olmadığı konusunda fikir birliği olduğu görülmektedir. Bilgiye ulaşabilme kanalları noktasında bilgi eksikliği ve yabancı dil eksikliği katılımcılar tarafından firmaların dış bilgi ve teknolojiye erişmesinin önündeki en önemli eksiklikler olarak görülmektedir.

Nanoteknoloji bilgi ve teknolojisi henüz gelişim sürecinde olduğu için çok yenidir. Bunun farkında olan katılımcılar, firmaların gerekli olan bilgi ve teknolojiye ulaşılar dahi, bu bilgi ve teknolojinin anlaşılması ve kullanılması noktasında üniversitelere ihtiyaç duyulacağını özellikle vurgulamışlardır. Bu sebeple ÜEİ'nin de etkin bir biçimde işlemesi gerektiği belirtilmiştir. Firmaların yurt dışında gerçekleştirilen konferans, fuar gibi organizasyonlara katılmaları, öğrenci ve araştırmacılara nanoteknolojide gelişmiş ülkelerde staj ve eğitim imkânlarının sağlanması, firma Ar-Ge personellerinin akademik gelişimlerinin teşvik edilmesi ile dış bilgiye ulaşmanın yanında elde ettiği bilgiyi kullanabilme yeteneğini de geliştirebileceği belirtilmiştir. Çünkü yeni teknolojileri anlayabilen ve kullanabilen işgücü sayesinde firmaların da bu teknolojiyi kullanma beceresi gelişebilecektir. Bu noktada firmaların dış bilgiye ulaşabilmesinin kolaylaştırılması, bilgilendirilmesi ve teşvik edilmesi açısından devlet politikalarının da önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

Bilgi ve Teknoloji Akışı

Risk Sermayesi

Mülakat katılımcılarının hiçbirinin daha önce risk sermayesi tecrübesi yoktur ve risk sermayesi konusunda bilgilerinin sınırlı olduğu gözlemlenmiştir. Risk sermayesinin gelişiminin önündeki en önemli engeller, farkındalığının düşük olması, bilgi eksikliği ve fikri mülkiyet korumasının yetersiz olması gösterilmektedir. Bu sebeple hem akademi hem de endüstrinin bilgi ve farkındalığının artırılmasına yönelik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi risk sermayesinin gelişmesi açısından önemli görülmektedir. Ayrıca fikri mülkiyet korumasının zayıf olmasının tarafların bu tür ortaklıklara soğuk bakmasına sebep olduğu vurgulanmıştır.

Akademisyenler proje pazarlarının risk sermayesinin temelini oluşturabileceğini belirtmiş, dolayısıyla bu tür aktivitelerin sayısının artırılması ile risk sermayesi örneklerinin de artabileceği üzerinde durmuştur. Teknopark, kuluçka merkezi gibi bilgi ve teknoloji transferinde aktif rol oynayan kurumların geliştirilerek, sermayedarların üniversitelere çekilmesinde önemli rol

oynayabileceği belirtilmiştir. Bunlara ek olarak firma katılımcıları, akademiye yönelik ticari oryantasyonun, akademisyenleri girişimci faaliyetlere yönelteceğinden dolayı risk sermayesinin gelişimine katkıda bulunabileceği ön görmektedir.

Araştırma Kurumlarına Yönelik Ticari Oryantasyon

Mülakata katılan on akademisyenden dokuzu kurumlarında ticari oryantasyon yapıldığını belirtmiştir. Kurumlarında ticari oryantasyon yapıldığını belirten dokuz akademisyen, aynı zamanda yapılan oryantasyonun yeterli olmadığını belirtmiştir. Temel eksiklikler üzerine görüşlerin ağırlıklı olarak iki unsur üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Birincisi, oryantasyon yapan birimlerin yetersizliği nedeniyle oryantasyonların etkin bir biçimde gerçekleşmemesi ve yetersiz olmasıdır. İkinci olarak ise akademisyenlerin girişimci faaliyetlere karşı ilgisizliğidir.

Elde etmiş olduğumuz bu sonuçlar, Erdil'in Türkiye nanoteknoloji araştırmacıları üzerine yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermektedir. Erdil nanoteknoloji araştırmacılarının girişimci faaliyetlerinin oldukça azınlıkta olduğunu göstermiştir. Çalışmasına katılan akademisyenlerin sadece %3,9'u firma kurma ya da ortak olma faaliyetlerinde bulunmuş, %5,3'ü ise firmalar ile ortak patent girişiminde yer almıştır. Ayrıca çalışması ticari olarak başarıya ulaşsa dahi firma kurmayı düşünen akademisyenlerin oranının %26,3 olduğunu belirtmiştir (Erdil, 2011, 36-51). Bozkırloğlu ise nanoteknoloji faaliyetlerinde yer alan akademisyenlerin danışmanlık yolu faaliyetlerinde yer alanların oranının %9 olduğunu, firmalarla doğrudan ticarileştirme faaliyetlerinde bulunanların oranının da %7 olduğunu göstermiştir (Bozkırloğlu, 2011, 230). Bu çalışmalarda da nanoteknoloji araştırmacılarında girişimcilik kültürünün henüz oluşturulmadığı vurgulanmıştır.

Oryantasyon faaliyetlerinin daha aktif gerçekleştirilebilmesi için akademisyenler, teknopark ve kuluçka merkezi gibi birimlerin üniversitelerde hayata geçirilmesi ile akademisyenlerin girişimci aktiviteler içinde daha fazla yer alabileceğini düşünmektedir. Bunun yanında akademisyenlerin fikirlerin ticarileştirilmesi noktasında oldukça bilgi eksikliği olduğu belirtilerek, girişimcilik ve ticarileştirme kanalları noktasında bilgilendirme yapılarak, farkındalığın artırılması ile bilginin akademiden endüstriye taşınmasının kolaylaşabileceği düşünülmektedir.

İşgücü Hareketliliği

Katılımcılar nanoteknolojide uzman işgücünün akademi ile endüstri arasındaki hareketliliğinin oldukça kısıtlı olduğunu vurgulamıştır. Akademisyenlere göre akademiye nanoteknoloji çalışmalarında yer alan araştırmacıların özel sektörde faaliyet göstermeye isteksiz olmaları, firmaların uzman işgücüne olan talebinin yetersiz olması ve tekstil eğitiminin son yıllarda itibar kaybetmesi sebebiyle nitelikli işgücünde kıtlıklar yaşanması bu hareketliliğin önündeki en önemli engellerdir. Firma katılımcılarına göre ise, farkındalığın sağlanamaması, bilgi eksikliği, firma yöneticilerinin akademisyenlere yönelik olumsuz görüşleri ve güven eksikliği bu hareketliliği aksatmaktadır.

Akademisyenler, endüstri ile akademinin bağlarının kuvvetlendirilmesini, uzman işgücü hareketliliğinin artırılması için birinci sıraya koydukları görülmüştür. Bu bağların güçlendirilmesinde, dönem stajları akademi ile endüstrinin birbirini tanıması noktasında bir alternatif olarak sunulmuştur. Ayrıca endüstrinin güncel bilgi talep ettiği belirtilerek, akademisyenlerin güncel ve yeni bilgilerle donatılması gerektiği belirtilmiştir. Bu noktada

akademisyenlerin geneline bir eleştiri yapılarak, gerekli donanıma sahip olmayan akademisyenlerin endüstri tarafından talep edilmeyeceği belirtilmektedir.

Firma Ar-Ge personellerine göre bu hareketliliğin artırılmasında, ÜEİ geliştirilmesi, firma Ar-Ge personellerinin akademik gelişimine olanak sağlanması ve firma Ar-Ge merkezlerinin hayata geçirilmesinin etkili olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca firma Ar-Ge personellerinin yüksek lisans ve doktora tezlerinin, firmanın projeleri kapsamında geliştirilmesinin hem firmanın sorunlarına çözüm üretebileceğini hem de üniversiteler ile ilişkilerin sağlamlaştırabileceğini vurgulamışlardır.

Üniversite Endüstri İşbirliği (ÜEİ)

On akademisyenden sadece dördü ÜEİ faaliyetleri içinde yer aldığını belirtmiştir. Bu dört akademisyeninde ağırlıklı olarak proje ve danışmanlıklar yolu ile bu ilişkilerini gerçekleştirmektedir. Bu açıdan, ele alındığında mülakata katılan tekstil endüstrisinde nanoteknoloji faaliyetlerinde bulunan akademisyenlerin endüstri ile ilişkilerinin çok sağlam olmadığı görülmüştür. Bu sonuç Erdil'in yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermektedir. Erdil'e göre çalışmaya katılan nanoteknoloji araştırmacılarının sadece %40'ı sanayi ile ilişki içerisinde olduğunu, %11'inin ise çok sıkı ilişkiler içinde olduğunu göstermiştir (Erdil, 2011, 49). Bozkırlıoğlu da benzer sonuçlara vararak, nanoteknoloji araştırmacılarının endüstri ile ilişkilerinin zayıf olduğunu belirtmiş ve üniversitelerde henüz işbirliği kültürünün oluşmadığına dikkat çekmiştir (Bozkırlıoğlu, 2011, 274-276). Akademisyenlerin aksine firmaların ÜEİ faaliyetlerinde daha aktif olduğu gözlemlenmiştir. Mülakata katılan yedi firmanın altısı üniversiteler ile işbirliğine gitmektedir. Ayrıca firmaların üniversiteler ile ağırlıklı olarak ortak proje, eğitim, seminer, stajyerlik ve danışmanlık gibi yollar ile işbirliği sağladığı görülmektedir.

Akademisyenlere göre, işbirliği kültürünün oluşmaması, ilgi ve bilgi eksikliği ile farkındalığın sağlanamaması bu işbirliğinin önündeki en önemli engellerdir. Firmalar ise tarafların fikir ve bilgi paylaşımında isteksiz olmaları, güvensizlik, üniversitelerin altyapı imkânlarının yeterli olmaması sebebiyle uygulamalı bilimlerde istenilen seviyede olamaması ve üniversite ile akademi arasında bağların sağlam olmamasını işbirliğinin önündeki en önemli engeller olarak görmektedir. Bu görüşe Bozkırlıoğlu da değinerek, nanoteknoloji alanında üniversitelerin ağırlıklı olarak temel araştırmalara yöneldiğini ve ticarileştirme faaliyetlerine sıcak bakmadıklarını belirtmiştir (Bozkırlıoğlu, 2011, 347).

Bu işbirliğinin geliştirilmesi noktasında, üniversite ile endüstri ortak proje desteklerinin artırılarak tarafların bu işbirliğine teşvik edilebileceği ve yeni proje alanlarının geliştirilmesi ile yeni aktörlerin işbirliğine dâhil edilebileceği önerilerinde bulunulmuştur. Aynı zamanda önceki bölümlerde de üzerinde sıklıkla durulan, tarafların işbirliğine katılımının sağlanabilmesi için fikri mülkiyet haklarının korunması gerekliliği yinelenmiştir. Ülkemizde fikri mülkiyetin korunması noktasında açıklar olduğu belirtilerek, bu durumun güven ortamını zedeleyerek tarafların işbirliğine soğuk bakmalarına sebep olduğuna dikkat çekilmiştir.

Bilgi ve Teknolojinin Yayılmasında Devletin Rolü

Katılımcılar, bilgi akışının henüz yeterli düzeyde olmadığını, fakat son yıllarda devletin bilgi akışını hızlandırmak için gerçekleştirdiği girişimler sonucu bilgi akışının hızlandığını belirtmiştir. Ayrıca katılımcılar devletin uygulamış olduğu bu politika ve girişimleri “doğru politikalar” olarak tanımlayarak memnuniyetini dile getirmişlerdir.

Akademisyenler, endüstrinin bilgiye ulaşmada sorunlarına dikkat çekerek, endüstrinin bilgiye ulaşma kanalları konusunda bilgisinin az olduğunu belirtmektedir. Bu noktada endüstri ile akademiye buluşturacak ortak proje imkânlarının geliştirilmesi ve bu tür projelere finansman desteğinin artırılmasıyla akademi ile endüstri arasında bilgi akışının daha da hızlanabileceği belirtilmiştir. Firmalar ise bilgi akışının istenilen düzeyde olmamasını akademi ile endüstri arasında bağların güçlü olmamasına bağlamaktadır. Ayrıca yenilikçi ürünlerin üretilmesinden ticarileştirilmesine kadar birçok aşamasında bürokratik engeller olduğu belirtilerek, bu engellerin azaltılması ile bilgi akışının da hızlanabileceği belirtilmektedir. Fikri mülkiyet koruması üzerinde de durarak, fikir sahiplerinin haklarını koruyacak kurumların geliştirilmesi ile bilgi akışının daha etkin bir biçimde gerçekleşebileceği belirtilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada; akademi bilgi stoğunun artırılması, endüstri bilgi stoğunun artırılması ve endüstri ile akademi arasında bilgi akışının sağlanması çerçevesinde şekillenen Nanoteknoloji İnovasyon Sistemi yaklaşımı, Türkiye tekstil endüstrisi üzerine uyarlanmıştır. Bu kapsamda nanoteknoloji faaliyetlerinde bulunan 10 akademisyen ve 7 firma Ar-Ge personeli ile derinlemesine mülakatlar gerçekleştirilerek, mevcut durumun keşfi ve geliştirilmesi üzerine önerilerin getirilmesi amaçlanmıştır.

Nanoteknolojinin çok disiplinli yapısı gereği, eğitim ve bilim sisteminin çok disiplinli nitelik taşıması gerekmektedir. Fakat ülkemizde eğitim ve bilim sisteminin bu konuda istenilen seviyede olmaması ve endüstri ile ilişkilerinin zayıf olması nanoteknolojinin gelişimi açısından en önemli kısıt görünümündedir. Bu sebeple eğitim ve bilim sisteminin çok disiplinli eğitim verecek şekilde güncellenmesi gerekmektedir. Bunun yanında, üniversite araştırmacılarının nanoteknoloji projelerinin desteklenmesi ve teşvik edilmesi, yurtdışındaki araştırmacılar ve araştırma kurumları ile ilişkilerin kuvvetlendirilmesi, farklı disiplinlerdeki araştırmacılar ile ortak çalışmaların desteklenmesi, teşvik edilmesi ve fikri mülkiyetin korunması da akademideki nanoteknoloji bilgi stoğunu arttırıcı faktörler olarak görülmektedir.

Eğitim ve bilim sisteminin yeterli olmaması dolayısıyla, nanoteknolojiyi anlayabilecek ve kullanabilecek mezunların yetişmemesi, endüstriyi de nanoteknolojiyi öğrenme, kullanma, geliştirme ve bilgi birikimini sağlama konusunda geriye itmektedir. Firmaların dış bilgiye ulaşma kabiliyetlerinin de kısıtlı olması sebebiyle Türkiye tekstil endüstrisinde nanoteknoloji bilgi birikiminin henüz sağlanamadığı gözlemlenmektedir. Bunun yanında her ne kadar son yıllarda artış gösterse de, fikri mülkiyet korumasındaki açıklar ve güvensizlik sebebiyle firmaların, üniversiteler ve diğer firmalar ile işbirliğine çok istekli olmadığı gözlemlenmektedir. Bu sebeple, yeni projelerin geliştirilmesi ve bilginin paylaşılarak endüstri de yayılması sekteye uğramaktadır.

Bilginin endüstri ile akademi arasında yayılması noktasında son yıllarda kamu desteklerinin ve teşviklerinin artış gösterdiği fakat bu bilgi akışının henüz istenilen seviyede olmadığı

görülmektedir. Risk sermayesinin gelişmemiş olması, fikri mülkiyet korumasının yetersiz olması, akademik ticari oryantasyonun yeterli olmaması, akademi ve endüstri arasında işgücü hareketliliğinin katı olması ve üniversite-sanayi işbirliğinin henüz istenilen seviyede olmaması bilgi akışkanlığını kısıtlayan faktörler olarak görünmektedir.

Sonuç olarak hem akademi hem de endüstri de nanoteknoloji bilgi stoğunun henüz sağlanamadığı ve akademi ile endüstri arasında bilgi akışının istenilen seviyede olmadığı görülmektedir. Tekstil endüstrisinde nanoteknolojinin gelişmesi, kullanılması ve ticarileştirilmesi için disiplinler arası eğitimin sağlanması, disiplinler arası proje imkân ve desteklerinin artırılması, yabancı kurumlar ile işbirliğinin artırılması, akademi ile endüstri arasında bağların kuvvetlendirilmesi, fikri mülkiyetin korunması ve farkındalığın artırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada varılan sonuçlar, 10 akademisyen ve 7 firma Ar-Ge personeli ile yapılan mülakatlar sonucu elde edilmiştir. Bu çalışmanın birinci kısıtı olarak, NanoİS kapsamında sorulması gereken oldukça fazla soru olması, mülakat sürecinin zahmetli ve zaman alması sebebiyle örneklem büyüklüğünün sınırlı olması gösterilebilir. Şüphesiz ki, katılımcı sayısını arttırarak ve katılımı daha geniş alanda sağlayarak çok daha ayrıntılı sonuçlara ve yeni önerilere ulaşılabilir. İkinci olarak, nanoteknoloji çok disiplinli bir teknoloji olduğundan dolayı farklı endüstrilerde, hatta aynı endüstrinin farklı bölümlerinde inovasyon süreçleri ve aktörleri değişebilmektedir. Literatürde nanoteknoloji inovasyon süreçlerini inceleyen ve bu çalışmada olduğu şekilde ayrıntılı bir biçimde Türkiye üzerine sektörel çalışmaya rastlanmadığı için herhangi bir karşılaştırmaya gidilememiştir. Bu sebeple, bu çalışma nanoteknoloji gelişim ve inovasyon süreçlerini sektörel olarak inceleyen birincil kaynaklardan biri konumundadır. Şüphesiz ki, bu tarz çalışmaların gelecekte artması ile inovasyon süreçleri çok daha ayrıntılı analiz edilebilecek, diğer endüstrilerdeki ve hatta aynı endüstrilerin inovasyon süreçlerinin karşılaştırmasına olanak verebilecektir.

Kaynakça

- Bartholomew, S. (1997). National systems of biotechnology innovation: complex interdependence in the global system. *Journal of International Business Studies*, 241-266.
- Bonaccorsi, A. (2008). Search regimes and the industrial dynamics of science. *Minerva*, 46(3), 285-315. doi:10.1007/s11024-008-9101-3
- Bozkırlıoğlu, B. B. (2011). *Who Interacts with Whom? Individual and Organizational Aspects of University-Industry Relations in Nanotechnology: The Turkish Case*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), ODTÜ/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Brettel, M. & Clevin, N. J. (2011). Innovation culture, collaboration with external partners and npd performance. *Creativity and Innovation Management*, 20(4), 253-272. doi:10.1111/j.1467-8691.2011.00617.x
- Castells, M. (2008). *Enformasyon Çağı: Ekonomi, Toplum ve Kültür (Ağ Toplumunun Yükselişi)*. E. Kılıç (Çev.). İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi.
- Cesaroni, F. & Abbate, T. (2014). Market Orientation and Academic Spin-off Firms. *INDEM*.

- Chesbrough, H. W. (2006). The era of open innovation. *Managing innovation and change*, 127(3), 34-41.
- Dahlman, C. (2007). Technology, globalization, and international competitiveness: Challenges for developing countries. United Nations, Department of Economic and Social Affairs (Ed.), *Industrial Development for the 21st Century: Sustainable Development* içinde (s. 29-84). New York: United Nations.
- Darvish, H. & Tonta, Y. (2016). Diffusion of nanotechnology knowledge in Turkey and its network structure. *Scientometrics*, 107(2), 569-592. doi:10.1007/s11192-016-1854-0
- Day, G. S. & Schoemaker, P. J. (2000). Avoiding the pitfalls of emerging technologies. *California management review*, 42(2), 8-33.
- Derviş, H. (2014). *Assessing the Diffusion of Nanotechnology in Turkey: A Social Network Analysis Approach*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Edler, J., Fier, H. & Grimpe, C. (2011). International scientist mobility and the locus of knowledge and technology transfer. *Research Policy*, 40(6), 791-805. doi:10.1016/j.respol.2011.03.003
- Erdil, E. (2011). *Nanoteknoloji Alanında Uluslararası Düzeye Erişebilme Yolunda Üniversite-Sanayi İlişkilerinin İncelenmesi*. Retrieved from TÜBİTAK.
- Feng, H. I., Chen, C. S., Wang, C. H. & Chiang, H. C. (2012). The role of intellectual capital and university technology transfer offices in university-based technology transfer. *The Service Industries Journal*, 32(6), 899-917. doi:10.1080/02642069.2010.545883
- Fontana, R., Geuna, A. & Matt, M. (2006). Factors affecting university–industry R&D projects: The importance of searching, screening and signalling. *Research Policy*, 35(2), 309-323. doi:10.1016/j.respol.2005.12.001
- Gans, J. S., Hsu, D. H. & Stern, S. (2000). When does start-up innovation spur the gale of creative destruction? *National Bureau of Economic Research*.
- Gaponenko, N. (2007). Building balanced and adoptive sectoral innovation system in nanotechnology to accelerate scientific & technological breakthroughs and improve human conditions. *The Millennium Project, Washington*.
- Gulati, R., Nohria, N. & Zaheer, A. (2000). Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 203-215.
- Hsu, D. H. (2006). Venture capitalists and cooperative start-up commercialization strategy. *Management Science*, 52(2), 204-219.

- Islam, N. & Miyazaki, K. (2009a). NanoSI: exploring nanotechnology research conflation and nano-innovation dynamism in the case of Japan. *Science and Public Policy*, 36(3), 170-182. doi:10.3152/030234209x427112
- Islam, N. & Miyazaki, K. (2009b). Nanotechnology innovation system: Understanding hidden dynamics of nanoscience fusion trajectories. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 128-140. doi:10.1016/j.techfore.2008.03.021
- Islam, N. & Ozcan, S. (2013). Nanotechnology Innovation System: An empirical analysis of the emerging actors and collaborative networks. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60(4), 687-703. doi:10.1109/tem.2013.2265352
- İşeri, M. (2001). *Risk Sermayesi ve Türkiye'deki Geleceği*. İstanbul: Türkmen.
- Kaiser, R. & Prange, H. (2004). The reconfiguration of National Innovation Systems—the example of German biotechnology. *Research Policy*, 33(3), 395-408. doi:10.1016/j.respol.2003.09.001
- Kang, K. H. & Kang, J. (2009). How do firms source external knowledge for innovation? Analysing effects of different knowledge sourcing methods. *International Journal of Innovation Management*, 13(01), 1-17.
- Kim, J. & Marschke, G. (2005). Labor mobility of scientists, technological diffusion, and the firm's patenting decision. *RAND Journal of Economics*, 298-317.
- Lee, S. & Bozeman, B. (2016). The impact of research collaboration on scientific productivity. *Social Studies of Science*, 35(5), 673-702. doi:10.1177/0306312705052359
- Lester, R. (2005). Universities, innovation, and the competitiveness of local economies. *A Summary Report from the Local Innovation Systems Project - Phase I. Massachusetts Institute of Technology, Industrial Performance Center, Working Paper Series*.
- Lundvall, B. Å. (2005). National innovation systems—analytical concept and development tool. *Dynamics of Industry and Innovation: Organizations, Networks and Systems*, 95-119.
- Martin, B. R., Hicks, D. & Salter, A. (1996). *The relationship between publicly funded basic research and economic performance: A SPRU review*. UK: Science Policy Research Unit, University of Sussex.
- Mehta, A., Herron, P., Motoyama, Y., Appelbaum, R. & Lenoir, T. (2012). Globalization and de-globalization in nanotechnology research: The role of China. *Scientometrics*, 93(2), 439-458. doi:10.1007/s11192-012-0687-8
- Montobbio, F. & Sterzi, V. (2013). The globalization of technology in emerging markets: A gravity model on the determinants of international patent collaborations. *World Development*, 44, 281-299. doi:10.1016/j.worlddev.2012.11.017

- Nieto, M. J. & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6), 367-377.
- OECD. (1998). Technology, productivity and job creation: Best policy practices.
- OECD. (2009). Opportunities and risks of nanotechnologies.
- Oh, D., Kim, Y. & Ahn, H. (2010). An analysis of international cooperation in the public research and development programs of Korea. *Asian Journal of Technology Innovation*, 18(2), 43-67. doi:10.1080/19761597.2010.9668692
- Patel, P. & Pavitt, K. (1991). Large firms in the production of the world's technology: an important case of "non-globalisation". *Journal of International Business Studies*, 1-21.
- Rasmussen, B. (2007). Is the commercialisation of nanotechnology different? A case study approach. *Innovation*, 9(1), 62-78.
- Remoe, S. & Guinet, J. (2002). *Dynamising national innovation systems*. OECD Publishing.
- Renn, O. & Roco, M. C. (2006). Nanotechnology and the need for risk governance. *Journal of Nanoparticle Research*, 8(2), 153-191.
- Roco, M. C. (2005). The emergence and policy implications of converging new technologies integrated from the nanoscale. *Journal of Nanoparticle Research*, 7(2-3), 129-143. doi:10.1007/s11051-005-3733-0
- Rotolo, D., Hicks, D. & Martin, B. R. (2015). What is an emerging technology? *Research Policy*, 44(10), 1827-1843. doi:10.1016/j.respol.2015.06.006
- Shan, W. & Hamilton, W. (1991). Country-specific advantage and international cooperation. *Strategic Management Journal*, 12(6), 419-432.
- Shapira, P., Youtie, J. & Kay, L. (2011). National innovation systems and the globalization of nanotechnology innovation. *The Journal of Technology Transfer*, 36(6), 587-604. doi:10.1007/s10961-011-9212-0
- Steensma, H. K. & Lyles, M. A. (2000). Explaining IJV survival in a transitional economy through social exchange and knowledge-based perspectives. *Strategic Management Journal*, 21(8), 831-851. doi:10.1002/1097-0266(200008)21:8<831::aid-smj123>3.0.co;2-h
- Wang, C.-H. & Chien, P.-Y. (2013). Exploring the nanotechnology alliances of nanotechnology firms: The roles of network position and technological uncertainty. *Science, Technology and Society*, 18(2), 139-164. doi:10.1177/0971721813489430
- Wang, J. (2007). *Resource Spillover from Academia to High-tech Industry: Evidence from New Nanotechnology-Based Firms in the US*. Georgia Institute of Technology.

- Williams, A. M., Baláž, V. & Wallace, C. (2004). International labour mobility and uneven regional development in Europe: Human capital, knowledge and entrepreneurship. *European Urban and Regional Studies*, 11(1), 27-46.
- Wullweber, J. (2015). Innovation Policies and the Competition State: The Case of Nanotechnology. Kees van der Pijl (Ed.), *Handbook of the International Political Economy of Production* içinde (s. 43-58). Edward Elgar Publishing.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. & Armstrong, J. S. (2002a). Commercializing knowledge: University science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. *Management Science*, 48(1), 138-153.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., Furner, J., Liu, R. C. & Ma, H. (2007). Minerva unbound: Knowledge stocks, knowledge flows and new knowledge production. *Research Policy*, 36(6), 850-863.
- Zucker, L. G., Darby, M. R. & Torero, M. (2002b). Labor mobility from academe to commerce. *Journal of Labor Economics*, 20(3), 629-660.
- <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/nano-size> (Erişim Tarihi: 18.07.2017)
- https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=100602 (Erişim Tarihi: 04.01.2018)
- <http://statnano.com> (Erişim Tarihi: 05.05.2017)
- <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=192> (Erişim Tarihi: 24.07.2017)
- <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=399> (Erişim Tarihi: 07.10.2016)