



Organik gıdalarda problem: Mikotoksinler

The problem in organic foods: Mycotoxins

Bayram ÜRKEK¹   , Mustafa ŞENGÜL² 

¹ Gıda İşleme Bölümü, Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane, Türkiye

² Gıda Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ/INFO

Geliş/Received 13.09.2021
Kabul/Accepted 03.11.2021
Yayın/Published 30.01.2022



Copyright ©

ATA-Gıda Dergisi/ATA-Food
Journal by Atatürk University

ÖZET/ABSTRACT

Organik tarım; çevrenin korunması ve bütün canlıların doğal davranışlarının dikkate alınmasına yüksek vurgu yapan bir tarımsal üretim yöntemi olarak tanımlanabilir. Organik tarımda gübre, zirai ilaç, yem katkı maddeleri ve tedavi amacıyla kullanılan ilaçlar gibi sentetik kimyasal girdilerin kullanımından kaçınılmakta veya kullanım büyük ölçüde azaltılmaktadır. Organik tarım uygulaması sonucu üretilen gıdalar daha besleyici ve sağlıklı olarak algılanmaktadır. Ancak; depolama/muhafaza aşamasında farklı cins küflerin gelişimi sonrasında sentezlenen aflatoksinler, okratoksinler, fumonisinler, deoksinivalenol, patulin ve ergot alkaloidleri gibi mikotoksinler, tarımsal gıda ürünlerinin güvenilirliği açısından ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Mikotoksinler, özellikle böbrek, karaciğer gibi hayati organlar ile gastrointestinal sisteme zarar verebilmekte ve aynı zamanda farklı kanser türlerine neden olabilmektedirler. Organik tarımda, tarımsal ilaç kullanılmaması veya yetersiz düzeyde kullanılması nedeniyle, üründe küf gelişimi sonrası mikotoksin içerme olasılığı yükselmektedir. Bu derlemede, organik gıdalarda bulunması muhtemel mikotoksinler ile gıda üretiminde alınması gereken tedbirler üzerinde durulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mikotoksin, Organik gıda, Gıda güvenliği, Sağlık

Organic farming can be defined as a method of agricultural production that emphasizes on environmental protection, consideration of livestock production and animal natural behavior. Thanks to organic farming, it is avoided or largely reduced that the use of synthetic chemical inputs such as fertilizers, pesticides, feedstuff additives and drugs for medical treatment. Organic foods are considered healthier and more nutritious than conventional ones are perceived as free from chemicals, which are hazardous for health. However, contamination by mycotoxins is a severe problem in organic products' safety. The most frequent toxins seen in foods are mycotoxins: aflatoxins, ochratoxins, fumonisins, deoxynivalenol, patulin and the ergot alkaloids. While hundreds of mycotoxins exist in nature, few are regularly found in food at levels that pose food safety risks. Mycotoxins cause a range of immunological effects, can damage several vital organs, especially the kidneys, liver, and gastrointestinal tract and can also cause cancer. Organic foods are more likely to contain mycotoxin because organic farmers do not use fungicides. This review, is aimed to emphasize mycotoxins in organic foods.

Keywords: Mycotoxin, Organic food, Food safety, Health

” Atıf için/To cite: Ürkek, B., Şengül, M. (2022). Organik gıdarda problem: Mikotoksinler. *ATA-Gıda Dergisi*, 1(1), 0001.

 Sorumlu Yazar/Corresponding Author: bayramurkek@gumushane.edu.tr

1. Giriş

Organik tarım, 20. yüzyılın sonlarında diğer tarım modellerine karşı ortaya çıkan, tarımsal ve hayvansal üretimi barındıran bir model olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu organik tarımı toprak, ekosistem ve insanların sağlığının devamlılığını sağlayan bir üretim sistemi şeklinde tanımlamaktadır. Bu üretim modelinde, genetik mühendislik yoluyla üretilmiş ürünler, klonlanmış hayvanlar, sentetik olarak üretilmiş gübre, pestisit, gıda katkı maddeleri, lağım suları ile iyonize radyasyonun kullanılması yasaklanmıştır (Martin, 2009). Bu modelde, daha çok çevre ekolojisi, biyoçeşitlilik ve bölgesel şartlara uygunluğu dikkate alınmakta ve aynı zamanda iyi bir yaşam ve çevre yararı için geleneksel, yenilikçi ve bilimsel bilgileri bünyesinde birleştirmektedir.

Organik tarımın amaçları; toprak verimliliğini koruma, çevre kirliliğinden kaçınma, ürün rotasyonunun kullanılması, hayvan refahı ve çevreye dost olarak kategorize edilebilir (Trewavas, 2001). Konvansiyonel tarımda insektisitler, fungusitler ve pestisitler gibi kimyasal girdiler kullanılmaktadır. Bu kimyasallar ise insan sağlığına ve çevreye ciddi zararlar verebilme potansiyeline sahiptirler (Finamore *vd.*, 2004). Bununla birlikte organik tarım ürünleri pestisit, gıda katkı maddesi, ışınlama, genetiği değiştirilmiş ürünler (El-Hage Scialabba, 2007), diğer taraftan hayvansal ürünler ise hormon ve ilaç kullanılmadan üretilmektedir (Naspetti ve Zanolı, 2006). Bu nedenle, organik gıdaların konvansiyonel gıdalardan daha sağlıklı olduğuna inanılmaktadır (Finamore *vd.*, 2004; Bonti-Ankomah ve Yiridoe, 2006; Winter ve Davis, 2006). Bu nedenle organik tarımın 4 ana prensipten oluştuğu varsayılmaktadır (El-Hage Scialabba, 2007):

- **Sağlık prensibi:** Organik tarım toprak, bitki, hayvan ve insan sağlığını iyileştirmeli ve devam ettirmeli.
- **Ekoloji prensibi:** Organik tarım ekolojik yaşam sistemleri ve döngülerine zarar vermemeli, onlar ile birlikte çalışmalı ve devamlılığını sağlamalı.
- **Kurallara uygunluk prensibi:** Organik tarımda ilişkiler çevre ve yaşam fırsatları bakımından kurallara uymayı sağlamak üzerine kurulmalı.
- **Bakım prensibi:** Organik tarım günümüzde ve gelecekte nesilleri ve çevrenin refah ve sağlığını korumak için tedbirli ve sorumlu bir yönetim sergilemeli.

Gıdalarda mikotoksin oluşumu fungusların sekonder metabolit olarak mikotoksin sentezlemesine bağlıdır. Mikotoksinin sentezlenmesi çevresel faktörlere, üretim ve depolama şartlarına göre ve ürünün çeşidine göre değişebilmektedir. Mikotoksin sentezine etki eden etmenler fiziksel (nem, sıcaklık, zaman), kimyasal (karbondioksit, oksijen, substratın yapısı ve yapılan kimyasal uygulamalar, gübreleme) ve biyolojik (inokulum yoğunluğu vb.) etkenler olmak üzere üç grupta toplanabilir (Erzurum, 2001). Tüm hayvansal ve bitkisel kaynaklı gıdalar mikotoksin bakımından risklidir. Bitkisel ürünler tarladan sofralara ulaşıncaya kadar tüm aşamalarda mikotoksin oluşumu meydana gelebilmektedir. Hayvansal gıdalarda (süt, et, yumurta vb.) ise mikotoksin oluşmuş yemlerin hayvanlar tarafından tüketilmesiyle oluşmaktadır (Karagözlü ve Karapınar, 2000). Organik ve konvansiyonel gıdalar mikotoksin riskli durumda olup özellikle organik gıdalarda fungusid kullanımının yasak olması organik gıdalarda

mikotoksin oluşumu bakımından daha riskli hale getirmektedir (Wang *vd.*, 2020).

Bu derlemede, organik ürünler için önemli bir problem olan mikotoksin varlığı konvansiyonel ürünler ile karşılaştırılarak, organik ürünlerde mikotoksin oluşumu irdelenecektir.

2. Organik Gıdalar

Bazı araştırmacılar özellikle organik sebze ve meyvelerin konvansiyonellerden daha fazla miktardan antosiyanin ve flavonoidler gibi biyoaktif maddeler içerebildiğini ileri sürmüştür (Szołtysek ve Dziuba, 2006). Organik gıdalar sentetik gübreden, pestisitlerden, büyüme düzenleyici ve hayvan beslemede kullanılan katkı maddelerinden uzak durularak hayvansal ya da bitkisel üretim çiftliklerinden elde edilen ürünlerdir (Williams, 2002). Bir başka tanıma göre de "organik gıda" pestisit, hormon ve genetiği değiştirilmiş herhangi bir bileşim maddesi içermeyen, doğal olarak, çevre dostu, sağlıklı ve güvenilir olarak açıklanmaktadır (Harper ve Makatouni, 2002). Fakat organik gıdaların güvenliği ve kalitesi hakkındaki tartışmalar halen devam etmektedir (Heaton, 2001). Gıda güvenliği; tüketici tarafından tüketildiğinde zarar vermeyeceği güvencesi (Brandth, 2007), gıda kalitesi ise; bir gıdanın sağlıklı, kimyasal içermeyen, çevre dostu ve lezzetli olması gibi faktörlerin tamamı olarak tanımlanabilir (Schifferstein ve Oude Ophuis, 1998). Organik gıda güvenliği ve kalite standartları; tüketicileri taklit ve hileye karşı koruma, üreticileri diğer organik tarımsal üretimin yanlış yorumlamalarına karşı koruma; üretim, hazırlama, depolama, taşıma ve satış gibi her aşamada organik gıda ilkelerini açıklamayı amaçlamaktadır (Velimirov *vd.*, 2010).

Organik çiftçilik; üretim, işleme, kalite kontrol, sertifikasyon, pazarlama ve satın alıma kadar tüm gıda zincirini içermektedir (Trewavas, 2001). İnsanlar hala organik ürünler hakkında çok az bilgiye sahiptir. Organik ürünlerin kalitesi ve güvenliği tüketici için ana kriterdir (Naspetti ve Zanolı, 2006). Araştırmalar sonucunda organik gıdaların konvansiyonel gıdalardan daha güvenilir olduğuna dair kesin bir kanıt bulunmamaktadır (Kouba, 2003; Anselme *vd.*, 2006; Pacanoski, 2009). Bununla birlikte bazı çalışmalar organik gıdaların mikotoksinler ile kontaminasyonun gelenekselden daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Kouba, 2003; Pacanoski, 2009).

3. Mikotoksinler

Mikotoksinler funguslar tarafından üretilen toksik ikincil metabolit ürünlerdir (Chassy, 2010; Bennett ve Klich, 2003). Birçok mikotoksin *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* ve *Claviceps* küf türleri tarafından üretilmektedir (Lairon, 2010). Mikotoksin üretimi çevresel koşullardan ve sıcaklıktan etkilenmektedir (Kouba, 2003). Doğada yüzlere mikotoksin bulunurken, bunlardan sadece birkaç tanesi gıda güvenliği için oldukça risklidir (Benbrook, 2005). Mikotoksin riski, mikotoksinin tehlikesi ve maruz kalmayla ilgili olarak değişmektedir. Mikotoksin tehlikesi tüm dünyada insanlar için aynı iken, mikotoksin konsantrasyonu ve beslenme alışkanlıkları tüm dünyada farklı olması nedeniyle mikotoksine maruz olma tüm dünyada farklılıklar göstermektedir (van Egmond *vd.*, 2007). Mikotoksikoz semptomları mikotoksinin tipi, konsantrasyonu, maruz kalma süresi ile birlikte maruz kalanın yaşı, sağlığı ve cinsiyeti de başlı başına bir etkidir. Mikotoksinler tarafından meydana gelen zehirlenmeler tarımın yapılmaya başlandığı günden bu yana dünya genelinde bilinmektedir. Mikotoksinlerin

sadece immünolojik olumsuzluklara değil aynı zamanda kanser, böbrek, karaciğer ve bağırsak sistemi gibi bazı organlarda zararlara neden olmaktadır. Mikotoksinler genellikle kontamine gıdaların yenmesi ve toksijen sporların soluma veya doğrudan teması yoluyla vücuda alınmaktadır (Bennett ve Klich, 2003).

Konvansiyonel ve organik sistemler arasında temel farklardan bir tanesi organik sistemlerde fungusit ve değişik pestisitlerin kullanılmamasıdır. Organik gıdaların mikotoksin içerme olasılığı oldukça fazla olmasının nedeni organik çiftçilerin fungusit kullanmamalarıdır (Benbrook, 2005). Bu nedenle konvansiyonel gıdalar mikotoksinle daha az sıklıkla kontamine olmakta ve daha az mikotoksin içerirken organik gıdalar çok daha sık kontamine olup, daha

yüksek konsantrasyonlarda mikotoksin içermektedir (Lairon, 2010). Bazı araştırmacıların bildirdiğine göre gıdalarda en sık görülen mikotoksinler aflatoksinler, okratoksinler, fumonisinler, deoksinivalenol (DON), patulin ve ergot alkaloidleridir (Tablo 1) (Olsen, 2008). Son yapılan çalışmalar tahıllar, tahıl ürünleri, taze elma ve elma suyu gibi organik ürünlerin konvansiyonel ürünlerden daha fazla fungal bulaşmaya maruz kaldığını ortaya koymuştur. İşleme, depolama, üretim şartları ve çevresel koşullar taze ve depolanmış ürünlerin mikotoksin kontaminasyonunu etkilemektedir (Benbrook, 2005). Ayrıca ürünün su aktivitesi, pH ve üretimde kullanılan malzemeler mikotoksin kontaminasyonu üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Murphy vd., 2006)

Tablo 1. Bazı mikotoksinlerin kaynakları ve etkileri (Olsen, 2008)

Mikotoksinler	Başlıca fungal kaynaklar	En yaygın kaynaklar	Başlıca toksik etkiler	Tolere edilebilir günlük alım (ng/kg vücut ağırlığı)
Aflatoksinler	<i>Aspergillus flavus</i> (<i>A. flavus</i>) <i>A. parasiticus</i>	Fındık, mısır, incir	Kansorejen, genotoksik	-
Deoksinivalenol	<i>Fusarium graminearum</i> (<i>F. graminearum</i>) <i>F. culmorum</i> <i>F. verticillioides</i> <i>F. proliferatum</i>	Tahıllar, özellikle buğday ve mısır	İmmünotoksite, gastrointestinal rahatsızlıklar, nefrotoksik, kanserojenik	1000
Fumonisin	<i>A. ochraceus</i> <i>A. westerdijkiae</i> <i>A. carbonarius</i> <i>A. steynii</i> <i>Petromyces alliaceus</i> <i>P. verrucosum</i> <i>P. nordicum</i>	Mısır	Nefrotoksik, kanserojenik	2000
Okratoksin A	<i>P. expansum</i> <i>P. griseofulvum</i> <i>P. carneum</i>	Tahıllar, kahve, şarap, üzüm suyu, kurutulmuş üzümü meyveler	Büyümenin yavaşlaması, gastrointestinal rahatsızlıklar, nefrotoksik, kanserojenik, sitotoksik, genotoksik	14
Patulin	<i>F. sporotrichioides</i>	Elma, şeftali ve diğer meyve suları	İmmünotoksite, hematoksite, gastrointestinal rahatsızlıklar	17
T-2 ve HT-2	<i>Byssoschlamys nivea</i> <i>F. langsethiae</i>	Tahıllar, özellikle yulaf	İmmünotoksite, hematoksite, gastrointestinal rahatsızlıklar	400
Zearalenon	<i>F. graminearum</i> <i>F. culmorum</i>	Tahıllar, özellikle buğday ve mısır	Hormonal etkiler	60
				500 200

4. Organik Ürünlerde Mikotoksinler

4.1. Tahıl ve Tahıl Ürünlerinde Mikotoksinler

Mikotoksinler funguslar tarafından üretilen toksik ikincil metabolit ürünlerdir (Bennett ve Klich, 2003; Chassy, 2010). Birçok mikotoksin *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* ve *Claviceps* küf türleri tarafından üretilmektedir (Lairon, 2010). Tahıl ve tahıl ürünleri tüm dünyada insanların en önemli enerji ve besin kaynaklarından birisidir. Tahıl ve ürünlerinde mikotoksinler ciddi risklere neden olabilmektedir. Mikotoksinler tahıl tanelerinin tarlada ve/veya hasat sonrası depolama sırasında funguslar ile enfekte olması sonucu oluşmaktadır (Rubert vd., 2013). Tahıllarda en sık rastlanan mikotoksinler DON, zearalenon (ZEN) and T-2/HT-2 toksin ve OTA'dır (Wang vd., 2020). Tahıllar mikotoksin alımında ana kaynak olup, diyet ile alınan mikotoksin oranı eşik değeri geçtiğinde insanlarda gastrointestinal ve hormonal sistemlerde olumsuzluklara, mutajenik ve karsojenik etkilere neden olmaktadır (Rubert vd., 2013).

Organik tahıl ürünlerinde mikotoksin düzeyleri konvansiyonellere göre daha yüksek olup, bunun nedeni

organik üretimde fungusidlerin kullanılmasının yasak olmasıdır (Wang vd., 2020).

Hollanda'da konvansiyonel ve organik buğdayların DON ve ZEN düzeylerini incelendiği bir araştırmada konvansiyonel ve organik buğdaylar arasında ZEN açısından önemli bir fark olmadığı bulunmuştur (Hoogenboom vd., 2008). Bunun birlikte yapılan başka bir çalışmada Almanya'da 1997 yılında 47 ve 1998 yılında 58 organik yetiştirilen kış buğdayının taze ve 4-6 hafta depolandıktan sonra DON ve okratoksin A (OTA) seviyeleri incelemişlerdir. Buna göre 1997 yılındaki örneklerin %14.3'ünde ve 1998 yılındaki örneklerinde %24.1'inde OTA belirlemişlerdir. Ayrıca tüm örneklerin DON ile kontamine olduğunu, OTA ve DON içeriğinin depolama süresince arttığını saptamışlardır (Birzele vd., 2000).

Elma, buğday ve arpada patulin, DON, 3-asetil DON, 15-asetil DON, nivalenol (NIV), HT-2, ZEN kontaminasyonu incelendiğinde organik ve konvansiyonel ürünlerin tamamının mikotoksin içeriklerinin tayin limitinden (limit of quantification=LOQ) daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Malmauret vd., 2002).

İtalya'da marketlerde satılan konvansiyonel ve organik etiketli buğday, mısır, pirinç ve bunların karışımlardan oluşan ürünlerin DON, fumonisin B1 ve B2 içerikleri incelenmiştir. Organik ve konvansiyonel ürünlerin %80'inde DON varlığı tespit edilmiştir. Fumonisin B1 organik ürünlerin %20'sinde, konvansiyonel ürünlerin %31'inde, fumonisin B2 ise organik ve konvansiyonel ürünlerin %32'sinin üzerinde belirlenmiştir. En yüksek DON konsantrasyonu konvansiyonel pirinçli ürünlerde 207 µg/kg, fumonisin B1 konvansiyonel mısırlı ürünlerde 345 µg/kg, fumonisin B2 organik buğday içeren ürünlerde 210 µg/kg olarak belirlenmiştir (Cirillo vd., 2003).

İngiltere'de 2001-2005 yılları arasında üretilen buğdaylar incelendiğinde *Fusarium* tarafından üretilen mikotoksin içerikleri bakımından konvansiyonel ve organik buğdaylar arasında önemli bir fark bulunmamıştır. İncelenen örneklerin %86'sının DON konsantrasyonunun 100 ppb'nin üzerinde olduğu ortaya konulmuştur (Edwards, 2007). Diğer taraftan Schollenberger vd. (1999), Güneydoğu Almanya'da 1999 yılında 30 konvansiyonel ve organik buğday ununun DON düzeylerini araştırmıştır. Konvansiyonel unların DON içeriğinin organiklerden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Fakat bazı araştırmalarda ise konvansiyonel ve organik buğdaylar arasında önemli bir fark olmadığını belirtmektedir (Mäder vd., 2007; Harcz vd., 2007).

Ariño vd. (2007), 30 konvansiyonel ve 30 organik mısır örneğinde Fumonisin düzeylerini incelemiştir. Konvansiyonel örneklerin %13.3'ünün fumonisin B1 (FB1) ve B2 (FB2) içeren örneklerin ortalama değerlerinin sırasıyla 43 ve 22 ng/g, organik mısırların ise %10'unun fumonisin içerdiğini ve ortalama FB1 (35 ng/g) ve FB2 (19 ng/g) değerlerinin konvansiyonellerden daha düşük bir değere sahip olduğunu belirlemiştir. Bununla birlikte mısırların fumonisin düzeylerinin izin verilen en yüksek seviye olan 2000 ng/g'ın altında olduğunu belirtmişlerdir.

González vd. (2006), Pirinç üreten çiftçilerden, bölgesel marketlerden ve süper marketlerden pirinç ve pirinç ürünlerinden oluşan organik ve organik olmayan toplam 84 adet örneğin (64 tanesi organik olmayan ve 20 tanesi organik) OTA içeriği araştırmışlardır. Organik olmayan ürünlerin %7.8'inde OTA miktarı 4.3 ile 27.3 µg/kg arasında, organik ürünlerin ise %30'unda belirlenen OTA'nın konsantrasyonun 1.0 -7.1 arasında olduğu tespit etmişlerdir. Tolera edilebilir OTA alım miktarı 0.17 ng/kg canlı ağırlık/gün olup, analiz edilen numunelerin toksikolojik olarak riskli olduğu söylenebilir.

González-Osnaya vd. (2007), 74 konvansiyonel ekmek örneğinin %20.3'ü ve 26 organik ekmek örneğinin %23'ünün OTA içerdiğini ve konvansiyonel örneklerin OTA içerikleri organik ürünlerden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Juan vd. (2008), İspanya ve Portekiz'den topladıkları organik ve konvansiyonel tahıl ve tahıl ürünlerinin OTA düzeylerini incelemiştir. OTA örneklerin %22'sinde belirlenmiş ve düzeylerinin de 0.20-27.17 ng/g arasında olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca organik ürünlerin %72'sinin OTA ile kontamine olduğunu ve ortalama miktarının 1.64 ng/g olduğunu, konvansiyonel ürünlerin ise %28'nin kontamine olduğunu ve ortalama düzeyini de 0.05 ng/g olduğunu ortaya koymuşlardır.

Organik (n=13) ve konvansiyonel (n=13) olarak yetiştirilmiş tritikale danelerinin aflatoksin, OTA, DON ve T-2 toksin içerikleri Solarska vd. (2009) tarafından araştırılmıştır. Araştırmacılar organik tritikale danelerinin tümünün DON ile kontamine olduğunu ve en yüksek içeriği

0.32 mg/kg olarak, T-2 toksini ise sadece 11 örnekte ve <75 µg/kg olarak bulmuşlardır. Bununla birlikte konvansiyonel ürünlerde ise DON sadece 4 örnekte, T-2 toksini 5 örnekte belirlemiştir. Aflatoksin ve OTA kontaminasyonuna ise hiçbir örnekte rastlanmadığını ortaya koymuşlardır.

Pasta yapımında kullanılan konvansiyonel 12, organik 5 buğday örneğinde OTA, DON ve aflatoksin B1 varlığı ve düzeyleri incelenmiş ve hiçbir örnekte aflatoksin B1 varlığı tespit edilmemiştir. Konvansiyonel örneklerin %8.3'nin OTA ve %16.7'sinin DON, organik ürünlerin %20'sinin hem OTA hem de DON varlığının pozitif olduğu belirlenmiştir. Konvansiyonel örneklerin OTA ve DON konsantrasyonunun (0.07 µg/kg ve 77 µg/kg, sırasıyla) organik ürünlerden (0.18 µg/kg ve 89 µg/kg, sırasıyla) daha düşük olduğu belirlenmiştir (Herrera vd., 2009).

Güneydoğu Almanya'da 1998 yılında ticari olarak satılan ekmek ve unlu mamüller, erişte, kahvaltı tahılları, bebek yiyecekleri, pirinç ve diğer ürünlerin DON içeriği incelenmiştir. Organik tahılların kullanılarak üretilen gıdaların DON seviyeleri konvansiyonellerden daha düşük olduğu, 64 organik ürünün 55 tanesinde, 173 konvansiyonel ürünün ise 77 tanesinde DON değerleri pozitif olarak belirlenmiştir (Schollenberger vd., 1999). İspanyanın farklı bölgelerinden toplanan bebeklerin beslenmesinde kullanılan 74 konvansiyonel ve 17 organik tahıl örneğinde aflatoksin (AFB₁, AFB₂, AFG₁ ve AFG₂) belirlenmiş ve konvansiyonel ürünlerin aflatoksin düzeyinin organik ürünlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir (Hernández-Martínez ve Navarro-Blasco, 2010).

Klinglmayr vd., (2010) tarafından Organik (26 örnek) ve konvansiyonel (29 örnek) buğday içeren pasta, kurabiye ve atıştırmalıklardan oluşan gıda ve yemlerden oluşan toplam 55 örneğin DON konsantrasyonları araştırılmıştır. Sadece yedi konvansiyonel (2 pasta, 2 kurabiye, 2 atıştırmalık ve 1 yem örneği) ve bir organik örneğin (1 atıştırmalık örneği) DON konsantrasyonunun belirleme limitlerinin (LOQ; 380 ng/g) üzerinde olduğu ve konvansiyonel örneklerin DON konsantrasyonunun organik ürünlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kaya ve Tosun (2013) tarafından Türkiye'de üretilen organik mısır, buğday, pirinç unları, kuru üzüm, incir, kuru erik, kurutulmuş meyveler ve pekmezden oluşan toplam 235 örneğin aflatoksin, OTA ve fumonisin içeriklerini incelenmiştir. İncelenen 159 organik gıdanın %14.46'sında aflatoksin belirlenmiştir. Tahılların kurutulmuş meyvelerin ve pekmezlerin aflatoksin oranlarının sırasıyla 0 ve 42.73 µg/kg, 0 ve 10.49 µg/kg, 0 ve 29.3 µg/kg olarak bulmuşlardır. Diğer taraftan, 225 örneğin OTA düzeyini araştırmışlar ve örneklerin %43.43'ünün kontamine olduğunu tespit etmişlerdir. Tahılların OTA içeriği 0-18.11 µg/kg arasında, kurutulmuş meyvelerin 0-34.35 µg/kg arasında, pekmezlerde 0-25.24 µg/kg arasında belirlemiştir. Fumonisin içerikleri ise tahıllarda 0-1684 µg/kg, kurutulmuş meyvelerde 0-1816 µg/kg, pekmezlerde 0-1714 µg/kg arasında tespit etmişlerdir. Sonuç olarak organik ürünler mikotoksinler ile kontamine olabilmekte, bu nedenle organik ürünlerde organik antifungusitler kullanılması gerektiğini açıklamışlardır.

Rubert vd., (2013) tarafından organik ve konvansiyonel tahıl ürünlerinde fumonisin B1 ve B2 kontaminasyon araştırılmıştır. Toplam 1250 (716 organik, 536 konvansiyonel) örnekte yapılan araştırmada organik ürünlerde fumonisin varlığının konvansiyonel ürünlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Aflatoksinler, *Aspergillus*'un belirli türleri tarafından üretilen mikotoksinler olup, aflatoksin B₁ (AFB₁) en yüksek toksik etkiye sahip genellikle kanserojenik ve genotoksik bir aflatoksin türüdür. *Armorini vd.*, (2015) tarafından yapılan bir çalışmada 20'şer konvansiyonel ve organik buğday unu, 42 adet konvansiyonel ve 8 organik mısır unu olmak üzere toplam 90 adet örneğin AFB₁ içeriği incelenmiştir. Buğday unu örneklerinin hiçbirisinde AFB₁ tespit edilmemiştir. AFB₁ kontaminasyonu pozitif olan 13 mısır unu örneğinde belirlenmiş olup, bunların 9 tanesini konvansiyonel ve 4 tanesinin organik ürünlerden oluştuğu belirlenmiştir. AFB₁ kontaminasyonu bakımından konvansiyonel ve organik ürünler arasında önemli bir farkın olmadığı, kontamine olmuş örneklerin AFB₁ kontaminasyon oranlarının 0.17 ile 3.75 µg/kg arasında olup sadece 1 tane örneğin AFB₁ miktarının izin verilen miktarın (2 µg/kg) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Marketlerde satılan organik ve konvansiyonel pirinç ve yeşil mercimek örneklerinde aflatoksin B₁ kontaminasyonu belirlenmemiştir (*Baydan vd.*, 2016). Organik ve konvansiyonel işlem görmemiş tahıllar (n=189) ve tahıllı ürünlerin (n=61) AFB₁, OTA, ZEN, DON ve fumonisin konsantrasyonları incelenmiştir. Tahıllar organik işlenmemiş tahıllar ile tahıllı ürünler arasında mikotoksin kontaminasyonları bakımından önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiş ve konvansiyonel ürünlerle benzer olduğu belirlenmiştir. Organik ürünlerde mikotoksin düzeyinin düşük olmasının sebebinin organik üretimde mikotoksin engelleyici yöntemlerin kullanılmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Tüm ürünlerdeki mikotoksin düzeylerinin tolere edilebilir günlük limitlerin altında olduğu bulunmuştur (*Pleadin vd.*, 2017)

Yu vd., (2019) tarafından yapılan çalışmada organik buğdaylardan üretilen 6 un ve 6 kepek örneğinin DON ve OTA düzeylerinin HPLC ve ELISA yöntemleri ile olmak üzere iki farklı metotla araştırılmıştır. ELISA ile yapılan analizlerde tüm örneklerde DON ve OTA varlığının olduğu, un ve kepek örneklerinin OTA düzeylerinin sırasıyla 9.54-25.55 ppm ve 21.67-32.55 aralığında belirlenmiştir. DON konsantrasyonlarının un ve kepeklerde 0.7-2.35 ppm ve 5-8 ppm aralıklarında olduğu tespit edilmiştir. HPLC metodu ile DON konsantrasyonları un ve kepeklerde sırasıyla 0.24-0.47 ppm ve 0.35-0.83 ppm aralıklarında bulunmuştur. HPLC metodu kullanılarak incelenen tüm un örneklerinde OTA kontaminasyonu negatif iken, kepek örneklerinin 5 tanesinin pozitif olduğu ve konsantrasyonlarının 0.48-1.28 ppm aralığında olduğu belirlenmiştir.

Skendi vd. (2020) Organik pirinç (n=26), buğday (n=18), yulaf (n=14), mısır (n=6), arpa(n=6), çavdar (n=2) ve iki ürün karışımını (n=2) içeren tahıl ürünlerinden oluşan toplam 76 organik ürünün aflatoksin, DON, ZEN, OTA ve T-2 içerikleri incelemiştir. Örneklerin %65.8'i aflatoksinler, %92.1'i DON, %50'si OTA, %94.7'si ZEN bakımından pozitif olduğu belirlenmiştir. Örneklerin hiçbirisinde T-2 belirlenmiştir. Örneklerden 4 tanesinin aflatoksin içeriğinin (1 arpa, 1 çavdar, 2 mısır), sadece 1 tanesinin (yulaf) OTA içeriğinin, 3 tanesinin DON içeriğinin (arpa, yulaf, mısır) limitlerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

4.2. Meyve, Sebze ve Ürünleri

Beretta vd. (2000) tarafından elma kullanılarak üretilen organik ve konvansiyonel bebek yiyecekleri (n=23) ve elma suyu (n=33) gibi ürünlerde patulin kontaminasyonu araştırılmıştır. Çalışma sonucunda tüm bebek yiyeceklerinin patulin içeriğinin güven sınırı olan 50

µg/kg'ın altında, ayrıca konvansiyonel olarak üretilen elma sularının ortalama patulin içeriklerinin (1.01 µg/kg) organik olanlardan (7.69 µg/kg) daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Baert vd. (2006) tarafından patulin kontaminasyonu bakımından 65 organik, 90 konvansiyonel ve 22 el yapımından oluşan toplam 177 elma suyu incelenmiştir. Patulin 22 örnekte (%12) saptanmış, 10 (%6) örneğin patulin oranlarının tayin limit sınırının üstünde (LOQ) olduğu bulunmuştur. Patulin varlığı bakımından organik (%12), konvansiyonel (%13) ve el yapımı (%10) ürünler bakımından önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Organik elma suyu örneklerinin patulin ortalama konsantrasyonunun (43 µg/L) konvansiyonel (10.2 µg/L) ve el yapımı (10.5 µg/L) örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

OTA kontaminasyonunun değerlendirildiği bir başka çalışmada Hollanda'nın farklı bölgelerinden toplanmış 25 konvansiyonel ve 19 organik şarap örneği değerlendirilmiştir. En yüksek değerler konvansiyonellerde 0.75 µg/L, organik olanlarda ise 0.72 µg/L olarak tespit edilmiştir. Konvansiyonel şarap örneklerin 10'unun, organik ürünlerin ise 7'sinin OTA düzeyinin belirleme düzeyinin (limit of detection =LOD) altında olduğu saptanmıştır (*Chiodini vd.*, 2006).

Sparoda vd. (2007) İtalya'da 2005 yılında organik ve konvansiyonel elmalarından elde edilen saf ve karışık elma sularındaki patulin kontaminasyonlarını incelemiştir. Organik ürünlerin patulin düzeyinin (10.92 µg/kg) konvansiyonellerden (4.77 µg/kg) daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Patulin tespit edilen organik ve konvansiyonel örneklerinin sayısı ise aynı çıkmıştır. Yapılan başka bir çalışmada ise İtalya'da satılan konvansiyonel (n=100) ve organik (n=69) meyveli yiyeceklerde patulin kontaminasyonunu incelemiştir. Konvansiyonel ürünlerin %26'sında, organik ürünlerin ise %45'inde patulin bulunmuştur. Ortalama patulin konsantrasyonunun konvansiyonel ürünlerde organik ürünlerden daha düşük olduğunu saptamışlardır (*Piemontese vd.*, 2005).

Piqué vd. (2013) tarafından organik ve konvansiyonel olarak üretilmiş elmalarından yapılan elma püresi ve suyundan oluşan toplam 93 örneğin patulin kontaminasyonları incelenmiştir. Elma sularında 22 organik örneğin 14 tanesi, 25 konvansiyonel örneğin 7 tanesi ve elma pürelerinde ise 22 organik örneğin 6 tanesi pozitif patulin kontaminasyonu tespit edilmişken, 24 konvansiyonel örneğin hiçbirisinde patulin belirlenmemiştir. Organik ürünlerde patulin kontaminasyonu konvansiyonel ürünlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Süt ve Süt Ürünleri

Organik hayvansal ürünlerde mikotoksin mevcudiyeti hayvanların mikotoksin oluşmuş yemleri yemesinden kaynaklanmaktadır (*Karagözlü ve Karapınar*, 2000). Norveç'te organik ve konvansiyonel sütlerin OTA içerikleri incelenmiştir. Organik sütlerin OTA içeriği konvansiyonel sütlerden daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte OTA 40 konvansiyonel örneğin 6'sında, 47 organik örneğinde 5'inde tespit edilmiştir (*Skaug*, 1999).

İtalya'da 2003-2004 yılları arasında toplanmış organik ve konvansiyonel sütlerin aflatoksin M₁ (AFM₁) seviyelerini araştırmışlardır. AFM₁ her iki süt çeşidinde de tespit edilirken, organik süt örneklerinin içeriğinin konvansinollerden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir

(Lorenzini vd. 2004). Hansen (1990) yaptığı çalışmada Danimarka'da 1988-1989 tarihlerinde üretilen organik ve konvansiyonel sütlerin AFM₁ konsantrasyonunun organik sütlerde daha düşük olduğunu bulmuştur.

Ghidini vd., (2005) İtalya'da konvansiyonel ve organik üretilen süt örneklerinin AFM₁ kontaminasyonunu araştırmışlardır. AFM₁ sadece bazı organik süt örneklerinde belirlenmiştir. Organik sütlerinin mikotoksin kontaminasyonunun konvansiyonel sütlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Türkiye'de üretilen UHT süt (39 örnek), yoğurt (26 örnek), peynir (91 örnek) ve tereyağından (32 örnek) oluşan toplam 188 organik süt ve ürünü örneğinin AFM₁ içerikleri Tosun ve Ayyıldız (2013) tarafından incelenmiştir. UHT sütlerin tamamında (%100), 39 (%43) peynir örneğinde, 26 (%100) yoğurt örneğinde AFM₁ tespit edilmiştir. Tereyağı örneklerinin hiçbirisinde AFM₁ belirlenmiştir. UHT sütlerin AFM₁ içeriklerinin ortalama değerinin 65 ng/kg olduğu ve 57-78 ng/kg aralığında değiştiği, peynirlerde ortalama içeriğinin 137 ng/kg olduğu ve 9-487 ng/kg aralığında değiştiği, yoğurtlarda ortalama değerinin 238 ng/kg ve içeriklerinin 125-269 ng/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir. Organik peynir örneklerinin 7 (%8) tanesinin, organik UHT süt örneklerinin 39 (%100) tanesinin ve yoğurt örneklerinin 26 (%100) tanesinin AFM₁ düzeyleri Türk Gıda Kodeksinde belirtilen sütler için 50 ng/kg ve peynirler için 250 ng/kg olan tolerans edilebilir düzeyin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle organik süt ve yoğurt gibi organik süt ürünlerinin AFM₁ düzeyleri tüketiciler için potansiyel risk olabilmektedir.

Armorini vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada İtalya'da mini marketler, marketler ve süper marketlerden toplanan UHT süt, tam yağlı ve az yağlı süttan oluşan 58 adet örneğin (36 konvansiyonel ve 22 organik) AFM₁ düzeyleri incelenmiştir. Toplam 35 örnekte AFM₁ tespit edilmiş olup, bunların 24 tanesini konvansiyonel ve 11 tanesi organik ürünler oluşturmaktadır. Pozitif örneklerin AFM₁ konsantrasyonları 0.009-0.026 µg/kg arasında değişmiştir. Hiçbir örneğin AFM₁ düzeyi yasalarda belirtilen sınır olan 0.05 µg/kg'ın üzerinde olmadığı belirtilmiştir.

5. Organik Ürünlerde HACCP

Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (Hazard Analysis and Critical Control Point=HACCP) gıda güvenliğinde önemli bir sistemdir (Bricknell vd., 2006; Knight ve Stanley, 2007). Bu sistem fark eder, değerlendirir ve tehlikeleri kontrol eder (Knight ve Stanley, 2007). Bu sistem gıda güvenliği ve gıda üretiminde kalite kontrolü sağlamak için kullanılmaktadır (Bricknell vd., 2006). Çünkü bu sistem gıda zincirinin ilk basamağından son tüketim aşamasına kadar tüm basamaklarda uygulanabilmektedir. HACCP teknikleri başlıca fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikeler ile ilgilenmektedir (Knight ve Stanley, 2007).

Mikotoksin kontaminasyonu üretim sistemlerinde önemli bir problem olup önemi mutlaka vurgulanmalıdır. İyi bir kalite güvence sistemi mikotoksinin oluşumu, saptanması ve engellenmesi üzerine kurulmalıdır. Mikotoksin kontaminasyonunu azaltma; küflerin gelişme riskini azaltma, iyi tarım, işleme ve depolama şartlarına bağlıdır (Wyss, 2005). HACCP'in işletmelerde kullanılabilirliği giderek artmakta olup, HACCP'nin uygulanabilmesi için zaman ve kaynak gerektirmektedir. Bunun yanında HACCP'in etkinliğini arttırmada gıda güvenliği ile ilgili yasal düzenlemelere ek olarak tüketicinin beklentilerinde dikkate alınması gerekmektedir (Knight ve Stanley, 2007).

HACCP sisteminin yanında iyi tarım uygulamaları (GAP), iyi üretim uygulamaları (GMP) gibi gıda güvenliği önlemleri gibi sistemler mikotoksin bulaşmalarını düşürmektedir (González vd., 2006).


6. Sonuç

Yapılan çalışmalara göre organik ürünler konvansiyonel ürünlerden bazen düşük bazen de daha yüksek seviyelerde mikotoksin içermektedir. Fakat burada önemli olan husus organik ürünlerin belirli bir düzeyde de olsa mikotoksin içermesidir. Organik üretimde fungusid kullanımının yasak olması organik ürünleri mikotoksin kontaminasyonu açısından daha riskli hale getirmektedir. Çünkü funguslar bitkisel ürünlerin hasadından tüketilinceye kadar kontamine olabilmekte ve ortam şartlarına bağlı olarak gelişerek mikotoksin üretmektedirler. Mikotoksin ile kontamine olmuş bitkisel ürünler gerek direkt olarak tüketilerek veya hayvan yemi olarak kullanılmasıyla dolayla olarak günlük diyetimize karışabilmektedir. Diyet ile aldığımız mikotoksinler sonucu meydana gelen zararlar ise birçok etkene bağlı olarak değişmektedir. Bunlar yaş cinsiyet, sağlık durumu, maruz kaldığı konsantrasyon ve maruz kalma süresi gibi etkenlerdir. Mikotoksinlerin insan sağlığı üzerindeki birçok olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle organik ürünlerde mikotoksinlerle ilgili daha çok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca mikotoksin oluşumun ve kontaminasyonunu en az düzeye indirecek yeni tedbirlerin alınması ve bunların sürekli olarak geliştirilmesi gerekmektedir.

Yazar Katkıları: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ORCID

Bayram ÜRKEK  <https://orcid.org/0000-0002-7909-7364>

Mustafa ŞENGÜL  <https://orcid.org/0000-0001-8447-2256>

KAYNAKLAR

- Anselme, M., Tangni, E.K., Pussemier, L., Motte, J.C., Van Hove, F., Schneider, Y.J., Van Peteghem, C., & Larondelle, Y. (2006). Comparison of ochratoxin A and deoxynivalenol in organically and conventionally produced beers sold on the Belgian market. *Food Additives & Contaminants*, 23, 910–918.
- Ariño, A., Estopaña, G., Juan, T., & Herrera, A. (2007). Estimation of dietary intakes of fumonisins B1 and B2 from conventional and organic corn. *Food Control*, 18, 1058–1062.
- Armorini, S., Altafini, A., Zaghini, A., & Roncada, P. (2015). Occurrence of aflatoxin B₁ in conventional and organic flour in Italy and the role of sampling. *Food Control*, 50, 858-863.
- Armorini, S., Altafini, A., Zaghini, A., & Roncada, P. (2016). Occurrence of aflatoxin M₁ in conventional and organic milk offered for sale in Italy. *Mycotoxin Research*, 32, 237-246.
- Baerti, K., De Meulenaer, B., Kamala, A., Kasase, C., & Devlieghere, F. (2006). Occurrence of patulin in organic, conventional, and handcrafted apple juices marketed in Belgium. *Journal of Food Protection*, 69(6), 1371–1378.
- Baydan, E., Küçükersan, S., Yurdakök-Dikmen, B., Aydın, F.G., Sevin, S., Arslanbaş, E., & Çetinkaya, M.A. (2016). Comparison of nutritional composition (moisture, ash,

- crude protein, nitrogen) and safety (aflatoxin, nitrate/nitrite) of organic and conventional rice and lentil samples consumed in Ankara. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 63, 365-370.
- Benbrook, C. (2005). Breaking the mold—impacts of organic and conventional farming systems on mycotoxins in food and livestock feed. *Organic Center State of Science Review*, 58.
- Bennett, J.W., & Klich, M. (2003). Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(3), 497-516.
- Beretta, B., Gaiaschi, A., Galli, C.L., & Restani, P. (2000). Patulin in apple-based foods: occurrence and safety evaluation. *Food Additives and Contaminants*, 17, 399–406.
- Birzele, B., Prange, A., & Kramer, J. (2000). Deoxynivalenol and ochratoxin A in German wheat and changes of level in relation to storage parameters. *Food Additives and Contaminants*, 17, 1027–1035.
- Bonti-Ankomah, S., & Yiridoe, E.K. (2006). Organic and conventional food: A literature review of the economics of consumer perceptions and preferences. *Organic Agriculture Centre of Canada (Final Report)*, 1-59.
- Brandt, K. (2007). Organic agriculture and food utilization.
- Bricknell, L.K., Ng, J.C., & Blaney, B.J. (2006). Introducing HACCP-based risk management for mycotoxin contamination in Australian maize. In *6th Terminal Conference, Maize Association of Australia*.
- Chassy, B.M. (2010). Food safety risks and consumer health. *New Biotechnology*, 27(5), 535-545.
- Chiodini, A.M., Scherpenisse, P., & Bergwerff, A.A. (2006). Ochratoxin A contents in wine: comparison of organically and conventionally produced products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7399–7404.
- Cirillo, T., Ritieni, A., Visone, M., & Cocchieri, R.A. (2003). Evaluation of conventional and organic Italian foodstuffs for deoxynivalenol and fumonisins B1 and B2. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), 8128-8131.
- Edwards, S.G. (2007). Investigation of *Fusarium* mycotoxins in UK wheat production. HGCA Project Report No. 413. London: HGCA
- El-Hage Scialabba, N. (2007). Organic agriculture and food security, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Report of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security, May 3–5, Roma, Italy, 22 p.
- Erurum, K. (2001). Gıdalarda mikotoksin oluşumunu etkileyen faktörler. *Gıda*, 26(4), 289-293.
- Finamore, A., Britti, M.S., Roselli, M., Bellovino, D., Gaetani, S., & Mengheri, E. (2004). Novel approach for food safety evaluation. Results of a pilot experiment to evaluate organic and conventional foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 7425-7431.
- Ghidini, S., Zanardi, E., Battaglia, A., Varisco, G., Ferretti, E., Campanin, i G., & Chizzolini, R. (2005). Comparison of contaminant and residue levels in organic and conventional milk and meat products from Northern Italy. *Food Additives and Contaminants*, 22, 9–14.
- González, L., Juan, C., Soriano, J.M., Moltó, J.C., & Mañes, J. (2006). Occurrence and daily intake of ochratoxin A of organic and non-organic rice and rice products. *International Journal of Food Microbiology*, 107, 223-227.
- González-Osnaya, L., Soriano, J.M., Moltó, J.C., & Mañes, J. (2007). Dietary intake of ochratoxin A from conventional and organic bread. *International Journal of Food Microbiology*, 118, 87–91.
- Hansen, L.F. (1990). Characterization of organically produced milk. Ecological Agriculture NJF-Seminar 166, Miljövard, Uppsala, Sweden: *Sveriges Lantbruksuniversitet*, 219-222.
- Harcz, P., De Temmerman, L., De Voghel, S., Waegeneers, N., Wilmart, O., Vromman, V., ... & Pussemier, L. (2007). Contaminants in organically and conventionally produced winter wheat (*Triticum aestivum*) in Belgium. *Food Additives and Contaminants*, 24(7), 713-720.
- Harper, G.C., & Makatouni, A. (2002). Consumer perception of organic food production and farm animal welfare. *British Food Journal*, 104, 287-299.
- Heaton, S. (2001). Organic farming, food quality and human health. Soil Association Report, Bristol, UK, 87.
- Hernández-Martínez, R., & Navarro-Blasco, I. (2010). Aflatoxin levels and exposure assessment of Spanish infant cereals. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 3(4), 275-288.
- Herrera, M., Juan, T., Estopañan, G., & Ariño, A. (2009). Comparison of deoxynivalenol, ochratoxin A and aflatoxin B1 levels in conventional and organic durum semolina and the effect of milling. *Journal of Food and Nutrition Research*, 48(2), 92-99.
- Hoogenboom, L. A. P., Bokhorst, J. G., Northolt, M. D., Van de Vijver, L. P. L., Broex, N. J., Mevius, D. J., ... & Van der Roest, J. (2008). Contaminants and microorganisms in Dutch organic food products: a comparison with conventional products. *Food Additives and Contaminants*, 25(10), 1195-1207.
- Juan, C., Moltó, J.C., Lino, C.M., & Mañes, J. (2008). Determination of ochratoxin A in organic and non-organic cereals and cereal products from Spain and Portugal. *Food Chemistry*, 107, 525-530.
- Karagözlü, N., & Karapınar, M. (2000). Bazı tahıl ürünlerinde okratoksin-A ve fundal kontaminasyon. *Turkish Journal of Biology*, 24, 561-572.
- Kaya, S.B., & Tosun, H. (2013). Occurrence of total aflatoxin, ochratoxin a and fumonisin in some organic foods. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 7(4), 2925-2932.
- Klinglmayr, C., Nöbauer, K., Razazi-Fazeli, E., & Cichna-Markl, M. (2010). Determination of deoxynivalenol in organic and conventional food and feed by sol-gel immunoaffinity chromatography and HPLC-UV detection. *Journal of Chromatography B*, 878, 187-193.
- Knight, C., & Stanley, R. (2007). HACCP based quality assurance systems for organic food production systems. 3rd QLIF Congress, Hohenheim, Germany, March 20-23, 2007.
- Kouba, M. (2003). Quality of organic animal products. *Livestock Production Science*, 80, 33-40.
- Lairon, D. (2010). Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agronomy for sustainable development*, 30(1), 33-41.
- Lorenzini, G., Martini, A., Contini, C., Zorini, L. O., Riccio, F., Cervelin, F., ... & Casini, M. (2005). Mycotoxins in the milk from organic farms in the Florence province, Italy. *Enhancing Animal Health Security and Food Safety in Organic Livestock Production*, 69.
- Mäder, P., Hahn, D., Dubois, D., Gunst, L., Alfeldi, T., Bergmann, H., Oehme, M., Amadò, R., Schneider, H., Graf, U., Velimirov, A., Fließbach, A., & Niggli, U. (2007). Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1826–1835.

- Malmauret, L., Parent-Massin, D., Hardy, J.L., & Verger, P. (2002). Contaminants in organic and conventional food stuffs in France. *Food Additives and Contaminants*, 19, 524-532.
- Martin, H. (2009). Introduction to organic farming, OMAFRA Factsheet 06-103.
- Murphy, P.A., Hendrich, S., Landgren, C., & Bryant, C.M. (2006). Food mycotoxins: An update. *Journal of Food Science*, 71(5), 51-65.
- Naspetti, S., & Zanoli, R. (2009). Organic food quality and safety perception throughout Europe. *Journal of Food Products Marketing*, 15(3), 249-266.
- Olsen, M. (2008). Mycotoxins in organic and conventional foods and effects of the environment. *CAB International*, 145-159.
- Pacanoski, Z. (2009). The myth of organic agriculture. *Plant Protection Science*, 45, 39-48.
- Piemontese, L., Solfrizzo, M., & Visconti, A. (2005). Occurrence of patulin in conventional and organic fruit products in Italy and subsequent exposure assessment. *Food Additives and Contaminants*, 22, 437-442.
- Piqué, E., Vargas-Murga, L., Gómez-Catalán, J., de Lapuente, J., & Llobet, J.M. (2013). Occurrence of patulin in organic and conventional apple-based food marketed in Catalonia and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 199-204.
- Pleadin, J., Staver, M.M., Markov, K., Frece, J., Zadravec, M., Jaki, V., Krupić, I., & Vahčić, N. (2017). Mycotoxins in organic and conventional cereals and cereal products grown and marketed in Croatia. *Mycotoxin Research*, 33, 219-227.
- Rubert, J., Soriano, J.M., Mañes, J., & Soler, C. (2013). Occurrence of fumonisins in organic and conventional cereal-based products commercialized in France, Germany and Spain. *Food and Chemical Toxicology*, 56, 387-391.
- Schifferstein, H.N.J., & Oude Ophuis, P.A.M. (1998). Health-related determinants of organic food consumption in the Netherlands. *Food Quality and Preference*, 9(3), 119-133.
- Schollenberger, M., Suchy, S., Jara, H.T., Drochner, W., & Muller, H.M. (1999). A survey of *Fusarium* toxins in cereal-based foods marketed in an area of southwest Germany. *Mycopathologia*, 147, 49-57.
- Skaug, M. (1999). Analysis of Norwegian milk and infant formulas for ochratoxin A. *Food Additives and Contaminants*, 16(2), 75-78.
- Skendi, A., Papageorgiou, M., Irakli, M., & Katsantonis, D. (2020). Presence of mycotoxins, heavy metals and nitrate residues in organic commercial cereal-based foods sold in the Greek market. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 15, 109-119.
- Solarska, E., Kuzdraliński, A., & Szymona, J. (2009). The mycotoxin contamination of triticale cultivars cultivated in organic and conventional systems of production. *Pytopathologia*, 53, 57-62.
- Spadaro, D., Ciavarella, A., Garibaldi, A., & Gullino, M.L. (2007). Incidence and level of patulin contamination in pure and mixed apple juices marketed in Italy. *Food Control*, 18, 1098-1102.
- Szołtysek, K., & Dziuba, S. (2006). Functional properties of organic food. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering*, 51(2), 186-189.
- Tosun H, Ayyıldız T. (2013). Occurrence of aflatoxin M1 in organic dairy products. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 5(3), 215-219.
- Trewavas, A. (2001). Urban myths of organic farming. *Nature*, 410, 409-410.
- van Egmond, H.P., Schothorst, R.C., & Jonker, M.A. (2007). Regulation relating to mycotoxins in food. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389, 147-157.
- Velimirov, A., Huber, M., Lauridsen, C., Rembiałkowska, E., Seidel, K., & Bügel, S. (2010). Feeding trials in organic food quality and health research. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(2), 175-182.
- Wang, J., Chatzidimitriou, E., Wood, L., Hasanalieva, G., Markellou, E., Iversen, P. O., ... & Rempelos, L. (2020). Effect of wheat species (*Triticum aestivum* vs *T. spelta*), farming system (organic vs conventional) and flour type (wholegrain vs white) on composition of wheat flour—Results of a retail survey in the UK and Germany—2. Antioxidant activity, and phenolic and mineral content. *Food chemistry: X*, 6, 100091
- Williams, C. M. (2002). Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 61(1), 19-24.
- Winter, C.K., & Davis, S.F. (2006). Organic foods. *Journal of Food Science*, 71(9), 117-124.
- Wyss, G. (2005). Assessing the risk from mycotoxins for the organic food chain: results from Organic HACCP-project and other research. *Systems development: Quality and Safety*, 133-136.
- Yu, J., Mikiashvili, N., & Liang, C.L. (2019). Deoxynivalenol and ochratoxin A in North Carolina grown organic wheat grains. *Journal of Food Safety*, e12687.