



DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7605714>



Araştırma Makalesi / Research Article

## Yeni Teknolojinin Tarım ve Gıda Sektörüne Getirdiği Endişeler

Filiz ARICAK<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Trakya Üniversitesi, Edirne Teknik Bilimler MYO, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Edirne

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): [filizkuzu@trakya.edu.tr](mailto:filizkuzu@trakya.edu.tr)

**Geliş Tarihi (Received):** 22.11.2022

**Kabul Tarihi (Accepted):** 28.12.2022

### Özet

Nanoteknoloji çeşitli endüstrilerdeki yaygın uygulamalarıyla çoktan yerini almıştır. Nanomalzemelerin ticari düzeydeki genişlemelerinden gıda, tarım sektörünün de pay aldığı görülmektedir. Nanomalzemeler, tadını etkilemeksizin yağ ve şeker seviyelerini düşürmek, gıdaları daha uzun süre taze tutmak için ambalajı geliştirmek veya gıdanın bozulup bozulmadığını tüketicilere bildirmek için halihazırda kullanılmaktadır. Tarımda ise tohumların dayanıklılığını artırmada, ürünlerde hasara yol açan hastalıkların tespitinde, gübre ve büyüme düzenleyicilerde kullanılmaktadır. Diğer yandan nanoölçekte formülasyonu yapılmış piyasaya sürülmüş ve çevreye salınmış pestisitler de mevcuttur. Nano parçacıkların insan vücuduna girdiği zaman hücrelere kadar ulaşabilme kabiliyetleri vardır. Her gelişen teknolojiye olduğu gibi nanoteknolojiye dair gelişmelerde de insan unsurunun her türlü ticari kaygıdan uzak, ön planda tutularak sağlık ve güvenliğin öncelikli olduğu değerlendirilmelerden geçmesi gerekir. Sağlıklı bir topluma ait olmak bu bilinci gerektirir. Çalışmada tarım ve gıdadaki nanoteknolojik uygulamalara değinilmiş ve iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Literatürde yer alan ulusal, uluslararası yayınlar, kongre bildirileri, güvenilir kurum ve kuruluşların internet siteleri çalışmanın zeminini oluşturmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Tarım gıda, nanoteknoloji, risk, iş sağlığı ve güvenliği

## The Concerns That New Technology Brings To The Agriculture And Food Sector

### Abstract

Nanotechnology has already taken its place with its widespread applications in various industries. It is seen that the food and agricultural sectors also share in the commercial expansion of nanomaterials. Nanomaterials are already being used to reduce fat and sugar levels without affecting the taste, to improve packaging to keep food fresh for longer, or to inform consumers if food is spoiled. In agriculture, it is used to increase the durability of seeds, to detect diseases that cause damage to crops, to regulate fertilizers and growth. On the other hand, there are also pesticides formulated at the nanoscale that have been released Tuesday and released into the environment. Nano particles have the ability to reach cells when they enter the human body. As with any developing technology, in developments related to nanotechnology, the human element should be kept away from all kinds of commercial concerns, and health and safety should be evaluated as a priority. Belonging to a healthy society requires this awareness. In the study, nanotechnological applications in agriculture and food were discussed and evaluations were made in terms of occupational health and safety. National and international publications included in the literature, congress proceedings, websites of reliable institutions and organizations have formed the basis of the study.

**Keywords:** Agriculture and food, nanotechnology, risk, occupational health and safety

## 1. Giriş

Nanoteknolojide boyutları 1 ile 100 nanometre (metrenin milyarda biri) aralığında olan maddenin yeni cihaz, yeni malzeme veya yeni yapılar oluşturulması amacıyla manipüle edilmesi söz konusudur. Karbon nanotüpler, fullerenler, titanyumdioksit yeni teknolojinin ürünleri olan nanomalzemelerden sadece bir kaçıdır. Bu aşamada kuantum mekaniğine dair kanunların geçerli olması maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin benzersiz davranışına neden olur. Ayrıca tane boyutu azaldıkça, yüzey alanının hacme oranı büyük ölçüde artmaktadır. Bu boyutlardaki malzemelerin sergilediği üstün özellikler, savunma sanayinden kozmetik sektörüne kadar birçok sektörde yeni ürünler elde edilmesine yol açmıştır. Havacılık alanında aerodinamik yüzeylerin kaplanmasında, kozmetik alanında bakım kremlerinde, inşaat mühendisliği alanında betonda, tekstil alanında leke tutmayan, yanmayan liflerde gıda alanında tadı değişmeksizin şeker ve yağ oranının azaltılmasında, uzun süreli muhafaza edilmesinde, tarım alanında pestisit kullanımının azaltılmasında, suyun içilebilir seviyeye getirilmesinde nanoteknolojinin izleri görülebilir. UNESCO (Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Örgütü), Birleşmiş milletlerin bin yıllık gelişme hedefleri kapsamında nanoteknolojinin ilk 10 uygulamasını enerji depolama, üretim ve dönüştürme, tarımsal verimliliğin artırılması, su arıtma ve iyileştirme, hastalık teşhisi ve taraması, ilaç dağıtım sistemleri, gıda işleme ve depolama, hava kirliliği ve iyileştirme, inşaat, sağlık izleme, vektör ve haşere tespiti ve kontrolü şeklinde belirtmiştir (Karim, 2013). Bununla birlikte bu denli büyüyen, ekonomik ve sosyal anlamda yarar getiren teknoloji ve üretilen malzemenin insan sağlığına ve çevreye getirdiği potansiyel riskler tam olarak bilinmemektedir. Nanomalzemelere birincil seviyede maruz kalanlar onlarla temas eden çalışanlardır. Çalışanların işyerlerindeki refahının sağlanması, iş sağlığı ve güvenliğinin temel amaçlarındandır. Bu

amaçla iş sağlığı ve güvenliği (İSG) çalışmaları nanomalzemelere maruz kalan çalışanların güvenilir koşullarda sağlıklı hallerini sürdürebilmeleri için proaktif yaklaşımlarla önlemlerin alınması gereklidir. Boyutları itibariyle nanomalzemelerin organizmaya girmesinin en olası yolu solumadır. Soluma ile vücuda giren nano boyuttaki parçacıklar akciğerler vasıtasıyla vücudun diğer organlarına ulaşabilir, hücre zarlarını geçebilir ve moleküler seviyede etkileşim yapabilir. Diğer vücuda giriş yolları ise cilt ve yutma yoluyla. Nanoteknoloji çok hızlı bir şekilde gelişmeye devam ederken nanomalzemelere maruz kalan işçi sayısı da orantılı olarak artmaktadır. Gelecekte asbest tehlikesinde olduğu gibi sonuçlarla karşılaşmamak için toplumun korunması adına devlet, kurum ve kuruluşlar ve işverenler, işletme sahiplerinin ortak bir hareketle tehlike ve risklerine karşı önlem almak için seferber olmalıdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma nanoteknolojinin Tarım ve gıda sektöründe hangi konularda etkin kullanıldığına yönelik araştırmayı ve iş sağlığı güvenliği kapsamında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaca hizmet eden uygun yayınlara ulaşmak için veri tabanlarından faydalanılmış, kabul görmüş güvenilir internet siteleri ve kamu kurumlarının web sayfaları araştırmaya dahil edilmiştir.

### Nanoteknolojinin tarım ve gıda sektöründeki yeri

Nanoteknoloji diğer sektörlerde olduğu gibi Tarım-gıda sektöründe de gelişmede hızlı bir ivmeye sahiptir. Bilimsel literatür araştırma veri tabanlarından olan Google scholar da arama motoruna “Agriculture-Food Endustry, Nanotechnology” kelimelerinin 2000-2005 yılları arasında taraması yapıldığında sadece 97 çalışma ortaya çıkarken, 2005-2010 yılları arasında 381, 2010-2015 yılları arası 824, 2015-2020 yılları arasında 1690 ve 2020-2023 yılları arasında 1500 çalışma çıkması yukarıdaki ifadenin bir kanıtıdır. Günümüz endişelerinden olan doğal kaynakların

sürdürülebilirliği, iklimsel değişiklikler, kentleşme, zararlı bitkilerin ve haşerelerin yok edilmesinde kullanılan herbisit, pestisitlerin birikmesi tarımı birinci dereceden etkileyen unsurlardandır. Muadillerine göre nanopestisitlerin tarımdaki verimliliği yüksek ve sürdürülebilir olsa da olumsuz etkilerini görmek ve belirsizlikleri netleştirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Wang ve ark., 2022). Mahsul verimini artırmada nano ölçekteki gübreler, pestisitler, herbisitler ve bitkinin büyümesine katkı veren düzenleyiciler kullanılmaktadır (Ditta, 2012). Tarımsal verimlilik ve sürdürülebilir bir gıda sistemindeki faydaları, fırsatları ve riskleri açısından değerlendirildiğinde nanoteknolojinin kabul görmeye ihtiyacı vardır (Handford ve ark., 2014). Tarımda ve gıda ürünlerinde nanoteknolojik uygulamaya sahip birçok teknik ve ürün geliştirilmektedir (Dasgupta ve ark., 2015). Tohumlardan kaynaklı hastalıkların tespiti, haşerelerin gerçek zamanlı tespiti konusunda nanoparçacık tabanlı sensörler kullanılmaktadır. Nanoparçacıkların organik tarımda ve tohum ilaçlamalarında yer alması biyo güvenlik endişelerini de beraberinde getirmektedir (Yadav ve ark., 2019). Nanoparçacıkların kendilerine has özelliklerinden dolayı hücrelere kadar nüfuz etmesi veya kan yoluyla akciğerlere ulaşması mümkündür. Bu sebepten tarım ve gıda üzerindeki uygulamalarında toksisite durumlarının dikkatle göz önünde bulundurulması gerekir (Demirbilek, 2015). Gıda endüstrisinde, öğütme veya maddelerin toplanması yaklaşımlarıyla mikro veya nano boyutta gıda malzemeleri üretmek için birçok girişimde (örn. gıdaların ambalajlanması) bulunulmuştur (Chau ve ark., 2007). Tarım sektöründeki nanoteknoloji uygulamaları mahsüllerin verimliliğini artırır ve çevre koruma maliyetlerini azaltır nanogübreler çözünür gübrelere mükemmel bir alternatiftir (Abobatta, 2018). Tasarlanmış nanomalzemeler hakkındaki sınırlı bilgi ve potansiyel risklerinin insan sağlığı üzerinde

oluşturabileceği etki bazı internet kaynaklarında raporlaştırılmıştır (ETC, 2010). Söz konusu rapor 2005 de yayımlanmış raporun revize hali olup politikacıların nanoteknolojinin hızlı ilerleyişinin bir bedeli olduğunu ve gerekli düzenlemelerin yer almasının ihtiyaç olduğunu kabul ettikleri belirtilmiştir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) gıda ve hayvan yemlerindeki nanoteknolojik yeniliklerin güvenliğine ilişkin ihtiyaç duyulan testlere ilişkin kılavuz sunmuştur (EFSA, 2018). Kılavuz gıda, yem, katkı maddeleri pestisitler ve temas eden malzemeleri kapsamaktadır. İngiltere'nin gıda bilimi ve teknolojisi ile ilgilenen profesyonel kuruluşlardan IFST nanoteknoloji bilgi beyanını güncelleyerek tarım, gıda, gıdaların paketlenmesi, gıda takviyelerindeki nanoteknolojik uygulamaların kamu kaygılarını değerlendirerek güvenlik, risk ve gıda güvenliğini özetlemiştir (IFST, 2019). Gıda Güvenliği ve Uygulamalı Beslenme Merkezi (CFSAN) gıda ve kozmetik sektöründe yer alan nanomalzemeleri araştırarak bilime dayalı yönergeler sunmayı amaçlamaktadır (FDA, 2018). FDA, nano türevli maddenin gıda ambalaj malzemesinden gıdaya sızma ihtimalini incelerken, nanomalzemenin güvenlik kaygısı yaratıp yaratmayacağına dair potansiyel toksisitesi için farklı yaklaşımlar kullanılmaktadır. 2021 FDA Bilim formunda nanoteknolojik ambalajlamalarda depolanan yiyecek içeceklerde gümüş nanopartiküller biriktiğine dair poster sunum yer almıştır (Yang ve ark., 2021).

### **Nanomalzemelerle çalışmalarda sağlık ve güvenlik**

Nanoparçacıklara hava yolu, cilt veya sindirim yolu ile maruz kalmanın çok çeşitli sağlık etkileri vardır. Örnek olarak fareler bazında nanogümüş parçacıklarının üst solunum yolunu kullanarak beyne ulaşabileceği belgelenmesi (Haase ve ark., 2012), Titanyumdioksitin Uluslararası kanser araştırma ajansı (IARC) tarafından muhtemel kanserojen olarak sınıflandırılması (Baan ve ark., 2006)

verilebilir. Çalışma sahası fark etmeksizin nanoteknoloji ile çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini yönetmek bir dizi unsuru kapsar. Amerika Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH) 'a göre bunlar tehlikenin tanımlanması ve karakterize edilmesi, maruziyet durumunun belirlenmesi, riskin yönetimi ile kontrol ve denetim prosedürlerinin geliştirilmesi şeklindedir (CDC, 2009).

### **Nanomalzemelerin tanımlanması**

Boyutları özellikle 100nm den küçük olan kasıtlı üretilen yani tasarlanan nanomalzemelerin iş sağlığı ve güvenliği konusunda risk oluşturup oluşturmadığı belirsizdir. Bu aşama çalışanların yaptıkları işlerde karşılaştıkları potansiyel olarak tehlikeli olan nanomalzemelerin tanımlanması ve izlenmesi amacıyla malzemenin spesifik özelliklerinin belirlenmesini ve canlı ortamdaki zehirliliğinin bilinmesi amacıyla toksikolojik araştırmalar yapılmasını kapsar.

### **Maruziyet durumu**

Maruziyet durumu nanomalzemelerin işyerindeki sağlık veya güvenliğine dair bir risk oluşturup oluşturmaması durumunu belirlemede kritik bir durumdur. Bu nedenle çalışanların maruz kalma yolu, maruziyet varsa miktarını ve potansiyel maruziyet sıklığının belirlenmesi gerekir. Maruziyetin doğru ölçülebilmesi için çalışanların solunum yolları üzerinden numune toplanması, aynı şekilde işyeri havasından numune alınması maruziyet konusunda açıklayıcıdır.

### **Riskin değerlendirilmesi**

Risk, bir tehlike varlığında ve çalışan bu tehlikeye maruz kalması durumunda ortaya çıkar. Riskin yönetilmesinde yapılan nitel veya nicel risk değerlendirmesi sonucunda uygun önleyici tedbirler geliştirilir. Bu önlemler hiyerarşik şekilde tehlikenin ortadan kaldırılması, daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi (ikame), izolasyon, havalandırma gibi mühendislik önlemleri ve en son amacına uygun kişisel koruyucu donanım olarak sıralanır.

### **Kontrol ve gözlem**

Risk değerlendirmesinden ortaya çıkan tedbirler dizisinin işyerinde uygulanabilirliği konusunda kontrol ve denetim işlemlerini kapsar. Kontrollerin sürekli olması işyerindeki maruziyetin iyileştirilmesine ve çalışanların sağlık güvenliğine katkı sunar.

### **3. Öneriler ve Sonuçlar**

Nanoteknolojinin birçok alanda yenilikler sağladığı ve kolaylıklar getirdiği sır değildir. Tohumların fideye dönüşmesi ve ürün vermesine kadar geçen sürede çevresel etkilerden zarar görmesinin azaltılması, su tutulumunun artması, bitkinin hastalıklardan ve zarar veren böceklerden korunması yönünde nano katkılı içeriklerden faydalanılmaktadır. Esas problem özellikle mühendislik ürünü olan tasarlanmış nano yapı malzemelerin doğası gereği risk oluşturup oluşturmadığıdır. Bu yeni teknolojinin emniyetli bir şekilde ilerlemesi ve olumlu katkılarından faydalanmaya devam etmek için tehlike, maruziyet, risk ve kontrol önlemleri bakımından cevaplanmayı bekleyen çok soru vardır. Toplumda nanomalzemelerin piyasadaki hacmi arttıkça hali hazırda maruz kalan çalışan sayısı daha da artacaktır. Nano yapı malzemenin işlenmesi, üretilmesi, kullanımı esnasında mevcut olan en iyi bilimin işleyişe katılması, çalışanlara, işletme sahiplerine veya işverenlere, iş güvenliği uzmanlarına nanoteknolojiye yönelik eğitim öğretim materyallerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması bu konudaki bilincin artırılmasında yardımcı olur. Nanoparçacığın toksisitesi konusunda sağlık riski oluşturup oluşturmadığı üniversite, özel sektör, devlet kurumları ile iş birliği yapılması ile belirlenebilir. Nanoteknoloji ile çalışanların korunmasını artırmak için yeni teknolojik araçlar (sensörler, daha etkin filtreler, daha iyi koruyucu ekipmanlar gibi) geliştirilebilir. Günümüz tehlikelerinden olan iklim değişiklikleri, küresel ısınma gibi olumsuzluklar tarım sektöründe istenmeyen sonuçlara sebep olmaktadır ve gıda

güvenliğini de doğrudan etkilemektedir. Nanomalzemelerin tarım gıdadaki potansiyel uygulamaları, getirdiği riskler ve gıda güvenliği devletin kurumları başta olmak üzere toplumsal boyutta ele alınmalı ve işleyişinde nano yapıları malzeme kullanan işletme sahiplerine tanıtılmalıdır. Halihazırdaki nano içeren ürünler için uygun düzenlemeleri yapılırken güvenlik standartlarının da hazırlanmasına ihtiyaç vardır. Böylece nanoteknolojinin beraberinde getirdiği riskleri proaktif bir şekilde en aza indirgenirken faydalarından yararlanmaya devam edilebilir.

#### Açıklama

Bu çalışma 10510630 referans nolu yazarı Filiz ARICAK, Danışmanı Dr. Öğr. Üyesi Evren ÇAĞLARER olan Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsüne ait Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

#### Kaynaklar

- Abobatta, W.F., 2018. Nanotechnology application in agriculture. *Acta Scientific Agriculture*, 2(6): 11-19.
- Baan, R., Straif, K., Grosse, Y., Lauby-Secretan, B., Ghissassi, F., Coglianò, V., 2006. Carcinogenicity of carbon black, titanium dioxide, and talc. *The Lancet Oncology*, 7: 295-296.
- CDC, Centers for Diseases Control and prevention. 2009. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2010-104/default.html> (Accessed: 10.10.2022)
- Chau, C.F., Wu, S.H., Yen, G.C., 2007. The development of regulations for food nanotechnology. *Trends in Food Science & Technology*, 18(5): 269-280.
- Dasgupta, N., Ranjan, S., Mundekkad, D., Ramalingam, C., Shanker, R., Kumar, A., 2015. Nanotechnology in agro-food: from field to plate. *Food Research International*, 69: 381-400.
- Demirbilek, M.E., 2015. Tarımda ve gıdada nanoteknoloji. *Journal of Food and Feed Science - Technology*, 15: 46-53.
- Ditta, A., 2012. How helpful is nanotechnology in agriculture? *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 3.
- EFSA. 2018. New guidance on nanotechnologies in food and feed. Retrieved from <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/180704> (Accessed: 10.10.2022)
- ETC, G., 2010. The big downturn? nanogeopolitics. Retrieved from <https://www.etcgroup.org/content/big-downturn-nanogeopolitics> (Accessed: 10.10.2022).
- FDA. 2018. Center for food safety and applied nutrition nanotechnology programs. Retrieved from <https://www.fda.gov/science-research/nanotechnology-programs-fda/center-food-safety-and-applied-nutrition-nanotechnology-programs> (Accessed: 10.10.2022).
- Haase, A., Rott, S., Mantion, A., Graf, P., Plendl, J., Thünemann, A.F., Reiser, G.J., 2012. Effects of silver nanoparticles on primary mixed neural cell cultures: uptake, oxidative stress and acute calcium responses. *Toxicological Sciences*, 126(2): 457-468.
- Handford, C.E., Dean, M., Henchion, M., Spence, M., Elliott, C.T., Campbell, K. 2014., Implications of nanotechnology for the agri-food industry: Opportunities, benefits and risks. *Trends in Food Science & Technology*, 40(2): 226-241.
- IFST. 2019. IFST updates its Information Statement on Nanotechnology. Retrieved from <https://www.ifst.org/news/ifst-updates-its-information-statement-nanotechnology> (Accessed: 10.10.2022).
- Wang, D., Saleh, N.B., Byro, A., Zepp, R., Sahle-Demessie, E., Luxton, T.P., Su, C., 2022. Nano-enabled pesticides for sustainable agriculture and global food security. *Nature Nanotechnology*, 17(4): 347-360.
- Yadav, S., Lal, S., Yadav, S., Laxman, J., Verma, B., Sushma, M., Singh, B., 2019. Use of nanotechnology in agri-food sectors and apprehensions: an overview. *Seed Research*, 47(2): 99-149.

Yang, T., Paulose, T., Redan, B., Duncan, T., 2021. Food and Beverage Ingredients Induce the Formation of Silver Nanoparticles in Products Stored within Nanotechnology-Enabled Packaging. Retrieved from

<https://www.fda.gov/science-research/fda-science-forum/food-and-beverage-ingredients-induce-formation-silver-nanoparticles-products-stored-within> (Accessed: 10.10.2022).

---

**Atıf Şekli:** Arıcağ, F. 2023. Yeni Teknolojinin Tarım ve Gıda Sektörüne Getirdiği Endişeler. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(1): 16-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7605714>.

**To Cite:** Arıcağ, F. 2023. The Concerns That New Technology Brings To The Agriculture and Food Sector. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(1): 16-21. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7605714>.

---