



Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences

Journal homepage: www.dergipark.org.tr/ejbc



Reflections to our Lives in Nanotechnology Applications

Zülfü Tüylek^{1*}

¹Malatya Turgut Özal University, Electronics and Automation Department, Malatya, Turkey

*Corresponding author : zulfu.tuylek@ozal.edu.tr
Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-9086-1327>

Received : 03/04/2021
Accepted : 01/10/2021

Abstract: New technologies are developed by transforming basic sciences, education, research, production transition and technology transfer elements into new and useful products. Thanks to new technologies, academics, students, industrial researchers and manufacturers come together in collaborative work areas. It is seen that different technologies have emerged thanks to this approach. Thanks to these collaborations to be developed, advanced technologies will emerge. Thanks to the collaborations to be developed, advanced technologies emerge. One of the technologies that emerged in this way is nanotechnology. Today scientists have the view that nanotechnology will radically change human life. This raises awareness of current developments and applications in nanotechnology. It is also seen as a technological development that will guide future technologies. For this purpose, in recent years, it has been observed that nanotechnology-based drug delivery systems have begun to be applied to intra-nasal drug delivery in order to overcome the various limitations that arise during mucosal administration. Thanks to developments in these practices, progress has been made in moving to the stage where Effective Drug Delivery is possible. Vaccines and therapeutic drugs, developed on the basis of nanomedicine and currently undergoing clinical trials, offer the potential to be innovative alternatives to combat COVID-19.

Nanotechnology acts under the dynamic conditions that create and develop it, and this is very important for its development. It is seen that the year confronted with the production processes, which are a top stage without fully completing their development. This is seen as a disadvantage in terms of new technologies. Considering that this technology is still in its infancy all over the World and causes various social pains even in developed countries, the presence of negativities is normally accepted.

In this article, developments in nanotechnology in many fields such as structural materials, food and agriculture, nano Safety, Environment and water, health field, which stand out with their dynamic and interdisciplinary structure, will be discussed through literature review.

Keywords: Nanotechnology, Nano dimension, Nanomedicine, Nano application, Nanotechnological effect

Nanoteknoloji Uygulamalarında Hayatımıza Yansımalar

Özet: Temel bilimler, eğitim, araştırma, üretim geçişi ve teknoloji transferi unsurlarını yeni ve faydalı ürünlere dönüştürerek yeni teknolojiler geliştirilmektedir. Yeni teknolojiler sayesinde akademisyenler, öğrenciler, endüstriyel araştırmacılar ve üreticiler ortak çalışma alanlarında bir araya geliyor. Bu yaklaşım sayesinde farklı teknolojilerin ortaya çıktığı görülmektedir. Geliştirilecek bu işbirlikleri sayesinde ileri teknolojiler ortaya çıkacaktır. Bu şekilde ortaya çıkan teknolojilerden biri de nanoteknolojidir. Bugün bilim adamları nanoteknolojinin insan yaşamını kökten değiştireceği görüşüne sahiptir. Bu da nanoteknolojideki güncel gelişmeler ve uygulamalar hakkında bir farkındalık yaratır. Aynı zamanda gelecekteki teknolojileri yönlendirecek bir teknolojik gelişme olarak da görülmektedir. Bu amaçla son yıllarda mukozal uygulama sırasında ortaya çıkan çeşitli sınırlamaların üstesinden gelmek için nanoteknoloji tabanlı ilaç verme sistemlerinin burun içi ilaç dağıtımına uygulanmaya başlandığı gözlenmiştir. Bu uygulamalardaki gelişmeler sayesinde etkili ilaç teslimatının mümkün olduğu aşamaya geçme konusunda ilerleme sağlanmıştır. Nanotıp temelinde geliştirilen ve şu anda klinik denemelerden geçen aşilar ve terapötik ilaçlar, COVID-19 ile mücadele için yenilikçi alternatifler olma potansiyeli sunuyor.

Nanoteknoloji, kendisini yaratan ve geliştiren dinamik koşullar altında hareket eder ve bu onun gelişimi için çok önemlidir. Tam anlamıyla gelişimlerini tamamlamadan bir üst aşama olan üretim işlemleri ile karşı karşıya kaldıkları görülmektedir. Bu durum, yeni teknolojiler açısından bir dezavantaj olarak görülmektedir. Bu teknolojinin tüm dünyada henüz emekleme aşamasında olduğu ve gelişmiş ülkelerde bile çeşitli sosyal sancılara neden olduğu düşünüldüğünde, olumsuzlukların bulunması normal olarak kabul edilmektedir.

Bu makalede, dinamik ve disiplinler arası yapısı ile öne çıkan yapısal malzemeler, gıda ve tarım, nano güvenlik, çevre ve su, sağlık alanı gibi birçok alanda nanoteknolojideki gelişmeler literatür taraması yapılarak tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji, Nanoboyut, Nanotıp, Nano Uygulama, Nanoteknolojik Etki

1. Giriş

Nanoteknoloji, günümüzün ileri teknolojilerini kullanarak birçok yeniliği beraberinde getiriyor. Nanoteknoloji, giydiğiniz giysiler ve güneş gözlüklerinden bilgisayar sabit disklerine ve hatta temizlik ürünlerine kadar "genellikle doğal dünyadan ilham alan" birçok tanınmış ürünün üretiminde önemli bir rol oynar (Lines 2008). Doğanın nanoteknolojisini taklit etmek günümüz teknolojilerinde önemli bir görev haline gelmiştir. Giydiğimiz giysilerden, hastalandığımızda kullandığımız ilaçlara kadar, içinde yaşadığımız dünyayı değiştirme kabiliyetine sahip bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Flippino ve Sutherland 2013). Nanoteknolojinin varlığı, sürtünmeyi azaltmak için uçağın yüzeyini kaplayan nanopartiküllerden otel havuzunun temizlenme şekline kadar farklı alanlarda hissedilir. Nanoteknolojinin evlerimizde modern yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline geldiği de görülüyor. Yani elinizi uzatırsanız, nanoteknolojiyi kullanan teknoloji sayesinde geliştirilmiş birçok şeyi kesinlikle yakalarsınız. Ancak çoğu zaman bu durum bizim tarafımızdan fark edilemez (Körözlü 2016).

Nanoteknoloji, 1 nanometre (nm) ile 100 nanometre (nm) arasındaki yapıları içeren bir teknolojidir. Başka bir deyişle, bu nanoyapıların uygulama aralığı 1-100 nm arasındadır. Teknolojiyi anlamak için, nano ölçekli boyutlarda bunun ne anlama geldiğini düşünmeden önce onu başka bir boyutla karşılaştırmak en iyisi olacaktır (Tolochko 2009). Nano boyutu daha iyi anlamak için, insan saç kalınlığı ile bir karşılaştırma yapmak yerinde olacaktır. Bir insan saçının çapı ortalama 80.000 nanometredir. Karşılaştırma yaptığımızda 80.000 nanometrenin bir saç teline sığması anlamına geldiği görülmektedir. O halde 1 metre yüksekliğinde bir nesne düşünelim. Bu cisimde böyle bir yüksekliğe ulaşmak için 1 milyar nanometre parçacığın üst üste yerleştirilmesi gerekiyor (Appenzeller 1991).

Nanoteknoloji, yaşamımızın birçok alanında bizi derinden etkileyebilecek hatta yeni bir çağ açabilecek bir gelişmedir. Bugün bu teknoloji çağımızın yeni sanayi devrimi olarak tanımlanıyor. "Nano" kelimesi "fiziksel miktarın milyarda biri" olarak tanımlanır. Nanoteknoloji, maddenin 1 ila 100 nanometre arasındaki davranışını anlama ve kontrol etme bilimidir (Tolochko 2009). Nanomalzemelerin davranışı ve yapısal özelliklerinin kontrolü birçok alanda radikal yeniliklere yol açmaktadır. Nanomalzemeleri büyük parçacıklara sahip malzemelerden ayıran sadece nanopartiküllerin büyüklüğü değildir. Kimyasal reaktivite, enerji absorpsiyonu ve biyolojik hareketlilik açısından farklı yapısal özellikler gösterirler. Nanoteknolojiyi bu kadar ilginç kılan şey, malzemeler nano ölçekte olduğunda, makro dünyadan ve hatta mikro dünyadan farklı davranışlarıdır (Tarhan ve ark. 2010). Günümüz kullanım alanlarını incelediğimizde, sağlık, ilaç endüstrisi, tekstil, elektronik, otomotiv, gıda ve uzay gibi farklı alanlardan birçok ürünün geliştirildiği görülmektedir (Serena 2016).

Günümüzde kullanılan ileri nanoteknolojileri incelediğimizde, çeşitli alanlarda uygulamaları olduğu görülmektedir. Sağlık alanındaki uygulamaları incelediğimizde hayal bile edilemeyecek birçok farklı

gelişme olduğu görülmektedir. Bu işlemin bir sonucu olarak, ilaç salım sistemleri (aşılar ve terapötik ilaçlar) hastalıkları iyileştirir ve insan vücuduna zarar vermeden kaybolur (Yang ve ark. 2015). Nanopartiküller kullanarak hastalıkların tedavisi hedeflenen araştırmalardan biridir. SARS-CoV-2 enfeksiyonu ile ilgili veriler SARS-CoV-2'nin asemptomatik bulaşmasını gösterdiğinden aşilar önemlidir (Luo ve ark. 2017). Ayrıca, aşiların ve terapötiklerin geliştirilmesi, SARS-CoV-2 enfeksiyonu ile mücadele etmek ve enfekte hastaları tedavi etmek için en cazip seçenektir. Bilim adamları ve doktorlar, tam viral doğayı, enfeksiyon modunu, bulaşma modunu, önleme, immüno-patojenik mekanizmaları ve en etkili tedavi stratejilerini araştırmak ve deşifre etmek için sürekli çalışıyorlar. Bu nedenle şimdiye kadar, bilim adamları yeni nano tabanlı teknolojiler de dahil olmak üzere uygun nano aşiları ve tedavi seçeneklerini hızlı bir şekilde tanımlamak ve geliştirmek için çalışıyorlar (Sahu ve ark. 2020). Gelecekte bu çalışmalar, tıp alanında etkili bir şekilde kullanılacaktır. Bu amaçla araştırmacılar, doğadaki nanoyapılar hakkında daha fazla bilgi edinmeyi amaçlıyorlar Doğadaki atomik dizilim ilkesini taklit etme üzerine kurulan çalışmalardır (Gök 2007).

Sonuç olarak, nanoteknolojik gelişmelerle elde edilen ürünlerin hayatımızın çeşitli alanlarına girdiğini görüyoruz. Nanoteknoloji kullanılarak üretilen nano ölçekli ürünler ve malzemeler; modern teknolojinin fonksiyonel yapısı, şekli, boyutu ve reaktivitesi gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerinin günümüzde neredeyse tüm sektörlerde üretim ve tüketim entegrasyonunda kullanıldığı görülmektedir (Özkaleli ve ark. 2016). Yeni yüzyılda kritik bir teknoloji devrimi olarak görülen nanoteknoloji bugün halen kuluçka döneminindedir. Yeni araştırmalar sayesinde, bu kritik teknolojinin yıllar içinde gelişimini tamamlaması ve yaşamın tüm alanlarına girmesi bekleniyor. Yeni bir teknoloji olmasına rağmen, mevcut teknolojilere yeni bir bakış açısı getiriyor (Yıldız ve Seçkin 2019). Nanoteknoloji, bir yandan bilinen ürün ve süreçler için teknik, ekonomik ve ekolojik parametrelerde performans iyileştirmeleri sağlarken, diğer yandan mevcut teknolojilerin geliştirilmesiyle oluşturulan yeni ürün ve uygulamaları destekler (Namlığöz ve ark. 2007).

2. Nanoteknolojinin Tarihsel Gelişimi

Nano boyutun öneminin ilk tanınması, nobel ödüllü fizikçi Richard Feynman'ın 29 Aralık 1959'da California Institute of Technology'de American Physical Society'nin yıllık toplantısında yaptığı konuşmaya dayanmaktadır. Feynman, "Temelde yeterince boş alan var" başlıklı tarihi konuşmasında, nanometre aralığındaki ilk malzemelerin ve cihazların özelliklerinin gelecekte farklı fırsatlar sunacağı belirtmiştir. Özetle, bu tarihi konuşmasında Feynman, bazı şeyleri küçük ölçekte manipüle etme ve kontrol etme fikrini ifade etti (Feynman 1969). Ancak 1974'te Tokyo Bilim Üniversitesi'nden Norio Taniguchi, nanoteknoloji kelimesini ilk kullanan kişi oldu. 1980'lerde moleküler üretimin temel fikirleri K. Eric Drexler tarafından "Moleküler Üretim İçin Protein Tasarımı" makalesinde tanıtıldı. Daha sonraki bir çalışmada, K. Eric Drexler, kendi kendini kopyalayan bir "derleyici" yaratarak karmaşık

atomik özellikler biçiminde aygıtlar ve yapılar oluşturmanın olası yöntemlerini açıkladı. Bu evrensel "derleyici" görüşü tartışmalı olsa da, bugün nanoteknoloji çalışmalarının önemli bir dalı haline gelmiştir. Bu evrensel "derleyici" görüşü tartışmalı olsa da, nanomalzemelerin üretimi için aşağıdan yukarıya teknolojilerin kullanımına hitap eden önemli bir uygulama dalıdır (Maclurcan 2004). Nanoteknolojinin gelişmesini sağlayan buluş, 1981 yılında Taramalı Tünelleme Mikroskopunun keşfi ile büyük bir ivme kazanmıştır (Luther 2004). Bu mikroskop sayesinde iletken yüzeylerdeki atomlar hareket ettirilebilir. Başka bir deyişle, iletken yüzeylerdeki atomların konumu bu mikroskop ile değiştirilebilir. Bu sürecin gerçekleştirilmesi, nanoteknoloji tarihindeki bir başka kilometre taşıdır. 1985'te Curl Kroto ve Smalley, bu mikroskobu "Buckyball", "fullerenes" olarak adlandırılan yeni bir nanoyapılı karbon modifikasyonunu keşfetmek için kullandılar. Binnig G. ve Rohrer H. bu alandaki çalışmaları nedeniyle 1986 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görüldü. 1990'larda Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Japonya'daki federal hükümetler, nano-elektronik, nano-materyaller vb. nanoteknolojinin çeşitli dallarındaki programlarla ilgilenmeye başladılar. 1990'ların sonuna doğru, bu alanın çeşitli küçük bilimsel alanların yayılmasıyla değil, nanoteknolojinin farklı yönleriyle ele alınması gerektiği kabul edildi. Bu arada, neredeyse tüm sanayileşmiş ülkelerde nanoteknoloji, devlete ait araştırma ve geliştirme programlarının özel bir alanı haline geldi ve araştırma / geliştirme merkezleri kuruldu. 1991 yılında, fullerenler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, esas olarak bir silindir oluşturmak için yuvarlak kenarlı grafit tabakalardan oluşan karbon atomlarının tüp benzeri yapılarının keşfedilmesinin, elektronik mühendisliğinde malzeme mühendisliğinde muazzam uygulama potansiyeline sahip olacağı tahmin edildi. 2000 yılında ABD'nin nanoteknoloji yatırımı sonucunda birçok ülkede nanoteknoloji araştırmaları başlamıştır. Bugün bu alandaki gelişmeler tüm hızıyla devam ediyor. Nanoteknolojinin güncel ve gelişen uygulamalarından bazıları tabloda görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Nanopartiküllerin güncel ve gelişen uygulamaları (Rittner 2002).

Elektronik, Optoelektronik ve Manyetik Uygulamalar	Biyomedikal, İlaç ve Kozmetik Uygulamalar	Enerji, Katalizör ve Yapısal Uygulamalar
Kimyasal-mekaniksel cilalama	Antimikrobisidler	Otomotiv katalizörü
Elektro-iletken kaplamalar	Biyolojik geciktirme ve işaretleme	Seramik membranlar
Manyetik akışkan contalar	MRG kontrast	Yakıt pilleri
Çoklu-tabakalı Seramik kondansatörler	Ortopedi ve implantlar	Foto katalizörler
Fosforlar	Koruyucu güneş kremleri	Propellantlar
Kuantum optik aygıtlar	Termal sprej kaplamalar	Çizilmeye dayanıklı kaplamalar
Optik fiberler		Güneş pilleri

3. Nanoteknoloji ve Etki Alanları

Nanoteknoloji bu günlerde yaygın bir kelimedir, ancak çoğumuz günlük yaşamlarımız üzerindeki inanılmaz etkisinin farkında değiliz. Nanoteknoloji, yaklaşık 1 ila 100 nanometre arasında bir nano ölçekte yürütülen bilim, mühendislik ve teknolojidir (Tolochko 2009). Bir nanometre bir metrenin 10-9 u kadardır. Bir gazete sayfasının kalınlığı yaklaşık 100.000 nanometre kalınlığındadır. Aynı zamanda hızla genişleyen bir alandır. Bilim adamları ve mühendisler, büyük ölçekli muadillerine kıyasla daha yüksek mukavemet, daha hafif ağırlık, artan elektrik iletkenliği ve kimyasal reaktivite gibi gelişmiş özelliklerden yararlanmak için nano ölçekli malzemeler üretmede büyük başarı elde ettiler. Yeni fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler kazandırmayı hedefleyen, yeni ve hızla gelişen bir bilim ve teknoloji alanıdır (Tarhan ve ark.,2010). Araştırmalarda atomların ve moleküllerin nano ölçekte farklı davranışlar sergiledikleri görülmektedir. Bu yeni çalışma yaklaşımları sayesinde nanoteknolojinin geleceği hakkında daha iyi fikir sahibi olmak ve sunduğu iş fırsatlarından yararlanmak için bu alanda daha iyi konumlanmak gerekiyor (Martín-Gago ve ark. 2009). Bu yeni yaklaşım sayesinde etkilenen alanları şu şekilde sıralamak mümkün olacaktır.

1. Nanoteknoloji bilgisayar dünyasında önemli bir yere sahiptir. Uygun kullanıma sahip bir nano robot geliştirmenin en kolay yolu, nano parçacıkların düzgün bir şekilde analiz edilerek tasarımının gerçekleştirilmesidir. Nanorobotlarda nanobilgisayarlar önemli bir kullanıma sahiptir. Bilgisayarlar yapılan işlemlerin kontrol edilerek görüntülenmesinde kullanılmaktadır (Cavalcanti ve ark. 2008). İlk nesildeki bilgisayarlar, mikroişlemcilerin minyatürleşmesine tanık oldu ve şimdi nanometre ölçeği olma sürecindedir. Günümüzde daha uzun ömürlü pillerle çok daha az güç tüketen daha hızlı, daha küçük ve daha güçlü bilgisayarlar üretmek mümkündür. Karbon nanotüplerden yapılan devreler, bilgisayar gücünün artırılmasında hayati önem taşıyabilir ve Moore Yasasının devam etmesine izin verebilir (Brainina ve ark. 2018).

2. Geleceğin en heyecan verici teknolojisi olan çip, bilgisayar bilimi, elektronik ve biyoloji alanlarının bir sonucudur. Elektronik alanda yapılan çalışmalar küçük robotların boylarından çok daha büyük işler başaracağını göstermektedir. Yakın zamanda çok daha fazla hayatımıza girmesi beklenen nanorobotlar sayesinde gelecek nesiller cerrahi operasyonlar için bile doktora gitmek zorunda kalmayabilir. Nanoelektronik, fotolitografi (gelişmiş bir tür baskı yöntemi) ve yeni biyomateryallerin ortak kullanılması, cerrahi aletlerle çalışma ve ilaç tanı ve dağıtımını gibi birçok alanda yaygın medikal uygulamaları mevcuttur (Venkatesan ve Jolad 2010). Nanoelektronikte çipler hızlı, doğru, minyatürdür ve bir bilgisayar çipi kadar avantajlı hale gelmeleri beklenebilir. Daha hızlı, daha işlevsel ve daha doğru tıbbi teşhis ekipmanı kullanmak mümkündür. Çipteki laboratuvar teknolojisi, tıbbi bakımın sunumunu hızlandıran gerçek zamanlı bakım noktası testine olanak tanır. Kullanılan implantlardaki nanomateryal yüzeyler aşınmayı iyileştirir ve enfeksiyona karşı daha

dirençli hale gelir. Bu endüstriyi bilgisayar endüstrisindeki işlemci yongaları kadar evrensel olarak uygulanabilir hale getirmedeki en büyük zorluk, yaygın uygulamayı desteklemek için çeşitli "anakart" sistemleriyle kullanılabilen standartlaştırılmış bir yonga platformunun geliştirilmesidir (Deisingh ve ark. 2009).

3. Farmasötik bilimlerin evrimini etkileyebilecek en önemli itici güçleri belirlemek için farmasötik bilimler, endüstri, düzenleme ve toplumdaki uzmanlarla yapılan tartışmalara dayanan dört potansiyel gelecek senaryosu bulunmaktadır. Nanopartiküllerin vücuttaki farmasötik ürünlerde emilimini arttırmak ve sıklıkla birlikte kullanılan tıbbi cihazlar sayesinde ilaçların hastalıklı bölgeye ulaştırılmasını kolaylaştırmaktır. Nanopartiküller ayrıca kemoterapi ilaçlarını kanser hücreleri gibi spesifik hücrelere vermek için de kullanılabilir (Murali ve ark. 2018). Örneğin solunabilir nanopartiküllerin akciğerlere verilmesi, geleneksel oral veya intravenöz ilaç uygulama yöntemleri ile serumdaki yüksek ilaç konsantrasyonlarının neden olduğu yan etkiler gibi dezavantajların üstesinden gelir. Akciğer inhalasyon aerosolleri olarak işlev görebilen nanopartiküller geliştirmek için çeşitli nanoteknolojiler uygulanmıştır. Bu solunabilir nanopartiküller, aerodinamik boyut aralığına uyacak şekilde beş mikrona kadar üretilen mikropartiküller tarafından kapsüllenebilir veya aerodinamik boyut aralığına aglomera edilebilir. Çoğu nanopartiküller, koloidal dispersiyonları püskürterek veya kuru toz inhalerleri ve katı formda basınçlı ölçülü doz inhaleleri yoluyla doğrudan akciğerlere verilir (Yang ve ark.2008).

4. Nanokompozitler, bir fazın nanopartiküller, nanotüpler veya katmanlı nano yapılar gibi nano ölçekli morfolojiye sahip olduğu kompozitlerdir. Günümüzde nanokompozitler, farklı mühendislik malzemelerinin sınırlamalarının üstesinden gelmek için yararlı alternatifler sağlamak üzere ortaya çıkmaktadır. Nanokompozitlerde metal iyonları ve metal oksitler organik modifiye nanokiller, kitosan gibi doğal biyopolimerler, doğal antimikrobiyel ajanlar, enzimler ve sentetik antimikrobiyeller kullanılır (Mohanty 2017). Antimikrobiyal ilaçlar, COVID-19 için yapılan klinik çalışmalarda kullanılmaktadır. Örneğin, klorokin, ritonavir, lopinavir, ribavirin ve remdesivir, SARS-CoV-2 viral enfeksiyonuna karşı olumlu sonuçlar sergiler. Antimikrobiyal ilaçların nanoenkapsülasyonu, COVID-19 ve diğer viral hastalıklar için daha güvenli tedavilerin geliştirilmesini sağlar (Mainardes ve Diedrich 2020).

Metale göre daha hafif, daha güçlü ve kimyasal olarak daha dirençli nanokompozit malzemelerden araç parçaları oluşturarak araç yakıt verimliliğini ve korozyon direncini artırmaya yardımcı olur. Araçlarda kullanılan nanofiltreler, havadaki partikülleri neredeyse yanma odasına ulaşmadan önce ortadan kaldırarak gaz kilometresini daha da iyileştirir (Santosh Bahadur ve ark. 2014). Kuşkusuz, malzemelerin nasıl kullanıldığına dair temel anlayış nano ölçekte manipüle edilebilir. Nanoyapıların ve nano işlemlerin teknolojik yeniliklere dahil edilmesi, daha iyi performansa

sahip ucuz ürünler üretmemize neden olacaktır (Babatunde ve ark. 2019).

5. Nanoteknolojideki tekstil uygulamaları, vücut fonksiyonlarının ve metabolizmasının tıbbi takibini, rehabilitasyonu ve giysiye entegre edilmiş elektronik cihazları içerir. Ek olarak, bu teknolojiler sensörlerin tekstile entegre edilmesine izin verir. Kumaşlardaki nanopartiküller veya nanofiberler, kumaşın ağırlığında, kalınlığında veya sertliğinde önemli bir artış olmadan leke direncini, su direncini ve alev direncini artırabilme özelliğine sahiptir (Mattmann ve ark. 2007). Örneğin, pantolonlardaki "nano bıyıklar" onları suya ve lekelerle karşı dirençli hale getirir. Tıbbi tekstilde ise bandajlar, plasterler, sargı bezleri, gazlı bezler, tamponlar kullanılmaktadır. Nanofiblerin yara örtülerinde büyük bir kullanım alanı vardır (Annappoorani 2013).

6. Nano ölçekli parçacıkları tanıyan filtreler nanoteknoloji kullanılarak üretilir. 15-20 nanometre genişliğindeki nanopartikülleri geçirmeyecek şekilde üretilen su filtreleri bu nanoboyuttaki tüm virüs ve bakterileri yok etme özelliğine sahiptir. Bu sayede uygun maliyetli, portatif su arıtma sistemleri gelişmektedir. Bu teknoloji kullanılması sayesinde ülkelerde içme suyu kalitesini artırmak mümkün olmaktadır (Yan ve ark. 2016).

Yapay böbrek, yapay akciğer ve yapay karaciğerlerde kanı filtrelemek amacı ile kullanılan cihazlar tıbbi tekstil elemanlardır. Yapay karaciğer, kan plazmasını temizler. Yapay akciğer sahip olduğu gaz değiştirici sayesinde kanda oluşan karbondioksiti uzaklaştırır, ihtiyacı duyulan oksijeni temin eder. Filtreleme ve gaz değiştirme işlemi aşamasında nanolif ve mikrolif membran kullanılır. Yapay böbrek ise dışardan vücuda dışardan bağlanarak hemodiyaliz filtresi ile kanı temizler (Lee ve ark. 2007).

7. Karbon molekülleri nanoteknolojik pek çok ürünün sentezlenmesine imkan tanır. Kullanımında avataj sağlayan yüksek dayanıklılık ve elastik modül özellikleri gibi benzersiz özelliklere sahiptir. Karbon nanotüpler sayesinde, spor ekipmanlarını daha güçlü ve daha hafif hale getirmek de dahil olmak üzere çeşitli ticari kullanımlara sahiptirler (Scida ve ark. 2011). Örneğin, karbon nanotüplerden yapılmış bir tenis raketi, darbe sırasında daha az bükülerek, teslimatın gücünü ve doğruluğunu artırır. Nanopartiküller kullanılarak elde edilen tenis topları, standart tenis toplarından çok daha fazla sıçrama özelliği kazanabilir. Performans / dayanıklılık açısından% 10-20 daha da geliştirilmiş spor aletleri pazarda daha çok satan ürünler haline gelmekte ve nanomalzemeler bazı spor aletlerini belki de kat kat daha iyi hale getirebilmektedir. Bununla birlikte, önerilen çeşitli avantajlara rağmen, teknoloji oldukça pahalı ve uğraşması karmaşık olduğu için piyasada nanoteknoloji ile geliştirilmiş pek çok spor ekipmanı bulunmamaktadır (Patel 2012).

8. Günümüzdeki güneş kremlerinin çoğu, daha tehlikeli ultraviyole aralığı da dahil olmak üzere ışığı etkili bir şekilde emen nanopartiküllerden yapılmıştır. Ayrıca cilde daha kolay yayılabilme özelliğine sahiptirler. Koruyucu giysiler ve gözlükler, güneşten kaçınma, gölge arama ve antioksidan kullanımı gibi davranış değişiklikleri güneş

güvenlik önlemlerini tamamlar. Güneş koruyucunun cilt kanserini önlemedeki rolü incelenmiştir. Yakın tarihli bir rapor, güneş koruyucu kullanımının cilt kanserini önlemedeki etkinliğini belgeledi ve melanom riskinin yarı yarıya azaldığı gözlemlendi (Green ve ark. 2011). Nanopartiküllerin aynı zamanda UV maruziyetini azaltmak ve raf ömrünü uzatmak için gıda ambalajlarında da kullanıldığı görülmektedir (Erdem ve Gökür 2015).

9. Farklı amaçlarla kullanılan plastik içecek şişelerinde oksijen, karbondioksit ve neme karşı direnci ve geçirgenliği artıran nanokil (nanoclay) içeren yapılar kullanıldığı görülmektedir. Temel nanokil hammaddesi montmorillonittir. Nanoclay teknolojisi yeni bir gelişmedir, ancak kil bilimi tarih öncesi çağlardan beri mevcuttur. Seramikçiler antik çağlardan beri nanopartikülleri kullandılar, ancak nanoteknoloji, nanopartiküllerin bilimsel kullanımınıdır. Bolluk (toprakta ve tortularda bulunur), düşük maliyetli ve doğa dostu killer ve kil mineralleri (allofan, kaolinit, montmorillonit) nedeniyle, tıp ve eczacılık dahil birçok alanda uygulama bulmuştur (Gomes ve ark. 2007). Bu, karbonatlaşmanın ve basıncın korunmasına ve raf ömrünün birkaç ay daha uzatılmasına yardımcı olur.

10. Nanoteknoloji sayesinde, belirli bir kimyasal inanılmaz derecede düşük seviyelerde, örneğin tek bir molekülde milyarlarca tespit etmek için çok çeşitli kimyasal sensörler programlanabilir. Bu özellik, laboratuvarlarda, sanayi sitelerinde ve havalimanlarında gözetim ve güvenlik sistemleri için ideal bir uygulamadır. Sağlık alanında kullanılan nanosensörler, vücuttaki belirli hücreleri veya maddeleri doğru bir şekilde tanımlamak için de kullanılabilir. Hücre-hücre koordinasyonu ve adezyon ilişkileri, normal hücrelerde çeşitli biyolojik fonksiyonların yürütülmesinden sorumludur. Enfeksiyonlar sırasında ligand-reseptör etkileşimlerinin tersine çevrilebilirliği, buna bağlıdır. Nanopartiküller, konakçı hücrelere bağlanan virüsü bloke edebilen umut verici antiviral ajanlardır. PAMAM'ın (poliamidoamin) çok değerlikli konjugatları, influenza enfeksiyonlarına karşı etkili antiviral aktiviteye sahiptir (Hassanzadeh 2020). Geleneksel biyosensörlerin ana fonksiyonel bileşenleri, bir antikor, enzim, nükleik asit ve tam hücre gibi bir biyolojik tanıma reseptörü; biyolojik bağlanma olayını tespit edilebilir bir sinyale (elektrokimyasal, optik, vb.) dönüştürmek için bir dönüştürücü; ve analit molekülünün hem varlığını hem de konsantrasyonunu gösteren bir sinyal ekranı veya okuması (Terry ve ark. 2005). Biyo-tanıma mekanizmasına göre, biyosensörler, biyokatalitik ve biyoafinite temelli biyosensörlerden oluşan iki ana kategoriye ayrılabilir. Biyokatalitik sistemde, biyoreseptör (enzim, tam hücre, doku, vb.) Analiti tanı ve analitin tüketimine yol açan bir reaksiyonu katalize ederken, biyoafinite sisteminde biyoreseptör (örn. Antikor veya aptamer) spesifik olarak analit ve bir dengeye genellikle ulaşılır (Thévenot ve ark. 2001). Farklı transdüksiyon yollarına göre yaygın biyosensör tipleri listelenmekte ve her tip için kullanılan ilgili tipik biyolojik tanıma unsurları tanımlanmaktadır.

Bunlar, nanoteknolojinin toplumu etkilediği binlerce uygulamadan sadece birkaçı. Nanoteknoloji alanında

yapılan başarılı çalışmalar sayesinde hemen her gün önemli gelişmelerin yaşandığına dair açıklamalar yapılmaktadır. Çoğu insan hala bu teknolojileri kullanıyor olsa da, onlar hakkında bir şey bilmiyorlar. Bilim dünyasındaki ortak inanç, nanoteknoloji bilgisini anlaşılır bir şekilde yayabilirsek, tüm bu olumsuzlukların ortadan kalkacağıdır. İnsanlar çoğunlukla bilim dergilerini okumuyorlar, bu yüzden bugün nanoteknolojide geline noktayı bilmiyorlar. Canlı sistemler (mantık, bellek, hareket, kimyasal sentez, enerji dönüşümü, hatta kendi bilincimiz) nano ölçekli yapısal karmaşıklığın doğrudan bir sonucudur. Günümüzde teknolojilerinde kullanılan milyonlarca sayıdaki transistörler, bilgisayarlar ve cep telefonları açıkça nanoyapılardır. Bu nedenle nanoteknoloji alanı, moleküler biyolojiden elektroniğe ve ötesine kadar oldukça geniş bir uygulama alanına sahiptir (Chen ve ark. 2017).

4. Nanoteknoloji Nedir ve Neden Önemlidir?

Nanoteknoloji, nano uygulamanın her aşamasında atomik ölçeklerde çalışmak, atomlara hakim olmak ve akıl yürütme sonucunda bir sonuca ulaşmak için geliştirilen bilim ve mühendislik alanı olarak tanımlanabilir. Nanoteknoloji çalışmalarında maddenin doğal özelliklerinde değişiklikler veya ona yeni özellikler eklenmesi söz konusudur. Ayrıca, belirli bir amaca hizmet edecek her şeyin yapımı, kullanımı ve düzenlenmesi için gerekli araç, yapı ve sistemlerin tasarımı ve üretimi üzerinde çalışmak mümkündür. Günlük hayatta kullandığımız birçok aracın boyutundaki hızlı düşüşe rağmen, bir nesnenin, objenin kullanılan olaya, duruma göre işe yarar olmasındaki kayda değer gelişmeler nanoteknolojinin önemli getirisi (Tarhan ve ark. 2010). Nanoteknolojik uygulamaların neler olduğu ve bizler açısından önemini daha iyi anlayabilmek adına farklı uygulamaları incelemek faydalı olacaktır.

Deniz suyu içerisindeki tuzun ve bakterilerin, en etkin şekilde kullanılan nanoteknoloji temelli filtreler sayesinde temizlenmesi amaçlı yapılan uygulamalar her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Nanoteknoloji boyutu küçük olmasına rağmen çok büyük ve geniş bir etkiye sahip olmakla birlikte günümüz teknolojisinde akla gelen, ambalajdan elektroniğe, gıdadan savunma sanayine, optikten sağlığa (Nanotıp), yapı malzemelerinden tarıma kadar tüm sektörleri etkilemektedir. Yapılan teknolojik araştırma ve çalışmalara bakıldığında ülkelerin nanoteknoloji pazarlarının önümüzdeki yıllarda yüz milyarlarca dolara ulaşacağı tahmin ediliyor. Ülkemiz açısından bakıldığında baş döndürücü hızla gelişen bir teknoloji olduğunu ve yükselen trendi yakalamak için nanoteknoloji alanının daha çok gelişmesi gerektiği görülmektedir. Ayrıca nanoteknoloji alanında nanosensör uygulamalarını görüyoruz. Raf ömrünü uzatmak, gıda bozulmalarını tespit etmek ve gerektiğinde nanoantimikrobiyal salgılamak için akıllı paketleme işleminde kullanılmaktadır. Nano sensörler, algılama amaçlı olarak kullanılan gelişmiş nano yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Nano parçacıklarla ilgili bilgileri makroskopik dünyaya iletmek için kullanılan biyolojik, kimyasal ya da cerrahi sensör noktalarıdır (He ve Hwang 2016). Nano sensörlerin farklı kullanım alanlarından biri akıllı ambalaj üretiminde ortaya çıkmaktadır. Akıllı ambalajların üretiminde kullanılan

nanosensörler sayesinde gıdalardaki bozulmalar erkenden tespit edilmektedir. Bu sayede olası bozulmaların önüne geçilerek ürünlerin çöpe gitmesini önlemektedir. Yanlış depolama uygulamalarının önüne geçmek için günümüzde bu alanda yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Saleh 2016).

Nanoteknoloji konusuna kısa ama öz bir giriş yapıldığında, nanoteknolojinin etik ve sosyal çıkarımlara mükemmel bir bakış açısı sunduğunu da görüyoruz. Hızla gelişen bu önemli teknolojiyi ve beraberinde getirdiği sosyal ve etik sorunları dengeli bir şekilde anlamamız geleceğimiz için önemlidir. Nanopartiküllerin biyolojik sistemler üzerindeki toksikolojik etkiler yaratabileceği unutulmamalıdır. Nanoteknoloji moleküler, hücresel ve genetik özelliklerin manipüle edilmesiyle tıptan tarıma birçok alanda yeni ürün ve hizmet geliştiren biyoteknoloji bilim dallarının birleşmesi sonucu oluşan, biyolojik sistemleri taklit eden sistemlerin elektronik sistemlerle uyumlu çalışmasını sağlayan yapılarıdır (Fakruddin ve ark. 2012). Bu nedenle, teknolojiyi üç kısımda incelemek yararlı olacaktır. Nanoteknoloji kapsamlı bir araştırma sonucu ile başlatılmalı, ardından nanoteknolojinin etkilerini değerlendirmek için gerekli riskler ve düzenlemeler açısından temel konular ve ilkeler takip edilmelidir. Son olarak, çevre, gizlilik, tıp ve insani gelişme gibi en önemli uygulama alanları dikkate alınmalı ve bu uygulamaların sosyal ve etik sonuçları dikkatle incelenmelidir (Mao ve ark. 2016). Nanoteknolojinin riskli olabileceği düşüncesiyle gıda ve gıda benzeri ürünlerin üretimleri aşamasında temkinli yaklaşılmalıdır. En çok bilinen ve satın olarak kullanılan ürünler arasında iletişim ve tekstil ürünler gelmektedir. Tüketicilerin farklı ürün kategorilerinde fırsat algılarının risk algılarından daha güçlü olduğu görülmektedir. Ancak vücuda temas eden veya vücuda giren ürünlerde kullanıcıların risk algılarının daha güçlü olduğu saptanmıştır (Sufer ve ark. 2011). Araştırmalar, normalde iyi huylu maddelerin nano ölçekli parçacıklara dönüştürüldüğünde toksik olabileceğini göstermiştir. Küçük boyutları, vücutların etrafında kolayca hareket edebilecekleri anlamına gelir ve geniş yüzey alanı / hacim oranı, onları kimyasal ve biyoreaktif hale getirir. Giderek artan toksikolojik kanıtlar, nanomalzemelerin insan ve çevre sağlığı için riskler taşıdığını göstermektedir (Gupta ve ark. 2018). Günümüzde birçok toksisite mekanizması araştırılmaktadır. Bu yapıların en önemlilerinden biri canlı dokularda reaktif oksijen türlerinin üretilmesidir. Bu, DNA'ya zarar verebilir ve her hücrede bulunan küçük enerji üreten organeller olan mitokondrinin çalışmasını bozabilir (Ranjan ve ark. 2018).

Nanoteknoloji alanında istihdam edilecek bireylerin eğitim alması önemlidir. Bireyler nanoteknolojinin ne olduğu ve neden önemli olduğu konusunda yeterli bilgiye sahip olmalıdır. Nanoteknolojinin ve ekolojik çevrenin geleceği için, politika yapıcılar, bilim adamları ve endüstri yöneticileri çok değerli bir kaynak üzerinde çalıştıklarının farkında olmalıdır. Çünkü nanoteknoloji insan hayatını kökten değiştirebilecek bir potansiyele sahiptir (Duncan, 2011). Bu nedenle, büyük bir risk olmadan önce çevreye dikkatle bakmalı ve bununla başa çıkmak için bilinçli önlemler almalıyız. Nanosensörler, insan faaliyetlerinin

çevre üzerindeki etkilerini doğru ve hızlı bir şekilde belirlememizi ve izlememizi sağlayacak yapılardır. Bir risk normalden daha büyük olduğundan, çevreye verilen zararı azaltmak için nanoteknolojik çözümler kullanılabilir. Nanoteknoloji, mevcut kirlilikleri iyileştirmemize ve mevcut kaynaklarımızın uygun şekilde kullanılmasına yardımcı olur (Ahmadi ve ark. 2019). Günümüz nanoteknoloji sayesinde insanların görüş alanında beliren sanal bir ekrana bilgi aktarması, nanoteknoloji ürünü bir bilgisayar içeren kontakt lenslerin kullanımı gelecekte hayatımıza girecek ifadelerini kullanmak yanlış olmamalıdır. İleri teknolojileri kullanan malzeme bilimi ve nanoteknoloji alanı incelendiğinde, insanları bekleyen gelişmeler ve sürprizler karşısında ne kadar heyecanlı oldukları görülmektedir. Bugün, tüm gelişmelerin ana kaynağı malzeme kökenlidir. Nanopartiküllerin üretilebilmesi için nanoboyutta temel fizik ve kimya bilgilerinin anlaşılması ve nasıl ticari hale getirilebileceğinin bilinmesi gerekmektedir (Charinpanitkul ve ark. 2008). Yeni nanomalzemelerin hayatımıza girmesi ile birlikte kullandığımız bilgisayarlar ve cep telefonları gibi daha birçok ürün gün geçtikçe boyutsal olarak küçülmektedir. Ancak bu küçülme işlevselliği üzerinde daralmaya yol açmamaktadır. Örneğin daha kullanışlı olması nedeniyle (kullanım açısından) çoğunlukla büyük boyutlu ürünler tercih edilse de küçük boyuta sahip cep telefonları daha çok tercih edilmektedir. İster küçük ister büyük olsun, hiç olmadığı kadar dayanıklı ve kullanışlı malzemelerin gittikçe daha fazla kullanımda yer aldıklarını görmekteyiz. Bugün, nanomalzeme teknolojisini incelediğimizde hayatlarımızı kökten değiştiren uygulamaların artmaya başladığını görüyoruz. Elektron mikroskop teknolojisindeki hızlı gelişmeler sayesinde, doğada hali hazırda bulunan nanomalzemeler gözlemlendi. Bu gelişme sayesinde bugün nanomalzeme üzerinde yapılan çalışmalarda kontrol sağlanmaktadır (Güzeloğlu 2015). Gelişen teknolojiye paralel olarak nanoteknolojiye olan talep her geçen gün artmaktadır. Sonuç olarak, malzeme ve nanoteknoloji mezunları için iş fırsatları her geçen gün artmaktadır. Bu bölümlerden mezun olan bireyler; malzeme üretim alanları (seramik, cam, polimer ve kompozit), metalurji sanayi, savunma sanayi, sağlık sektörü, uzay, otomotiv, beyaz eşya, kimya, tekstil, plastik, elektronik gibi alanlar başta olmak üzere tüm üretim alanlarındaki sektörlerde iş imkânına sahip olmaktadır. Nanoteknoloji, insan yaşamında ve bilim dünyasında büyük fırsatlar sunan bir teknolojidir. Nanoteknoloji ile üretilen ürünler; malzeme ve imalat sektörü, nanoelektronik ve bilgisayar teknolojileri, havacılık ve uzay araştırmaları, tıp ve sağlık, çevre ve enerji, biyoteknoloji ve tarım, savunma, bilim ve daha birçok alanda kolaylık sağlamaktadır. Son yıllarda, dünyanın dört bir yanındaki birçok bilim insanı nanoteknoloji eğitimi aldı, böylece her alanda bilimsel sıçramalar yaşandı (Gunasekera ve ark. 2009).

Doğal yaşamda bitkiler nanokristallerde bulunan enerjiyi kloroplastlarında tutar nanoteknoloji ise bu işlemi nano ölçekte yapmaya çalışır. Çünkü nanoteknoloji aynı zamanda enerji depolama sürecinde de kullanılmaktadır. Nanoteknoloji, uygun depolama için daha verimli çözümler sunmaktadır. Günümüzde, enerji depolama sorunu en

büyük ikilemlerden biridir. Bugün bu zorluğa nanoteknoloji ile meydan okumaya çalışılmaktadır. Nanoteknolojinin uygulanması, temiz enerji üretiminin verimliliğini artıracaktır. Nanoteknolojik çalışmalar sayesinde fosil enerji yerini yenilenebilir enerjiye bırakacak. Yenilenebilir tarımsal materyallerin veya gıda atıklarının enerjiye ve yararlı yan ürünlere dönüştürülmesi, nanoteknoloji ile büyük ölçüde geliştirilebilecek çevre odaklı bir araştırma alanıdır (Adeola ve ark. 2019). Örneğin, güneş pilleri, rüzgar, deniz ve jeotermal enerji nanomalzemeleri kullanarak verimli bir şekilde çok fazla enerji üretebilir. Nanoteknoloji, malzemenin insan faaliyetlerinden kaynaklanan kirleticilerin çevreye girişini etkin bir şekilde azaltacak şekilde tüketilmesine neden olmuştur. Nanoteknoloji kullanan endüstrilerdeki değişikliklerin ardından, çevrede sindirilebilen ve başka bir metaya dönüştürülebilen malzemeleri üretebiliyoruz. Bazı endüstrilere yönelik planlı bir hareket, çevresel zararın azalmasına neden olacaktır. Temiz yenilenebilir enerji nanoteknoloji ile mümkündür (Babatunde ve ark. 2020).

Nanoteknoloji aynı zamanda gıda üretimi alanında devrim niteliğinde yenilikler getirmektedir. Nano ölçekte çalışarak gıda kalitesi iyileştirilir ve kirlilik azaltılır. Gıda üretiminin her aşamasında nanoteknoloji kullanılarak çeşitli üretim yolları geliştirilir. Ambalajlama, biyolojik koruma, gıda transferi gibi birçok alanda sınırlama yoktur. Nanopartiküller gıdayı daha güvenli, taze, sağlıklı ve lezzetli tutarak anti-bakteriyel ve anti-mikrobiyal özellik sağlar (Neethirajan ve Jays 2011). Hangi sektörde çalışırsanız çalışın, nanoteknoloji uygulamaları mutlaka yer alır. Bu uygulamaların bazıları bugün kullanılmaktadır. Ancak bazıları hala geliştirme aşamasında bulunmakta ve üzerinde çalışmalar devam etmektedir. İleri teknolojiler sayesinde nanoteknolojik araştırmalar tüm hızıyla devam etmektedir. Hiçbir şey, nanoteknoloji uygulama tekniklerinin kullanımının yaygınlaşacağı kadar belirgin değildir. Ortaya çıkan nano boyut, ürüne yeni ve ilginç özellikler kazandırır. Ancak güvenlik açısından tehdit edici bir faktör olabileceği düşünülmektedir. Nanoteknolojinin sağlık ve çevre açısından bir tehlike olabileceğine dair endişeler var. Bu endişelerin ana kaynağı, nano ürünlerin çok küçük boyutları nedeniyle beklenmeyen etkileşimlere neden olabilme endişesidir (Elmarzugi ve ark. 2014).

Günümüzde, moleküler görüntüleme birçok farklı molekül türü kullanılmasına rağmen, nanoteknolojinin kullanımı başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıkların erken teşhisi, doğru teşhisi ve kişisel tedavisi için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu uygulamalar nanotıp olarak karşımıza çıkmaktadır. Sağlık alanında kullanılan implant malzemelerinin üretiminde nanoteknoloji uygulamaları görülmektedir. Nanoteknoloji uygulamaları ayrıca kişiselleştirilmiş tıbbi uygulamalarda gerçekleştirilen hastaya özgü tedavi yöntemlerinde de öne çıkmaktadır (Supuren ve ark. 2007). Nanotıp alanındaki bilim adamları, çeşitli nanosistemlerin ve viral vektörlerin gen transdüksiyon yeteneğini yüksek bulaşıcılığa nasıl bağlayacaklarını sürekli olarak araştırıyorlar. Nanomalzemelerin, yüzey oksidasyonu kolaylaştırdığı, toksik iyonları serbest bıraktığı veya fototermal bazı

reaksiyonların viral partikül bağlanmasını/penetrasyonunu inhibe ettiği viral bulaşmayı önlediği görülmüştür (Balagna ve ark. 2020). Nanopartiküller ve virüsler aynı ölçekte hareket ederek, nanoteknoloji yaklaşımını aşı geliştirmede çok güçlü hale getirmektedir. Nanopartiküller, virüslerin yapısal ve işlevsel özelliklerini yeniden üretebilen araçlardır. Bu nedenle nanotıp, yenilikçi aşı geliştirme teknolojilerine en iyi alternatif olabilir (Sağlam ve Emul 2016). Aşı teknolojisinin gelişimi açısından bakıldığında, SARS-CoV-2'nin dünya çapında büyük bir tehdit olduğu günümüzde en önemli şey, nanoteknoloji ve nanotıp, klinik etkisi olabilecek yeni terapötik teknolojiler ve yaklaşımlar olarak sunulmaktadır (Qi ve ark. 2019).

Günümüzde üretilen malzemelerde kaplama işleminin ürünlerin korunması için kullanılması yeni uygulanan bir yöntem değildir. Nanoteknoloji alanında yaşanan ilerleyişe kadar, kaplamaların kesin bir yaşam döngüsü vardı. Ürünler eskidikleri zaman, ya bakımları ya da toptan bir değişim söz konusu olmaktadır. Bu bakım süreci bazen bir kaplama olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde geliştirilen nanokaplama sayesinde birçok alanda en iyi kaplama tekniğinin uygulanmasına tanık oluyoruz. Çünkü yapılan işlem bir kaplamadan ziyade ürün yüzeyinde ayrı bir cilt görevi görmektedir. Geleneksel kaplamalarda, temel üründe engelleme söz konusu iken; nano kaplamalar ürünün rengini, yapısını, nefes alabilirliğini ya da diğer yüzey özelliklerini değiştirmezler. Ayrıca çok dayanıklı bir yapı sağlarlar. Çünkü nanokaplama malzemenin yüzeyini nanoboyutlu yapılardan oluşan bir tabaka ile kaplar. Kimyasal ve fiziksel değişiklikler, yüzey nanoboyutlu tanecikler sayesinde daha düzgün bir şekilde kaplanarak elde edilebilir. Nanokaplamaların çevre dostu olması, yüzey pürüzlülüğünün azaltılması ve daha ekonomik olması gibi birçok avantajı mevcuttur (Ateş ve ark. 2012). Nanoteknolojide malzemeler atomik ve moleküler boyutlardan başlayarak inşa edilmektedir. Bunun için geliştirilen geleneksel yöntemler kullanılır. Kullanılan yöntemlerle elde edilen malzemeler diğerlerine göre daha sağlam ve hafiftir. Bu malzemeler, daha düşük hata seviyeleri ve eşsiz dayanıklılık güçleri ile mevcut birçok endüstriyel süreç için devrimsel yenilikler getirmektedir. Eşsiz ve olağandışı özellikleri ile nanokaplamalar ve malzemelerin üretim yöntem ve tekniklerinin gelişmesine imkân tanır (Özdoğan ve ark. 2006). Nanokaplamalar, sanayi alanında nanoteknolojinin nasıl kullanacağına dair örnek oluşturmaktadır. Nanokaplama, inanılmaz derecede koruyucu bir potansiyel sağlar. Boyalı veya mineral yüzeylere, cam, seramik, metal, plastik, ahşap ve tekstil ürünlerine uygulanabilir. Nanokaplamalarının su itici özelliklere sahip olmasının yanında kendi kendilerini temizleme özellikleri de vardır. Çizilmelere, UV ışınlarına ve bozunmaya karşı mükemmel koruma sağlar. İşin özü, gelecek nanoteknolojidedir. Nanoteknoloji, dünyayı nasıl gördüğümüzü ve ona nasıl yaklaşacağımızı değiştirmekte ayrıca oluşturduğu potansiyel açısından gerçekten inanılmaz.

Nanoteknolojinin en yaygın kullanılan alanlarından biri kozmetik alanıdır. Nanorobotların yapısı, iç ve dış olmak üzere iki kısımda oluşmaktadır. Dış yapısı, vücudumuzda

bulunan birçok kimyasal sıvıyla temas edebilecek dayanıma sahiptir. İyapısı ise tamamen kapalı ve gerekmedikçe sıvı geçişine izin vermeyen bir vakum yaklaşımı sergiler. Örneğin günümüzde kullanılan kozmetik ürünlerde nanorobot uygulamalarına sıkça rastlanmaktadır. Nanorobot içeren kozmetik kremler, ciltteki tüm ölü hücreleri temizleyebilir, fazla yağları alabilir ya da cildin beslenmesi için gerekli olan maddeyi sağlayabilir. Kremlerde kullanılan nano tozlar, onların etkin oldukları alanları belirlemektedir (Şenel 2009). Güneşten koruyuculardaki koruyucu faktörler, nano ölçeğe eklenen oksit tozlarının miktarına bağlı olarak değişir. Nanomalzemeler, tasarımlarında ve formülasyonlarında yapılan kasıtlı seçimler nedeniyle daha riskli hale gelebilir. Kişisel bakım ürünlerinde, nanopartiküller genellikle cilde daha etkili bir şekilde nüfuz etmek için özel olarak tasarlanmıştır. Pek çok ürün, aktif bileşenlerin cilde girmesine yardımcı olan 'geçirgenlik artırıcılar' içerir (Katz ve ark. 2015). Ayrıca temizlik sektöründe hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Kendi kendini temizleyen nano boyalar günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle tekstil sektöründeki nano uygulamalar inanılmaz boyutlara ulaşmaktadır. Buruşmayan gömlekler, ıslanmayan mayolar, askerler için kir tutmayan çamaşırlar, kokmayan çoraplar, yüksek katlı binalardaki kir tutmayan camlar en önemli ürünlerdir. Yapılan çalışmaların ileri seviyelerde olması nedeniyle yüzücüler için yunus balığı derisi ile aynı özelliğe sahip olan ve daha hızlı hareket etmeyi sağlayan mayolar, koşucuları rüzgâr etkisinden koruyarak sürtünmeyi azaltan giysiler bu uygulamalarından bazılarıdır.

Akıllı cep telefonları için dokunmatik camların üretimi nanoteknoloji için verilebilecek bir diğer uygulamadır. Üretim sırasında, camdaki sodyumun uzaklaştırılması ve yerine nano boyutlu potasyumun yerleştirilmesi camın kırılmaya karşı daha dayanıklı olmasını sağlar. Ekran camlarının arkasına uygulanan 10 nanometreyi aşan kaplama işlemi sayesinde dokunmatik ekran özelliğini kazandırılır. Nanoteknoloji ayrıca yalıtım alanında da kullanılmaktadır. Nanoteknoloji ile üretilmiş UV ve kızılötesi ışınları geçirmeyen camların evlerde kullanılması sayesinde yazın serin, kışın sıcak olması sağlanmaktadır. Daha da ilginç olanı, tarih boyunca pis ve kötü kokuları ortadan kaldırdığı bilinen gümüş (Ag) elementinin, nanoboyutlarda buzdolabı üretiminde kullanılması sayesinde kokmayan buzdolapları üretilmektedir. Ek olarak, nanoboyutlu gümüş tozları sağlık alanında bir yara iyileştirici krem olarak yaygın kullanımı söz konusudur (Faghihi ve ark. 2018). Doğada bulunan nilüfer çiçeğinin nanoteknoloji için bir ilham kaynağı olduğunu görülmektedir. Lotus çiçeğini taklit eden nanoteknoloji sayesinde suyu tutmayan ve ıslanmayan yüzeyler üretilmektedir. Nanoteknolojinin gözlük camlarının renklendirilmesinde nanoboyutlu metalik iyonlar kullandığını görüyoruz. Kendi kendini temizleyen nano kaplama ve boyalar sayesinde evlerin ve arabaların sadece güneş ışığı ile temizlendiği görülmektedir (Bao ve ark. 2019).

Nanoteknolojiler, sürdürülebilirlik göz önünde bulundurularak tasarlanmadıkları takdirde, bir dizi ekolojik

ve sağlık zararına neden olabilecek yeni teknolojileri birçok yönden örneklemektedir. Yine de bu tür gelişen teknolojileri yönetirken temel sorunlarla karşı karşıyayız. Yeşil nanoteknoloji şu anda nanomalzemeleri rasyonel tasarım yoluyla daha güvenli hale getirmenin bir yolu olarak geliştirilmektedir. Nanoteknologlar toplumsal kaygılara katılma yükümlülüğünü ve yalnızca çevresel sağlık ve güvenlik sorunlarını ele almak için sınırlı yükümlülükleri tek tip olarak kabul etmemektedir (Johansson ve ark. 2017). Örneğin günümüzde nanoteknoloji sayesinde damar ve doku içinde hareket eden ilaçlar (ilaç taşıyıcı nanosistemler) ancak kanserli hücrelere aktarılabilir. Nano taşıyıcıların ilaç dağıtım sistemlerine dahil edilmesi, hastalıkların tedavisinde önemli bir iyileşmeye yol açmıştır. Sağlık alanında, ilaçların toksik etkilerini azaltmak ve çoklu ilaç direncini önlemek için kanser ilaçlarının salınmasına yönelik çalışmaların sürdüğü görülmektedir (Schiener ve ark. 2010). Kanser hücreleri kontrollü ilaç salımı ve nano boyutlu tozlarla tedavi edilmektedir. Bu uygulama nanoteknolojinin tıptaki en önemli uygulamalarından biridir. Nanoteknoloji, bulaşıcı hastalıkların araştırılmasında da çok etkilidir. Bu amaçla klinik mikrobiyologlara tanıdan tedaviye kadar birçok yeni fırsat sunmaktadır. (Saleh 2016). Örneğin, eksozomlar, herhangi bir hücre-hücre iletişimi türü için salgılanan, 30 nm ila 150 nm boyutundaki küçük nano parçacıklardır. Tedavi ve teşhis araştırmalarında nihai hücre yenilenmesi olarak görünen nanomalzemelerdir (Patil ve Rhee 2019). SARS-Cov proteinini içeren eksozomların, SARS-Cov proteininin bir aşısı ile hazırlayarak ve ardından bunu bir adenovirüs vektör aşısı ile güçlendirerek hızlandırılmış bir nötralize edici antikor titresini indüklediği bildirilmiştir (Kuate ve ark. 2007). Nanoteknoloji, kanser teşhisinde olduğu kadar tedavisinde de birçok önemli uygulama sunmaktadır. Nanoteknoloji bugün kanser hastalığı için erken teşhis ve etkili tedavi sunmaktadır. Bu erken teşhis ve tedavi imkânları sayesinde kanser çoğunlukla tedavi edilebilmekte, yüksek iyileşme oranı ve düşük ölüm oranına sahip bir hastalık haline gelebilmektedir (Yula ve ark. 2010). Kanser hücrelerinin tedavisi, nanoteknolojinin tip alanındaki en önemli uygulamalarından biridir. En fazla araştırmanın yapıldığı ve gelişmelerin hastalar için olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Kanserli hücrelerin yok edilmesinde kullanılan olumlu bir gelişmedir. Günümüzde sağlık alanında önemli çalışmalar yürütülmektedir. Elde edilen veriler ise umut vericidir. Gelişmeler öncelikle antitümör tedavisi için yapılmaya başlanmıştır. Daha sonra ateroskleroz için nano temelli tedavi stratejileri tasarlanmıştır (Oylar ve ark. 2011).

5. Sonuç ve Öneriler

Teknolojinin her çağda kendine özgü yasaları vardır. Bu yasaların var olduğu ve insan yaşamını doğrudan etkilediği görülmektedir. Bu nedenle teknolojik yenilikler, insanların düzenli bir hayat sürmeleri için oluşturulmuş ve yasal çerçevesi tanımlanmış hukukî, politik ve sosyokültürel boyutlu düzenlemelerdir. Bu çok boyutlu düzenlemelerle, kişisel haklara ve güvenliğe duyarlı, teknolojik etik ve mahremiyete önem veren bir toplum yapısında, yaşama dair sorunların çözümünde önemli bir aşama kaydedilmesi

mümkündür. Bunun sonucu olarak, bireyler üretilen ürünlere daha olumlu yaklaşmaktadır. Her yeni teknolojiye olduğu gibi, nanoteknolojide de ön görülemeyen durumlar söz konusu olabilir. Önemli olan bu istenmeyen durumların önceden öngörülebilmesi ve tedbirlerin alınmasıdır. Bu şekilde elde edilen ürünlerin ekolojik çevre için olumsuz sonuçları olmayacaktır. Bu uygulama nanoteknolojinin gelişmesi açısından son derece önemlidir. Aksi takdirde gelecekte toplumu etkileyecek sürprizlerin çıkması kaçınılmaz olacaktır. Bu da imal edilen ürünlere bireylerin yaklaşımını olumsuz yönde etkileyecektir. Sonuç olarak ekolojik ortamda meydana gelen olumsuzluklar sağlık açısından istenmeyen durumların gelişmesine neden olacaktır. Nanoteknoloji alanı incelendiğinde, bugün birçok ürün geliştirildiği görülmektedir. Virüsle savaşan nanoteknolojilerdeki birikmiş ilerlemeler, SARS-CoV-2 tedavisi ve aşı geliştirmenin bir sonraki seviyeye taşınmasında önemli rol oynayacaktır. SARS-CoV-2 enfeksiyonunu önlemeye yönelik aşılarda, pandemiye durdurmak için en umut verici yaklaşım olarak kabul ediliyor ve şiddetle takip ediliyor (Filipponi ve Sutherland, 2012). Biyo-ilaç uzmanları ilaç, aşı ve antikör kombinasyonlarını tanıma, engelleme ve etkisiz hale getirme işlevi gören yeni terapötik ajanları araştırmaktadır. Şimdi nanotıp yardımıyla virüsün adım adım üstesinden gelme yönünde çalışmalar yapılmaktadır (Wilde ve ark. 2018). Elde edilen ürünler çevre ve insan sağlığı açısından dikkatle kontrol edilmelidir. Çünkü nanoteknoloji bugün her alanda faaliyet gösteren yeni bir teknolojidir. Hayatımızın her aşamasında karşımıza çıkan uygulamaları vardır. Geliştirilmek amacıyla nanoteknolojik araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar paralelinde toksik etkilerin araştırılması önemlidir. Çevre ve insan sağlığı açısından çok önemlidir. Düzenleyici makamlar ve mevzuat, tüm ekosistemdeki toksik etkilerini tespit etmek, doğrulamak ve azaltmak için nano malzemelerin sürdürülebilir kullanımına yönelik yol haritaları ve yönergeler sağlayabilir. Sağlanan terapötiklerin, motor koordinasyon, motor fonksiyon ve toksisite açısından hasta üzerinde çok az yan etkilerinin olması veya hiç olmaması beklenir (Kaushik ve ark. 2019). Bu amaçla COVID-19'un neden olduğu karmaşık durum nedeniyle, küresel olarak çeşitli alanlardaki araştırmaların daha verimli olması için mevcut platformun değiştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle, nanoteknoloji ve nanotıp, araştırma ve geliştirme paradigmasındaki bu değişime uygulanabilir alternatifler olabilir (Silindir ve ark. 2012).

Nanoteknolojinin bugün ulaştığı nokta ve her geçen gün daha da ivme kazanması, yönetmeliklerin teknoloji karşısında yetersiz kalmasına neden oluyor. Bu da bireylerin yeni teknolojilere şüphe ve güvensizlik ekseninde yaklaşmasını neden olmaktadır. Oysa teknolojinin, kendini oluşturan ve geliştiren dinamik koşullarla birlikte hareket etmesi gerekir. Nanoteknolojinin, tam anlamıyla gelişimini tamamlamadan bir üst aşama olan üretim süreciyle karşı karşıya kaldığı görülmektedir. Bu durum, bu teknolojiler açısından bir dezavantaj olarak kabul edilmektedir. Bu teknolojinin tüm dünyada ve hatta gelişmiş ülkelerde hala emekleme döneminde olduğu düşünüldüğünde, çeşitli sosyal sancılara yol açtığı görülmektedir. Nanoteknolojide,

dünyaya yön veren dönüşümü yakalamak ve yönetebilmek için tüm ülkeler sorumluluk almalı ve titizlikle çalışmalıdır.

Kaynaklar

- Adeola AO, Fapohunda O, Jimoh AT, Toluwalajo TI, Ige AO, and Ogunyele AC. 2019. Scientific applications and prospects of nanomaterials: A multidisciplinary review. *Afr J Biotechnol.* 18(30):946-961.
- Ahmadi MH, Ghazvini M, Alhuyi Nazari M, Ahmadi MA, Pourfayaz F, Lorenzini G, Ming T. 2019. Renewable energy harvesting with the application of nanotechnology: A review. *Int J Renew Energy Res.* 43:1387-1410.
- Annapoorani, G., 2013. Recent Developments in Medical Textiles Implantable Devices – An Overview. *Research Paper Textiles,* 2:(12) 255-258.
- Appenzeller T. 1991. The man who dared to think small. *Science.* 254:1300.
- Ateş M, Osken I, Ozturk TJ. 2012. Glassy carbon Electrode Formation and Electrochemical Impedance Spectroscopy. *Journal of Electrochemical Sci.* 159(6):115-121.
- Babatunde DE, Denwigwe IH, Babatunde OM, Agboola O, Akinsipe GD. 2019. Relevance of chemically functionalized nano-llers and modi_ed nanocomposite in energy systems, in *Polymer Nanocomposites for Advanced Engineering and Military Applications.* Hershey, PA, USA: IGI Global Press.
- Babatunde DE, Denwigwe IH, Babatunde OM, Gbadamosi SL, Babalola IP, Agboola O. 2020. Environmental and societal impact of nanotechnol. *IEEE Access.* 8:4640-4667. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2961513>
- Balagna C, Perero S, Percivalle E, Nepita EV, Ferraris M. 2020. Virucidal effect against Coronavirus SARS-CoV-2 of a silver nanocluster/silica composite sputtered coating. *Open Ceramics.* 1:100006. doi:10.1016/j.oceram.2020.100006
- Bao W, Deng Z, Zhang S, Ji Z, Zhang H. 2019. Next-generation composite coating system: nanocoating. *Frontiers in Mater.* 6:1-6. <https://doi.org/10.3389/fmats.2019.00072>
- Brainina Kh, Stozhko N, Bukharinova M, Vikulova E. 2018. Nanomaterials: Electrochemical Properties and Application in Sensors. *Physical Sci Rev.* 3(9). doi: <https://doi.org/10.1515/psr-2018-8050>
- Cavalcanti A, Shirinzadeh B, Zhang M. and Kretly LC. 2008. Nanorobot Hardwar Architecture for Medical Defense. *Sensors.* 8:2932-2960.
- Charinpanitkul T, Faungnawakij K. and Tanthapanichakoon W. 2008, Review of recent research on nanoparticle production in Thailand. *Adv Powder Technol.* 19:443-457.
- Chen M, Qin X, Zeng G. 2017. Biodegradation of carbon nanotubes, graphene and their derivatives. *Trends Biotech.* 35: 836-846. doi: 10.1016/j.tibtech.2016.12.001
- Deisingh AK, Wilson AG, Elie AG. 2009. Biochip Platforms for DNA Diagnostics. *Microarrays,* pp 271-297.
- Duncan TV. 2011. Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *J Colloid Interface Sci.* 363:1-24.
- Elmarzugi NA, Keleb EI, Mohamed AT, Benyones HM, Bendala NM, Mehemed AI, Eid AM. 2014. Awareness of Libyan Students and Academic Staff Members of Nanotechnology. *Journal of Pharm Sci.* 4(6):110-114.
- Erdem S, Göknur TG. 2015. Gıda Endüstrisinde Nanoteknoloji Uygulamaları, *Etlık Vet Mikrobiyol Derg,* 26 (2): 52-57.
- Faghihi K, Raeisi A, Honardoost E, Shabaniyan M, Mirzakhaniyan Z. 2018. Synthesis, characterization, and antibacterial activity of new poly(ether-amide)/silver nanocomposites. *Adv Polym Technol.* 37:313-322.

- Fakruddin M, Hossain Z, Afroz H. 2012. Prospects and applications of nanobiotechnology: a medical perspective. *J Nanobiotechnology*. 10:31.
- Feynman RP. 1969. What is science. *Physics Teacher*. 7(6):313-320.
- Filipponi L. ve Sutherland D. 2012. *Nanotechnologies: Principles, Applications, Implications and Hands-on Activities*. European Union, Luxemburg, 2012. doi:10.2777/76945.
- Gomes CSF, Silva JBP. 2007. Minerals and clay minerals in medical geology. *Applied Clay Sci*. 36:4-21.
- Gök H. 2007. Fiziksel tıp ve rehabilitasyon uzmanlarının nanoteknolojiden beklentileri. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. 53:13-22.
- Green AC, Williams GM, Logan V, Stratton GM. 2011. Reduced melanoma after regular sunscreen use: randomized trial follow-up. *J Clin Oncol* 29(3):257-263.
- Gunasekera UA, Pankhurst QA, Douek M. 2009. Imaging applications of nanotechnology in cancer. *Target Oncol* 4: 169-181.
- Gupta R, Xie H. 2018. Nanoparticles in Daily Life: Applications, Toxicity and Regulations. *J Environ Pathol Toxicol*. 37(3):209-30.
- Güzeloğlu E. 2015. Akıllı Ürünleriyle Nano Yeniliği: Gençlerin Nanoteknoloji Farkındalığı, Fayda/Risk Algıları. *Journal of Human Sci*. 12(1):274-297.
- Hassanzadeh P. 2020. Nanotheranostics against COVID-19: from multivalent to immune-targeted materials. *J Control Release*. 328:112-126. doi:10.1016/j.jconrel.2020.08.060
- He X, and Hwang HM. 2016. Nanotechnology in food science: Functionality, applicability, and safety assessment. *J Food Drug Anal*. 24(4):671-681. doi:10.1016/j.jfda.2016.06.001
- Jain A, Ranjan S, Dasgupta N, Ramalingam C. 2018. Nanomaterials in Food and Agriculture: An Overview on Their Safety Concerns and Regulatory Issues. *Critical Rev in Food Sci and Nutr*. 58(2):297-317.
- Johansson M, Boholm Å. 2017. Scientists' Understandings of Risk of Nanomaterials: Disciplinary Culture Through the Ethnographic Lens. *Nano Ethics*. 11(3):229-42.
- Katz LM, Dewan K, Bronaugh RL. 2015. Nanotechnology in Cosmetics. *Food Chem Toxicol*. (85):127-37.
- Kaushik A, Rodriguez J, Rothen D, et al. 2019. MRI-Guided, Noninvasive Delivery of Magneto-Electric Drug Nanocarriers to the Brain in a Nonhuman Primate. *ACS Applied Bio Materials*. 2(11):4826-4836. doi:10.1021/acsabm.9b00592
- Kuate S, Cinatl J, Doerr HW. 2007. Uberla K. Exosomal vaccines containing the S protein of the SARS coronavirus induce high levels of neutralizing antibodies. *Virology*. 362(1):26-37. doi:10.1016/j.virol.2006.12.011.
- Körözlü N. 2016. Bilim ve teknolojinin geleceği nanoteknoloji. *Ayrıntı Dergisi*, 4(39):27-30.
- Lee KH, Kim DJ, and Min BG. 2007. Polymeric nanofiber web-based artificial renal microfluidic chip. *Biomed Microdevices*. 9:435-442.
- Lines MG. 2008. Nanomaterials for Practical Functional Uses. *J Alloys Compd*. 449:242-245.
- Luo M, Wang H, Wang Z, Cai H, Lu Z, Li Y, Du M, Huang G, Wang C, Chen X, Porembka MR, Lea J, Frankel AE, Fu YX, Chen ZJ, Gao J. 2017. A STING-Activating Nanovaccine for Cancer Immunotherapy. *Nat Nanotechnol*. 12:648-654 DOI:10.1038/nnano.2017.52.
- Luther W. 2004. Industrial application of nanomaterials - chances and risks: Technology analysis. In W. Luther (Ed.), *Future Technol*. 54:1-119.
- Maclurcan DC, Ford MJ, Cortie MB, and Ghosh D. 2004. Medical Nanotechnology and Developing Nations, Proceedings of the Asia Pacific Nanotechnology Forum, World Scientific Publishing Co. Singapore, pp 165-237.
- Mainardes RM, Diedrich C. 2020. The potential role of nanomedicine on COVID-19 therapeutics. *Ther Deliv*. 11(7):411-414.
- Mao X, Nguyen THD, Lin M, Mustapha A. 2016. Engineered Nanoparticles as Potential Food Contaminants and Their Toxicity to Caco-2 Cells. *J Food Sci*. 81(8):2107-2113.
- Martín-Gago JA, Casero E, Briones C, Serena PA. 2009. Nanociencia y Nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro. *Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología FECYT, Madrid*.
- Mattmann C, Amft O, Harms H, Tröster G, Clemens F. 2007. In Recognizing upper body postures using textile strain sensors, *Wearable Computers, 2007 11th IEEE Int. Symposium on*, pp 29-36.
- Mohanty F. 2017. Nanotechnology Applications in Food, | Bionanocomposites for Food Packaging Applications. 363-379.
- Murali K, Neelakandan MS, Thomas S. 2018. Biomedical Applications of Gold Nanoparticles. *JSM Nanotechnol Nanomed*. 6(1):1064.
- Namlıgöz ES, Hoşaf E, Çoban S, Gülümser T, Tarakçıoğlu I. 2007. Su, Yağ ve Kir İticilik Bitim İşlemlerindeki Son Gelişmeler (Bölüm 2). *Ege Üniv Tekstil Konfeksiyon Dergisi*. 17(1):59-64.
- Neethirajan S, ve Jayas DS. 2011. Nanotechnology for the food and bioprocessing industries. *Food Bioprocess Technol*. 4:39-47.
- Oylar Ö, Tekin İ. 2011. Kanser Teşhis ve Tedavisinde Nanoteknolojinin Önemi, Uludağ Üniv Müh - Mim Fak. *Dergisi*. 16(1):147-154.
- Özdoğan E, Demir A, Seventekin N. 2006. Lotus Etkili Yüzeyler. *Ege Üniv Tekstil Konfeksiyon Dergisi*. 16(1):287-290.
- Özkaleli M, Erdem A. 2016. Nano atıklar ve çevre: Atık yönetiminde yeni bir yaklaşım. *Pamukkale Üniv Müh Bilim Dergisi*. 22(3):183-188.
- Patel V. 2012. Elastomeric Nanocomposites: Tires Promoting Nanophiles Market Growth. *Nanotech Insights*. 3(4):44-48.
- Patil AA, Rhee WJ. 2019. Exosomes: biogenesis, composition, functions, and their role in pre-metastatic niche formation. *Biotech Bioproc E*. 24(5):689-701. doi:10.1007/s12257-019-0170-y
- Rittner M. 2002. Market Analysis of Nanostructured Materials, March 2002. *Am Ceram Soc*. 81(3):33-36.
- Sağlam N, Emul E. 2016. Nanotıpta Yeni Gelişmeler, In: *TOTEK Ortopedi ve Travmatoloji Temel Bilimler ve Araştırma Kitabı*. Ed: Feza Korkusuz, Ankara. 10-17.
- Saleh TA. 2016. Nanomaterials for pharmaceuticals determination. *Bioenergetics*. 5: 226.
- Sahu KK, Lal A, Mishra AK. 2020. Latest updates on COVID-2019: a changing paradigm shift. *J Med Virol*. 92(6):533-535. doi:10.1002/jmv.25760
- Santosh Bahadur S, Praveen Kumar T. 2014. Catalysis: A Brief Review on Nano-Catalyst. *Energy and Chem Eng Journal*. 2(3):106-115.
- Schiener, M, Hossann M, Viola JR, Ortega-Gomez A, Weber C, Lauber K, Lindner LH, Soehnlein O. 2010. Nanomedicine-based strategies for treatment of atherosclerosis. *Nanomed*. 5(4):641-56.
- Scida K, Stege PW, Haby G, Messina GA, Garcia CD. 2011. Recent applications of carbon-based nanomaterials in analytical chemistry: critical review. *Anal Chim Acta*. 691(1-2):6-17. DOI: 10.1016/j.aca.2011.02.025.
- Serena PA. 2016. *La nanotecnología. Explorando un cosmos en miniatura*. RBA. Barcelona.
- Silindir M, Erdoğan S, Ozer AY et al. 2012. Liposomes and their applications in molecular imaging. *J Drug Target*. 20:401-16.

- Süfer Ö, Karakaya S. 2011. Gıda Endüstrisi ve Nanoteknoloji: Durum Tespiti ve Gelecek, Akademik Gıda. 9(6):81-88.
- Süpüren G, Kanat ZE, Çay A, Kırıcı T, Gülümser T, Tarakçiođlu I. 2007. Nano fibres (part 2) Ege Üniv Tekstil Konfeksiyon Dergisi. 17(1):15-17.
- Şenel F. 2009. Nanotıp. Bilim ve Teknik. 79-85.
- Tarhan Ö, Gökmen V, and Harsa Ş. 2010. Nanoteknolojinin gıda bilim ve teknolojisi alanındaki uygulamaları. Gıda Dergisi, 35(3):219-225.
- Terry LA, White SF, Tigwell LJ. 2005. The application of biosensors to fresh produce and the wider food industry. J. Agricult Food Chem. 53:1309-1316.
- Thévenot DR, Toth K, Durst RA, Wilson GS. 2001. Electrochemical biosensors: recommended definitions and classification. Biosens. Bioelectron. 16:21-31.
- Venkatesan M, Jolad B. 2010. Nanorobots in cancer treatment, Emerging Trends in Robotics and Communication Technologies.258-8.
- Tolochko NK. 2009. History of Nanotechnology. In: Kharkin, V., Bai, C., Awadelkarim, O.O, Kapitsa, S. (Eds.), Nanoscience and Nanotechnology. UNESCO, Oxford, UK, EOLSS, Encyclopedia for Life Support Systems.
- Yan J, Han L, Gao W, Xue S, Chen M. 2016. Biochar supported nanoscale zero valentiron composite used as persulfate activator for removing trichloroethylene. Bioresour Technol. 175:269-274.
- Yang J, Han S, Zheng H, Dong H, Liu J. 2015. Preparation and application of micro/nanoparticles based on natural polysaccharides, Carbohydr Polym. 123:53-66.
- Yang W, Peters JI, Williams RO. 2008. Inhaled nanoparticles—a current review. Int J Pharm. 356(1-2):239-247. doi:10.1016/j.ijpharm.2008.02.011
- Yıldız, B. ve Seçkin P. N. 2019. Mimaride Malzemelerin Algısal Farklılıklarının Deđerlendirilmesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,1(1):6-14
- Yula E, Deveci Ö. 2010. Nanotıp, Mikrodizilimler ve Klinik Mikrobiyolojide Kullanımları, Dicle Tıp Dergisi. 37(4):422-428.
- Wilde AH, Snijder EJ, Kikkert M, van Hemert MJ. 2018. Host Factors in Coronavirus Replication Curr Top Microbiol Immunol. 419:1-42.
- Qi F, Wu J, Li H, Ma GH. 2019. Recent research and development of PLGA/PLA microspheres/nanoparticles: a review in scientific and industrial aspects. Front Chem Sci Eng. 13(1):14-27. doi:10.1007/s11705-018-1729-4