



Besin Değerleri Nutrition Facts	
Servis miktarı Serving size	(80g)
Kalori Calories	242
% Günlük Değer % Daily Value*	
Toplam Yağ Total Fat	4g
Doymuş Yağ Saturated Fat	0.3g
Tatlı Yağ Trans Fat	0g
Kolesterol Cholesterol	0g
Toplam Karbonhidrat Total Carbohydrate	12g
Diyetlifiber Dietary Fiber	4.2g
Toplam Şeker Total Sugar	0g
Eritilmiş Şeker Added Sugar	0g
Protein Protein	12g
Kalsiyum Calcium	125g
Demir Iron	5mg
Potasyum Potassium	85mg
Fosfor Phosphorus	50g
Magnezyum Magnesium	30g
Çinko Zinc	12g

Gıda Güvenliği ve Sağlık

ULİSA12

2020 | Kasım

Genel Koordinatör
İbrahim Aydın, Ph. D.
Rektör
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Editör
İbrahim Demir, Ph. D.
Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Sayı Editörü
Salih Mollahaliloğlu, Ph. D.
Prof. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Katkıda Bulunanlar
Ash Can Ağca, Ph.D.
Dr. Öğretim Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Yağmur Cömert
Doktora Öğrencisi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Mevlûde Nur Topal
Doktora Öğrencisi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Nilüfer Vural, Ph.D.
Dr. Öğretim Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi



Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
Uluslararası İlişkiler ve Stratejik Araştırmalar (ULİSA) Enstitüsü
Kapak resmi: Pixabay.

© ULİSA 2020

Editörün Notu

Gıda, insan ihtiyaçlarının temel basamağı olan fizyolojik ihtiyaçtır ve beslenme; büyüme, gelişme, sağlıklı ve üretken olarak uzun süre yaşamak için gerekli olan öğelerin alınması ve vücutta kullanılmasıdır. Günümüzde; yeterli gıdaya erişim ve vücudun ihtiyaç duyduğu sağlıklı ve güvenli besin kaynaklarının alınması olmak üzere iki türlü beslenme sorunu yaşanmaktadır. İlk sorun; tüm insanların sağlıklı ve aktif yaşamlarını sürdürebilmeleri için, her zaman yeterli, güvenli, besin değeri yüksek gıdalara ulaşabilmeleri olarak tanımlanmakta ve “gıdanın elde edilmesi”, “gıdaya ulaşma” ve “gıdanın kullanımı” kavramlarını içermekte ve gıda güvencesi kavramı ile tanımlanmaktadır.

Gıdaya ilişkin ikinci temel sorun gıda güvenliğinin sağlanamamasıdır. Gıda güvenliği; gıda bulunabilirliği: tutarlı bir şekilde yeterli miktarda gıda mevcudiyeti, erişimi ve kullanımında istikrar; gıdaya erişim: beslenmede uygun gıdaları elde etmek için yeterli kaynaklara sahip olmak ve gıda kullanımı: temel beslenme ve bakım bilgisine dayanan uygun kullanım olmak üzere üç başlık altında incelenir. Bununla birlikte gıda bulunabilirliğine, üretim, dağıtım ve değişim; yiyeceklerin erişilebilirliğine, karşılanabilirlik, tahsis ve tercih katkıda bulunur. Gıda kullanımının üç unsuru ise besin değeri, sosyal değer ve gıda güvenliğidir.

Dünyanın artan nüfusu ile birlikte, herkes için güvenli, besleyici ve sağlıklı gıda tedarikinin sağlanması büyük bir zorluk ve sorun haline gelmiştir. Bunu başarmak için, gıda endüstrisi, hükümetler ve tüketicilerin de dahil olduğu tüm paydaşların, bilime ve tarafsız bilgilere dayalı etkili risk yönetimi uygulamalarını ve küreselleşmiş gıda arzı dikkate alınarak, dünya çapında ortak bir gıda güvenliği anlayışına dayalı politika ve standartların uyumlaştırılmasını göz önüne almaları gerekmektedir.

Gıda güvenliği, gıdanın üretim koşullarından başlayıp tüketim anına değin uzanan ve tüketim sürecindeki bir gıdanın insan sağlığı açısından hangi koşullarda tüketilebilir olduğunu tanımlayan karmaşık bir süreçtir ve bu sürecin bütünü, insan ve halk sağlığını ilgilendirir. Sağlık ile gıda arasındaki bu ayrılmaz ilişkinin bizi götürdüğü yer, gıdanın bütünsel bir süreç olduğu ve sağlık ile gıda arasındaki ilişkiyi kavramak için bu bütünselliği görmek zorunluluğudur. Gıda güvenliği; beslenme, gıda bilimi- teknoloji, çevre ve sosyal bilimlerin ilgili alanlarından geniş bir konu yelpazesine sahip, geniş kapsamlı bir bakış açısı gerektiren multidisipliner bir konudur. Aynı zamanda sağlıklı beslenme ve gıda

güvenliğini sağlamak için yapılacak çalışmalar temelde birer kamusal faaliyettir. Kamu refahını artırma amacı güden, kamusal düşünme imkânlarını çoğaltan, insanların sorunlar hakkında bilgi sahibi olmasını ve müdahil olma becerisini artıran her türlü çalışma mutlaka yerine getirilmesi gereken bir sorumluluktur.

ULİSA12'nin “Gıda Güvenliği ve Sağlık” başlıklı sayısı da bu bilinçle, gıda güvenliği konusunda, uzman ve akademisyenlerin uzmanlıklarını toplumun geri kalanıyla paylaşması ve öğrenmesi için bir platform sağlaması açısından önemlidir. Bu sayı ile “Gıda Güvenliği” konusu geniş bir yelpazede, uzman ve akademisyen yazarlarımız tarafından güncel yönleri ile değerlendirilmiştir. Bu çerçevede, Dr. Öğretim Üyesi Ash Can Ağca takviye edici gıdaların güvenli kullanımı; bu gıdaların iş ve işlemlerinin yürütüldüğü birimler ve prosedürler; takviye edici gıdaların piyasaya arzları, geleneksel bitkisel tıbbi ürün ve bitkisel ilaç arasındaki temel farklılıklar hakkında önemli değerlendirmelerde bulunmuştur. Doktora öğrencileri Mevlüde Nur Topal ve Yağmur Cömert bitkilerde gıda güvenliği konusunu ele almış, gıda güvenliğini ve bitki sağlığını etkileyen pestisitler, mikotoksinler ve ağır metaller gibi temel faktörleri ve riskleri incelemişlerdir. Yazarlar ayrıca hem geleneksel hem de organik tarımda kalıntı olmaması için ilaçlı uygulama yapılmaması gerektiğini önemle vurgulamışlardır. Dr. Öğretim Üyesi Nilüfer Vural gıda endüstrisinde nanomalzemelerin kullanımı ve bunların sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirdiği yazısında nanoteknolojinin gıda sektöründe kullanıldığı yeni ürün geliştirme, hassas işleme, akıllı paketlenme, nano sensörler, izleme cihazları ve gıda güvenliği gibi alanları incelemiştir. Vural, bir yandan nanoteknolojinin gıda endüstrisinde başarıyla kullanıldığı alanlara değinirken diğer yandan da potansiyel toksikolojik etki veya çevredeki etkinin henüz net olmadığını ve bu bağlamda büyük bir kamuoyu endişesi söz konusu olduğunu vurgulamıştır.

Bu sayının hazırlanmasına makalelerle katkıda bulunan tüm yazarlara; insan ve halk sağlığının korunmasında gıda güvenliği konusunun öneminin okuyuculara aktarılmasına bu özel sayı ile olanak veren ULİSA dergisi Genel Müdürü Sayın Doç. Dr. İbrahim Demir'e ve değerli ekibine ayrıca teşekkür ederim.

Prof. Dr. Salih MOLLAHALİLOĞLU
ULİSA12 Gıda Güvenliği Sayı Editörü

Özet

- Takviye edici gıdalara ilişkin iş ve işlemler Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Takviye edici gıdalar, bileşiminde vitaminler, mineraller, bitkisel drog ve/veya bitkisel preparatlar, balık yağı, glukozamin gibi hayvansal kaynaklı ham maddeler, amino asitler, proteinler, karbonhidrat ve probiyotik gibi maddeleri içermektedir.
- **Bu gıdalar, besleyici ve fizyolojik etkileri bulunan normal beslenmeyi desteklemek amacıyla geliştirilen besinlerin ya da diğer bileşiklerin konsantre formülasyonlarıdır. Etiket bilgilerinde endikasyon belirtilmesi yasaktır.**
- Ülkemizde takviye edici gıdaların onay başvurusu gerekli belgelerle Tarım ve Orman Bakanlığı
- **Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü'ne yapılmaktadır. Gerekli değerlendirme sonucu onay alan takviye edici gıda, Gıda Güvenliği Bilgi Sistemine (GGBS) kayıt edilmektedir.**
- Geleneksel bitkisel tıbbi ürünler (GBTÜ) uzun yıllardır halk hekimliğinde kullanımına uygun endikasyonla piyasaya arz edilen, etkin madde olarak bitkilerin drog veya preparatlarını içeren, hekim gözetimi olmadan eczanelerden reçetesiz olarak alınabilen tıbbi ürünlerdir. Bitkisel ilaç ise eczanelerden reçete ile alınabilen endikasyonları prelinik ve klinik çalışmalarla ispatlanmış doğal kaynaklı müstahzarlardır.
- **GBTÜ ve bitkisel ilaçların ruhsatlandırma işlemleri Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu tarafından yapılmaktadır.**
- Gıda güvenliği, gıdaların insanlara olumsuz etki yapmayacak şekilde üretilmesi ve uygun koşullarda saklanması olarak tanımlanır.
- **Dünyada meydana gelen en önemli sağlık problemlerinin gıda güvenliğinden kaynaklı olduğu Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirtilmiştir.**
- Gıda güvenliğini etkileyen faktörler; pestisitler, mikotoksinler, ağır metaller, antibiyotikler, büyüme hormonları ve veterinerlikte kullanılan ilaçlar, diğer katkı maddeleri, dioksinler, toksik maddeler, alerjik bileşikler, GDO, plastik ambalajlardan kaynaklanan bulaşmalar, deterjan ve dezenfektan kalıntılarıdır.

- **Bilinen 400 mikotoksin içinde insan sağlığına en çok zarar veren aflatoksinlerdir. Aflatoksinler, hem gıda güvenliği hem de halk sağlığı açısından risk oluşturarak tarım endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Aflotoksinle kontamine olmuş yemleri tüketen hayvanların et, yumurta, süt ürünlerinin insanlar tarafından tüketilmesi insan sağlığı bakımından tehlike oluşturmaktadır. Siroz, hepatit, tiroit, gastrit ve böbrek hastalıklarına neden oldukları bildirilmiştir.**
- Pestisitlere ve sentetik kimyasallara maruz kalma, insanlarda kanser, obezite, endokrin bozukluklar ve diğer hastalıklarla bağlantılı olduğu bildirilmiştir.
- **Hem geleneksel hem de organik tarımda kalıntı olmaması için ilaçlı uygulama yapılmamalıdır. Bitkilerin saklama ve depolama koşulları da gıda güvenilirliği açısından son derece önemlidir. Bitki sağlığı ve gıda güvenliği için kontroller tüm basamaklarda dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.**

§

- Nanometrik boyutta çalışmanın faydaları çok çeşitlidir ve bilim insanları bunlardan kataliz, ilaç, ilaç dağıtım, optik ve elektronik gibi farklı alanlarda ve son zamanlarda gıda paketlenme uygulamaları da dahil olmak üzere gıda sektöründe yararlanmaktadır.
- **Gıda üretim zinciri, verimliliği artırmak için nano işlevselleştirilmiş tarım ürünleri kullanarak tarımsal verimlilikte nanoteknolojiyi kullanmaktadır.**
- Yeni ürün geliştirme, hassas işleme, akıllı paketlenme, nano sensörler, izleme cihazları, temel bileşenlerin hedeflenmesi, gıda güvenliği, nanoteknolojinin gıda sektörüne girmiş olan temel bölümleridir.
- **Nanoteknoloji, doğrudan veya paketlenmiş gıda ürünleri ile antimikrobiyal gıda ambalajı için gıda kalitesi ve gıda güvenliği (gıda kaynaklı patojenlerin veya toksik metabolitlerin tespiti) konularında ve gıda takviyelerinde (mineraller, vitaminler, antioksidanlar ve uçucu yağlar), duyuusal iyileştirme (lezzet veya rengin iyileştirilmesi) ve raf ömrünün uzatılması için başarıyla uygulanmaktadır.**

- Nano-gıda, gıdanın işlenmesi, üretimi, güvenliği ve paketlenmesinde nanoteknoloji kullanılarak üretilen gıdayı ifade etmektedir. Gıda ambalajları söz konusu olduğunda, nanoteknolojik uygulamaların büyük ölçüde gıda kalitesini ve raf ömrünü iyileştirdiği düşünülmektedir. Nanopartiküller gıda ambalajında, gıdanın fiziksel performansını artırmak ve antimikrobiyal ajan-patojen tespiti için nano-biyosensör olarak kullanılır.
- **Nanopartiküller, gıdalarda genellikle nano emülsiyonlar, nano kapsüller veya nano kompozitler şeklinde kullanılır.**
- Nanoteknolojinin faydaları geniş bir şekilde tanımlanmıştır; ancak, potansiyel toksikolojik etki veya çevredeki etki henüz net değildir. Nanopartiküller için gıda endüstrisindeki dikkate değer avantajlarından bağımsız olarak, toksisitesi ve çevresel etkileri konusunda, büyük bir kamuoyu endişesi söz konusudur.
- **Nano gıda etiketleme, nano gıda üreticileri için maliyetlerin artmasına (etiketleme politikasının maliyet etkisi),**

gıda ürününün doğasına ilişkin tüketici belirsizliğinin azalmasına (kesinlik etkisi) neden olur ve bir uyarı sinyali olarak algılanarak tüketicinin nano gıdalara yönelik tutumunu etkileyebilir (damgalama etkisi).





Takviye Edici Gıdaların Güvenli Kullanımı ve Uygulamaların Değerlendirilmesi

Ash Can Ağca, Ph.D.
Dr. Öğretim Üyesi

Halk Sağlığı Enstitüsü
Geleneksel, Tamamlayıcı ve İntegratif Tıp ABD

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

ÖZ

Takviye edici gıdalar besleyici ve fizyolojik etkileri bulunan normal beslenmeyi desteklemek amacıyla geliştirilen besinlerin ya da diğer bileşiklerin konsantre formülasyonlarıdır. Etiket bilgilerinde endikasyon belirtilmesi yasaktır. Bu ürünlerin iş ve işlemleri Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde takviye edici gıdalardan farklı olarak belli bir endikasyona sahip bitkisel tıbbi ürünlere ise, Sağlık Bakanlığı tarafından birim formülasyon, kullanım amacı ve farmasötik form göz önüne alınarak geleneksel bitkisel tıbbi ürün veya bitkisel ilaç olarak ruhsatname düzenlenmektedir.

Her ürün grubunun piyasaya arz edildiği mevzuat hükümlerine uygun formülasyonda, doğru amaçla, doğru sürede ve doğru miktarda kullanımının gerekliliği halk sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: takviye edici gıda, geleneksel bitkisel tıbbi ürün, bitkisel ilaç.

ABSTRACT

Food supplements are formulations with a nutritional or physiological effect, designed to supplement the normal diet. It is not allowed to mention any indication in the labelling of food supplements. The registration procedures for these products are carried out by Ministry

of Agriculture and Forestry. On the other hand, for both Traditional herbal medicinal product (THMP) and herbal medicine, marketing authorisation is issued by Ministry of Health on the basis of formulation, intended use and pharmaceutical form.

It is a great importance in terms of public health that formulation of each product group should be in line with the provisions of the legislation in which it is placed on the market, with the right purpose, in the right time and in the right amount.

Keywords: food supplements, traditional herbal medicinal product, herbal medicine

Giriş

Takviye edici gıdalara ilişkin iş ve işlemler Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmekte olup 5996 Veteriner Hizmetleri Bitki Sağlığı Gıda ve Yem Kanunu'nda “Normal beslenmeyi takviye etmek amacıyla, vitamin, mineral, protein, karbonhidrat, lif, yağ asidi, amino asit gibi besin öğelerinin veya bunların dışında besleyici veya fizyolojik etkileri bulunan bitki, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, biyoaktif maddeler ve benzeri maddelerin konsantre veya ekstraktlarının tek başına veya karışımlarının, kapsül, tablet, pastil, tek kullanımlık toz paket, sıvı ampul, damlalıklı şişe ve diğer benzeri sıvı veya toz formlarda hazırlanarak günlük alım dozu belirlenmiş ürün” olarak tanımlanmaktadır. Tanımda belirtildiği gibi takviye edici gıdalar, bileşiminde vitaminler, mineraller, bitkisel drog ve/veya bitkisel preparatlar, balık yağı, glukozamin gibi hayvansal kaynaklı ham maddeler, amino asitler, proteinler, karbonhidrat ve probiyotik gibi maddeleri içermektedir¹.

Takviye edici gıdalara ilişkin tanım ve içerikler ile yasal düzenlemeler, ülkeden ülkeye değişiklik göstermekte olup Avrupa Birliğinde “food supplement”, ABD’de “dietary supplement” olarak isimlendirilmektedir. Pek çok ülkede,

¹ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu,

<https://istanbul.tarimorman.gov.tr/Menu/72/5996-Sayili-Kanun>,
(Erişim tarihi: 22.11.2020)



takviye edici gıda içeriğinde yer alabilecek veya alamayacak bileşenlere ait pozitif ve/veya negatif listeler hazırlanmakta ve bu listeler doğrultusunda iş ve işlemler yürütülmektedir. Her ülkenin beslenme alışkanlıkları ve ihtiyaçları farklı olduğundan değişik liste içerikleriyle karşılaşmak çok olasıdır². Takviye edici gıdaların global olarak market büyüklüğünün gün geçtikçe artışı gösterdiği ve Avrupa Birliğinde bu ürün gruplarının yıllık tüketim miktarının 7 milyar Euro olduğu bildirilmektedir³.

Bu ürün grupları sağlıklı bireylerin iyi olma halinin devamını sağlamak, sağlıklı yaşlanmayı desteklemek, bireylerin normal beslenme süreçlerinde eksik kalan besin öğelerini yerine koymak, takviye etmek amacıyla geliştirilmiş formülasyonlardır. Yani, bu ürün grupları ilaç değildir ve etiket beyanlarında endikasyon belirtilmez. Ancak pek çok ülke uygulamalarında takviye edici gıdalar için sağlık beyanlarının verilebildiği görülmektedir.

Sağlık beyanı; gıdanın veya gıdanın bileşiminde bulunan öğelerin sağlıkla ilişkisini belirten beyan olarak tanımlanmaktadır⁴.

Ülkemizde takviye edici gıdaların onay başvurusu;

- Ticari markası ve ismi
- %bileşen
- Spesifikasyon belgesi
- Tavsiye edilen günlük alım dozu
- Bitkinin latince adı ve kullanılan kısmı
- İşletmenin kendi alan adı ve URL adresi

gibi bilgi ve belgelerle Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü'ne yapılmaktadır. Gerekli değerlendirme sonucu onay alan takviye edici gıda, Gıda Güvenliği Bilgi Sistemine (GGBS) kayıt edilmektedir. Takviye edici gıdaların, HACCP ve/veya GMP koşullarında üretilmesi gerekmektedir.

GGBS, Ülkemizdeki tüm gıda ve yem işletmeleri ve güvenliğine ilişkin veri kayıt sistemi olup onaylı takviye edici gıda listesi de bu sistemde kayıt altına alınmaktadır⁵.

Piyasaya arz edilen takviye edici gıdaların etiketlerinde ürünün muhafaza koşulları, son tüketim tarihi, tavsiye edilen kullanım ve üretici ile ilgili bilgilerin yanı sıra, “İlaç değildir. Hastalıkların önlenmesi veya tedavi edilmesi amacıyla kullanılamaz” uyarısına ilave olarak normal beslenmenin yerine konamayacağı ve çocukların ulaşamayacağı yerde saklanması gerektiğine yönelik uyarılar da yer almalıdır.

Ülkemizde 0-2 yaş kullanıcı grubu bebekler için takviye edici gıda onayı verilmezken 2-4 yaş grubu küçük çocuklar için geliştirilmiş formülasyonlar, Takviye Edici Gıda Komisyonu tarafından değerlendirilip uygun bulunması halinde piyasaya arz edilmektedir.

Takviye edici gıdaların özel satış noktaları yoktur. Bu ürün gruplarının sağlık beyanıyla yapılan tanıtım, reklam ve satışı ile ilgili düzenlemeler Sağlık Bakanlığı Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu tarafından yürütülmektedir.

Takviye edici gıdaların bileşiminde yer alacak olan botaniklerin, Tarım ve Orman Bakanlığının internet sitesinde yayımladığı “Bitki Listesi”nde pozitif olarak belirtilmiş olması gerekmektedir⁶.

Ülkemizde takviye edici gıdalardan farklı olarak belli bir endikasyona sahip bitkisel tıbbi ürünler, Sağlık Bakanlığı tarafından birim formülasyon, kullanım amacı ve farmasötik form göz önüne alınarak iki farklı şekilde ruhsatlandırılmaktadır.

1. Geleneksel bitkisel tıbbi ürün; bileşiminde yer alan tıbbi bitkilerin Türkiye’de veya Avrupa Birliği üye ülkelerinde en az on beş yıldır, diğer ülkelerde ise otuz yıldır kullanılıyor olduğu bibliyografik olarak kanıtlanmış; terkip ve kullanım amaçları itibarıyla, hekimin teşhis için denetimi ya da reçetesi ya da tedavi takibi olmaksızın kullanılması tasarlanmış, minör endikasyonlara sahip oral, haricen uygulanan veya inhalasyon yoluyla kullanılan müstahzarlar olarak tanımlanmaktadır⁷.

² Andrew Shao, “Global market entry regulations for nutraceuticals, functional foods, dietary/food/health supplements” Debasis Bagchi, Sreejayan Nair (der.) *Developing New Functional Food and Nutraceutical Products* Londra, Academic Press, Elsevier, 2016, s.279-290.

³ Edyta Czepielewska et al., “Drug adulteration of food supplements: A threat to public health in the European Union?”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* Cilt 97, 2018, s. 98

⁴ Peter D. Leathwood et al., “Consumer understanding of nutrition and health claims: sources of evidence”, *British Journal of Nutrition* Cilt 98, 2007, s.474-484.

⁵ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2020b). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda Güvenliği Bilgi Sistemi <https://ggsb.tarim.gov.tr/> (Erişim tarihi: 21.11.2020)

⁶ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitki Listesi, <https://www.tarimorman.gov.tr/konu/957/bitki-listesi> (Erişim tarihi:21.11.2020)

⁷ T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu, Geleneksel Bitkisel Tıbbi Ürünler Yönetmeliği, <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/geleneksel-bitkisel-tibbi-urunler-yonetmeli-27122018172728>, (Erişim tarihi: 21.11.2020)

2. Bitkisel ilaç ise hastalığı tedavi etmek ve/veya önlemek, bir teşhis yapmak veya bir fizyolojik fonksiyonu düzeltmek, düzenlemek veya değiştirmek amacıyla, insana uygulanan doğal kaynaklı etkin madde veya maddeler kombinasyonudur⁸.

Bitkisel ilaç ruhsat başvuru dosyası, etkinlik, kalite, güvenlik verileri ve deneysel bulgular ile pre-klinik, klinik çalışma raporlarını belli bir sistematik düzende içeren 5 modülden oluşmakta olup GBTU ruhsat başvurusunda uzun yıllardır halk hekimliğinde kullanıldığının ispatı ve dayanağı göz önüne alınarak pre-klinik ve klinik olgu raporlarını içeren Modül 4 ve Modül 5'in sunulmasına gerek olmadığı, bibliyografik referansların uzman raporu ile birlikte sunulmasının yeterli olduğu belirtilmektedir⁹.

Bitkisel ilaç ve GBTÜ başvuru dosyalarının ön değerlendirme süreçleri sonrası hem ilgili bilimsel komisyon ve teknik personel değerlendirmelerinin hem de ruhsata esas analiz sonuçlarının uygunluğu sonrası ruhsatname düzenlenmektedir. Bitkisel ilaç ve GBTÜ'lerin TİTCK tarafından üretim yeri izin belgesi ve/veya GMP (Good Manufacturing Practice) belgesine sahip üretim yerlerinde üretilmesi gerekmektedir.

Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu internet sayfasında ruhsatlı bitkisel ilaç ve GBTÜ'lerin isimlerini içeren sırasıyla “*Ruhsatlı Ürünler*” ve “*Ruhsatlı GBTÜ*” listeleri yer almaktadır. Yine aynı internet sayfasında tıbbi amaçla kullanılan bitki isimlerinin bulunduğu “*Tıbbi Bitki Listesi*” ve bu bitkilerin kullanılan kısımları, güvenlikle ilgili uyarılar ve ilaç etkileşimlerine dair bilgilerin yer aldığı “*Tıbbi Bitki Monografileri*” mevcuttur.

Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu tarafından ruhsatname düzenlenen tıbbi ürünlerin tek satış noktası eczaneler olup medya veya internette tanıtımının, reklamının yapılmasının yasak olduğu ilgili mevzuat hükümlerinde belirtilmektedir¹⁰. Piyasaya arz edilen bitkisel tıbbi ürünlerin hastalar tarafından kullanılması sırasında oluşan advers etkiler TİTCK'nun ilgili daire

başkanlığı tarafından sistematik olarak takip edilmekte ve Dünya Sağlık Örgütü ile paylaşılmaktadır.

Sonuç

Özetle, bitkisel ham maddeler takviye edici gıda, kozmetik ürün, tıbbi cihaz, biyosidal ürün, geleneksel bitkisel tıbbi ürün, bitkisel ilaç gibi pek çok farklı bitmiş ürünün bileşiminde yer almaktadır ve bu ürünlere ait değerlendirme süreçleri ve düzenlemelerin farklılık gösterdiği bilinmektedir. Bu çalışmada takviye edici gıda ile bitkisel tıbbi ürünlerin mevzuatları ve piyasaya arz süreçleri değerlendirilmiştir. Kısaca özetlemek gerekirse; takviye edici gıdalar, besleyici ve fizyolojik etkileri bulunan normal beslenmeyi desteklemek amacıyla geliştirilen besinlerin ya da diğer bileşiklerin konsantre formülasyonlarıdır. Etiket bilgilerinde endikasyon belirtilmesi yasaktır. Takviye edici gıdaların iş ve işlemleri Tarım ve Orman Bakanlığı, Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Geleneksel bitkisel tıbbi ürünler ise uzun yıllardır halk hekimliğinde kullanımına uygun endikasyonla piyasaya arz edilen, etkin madde olarak bitkilerin drog veya preparatlarını içeren, hekim gözetimi olmadan eczanelerden reçetesiz olarak alınabilen tıbbi ürünlerdir. Bitkisel ilaç ise eczanelerden reçete ile alınabilen endikasyonları pre-klinik ve klinik çalışmalarla ispatlanmış doğal kaynaklı müstahzarlardır. GBTÜ ve bitkisel ilaçların ruhsatlandırma işlemleri Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu tarafından yapılmaktadır.

Bitkisel ürünlerin sınıflandırılması ve regülasyonları ülkeden ülkeye değişiklik gösterdiğinden benzer formülasyonlara sahip bitkisel ürünler farklı şekilde piyasaya arz edilmektedir. Bu ürünlerin medya ve internet kanalı ile reklamlarının yapılması, yanlış ve yanıltıcı beyanlarla satılmaları yanlış kullanımlara ve buna bağlı yan etki risklerine sebep olmaktadır.

Sonuç olarak; her ürün grubunun piyasaya arz edildiği mevzuat hükümlerine uygun formülasyonda, doğru

⁸T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu, Beşeri Tıbbi Ürünler Ruhsatlandırma Yönetmeliği, <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/beseri-tibbi-urunler-ruhsatlandirma-yonetmeli-27122018172724>, (Erişim tarihi: 21.11.2020)

⁹T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu, CTD Kılavuzu, <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/ctd-kilavuzu-27122018172815>, (Erişim tarihi:22.11.2020); T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu, Geleneksel Bitkisel Tıbbi

Ürünler İçin Başvuru Dosyası Hazırlanmasına İlişkin OTD Kılavuzu, <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/geleneksel-bitkisel-tibbi-urunler-icin-basvuru-dosyasi-hazirlanmasina-iliskin-otd-kilavuzu-27122018172812> (Erişim tarihi: 22.11.2020)

¹⁰ T.C. Sağlık Bakanlığı, İspençiyari ve Tıbbi Müstahzarlar Kanunu, <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/ispenci-yari-ve-tibbi-mustahzarlar-kanunu-27122018172715>, (Erişim tarihi:22.11.2020)

amaçla, doğru sürede ve doğru miktarda kullanımının gerekliliği halk sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir.

Summary

Food supplements are formulations with a nutritional or physiological effect, designed to supplement the normal diet. It is not allowed to mention any indication in the labelling of food supplements. The registration procedures for these products are carried out by Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Food and Control.

These products are formulations developed to maintain the well-being of healthy individuals, to support healthy aging, to replace and supplement the nutrients that are missing in the normal nutritional processes of individuals. In other words, food supplements are not medicine and no indication can be specified in the label statements. On the other hand, health claims can be declared on label stating of food supplements.

Health claims are statements that imply a relationship exists between a food product and a health condition.

The label of food supplements includes information regarding the trade name, storage conditions, ingredients, expiry date, recommended use. In addition, warning statement should be mentioned as *"It is not a drug. It cannot be used for prevention or treatment of diseases"*. Declaration of not being substituted for normal nutrition and kept out of reach of children warning statements are also required in the label.

Approved food supplement is recorded in the Food Safety Information System (GGBS). GGBS is a data recording system regarding all food and feed establishments and their safety. The list of approved food supplements is also recorded in this system. According to relevant legislation, food supplements should be produced under HACCP and / or GMP conditions.

Botanicals included in the composition of food supplements must be positively specified in the *"Plant List"* published on the website of the Ministry of Agriculture and Forestry. There is no restriction on market sale corners for registered food supplements.

If a food supplement label includes health claim, the regulation of these are carried out by Ministry of Health, Turkish Medicine and Medical Devices Agency.

Registration of herbal medicines and traditional herbal medicinal products (THMP) are carried out by Ministry of Health, Turkish Medicine and Medical Devices Agency.

Herbal medicines are defined as any medicinal product containing as active ingredients a natural origin active substance or combination of substances applied to humans in order to treat and / or prevent disease, make a diagnosis or correct, regulate or change a physiological function.

THMP itself or the active ingredients have been in medicinal use throughout a period of 30 years including 15 years within Turkey and/or European Union. The efficacy of THMP is plausible on the basis of longstanding use and experience. They have indications exclusively appropriate to self-medication use. They are oral, external and inhalation preparations.

Application dossier of herbal medicine consists of 5 modules that include efficacy, quality, safety data and experimental findings and pre-clinical and clinical study reports in a certain systematic order. For THMP, preclinical and clinical tests which should be placed in Modul 4 and 5, are not necessary on the basis of longstanding use. Instead, bibliographic data together with an expert report is requested by competent authority.

After checking the data on technical, scientific and long traditional use by scientific committee and technical staff, samples are sent to Department of Analysis and Control Laboratory to ensure the quality of the product. After these steps are completed, marketing authorization is issued and the product could be on the market, be sold only in pharmacies.

The list of licensed herbal medicines and THMPs are published on webpage of Turkish Medicine and Medical Devices Agency. On the same webpage there are *"Medicinal Plant List"* and *"Medicinal Plant Monographs"* containing information on warnings and drug-herb interactions.

Adverse effects of both herbal medicine and THMP being on the market are systematically monitored by the relevant department of TITCK and shared with the World Health Organization.

In summary, botanicals are used in a variety of products including medicinal products and food supplements, cosmetics, medical device, biocidals. It is known that the evaluation processes and regulations of these products



differ from country to country. There is not a harmonised regulation worldwide. Advertising of these products through the media and internet channels and sale with false and misleading statements cause misuse and side effects.

It is of great importance for public health that each product group of formulations should be compliance with the definitions and provisions of the legislation in which it is placed on the market, with the right purpose, in the right time and in the right amount.

Kaynakça

Czepielewska Edyta, Makarewicz-Wujec Magdalena, Rozewski Filip, Wojtasik Elzbieta, Kozłowska-Wojciechowska Malgorzata (2018). Drug adulteration of food supplements: A threat to public health in the European Union? Regulatory Toxicology and Pharmacology 97: 98-102.

Leathwood Peter D, Richardson David P, Strater Peter, Todd Peter M, Van Trijp Hans CM (2007). Consumer understanding of nutrition and health claims: sources of evidence. British Journal of Nutrition. 98, 474-484. doi: 10.1017/S000711450778697X

T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu (2020a). Geleneksel Bitkisel Tıbbi Ürünler Yönetmeliği. <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/geleneksel-bitkisel-tibbi-urunler-yonetmeligi-27122018172728> erişim tarihi: 21.11.2020

T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu (2020b). Beşerî Tıbbi Ürünler Ruhsatlandırma Yönetmeliği. <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/beseri-tibbi-urunler-ruhsatlandirma-yonetmeligi-27122018172724> erişim tarihi 21.11.2020.

T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu (2020c). CTD Kılavuzu. <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/ctd-kilavuzu-27122018172815> Erişim tarihi:22.11.2020.

T.C. Sağlık Bakanlığı, Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu (2020d). Geleneksel Bitkisel Tıbbi Ürünler İçin Başvuru Dosyası Hazırlanmasına İlişkin OTD Kılavuzu. <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/geleneksel-bitkisel-tibbi-urunler-icin-basvuru-dosyasi-hazirlanmasina-iliskin-otd-kilavuzu-27122018172812> Erişim tarihi: 22.11.2020

T.C. Sağlık Bakanlığı (2020e). İspençiyari ve Tıbbi Müstahzarlar Kanunu. T <https://www.titck.gov.tr/mevzuat/ispenci-yari-ve-tibbi-mustahzarlar-kanunu-27122018172715> Erişim tarihi:22.11.2020

Shao, Andrew. (2017). Global market entry regulations for nutraceuticals, functional foods, dietary/food/health supplements. Developing New Functional Food and Nutraceutical Products Chapter 15: 279-290.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2020a). Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu. <https://istanbul.tarimorman.gov.tr/Menu/72/5996-Sayili-Kanun> Erişim tarihi: 22.11.2020

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2020b). Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü Gıda Güvenliği Bilgi Sistemi <https://ggbs.tarim.gov.tr/> Erşim tarihi: 21.11.2020

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı (2020c). Bitki Listesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/konu/957/bitki-listesi> Erişim tarihi:21.11.2020



Bitkilerde Gıda Güvenliği

Mevlûde Nur Topal & Yağmur Cömert
Doktora Öğrencisi

Halk Sağlığı Enstitüsü,
Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama ve Araştırma
Merkezi

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

ÖZET

İnsanı olumsuz etkilemeyecek şekilde üretilen ve uygun koşullarda saklanan gıda, güvenli gıda olarak tanımlanır. Fungilerin neden olduğu mikotoksinler, pestisitler ve mikroorganizmalar gıda güvenliği üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bunlara ek olarak; ürünün hasat aşaması ve depolanması da gıda güvenliği açısından çok önemlidir. Bu makalede, bitkilerde gıda güvenliğini olumsuz etkileyen faktörler incelenmiş ve bitki koruma tekniklerinin etkilerine değinilmiştir. Bu derlemenin amacı gıda güvenliğini ve bitki sağlığını etkileyen riskler hakkında bilgi sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, Bitki koruma, Bitki sağlığı.

ABSTRACT

Food that is produced in a way that does not adversely affect humans and is stored under appropriate conditions is safe food. the factors that negatively affect food safety in plants were examined and the impacts of plant protection techniques were mentioned. Mycotoxins caused by fungi, pesticide and microorganisms have being caused adverse effects on food safety. Additionally; crop harvesting and storage is important for food safety. The purpose of this review is to provide information about the risks affecting food safety and plant health.

Keywords: Food security, Plant protection, Phytosanitary.

Giriş

İnsanlar eski çağlardan beri besin elde etmek ve sağlık problemlerine çözüm için bitkilerden yararlanmışlardır

(Koçyiğit, M., 2005). Bitkiler kolay erişilebilir ve faydalı olmalarının yanında hastalıkları önlemek için de tercih edilmektedir. Hastalıkları önlemek ve sürdürülebilir tedavide kullanılan tıbbi ve aromatik bitkiler birçok sektör tarafından kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler; besin takviyeleri, bitkisel çay, tat, çeşni olarak beslenme için, parfümeri ve kozmetikte vücut bakım ürünleri olarak ayrıca sanayinin başka kollarında da kullanılmaktadır. Çeşitli sektörlerde kullanılan bu bitkilerin sağlığı ve gıda olarak tüketilmesinde bitki güvenliği de son derece önemlidir (Başer, K. ve ark., 1986; Anonim, 2012; Shad, A. ve ark., 2013).

Bitkinin generatif ve vejetatif organlarının gelişimini tamamlaması ve bitkiye zarar veren faktörlerin ortadan kaldırılması bitki sağlığı için önemlidir. Bu zararlı faktörler biyotik (böcekler ve hastalık yapan mikroorganizmalar) veya abiyotik (iklim veya toprak koşullarından kaynaklı) olabilir (Alaoğlu, Ö. ve ark., 2014).

Gıda güvenliği, gıdaların insanlara olumsuz etki yapmayacak şekilde üretilmesi ve uygun koşullarda saklanması olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, tüketim için üretilen gıdaların, gıda kaynaklı hastalıklara sebebiyet veren fiziksel, kimyasal (pestisitler), biyolojik ve diğer tehlikeli unsurların oluşmasını engelleyecek şekilde hazırlanması, işlenmesi, muhafazası ve tüketicilere o şekilde sunulmasının anlatıldığı bilimsel bir döngüdür. Gıda güvenliğinin başlangıç noktası üretim alanlarıdır. Bu yüzden tarladan sofraya gelene kadar tüketiciye zarar vermeyen üretim basamaklarındaki kontrolleri özenle yapılmış, insan sağlığına zarar vermeyen güvenilir gıdalar elde edilmelidir (Tiryaki, O., 2016; Anonim, 2007; Anonim, 2017).

Tükettiğimiz gıda ürünleri sağlığımızı doğrudan etkileyen unsurlardandır. Gıdalardaki hastalığa sebep olabilecek tüm unsurlar sağlık problemlerine yol açabilir. Dünyada meydana gelen en önemli sağlık problemlerinin gıda güvenliğinden kaynaklı olduğu Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organisation, WHO) tarafından belirtilmiştir. Buradan kaynaklanan sıkıntılar ekonomik verimliliğin düşmesine sebep olmaktadır.

Gıda güvenliğini etkileyen faktörler; pestisitler, mikotoksinler, ağır metaller, antibiyotikler, büyüme hormonları ve veterinerlikte kullanılan ilaçlar, diğer katkı maddeleri, dioksinler, toksik maddeler, alerjik bileşikler, GDO, plastik ambalajlardan kaynaklanan bulaşmalar, deterjan ve dezenfektan kalıntılarıdır (Tiryaki, O., 2016).



Günümüzde güvenli ürünlerin tüketilmesine yönelik tüketici bilinci bu konunun daha da önemli bir hal almasına neden olmuştur. Bu durumun uluslararası ticari yönü de önem arz etmektedir. Nitekim yakın geçmişte Ukrayna, Türkiye’den gönderilen mandalinalarda Akdeniz meyve sineğine (*Ceratitis capitata*) rastlanmış ve bu nedenle 29 ton mandalina Türkiye’ye iade edilmiştir (Anonim, 2016b). Ayrıca Avrupa ülkelerinde dolaşan tarım ürünlerinde mikotoksin, pestisit ve diğer bulaşanlar nedeniyle, bu ürünlerin hangi ülke kaynaklı olduğu AB RASFF sisteminde duyurulmaktadır (RASFF, 2016). Bu nedenle iyi tarım uygulamaları ve gıda güvenilirliği tüketici sağlığı için hem ulusal hem de uluslararası platformda ciddi bir konu haline gelmiştir (Anonim, 2016b).

Bu derlemede, bitki sağlığını doğrudan veya dolaylı olarak ilgilendiren gıda güvenliği unsurlarının incelenmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda, mikroorganizmaların (entomolojik ve fitopatolojik etmenler) oluşturduğu zararların, mikotoksinlerin, pestisitlerin ve depolama koşullarının gıda güvenliğine olan etkileri bu makalenin konusudur.

Gıda Güvenliğini Etkileyen Faktörler

Mikotoksinler

Mikotoksinler, tarladan tüketime kadar tarım ürünlerinde, ekolojik nedenlerden gelişen ve üreyen fungusların ürettiği sekonder metabolitleridir. Mikotoksinler, belirli nem ve sıcaklık koşullarında *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* gibi bazı küfler tarafından üretilirler (Zinedine A. ve ark., 2007; Kumar V., 2008.) Bilinen 400 mikotoksin içinde insan sağlığına en çok zarar veren aflatoksinlerdir (O’Riordan M., ve Wilkinson A., 2008). Aflatoksinler, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus nomius* küfleri tarafından üretilen toksik metabolitlerdir (Zinedine A. ve ark., 2007). *A. parasiticus*, AFB1, AFB2, AFG1 ve AFG2 aflatoksinlerinin hepsini üretirken, *A. flavus*, nadiren AFG1 ve AFG2 üretmektedir (Wright MS ve ark., 2000). Aflatoksinler, hem gıda güvenliği hem de halk sağlığı açısından risk oluşturarak tarım endüstrisinde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (O’Riordan, M.J. ve ark., 2008). Aflatoksinle kontamine olmuş yemleri tüketen hayvanların et, yumurta, süt ürünlerinin insanlar tarafından tüketilmesi insan sağlığı bakımından tehlike oluşturmaktadır (Gowda NKS ve ark., 2004). Siroz, hepatit, tiroit, gastrit ve böbrek hastalıklarına neden oldukları bildirilmiştir (Koirala P. ve ark., 2005). Ayrıca çiğ olarak tüketilen gıdalarda (yer fıstığı, fındık, tahıl ürünleri) ve kuru meyvelerde de bulunur (Banu N. ve ark., 2010; Çolak H. ve ark., 2006; Yentür G. ve ark., 2006). Ek

olarak kırmızı biber, süt ve süt ürünlerin gibi gıdalarda oluşabilmektedir (Çolak H. ve ark., 2006; Ardiç M. ve ark., 2008; Er B. ve ark., 2010).

Aflatoksin kontaminasyonu hızlıca oluşabilmektedir ve bu oluşuma birçok etken sebep olabilmektedir. Bu etkenlerin başlıcaları şunlardır; nem, ürünün kurutma hızı, ortamın nisbi nemi, sıcaklık, fungus veya sporlarının yoğunluğu, türlerin toksin oluşturma güçleri, mikroorganizmalar arası rekabet, ürünün ve yetiştirilen çeşidin direnci, böcek veya diğer zararlıların faaliyeti, bitki stresi, atmosferik gazların bileşimi gibi etkenlerdir (Çoksöyler, N., 1999). Gıdaların ve hayvan yemlerinin kontaminasyonunun fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotlarla kontrolü ile ilgili çalışmalar son dönemlerde yoğunlaşmıştır. Bu metotlar toksik etkilerin mutajenitesini en aza indirmek için kullanılır. Bu kimyasallara asitler, oksitleyici ajanlar, bisülfidler ve gazlar örnek verilebilir (Safara, M., 2010). Mikrodalga ile ısıtma, ozonla muamele (ozonlama) veya amonyak gibi birçok fiziksel ve kimyasal yöntemler aflatoksin ile kontamine olmuş gıdaların detoksifikasyonu için kullanılmaktadır. Son zamanlarda gıdalarda aflatoksin detoksifikasyonu için bir oksidasyon yöntemi olan ozonlama geliştirilmiş olup ozon veya triatomik oksijen (O₃), güçlü bir dezenfektan ve oksitleyici ajandır (Inan, F., 2007).

Dekontaminasyon veya detoksifikasyon işlemleri mikotoksin ile kontamine olan besin maddeleri için yararlıdır. İdeal dekontaminasyon işleminin uygun maliyetli olması, uygulamasının kolay olması, toksik metabolit oluşumuna yol açmaması gerekir. Gıda maddelerinin besinsel ve tat özelliklerini değiştirmemeli, yeni mikotoksin oluşumuna sebep olmamalıdır. Bu nedenle mikotoksin kontaminasyonunun bu yöntemlerle önlenmesi çok önemlidir (Banu, N. ve ark., 2010.; Leibetseder J., 2006).

Pestisitler ve Gıda Güvenliği

Son yıllarda, tarım alanında kullanılan kimyasal kalıntıların çevrede yayılmasıyla birlikte, karasal ekosistemlerin önemli ölçüde kirlenmesine ve gıdaların bu kalıntılara istenmeyen ölçüde maruz kalmasına neden olduğu bildirilmiştir. (Carson, R., 1962; EEA, 2013). Buna ek olarak, su ekosistemlerinin pestisit kalıntıları ile kirlenmesi, sudaki besin kaynaklarını, balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliğini de tehlikeye atmıştır (Caryalho, F.P. ark., 2017).

Pestisitler uygulandığı organizmaya göre (insektisit, fungusit ve herbisit gibi), toksik özelliklerine göre (protoplasma zehirli, sinir sistemi zehirli, solunum



zehirlileri ve antikoagülanlar gibi) sınıflandırılırlar. Pestisitlere ve sentetik kimyasallara maruz kalma, insanlarda kanser, obezite, endokrin bozukluklar ve diğer hastalıklarla bağlantılı olduğu bildirilmiştir (Gorell J.M. ve ark., 1998; Bassil K.L. ve diğerleri 2007; George J. ve Shukla 2011; Mrema E.J. ve diğerleri 2013; Araújo W.L. ve diğerleri 2016; WHO 2017). Tarımda ve şehirlerde yabancı otları kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan ve ana kanserojen ajan olan glifosat gibi herbisitlerin de insan sağlığı üzerindeki etkileri konusunda yaygın bir endişe bulunmaktadır (Araújo, W.L. ve ark., 2016; Benbrook C., 2016). Glifosat, dünya çapında en çok uygulanan pestisitler (Benbrook, C., 2016).

Günümüzde kullanılan kimyasal pestisitler birçok çevresel sorunu da beraberinde getirmektedir. Kimyasal pestisitler uzun yıllar canlılığını koruyabilmektedir. Ayrıca toprak, su ve hava ile yer değiştirerek farklı alanlara uzanıp yayılımını sürdürebilirler. İnsan ve çevre sağlığını tehdit eden bu kimyasal pestisitler, bölgenin ekolojik dengesini bozarak, bölgedeki mevcut zararlıların bu ilaçlara karşı direnç kazanmasına neden olmaktadır (Anonim 2017).

Son yapılan çalışmalarda modern ya da yeni nesil fungusitler (Boscalid, Strobilurin gibi), daha az toksik etkili ve funguslara karşı yaklaşık %90 etkinliğe sahip gruplandırılmada kullanılmaktadır (Alaoglu, Ö. ve ark., 2014; Delen, N., 2016b).

Tarım ve Halk Sağlığı Üzerinde Pestisitlerin Etkisi

Yüksek oranda kullanılan pestisitlere, işleme, seyreltme, karıştırma ve uygulama sırasında tarım ve halk sağlığı çalışanları maruz kalmaktadırlar. Maruz kalma, spreylerin hazırlanması ve uygulama sırasında dermal ve inhalasyon yollarıyla meydana gelir. Yutma, iş sırasında veya sonrasında kontamine yiyeceklerin tüketilmesi ya da kontamine ellerle ağızdan temas yoluyla meydana gelebilir. Eski pestisit stokları da özellikle depolama veya bertaraf uygun değilse, birçok ülkede hala tehlike oluşturmaktadır (FAO, 2019).

Mikroorganizmaların Zararları ve Gıda Güvenliği

Tarımsal ürünlerin kalitesini entomolojik ve fitopatolojik etkilerin oluşturduğu zararlar düşürür. Örneğin depolanmış olan meyvelerde, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium* ve *Penicillium* gibi fungusların neden olduğu çürüme zararlıları olmamalıdır. Aynı şekilde bakteri ve diğer organizmalardan kaynaklanan meyve içerisinde

oluşan bozulmalar ve böceklerin oluşturduğu yaralar meyve kalitesini azaltır.

Bu mikroorganizmaların bazıları baharatlar ve bitkilerde tüketici açısından bazı sağlık problemlerine, gıda bazı ürünlerde ise kalite ve raf ömrü sorunlarına neden olmaktadır. Bitkilerin doğal florasında bulunan mikroorganizmalar ile hasat, kurutma, işleme, taşıma, paketlenme ve satış gibi işlemler bitkinin içerdiği yararlı mikroorganizma sayısı açısından önem arz eder. Bitkiler için diğer bir kirlenme kaynağı ise; kanalizasyon, toz, insekt, kuş ve kemirgenlerin atıkları, kullanılan suyun kalitesidir. Kuru bitkilerin mikrobiyolojik kalitesi yetiştiği bölgeye, taşıma koşullarına ve bu ürünlerin depolanmasına bağlıdır (Alavi, I. ve ark., 2017; Abd El-Rahman, MAM., 2019; Ameri A., 2020).

Bitki çaylarının mikroorganizma içeriği kalite ve güvenliğin göstergesi olarak değerlendirilmelidir. Çayların işlenmesi durumunda hijyenik üretim uygulamalarına bağlı kalınmadığında işleme sonrası çevre, hava ve personel kaynaklı kontaminasyonlar mikroorganizma yükünün artmasına sebep olur (Adounkpe, F.M. ve ark., 2017). Teknolojik düzeydeki (üretim ve paketlenme), aktif bileşenlerdeki veya dağıtım süreçlerindeki farklılıkların bitkilerdeki kontaminasyonu etkileyebildiği bildirilmiştir (Ameri A., 2020). Farklı satış yerlerinde (market, aktar, baharatçı vb.) uygun olmayan ambalaj ve koşullarda satışa sunulabilen tıbbi bitki çaylarının mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesi, üretim ve satış koşulları ile muhtemel sağlık risklerinin ortaya konulması açısından önemlidir (Vural, A., 2020).

Bazı abiyotik faktörler de don zararı, dolu zararı gibi meyve ve sebzelerde olumsuz etkilere sebebiyet vermektedir. Bu zararları engellemek ve tarımsal ürün kalitesinin bozulmaması için tüketicinin güvenli gıda tüketmesi sağlanmalıdır. Bu da bitki koruma önlemlerinin uygulanmasıyla gerçekleşir. Bu uygulamalarda ise başta kalıntı problemi olmak üzere, insan sağlığı üzerinde yan etkilerinin olmamasına dikkat edilmelidir. Özellikle bitki koruma önlemlerinin hepsinin entegre bir şekilde uygulanması (Integrated Pest Management, IPM) ve kimyasal mücadeleye en son başvurulması kullanılacak en doğru yöntemdir. Entegre mücadele hem insan sağlığı hem de çevre dinamiklerini bir bütün olarak ele alır. Ayrıca bitki korumasını ve tekniklerini birbiriyle uyumlu olarak uygulayarak, zararlı organizmaların ekonomik zarar düzeyinin azaltılması amaç edinilmiştir (Tiryaki, O., 2017).



Bitkilerde Hasat Sonrası İşlemler ve Depolama

Hasat sonrası yapılan işlemler ürün kalitesini yüksek oranda etkilemektedir. Hasat sonrası işlemlerden en önemlisi olan kurutma, ürün güvenilirliği ve kaliteyi de büyük oranda etkilemektedir. Kurutma yöntemi ise drogların uzun süre bozulmadan saklanması, taşıma kolaylığı, farklı ürünlerle kullanılırken işleme maliyetlerinin düşürülmesi gibi faydalar sağlamaktadır. Kurutma yöntemleri, yörelerin iklim ve coğrafi özellikleri, üreticinin maddi imkanları ve kurutma için kullandığı alana da bağlıdır. Köylerde yapılan bu işlemlerde, toprak yol, trafiğe açık alanlar, hayvanların yoğun olarak kullandığı güzergâh gibi yerlerde yapılan kurutma ve harmanlama işlemlerinde ürünün yabancı madde, zararlı mikroorganizma ve böceklenme gibi olasılıklarını artırmakta, böylece ürünün kalitesini ve güvenilirliğini de düşürmektedir. Kurutma öncesi yıkama işlemi yapılan bitkisel droglarda ise iklim koşullarına bağlı olarak mikrobiyal aktivite ve aflatoksin gibi zararlı kimyasalların ortaya çıktığı bildirilmiştir. Depolamada ise saklama koşullarındaki bitkilerin nem oranının %10 ve altı olması istenmektedir. Nem oranı fazla olan droglarda mikrobiyal bozulmalar, küflenme gibi olumsuz durumlar meydana gelmektedir (Arslan, N., 2015).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada gıda güvenliğinde meydana gelen riskler ve uygulamalar ortaya konulmuştur. Bitki sağlığı ve gıda güvenliğinin birbiriyle olan ilişkisinin öneminden bahsedilmiştir. Hem geleneksel hem de organik tarımda kalıntı olmaması için ilaçlı uygulama yapılmamalı bu arada fungusların meydana getirdiği mikotoksisite riski de göz ardı edilmemelidir. Ayrıca pestisitlerin ve mikroorganizmaların zararları gıda güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlara çözüm olarak kullanılan IPM mücadele tekniğine başvurulmalıdır. Bitkilerin saklama ve depolama koşulları da gıda güvenilirliği açısından son derece önemlidir. Bitki sağlığı ve gıda güvenliği için kontroller tüm basamaklarda dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Bu sebeple, gıda güvenliğinin olumsuz etkilememesi için bitki koruma önlemlerinin tam olarak uygulanması esastır.

Kaynaklar

- Abd El-Rahman, Mokhless, "Microbiological Quality and Heavy Metals Content of some Spices and Herbs Kinds", *J Food and Dairy Sci*, Mansoura Univ. 10 (7): 2019, s. 237-241.
- Alaoğlu, Özdemir., et al., *Bitki Koruma Ders Kitabı*, Konya, Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 2014, ISBN:978-605-84949-0-9.
- Alavi Isidoro, et al., "Evaluating the Microbial Contamination of Some Iranian Dried Medicinal Plants and Distillates", *Int J Epidemiol Res.*, 4(2): 2017, s. 118-124.
- Adoukpe, M. Ferdinand, "Microbiological Quality Assessment of Aqueous Herbal Teas Sold in Cotonou", *Benin. Int J Herb Med.*, 5(3): 2017, s. 121-126.
- Ameri, Abdolghani, "Microbial Indices of Industrial and Traditional Medicinal Herbs in Ahvaz Iran", *Foods and Raw Materials*, 8(1): 2020, s. 134-139.
- Araujo, W. L., Maccheroni, W., Jr., AguilarVildoso, C. I., Barroso, P. A. V., Saridakis, H. O., and Azevedo, J. L., "Variability and interactions between endophytic bacteria and fungi isolated from leaf tissues of citrus rootstocks", *J. Microbiol.*, 47: 2006, sf. 229-236.
- Ardıç, Mustafa, et al., "Determination of aflatoxin B1 levels in deep-red ground pepper (ışot) using immunoaffinity column combined with ELISA", *Food Chem Toxicol*, 46: 2008 s. 1596-9.
- Arslan, Neşet, et al., "Tıbbive Aromatik Bitkiler Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar", *VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kong.*, 2015, s. 483-507.
- Banu, Narasimhan, Muthumary, Johnpaul, "Taxol as chemical detoxificant of aflatoxin produced by *Aspergillus flavus* isolated from sunflower seed", *Health*, 2 (7): 2010, s. 789-95.
- Bassil, K. L., C. Vakıl, M. Sanborn, D. C. Cole, J. S. Kaur, and K. J. Kerr. 2007. Cancer health effects of pesticides. Systematic review. *Can. Fam. Physician* 53:1704-1711
- Bassil, K. L., C. Vakıl, M. Sanborn, D. C. Cole, J. S. Kaur, and K. J. Kerr. 2007. Cancer health effects of pesticides. Systematic review. *Can. Fam. Physician* 53:1704-1711
- Bassil, K. L., C. Vakıl, M. Sanborn, D. C. Cole, J. S. Kaur, and K. J. Kerr. 2007. Cancer health effects of



- pesticides. Systematic review. *Can. Fam. Physician* 53:1704–1711
- Başer, K. Hüsni Can, “Türkiye’de Aktarlar ve Bitkisel Drogalar”, *İslam Kültürü Araştırmaları Serisi* 2, 1986, Ankara.
- Benbrook, Charles M. "Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally." *Environmental Sciences Europe*, 28.1 (2016): 3.
- Bitki ve Hayvan Sağlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Gıda Güvenliği, Ankara, 2007.
<http://www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/Download/3101/oik664.pdf> (Erişim Tarihi: 30.03.2017).
- Carson, R. Laura, Sessiz Bahar Erişim adresi: <http://www.rachelcarson.org/SilentSpring.aspx>
- Carvalho, F. P., ‘Pesticides, environment, and food safety. Food and Energy Security’, 6(2), 2017, sf. 48-60.
- Çoksöyler, Nafi, “Farklı yöntemlerle kurutulan kırmızıbiberlerde *Aspergillus flavus* gelişimi ve aflatoksin oluşumunun incelenmesi”, *Gıda*, 24 (5): 1999, s. 297– 306.
- Çolak, Hilal, et al., “Determination of aflatoxin contamination in redscaled, red and black pepper by ELISA and HPLC”, *J Food Drug Anal*, 14 (3): 2016, s. 292–6.
- Delen, Nafiz, “Fungisitler. Genişletilmiş ve Güncellenmiş, İkinci Basım”, *Nobel Yayıncılık*, 2016b, ISBN:978–605–320–347–6. Ankara.
- EEA. 2013. Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. European Environment Agency, Report No 1/2013. EEA, Copenhagen
- Er, Buket, et al., “Determination of aflatoxin M1 level in milk and white cheese consumed in Ankara Region, Turkey”, *J Anim Vet Adv*, 9 (12): 2010, s. 1780–4.
- FAO (2019). Prevention and disposal of obsolete pesticides. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations
[\(http://www.fao.org/agriculture/crops/obsoletepesticides/prevention-and-disposal-of-obsolete-pesticides/en/\)](http://www.fao.org/agriculture/crops/obsoletepesticides/prevention-and-disposal-of-obsolete-pesticides/en/)
- George, J., and Y. Shukla. 2011. Pesticides and cancer: insights into toxicoproteomic- based findings. *J. Proteomics*. 74:2713–2722
- Gıda Güvenliği ve Hijyen, 2017,
<https://www.ekspergida.com.tr/content/gida-g%C3%BCvenli%C4%9Fi-ve-hijyen-0>, (Erişim Tarihi: 30.03.2017).
- George, J., and Y. Shukla. 2011. Pesticides and cancer: insights into toxicoproteomic- based findings. *J. Proteomics*. 74:2713–2722
- Gorell, J. M., C. C. Johnson, B. A. Rybicki, E. L. Peterson, and R. J. Richardson. 1998. The risk of Parkinson’s disease with exposure to pesticides, farming, well water, and rural living. *Neurology* 50:1346–1350.
- Gorell, J. M., C. C. Johnson, B. A. Rybicki, E. L. Peterson, and R. J. Richardson. 1998. The risk of Parkinson’s disease with exposure to pesticides, farming, well water, and rural living. *Neurology* 50:1346–1350.
- Gowda K, Nisarani, et al., “Effect of some chemical and herbal compounds on growth of *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin production” *Anim Feed Sci Tech*, 116 (3–4): 2004, s. 281–91.
- Inan, Fethi, et al., “Use of ozone in detoxification of aflatoxin B1 in red pepper”, *J Stored Prod Res*, 43 (4): 2007, s. 425–9. 25.
- Koçyiğit, Mine, “Yalova İlinde Etnobotanik Bir Araştırma”, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2015.
- Koirala Pratirodh, et al., “Occurrence of aflatoxin in some of the food and feed in Nepal”, *Indian J Med Sci*, 59 (8): 2005, s. 331–6.
- Kumar, Vinod, “Mycotoxin research and mycoflora in some commercially important agricultural commodities”, *Crop Prot*, 27 (6): 2008, s. 891–905.
- Mrema, E. J., F. M. Rubino, S. Mandic-Rajcevic, E. Sturchio, R. Turci, A. Osculati, et al. 2013. Exposure to priority organochlorine contaminants in the Italian general population. Part 1. Eight priority organochlorinated pesticides in blood serum. *Hum. Exp. Toxicol*. 32:1323–1339.
- Mrema, E. J., F. M. Rubino, S. Mandic-Rajcevic, E. Sturchio, R. Turci, A. Osculati, et al. 2013. Exposure to priority organochlorine contaminants in the Italian general population. Part 1. Eight priority organochlorinated pesticides in blood serum. *Hum. Exp. Toxicol*. 32:1323–1339.
- Leibetseder, Johannes, et al., “Decontamination and detoxification of mycotoxins. In: *Biology of Nutrition in Growing Animals*”, *Elsevier Limited*, 2006: s. 439–65.
- Riordan, J.O. Michael, Wilkinson, G. Martin, “A survey of the incidence and level of aflatoxin contamination in a range of imported spice preparations on the Irish retail market”, *Food Chem*, 107 (4): 2008, s. 1429–35.
- RASFF, 2016. Rapid Alert System for Food and Feed. <https://webgate.ec.europa.eu/rasff>

- window/portal/?event=SearchForm&cleanSearch=1#.
- Safara, Maryam, "Aflatoxin detoxification in rice using citric acid", *Iranian J Publ Health*, 39 (2):2010, s. 24-9.
- Shad, A. Anwar, et al., "Ethnobotanical assessment and nutritive potential of wild food plants", *Journal of Animal and Plant Science*, 23: 2013, s. 92-97.
- Tarımdan haber, 2016b,
<https://www.tarimdanhaber.com/haber/meyve-ve-sebze/tonlarca-mandalina-geri-cevrildi/>. (Erişim Tarihi: 01.12.2016)
- Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sektör Raporu, Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı, 2012, Aralık, Isparta.
- Tiryaki, Osman, "Bitki Sağlığı ve Gıda Güvenliği", *ÇOMÜ Zır. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)*, 4 (2): 2016, s. 65-73.
- Vural, Aydın, et al., "Tıbbi Amaçla Kullanılabilen Bitki Çaylarında Hijyenik Kalitenin ve Bazı Patojenlerin Araştırılması", *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(1), 2020, s. 76-82.
- Yentür, Gülderen, et al., "Determination of aflatoxins in peanut butter and sesame samples using high-performance liquid chromatography method", *Eur Food Res Technol*, 224 (2): 2006, s. 167-70.
- WHO. 2017. Agrochemicals, health and environment: directory of resources. Available at <http://www.who.int/heli/risks/toxics/chemicalsdirectory/en/index1.html> (accessed 10 February 2017).
- Wright, S. Meredith, et al., "Effects of volatile aldehydes from *Aspergillus*-resistant varieties of corn on *Aspergillus parasiticus* growth and aflatoxin biosynthesis", *Toxicon*, 38 (9): 2000, s. 1215-23.
- Zinedine, Abdellah, et al., "Presence of aflatoxin M1 in pasteurized milk from Morocco", *Int J Food Microbiol*, 114 (1): 2007, s. 25-9.





Gıda Endüstrisinde Nanomalzemeler ve Sağlık Etkisi

Niliifer VURAL, Ph. D.

Dr. Öğretim Üyesi

*Halk Sağlığı Enstitüsü,
Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulama ve Araştırma
Merkezi*

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

ÖZ

Nanoteknoloji, son yıllarda gıda sektöründe devrim yaratan çekici bir teknoloji olarak görülmektedir. Nanomalzemeler, geleneksel mikro ölçekli malzemelerin aksine, doku, renk, görünüm, işlenebilirlik ve stabilite gibi konularda, gıdaların duysal kalitesini artırabilir, önemli yeni özelliklere sahiptir. Nanomateryallerin fizikokimyasal özellikleri, risk değerlendirmesinin sonucunu etkileyebildiği için önemlidir. Bu amaçla, gıda işleme ve paketlenme alanındaki nanoteknolojik uygulamalar ve bu malzemelerin toksik etkileri ile ilgili çalışmalar önem taşır. Günümüzde nanoteknolojinin gıda işleme ve paketlenmede kullanımına ait iki farklı görüş sunulmaktadır. Bir yandan tüketicilerin büyük bir kısmının nanoteknoloji tabanlı çözümlerin kullanımını tercih ettiği görülürken, öte yandan nanopartiküllerin toksisitesi ve çevresel etkileri konusunda büyük bir kamuoyu endişesi vardır.

Anahtar Kelimeler: Nanomateryaller, Toksisite, Gıda Prosesleri

Nanomaterials and its Health Impact in Food Industry

ABSTRACT

Nanotechnology has been seen as an attractive and revolutionary technology in the food industry in recent

years. Nanomaterials, contrarily to the traditional micro-scale materials, have important new properties that can improve the sensory quality of foods such as texture, color, apprarance, processability and stability. The physicochemical properties of nanomaterials are important because of influencing the results of risk assessment. For this reason; the studies about the applications in the field of food processing and packaging with this materials and the toxic effects of these materials are important. Currently, there are two different views on the use of nanotechnology in food processing and packaging. On the one hand, a major part of consumers seem to prefer the usage of nanotechnology based solutions, while on the other hand there is a great deal of public opinion about the concern about the toxicity and environmental impact of nanoparticles.

Keywords: Nanomaterials, Toxicity, Food Processes

Giriş

Nanoteknoloji, ilginç ve kullanışlı özelliklere sahip yeni malzemeler geliştirmemizi sağlayan disiplinler arası bir çalışmadır¹¹ ve gıda endüstrisinde ambalajlama ve koruma gibi problemleri çözmeye çalışırken aktif bir rol oynar.¹² Nanoteknoloji, nanometre ölçeğinde sistemlerin tasarımı, karakterizasyonu, üretimi ve uygulamalarıdır. Temel olarak nano enstrümanların, nanoelektronik bileşenlerin, nanobiyojik sistemlerin ve nano mühendisliği yapılmış malzemelerin geliştirilmesini içerir. Tercih edilen boyut aralığı, 100 nm'den atomik seviyeye kadardır ve bu seviyede malzeme özellikleri, daha büyük ölçekte olanlara kıyasla ilginç bir şekilde değişebilir. Maddenin yüzey alanı-hacim oranı, kimyasal yüzey reaktivitesini önemli ölçüde artırarak artır ve kuantum mekaniksel etkiler önemli hale gelir. Nanometrik boyutta çalışmanın faydaları çok çeşitlidir ve bilim insanları bunlardan kataliz, ilaç, ilaç dağıtımı, optik ve elektronik gibi farklı alanlarda ve son zamanlarda gıda paketlenme uygulamaları da dahil olmak üzere gıda sektöründe yararlanmaktadır.

Günümüzde hızla gelişen teknoloji yetiştirmeden, gıda üretimine, işlemeye, paketlenmeye, nakliye, raf ömrüne

¹¹ Bratovčić A. "Different Applications of Nanomaterials and Their Impact on the Environment". SSRG International Journal of Material Science and Engineering (IJMSE) 5.1 (2019a): 1-7.

¹² Cartelle M and Zurita J. 2015. "La nanotecnología en la producción y conservación de alimentos". 608 RCAN Revista Cubana de Alimentación y Nutrición 25(1); pp: 184-207¹².



ve besin maddelerinin biyoyararlanımına kadar gıda sisteminin her yönünü etkilemektedir. Nanoteknolojinin gıda paketlenme sektöründeki uygulamaları, ambalajın mekanik, termal ve bariyer özelliklerini iyileştirmek ve biyolojik olarak parçalanabilir, paketlenmiş ürünlerin dayanıklılığını artırmakla ilgilidir¹³. Nanomalzeme uygulamalarının, benzersiz ve yeni özellikleri nedeniyle, gelecekte de gıda endüstrisini etkilemeye devam edeceği ve sonuçta insanların nanomalzemelere olan maruziyetlerinin zamanla artacağı görülmektedir. Bu nedenle, nanomalzemelerin gıdalardaki sağlık etkisi, kamuoyunda ilgisini çekmektedir¹⁴.

Avrupa ve Asya'da AB tarafından finanse edilen NanoPack projesi tarafından yürütülen bir araştırma, tüketicilerin büyük çoğunluğunun gıda ambalajı endüstrisinde nanoteknoloji tabanlı çözümlerin kullanımını tercih ettiğini göstermiştir. NanoPack projesi, son kullanıcının nanoteknolojiyi ve faydalarını nasıl algıladığını değerlendirmek için tüketiciler ve perakendeciler arasında yeni aktif gıda paketlenme teknolojilerinin kabulü üzerine ayrıntılı bir araştırmayı içermektedir. Araştırma; Çin, İspanya, İtalya, Danimarka ve İrlanda gibi geniş bir tüketici profiline odaklanmıştır.¹⁵

Gıda üretim zinciri, verimliliği artırmak için nano işlevselleştirilmiş tarım ürünleri kullanarak tarımsal verimlilikte nanoteknolojiyi kullanmaktadır. Nanoteknoloji ayrıca hastalık tespiti için teşhis aracı olarak ve gıda üretiminin erken aşamalarında, yeni izleme teknikleri oluşturmak için kullanılır. Nanoteknoloji aynı zamanda su arıtma, toprak ve gıda üretim makineleri temizliği için de uygulanmaktadır.¹⁶ Yeni ürün geliştirme, hassas işleme, akıllı paketlenme, nano sensörler, izleme cihazları, temel bileşenlerin hedeflenmesi, gıda güvenliği, nanoteknolojinin gıda sektörüne girmiş olan temel bölümleridir. Nanoteknoloji, doğrudan veya paketlenmiş gıda ürünleri ile antimikrobiyal gıda ambalajı için gıda kalitesi ve gıda güvenliği (gıda kaynaklı patojenlerin veya toksik metabolitlerin tespiti) konularında ve gıda

takviyelerinde (mineraller, vitaminler, antioksidanlar ve uçucu yağlar), duyuusal iyileştirme (lezzet veya rengin iyileştirilmesi) ve raf ömrünün uzatılması için başarıyla uygulanmaktadır.¹⁷

Diğer birçok olası uygulamanın yanı sıra, gıda zincirindeki nanoteknoloji, mikroorganizmaları veya kimyasal kirleticileri düşük düzeyde tespit edebilen gıda teşhisi için nano sensörleri ve paketlenme malzemelerini de içerir. Nano partiküller (NP), malzemelerin fonksiyonel özelliklerini artırmak, gıda güvenliğini ve kalitesini izlemek için nanosensörler olarak veya aktif malzemeler geliştirmek için gıda paketlenmesine uygulanır. Bu bağlamda, NP'lerin taşınımı yoluyla paketlenmiş gıdaların dolaylı kirlenmesi beklenebilir. Gıda paketlenme malzemelerine dahil edilen NP'lerle ilgili uygulamalar ve düzenleyici konular derinlemesine incelenmiştir (Woodrow Wilson International Centre for Scholars). NP'ler ayrıca, geleneksel formülasyonlara kıyasla biyoyararlanımlarını artırabilen gıda katkı maddesi veya takviye olarak işlevselleştirilmiş gıdalarda doğrudan kullanılabilir.¹⁸

Nanomalzemeler: (1) nanopartiküller, (2) nanokiller, (3) nanoemülsiyonlar, (4) nanolaminatlar, (5) nanokapsüller, (6) nanofiberler, (7) nanotüpler olarak sınıflandırılır. Gıdalardaki nanopartiküllere (NP'ler) ilişkin bilgi yeni değildir. Bazı gıdalarda nano boyutlu parçacıklar doğal olarak oluşur. Örneğin, sütteki kazein miselleri, proteinlerden oluşan nano boyutlu kürelerdir. Uygulamaya bağlı olarak, iki farklı nano-gıda biçimi gözlemlenir: (1) gıda katkı maddeleri (nano- iç) ve (2) gıda ambalajı (nano-dış).¹⁹ Nano-gıda, gıdanın işlenmesi, üretimi, güvenliği ve paketlenmesinde nanoteknoloji kullanılarak üretilen gıdayı ifade etmektedir.²⁰

Gıda işlemede nanomalzemeler

Gıda işlemede; gıdanın besin değerini artıran, nano katkıları ve nutrasötikler ile gıda dokusunu iyileştirmede toplanmayı önleyici maddeler ile nano kapsülleme için nano taşıyıcılar ve jelleştirici ajanlar kullanılır.

¹³ Bratovčić A., Odobašić A., Čatić S., Šestan I. 2015. "Application of polymer nanocomposite materials in food packaging". *Croatian Journal of Food Science and Technology* 7(2); pp: 86-94.

¹⁴ Wallace Hayes A. 2017. "Nanotechnology in the Food Industry: A Short Review" in *Nanotechnology, Food Safety Magazine*.

¹⁵ "Study says consumers prefer nanotechnology in active food packaging" by [NS Packaging Staff Writer](https://www.ns-packaging.com/news/study-says-consumers-prefer-nanotechnology-in-active-food-packaging) (19 Feb 2019). Nano-The magazine for small science. <https://www.ns-packaging.com/news/study-says-consumers-prefer-nanotechnology-in-active-food-packaging>.

¹⁶ Bouwmeester H., Dekkers S., Noordam M.Y., Hagens W.I., Bulder A.S., de Heer C., 2009. Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 53(1); ss:52-62.

¹⁷ Patel A., Patra F., Shah N., Khedjar C. 2018. "Application of Nanotechnology in the Food Industry: Present Status and Future

Prospects". Chapter 1 in *Impact of Nanoscience in the Food Industry*, ss: 1-27.

¹⁸ Bratovčić A. 2020. "Synthesis, characterization, applications, and toxicity of lead oxide nanoparticles". *Intech Open*. DOI: 10.5772/intechopen.91362

¹⁹ Ranjan S., Dasgupta N., Chakraborty A.R., Chidambaram R., Shanker R., Kumar A. 2014. "Nanoscience and nanotechnologies in food industries, opportunities and research trends". *Journal of Nanoparticle Research* 16: 2464. DOI: 10.1007/s11051-014-2464-5

²⁰ Nile S.H., Baskar V., Selvaraj D., Nile A., Xiao J., Kai G. 2020. "Nanotechnologies in Food Science: Applications, Recent Trends, and Future Perspectives". *Nano-Micro Letters* 12:45. DOI:10.1007/s40820-020-0383-9.



Nano ölçekli gıda katkı maddeleri, gıda ürününün lezzetini, dokusunu, besin bileşimini veya raf ömrünü etkilemek, mikrobiyal patojenleri tespit etmek ve gıda kalitesi göstergeleri gibi işlevler sunmak için kullanılabilir. Gıda ambalajları söz konusu olduğunda, nanoteknolojik uygulamaların büyük ölçüde gıda kalitesini ve raf ömrünü iyileştirdiği düşünülmektedir. Nanomalzemeler, daha küçük boyutlarından dolayı dokulara derinlemesine nüfuz etme kabiliyetine sahip olduklarından ve böylece aktif bileşiklerin vücuttaki hedef bölgelere verimli bir şekilde verilmesine izin verdikleri için geleneksel kapsülleme sistemlerinden daha iyi kapsülasyon ve salım verimliliği özelliklerine sahiptir.

Kapsülleme, bir maddeyi başka bir madde içine hapsederek, birkaç nm ile birkaç mm çapa sahip parçacıklar üretme işlemi olarak tanımlanabilir. Hapsedilen malzeme genellikle bir sıvıdır, ancak katı veya gaz da olabilir. Nanoenkapsülasyon, maddeleri nano taşıyıcılar olarak paketler ve dolgu maddesinin kontrollü salımını içeren son ürün işlevselliği sağlar. Kapsülleme kullanmanın temel nedeni, bazı besin öğelerinin gıdada önemli bir süre kalamaması veya diğer gıda bileşenleri ile reaksiyona girerek istenmeyen etkilere neden olabilmesidir.^{21,22}

Lipidler, proteinler, karbonhidratlar ve vitaminler gibi biyoaktif bileşiklerin çoğu mide ve oniki parmak bağırsağının yüksek asidik ortamına ve enzim aktivitesine duyarlıdır. Bu biyoaktif bileşiklerin kapsüllenmesi, yalnızca bu tür olumsuz koşullara direnmelerini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda, suda az çözünür, kapsüllenmiş formda elde edilmesi oldukça zor olan gıda ürünlerinin kolayca sindirilip, tüketilmelerine de izin verir.²³

Antimikrobiyal aktiviteye sahip nanomalzemelerin kullanımı, çoklu ilaca dirençli enfeksiyöz organizmalara karşı yeni bir savunma aracı olarak sunulmuştur.²⁴ Nanopartiküllerin, geleneksel antibiyotiklerin yaptığı gibi belirli bir biyokimyasal sürece müdahale etmek yerine, mikrobiyal hücrelerdeki çoklu süreçleri daha az spesifik bir şekilde kesintiye uğratarak işlev gördükleri düşünülmektedir. Belirli miktarlarda silisyum dioksit

(SiO₂) ve titanyum dioksit (TiO₂) gıda katkı maddesi olarak kullanılmasına izin verilmektedir (E551 ve E171).²⁵ Yenilebilir nano kaplamalar (~5 nm ince kaplamalar), gaz ve nem bariyeri görevi gördükleri et, meyve, sebze, peynir, hazır gıda, unlu mamuller ve şekerleme ürünlerinde kullanılabilir. Nanofiltreler, pancar suyundan renk pigmentlerin uzaklaştırmada tadı ve kırmızı şarabı korurken, sütteki laktozu diğer şekerlerle ikame edebilmek için ve sütü laktoz intoleransı olmayan hastalara uygun hale getirmek için kullanılmıştır. Domatesin raf ömrü, biyoteknoloji kapsüllenmiş kuersetin (biyolojik olarak parçalanabilir poli-D,L-laktit) ile artırılmıştır ve bu yaklaşım, diğer sebze ve meyvelerin raf ömrünü uzatmak için kullanılabilir.²⁶ Nano-yeşil çay, diyet takviyeleri, Kanola aktif yağı, Aquanova (vitaminlerin (A, C, D, E ve K), beta-karoten ve omega yağ asitlerinin çözünürlüğünü artırmak için miseller), NutraLeaz (nano taşıyıcıların, nutrasötikleri ve ilaçları taşımak için güçlendirilmesi) piyasada yaygın olarak bulunan, ticarileştirilmiş nanoteknoloji tabanlı ürünlerdir. Benzer şekilde, takviye edilmiş meyve suları, yulaflı besin içecekleri, nanoçaylar, ekmeklerde ton balığı yağı içeren nanokapsüller ve zayıflama amaçlı nanosetkiler, ABD, Kore, Almanya, Çin ve Japonya'da yaygın olarak piyasada satılan, nano işlenmiş gıda örnekleridir.^{20, 27}

Gıda ambalajlarında nanomalzemeler

Nanopartiküller gıda ambalajında, gıdanın fiziksel performansını artırmak ve antimikrobiyal ajan-patojen tespiti için nano-biyosensör olarak kullanılır. Nanopartiküllerin uygulanması, antimikrobiyal gıda paketlemesiyle sınırlı değildir. Gıda paketlemesinde aşırı termal ve mekanik şoka bir bariyer sağlamak için gıda raf ömrünü uzatan, nanokompozit ve nanolaminatlar kullanılmıştır. Nanopartiküllerin ambalaj malzemelerine dahil edilmesi, daha uzun raf ömrü ile karakterize, kaliteli gıda sunar. Ambalaj polimer matrisine dolgu maddesi olarak kullanılan nanomateriyaller, bir sızdırmazlık bariyeri görevi görür ve daha geniş yüzey alanı nedeniyle geçirimsizlik özelliği önemli ölçüde artar. Gıda endüstrisinde nanopartikül bazlı materyallere olan talep,

²¹ Bratovčić A. and Suljadic J. 2019. "Micro- and nano-encapsulation in food industry". *Croatian Journal of Food Science and Technology* 11: (1); pp:113-121.

²² Bratovčić A. and Saric E. 2019. "Determination of essential nutrients and cadmium in the white quinoa and amaranth seeds". *Croatian Journal of Food Science and Technology* 11: (1); pp:135- 139.

²³ Singh T., Shukla S., Kumar P., Wahla V., Bajpai V.K., Rather I. 2017. "Application of Nanotechnology in Food Science: Perception and Overview". *Frontiers in Microbiology*, 8: (1501). DOI:10.3389/fmicb.2017.01501

²⁴ Bata-Vidács I., Adanyi N., Beczner J., Farkas J., Szekacs A. 2013. "Nanotechnology and microbial food safety. Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education". Formatex, Badajoz, Spain pp: 155-159.

²⁵ European Food Safety Authority (EFSA). 2009. "The potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety".

²⁶ Yadav S.K. 2017. "Tissue science and engineering realizing the potential of nanotechnology for agriculture and food technology". *Journal of Tissue Science and Engineering* 8; pp: 8-11.

²⁷ Poças M.F.F., Delgado T.F., Oliveira F.A.R. 2008. "Smart packaging technologies for fruits and vegetables" in *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*, ed. By J. Kerry, P. Butler. DOI: 10.1002/9780470753699.ch9



temel elementlerin çoğunu içerdiğinden ve toksik olmadığı tespit edildiğinden, önemli ölçüde artmıştır.²⁸ Ayrıca yüksek sıcaklık ve basınçta stabil oldukları bulunmuştur.²⁹

Nanopartiküller, gıdalarda genellikle nano emülsiyonlar, nano kapsüller veya nano kompozitler şeklinde kullanılır. Gıda moleküllerinin nano ölçekli kontrolü, doku, tat, bazı duyuşsal özellikler, işlenebilirlik ve raf ömrü boyunca stabilite gibi birçok makro ölçekli özelliğin değiştirilmesine yol açabilir. Bazı hücre hatlarında yalnızca mikron altı nanopartiküllerin verimli bir şekilde absorbe edilebildiği, daha büyük boyutlu mikro partiküllerin absorbe edilmediği bilindiğinden, partikül boyutu herhangi bir biyoaktif bileşimin vücuttaki çeşitli bölgelere iletilmesini doğrudan etkileyebilir.³⁰

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, yeşil nanoteknolojinin gıda endüstrisinde faydalı olabileceği gösterilmiştir. Portakal kabuğu ekstraktlarından olası antimikrobiyal etkilere sahip yeşil gümüş nanopartiküller sentezlenmiştir.³¹ Han ve Li (2008)' e göre, yaygın antibiyotikler sadece 5-6 hastalığa neden olan mikrobiyal patojeni ortadan kaldırırken, gümüş molekülleri 6 dakikalık temasla 650'den fazla patojeni öldürebilir.³² Hindistan cevizi özütü endospermi ile DNA'sının etkileşimindeki fizyolojik değişikliklerin doğası, önemli bir etnomedikal bitki olan *Garuga pinnata* yaprağı kullanılarak, yeşil kimya ile sentezlenmiş Ag nanopartikülleri (AgNP) kullanarak incelenmiştir.³³

Hindistan cevizi özütü; basit şekerler, amino asitler, elektrolitler, vitaminler vb gibi çok sayıda, doğal olarak oluşan biyoaktif enzimin varlığı nedeniyle, sağlık ve metabolizma için çekici içeceklerden biridir. Ancak bu içeceğin en büyük dezavantajı, fonksiyonel gıda maddesi

olarak ticarileştirme için paketlenme ve şişelemede raf ömrü ile ilgilidir. Zaman ile düşük pH değeri gözlenir ve mikrobiyal kontaminasyon oluşur. Bu sorunu çözmek için AgNP'ler, hindistancevizi içeceklerinin paketlenmesinde kullanılmıştır. Dahası, metal nanopartikül uygulamasının, hindistan cevizi suyunun nutrasötik değeri üzerindeki etkisine dair olumlu araştırmalar, hindistancevizi bazı fonksiyonel gıdaların geliştirilmesine olan ilgiyi artırmıştır.³³

Gümüş oksit (Ag_2O), titanyum dioksit (TiO_2), magnezyum oksit (MgO), bakır, bakır oksit (CuO), çinko oksit (ZnO), kadmiyum selenür/tellur, kitosan ve karbon nanotüpler^{34,35} gümüş nanopartiküller (AgNP'ler) en güçlü geniş spektrumlu antimikrobiyallerdir.³⁶ Biyoyoumluluk nedeniyle SiO_2 nanopartikülleri doğrudan gıda ile temas eden uygulamalarda, paketlenmede, bira ve şarapların temizlenmesinde kullanılır. Nano boyutta TiO_2 , genellikle fotokatalitik sterilizasyon için ambalaj malzemelerine dahil edilir. Çeşitli antimikrobiyal nanomateriyal ajanlar arasında TiO_2 ve Ag, gıda kaynaklı patojenleri ve gıda bozulmasını önleyen, yüksek oranda reaktif oksijen türleri (ROS) ürettikleri için önemlidir.³⁷ İngiltere de gıda ürünleri ve kozmetikte titanyum dioksit ve besin takviyesi olarak gümüş satılmaktadır. Bu partiküllerin küçük bir yüzdesinin veya mide asidinde salınabilen gümüş iyonları gibi partikül bileşenlerinin, bağırsak yolundan kana geçerek diğer organlara ulaşabileceğine dair çalışmalar vardır. Bu nedenle, insan vücudundaki küçük miktarlarda partikül riskini değerlendirmek, insan diyetinde ve kozmetikte bulunan partikül türlerinin tespiti ile alınan

²⁸ Roselli M., Finamore A., Garaguso I., Britti M.S., Mengheri E. 2003. "Zinc oxide protects cultured enterocytes from the damage induced by *Escherichia coli*". *The Journal of Nutrition* 133(12); pp:4077-4082.

²⁹ Sawai J. 2003. "Quantitative evaluation of antibacterial activities of metallic oxide powders (ZnO, MgO and CaO) by conductimetric assay". *Journal of Microbiological Methods* 54; pp:177- 182.

³⁰ Ezhilarasi P.N., Karthik P., Chhanwal N., Anandharamakrishnan C. 2013. "Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review". *Food and Bioprocess Technology*, 6; pp: 628-647.

³¹ Bratovic A. 2020 "Biosynthesis of green silver nanoparticles and its UV-Vis characterization". *IJISSET -International Journal of Innovative Science Engineering and Technology* 7(7); pp: 170-176.

³² Han M and Li S. 2008. "Study on the medical application of silver material. Micro- and Nanotechnology, Materials, Processes, Packaging, and Systems IV". Melbourne, Australia, 09 December. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, Washington, United States.

³³ Biswas K., Mohanta Y.K., Kumar V.B., Hashem A., Abd_Allah E.F., Mohanta D., Mohanta T.K. 2020. "Nutritional assessment

study and role of green silver nanoparticles in shelf-life of coconut endosperm to develop as functional food". *Saudi Journal of Biological Sciences* 27(5); pp:1280-1288.

³⁴ Cioffi N., Torsi L., Ditaranto N., Tantillo G., Ghibelli L., Sabbatini L., Blevè-Zacheo T., D'Alessio M., 2005. "Copper nanoparticle/polymer composites with antifungal and bacteriostatic properties". *Chemistry of Materials*. 17(21); pp: 5255-5262.

³⁵ Yoon K.Y., Byeon J.H., Park J.H., Hwang J. 2007. "Susceptibility constants of *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis* to silver and copper nanoparticles". *Science Total Environment*. 373(2-3); pp: 572-575.

³⁶ Duncan T.V. 2011. "Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors". *Journal of Colloid and Interface Science*. 363(1); pp:1-24. DOI: 10.1016/j.jscitotenv.2006.11.007.

³⁷ Ghosh C., Bera D., Roy L. 2019. "Role of Nanomaterials in Food Preservation". In: Prasad R. (eds) *Microbial Nanobionics. Nanotechnology in the Life Sciences*. Springer, Cham. pp: 181-211. DOI:10.1007/978-3-030-16534-5_10



miktarlarının, güvenli kabul edilebilecek sınırdan olduğundan emin olmak önemlidir.³⁸

Nanomalzemelerin toksik etkileri

Nanoteknolojinin faydaları geniş bir şekilde tanımlanmıştır; ancak, potansiyel toksikolojik etki veya çevredeki etki henüz net değildir. Nanopartiküller için gıda endüstrisindeki dikkate değer avantajlarından bağımsız olarak, toksisitesi ve çevresel etkileri konusunda, büyük bir kamuoyu endişesi söz konusudur. Nanopartiküller insan vücuduna, soluma, yutma ve deri yoluyla girebilir.³⁹ Biyolojik ortama nüfuz ettiklerinde, NP kaçınılmaz olarak dokular arasındaki sıvı ile hücre, lenf veya kan gibi vücut sıvılarında çözünen çok çeşitli biyomoleküllerle (proteinler, şekerler ve lipitler) temasa geçecektir.⁴⁰ Az sayıda rapor, NP'lerin genotoksitesine ve kanserojenliğine işaret etmektedir. ZnO nanopartiküllerinin yoğun ZnO toksik olmasa bile insan epidermal hücrelerinde genotoksite gösterdiği belirlenmiş ve bu durumun partikül çapına dikkat çektiği vurgulanmıştır.⁴¹ Birkaç raporda, çok yüksek dozlarda (10 mg/m³) nano-TiO₂' un inhalasyonu, akciğer tümörleri insidansı ile ilişkilendirilmiştir.⁴² Nanopartiküllerin hücresel bariyerleri geçebildiğini ve hücrelerde oksidatif hasara neden olan oksidatif üretimin artmasına yol açabileceğini gösteren, bilimsel kanıtlar sunulmuştur.^{43, 44} Dahası, kumaşlarda kullanılan nano-gümüşün antimikrobiyal bir madde olarak etkinliğinin, oksitleyici içeren çözeltilerle yıkandıktan sonra sınırlı olabileceği veya hatta olumsuzlanabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte, Echegoyen ve Nerín (2013)⁴⁵, gümüş migrasyon

değerleri 1.66 ile 31.46 ng/cm² arasında değişen üç ticari nano gümüş plastik gıda kabının tüm örneklerinde, gümüş taşımasının gözlemlendiğini bildirmiştir. Modern teknikler, nanopartiküllerin daha fazla reaktivite ve membran bariyerlerini ve kılcal damarları geçme yeteneği ile karakterize olduğunu ortaya koymaktadır; dolayısıyla, farklı toksikokinetik ve toksikodinamik özelliklere yol açabilirler ve partikül boyutu küçüldükçe toksisite seviyesi artabilir.⁴⁶

Avustralyalı araştırmacıların⁴⁷, gıda sınıfında kullanılan TiO₂'nin içme suyu yoluyla ağızdan alındığında, farelerin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmada, TiO₂'nin inert olmadığı, bağırsak homeostazını bozduğu ve bu durumun konağı hastalık gelişimi için hazırlayabileceği bulguları sunulmuştur. Tehlike tanımlamasının kilit noktası, nanomalzemelerin tipik "küçük partikül" davranışı gösterebilmesi ve bu nedenle karşılık gelen nanomateriyal olmayanlardan farklı biyolojik özellikler sergileyebilmesidir.⁴⁸

Nanomalzemenin biyolojik dağılım, türleşme ve miktar tayini açısından davranışını izlemek, tehlike değerlendirmesi için (yani toksikolojik ve toksiko-kinetik çalışmalar yoluyla) çok önemlidir. Bir nanomateriyalin fizikokimyasal özellikleri, risk değerlendirmesinin sonucunu etkileyebildikleri için önemlidir (örneğin, aynı kimyasal bileşime sahip nanomalzemelerin farklı boyutları, şekilleri, kristal yapıları (faz) ve yüzey özellikleri farklı toksikokinetik davranışlar veya toksisiteler gösterebilir). Aynı element bileşiminin nano boyutlu partikülleri, farklı bir üretim işleminin sonucu olarak farklı şekiller, boyutlar, kristal yapıları (fazlar) ve/veya yüzey özellikleri ile karakterize olabilir. Her bir farklı

³⁸ Belli B. 2012. Eating Nano, Processed Foods and Food Packaging Already Contain Nanoparticles-Some of Which Could Be Harmful to Our Health Environmental Magazine. <https://www.questia.com/magazine/1G1-310364593/eating-nano-processed-foods-and-food-packaging-already>

³⁹ Maisanaba S., Pichardo s., Puerto M., Gutierrez-Praena D., Camean A.M., Angeles J. 2015. "Toxicological evaluation of clay minerals and derived nanocomposites: a review". *Environmental Research* 138; pp:233-254. DOI: [10.1016/j.envres.2014.12.024](https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.12.024)

⁴⁰ Farhoodi M. 2016. "Nanocomposite materials for food packaging applications: characterization and safety evaluation". *Food Engineering Reviews* 8; pp: 35-51.

⁴¹ Sharma V., Shukla R.K., Saxena N., Parmar D., Das M., Dhawan A. 2009. "DNA damaging potential of zinc oxide nanoparticles in human epidermal cells". *Toxicology Letters* 185(3); pp: 211-218.

⁴² Sharma C., Dhiman R., Rokana N., Panwar H. 2017. "Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging". *Frontiers in Microbiology* 8; pp: 1735. DOI: [10.3389/fmicb.2017.01735](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01735)

⁴³ Geiser M., Rutishauser B.R., Kapp N., Schürch S., Kreyling W., Schulz H., Semmler M., Hof V.I., Heyder J., Gehr P. 2005. "Ultrafine particles cross cellular membranes by nonphagocytic

mechanisms in lungs and in cultured cells". *Environmental Health Perspectives* 113(11); pp: 1555-1560. DOI: [10.1289/ehp.8006](https://doi.org/10.1289/ehp.8006)

⁴⁴ Li N., Sioutas C., Cho A., Schmitz D., Misra C., Sempf J., Wang M., Oberley T., Froines J., Nel A. 2003. "Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage". *Environmental Health Perspectives* 111(4); pp: 455-460. DOI: [10.1289/ehp.6000](https://doi.org/10.1289/ehp.6000)

⁴⁵ Echegoyen Y and Nerín C. 2013. "Nanoparticle release from nanosilver antimicrobial food containers". *Food and Chemical Toxicology* 62; pp: 16-22.

⁴⁶ Schrand A.M., Rahman M.F., Hussain S.M. Schlager J.J., Smith D.A., Syed A.F. 2010. "Metal-based nanoparticles and their toxicity assessment". *Wiley Interdisciplinary Reviews. Nanomedicine and Nanobiotechnology* 2(5); pp: 544-567. DOI: [10.1002/wnan.103](https://doi.org/10.1002/wnan.103)

⁴⁷ Pinget G., et al. 2019. "Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction". *Frontiers in Nutrition*. 6(57). DOI: [10.3389/fnut.2019.00057](https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00057)

⁴⁸ EFSA Scientific Committee. 2018. "Guidance on risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain: Part 1, human and animal health". *EFSA Journal* 16(7); pp: 5327-5422.



nanomateryal için, EFSA Kılavuzunda⁴⁸ açıklandığı gibi ayrı bir fizikokimyasal karakterizasyon ve risk değerlendirmesi gerçekleştirilmelidir. Aslında, nanomalzemelerin kullanımıyla ilişkili riskler için FDA veya Çevre Koruma Ajansı gibi kurumlarda standart bir kılavuz bulunmamaktadır.⁴⁹ Gıda endüstrisindeki nanomalzemelerin güvenliği hususu, yeni bir nanoteknoloji düzenlemesi ve/veya modern gıda düzenlemeleri aşamasında, bilgi şeffaflığı ve halka bilgi sağlama istekliliği göz önünde bulundurularak, sağlanabilir.⁵⁰

Nano Gıda Etiketleme

Nano gıda; nanoteknoloji teknikleri/araçları kullanılarak yetiştirilen, üretilen, işlenen veya paketlenen veya mühendislik ürünü nanomalzemelerin eklendiği besindir.⁵¹ Nanoteknolojinin tüketici ürünlerinde kullanımında hızlı bir artış ve gıda kalitesini ve gıda güvenliğini etkileyebilecek ürün ve uygulamaların geliştirilmesiyle tarım ve gıda sektörlerinde kullanımında artış eğilimi vardır.

PEN (Project on Emerging Nanotechnologies. Consumer Products Inventory, 2014) envanterine göre, üreticinin tanımladığı 1814 ürünün, 117 tanesi nano gıda ürünü olarak Temmuz 2014'e kadar piyasaya sürülmüştür.⁵² İlginç bir şekilde, bu ürünlerin hiçbirinin ilk piyasaya arz edildiğinde nano-gıda olarak etiketlenmesi gerekmemiştir. Etiketlemenin önündeki en büyük engel, düzenleme amaçlarına yönelik olarak nano-gıdaların tanımlanmasındaki anlaşmazlıklar⁵³ ve uygun risk değerlendirmesinin olmamasıdır. Bu son noktada, nanopartiküllerin potansiyel toksisitesini ve insan ve çevre üzerindeki etkilerini içeren nanoteknoloji risklerine ilişkin belirsizlikler mevcuttur.⁵⁴

Tasarlanmış Nano Ölçekli Malzemeler (TNM), tüketici ve endüstriyel ürünlere dahil edilen atomik ile moleküler ölçekli skalada değişen, organik (örneğin, nişasta bazlı) ve inorganik (örneğin metal oksitler) malzemelerdir. TNM'ler ticari açıdan ilgi çekici kimyasal ve fiziksel özellikler sergiler. Örneğin, nano-titanyum dioksit şeker

kaplamalarını daha parlak hale getirir ve bir gıda paketlenme polimerine dahil edildiğinde, paketlenmiş ürünün raf ömrünü uzatabilir.

TNM'lerle ilgili olarak, bilimsel fikir birliği olmasa bile, sağlık açısından risk oluşturabileceği vurgulanmaktadır.⁵⁵ Gıda nanoteknoloji ürünlerini etiketlemenin ekonomik etkileri, heterojen tüketiciler ve kusurlu rekabetçi tedarikçilerden oluşan analitik bir çerçeve kullanılarak Tran vd, (2019) tarafından incelenmiştir.⁵⁶ Etiketleme, nano gıda üreticileri için maliyetlerin artmasına (etiketleme politikasının maliyet etkisi), gıda ürününün doğasına ilişkin tüketici belirsizliğinin azalmasına (kesinlik etkisi) neden olur ve bir uyarı sinyali olarak algılanarak tüketicinin nano gıdalara yönelik tutumunu etkileyebilir (damgalama etkisi). Bu bağlamda, kusur etkisi büyük olduğunda, etiketleme olmadığında, tüketicilerin gıda nanoteknolojisi konusunda düşük farkındalığa sahip olmaları durumunda ve/veya nano gıda tedarikçileri arasındaki rekabet daha yoğun olduğu durumlarda, nano gıda etiketleme, nano gıdalar ile geleneksel ve organik emsalleri arasında algılanan kalite farklılıklarını değiştirebilir.

Sonuç

Yeni nano paketlenme sistemleri, tüketici ve sanayici memnuniyetiyle mevcut paketlenme zorluklarının üstesinden gelmek için önemli bir araç olma potansiyeline sahiptir. Gıdayı nemden, lipidlerden, gazlardan, kötü tatlardan ve kokulardan koruyabilecek nanomateryaller kullanılarak gıda korumasında umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Nanoteknolojideki ilerlemeler her geçen gün yeni yollar açsa da mevcut teknolojiyi iyileştirmek için hala üstesinden gelinmesi gereken birçok zorluk söz konusudur.

Gıda sistemlerinde nanoteknolojinin geliştirilmesi ile uğraşırken güvenlik konularının ve çevresel etkinin şeffaflığı öncelikli olmalıdır ve bu nedenle piyasaya sürülmeden önce nano gıdaların zorunlu olarak test edilmesi gerekmektedir. Gıda işleme ve paketlenmedeki uygulamasıyla yeni nanomateryaller araştıran ve

⁴⁹ Kumari, A., Yadav, S., 2014. Nanotechnology in agri-food sector. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54, 975e984.

⁵⁰ H Yu., Park J.Y., Kwon C.W., Hong S.C., Park K.M. 2018. "An Overview of Nanotechnology in Food Science: Preparative Methods, Practical Applications, and Safety". *Journal of Chemistry*. 10 pages, DOI: 10.1155/2018/5427978

⁵¹ Sekhon B. 2010 "Food nanotechnology - An overview". *Nanotechnology, Science and Applications* 3; pp: 1-15.

⁵² Vance M.E., Kuiken T., Vejerano E.P., McGinnis S.P., Hochella M.F., Rejeski D., Hull M. 2015. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory. *Beilstein J. Nanotechnol.* 6; pp: 1769–1780. DOI:10.3762/bjnano.6.181.

⁵³ Fletcher N and Bartholomaeus A. 2011. "Regulation of nanotechnologies in food in Australia and New Zealand". *International Food Risk Analysis Journal* 1(2); pp: 33-40.

⁵⁴ Cushen M., Kerry J., Morris M., Romero M.C., Cummins E. 2012. "Nanotechnologies in the food industry -Recent developments, risks and regulation". *Trends in Food Science and Technology* 24(1); pp: 30-46.

⁵⁵ Suppan S. 2018. "Legalizing nanomaterials in EU food and feed products". Institute for Agriculture and Trade Policy.

⁵⁶ Tran V., Yiannaka A., Giannakas K. 2019. "An economic analysis of nanofood labeling". *Journal of Policy Modeling* 41(1); pp1-20. DOI: 10.1016/j.jpolmod.2019.01.002



geliştiren bilim insanının, nanomalzemelerin davranışının biyolojik dağılım, türleme ve miktar tayini açısından paralel olarak izlenmesini sağlaması, tehlike değerlendirmesi için çok önemlidir. Önümüzdeki dönemde tüketiciler, gıda endüstrisinde nanoteknoloji kullanmanın avantajları ve dezavantajları hakkında daha fazla ve daha iyi bilgilendirilmeli ve böylelikle gıda etiketleme söz konusu olduğunda tüm şüpheler ortadan kaldırımalıdır.

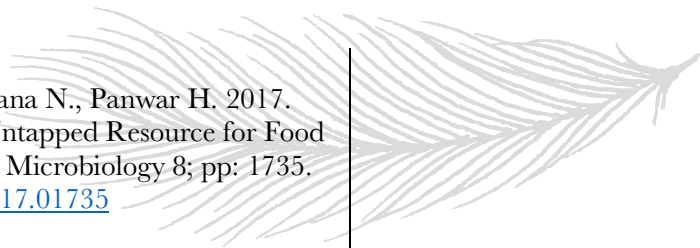
Kaynakça

- Bata-Vidács I., Adanyi N., Beczner J., Farkas J., Szekacs A. 2013. "Nanotechnology and microbial food safety. Microbial Pathogens and Strategies for Combating Them: Science, Technology and Education". Formatex, Badajoz, Spain. pp: 155-159.
- Belli B. 2012. Eating Nano, Processed Foods and Food Packaging Already Contain Nanoparticles-Some of Which Could Be Harmful to Our Health Environmental Magazine <https://www.uestia.com/magazine/1G1-310364593/eating-nano-processed-foods-and-food-packaging-already>
- Biswas K., Mohanta Y.K., Kumar V.B., Hashem A., Abd_Allah E.F., Mohanta D., Mohanta T.K. 2020. "Nutritional assessment study and role of green silver nanoparticles in shelf-life of coconut endosperm to develop as functional food". *Saudi Journal of Biological Sciences* 27(5); pp:1280-1288.
- Bouwmeester H., Dekkers S., Noordam M.Y., Hagens W.I., Bulder A.S., de Heer C., 2009. Review of health safety aspects of nanotechnologies in food production. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 53(1); ss:52-62.
- Bratovčić A. 2019. "Different Applications of Nanomaterials and Their Impact on the Environment". *SSRG International Journal of Material Science and Engineering (IJMSE)* 5(1); pp: 1-7.
- Bratovčić A. 2020 "Biosynthesis of green silver nanoparticles and its UV-Vis characterization". *IJSET -International Journal of Innovative Science Engineering and Technology* 7(7); pp: 170-176.
- Bratovčić A. 2020. "Synthesis, characterization, applications, and toxicity of lead oxide nanoparticles". *Intech Open*. DOI: 10.5772/intechopen.91362
- Bratovčić A., Odobašić A., Čatić S., Šestan I. 2015. "Application of polymer nanocomposite materials in food packaging". *Croatian Journal of Food Science and Technology* 7(2); pp: 86-94.
- Bratovčić A. and Saric E. 2019. "Determination of essential nutrients and cadmium in the white quinoa and amaranth seeds". *Croatian Journal of Food Science and Technology* 11: (1); ss:135- 139
- Bratovčić A. and Suljadic J. 2019. "Micro- and nano-encapsulation in food industry". *Croatian Journal of Food Science and Technology* 11: (1); ss:113-121.
- Cartelle M and Zurita J. 2015. "La nanotecnología en la producción y conservación de alimentos". 608 *RCAN Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* 25(1); pp: 184-207.
- Cioffi N., Torsi L., Ditaranto N., Tantillo G., Ghibelli L., Sabbatini L., Bleve-Zacheo T., D'Alessio M., 2005. "Copper nanoparticle/polymer composites with antifungal and bacteriostatic properties". *Chemistry of Materials*. 17(21); pp: 5255-5262.
- Cushen M., Kerry J., Morris M., Romero M.C., Cummins E. 2012. "Nanotechnologies in the food industry-Recent developments, risks and regulation". *Trends in Food Science and Technology* 24(1); pp: 30-46.
- Duncan T.V. 2011. "Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors". *Journal of Colloid and Interface Science*. 363(1); pp:1-24. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2006.11.007.
- Echegoyen Y and Nerín C. 2013. "Nanoparticle release from nanosilver antimicrobial food containers". *Food and Chemical Toxicology* 62; pp: 16-22.
- EFSA Scientific Committee. 2018. "Guidance on risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain: Part 1, human and animal health". *EFSA Journal* 16(7); pp: 5327-5422.
- European Food Safety Authority (EFSA). 2009. "The potential risks arising from nanoscience and nanotechnologies on food and feed safety".

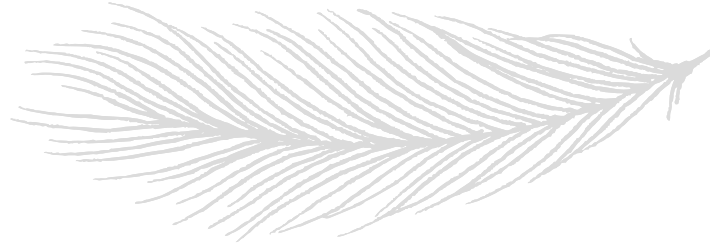


- Ezhilarasi P.N., Karthik P., Chhanwal N., Anandharamakrishnan C. 2013. "Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review". *Food and Bioprocess Technology*, 6; pp: 628-647.
- Farhoodi M. 2016. "Nanocomposite materials for food packaging applications: characterization and safety evaluation". *Food Engineering Reviews* 8; pp: 35-51.
- Fletcher N and Bartholomaeus A. 2011. "Regulation of nanotechnologies in food in Australia and New Zealand". *International Food Risk Analysis Journal* 1(2); pp: 33-40.
- Geiser M., Rutishauser B.R., Kapp N., Schürch S., Kreyling W., Schulz H., Semmler M., Hof V.I., Heyder J., Gehr P. 2005. "Ultrafine particles cross cellular membranes by nonphagocytic mechanisms in lungs and in cultured cells". *Environmental Health Perspectives* 113(11); pp: 1555–1560. DOI: [10.1289/ehp.8006](https://doi.org/10.1289/ehp.8006)
- Ghosh C., Bera D., Roy L. 2019. "Role of Nanomaterials in Food Preservation". In: Prasad R. (eds) *Microbial Nanobionics. Nanotechnology in the Life Sciences*. Springer, Cham. pp: 181-211. DOI:10.1007/978-3-030-16534-5_10
- Han M and Li S. 2008. "Study on the medical application of silver material. Micro- and Nanotechnology, Materials, Processes, Packaging, and Systems IV". Melbourne, Australia, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, Washington, United States.
- Kumari, A., Yadav, S., 2014. Nanotechnology in agri-food sector. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54, 975e984.
- Li N., Sioutas C., Cho A., Schmitz D., Misra C., Sempf J., Wang M., Oberley T., Froines J., Nel A. 2003. "Ultrafine particulate pollutants induce oxidative stress and mitochondrial damage". *Environmental Health Perspectives* 111(4); pp: 455-460. DOI: [10.1289/ehp.6000](https://doi.org/10.1289/ehp.6000)
- Maisanaba S., Pichardo s., Puerto M., Gutierrez-Praena D., Camean A.M., Angeles J. 2015. "Toxicological evaluation of clay minerals and derived nanocomposites: a review". *Environmental Research* 138; pp:233-254. DOI: [10.1016/j.envres.2014.12.024](https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.12.024)
- Nile S.H., Baskar V., Selvaraj D., Nile A., Xiao J., Kai G. 2020. "Nanotechnologies in Food Science: Applications, Recent Trends, and Future Perspectives". *Nano-Micro Letters* 12:45. DOI:10.1007/s40820-020-0383-9.
- Patel A., Patra F., Shah N., Khedjar C. 2018. "Application of Nanotechnology in the Food Industry: Present Status and Future Prospects". Chapter 1 in *Impact of Nanoscience in the Food Industry*, ss: 1-27.
- Pinget G., et al. 2019. "Impact of the Food Additive Titanium Dioxide (E171) on Gut Microbiota-Host Interaction". *Frontiers in Nutrition*. 6(57). DOI: 10.3389/fnut.2019.00057
- Poças M.F.F., Delgado T.F., Oliveira F.A.R. 2008. "Smart packaging technologies for fruits and vegetables" in *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods*, ed. By J. Kerry, P. Butler. DOI: [10.1002/9780470753699.ch9](https://doi.org/10.1002/9780470753699.ch9)
- Ranjan S., Dasgupta N., Chakraborty A.R., Chidambaram R., Shanker R., Kumar A. 2014. "Nanoscience and nanotechnologies in food industries, opportunities and research trends". *Journal of Nanoparticle Research* 16: 2464. DOI: 10.1007/s11051-014-2464-5
- Roselli M., Finamore A., Garaguso I., Britti M.S., Mengheri E. 2003. "Zinc oxide protects cultured enterocytes from the damage induced by *Escherichia coli*". *The Journal of Nutrition* 133(12); pp:4077-4082.
- Sawai J. 2003. "Quantitative evaluation of antibacterial activities of metallic oxide powders (ZnO, MgO and CaO) by conductimetric assay". *Journal of Microbiological Methods* 54; pp:177- 182.
- Schrand A.M., Rahman M.F., Hussain S.M. Schlager J. J., Smith D.A., Syed A.F. 2010. "Metal-based nanoparticles and their toxicity assessment". Wiley Interdisciplinary Reviews. *Nanomedicine and Nanobiotechnology* 2(5); pp: 544-567. DOI: 10.1002/wnan.103
- Sekhon B. 2010 "Food nanotechnology - An overview". *Nanotechnology, Science and Applications* 3; pp: 1-15.
- Sharma V., Shukla R.K., Saxena N., Parmar D., Das M., Dhawan A. 2009. "DNA damaging potential of zinc oxide nanoparticles in human epidermal cells". *Toxicology Letters* 185(3);pp: 211-218.



- 
- Sharma C., Dhiman R., Rokana N., Panwar H. 2017. "Nanotechnology: An Untapped Resource for Food Packaging". *Frontiers in Microbiology* 8; pp: 1735. DOI: [10.3389/fmicb.2017.01735](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01735)
- Singh T., Shukla S., Kumar P., Wahla V., Bajpai V.K., Rather I. 2017. "Application of Nanotechnology in Food Science: Perception and Overview". *Frontiers in Microbiology*, 8: (1501). DOI: [10.3389/fmicb.2017.01501](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01501)
- Suppan S. 2018. "Legalizing nanomaterials in EU food and feed products". Institute for Agriculture and Trade Policy .
- Tran V., Yiannaka A., Giannakas K. 2019. "An economic analysis of nanofood labeling". *Journal of Policy Modeling* 41(1); pp1-20. DOI: [10.1016/j.jpolmod.2019.01.002](https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2019.01.002)
- Vance M.E., Kuiken T., Vejerano E.P., McGinnis S.P., Hochella M.F., Rejeski D., Hull M. 2015. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory. *Beilstein J. Nanotechnol.* 6; pp: 1769–1780. DOI: [10.3762/bjnano.6.181](https://doi.org/10.3762/bjnano.6.181).
- Wallace Hayes A. "Nanotechnology in the Food Industry: A Short Review". in: *Nanotechnology, Food Safety Magazine* (2017). Study says consumers prefer nanotechnology in active food packaging by NS Packaging Staff Writer (19 Feb 2019). Nano-The magazine for small science. <https://www.nspackaging.com/news/study-says-consumers-prefer-nanotechnology-in-active-food-packaging>.
- Yadav S.K. 2017. "Tissue science and engineering realizing the potential of nanotechnology for agriculture and food technology". *Journal of Tissue Science and Engineering* 8; pp: 8-11.
- Yoon KY., Byeon J.H., Park J.H., Hwang J. 2007. "Susceptibility constants of *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis* to silver and copper nanoparticles". *Science Total Environment*. 373(2-3); pp: 572-575.
- Yu H., Park J.Y., Kwon C.W., Hong S.C., Park K.M., 2018. "An Overview of Nanotechnology in Food Science: Preparative Methods, Practical Applications, and Safety". *Journal of Chemistry*. 10 pages, DOI: [10.1155/2018/5427978](https://doi.org/10.1155/2018/5427978)





ULİSA12, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Uluslararası İlişkiler ve Stratejik Araştırmalar (ULİSA) Enstitüsü'nün aylık politika notu yayınıdır. Her konu bir sayı editörü rehberliğinde ele alınmaktadır. Yazarların görüşleri kendilerini bağlar. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi ve ULİSA yazarların görüşlerinden dolayı sorumlu tutulamaz.

Adres: Güvenevler Mah.
Cinnah Cad. No: 16
Çankaya/ANKARA
Tel : 0(312)906-1313
e-posta : ulisa@ybu.edu.tr
Web Sayfası: www.ybu.edu.tr/ulisa/

©2020 ULİSA

