

ORGANİK TARIM VE GIDA TEKNOLOJİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM STRATEJİLERİ

Editörler
Doç. Dr. Fatih Uslu
Dr. Öğr. Üyesi Meriç Balcı
Öğr. Gör. Dr. Hüseyin Öztürk



**SUSTAINABLE PRODUCTION STRATEGIES IN
ORGANIC AGRICULTURE AND FOOD TECHNOLOGY**

**ORGANİK TARIM ve GIDA TEKNOLOJİSİNDE
SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM STRATEJİLERİ**

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Fatih USLU

Dr. Öğr. Üyesi Meriç BALCI

Öğr. Gör. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK

**SUSTAINABLE PRODUCTION STRATEGIES IN
ORGANIC AGRICULTURE AND FOOD TECHNOLOGY**

**ORGANİK TARIM ve GIDA TEKNOLOJİSİNDE
SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM STRATEJİLERİ**

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Fatih USLU

Dr. Öğr. Üyesi Meriç BALCI

Öğr. Gör. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK

YAZARLAR

Doç. Dr. Aylin Kabaş

Dr. Öğr. Üyesi Meriç Balcı

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye Atmaca

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim Yolcu

Öğr. Gör. Dr. Hüseyin Öztürk

Öğr. Gör. Gökhan Erdoğan

T.C. KÜLTÜR ve TURİZM BAKANLIĞI
YAYINCI SERTİFİKASI NUMARASI
44040

ORGANİK TARIM ve GIDA TEKNOLOJİSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÜRETİM STRATEJİLERİ
EDİTÖRLER
Doç. Dr. Fatih USLU
Dr. Öğr. Üyesi Meriç BALCI
Öğr. Gör. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK

Bu kitabın bütün yayın hakları Palet Yayınlarına aittir.
Yayınevinin yazılı izni alınmadan, kaynağın açıkça belirtildiği tanıtımlar ve akademik çalışmalar haricinde,
kısmen veya tamamen kitaptan alıntı yapılamaz.
Eser, matbu yahut dijital ortamda kopyalanamaz, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

ISBN: 978-625-6401-02-0

BASKI
SEBAT OFSET
Fevzi Çakmak Mah. Hacı Bayram Cad. No: 57 Karatay / Konya
MATBAA SERTİFİKASI NUMARASI: 46039

Konya, Aralık 2022

PALET YAYINLARI
Mimar Muzaffer Cad. Rampalı Çarşı No: 42 Meram / Konya
Tel. 0332 353 62 27
www.paletyayinlari.com.tr

İÇİNDEKİLER

EDITÖRLERDEN

ÖNSÖZ1

BÖLÜM 1

GIDA TERÖRÜ

Dr. Öğr. Üyesi Meriç BALCI.....2

BÖLÜM 2

ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye ATMACA29

BÖLÜM 3

ORGANİK DOMATES ISLAHININ ÖNEMİ ve ÜLKEMİZ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Aylin KABAŞ.....59

BÖLÜM 4

ORGANİK TARIMDA ZARARLILAR İLE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Öğr. Gör. Gökhan ERDOĞAN.....73

BÖLÜM 5

ORGANİK HAYVANCILIK

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim YOLCU.....99

BÖLÜM 6

GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR ve ÖNLEME METOTLARI

Öğr. Gör. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK.....134

BÖLÜM 7

BAKTERİYOSİNLERİN YENİ UYGULAMALARI

Öğr. Gör. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK.....167

ÖNSÖZ

İnsanoğlu, temel ihtiyaçlarını karşılama serüveninde yer yüzüne adım attığı andan itibaren doğa üzerinde iz bırakmaya başlamıştır. Avcı toplayıcı yaşam tarzında sayıları az ve göçebe oldukları için geçtikleri yerlerde verdikleri zararı doğa çabucak onarırken yerleşik hayatla birlikte nüfusun ve ihtiyaçların artmasıyla insanoğlunun doğaya bıraktığı ayak izleri kimi zaman onarılmayacak kadar büyük olmuştur. Toplumunu oluşturan bireylerin beslenme ihtiyacını karşılama süreci ise tarih boyunca doğayı en çok şekillendiren faaliyetlerdendir. Sanayi Devrimi sonrasında zirai amaçlı faaliyetlerin artmasıyla doğaya verdiğimiz zarara küreselleşmenin kaçınılmaz bir sonucu olarak ticari faaliyetlerin nakliye, depolama, işleme ve pazarlama aşamalarında verdiğimiz zararlar da eklenince günümüzde artık yıkıcı manzaralarla karşı karşıya kalınmıştır. Üstelik bu kadar çabaya ve verilen zarara rağmen bugün dünyada Gıda Güvenliği ve Gıda Güvencesi, gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkenin sorunudur ve bu sorun her geçen gün katlanarak büyümektedir

Daha fazla ürün elde etmek amacıyla tohum ıslahı, makineleşme, pestisit, herbisit, kimyasal gübre ve mucize tohumlar gibi yeni teknolojilerin kullanılması ile başlayan ilk Yeşil Devrimle (1950-1970) birlikte gıda sektöründe gıdaların raf ömrü, depolama ömrü, işleme kolaylığı ve tadını artırmak amacıyla keşfedilen bazı ürün ve teknolojiler, hızla artan nüfusun ihtiyaçlarına bir anlamda geçici süreliğine çare olmuştur. Zaman içerisinde ortaya çıkan çevresel ve sağlık kaynaklı sorunlar ise insanoğlunu günümüzde uzun vadeli ve sürdürülebilir çözüm yolları arayışına sevk etmiştir.

Bu kitabın temel besin ihtiyaçlarımızı karşılarken gelecekte daha kalıcı ve sürdürülebilir çözüm yolları üretmek adına ışık tutması anlamında faydalı olmasını diler katkı sağlayan tüm yazarlarımıza teşekkür ederiz.

Aralık, 2022

BÖLÜM 1

GIDA TERÖRÜ

Dr. Öğr. Üyesi Meriç BALCI

¹ Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Antalya, Türkiye, mericbalci@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-8916-0702

1. GİRİŞ

Homo sapiens sapiens dünya üzerindeki canlıların küçük bir kısmını oluştursa da onlar üzerinde en belirleyici etkiye sahip olan türdür. Canlıların sadece %0.01'ini oluşturan insanoğlu, vahşi memelilerin %83'ünü, bitkilerin yarısını, balıkların %15'ini katletmiştir (Carrington, 2018; Bar-On vd. 2018). Bu manzara insanoğlunun temel ihtiyaçlarını karşılama zorunluluğu başta olmak üzere kendini gerçekleştirme yolculuğu boyunca ortaya çıkmıştır. Milo, 2018 yılında the Guardian gazetesine verdiği röportajda bu durumu şöyle özetlemiştir: “İnsanoğlu doğal kaynakları sömürmede son derece etkilidir. İnsanlar neredeyse tüm kıtalarda yiyecek veya zevk için vahşi memelileri avlamış ve bazı durumlarda yok etmiştir.” (Carrington 2018).

Şüphesiz ki insanoğlunun doğayı en fazla şekillendiren ihtiyaçları arasında “beslenme ihtiyacı” ön sıralardadır. Yolculuğun başlarında avcı toplayıcı yaşam tarzı sürerken karnını doyurmak istediğinde, nüfusları az ve konar göçer oldukları için geçtikleri yerlerde bu anlamda oluşturdukları ayak izlerini doğa çabucak onarmıştır. Yarı göçebe yaşam tarzında sadece geçici bir süre konakladıkları alanların yakınlarındaki arazileri hayvan otlatma ve tarım amaçlı kullanan insanoğlu sonrasında daha geniş arazilerin bu amaçla kullanılması ve elde edilen ürünlerin depolanması ihtiyacından dolayı tam yerleşik hayata geçmek zorunda kalmıştır (History, 2019; Özdöl, 2011; Grinin, 2007). Yerleşik hayata geçişle köy, kasaba, şehir gibi kavramların ortaya çıkması ve bu yerleşim yerleri sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılamak için yakın çevredeki arazileri bilinçsiz kullanmaları sonucunda bıraktıkları ayak izleri kimi zaman onarılmayacak kadar büyük olmuştur. Neolitik çağın başlarında bile yoğun tarım ve hayvancılık amaçlı kullanılan arazilerin hor kullanılması neticesinde birçok köy ya da kasaba ahalisinin kıtlık, yoksulluk ve hastalıkla karşılaşması sonucu yaşam alanlarını terk ettikleri yönünde bulgular vardır (NTV, 2009; Parthenon, 2004).

Günümüzde ise bu anlamda ortaya çıkan manzara tolere edilebilir sınırların üzerindedir. Artık insanoğlunun istese de kullandığı arazi verimsizleşti diye kitleler halinde göçebileceği bakir bir kara parçası kalmamıştır. Tarım ve hayvancılık için çoğu zaman sömürülürcesine kullanılan doğal ekosistemlere verdiğimiz zarara, günümüzde bir de küreselleşmenin doğal bir sonucu olarak ticari faaliyetlerin nakliye, depolama, işleme ve pazarlama aşamalarında bırakılan ayak izleri de eklenince yıkıcı manzaralarla karşı karşıya kalınmıştır. Standart Uluslararası Ticaret Sınıflaması (SITC) analizleri verilerine göre gıda sektörünün uluslararası

ithalat ve ihracattaki yeri diğer ticari faaliyetlere göre üst sıralardadır; dolayısıyla bu anlamdaki etkisi göz ardı edilemeyecek boyutlardadır (TUIK, 2022). Bu durum akıllara şu soruyu getirmektedir: besin ihtiyacımızı karşılamak adına verilen bu zarar işe yaradı mı; tabiri caizse atılan taş ürkütülen kuşa değdi mi? Maalesef bu sorunun yanıtı da pek iç açıcı değildir; bugün dünyada Gıda Güvenliği ve Gıda Güvencesi, gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkenin sorunudur ve bu sorun her geçen gün katlanarak büyümektedir

Günümüzde hem sağlığımızı hem de yaşadığımız dünyayı tehdit eden mevzuların 18. yy'da yani Sanayi Devrimi sonrası dönemde temellendiğini söylemek pek de yanlış olmaz. (Olmstead ve Rhode, 2014; Davidson, 2009; Lucas, 2004). 1950-1970 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve diğer sanayileşmiş ülkelerin çoğunda görülen ilk yeşil devrim, daha fazla ürün elde etmek amacıyla tohum ıslahı, makineleşme, pestisit, herbisit, kimyasal gübre gibi çeşitli teknolojilerin tarımda kullanılmasıyla başlamış, “mucize tohumların” kullanımı ile de şaha kalkmıştır (Inuaki, 2017; Briggs, 2009; Evenson ve Gollin, 2003). Yeşil devrimle birlikte gıda sektöründe gıdaların raf/depolama ömrünü, işleme kolaylığını ve tadını artırmak amacıyla keşfedilen bazı ürün ve teknolojiler, hızla artan nüfusun ihtiyaçlarına bir anlamda geçici süreliğine çare olmuştur. Zaman içerisinde kısa vadeli çözüm yolları nedenli ortaya çıkan çevresel ve sağlık kaynaklı sorunlar insanoğlunu bir sefer daha yeni fakat bu sefer uzun vadeli ve sürdürülebilir çözüm yolları arayışına sevk etmiştir. Bugün dünyada 820 milyon insan açlık çekerken ve 2 milyar insan gıda güvensizliği yaşarken 822 milyon obezite vakasının görülmesi bir şeylerin ters gittiğini bizlere açıkça göstermektedir (FAO, IFAD, UNICEF, WFP ve WHO, 2019).

Bugün içinde bulunduğumuz durumun güzel bir özetini Tokalak (2020) ‘Gıda Terörü’ adlı kitabına şu şekilde dile getirmektedir: “Gıda sektörü tarafından üretilen ve aldatıcı reklamlarla dezenformasyonlarla insanlar için elzem gıda maddesi olarak sunulan işlenmiş ve binlerce katkı maddesi kullanılmış gıdalar insanların sağlığına değil yüz milyarlarlarca dolarlık piyasası olan gıda sektörünün yararına çalışır. Bu gıdalarla insanlar sağlığını kaybederken gıda sektörleri kasalarını doldururlar.”

Bütün bu bilgiler ışığında gelecekte daha kalıcı ve sürdürülebilir çözüm yolları üretmek adına gıda ihtiyacımızı karşılama serüveninde ortaya çıkan sorunlara daha yakından bakıp analiz etmemiz gerekmektedir.

2. GIDA TEMİNİ ve TÜKETİMİNDE KARŞILAŞILAN BAŞLICA SORUNLAR

2.1. Çevre Kirliliği

2.1.1. Ekosistem tahribatı ve karbon salınımı: 1700-1980 yılları arasında yani 300 yıldan az bir sürede yaklaşık 6 kat artan tarım alanları artık en büyük ekosistemlerden birini oluşturmaktadır. Bu arazilerde ziraat amaçlı gerekli koşulların oluşturulması için, yani alan açmak için doğanın tahrip edilmesi ve biyoçeşitliliğin yok edilmesinin yanı sıra, ormanlarda depolanmış olan karbonun çevreye salınması ile de büyük miktarda ayak izi ortaya çıkmaktadır (Lindwall, 2022; Grigg, 1987). Bugün dünya nüfusunu beslemek için dünya yüzündeki yaşanabilir alanların yarısı zirai amaçlı, bu alanın %77 kadarı hayvan ve geri kalanı da bitki yetiştiriciliği için kullanılmaktadır (Ritchie, 2019). 2050 yılında artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak için yaşanabilir alanların %70'inin ziraata ayrılması gerektiği bilinmektedir (FAO, 2009).

2.1.2. Konvansiyonel tarımın olumsuz sonuçları: Sanayi devrimi sonrası makinelerin tarım alanında kullanımının yaygınlaşmasıyla toprak sıkışması ve toprak strüktürünün bozulmasının yanı sıra fosil yakıtların yoğun kullanımı ve erozyon sorunu da gündeme gelmiştir (Van Oost vd., 2006; Hamza ve Anderson, 2005). Bunun yanı sıra kitleleri doyurmak için yoğun bir şekilde monokültürel tarımın yapıldığı bu alanlarda verimsizleşen toprağı tekrar zenginleştirmek adına yapılan bilinçsiz sulama, gübreleme ve pestisit uygulamaları sonucunda dirençli zararlıların gelişmesi, suların ve havanın kirlenmesi, toprakta tuzlanma sorunları zaman içerisinde kaçınılmaz son olarak karşımıza çıkmıştır (Abbas vd., 2017; Balasubramanian vd., 2017; Norsworthy vd., 2012; Nambiar vd., 1992; Hopkins, 1989). Özellikle Yüksek Verimli Tohum Türleri [Kısaca: YVT. İngilizce: High Yield Vireity (HYV)] normal türlere göre daha fazla sulama, gübreleme ve pestisit istemekte, bu girdiler yeterli olduğunda geleneksel türlere göre daha fazla ürün verirken tersi durumda daha az ürün vermektedir (Nambiar vd. 1992).

National Water Quality Assessmenta göre akıntı nedenli kaynak kirliliği göller için üçüncü, sulak alanlar için ikinci en büyük zarar kaynağıdır [US Environmental Protection Agency (EPA), 2022]. Bu kirlilikten kaynaklanan ötrofikasyon neticesinde deniz yaşamındaki oksijen ve dolayısıyla canlılar hızla tükenmektedir (Britannica, 2022). Pestisitlerin birikim oranı akıntılarda ve nehirlerde %90 oranında tespit edilmiştir (Ginty, 2016). Bununla birlikte pestisitler sadece birikim neticesinde zarar vermezler. Uygulama sonrasında havaya yayılan

partiküller monarch kelebekleri ve paslı yamalı bombus arısı gibi tozlaştırıcılar için de ölümcüldür (Goulson vd., 2015). Bu arada sentetik azotlu gübrelerin ve pestisitlerin sadece kullanımı değil elde edilme yöntemleri de ölümcül sera gazı etkisine neden olduğu için ayrı bir sorun başlığıdır (Lindwall, 2022).

2.1.3. Etin üretimindeki abartılı karbon ayak izi: Sanayi devrimi ve özellikle yeşil devrim sonucu ortaya çıkan sorunlarda en önde gelen başlıklardan bir diğeri de etin aşırı karbon kirliliği yaratan ayak izidir. Gerçekten de 1000 kalori sığır eti üretmek 1000 kalori tahıl üretmekten daha fazla yiyecek, su ve toprak gerektirir. Aynı miktarda sığır etinin yarattığı ayak izi baklagillerin yarattığı ayak izinin 34 katıdır (Lindwall 2022). Kısacası milyarlarca hayvanın beslenmesi, kesilmesi ve taşınmasını ifade eden Konsantre Hayvan Besleme Operasyonu (CAFO: Concentrated Animal Feeding Operation) çevresel olarak oldukça maliyetlidir. Dünyada et tüketimi 1961- 2004 yılları arasında iki katına çıkmıştır (Devlin 2018). Doğal Kaynaklar Savunma Konseyi (NRDC: Natural Resources Defense Council) (2017) ABD’de 2014 yılında besin kaynaklı sera gazı emisyonunun %34’ünün sığır eti nedeni olduğunu belirtmiştir. Koyun, keçi ve inek gibi hayvanların enterik fermantasyonu sonucunda ortaya çıkan gazlar tarımsal üretimdeki en büyük sera gazı emisyonu kaynağıdır ve yaklaşık 164 milyon mt karbondioksit eşdeğeri emisyonuna katkıda bulunmaktadır (Opio vd., 2013; Climatesexus, 2019).

Bununla beraber hayvansal üretimde hayvan dışkılarının sağlıklı olarak bertaraf edilmemesi de ciddi çevre sorunları arasındadır. Gübrelerin yığıldığı ve kullanıma kadar bekletildiği gübre lagünleri zehirli antibiyotik kalıntıları, kimyasallar ve atıkları ayrıştıran bakterilerden oluşan, fosfor ve azotla dolu bir karışımdır. Genellikle sınırları belirli değildir ve taşma, sızıntı ve dökülme eğilimindedirler. Bu besince zengin karışım bir su kütesine girdiğinde, ötrofikasyona neden olduğundan büyüyen planktonlar ve algler deniz canlılarının besinlerine ortak oldukları gibi güneş ışınlarını da engelleyerek deniz altı canlılarının faydalanmasını önlerler. Kümes hayvanlarının dışkıları diğer hayvan gübrelerinden daha yüksek oranda fosfor içerdiğinden, su yollarına fosfor akışı ile zarar verme eğilimi gösterir (Foodprint, 2019; EPA, 2018; Ansari ve Gill 2014). Bu arada hayvancılık üretim aşamalarında bahsedilen bu çevresel zararlara bir de hayvancılık için gerekli besinlerin temini esnasında yine gübre, pestisit ve sulama girdilerine gerek olduğu için bu koldan gelen tarımsal karbon ayak izleri de eklenmektedir.

2.1.4. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılması: Sanayi devrimi sonrası nakliyeciliğin kolaylaşması sonucunda artık ürünler arzu edilen bölgelere kolayca ulaştırılabilmektedir. Buharlı taşıtlar kullanılarak gerçekleştirilen bu aktarım fosil yakıtlarla çalışan araçların icadına kadar bir sorun teşkil etmeyecektir. Fakat bugün kömür, petrol, doğalgaz gibi yenilenemeyen enerji kaynakları dünya enerji ihtiyacının %80'ini karşılamaktadır ve Birleşmiş Milletlere göre nakliye dünyadaki karbon emisyonununun %3'ünden sorumludur (Nunez, 2019; Purdy, 2018).

2.2. Sağlık Sorunları:

2.2.1. Yetersiz ve güvenilir olmayan gıda tüketimi: Günümüzde gıda güvencesi ve gıda güvenliğinin sağlanamamasının en önemli nedenlerin başında gıda fiyatlarındaki artış gelmektedir. Bu artışın nedenleri; tarımsal girdi (enerji, gübre, ürünlerin işlenmesi vb.) fiyatlarının artması, tarım arazilerinin azalması, artan piyasa rekabeti, küçük çiftçilerin pazara girişinin sınırlanması, spekülatif fonlarla tarım sektörüne yapılan saldırgan yatırımlar ve bu yatırımların eşitsiz dağılımı olarak sıralanabilir (Kraychev, 2010). Diğer yandan gıda fiyatlarındaki artışlar tüketicilerin satın alma gücünü azaltarak tüketilen gıdanın miktarını ve aynı zamanda kalitesini de etkilemekte, ciddi sağlık sorunlarına yol açabilecek riskleri artırmaktadır (Eştürk ve Ören 2014).

Davis (2004), 1950-1999 yılları arasındaki 50 yıllık süreç içinde, 43 sebze ve meyvede 6 besin maddesinde (protein, kalsiyum, fosfor, demir, riboflavin ve askorbik asit) düşüş tespit etmiştir. Davis, çalışmadan çıkan sonuçları şu şekilde değerlendirmektedir: "Daha yüksek verim, haşere direnci ve iklime uyum yeteneği sağlayan yeni mahsul çeşitlerini yetiştirme çabaları, mahsullerin daha büyük olması ve hızlı büyümesine izin verdi; ancak besinleri üretme veya alma yetenekleri, hızlı büyümelerine ayak uyduramadı." Kushi enstitüsünün 1975- 1997 yılları arasında yaptığı benzer bir çalışmada ise ortalama kalsiyum sebzelerde %27, demir %37, A vitamini %21 ve C vitamini %30 oranında azalmıştır. British Food Journal'ın yaptığı araştırma göre ise 20 sebzenin ortalama kalsiyum içeriği %19, demir %22, potasyum %14 oranında düşmüştür (Esther, 2011). Mitchell vd. (2007) 1994- 2004 yılları arasındaki araştırmalarda organik domateslerin konvansiyonel yolla üretilen domateslere göre kuarsetin oranının %79, kamferol oranı ise %97 daha fazla olduğunu tespit etmiştir. Organik ürünlerin daha besleyici ve sağlıklı olduğu tüketiciler tarafından bilinse de bireyler tarafından tercih edilmemektedir. Bireylerin organik ürünler seçme konusundaki çekincelerinin başında organik

ürünlerle normal ürünler arasındaki gözle görülür fiyat farkı gelmektedir (Ayla ve Altıntaş, 2017).

2.2.2. GDO'lu (Genetiği Değiştirilmiş Organizma/ Transgenik Organizma) besinlerin insan sağlığına üzerine olumsuz etkileri: Gen aktarımı bitkilere herbisit, böcek, virüs, mantar, parazit ve bakteri gibi zararlılara karşı direnç kazandırılması, ürün miktarının, geç olgunlaşma ve dayanıklılığın artırılması; hayvanlara ise organ ve doku nakilleri, insan sütüne benzer özelliklerde inek sütü elde etmek, terapötik amaçlı proteinlerin elde edilmesi, aşı yapımı, üretimin artırılması, gibi amaçlarla yapılmaktadır (Çetinkaya vd., 2015). Yeşil devrim sonrası ortaya çıkan YVT ürünlerin bazılarında hissedilir lezzet kaybı söz konusudur. Sorun üreticilerin bitkinin tadından ziyade depolama ömrü ve dayanıklılığı gibi birçok unsura öncelik vermelerinden kaynaklanmaktadır (Folta, 2015). Tabii sağlık söz konusu olduğunda GDO'lu ürünlerdeki lezzet kaybı belki de endişelenecek son şeydir. GDO'nun insan metabolizmasına etkileri ve alerjik yönden sonuçları hâlâ tam olarak bilinmemekle birlikte, bu besinlere aktarılan DNA'ların ve ürünlerin çoğunlukla protein yapıda olması ve transgenik hale geldikten sonra alerjik reaksiyon geliştirmesinden dolayı besinlerin doğal olan yiyeceklere göre biraz daha fazla immün cevaba neden olduğunu bilinmektedir. Tam inek sütü temelli mamaların da alerjiyi tetiklediği, anne sütünün ise mamalara kıyasla alerjiyi büyük ölçüde azalttığı da belirlenmiştir (Çetinkaya vd., 2015).

GDO'ların doğrudan ve dolaylı olarak kanserojen etkileri ise tam anlamıyla bilim dünyasını kaosa sürükleyen bir konudur. Seralini vd'nin (2012) 2 yıl boyunca kanserin sağlık üzerine direkt etkisini ispatlamak amacıyla yürüttükleri projede GDO'lu mısırla beslenen farelerde kanser nedeni en az 2, en fazla 3 kat sayıda ölüm gerçekleştiğini bildirmesi üzerine bilim dünyası çalkalanmaya başlamıştır. GDO'lar ve kanser arasında direkt bağlantı kurulamasa da sağlık üzerine negatif dolaylı etkilerinin net bir şekilde ortaya konulduğu birçok araştırma mevcuttur. Bu organizmaların bünyesinde bulunan aktarılan yeni gen ürünleri, onlardan kaynaklanan sekonder metabolitler, terminatör genler, herbisit ve pestisit kalıntıları bir araya gelince birbirleriyle etkileşebilmekte, toksisite yaratabilmekte ve ölümlere sebebiyet verebilmektedir (Dona ve Arvanitoyannis, 2009)

Gıda ürünlerine aktarılan çeşitli kökenden (bitki, hayvan, virüs, bakteri) DNA parçacıklarının bünyeye alındıktan sonra sindirim sisteminde tam olarak sindirilmeden dolaşım sistemine geçmesi, oradan da insan veya hayvan genomuna transferi olasılığı ise sonuçları tam

olarak kestirilemeyen bir durumdur. Örneğin mısır kloroplast DNA'sının çeşitli dokulara girdiği; bir başka araştırmada çift zincirli M 13 bakteriyofaj DNA'sı ile beslendikten sonra incelenen fareler üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda da, DNA fragmentlerinin tamamen parçalanmadığı, kan dokusu ile diğer dokulara ulaştığı ve fare DNA'sına kovalent olarak bağlandığı tespit edilmiştir (Einspainer vd., 2001; Hemmer, 1997; Schubert, 1997).

2.2.3. Antibiyotik direnci kaynaklı rahatsızlıklar: GDO'lu ürünlerde antibiyotik direnci problemi de gen aktarımı esnasında, genetik olarak değiştirilmiş hücrelerin değişmemiş olanlardan ayırt edilebilmesi amacıyla, bakteri kökenli antibiyotik direnç genleri kullanılmasından kaynaklanmaktadır. (Midvedt, 2014). Sadece gen işaretleyici olarak değil, antibiyotikler sık sık kalabalık, sağlıklı ve stresli koşullarda hayatta kalmalarına yardımcı olmak için çiftlik hayvanlarının yiyecek ve sularına düzenli olarak eklenmekte ve antibiyotiğe dirençli bakterilerin oluşması için mükemmel bir ortam yaratılmaktadır. ABD'de antibiyotiklerin üçte ikisi, insan sağlığını iyileştirmek için değil, hayvancılık sektöründe kullanılmak amacıyla satılmaktadır. Bu bakteriler daha sonra CAFO'lardan sulama ve gübreleme yoluyla toprağa karışmakta ayrıca hava yoluyla da yayılmaktadır. Kirlenmiş et, çiftçi kıyafetleri ve ayakkabılarıyla da bu dirençli bakteriler yayılmakta ayrıca diğer bakterilere bakteri direncini öğretebilmektedir (Lindwall, 2022). Antibiyotiğe dirençli bakteriler bugün karşı karşıya olunan en ağır sağlık tehditleri arasındadır. ABD'de antibiyotiğe dirençli enfeksiyonların bir sonucu olarak yılda 162.000'e yakın insanın öldüğü tahmin edilmektedir; ayrıca kalp hastalığı ve kanserin başlıca nedenleri arasında da antibiyotik direnci gelmektedir (Burnham vd., 2019). Bugün Dünya Sağlık Örgütü (WHO) (2018a), antibiyotik direncini küresel sağlık, gıda güvenliği ve kalkınmaya yönelik en büyük tehditlerden biri olarak tanımlamıştır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) (2017) ise antimikrobiyal dirençli enfeksiyon kaynaklı yıllık can kaybının 700.000 olduğunu ve antimikrobiyal kullanımının 2030'a kadar iki katından fazla oranda artacağını açıklamıştır.

2.2.4. Bitki ve hayvan üretiminde hormon kullanımının sağlığa olumsuz yansımaları: Bitkilerde ve hayvanlarda hormon kullanımı yine tartışmalı konulardan biridir. Bitkilerde yaygın olarak kullanılan 2,4-D'nin ağız yoluyla alındığında mide-bağırsak sisteminden emildiği ve testiküler DNA sentezini engellediği, bitkilerde olduğu gibi hayvan organizmasında da mutasyon yapıcı etkide olduğu ve kanserojen bir madde olma olasılığı bulunduğu bilinmektedir (Burns vd., 2011). Hayvanlarda östrojenler, androjenler ve progesteronlar gibi cinsiyet hormonları; sentetik nonsteroidal östrojenler ve sentetik steroidler

hormonal etkili anabolikler, daha fazla canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma, daha iyi karkas özelliği ve et kalitesi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Araştırmacılar doğal hormonların (Östradiol, testosteron, progesteron) implante edildiği hayvanın etlerindeki oranlarının, normal yoğunluklarından fazla olmadığı takdirde tüketici adına endişe verici bir durum oluşturmadığı, kimyasal olarak modifiye edilmiş ve sentetik anaboliklerin etteki metabolit kalıntılarının spesifik problemlere neden olduğunu bildirmektedir. Karaciğerde kolayca metabolize olan doğal steroidler, hayvanların yenebilen dokularına enjekte edilirse tüketiciler için tehlikeli olabilmektedir (Jeong vd., 2010; Velle, 1981). Etlerdeki androjenik hormon kalıntıları kadınlarda virtilizasyona (erkekleşme), menstrual siklus bozukluklarına; östrojenik hormon kalıntıları erkeklerde feminizasyon (dişileşme), iktidarsızlık ve infertiliteye neden olabilmektedir (Afeiche vd., 2014; Senthil Kumar vd., 2018). Hormon kalıntılarının bu genel hormonal aktivitelerinin yanı sıra kanserojen, sinirsel komplikasyonlar ve damar sertliği gibi zararlı etkileri de mevcuttur. Sentetik hormonlardan dietilstilbestrol, güçlü östrojenik etkiye sahiptir. Önceleri çok kullanılan bu hormonun kullanımı zararlı etkileri tespit edildiğinden çoğu ülkede yasaklanmıştır. Genetotoksik etkileri de vardır. Karaciğerde metabolize olmadıklarından, etteki rezidüleri tüketiciler için büyük tehlike arz eder (Afeiche vd., 2014; European Commision (EC), 1999). Avrupa Birliği, hormonlu etlerin ithalini ve kullanımını yasaklamıştır (EC, 2022).

2.2.5. Zirai ilaç ve gübre kullanımı kaynaklı rahatsızlıklar: Pestisitler gözlerde batma, ciltte döküntü ve kabarcık oluşumları, körlük, bulantı, baş dönmesi, ishal ve ölüm gibi kısa vadede; kanserler, doğum kusurları, üreme bozuklukları, nörolojik ve gelişimsel toksisite, immünotoksisite ve endokrin sistemin bozuklukları gibi uzun vadede görülen kronik rahatsızlıklara da neden olmaktadır. Bebekler, çocuklar, daha uzun süreli maruz kaldıkları için tarım işçileri, böcek ilacı uygulayıcıları bu zararlı etkilere karşı diğer bireylerden daha savunmasızlardır (Giuseppina vd., 2011; Jordan vd., 2011). Dünya Sağlık Örgütü Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı şimdiye kadar yapılan birçok çalışmayı değerlendirerek, Mart 2015 tarihi itibarıyla herbisit yapımında kullanılan glifosatu Grup 2A "insanda karsinojenik etki olasılığı bulunan ajanlar" olarak sınıflandırmıştır (WHO, 2015). Bilinçsiz gübre, zirai ilaç ve antibiyotik kullanımının sağlık üzerine etkileri GDO'lu ürünlerin etkilerinden daha net ve gözlenebilir olduğundan bu konularla ilgili yasal düzenlemeler daha sağlıklı yapılabilmektedir ancak zirai ilaç üreticilerinin ve endüstri lobicilerinin baskısı altında, hükümetler genellikle bu ürünlerin kullanımını yasaklamak veya hatta sınırlamak için yavaştır.

2.2.6. Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine olumsuz etkiler : Buraya kadar bahsedilen sağlık sorunları bitki ve hayvanların hasadına kadar olan süreçteki riskleri içermektedir. Hasattan sonra muhafaza, depolama, paketlenme, işleme süreçlerinde gıda güvenliğini tehdit eden unsurlar ise ayrı bir çalışma konusudur. Gıda Katkı Maddeleri (GKM) gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak amacıyla kullanılan maddelerdir (WHO, 2018b). GKM kötü kalitede veya bozulmuş gıdayı maskeleyen, gıdaları hatalı işleme, taklit gıda yapımı, ürünün besleyici değerini azaltma, istenilen etkiyi oluşturacak teknik miktardan fazla kullanma, işleme ve ambalaj tekniklerine uymama gibi nedenlerden dolayı insan ve hayvan sağlığını tehdit eder bir hale gelmiştir. Gerekli denetimin olmadığı ülkelerde, insan sağlığı üzerindeki alerjik, kanser yapıcı, mutajenik ve teratojenik etkiler göz ardı edilebilmektedir (Davidson ve Singh, 2018).

Gıda katkı maddelerinin negatif etkileri üzerine birçok araştırma mevcuttur. Örneğin et ürünlerinde; renk ve lezzetin gelişimi ve mikroorganizmaları önlemek gibi amaçlarla kullanılan nitrat ve nitrit, dozu, sıklık ve şekline bağlı olarak akut ve kronik zehirlenmelere yol açabilir. Nitrat ve nitrit tek başına kanserojen olmayıp, pişirme veya sindirim sırasında diğer bileşenlerle birlikte reaksiyona girerek kanserojen form oluşturma potansiyeli taşımaktadırlar (Ma, 2018; Bedale vd.; 2016; Klurfeld, 2011), Astımlı hastalarda astım atakları başlatabilen bir diğer koruyucu katkı maddesi SO₂ (E220)'dir (Vally ve Misso, 2012). McCann vd. (2007), gıda katkı maddelerinin çocuklarda görülen hiperaktivite etkisini araştırmış üç ve sekiz-dokuz yaş gruplarında yaptıkları çalışmada yapay renklendiricilerin her iki grupta hiper aktiviteyi artırdığını saptamışlardır. İnsan karsinojeni olarak tanımlanan furan maddesi Belçika, İtalya, Hollanda, İspanya, Portekiz'de kahvede, bebek yiyeceklerinde ve konserve edilmiş yetişkin yiyeceklerinde saptanmıştır (Crews vd. 2009). Foster vd. (2010) ise gıda paketlerindeki içeriğin yiyeceklere geçtiğini ve çocuklar için bu maruziyetin zararlı olabileceğini belirtmiştir.

2.3. Tüketici kaynaklı sorunlar

2.3.1. Gıda israfı: Günümüz toplumunda bireyler doğal ve ekonomik kaynakların kullanımı, keyfi ve ihtiyaca bağlı tüketim, geri dönüşüm, yerli malı kullanarak yerel ekonomiyi destekleme gibi konularda yeteri kadar bilinçli ve duyarlı davranmamaktadır. Bu duyarsızlık para, su, enerji, gıda, giyim gibi birçok farklı alanda israfa neden olmaktadır. Dünyada herkesi

beslemek için yeteri kadar yiyecek olmasına rağmen dünya üzerindeki insanların 815 milyonu gıdaya ulaşım sağlayamamakta, tarladan satış aşamasına kadar giden süreçte gıdaların yüzde 13,8'i kaybedilmektedir. Türkiye'de ise bir yıl içinde 214 milyar liralık gıda israfı yapılmakta, yaklaşık 19 milyon ton gıda israf olmakta, günde 6 milyon ekmek çöpe gitmektedir. İsraf olan gıdaların çoğunu sebze ve meyveler oluşturmakta, bu gıdaların yüzde 25'i (kimi kaynaklara göre %50'si) tarladan tüketiciye ulaşana kadar israf edilmektedir. Araştırmalar ülkemizde yaklaşık 43 bin kişinin bir yıllık geçiminin, hiçbir şey yapmadan sadece gıda israfının önlenmesi ile karşılanabileceğini göstermektedir. [TC Ticaret Bakanlığı (TB), 2018; Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB), 2020].

2.3.2. Bilinçsiz alışveriş: Her ülkede kayıp ve israf gerçekleşmekle birlikte özellikle orta ve yüksek gelirli ülkelerde israf oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Buzby ve Hyman, 2012). Diğer bir deyişle gıda ve içecek harcaması gelir düzeyi arttıkça artmaktadır Gıda zincirinin hanehalkı halkasında ortaya çıkan kayıp ve israfın nedenleri arasında; alışveriş planı yapmama, son kullanım tarihi ve kullanım talimatı ile ilgili karmaşıklık, artan yiyeceklerin nasıl değerlendirileceği ile ilgili bilgi eksikliği, israfın farkında olmama, tüketimin üzerinde satın alma vb. nedenler öne çıkmaktadır [European Union (EU), 2014].

2.3.4. Sağlıksız beslenme ve yeme bozuklukları: Avcı toplayıcı yaşamdan yerleşik yaşama geçen insanoğlu doğal olarak beslenme alışkanlıklarında da değişim yaşamıştır. Yerleşik yaşam öncesi avladığı ya da bulduğu yiyecekleri anında tüketmiş, daha çok meyve, sebze ve bulduğu zamanda et ağırlıklı beslenmiştir. Ayrıca gün ağardığında besin bulmaya çıkmış, aktif bir şekilde yürüyüş ve av zamanı büyük kondisyon gerektiren aktivitelerle besinini bulmuştur. Ekstrem bir durum yoksa yemek bulma ve beslenme işlemini güneş batmadan sonlandırmış ve güneş battığında da uyumuştur; yani sirkadiyen döngüye uygun yaşamıştır. İnsanimsı varlıkların yer yüzünde 2.5 milyon yıl önce var olduğu ve yaklaşık 200 000 yıl önce de Homo sapiens sapiens'in ortaya çıktığı varsayılırsa bu yeme ve yaşam alışkanlığı hücrelerimize binlerce hatta milyonlarca yıl boyunca kazınmıştır. Yaklaşık 20 000 yıl kadar önce yani Neolitik çağa geçişimizle değişen yaşam stilimize, uyku ve yeme alışkanlıklarımıza bedenimizin ve zihnimizin bir anda uyum sağlamasının mümkün olmaması normaldir. Her şeyden önce yerleşik hayata geçtikten sonra farklı saklama ve depolama teknikleri geliştiren insanoğlunun, topladığı ya da ürettiği yiyecekleri daha uzun süre muhafaza edebildiği için yemek bulmak adına sürekli endişelenme ve çaba göstermek zorunluluğu büyük oranda azalmıştır. Artık zor günlerde ve yemek bulamadığında depoladığı ürünlerle idare

edebilmektedir. Gün geçtikçe insanoğlu depoladığı yiyecekleri sadece acil zamanlar için değil keyfi olarak da tüketmeye başlamış, tahıl ve şeker tüketimini artırmış, yemek yeme ve uyku vakitleri ve miktarını değiştirmış, sabah yemek bulma derdi azaldığı için daha az hareket eder olmuştur (Harrari, 2012; NTV, 2009).

Günümüzde bireyler kimi zaman alım gücünün yetersiz kalması kimi zamansa geleneksel beslenme alışkanlıkları nedenli karbonhidrat ve şeker ağırlıklı beslenme ve yanlış işleme teknikleri nedenli de sağlıksız beslenmeye yönelmektedir. Tahılların çoğunluğunun karbonhidrat oranı yüksek ve protein oranı düşüktür fakat üretiminin kolay, erişilebilir ve ucuz olması gibi nedenlerden dolayı bugün dünyada en fazla tercih edilen besin kaynağıdır. Dünya nüfusunu % 60'ından fazlası günlük enerji ihtiyacını tahıllardan sağlamaktadır. Az gelişmiş ülkelerde bu oran % 90 değerinin üzerindeyken Türkiye'de % 70- 80 civarındadır (Naneli vd., 2015).

Elektriđin icadı ve şehir yaşantısına geçişle birlikte, yani 18- 19. yy ve sonrasında ise işlerin daha da karmaşıklaştığı görölmektedir. Artık beden gücü gerektiren işler yavaş yavaş geride kalacak ve ofis kúltürü hayatlarımızı domine etmeye başlayacaktır. Elektriđin keşfiyle sirkadiyen beslenme ve uyku ritmimiz de tamamen kaymıştır. Eskiye oranla çok daha fazla ürün çeşidi ve lezzet sečenekleriyle karşılaşır olmamıza rağmen lezzeti ve görüntüsü kışkırtıcı olan çođu yiyeceğin besin değeri ise çok düşmüş ayrıca yiyecekler raf ömrü, görünlümü ve tadını artırmak için gıda katkı maddeleriyle de zararlı bir hale getirilmiştir. Bu gıda maddelerinin çođu da başarılı reklam stratejileri ile olduğundan da cazip hale getirilerek tüketimin teşvik edilmesi sağlanmaktadır (Tokalak, 2020; Çoruhlu, 2019a; Çoruhlu, 2013; Harrari, 2012; NTV, 2009).

İhtiyaçtan fazla, zamansız, bilinçsiz, keyfi ve zararlı beslenme neticesinde ise sadece fiziksel değil psikolojik rahatsızlıklar da zamanla ortaya çıktı ve günümüzde anormal insan manzaralarıyla karşı karşıya kalınmaktadır. Bugün dünyada 820 milyonun insan açlık çekerken ve 2 milyar insan gıda güvensizliği yaşarken 822 milyon obezite vakasının görölmesi bir şeylerin ters gittiğini bizlere açıkça göstermektedir (FAO, IFAD, UNICEF, WFP ve WHO, 2019).

2.4. Gıda Denetiminde Aksamalar ve Yanlışlar

Günümüzde dünyada gıda kaynaklı hastalık ve salgınlar birçok ülkede uygulanan gıda güvenlik sistemleri, yasal düzenleme ve denetimlere rağmen milyonlarca insanın hastalanması ve binlercesinin ölümüne sebep olmaktadır. Buna ilaveten ayıplı hizmet nedenli sektörde görülen büyük ölçekli geri çağırımlar, pazar talebinin azalması ve tüketicilerin gıda ürünlerine olan güveninin kaybolmasına neden olmaktadır. Küresel çapta yılda yaklaşık 600 milyon kişi gıda nedenli rahatsızlanmakta ve bunların 420.000'i ölümle sonuçlanmaktadır, bu anlamda düşük ve orta gelirli ülkelerde her yıl iş gücü ve medikal amaçlı yıllık 110 milyar \$ harcanmaktadır. Sadece ABD'de yılda 48 milyon kişi gıda kaynaklı rahatsızlık yaşamakta, bunların 128.000'i hastaneye kaldırılmakta ve 3000'ü ölümle sonuçlanmaktadır (Oliver, 2019).

Dünya çapında görülen bu gıda kaynaklı vakalar incelendiğinde rahatsızlıkların %91'inin bakteriyel kontaminasyon kaynaklı olduğu, *Listeria*, *Escherichia coli*, *Salmonella* ve *Campylobacter*'in sebep olan öncül türler olduğu görülmektedir (WHO, 2020). Bu gün küresel olarak UNICEF (2017) tarafından hazırlanan yeni rapora göre tüm dünyada 2,1 milyar insan yani her 10 kişiden 3'ü temiz suya ulaşamamakta, her yıl 5 yaş altı 361.000 çocuk ishalden ölmektedir. Günümüzde gıda şirketlerinin ekonomik kaybının, her bir geri çekme başına yaklaşık ortalama 10 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir (Weigel, 2019). Bunun yanı sıra firmalar ürün, pazar ve tüketici güven kaybı nedeniyle ciddi ekonomik kayıplar yaşamakta bu durum iflasa ve piyasadan çekilmeye kadar gidebilmektedir (Onbaşı ve Çınar, 2021).

Gıda zehirlenmelerinin yaşandığı yerler %42 oranında evler, %19 restoran, otel ve barlar, %3'ü hastanelerdir. Bu vakaların oluşma nedenleri ise %46 oranında yetersiz soğutma, %21 gıdanın hazırlanma ve tüketimi arasında geçen sürenin uzun olması, %20 enfekte personel, %16 yanlış sıcaklık uygulaması, %16 yetersiz pişirme, %16 yetersiz ısıtma, %11 kontamine malzeme kullanımı, %7 çapraz kontaminasyon, %7 araç ve gereçlerin yetersiz temizlenmesi ve %4 artan yemeklerin kullanımındır (Artık vd., 2019).

Bütün bu rakamlar akıllara gıda denetimi mevzusunun pratik ve teorik anlamda bütün bu yanlışlara ne oranda çare olduğu sorusunu getirmektedir. Sanayi devrimi sonrası gıda işletmelerinin ve fabrikaların artmasıyla gıda nedenli sağlık sorunlarındaki artış "denetim" konusunu gündeme getirmiştir. Bu amaçla FAO ve WHO 1960 yılında gıda standartlarının oluşturulması için uluslar arası tek referans noktası olan Kodeks Alimentarius Komisyonunu

(CAC) kurmuştur. 28 Ocak 2002'de gıda güvenliğine ilişkin 178/ 2002/ EC sayılı Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) kurulmasını da talep eden tüzük geçirilmiştir. Türkiye CAC'a 1963 yılında üye olmuştur ve kontak noktası olarak Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) bünyesinde Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü görev yapmaktadır. Türkiye'de AB ile 1995 yılında imzalanan Gümrük Birliği Anlaşması gereği gıda mevzuatının AB ile uyumlaştırılması şart koşulması bu anlamda yapılan çalışmalara ivme kazandırmıştır (Artık vd., 2019)

13 Haziran 2010 tarihinde 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu 27601 sayı ile Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Bu kanun gıda, gıdayla temas eden madde ve malzeme ile yemlerin üretim, işleme ve dağıtımının tüm aşamalarını, bitki koruma ürünü ve veteriner tıbbi ürün kalıntıları ile diğer kalıntıları ve bulaşanların kontrollerini, salgın veya bulaşıcı hayvan hastalıkları, bitki ve bitkisel ürünlerdeki zararlı organizmalarla mücadeleyi, çiftlik ve deney hayvanları ile ev ve süs hayvanlarının refahını, zootekni kanunlarını, veteriner sağlık ve bitki koruma ürünlerini, veteriner ve bitki sağlığı hizmetlerini, canlı hayvan ve ürünlerin ülkeye giriş ve çıkış işlemlerini ve bu konulara ilişkin resmi kontrolleri ve yaptırımlarını kapsamaktadır. Uluslararası kuruluşlar nezdinde yetkili otorite TOB olmasına rağmen, Sağlık Bakanlığı sular ve özel tıbbi amaçlı diyet gıdalarla ilgili hizmetlerden, Dış Ticaret Müsteşarlığı TSE standartlarının dış ticarete uygulanmasından, Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu alkollü içki ticaretinin düzenlenmesinden, Şeker Kurumu da şeker kotalarının tahsisinden sorumlu kuruluşlardır (Artık vd., 2019)

Ülkemizde gıda denetimlerinde karşılaşılan sorunlar genelde gıda işletmelerinin kayıt altına alınması süreci, denetçilerin istihdamı ve denetçi insan kaynağının yönetimi, laboratuvar ve numune/analiz kapasitesinin yeterliliği, riske dayalı denetim sisteminin uygulanması ve denetimlerin il/ilçeler arasındaki uygulama farklılıklarından gibi başlıklardan kaynaklanmaktadır (Gıda Mühendisleri Odası (GMO), 2013).

Türkiye'de yürütülmekte olan gıda denetimleri ile ilgili mevzuat sorunları ise aşağıdaki şekilde belirlenmiştir (GMO, 2013).

- Mevzuatın uygulanmasında ve yorumlanmasında farklılıklar,
- Mevzuatta numune alma modellerinin olmaması; parti temsiliyetinin nasıl sağlandığının bilinemeyişi,

- Taklit ve tağşişin tespitinde Türk Gıda Kodeksinde yer almayan parametrelerin kontrol ve analizlerinin yapılmaması,
- Mevzuat çalışmalarında yeterli şeffaflık olmaması,
- AB uyum sürecinde genel çerçeveye uyuma ilave olarak yapılması gereken ülkeye has çalışmaların yapılmamış olması,
- Bakanlığa bağlı kontrol laboratuvarlarının bir kısmının akredite olmaması nedeniyle analizlerde standardizasyon eksikliği ve akreditasyon sistemindeki zayıflama,
- HACCP sistemi ve izlenebilirliğin sağlanması için gerekli denetimlerin etkin olarak gerçekleştirilememesi. Özellikle resmi denetçilerin bu sistemler konusunda yetkin ve bilgili olmaması,
- Taklit ve tağşiş yapan işletmelerle halk sağlığını tehdit eden işletme ve ürünlerin ifşa mekanizması da dahil olmak üzere resmi denetimlerde gerekli şeffaflık sağlanamaması
- Kayıt dışı sorununun halen devam etmesi,
- Kayıt ve Onay işlemlerinde çalışma ruhsatı aranmamasına ilave olarak işletmelerin proje aşamasında hijyenik koşullar ve gıda üretimine uygunluk açısından mutlaka onaylanması gerektiği, ancak bu çalışmaların henüz başlamamış olması,
- Gıda güvenliği sorunları; gıda kaynaklı hastalıklar ve zehirlenmeler ile ilişkili biyo-istatistiklerinin olmaması,
- Katkı maddelerinin üretim, ithalat ve işletmelerde kullanımına dair yeterli kontrolün sağlanamaması,
- Mevzuata aykırı hareket eden gıda işletmeleri ve işletmecilerine uygulanan yaptırım cezalarının uygunsuzluk, haksız kazanç ve işletmenin boyutu ile orantılı olmaması ve bazı durumlarda cezaların yetersiz kalması Mevzuata uygun olmayan ürünlerin etkin olarak satış noktalarından toplanmasının gerçekleştirilememesi,
- Risk analizinin etkin yönetilememesi; risk değerlendirmesinin kurumsal olarak risk yönetiminden ayrı olmaması.

3. GIDA TERÖRÜNE KARŞI BİREYSEL OLARAK YAPILABİLECEKLER

Bütün bu bahsedilen ana başlıklardan çıkan sonuç gıda terörünün çevre ve canlı sağlığı açısından ciddi boyutlarda bir tehdit oluşturduğu ve gıda güvenliği ve güvencesini sağlamak amaçlı çabaların artırılması gerektiğidir. Bugün içinde bulunduğumuz durumun güzel bir özetini Tokalak (2020) ‘Gıda Terörü’ adlı kitabına şu şekilde dile getirmektedir: ‘Biz topraktan soframıza kadar gelen gıdaların artık yeteri kadar besin mineral değerleri bulunmadığını, aksine daha çok zararlı maddeler bulunduğunu bilsek de alternatif yollar gittikçe azaltıldığı için istemeyerek de olsa bunları tüketmek zorunda kalıyoruz. Bu suni hale gelmiş sözde gıdalar bizi yalnız fiziken değil ruhen de hasta ediyor. İnsanoğlunun bu gıda teröründen bir an önce bilinçlenerek kurtulması gerekmektedir.’

Bu anlamda bahsedilen konularla ilgili bireysel olarak yapılabilecekler aşağıdaki başlıklarda ele alınmıştır.

3.1. Karbon Ayak İzi En Yüksek Gıdamız Olan Kırmızı Et Tüketiminin Azaltılması ve Bitki Bazlı Gıdalar Tüketimine Ağırlık Verilmesi

Toplumların gıda alışkanlıkları ve zaman içerisinde ortaya çıkan beslenme trendleri gıda sektörüne şekil veren ve dolayısıyla sektörün doğa ve insan sağlığı üzerine etkilerini yönlendiren en önemli faktörlerdir (Carrington 2021). Ekonomi ve pazar alanındaki değişim ve etkileşimler ayrıca değişen beslenme tutumları, beslenme trendlerinin oluşmasına zemin hazırlamıştır ve oluşan beslenme akımları kısa sürede tanınır ve uygulanır hale gelmiştir. Madenci (2018) değişen ve sürekli kendini yenileyen yeme-içme sektöründe, farklı beslenme akımlarının günden güne bilinir ve uygulanır hale geldiğinden bahsetmiştir. Slowfood, füzyon mutfak, moleküler mutfak, yenilebilir çiçekler ve böcekler, surf&turf, vejetaryen mutfak ve çiğ beslenme (rawfood) gibi daha sade, sağlıklı ve çevre dostu akımların son zamanlarda oldukça dikkat çekmekte olduğunu ve bu akımların dünya üzerinde pek çok uygulayıcısının da bulunduğu dikkat çekmiştir.

Vejetaryen beslenme şekli et ve et ürünlerini besin olarak değerlendirmemekte, vegan beslenmede hayvansal hiçbir ürün tercih edilmemekte, çiğ beslenme akımında ise besinler 40 C°’nin üzerinde pişirilmemekte ve mümkün olabildiği kadar taze tüketilmektedir. Gıda terörünün bilincinde olan ve sürece bir son vermek isteyen çoğu çevre aktivisti bahsedilen akımları benimsemekte ya da et tüketimini tamamen sıfırlayamıyorsa bile azaltma eğilimine

gitmektedir. Bu bakış açıları ve beslenme akımlarının hayvansal üretim amacıyla kullanılan arazileri geri kazanmak, hayvansal üretim nedenli metan gazı salınımını azaltmak, ürünlerin muhafaza, nakliye, pazarlama, depolama, giderlerinden kurtulmak, yenilenemez enerji kaynaklarının tüketimini azaltmak adına fayda sağlayacakları bir gerçektir. Çiğ beslenme gibi akımlarda ise gıdaların pişirilmesi için harcanan enerjiden de tasarruf edilmektedir. Ayrıca bu akımların sağlık anlamında getirileri de organik ürünlerin tüketimini ve sağlıklı beslenmeyi teşvik ettiği ayrıca vücudun alkaliliğini artırdığı için yadsınamaz değerdedir (Çoruhlu 2019b). Bu tarz beslenme şekilleri herhangi bir problem esnasında, kullanılan malzemeler, mutfak için tercih edilen ürünler, yiyeceği yemeye uygun hale getirebilmek için gerekli işlem basamakları normal bir mutfağa göre daha sade ve az sayıda olacağı için kontrol ve izlenebilirlik açısından da daha avantajlıdır.

3.2. Yerel Üreticinin Desteklenmesi

Yerel üreticinin tercihi, yerel ekonominin desteklemesi, aracı kurum, nakliye, depolama, paketlenme ve pazarlama giderlerinin ve tabii ki fosil yakıt tüketiminin azaltılması açısından hem tüketici ve üretici hem de çevre adına çok önemlidir. Pretty vd. (2005), uzun tedarik zincirine sahip klasik bir tedarik modeline dayanarak tüketicilerin nakliye nedeniyle ürüne %3 daha fazla ödediğini, bu ürünlerin tüketim yerine 20 km mesafeden gelmesi durumunda ise çevresel maliyetlerin yüzde 90 daha düşük olacağını belirtmektedir. Kısa mesafeli transferler çevre dostu olmakla birlikte tüketicinin yeşil ve taze ürün satın alma talebini de karşılamaktadır (Maréchal ve Spanau, 2010). Burada tüketici adına ihmal edilmemesi gerekenler, ürünleri mümkün olduğu kadar yerel üreticiden satın alarak daha sürdürülebilir büyüme yöntemleri uygulayan yerel çiftçilere destek olmaktadır.

3.3. Bilinçli Alışveriş

Satın alınacak ürünlerin üreticileriyle tanışmak, üreticiye toprak ve hayvancılık yönetimi uygulamalarını sormak, sağlıklı ürün için çaba gösteren üreticileri teşvik etmek, yerel üretimi desteklemek ve ekonomiyi kalkındırmak açısından olduğu kadar elbette ki güvenli gıda tüketmek adına da önemlidir. Market alışverişlerinde zorunlu etiket bilgilerinin yer aldığı ambalajlı ve etiketli besinler tercih edilmeli ve etiket okuma alışkanlığı geliştirilmelidir. Ambalajsız ya da ambalajı zarar görmüş besinler tercih edilmemelidir. Yine hayvansal gıdaların

etiketinde oval şekilde görülen ve üzerinde Tarım ve Orman Bakanlığı tarafında verilen işletme onay numarasının bulunduğu “tanımlama işareti”, diğer ürünlerde ise kayıt altına alınmış gıda işletmelerine verilen “işletme kayıt numarası” aranmalıdır. Kısa sürede tüketilmesi gereken et ve süt ürünlerinde “son tüketim”, diğer ürünlerde ise “tavsiye edilen tüketim tarihi” kontrol edilmelidir. Etiketinde ürün için özel bir muhafaza veya kullanım koşulu belirtilmişse bu koşullara uyulmalıdır. Etiketindeki alerjen madde veya bileşenlere dikkat edilmeli, ürünün “besin değeri tablosu” incelenmelidir. Orijinal ambalajından çıkartılarak satılan besinlerin etiket bilgileri mutlaka istenmelidir [TC Sağlık Bakanlığı (SB), 2016]

Çabuk bozulabilen hayvansal ürünler alışverişin sonunda alınmalı ve bunların çiğ tüketilecek besinlerle teması önlenmeli, soğuk zincir bozulmadan en fazla iki, sıcak havalarda en fazla bir saat içinde buzdolabına yerleştirilmelidir. Donmuş besinler alışverişin sonunda alınmalı, çözünmemiş olmasına ve ambalajın iç kısmında buz kristallerinin olmamasına dikkat edilmeli, en kısa zamanda dondurucuya yerleştirilmelidir. Kaynağı bilinmeyen, denetimsiz sokak sütü, çiğ süttten yapılmış, salamura edilmemiş ve olgunlaştırılmamış peynir satın alınmamalıdır. Kırık, çatlak, kirli yumurta satın alınmamalı ve yumurtalar kullanılmadan önce mutlaka yıkanmalıdır. Et güvenilir yerlerden satın alınmalı, hazır kıyma yerine parça etten çektilen kıyma, parça tavuk yerine de bütün tavuk tercih edilmelidir. Balık alışverişinde koku, pulların parlaklığı, gözlerin berraklığı ve solungaçlarının hafif kabarık, kapalı ve koyu kırmızı renkte olması dikkat edilecek hususlar arasındadır. Çok kirli, ezik, çürük ve böcek yeniği olan meyve ve sebzeler satın alınmamalı, mevsimine uygun turfanda olmayanlar tercih edilmelidir. Çilek, ıspanak ve elma gibi yüksek miktarda pestisite maruz kaldığı bilinen meyve ve sebzelerde organik ürün tercih edilmelidir. Konserve besinlerin alt ve üst kapakları şişkin, kutusu hasar görmüş, kapağı gevşemiş, zedelenmiş ise o ürün tercih edilmemelidir. Tahıl, kuru baklagiller, sert kabuklu yemişler ve yağlı tohumlar küflü, böcek yenikli, kırık taneli olmamalıdır (SB, 2016).

3.4. İsrafın önlenmesi

Gıda israfını önlemek amacıyla evde çıkartılacak menünün ve alışverişlerin önceden planlanması, serviste porsiyonların makul miktarlarda tercih edilmesi, yiyecek atıklarını restoranlardan eve getirilmesi, hemen tüketilmeyecek yiyeceklerin dondurulması, artık besinlerin evcil hayvan ya da sokak hayvanlarına verilerek değerlendirilmesi gerekmektedir. Bahçesi olan ya da çiftçilik yapan üreticilerde organik atıkların hayvan yemi ya da kompost

olarak değerlendirilmesi daha kolay ve olasıdır. Organik atıkların değerlendirilmesinin yanı sıra gıda ambalajlarının israfı da düşünülmesi gereken bir diğer husustur. Yerel üreticiyle çalışılıyorsa tüketicinin alışverişe çıkmadan önce saklama kabı temin etmesi ve ürünlerin toplu olarak satın alınması ambalaj atıklarını azaltmak için uygulanabilecek güzel çözüm yollarıdır. Su israfını engellemek adına kullanılmadığı sürece musluğu kapatma farkındalığı geliştirmek, gevşemiş contaları vakit geçirmeden tamir etmek, mümkünse evdeki gri su atıklarını bahçe ve klozetlerde değerlendirmek gerekmektedir. Bireysel anlamda gıda israfına karşı gösterilen bu çabalar büyük fark yaratacaktır.

Bireylere bu farkındalığı kazandırmak adına gerekli kurum ve kuruluşların bilinçlendirme çabalarına da ihtiyaç vardır. Bu anlamda yapılacak reklam ve tanıtım videolarının ratingi yüksek film, dizi, programlar gibi yapımların arasında sunmak ve sosyal medya platformlarında paylaşmak da büyük farkındalık yaratacaktır. Geri dönüşümle ilgili ücretsiz atölye çalışmaları, seminer ve sunumlar düzenleyerek de halkın bilinçlendirilmesi adına çalışmaların artırılması gerekmektedir (Çavuş, 2021).

3.5. Tüketimin Değil, Üretimin Bir Parçası Olmak

Tüketicinin bu anlamda güvenilir gıda tüketmek adına gelebileceği son nokta kendi besinini kendisinin üretmesi ve bu sayede sadece tüketimin değil üretimin de bir parçası olmasıdır. Bu şekilde tüketici rejeneratif tarımı daha iyi anlayacak, mevsiminde mümkün olabildiği kadar organik ürünler tüketebilecektir. Bu anlamda yoğun bahçecilik uygulamalarının yanı sıra balkon ve teras bahçeciliği de özendirilmeli ve geliştirilmelidir. Her türlü uygulamada permakültür etik ve ilkelerine uygun olarak hazırlanan sistemlerle enerjiyi en tutumlu kullanan ve verimin en fazla olduğu dizaynlar oluşturulmalıdır (Mollison, 1997).

4. KAYNAKÇA

- Abbas, T., Zahir, A.Z., Naveed, M., Kremer, R.J. (2017) Advances in agronomy, Chapter Five - Limitations of existing weed control practices necessitate development of alternative techniques based on biological approaches. *Advances in Agronomy*.147:239-280
- Afeiche, M.C., Williams, P.L., Gaskins, A.J., Mendiola, J., Jørgensen, N., Swan, S.H, Chavarro, J.E. (2014) Meat intake and reproductive parameters among young men. *Epidemiology*. 25(3):323-30. doi: 10.1097/EDE.0000000000000092.
- Ansari, A.A., Gill, S.S. (2014) Eutrophication: Causes, consequences and control. Ed: Ansari, A.A., Gill, S.S. *Springer*. 2(273). ISBN: 978-94-007-7813-9
- Artık, N., Şanlıer, N., Sezgin, A.C. (2019) Gıda güvenliği ve gıda mevzuatı, Detay Yayıncılık, Ankara, 543
- Ayla D, Altıntaş D (2017) Organik üretim ve pazarlama sorunları üzerine bir değerlendirme. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi-* Cilt 19, Sayı 4,2017
- Balasubramanian, R., Venkatachalam, S., Boomiraj, K. (2017). Chapter 4. Ecological footprints of and climate change impact on rice production in India. : *The Future Rice Strategy for India*. 10.1016/B978-0-12-805374-4.00004-X.Bar-On, Y.M., Phillips, R., Milo, R. (2018) The biomass distribution on earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 115(25): 6506- 6511
- Bedale, W., Sindelar, J.J., Milkowski, A.L. (2016) Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Science*. 120: 85- 92
- Briggs, J. (2009) Green revolution. In *International Encyclopedia of Human Geography*. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00099-7>
- Britannica (2022) Eutrophication. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://www.britannica.com/science/eutrophication>
- Burnham, J., Olsen, M., & Kollef, M. (2019). Re-estimating annual deaths due to multidrug-resistant organism infections. *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 40(1): 112-113. doi:10.1017/ice.2018.304
- Burns, C., Bodner, K., Swaen, G., Collins, J., Beard, K., Lee, M. (2011) Cancer incidence of 2,4-D production workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2011. 8(9): 3579-3590. doi: 10.3390/ijerph8093579.
- Buzby, J.C.,Hyman, J. (2012) Total andpercapitavalue of foodloss in the United States.*FoodPolicy*. 37:561-570.

- Carrington, D (2018) Humans just 0.01% of all life but have destroyed 83% of wild mammals. *The Guardian*. Erişim Tarihi: 8.8.2022. <https://www.theguardian.com/environment/2018/may/21/human-race-just-001-of-all-life-but-has-destroyed-over-80-of-wild-mammals-study>
- Carrington (2021) Plant-based diets crucial to saving global wildlife, says report. *The Guardian*. Erişim Tarihi:8.8.2022 <https://www.theguardian.com/environment/2021/feb/03/plant-based-diets-crucial-to-saving-global-wildlife-says-report>
- Climantenexus (2019) Animal agriculture's impact on climate change. *Climantenexus article*. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://climatenexus.org/climate-issues/food/animal-agricultures-impact-on-climate-change/>
- Crews, C., Roberts, D., Lauryssen, S., Kramer, G. (2009) Survey of furan in foods and coffees from five European Union countries. *Food Additives and Contaminants*. 2(2):95-8. doi: 10.1080/02652030903095408.
- Çavuş, O. (2021) Gıda israfının önlenmesinde teknolojinin gücü: Dijital Uygulamalar. *Journal of New Tourism Trends (JOINNTT)*. 2(1): 83-96
- Çetinkaya, P. G., Soyer, Ö. U., Şahiner, Ü. M. (2015) Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve alerji arasındaki ilişki. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*. 58: 166-170
- Çoruhlu A (2013) *Tokuz ama açız*. Doğan Kitap. Edt. Akdemir H. 175
- Çoruhlu A (2019a) *Sirkadiyen beslenme*. Doğan Kitap. Edt. Akdemir H. 175
- Çoruhlu A (2019b) *Alkali diyet*. Doğan Kitap. Edt. Akdemir H. 147
- Davidson, E.A. (2009) The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860. *Nature Geoscience*. (2): 659–662 <https://doi.org/10.1038/ngeo608>
- Davidson, P.M., R.P. Singh. (2018) Food Additive. 2018. <https://www.britannica.com/topic/food-additive>.
- Davis, D.R., Epp, M.D., Riordan, H.D. (2004) Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *Journal of the American College of Nutrition*. 23(6):669-82. 10.1080/07315724.2004.10719409
- Devlin, H. (2018) Rising global meat consumption 'will devastate environment. *The Guardian articles*. <https://www.theguardian.com/environment/2018/jul/19/rising-global-meat-consumption-will-devastate-environment>
- Dona, A., Arvanitoyannis, I.S. (2009) Health risks of genetically modified foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.49(2):164-75. doi: 10.1080/10408390701855993. PMID: 18989835.

- EC (1999) Review of previous SCVPH opinions of 30 April 1999 and 3 May 2000 on the potential risks to human health from hormone residues in bovine meat and meat products. *Opinion Of The Scientific Committee On Veterinary Measures Relating To Public Health*. 31.
- EC (2022) Hormones in meat. Food Safety. https://food.ec.europa.eu/safety/chemical-safety/hormones-meat_en
- Einspanier, R., Klotz, A., Kraft, J., Aulrich, K., Poser, R., Schwagele, F., Jahreis, G., Flachowsky, G. (2001) The fate of forage plant DNA in farm animals: A collaborative case study investigating cattle and chicken fed recombinant plant material. *European Food Research and Technology*. 212: 129-134.
- EPA (2018) Basic information about nonpoint source (NPS) Pollution. *EPA articles*. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://www.epa.gov/nps/basic-information-about-nonpoint-source-nps-pollution>
- EPA (2022) Nonpoint source: Agriculture. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://www.epa.gov/nps/nonpoint-source-agriculture>
- Esther, G. (2011) Dirt Poor: Have Fruits and Vegetables Become Less Nutritious? *Scientific American articles*. <https://www.scientificamerican.com/article/soil-depletion-and-nutrition-loss/>
- Eştürk, Ö., Ören, M. N. (2014) Türkiye'de tarım politikaları ve gıda güvencesi . *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences* . 24 (2): 193-200 . doi: 10.29133/yyutbd.235933
- EU (2014) Foodwaste. *European Union (EU)* URL: https://food.ec.europa.eu/safety/food-waste_en
- Evenson, R. E., Gollin, D. (2003) Assessing the impact of the Green Revolution, 1960 to 2000. *Science*. 300(5620): 758-762. <https://doi.org/10.1126/science.1078710>
- FAO (2009) Global agriculture towards 2050. How to feed the world: High- Level Expert Forum. Rome 12- 13 October. Issue Papers.
- FAO (2017) Antimicrobial Resistance–What You Need to Know Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1056781/>
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO (2019). *The state of food security and nutrition in the world*. Safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome, FAO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- Folta, K. (2015) Do GMOs taste different? *GMO Answers*. <https://gmoanswers.com/ask/do-gmos-tastes-different>.

- Foodprint (2019) How industrial agriculture affects our water Erişim Tarihi: 8.8.2022.
<https://foodprint.org/issues/how-industrial-agriculture-affects-our-water/>
- Foster, E. Mathers, J.C., Adamson, A.J. (2010) Packaged food intake by British children aged 0 to 16 years g per kg body weight. *Food Additives and Contaminants*. 27(3): 380-388.
doi:10.1080/19440040903367161
- Ginty, M.M. (2016) Control household pests without scary poisons. *NRDC articles*.
<https://www.nrdc.org/stories/control-household-pests-without-scary-poisons>.
- Giuseppina, R. Polticelli, F., Antonacci, A., Lambreva, M., Pastorelli, S., Scognamiglio, V., Zobmima, V., Giardi, M.T. (2011) Chapter 5: Computational biology, protein engineering, and biosensor technology: A close cooperation for herbicides monitoring. *Theory and Applications*. INTECH. Edt: Larramendy, M., Soloneski S. 93- 121
- GMO (2013) Türkiye’de resmi gıda güvenliği denetimleri çalıştay sonuç bildirgesi. Türkiye’de Resmi Gıda Denetimleri Çalıştay Sonuçları. *Gıda Mühendisleri Dergisi*. 38: 34- 47
Erişim Tarihi: 8.8.2022
https://www.gidamo.org.tr/resimler/ekler/3b168533a54ea7e_ek.pdf
- Goulson, D., Nicholls, E., Botias, C., Rotheray, E.L. (2015) Bee declines driven by combined Stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science Review*. 347(6229). doi: 10.1126/science.1255957
- Grigg, D. (1987) *Chapter 4: The industrial revolution and land transformation*. *Land Transformation in Agriculture*. Edt: Wolman, M.G., Fournier, F.G.A. @ 1987 SCOPE. Published by John Wiley & Sons Ltd. 79- 109
- Grinin, L.E. (2007) Production revolutions and periodization of history: A comparative and theoretic-mathematical Approach. *Social Evolution and History*. 6 (2): 75- 120
- Hamza, M.A., Anderson, W.K. (2005) Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*. 82(2): 121-145
- Harari, Y.N. (2012) *Hayvanlardan Tanrılara: Sapiens*. Kolektif Kitap. İstanbul. 413
- Hemmer, W. (1997) Foods derived from genetically modified organisms and detection methods. *BATS Report 2, BATS*. Clarastrasse 13, CH-4058, 6-12.
- History.com editors (2019) The neolithic revolution. *History.com articles*. Erişim Tarihi: 8.8.2022, <https://www.history.com/topics/pre-history/neolithic-revolution>
- Hopkins, W.L. (1989) A global evaluation of new herbicide activity: 1984-1988. It is changing dynamics and look at it’s future direction. *BCPC, Weeds*. 1: 231-236.

- Inukai, T. (2017) Differential regulation of starch-synthetic gene expression in endosperm between Indica and Japonica Rice Cultivars. *Rice*. 10(7). <https://doi.org/10.1186/s12284-017-0146-5>
- Jeong, S.H., Kang, D., Lim, M.W., Kang, C.S., Sung, H.J. (2010) Risk assessment of growth hormones and antimicrobial residues in meat. *Toxicological Research*. 26(4):301-13. doi: 10.5487/TR.2010.26.4.301. PMID: 24278538; PMCID: PMC3834504.
- Jordan, D.L., Chahal, G.S., Lancaster, S.H., Beam, B.J, York, A.C., Reynolds, W.N. (2011) Chapter 4: Defining interactions of herbicides with other agrochemicals applied to peanut herbicides. *Theory and Applications*. INTECH. Edt: Larramendy, M., Soloneski S. 73- 93
- Klurfeld, D.M. (2011) Nitrite and nitrate and risk of cancer. *Nitrite and Nitrate in Human Health and Disease*. Humana Press: New York. 263-278
- Kraychev, S. (2010) Food security in the BSEC member states. Report. Doc. GA35/EC34/REP/10 C.
- Lindwall, C. (2022) *Industrial agricultural pollution*. NRDC articles. <https://www.nrdc.org/stories/industrial-agricultural-pollution-101>
- Lucas, R.E. (2004) *Lectures on economic growth*. Cambridge: Harvard University. 224. ISBN 9780674016019
- Ma, L., Hu, L., Feng, X., Wang, S. (2018) Nitrate and Nitrite in Health and Disease. *Aging and Disease*. 9(5): p. 938-945.
- Madenci, A. B. 2018. Yeni Trendler ve Ülkeler. *Gastronomide Güncel Konular*, 3- 12
- Maréchal, G. Spanu, A. (2010) La Pratique des Circuits Courts par les agriculteurs favorise-telle l'adoption de pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement? *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*. 59(59)33- 45
- McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., Kitchin, E., Lok, K., Porteous, L., Prince, E., Sonuga-Barke E., Warner, J.O., Stevenson, J. (2007) Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. 370(9598):1560-7. doi: 10.1016/S0140-6736(07)61306-3.
- Midvedt, T. (2014) Antibiotic resistance and genetically modified plants. *Microbial Ecology of Health Disease* doi: 10.3402/mehd.v25.25918
- Mitchell, A.E., Hong, Y., Koh, E., Barrett, D.M., Bryant, D.E., Denison, R.F., Kaffka, S. (2007) Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management

- practices on the content of flavonoids in tomatoes. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 55(15): 6154–6159 <https://doi.org/10.1021/jf070344+>
- Mollison B 1997 *Permaculture: A Designer's Manual*, Tagari, 576
- Naneli, İ., Sakin, M.A., Kıral, A.S. (2015) Tokat-Kozova Şartlarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 32 (1): 91-103.
- Nambiar, K.K.M., Soni, P.N., Vats, M.R., Sehgal, K., Mehta, D.K., (1992) Annual Reports, 1987-88 and 1988-89. All India Coordinated Project on Long-Term Fertilizer Experiments. *Indian Council of Agricultural Research*, New Delhi
- Norsworthy, J. K., Ward, S. M., Shaw, D. R., Llewellyn, R. S., Nichols, R. L., Webster, T. M., Bradle K.W., Friswold, G. Powles, S.B., Burgos, N.R., Witt, W.W., Barrett, M. (2012). Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science*. Cambridge University Press <https://doi.org/10.1614/ws-d-11-00155.1>
- NRDC (2017) Less beef less carbon. *NRDC articles*. <https://www.nrdc.org/experts/sujatha-jahagirdar/less-beef-less-carbon#:~:text=The%20great%20news%20is%20that,the%20road%20for%20one%20year.>
- NTV (2009) *NTV World History. Chapter: Prehistory*. Edt. Derya Tulga, Berlin, NTV, 544
- Nunez, C. (2019) What are fossil fuels? *National Geographic articles*. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://www.nationalgeographic.com/environment/energy/reference/fossil-fuels/>.
- Oliver, S.P. (2019). Foodborne pathogens and disease special issue on the national and international PulseNet network. *Foodborne Pathogenes and Diseases*. 16(7): 439-440.
- Olmstead, A. L., Rhode, P.W. (2014) Agricultural mechanization. *In Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00236-9>
- Onbaşı, E., Çınar, A. (2021) Çevresel izleme programı: Gıda endüstrisinde mikrobiyolojik güvenliği destekleyen erken uyarı sistemi. *Journal of Food*. 46(5): 1313-1330 doi: 10.15237/gida.GD21105
- Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome
- Özdöl, S. (2011) Çanak çömleksiz neolitik çağda Güneydoğu Anadolu'da din ve sosyal yapı. *Tarih İncelemeleri Dergisi*, 26(1): 173-199

- Parthenon Films (2004) *Stories from the stone age*. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://www.youtube.com/watch?v=-7bqi70B3tE>
- Pretty, J.N., Ball, A.S., Lang T. & Morison J.I.L. (2005). Farm costs and food miles: An assessment of the full cost of the UK weekly food basket. *Food Policy*. 30(1): 1-19.
- Purdy, C. (2018) The globe's biggest maritime shipping company is abandoning fossil fuels. *Quartz articles*. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://qz.com/1486377/global-shipper-maersk-says-it-will-eliminate-fossil-fuels-by-2050/>.
- Ritchie, H. (2019) Half of the world's habitable land is used for agriculture. Erişim Tarihi: 8.8.2020. <https://ourworldindata.org/global-land-for-agriculture>
- SB (2016) Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER). *T.C. Sağlık Bakanlığı (SB) Yayın No: 1031*. Ankara ISBN : 978-975-590-608-9
- Schubert, R., Renz, D., Schmitz, B., Doerfler, B. (1997) Foreign (M13) DNA ingested by mice reaches peripheral leukocytes, spleen, and liver via the intestinal wall mucosa and can be covalently linked to mouse DNA, *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America*. 94,: 961-966.
- Senthil Kumar, V., Rajan., C., Divya, P., Sasikumar, S. (2018) Adverse effects on consumer's health caused by hormones administered in cattle. *International Food Research Journal*. 25(1): 1-10
- Séralini, G.E., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., Defarge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., de Vendômois, J.S. (2012) Long term toxicity of a roundup herbicide and a roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology*. 50(11):4221-31. doi: 10.1016/j.fct.2012.08.005
- TB (2018) Türkiye İsrar Raporu. *TC Ticaret Bakanlığı (TB)*. ISBN: 978-605-5254-31-5
- TOB (2020) 16 Ekim Dünya Gıda Günü. *TC Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB)*. Erişim Tarihi: 8.8.2022 <https://cankiri.tarimorman.gov.tr/Haber/707/16-Ekim-Dunya-Gida-Gunu>
- Tokalak, İ. (2020) *Dünyada gıda terörü*. Ataç yayınları. 320, ISBN: 9789756205488
- TUIK (2022) Dış Ticaret İstatistikleri, Erişim Tarihi: 8.8.2022. www.tuik.gov.tr
- UNICEF (2017) Two billion people lack safe drinking water, more than twice lack safe sanitation <https://www.unicef.org/philippines/press-releases/two-billion-people-lack-safe-drinking-water-more-twice-lack-safe-sanitation>
- Vally, H., Misso, N.L.A. (2012) Adverse reactions to the sulphite additives. *Gastroenterology and hepatology from bed to bench*, 5(1):16-23.

- Van Oost, K., Govers, G., de Alba, S., Quine, T.A. (2006) Tillage erosion: A review of controlling factors and implications for soil quality. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. 30(4): 443–466. <https://doi.org/10.1191/0309133306pp487ra>
- Velle, W., (1981) The use of hormones in animal production, *FAO Animal Production and Health Paper*. 31. FAO Accession No: XF8330049
- Weigel, G. (2019) The true costs of food recalls. Smart Sense. <https://blog.smartsense.co/costs-of-food-recalls>
- WHO (2015) Monograph on Glyphosate. <https://www.iarc.fr/featured-news/media-centre-iarc-news-glyphosate/>.
- WHO (2018a) Antibiotic Resistance. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- WHO (2018b) Food Additives. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>.
- WHO (2020) Food Safety. <https://www.who.int/health-topics/food-safety>

BÖLÜM 2

ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye Atmaca

¹ Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü, Antalya, Türkiye, uysalsabriye@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3400-0917

1. GİRİŞ

Organik tarım, dil farklılıkları nedeniyle farklı ülkelerde farklı isimlerle anılmaktadır. Örneğin, İngiltere’de organik (organic), Almanya’da ekolojik (ökologish) ve Fransa’da biyolojik (bioloque) kelimeleri kullanılmaktadır. Ancak organik tarımla ilgili Avrupa Birliği organik tarım yönetmeliği (2092/91 sayılı Konsey Tüzüğü)’nde de açıkça belirtildiği gibi bunlar birbirleriyle eşanlamlıdır (Demiryürek, 2011).

Uzun çalışmalar sonucu organik tarım tanımı, Uluslararası Organik Tarım Hareketi Federasyonu (IFOAM) tarafından 2008 yılında İtalya’da onaylanmıştır. Buna göre “Organik tarım; toprak, ekosistem ve insan sağlığını sürdüren bir üretim sistemidir. Sistem, olumsuz etkisi olan girdilerin kullanımını yerine; ekolojik süreçler, biyolojik çeşitlilik ve yerel koşullara uyum sağlamış döngülere dayanır. Organik tarım, içinde bulunduğumuz çevreye fayda sağlamak, adil ilişkiyi ve tüm ilgili taraflar için iyi bir yaşam kalitesini yaygınlaştırmak adına gelenek, yenilikler ve bilimi bir araya getirir. Bu yüzden organik tarım sağlık, ekoloji, hakkaniyet ve özen ilkelerine dayalıdır. Organik tarım, çevresel, sosyal ve ekonomik olarak sürdürülebilir bir tarım yaklaşımıdır. Kimyasal veya organik kökenli olsun, çiftlik dışı tarımsal girdilere olan bağımlılığın mümkün olduğunca azaltılması gerektiğini savunmaktadır (Demiryürek, 2016).

Tarımsal üretim, depolama, işleme ve ambalajlama aşamalarında hiçbir katkı maddesi ya da kimyasal girdi kullanılmayan ve tüm bu safhalarda bağımsız kontrol firmaları tarafından denetlenerek sertifikalanmış ürünlere "organik ürün" denilmektedir (Ertan, 2021).

Konvansiyonel, entansif veya yoğun tarım olarak adlandırılan tarımda tek ürüne yoğunlaşarak farklı üretim yolları denenmiştir. Konvansiyonel tarım, yüksek verimli çeşitlerin ıslah edilmesi ve özellikle sulu tarıma geçişle birlikte kısmen de olsa başarıya ulaşmıştır. Ancak, 1980’li yıllara gelindiğinde konvansiyonel tarımın zararları kendini göstermeye başlamıştır. Tarım topraklarında kullanılan yoğun gübre verimi düşürmekle kalmayıp doğal dengeyi bozarak erozyonun artmasına, ürünlerin doğal aromalarının bozulmasına ve bitki zararlıları ve hastalıklarında artışlara neden olmuştur. Bu artış karşısında bilinçsizce kullanılan sentetik kimyasal pestisitlerin kullanımına bazı yararlı organizmaların zamanla yok olmasına neden olmuştur (Yıldız, 2009). Tarımsal çevre politikalarının önemli bileşenlerinden birisi olan organik tarım tarımsal faaliyetler neticesinde çevrede oluşabilecek kirlenmelerin

önlenmesi konusunda bir çözüm yolu olabilmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde bilinçlenen üreticiler ve tüketiciler çevreye zarar vermeyen ve canlılar üzerinde zararlı etkisi olmayan tarım ürünlerinin üretimi ve tüketimine yönelmişlerdir. Tarımsal üretimin çevre ve insan sağlığına yaptığı olumsuz etkilerin engellenmesi için ortaya konulan organik tarım, ekolojik sistemde hatalı uygulamalara bağlı olarak zarar gören veya yok olan doğal dengenin yeniden kurulmasına yönelik olarak insan ve çevre dostu tüm üretim sistemlerini içermektedir (Yasan ve Gül, 2010).

Konvansiyonel tarıma alternatif olarak orta çıkan organik tarımın önemini şöyle sıralayabiliriz: doğal dengeyi korumak, gelecek nesilleri korumak, hastalık ve zararlıları kontrol altına alarak doğadaki canlıların sürekliliğini sağlamak, insanı, çevreyi ve hayvanları kimyasalların olumsuz etkilerinden korumak, organik koşulları göz önüne alarak doğal yollarla uzun dönemde toprak verimliliğini sağlayarak toprak ve genetik kaynak erozyonunu önlemek, su miktarı ve kalitesini korumak, yenilebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve enerji tasarrufu yapmak, üretici ve tarımsal işletmelerde çalışan insanların sağlığını korumak, küçük çiftçilerin güvenliğini üretim döngüsü veya gelir düzeylerini arttırarak sağlamak, ekonomiyi desteklemek, sağlıklı ve besin kalitesi yüksek ürün elde etmek (Bilgin, 2008; Yıldız, 2009; Sannidi vd., 2022).

Küreselleşmeyle birlikte sürdürülebilirlik kavramı da son yıllarda gündeme gelen konulardan biridir. Küreselleşme ve sürdürülebilirlik ile ilgili tarımdaki eğilimlere bakıldığında organik tarım kilit rol oynamaktadır ve sürdürülebilirliği kanıtlanmış bir tarım şeklidir. Sürdürülebilir tarımın gelişmesine katkıda bulunan seçeneklerden biri olan organik tarım, günümüzde sadece gelişmiş ülkelerde değil gelişmekte olan ülkelerde de yaygınlaşmaktadır. Bilinçlenen tüketici ve üreticiler, doğayı tahrip etmeyen yöntemlerle insanlara zarar vermeyen tarımsal ürünleri üretmeyi ve tüketmeyi tercih etmeye başlamıştır (Vatansever Deviren ve Çelik, 2017; Bilen ve Çiçekli, 2019).

Genel konum, coğrafik koşullar, kirlenmemiş yapı, tarımda çalışan nüfusun fazla olması, ürün çeşitliliği gibi nedenlerden dolayı ülkemizin organik tarım potansiyeli yüksektir (Bilgin, 2008). Türkiye’de organik tarım 1980’li yılların ortalarında Avrupa’da faaliyet gösteren firmaların Türkiye’den organik ürün talep etmeleri ve bu üretim tekniğini tanıtmaya yönelik çalışmaları ile başlamış ve sağlıklı gıdaların tüketimine yönelik dünyadaki gelişmelere paralel olarak gelişmiştir (Dağdemir vd. 2006; Adanacıoğlu vd., 2012). 1985-86 yıllarında kuru üzüm, kuru incir, kuru kayısı dışsatıma konu olan organik tarım ürünleri iken, günümüzde

sektör ve ürün yelpazesi genişlemiştir. Organik ürünler üretim ve dışsatımı sert kabuklu ve kuru meyveler, dondurulmuş meyve ve sebzeler, yaş meyveler ve sebzeler, baharatlar ve bakliyat sektörlerinde yoğunlaşmış olup, gülsuyu, gülyağı, zeytinyağı, pamuk ve tekstil ürünleri üretimi ve dışsatımı gerçekleştirilen diğer organik ürünlerdir (Lüleci, 2012).

Ülkemizde organik tarım faaliyetleri 3 Aralık 2004 tarih ve 25659 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan ‘Organik Tarım Kanunu’ ile bu kanun gereğince 10.06.2005 tarih ve 25841 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren ‘Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına ilişkin Yönetmelik’ hükümlerine göre yürütülmektedir (Yasan ve Gül, 2010).

Türkiye’de organik ürünlerin iç pazarda değerlendirilmesi doğrudan üreticiden tüketiciye veya belirli bir pazarlama ağı ile üreticiden süper marketler vasıtasıyla tüketiciye yapılmaktadır. Bu arada büyük miktarlarda organik ürün üreticiden gıda sanayine aktarılmakta gıda sanayinin işlediği ürünlerin büyük bir kısmı yurt dışına gönderilmekte küçük bir bölümü de organik marketler veya süpermarketlerin organik ürün reyonlarında tüketiciye sunulmaktadır (Dağdemir vd., 2006).

Türkiye’de organik tarımsal üretimde üretici birliği altında grup bazlı örgütlenmenin daha fazla olduğu ve bu gruplar içerisinde de örgütlenmenin 8 birlik ile en fazla meyvecilik grubunda olduğu tespit edilmiştir. Bunlar; Tokat, Bursa, Malatya (2 adet), Rize, Diyarbakır, Adıyaman ve Ankara’da bulunmaktadır. Bunlardan ilk kurulan birlikler ise 2009 yılında kurulan Tokat ve Rize’deki birliklerdir. Ülkemizde ürün bazlı üretici birlikleri şu şekilde sıralanmaktadır; Organik Fındık Üreticileri Birliği, Kilis İli Organik Zeytin Üreticileri Birliği, Aydın İli Karpuzlu İlçesi Organik Zeytin Üreticileri Birliği, Konya Organik Çilek Üreticileri Birliği, Mersin Organik Muz Üreticileri Birliği (Kahveci ve Ataseven, 2020).

Türkiye’de organik tarım araştırmaları, 2001 yılında yoğun bir şekilde başlamıştır. Tarım Bakanlığına bağlı araştırma kuruluşlarında 2019 yılı itibariyle Türkiye çapında sonuçlandırılan 80 Araştırma Projesi ve Organik Tarım konusunda aktif olarak çalışan 30 araştırmacı bulunmaktadır. Organik Tarımın doğru bir şekilde yönlendirilmesine yönelik Genel Müdürlük koordinatörlüğünde değişik illerdeki 12 araştırma enstitüsünde 15 adet Organik Tarım Araştırma Projesi devam etmektedir (Alay Vural, 2019).

2. DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİ POTANSİYELİ

Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FİBL)'nin 2019 yılında dünya çapında organik tarım üzerine yaptığı son ankete göre, organik tarım arazileri ve organik perakende satışları büyümeye devam etmekte ve organik üretim yapan 187 ülke ile tüm zamanların en yüksek seviyesine ulaşılmıştır. 2019 yılında koruma altındaki alanlar da dahil olmak üzere 72.3 milyon ha organik tarım arazisi kaydedilmiştir. En büyük organik tarım arazisine sahip bölgeler Okyanusya'dır (35.9 milyon ha, %23). Şu anda dünya tarım arazilerinin %1.5'i organik tarımdır. En önemli mahsuller, yaklaşık 0.9 milyon ha veya %19 ile zeytin, kahve (0.7 milyon ha'ın üzerinde veya organik kalıcı ekili arazinin %15'i), fındık (0.6 milyon ha veya %13), üzumdür (0.5 milyon ha veya %10) ve kakao (neredeyse 0.4 milyon ha veya %8)'dur (FIBL, 2021).

Dünya organik meyve üretiminin bakıldığında; 2019 yılında küresel ılıman iklim meyve alanının yüzde 2.6'sında yaklaşık 308 000 ha alanda organik ılıman iklim meyvesi yetiştirildiği, 237 000 ha alanda ve küresel tropik ve subtropik meyve alanının yüzde 0.9'u organik tropik ve subtropik iklim meyvesi yetiştirildiği görülmektedir. Organik olarak üretilen önemli ılıman iklim meyveleri; %36.98 elma, %12.29 kayısı, %6.34 erik, %6.2 kiraz, %5.94 şeftali, %0.01 ayva, %3.84 diğer ılıman iklim meyveleridir. Önemli organik tropik ve subtropik iklim meyveleri; %26.4 muz, %5.9 mango, %7.2 avokado, %3.1 ananas, %0.5 incirdir (FIBL, 2021). Organik ılıman iklim meyveleri üretim miktarları incelendiğinde birinci sırada 139 431 ton ile Türkiye gelmektedir. Organik tropik ve subtropik meyve üretim miktarına dair veri bulunmamaktadır (Tıraşçı ve Erdoğan, 2021).

Türkiye organik ılıman iklim meyveleri toplam üretim alanı 20 254 ha, tropik ve subtropik iklim meyveleri üretim alanı 20 064 ha'dır. 2019 yılı verilerine göre Türkiye toplam tarım alanları içinde organik tarımın oranı %1.4'tür. Avrupa'da organik üretici sayısı 2019 verilerine göre 74 545 kişi ile Türkiye ilk sırada yer almakta ve bunu sırasıyla İtalya (70 561), Fransa (47 196), İspanya (41 838) takip etmektedir (FIBL, 2021).

Organik tropik meyveler, kabuklu yemişler ve baharatlar ağırlıklı olarak Dominik Cumhuriyeti (toplamın %34'ü, 0.3 milyon mt'ye eşit), Ekvador (%31) ve Peru'dan (%15) ithal edilmektedir. İthal edilen organik turunçgillerin neredeyse yarısı Güney Afrika'dan (%46), diğer organik meyveler ise ağırlıklı olarak Türkiye (%25) ve Arjantin'den (%17) gelmektedir.

İthal edilen organik meyve sularının yarısı Türkiye ve Meksika'dan gelmektedir (ikisi de %25) (FIBL, 2021).

Organik ürünler içerisinde en fazla talebin olduğu ürünler arasında sebze ve meyveler yer almaktadır. Sebze ve meyveler diğer ürünlere göre daha fazla kimyasal katkı maddesine maruz kalmaktadır (Bilgin, 2008; Merdan, 2018). Bu durum organik sebze ve meyve tüketim eğilimini artırmaktadır.

Tarım ve Orman Bakanlığının genel organik tarım bitkisel üretim (geçiş süresi dahil) istatistik verilerine göre; organik üretimde 2002 yılında 150 olan ürün sayısı, 2021 yılında 267'e çıkmıştır. 2002 yılında 12 428 üretici organik tarım yaparken 2021 yılında bu rakam 48 244 olmuştur. Türkiye 2002 yılında (yetiştiricilik yapılan alan ve doğal toplama alanlarından toplanan alanların tamamı) 89 827 ha alanda 310 125 ton üretim yaparken 2021 yılında 351 919 ha alanda 1 590 086 ton üretim miktarına ulaşmıştır. Türkiye 2019 yılı organik meyve ihracat ve ithalat miktarları Tablo 1 ve Tabla 2'de verilmiştir (TC Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2022).

Tablo 1. 2019'da en çok ihracatı yapılan organik meyve miktarı (ton) ve değeri ((\$)

Ürün Adı	Miktar (Ton)	Tutar (\$)
Meyve ve Meyve Ürünleri	16 733.92	65 242 625
Üzüm ve Üzüm Ürünleri	9 536.31	27 895 275.66
İncir ve İncir Ürünleri	6 895.86	40 306 275
Fındık ve Fındık Ürünleri	4 440.76	31 964 563.27
Kayısı ve Kayısı Ürünleri	3 744.1	14 727 473
Zeytin ve Zeytin	178.22	394 232.08
Antep Fıstığı	85.87	1 566 455.26
Toplam	75 904.32	203 141 638.2

Tablo 2. 2019 yılı türkiye organik ürün ithalatı (meyve ve meyve içerikli ürünler alınmıştır)

Ürün Adı	Miktarı (Ton)	İthal Edilen Ülke
Kakao ve tozu	7.1	Almanya, İngiltere, Hollanda, Peru
Kakao Yağı	1	Peru
Hurma 8kuru, pekmez, ezme)	598	ABD, Almanya, Cezayir, Fransa, Hollanda, İngiltere, İran, İsrail, Pakistan, Suudi Arabistan, Tunus
Kahve (kafeini alınmış, kavrulmuş)	1.3	Belçika, Avusturya, İtalya
Chia (tohumluk)	4	Almanya, Hollanda
Erik (kurutulmuş)	63.7	Fransa, Arjantin, İngiltere
Elma (kurutulmuş)	137	Kırgızistan
Elma sirkesi	40.3	Almanya
Hindistan Cevizi (Yağ ve Unu)	89	Sri Lanka, Hollanda, Almanya
Mango Püresi	17.2	Almanya
Muz Püresi ve Flakesi	42	Fransa, Ekvador
Palm Yağı	4.7	Almanya, Hollanda
Dondurulmuş Meyve (böğürtlen ve kiraz)	11.8	Sırbistan, ABD
Genel Toplam	1010	

3. ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KONTROL ve SERTİFİKASYON İŞLEMLERİ

İç ve dış piyasalarda bir ürünün organik olarak satılabilmesi için Organik Ürün Sertifikasına sahip olması gerekmektedir. Sertifika sistemi ürünlerin ekolojik standartlara göre üretildiğinin, işlendiğinin, paketlenildiğinin garantisidir ve ürününü hak ettiği değerde pazarlamasına imkân sağlamaktadır (Bilgin, 2008; Yasan ve Gül, 2010).

Türkiye’de bir kontrol ve sertifikasyon kuruluşunun faaliyet gösterebilmesi için Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından onaylanmış ve kontrol yetkisi verilmiş olması gerekmektedir (Bilgin, 2008). Faaliyet gösteren kontrol ve sertifikasyon kuruluşları bağımsız olmalı, üretim ve pazarlama faaliyetlerinde bulunmamalı, ticaret yapmamalı ve danışmanlık hizmeti vermemelidirler (Yasan ve Gül, 2010). Tüm sertifika kuruluşları aynı statüye sahip değildir. Bazıları, uluslararası ticarete yardımcı olan IFOAM tarafından akredite edilmiştir. Bazı nihai pazarlar, ajansın o pazar alanındaki itibarına bağlı olarak belirli bir ajans tarafından onaylanmış ürünleri tercih edebilir (Granatstein, 2003).

Organik üretim yapmak isteyen müteşebbis öncelikle Kontrol ve/veya Sertifikasyon kuruluşuna dilekçe ile başvurur ve işletmesinden elde edeceği ürünlerin ekolojik olarak değerlendirebilmesi için gerekli çalışmanın yapılmasını talep eder. Kontrol kuruluşu müteşebbisten istediği çeşitli bilgi ve belgeler yardımıyla başvurunun organik üretim yapmaya uygun olup olmadığına karar verir ve bunu Organik Tarım Komitesine bildirir. Kontrol kuruluşu organik üretim yapmasını kabul ettiği ve sözleşme yaptığı müteşebbisi geçiş sürecine alır. Geçiş süreci tek yıllık bitkilerde 2, çok yıllık bitkilerde 3 yıldır. Tek yıllık kültürlerde ekim tarihi, çok yıllık kültürlerde hasat tarihi dikkate alınmaktadır. Kontrol kuruluşu koşullara göre süreyi %50 oranında uzatabilir veya kısaltabilir. Ürün Geçiş Süreci’nin tamamlanmasından sonra ‘Organik Ürün’ sertifikası almaktadır (Bilgin, 2008).

Organik meyve yetiştiriciliğine fidan aşamasından başlanması istenen bir durum olmasına rağmen, konvansiyonel üretim yapılan bahçelerin de organik üretime geçmesi mümkündür. Bunun için belirli bir geçiş süreci uygulanır. Yetkilendirilmiş kuruluş arazinin önceki yıllardaki kullanım durumu, yapılan uygulamalar, bölgedeki genel durum ve yetiştirilen ürünler, risk durumları, konu ile ilgili müteşebbis kayıtları ve raporlarının incelenmesi

neticesinde mevcut yönetmeliğe göre normalde 3 yıl olan geçiş sürecini uzatabilir ya da 24 aydan daha az olmamak şartı ile kısaltabilir (Atasay, 2011).

Organik tarım uygulamanın her aşaması kayıtlı ve belgeli olmalıdır. İşletmeye giren çıkan tüm girdilerin kaydı tutulmalı ve belgeleri saklanmalıdır. Üretim aşamasında, hasat, depolama, taşıma, pazarlama aşamasında yapılan işlemlerin ve kullanılan maddelerin bilgileri tutulmalı ve kaydedilmelidir (Kılıçaslan, 2015). Kontrol ve Sertifikasyon Kuruluşu Açısından Etiketlemede, Ürünün statüsü (Organik Üretim, Organik Tarıma Geçiş Süreci Ürünüdür), Kontrol kuruluşunun adı, Kontrol kuruluşunun kod numarası (TR – OTK - ...), Operatörün kod numarası, Kontrol kuruluşu logosu, Ürün sertifika numarası (yeni bir gelişme) (Kılıçaslan, 2015) yer almalıdır.

Organik olmayan ürünlerde tüketicinin aklını karıştıracak ve organik ürün izlenimi yaratacak bio, eko, org, eco vb. ifadeler kullanılamaz. Bu şekilde de haksız rekabetin önüne de geçilmiş olunur (Kılıçaslan, 2015).

Organik ürünlerde kullanılacak logo kriterleri son yönetmeliğe göre organik tarımsal ürün veya madde üreten ve satanlar; ambalajlarında yönetmelikte belirtilen logo örneklerini kullanmak zorundadırlar. Logolarda kullanılacak renkler; yeşil, mavi, siyah ve beyazdır. Bu logoları üzerinde bulundurmeyen ürünlerin, organik olarak iç pazara sunulması, reklam ve tanıtımlarının yapılması veya kısaltmalarıyla patent için başvurulması yasaktır. Geçiş süreci ürünlerinde organik ürün logosu kullanılmaz. İç pazara sunulan organik ürünlerde logo dili Türkçe olmalıdır. İthal edilen ürünlerde Türk Organik Ürün Logosu kullanılamaz. Logoların çapı 20 mm'den küçük 40 mm'den büyük olamaz. Verilen renkler dışındaki renkler ve tonlar kullanılamaz (Kılıçaslan, 2015).

4. ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE BAHÇE TESİSİ

4.1. Yer Seçimi

Organik meyveyi başarılı bir şekilde yetiştirmek için yerel çevresel faktörleri lehinize maksimize etmeniz gerekir. Bunu yapmanın bir yolu, hangi ürünü yetiştirmek istediğinize karar vermek ve ardından en uygun yeri seçmektir. Seçtiğimiz yerde; gübre olarak veya kompost yapımında kullanılacak malzemelere yakınlık (hayvan gübresi ve saman gibi), ulaşım ve pazarların mevcudiyeti, sertifikalı işleme tesislerinin mevcudiyeti dikkat etmemiz gereken konular arasındadır. Dikimden önce bir rüzgâr kıran oluşturulmalıdır. İyi tasarlanmış bir rüzgâr kıran genç bitkileri korur, biyolojik çeşitliliği artırır, yaban hayatı için yaşam alanı sağlar, toz seviyelerini azaltır ve yırtıcıları ve arıları teşvik eder. Kerestede kullanılacak ağaç türlerini dikmek çiftlik gelirini çeşitlendirip destekleyebilir. Oluşturduğumuz rüzgâr kıranların don cepleri oluşturulmasına dikkat edilmelidir (Neeson, 2008).

4.2. Çeşit Seçimi

Organik meyve bahçesi tesis ederken, yetiştirilmesi istenen türü, çeşidi ve anacı doğru ekolojide yetiştirmek oldukça önemlidir. Bunun yanında tesis edilecek arazinin toprak özellikleri ve sulama durumu da çeşit seçerken göz önünde bulundurulmalıdır (Kılıç ve Çalışkan, 2019). Organik meyve yetiştiriciliğinde yetiştirilmesi düşünülen çeşidin tüketici tercihlerine uygun ve ekonomik değerinin yüksek olmasına dikkat edilmelidir (Neeson, 2008; Kılıç ve Çalışkan, 2019; Altındal, 2021). Pazar talepleri ile sürdürülebilir üretim arasındaki en büyük ikilem, organik tarımda tercih edilen dirençli çeşitler, kısmen duyuşsal kalite ve çoğunlukla depolama yetenekleri açısından yetersizdir. Hem dirençli hem de pazar kriterlerini karşılayan yeni çeşitlerin piyasaya sürülmesi meyve yetiştiriciliğinde son derece pahalı ve uzun sürmektedir. Elmada çalışmalar yapılıyor ise de sert çekirdekli meyvelerde durum daha da kötüdür (Weibel, 2002). Organik yetiştiricilik yapılan alanlarda kimyasal mücadele mümkün olmadığı için çeşit tercihinin doğru yapılabilmesinde çeşitlerin hastalık ve zararlılara hassasiyeti de göz önünde bulundurulmalıdır (Neeson, 2008; Kılıç ve Çalışkan, 2019). Çeşit seçerken bölgedeki diğer yetiştiricilerle yerel çeşitlerin performans ve sorunları hakkında fikir alışverişinde bulunulmalıdır (Neeson, 2008). Seçilen çeşitlerin bölgesel performansları iklim ve toprak yapısından dolayı farklılık göstereceğinden, organik meyve yetiştiriciliğine başlamadan önce, özellikle yeni çeşitlerde, adaptasyon çalışmalarına öncelik verilmelidir.

Organik meyve yetiştiriciliğinde birden fazla çeşit ile bahçe kurularak, pazarlama riski en aza indirilebilir, ancak çok fazla çeşitle organik meyve yetiştiriciliği yapılmamalıdır (Kılıç ve Çalışkan, 2019).

Yumuşak ve sert çekirdekli meyve türlerinde organik yetiştiricilik için çeşit ve anaç seçimi oldukça önemlidir. Bu bakımdan elmada kara lekeye tolerans olan, armutta ateş yanıklığına, kirazda çatlamaya, erikte sharka virüsüne tolerant çeşitlerle organik yetiştiriciliğe başlanması başarılı bir yetiştiricilik için çok önemlidir. Bunun yanında, organik yetiştiricilikte hastalık ve zararlıların kontrolü ve mücadelesinde sağladığı avantajlar nedeniyle çeşidin taç büyümesini sınırlandıran bodur anaçlarla yetiştiricilik yapılmasının önemli avantajlar sağlayacaktır. Sonuç olarak ülkemizde bu meyve türlerinin organik olarak yetiştiriciliğinin yaygınlaşması için istenen türü, çeşidi ve anaçı doğru ekolojide yetiştirmek en önemli kriterler olarak görülmektedir (Kılıç ve Çalışkan, 2019).

4.3. Dikim Sistemleri

Konvansiyonel üretimde kullanılan dikim sistemler kullanılmaktadır. Kullanılacak olan dikim mesafeleri organik olarak yetiştirilmesi düşünülen meyve türüne göre belirlenmelidir. Burada anaca, çeşide ve arazi durumuna bağlı olarak dikim mesafeleri değişiklik gösterebilir.

4.4. Üretim Materyali

Bahçe tesisinde fidan en önemli materyaldir. Ülkemizde genellikle konvansiyonel fidan üretimi yapılmakta olup organik fidan yetiştiriciliği yok denecek kadar azdır (Şahin ve Atay, 2018). Organik meyve yetiştiriciliğinde kullanılacak fidan (tohum anaçlı ya da klon anaçlı), organik materyallerden elde edilmiş ve yönetmelik hükümlerine uygun olarak üretilmiş olmalıdır. Organik fidanın piyasada bulunmaması halinde, organik tarıma geçiş sürecindeki materyallerden, bunun da mümkün olmadığı durumlarda konvansiyonel üretim alanındaki materyallerin (anaç/çeşit) kullanımına izin verilir (Atasay, 2011). Çoğaltım materyali altyapısı kuruluncaya kadar konvansiyonel olarak üretilen fidanların kullanılmasına izin verilse de organik tohum, aşı kaleminin sağlanabileceği fidan üretimi altyapısının kurulması ve araştırılması gerekmektedir. Organik meyve yetiştiriciliği için üretim materyalinin organik olması durumunda geçiş süreci kısılacak hatta hiç uygulanmayacaktır. Geçiş sürecinin 1.5 yıl ile 4.5 yıl arasında olacağı düşünülünce, özellikle verime başlama süresi kısa olan meyve türleri

için organik fidan ile başlamak oldukça avantajlıdır (Şahin ve Atay, 2018). Organik tarımda Genetiği Değiştirilmiş Organizma'lı (GDO) çoğaltım materyalleri kullanılamaz (Atasay, 2011; Kılıçaslan, 2015; Şahin ve Atay, 2018).

Ülkemizde organik fidan üretiminde; "organik incir fidanı" üretilmesi amacıyla TÜBİTAK tarafından desteklenen "Organik Bitkisel Üretimde Değerlendirilmek Üzere Girdi Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi" isimli projenin altında "Organik İncir Fidanı Yetiştiriciliğinde Üretim Tekniklerinin Geliştirilmesi" isimli projede, ortam ve kompost denemesi (Ertan, 2021) ve organik kayısı fidanı yetiştiriciliğinde farklı ortamların fidan gelişimine etkisinin araştırıldığı (Şahin ve Atay, 2018) bilimsel çalışmalar bulunmaktadır.

4.5. Kültürel İşlemler

4.5.1. Toprak işleme: Organik meyve yetiştiriciliğinde toprağın iyileştirilmesinde, toprak içindeki canlıların korunması ve beslenmesi sağlanmalı, verimliliği doğal yollarla artırılmalı, toprak struktürünü iyileştirici ve humus miktarını artırıcı önlemler alınmalıdır. Toprağı koruyan, enerji tasarrufu sağlayan uygun aletlerle minimum toprak işleme yöntemleri kullanılmalı, pulluk yerine çizel gibi alet ve ekipmanlar tercih edilmelidir. Malçlama veya örtü bitkisi kullanımıyla yabancı ot yönetimiyle toprak işleme oranı azaltılmalı ve topraktaki mikroorganizma faaliyetinin korunması sağlanmalıdır. Ayrıca örtü bitkileri kullanımı erozyon kontrolü, su kaybının azaltılması ve faydalı böcekler için yaşam alanı oluşturmada da fayda sağlamaktadır (Ertan, 2021).

4.5.2. Budama: Budama meyve yetiştiriciliğinin en önemli kısımlarından biridir. Ağacın tüm vejetasyon periyodu göz önünde bulundurulduğunda dikim budaması, şekil budaması, verim budaması ve gençleştirme budamaları yapılmaktadır. Gelişimin ilk yıllarında yapılan ve ağacın ana iskeletini oluşturan, tüm yetiştiricilik dönemini etkileyen şekil budaması ile ekonomik verime yattıktan sonra yapılan verim budamaları dikkatli ve düzenli yapılmalıdır. Burada uygulanacak temel prensipler konvansiyonel tarımda yapılan uygulamalar ile aynıdır.

Budama amacı, ağaca şeklini vererek en kısa sürede meyveye yatmasını sağlamak ve ağacın tam verim çağında geçireceği süreyi mümkün olduğu kadar uzun tutmaktır. Organik yetiştiricilikte buna ek olarak ağaçların içerisinde hava sirkülasyonunun daha iyi olmasını sağlamaktır (Altındal, 2021). Çünkü organik yetiştiricilikte hastalıklarla mücadelenin en etken

yolu başında bulaşmayı önlemektir. Budama ile oluşturulan iyi bir hava sirkülasyonu mantari hastalıkların gelişimi ve yayılmasını önemli ölçüde azaltacaktır.

Budamada dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri de budama aletlerinin dezenfeksiyonudur. Budama yapıldıktan sonra yara dokuları kimyasal madde içermeyen aşı macunları (bal mumu) ile kapatılmalıdır (Altındal, 2021).

4.5.3. Meyve seyreltme: Periyodisiteyi azaltmak, meyve kalitesini arttırmak için organik meyve yetiştiriciliğinde en uygun meyve seyreltme yöntemi elle seyreltmedir. Ancak elle seyreltmede iş gücü nedeniyle masraflar artmaktadır. Weibel (2002)' e göre meyve seyreltme için ha 70 ila 120 ve bazen daha da fazla çalışma saati harcamaktadır. Sentetik meyve seyrelticilerin yokluğunda, yüksek kaliteli ve düzenli meyve verimi elde etmek için erken seyreltme (çiçekler) organik tarımda büyük bir endişe kaynağıdır. Şu an için sentetik meyve seyrelticilere en iyi alternatifler %2'lik iki veya üç kireç sülfür uygulamasıdır (Weibel, 2002).

4.5.4. Sulama: Organik meyve yetiştiriciliğinde sulama yöntemi hakkında yönetmelikte bir kısıtlama getirilmemiştir. Ancak seçeceğimiz yöntemin organik tarım prensiplilerine uygun, sürdürülebilirliği destekleyen, su kaynaklarını koruyan ve en etkin sulamayı sağlayan yöntem olmasına dikkat etmeliyiz.

Organik yetiştiricilikte damla sulama en uygun yöntemdir. Damla sulama yöntemi büyük ölçüde su tasarrufu sağlamanın yanında, bitki verilen sudan etkin bir şekilde faydalanmakta, yabancı ot kontrolünde, bazı hastalıkların oluşumunu önleme de veya azaltmada, işçilikten tasarruf sağlamaktadır (Altındal, 2021). Organik Tarım Yönetmeliği'nde sulama suyu olarak şehir ve sanayi atıkları ile drenaj sisteminden elde edilen suların sulama amaçlı kullanılmayacağı, kullanılacaksa suya yetkilendirilmiş kuruluşun kontroller yaparak izin vermesi sonucunda kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Sulama suyu çevre kirliliğine, toprak yapısında bozulmaya ve erozyona yol açmamalıdır (Atasay, 2011; Altındal, 2021).

4.5.5. Bitki besleme: Organik yetiştiricilikte amaç, fiziksel ve kimyasal özellikleri bozuk olan toprakları düzeltmek ve özellikleri iyi olan toprakları korumaktır. Toprak özelliklerinin durumunu belirlemek ve uygun bir besleme yapabilmek için mutlaka toprak analizi yapılmalı, sezon ortasında da yaprak analizleri ile bitkideki besin elementlerinin yeterlilik durumları kontrol edilmelidir (Altındal, 2021). Geleneksel tarımda kullanılan,

kimyasal bitki besleme ürünlerinin, organik yetiştiricilikte kullanılmaması, organik üretimde, bitki beslemeyi daha da önemli hale getirmektedir. Organik tarımda kullanılan organik gübre ve bitkisel atıklar gibi materyaller toprakların fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerini iyileştirerek, toprağa besin elementlerini sağlamaktadır (Atay vd., 2014). Organik olarak yönetilen topraklarda, geleneksel olarak yönetilen topraklardan daha fazla biyolojik aktivite bulunur. Organik oluşum, topraktaki organik madde içeriğini artırır, artan su tutma kapasitesi, uygun gaz değişimi için gözeneklilik ve toprak erozyonu riskini azaltan azaltılmış kütle yoğunluğu gibi toprağın fiziksel özelliklerinde değerli değişikliklere neden olur. Zirai kimyasalların ve inorganik gübrelerin kullanımını sınırlayarak doğrudan çevreyi ve mevcut biyoçeşitliliği etkiler. Organik çiftlikler, birim arazi başına geleneksel çiftliklere kıyasla %10-70 daha az enerji ve %39'a kadar daha düşük sera gazı emisyonu, %14-31'e kadar nitroz oksit kullanır (Kumar vd., 2022). Organik tarım sisteminde toprak ve bitki besin maddelerinin sağlanmasında, çiftlik gübresi, kompost, yeşil gübreleme ve organik tarım yönetmeliğinde izin verilen gübreler, toprak ve bitki düzenleyiciler konvansiyonel yetiştiricilikte kullanılan gübrelere alternatif olarak kullanılabilir (Altındal, 2021).

Yenilenebilir ve lokal atıklardan veya yan ürünlerden yapılmış kompost veya solucan kompostu ile ilgili tek başına torf ikamesi olarak ya da bir karışımın parçası olarak kullanımına yönelik pek çok araştırma yapılmıştır. Genelde yetiştirme ortamına düşük oranlarda (%25- 50) kompost uygun bulunmuştur (Tüzel vd., 2021). Kompost için, genetiği değiştirilmemiş uygun bitki bazlı preparatlar veya mikroorganizma preparatları (Atasay, 2011), hayvansal gübreler kompost yapılarak kullanılabilir. Tarımsal kaynaklı azotun su kirliliğine neden olmasını önlemek amacıyla, dışarıdan sağlanan hayvansal gübre 170 kg N/ha/yıl oranını aşmamalıdır. Kanatlı hayvan gübreleri dekompoze süreci dolup analiz raporları ile kalıntı içermediği belgelendiği durumda kullanılmalıdır (Atasay, 2011; Kılıçaslan, 2015; Ertan, 2021).

Organik tarımda fosfor ve potasyum zenginleştirilmesi kaya fosfatı ve potasyum sülfat ile yapılır. Doğal kayaçların kullanımı ile bazı makro ve mikro besinleri elementleri çözünür forma dönüştürüldüğünden, fidelerde yaş ve kuru ağırlık artışı ortaya çıkar. Kompost yapımında kaya fosfatı ilavesinin kompost oluşumunu hızlandırdığı ve bazı mikroorganizmaların (*Pseudomonas putida* gibi) ilave edildiğinde kompost oluşumu sırasında kullanılabilir fosforun arttırılabileceği belirtilmiştir. Gübrelerin etkinliği, besin maddelerinin çözünürlüğünü hızlandırabilecek yararlı mikroorganizmaların ilavesi ile arttırılabilir (Tüzel vd, 2021). Kalsiyum (Ca), Çinko (Zn) ve Bor (B) için organik çiftlikler için onaylanmış, çinko

sülfat, sulubor, alçıtaşı, kireç ve şelatlı besinler, kireç taşı, tebeşir, magnezyum kayacı, kalkerli magnezyum kayacı (dolamit), magnezyum sülfat (epson tuzu), kalsiyum sülfat (jips), kükürt (kontrol organınca tanınmış), kaya unu, kil (Bentonit, perlit), deniz yosunu, kaya fosfatı ve diğer toprak mineralleri kullanılabilir (Bilgin, 2008; Granatstein, 2003; Neeson, 2008). Balık veya hayvan işlemeden kaynaklanan atık ürünler (kemik ve balık unu), deniz yosunu veya deniz yosunu unu, talaş, ağaç kabuğu ve odun atıkları, bazik cüruf (ağır metaller için kalıntı testinden sonra), tahta külü doğrudan toprağa veya kompost yığınlarına eklenebilir (Bilgin, 2008; Neeson, 2008). Nöbetleşe ekimde baklagillere ve derin köklü bitkilere ağırlık verilmeli (Ertan, 2021) özellikle baklagiller ile yeşil gübreleme yapılarak toprak azot döngüsü sağlanmalıdır (Atay vd., 2014; Kılıçaslan, 2015).

Bitki kök bölgesi, bitki büyümesini olumlu veya olumsuz etkileyen ya da görünür bir etkisi olmayan mikroorganizmalar barındırmaktadır. Mikroorganizmalar ve kökler arasındaki etkileşim bitki gelişimini ve verimini etkilemektedir. Günümüzde özellikle gübre ve pestisit kullanımını azaltmak amacıyla faydalı mikroorganizmaların inokülasyonu tarımda önem kazanmıştır. Başlıca olumlu etkiler şu şekilde sıralanmaktadır: Hastalık baskılanması (biyokontrol), Besin elementlerinin etkinliğinin artırılması (biyofertilizasyon), Bitki hormonlarının üretimidir (Tüzel vd., 2021).

Organik bitkisel üretim yapılacak alanlarda, belirtilen önlemlere rağmen yeterli toprak verimliliği ve biyolojik aktivitenin sağlanamaması halinde, ilgili yönetmeliğin Ek-1'inde yer alan Organik Tarımda Kullanılacak Gübreler, Toprak İyileştiriciler ve Besin Maddeleri kullanılabilir. Bu durumda ürün kullanılmasının gerekli olduğuna dair kayıtların müteşebbis tarafından tutulması gerekmektedir (Atasay, 2011; Kılıçaslan, 2015; Ertan, 2021).

4.5.6. Hastalık ve zararlı yönetimi: Meyve bahçelerinde hastalık ve zararlı yönetimi önemli çevresel yüklerdendir (Cerutti vd., 2011). Organik tarımda zararlılara karşı uygulanan mücadele yöntemleri, Kültürel, Fiziksel-Mekanik ve Biyolojik olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır (Kılıçaslan, 2015; Ertan, 2021; Altun Aksu, 2022; Sannidi vd., 2022).

Organik yetiştiricilikte bitki koruma mücadelesi yapmadan önce dikkat edilecek husus gerekli kültürel tedbirleri almaktır. Öncelikli olarak bahçe sağlıklı bir arazide kurulmalı, hastalık ve zararlılara dirençli anaç ve çeşit ile elde edilmiş sağlıklı sertifikalı fidan kullanılmalıdır. İyi ve dengeli besleme yapılarak bitkinin ihtiyacı olan kadar sulama yapılarak

bitki dayanımı arttırılmalıdır. Hastalık ve zararlıların konukçusu olan yabancı ot kontrolü dikkatli yapılmalıdır. Budama yapılan aletlerin dezenfeksiyonuna dikkat edilmeli, hastalıklı bitki ve bitki artıkları bahçeden uzaklaştırılmalı (Altındal, 2021; Altun Aksu, 2022; Sannidi vd., 2022), bitki içinde havalanmayı sağlayacak şekilde budama yapılmalıdır. Herhangi bir sebepten dolayı meyve dökümü yaşanmışsa, meyveler tamamen toplanarak imha edilmelidir. Bahçe çevresinde konukçuluk yapmayacak bitkiler dikilmeli ve özellikle büyük bahçelerde belli aralıklarla işlenmeyen doğal şeritler bırakılmalıdır. Bu doğal alanlar faydalı canlılar için yaşam ve konaklama alanı olarak görev yapmaktadırlar. Don zararına ve güneş yanıklıklarına karşı fidan gövdelerinin sarılmasıdır (Ertan, 2021).

Organik tarımda zararlılara karşı uygulanan fiziksel yöntemler arasında: Yüksek ve düşük sıcak hava uygulaması, su altında bırakma, radyasyon uygulama ve karbondioksit (CO₂), oksijen (O₂) ve azot (N) gazlarını değişik oranlarda uygulama gibi yöntemleri bulunmaktadır. Mekaniksel Mücadele: ezme, toplama, engelleme, tuzaklardan yararlanma, Uzaklaştırıcılar (Repellents), Tuzak Bitkileri, Fiziksel Etkileyiciler (ses ve ışık): tuzaklar (Koku (Feromon) Tuzakları, ışık tuzakları, su tuzakları, besin tuzakları, görsel tuzaklar) (Altun Aksu, 2022; Ertan, 2021; Sannidi vd., 2022) sayılabilir.

Organik tarımda zararlılara karşı uygulanan biyolojik mücadele yöntemleri şu şekilde sıralanmaktadır: Mevcut Doğal Düşmanların Korunması ve Etkinliklerinin Artırılması, Doğal Düşman Popülasyonunun Çoğaltılması ve Desteklenmesi, Yeni Doğal Düşmanların İthalı (Altun Aksu, 2022; Ertan, 2021; Sannidi vd., 2022)'dir.

Seçtiğiniz haşere yönetimi stratejileri ne olursa olsun, haşerenin yaşam döngüsü ve alışkanlıkları hakkında ne kadar çok bilgi ediniyorsanız o kadar iyidir (Neeson, 2008). Organik tarımda farklı stratejiler uygulanır ve yaklaşım, zararlıları kendi yaşam döngüleri ve doğal düşmanları olan doğal organizmalar olarak kabul etmektir. Yaşam döngüsünün belirli dönemlerine müdahale ederek (örneğin çiftleşmeyi bozmak) veya doğal zararlı düşmanlarını destekleyerek, daha az kaynak tüketimi ile meyve kalitesinde iyileştirmeler elde etmek mümkündür (Cerutti vd., 2011).

Bitki koruma, hayvancılık, gübreleme ve gıda işleme için izin verilen girdi maddeleriyle ilgili olarak, her AB ülkesi, 2092/91 sayılı AB yönetmeliğinin yanı sıra kendi ulusal yasalarını ve kayıt kurallarını uygulamaktadır. AB veya ulusal mevzuat dışında, her özel etiket kuruluşu

daha da fazla kısıtlama getirebilir, ancak daha azını getiremez (Weibel, 2002). Organik tarımda kullanımı yasaklanan bazı maddeler şunlardır: Sentetik kimyasal gübreler, sentetik kimyasal ilaçlar (sentetik böcek (pestisitler), sinek (insektisit) öldürücüler, yabancı ot ilaçları (herbisitler), mantar (fungusit öldürücüler), depoda koruyuculuğu arttıran ve hasattan sonra olgunlaşmayı teşvik eden sentetik kimyasal maddeler, bitki ve hayvan yetiştirmede hormonlar ve büyüme düzenleyici maddeler (Bilgin, 2008; Demiryürek 2016).

Organik tarım hiç ilaç kullanılmadan yapılan bir tarım değildir. 18 Aralık 1994 tarih, 22145 sayılı Resmî gazetede yayınlanan yönetmelikte de ifade edildiği gibi, organik olarak üretilmiş ürünlerin işlenmesi ve hazırlanması sırasında kullanılacak maddeler yanında, tarımsal üretimde zararlı ve hastalık kontrolünde kullanılacak ürünler belirtilmiştir. Buna göre; Bitki zararlı ve hastalıkların kontrolünde kullanılacak ürünler: *Chrysanthemum cinerariaefolium*'dan ekstrakte edilen muhtemelen bir sinerjist ihtiva eden phyrethrins esaslı preparatlar, *Derris elliptica*'dan elde edilen preparatlar, *Quassia amara*'dan elde edilen preparatlar, *Ryania speciosa*'dan elde edilen preparatlar, balmumu, diatoma (*Diatomaceous*) toprağı, kaya tozu (unu), tuzaklarda kullanılmak koşulu ile tüksek hayvan türlerini dirençli yapan ve metal dehyte esaslı preparatlar, kükürt, bordo bulamacı, burgundy bulamacı (karışımı), sodyum silikat, sodyum bikarbonat, potasyum 15 sabunu (arap sabunu), pheromone preparatları, *Bacillus thuringiensis* preparatları, granüler yapıdaki virüs preparatları, bitki ve hayvan yağları, parafin yağları, Azadirachtin, Pyrethrum, mineral yağlar, balmumu, gül yağı, kekik yağı, at kuyruğu (Bilgin, 2008; Altun Aksu, 2022) vb. ürünler sayılabilir. İlaçlama yapılması gerekir ise, doğru ilaç, doğru zaman, doğru doz ve doğru teknik göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. İlaçlama yapılmadan önce mutlaka yönetmelik iyice incelenmelidir. Eklerde tanımlanan ilaçlar kullanılmalı ve bunların dışında hiçbir ilaç kullanılmamalıdır (Kılıçaslan, 2015).

Organik meyve yetiştiriciliğinde kemirgen kontrol stratejileri arasında ağaç gövdesini korumak, tuzak kurmak, baykuşlar, çakallar ve yılanlar gibi yırtıcıları teşvik etmek yer alır. Birkaç yetiştirici, sonbaharda, kar altında kemirgenler için tercih edilen yiyecek görevi gören dalları bırakmak için erken budama yaparlar (Granatstein, 2003). Organik kemirgen öldürücüler mevcut olmadığından, organik yetiştiriciler genellikle tuzaklar ve/veya özel CO₂ aspiratörlerini fare kontrolünde kullanırlar (Weibel, 2002).

Kuzeybatı Pasifik'teki elma bahçelerinin geleneksel ana zararlısı Morina güvesinin organik mücadelesinde, ağaçları oluklu mukavva ile bantlamak (banttaki larvaları ve yumurtaları çıkarın ve yok edin); siyah ışık tuzakları (bazı yetiştiriciler için etkilidir); kovucular (biber gazı, sarımsak spreyi); geceleri havai sulama (güve uçuşunu bozmak için); balık yağı ve diğer yaz yağları önerilmiştir (Granatstein, 2003).

Hastalıklar özellikle kuru bölgelerde organik meyve üretimini ciddi şekilde sınırlayan bir faktör değilken nemli bölgelerde, pazarlanabilir bir ürün üretmek için yeterince kontrol edilemeyen hastalık nedeniyle organik üretim imkânsız olabilir. Hastalıklarla mücadelede en önemli konu hava hareketinin sağlanmasıdır. Bunun için çok iyi budama sistemi uygulanmalıdır. Hastalık oluşumunu engellemek için kükürt (S), kalsiyum (Ca) spreyleri, sabun ve yosun uygulamaları yapılabilir (Granatstein, 2003).

4.5.7. Yabancı ot kontrolü: Yabancı otlar özellikle ağaçların ilk dikildiği yıllarda ve bodur ağaçlarda daha çok sorun oluşturmaktadır. Yetiştiricilik sezonunda özellikle bahar aylarında yabancı ot popülasyonunda artışlar olmaktadır. Yabancı otlarla erken dönemde mücadeleye başlanır ise daha etkin sonuç alınmaktadır. Yabancı otlar ile mücadele edilmez ise, ana bitkimiz ile besin ve su rekabetine girer, zararlılar için konukçuluk eder, hava sirkülasyonunu önleyerek hastalıkların artmasına zemin hazırlar.

Organik meyve üretimi, geleneksel sistemlerden daha fazla emek gerektirir. Bazı yetiştiriciler, yabancı ot kontrolü için geleneksel sistemlere göre iki kat daha fazla iş gücü gerektiğini (Granatstein, 2003; Uygur ve Lanini, 2006), yabancı ot şeritlerinin mekanik olarak işlenmesi durumunda makine maliyetinin arttığını bunun yanında ağaçların etrafında kalan yabancı otları temizlemek için elle çapalama için hektar başına 30-40 ek saat gerektiğini bildirmişlerdir (Weibel, 2002).

Yabancı ot mücadelesi dört ana grup altında toplanır. Bunlar kültürel uygulamalar ile mekanik, fiziksel ve biyolojik mücadele yöntemleri uygulamalarıdır. Kültürel yöntemlerden sulama yönetimi en önemli yabancı ot mücadele yöntemlerinden biri olarak organik tarımda ortaya çıkmaktadır. Doğru sulama şekli ve miktarı yabancı otları azaltırken, yanlış uygulamalar agro-ekosistemdeki biyolojik zenginliği olumsuz etkileyerek bir veya birkaç yabancı ot türünün ortama hâkim olarak, kültür bitkilerine çok büyük zararlar vermesine ve mücadelesinin hemen, hemen imkânsız hale gelerek, organik tarımdan vazgeçilmesine neden

olmaktadır. Yine kültürel uygulamalar içerisinde bitki rotasyonu, allelopatik etkili çeşitler ve gölgelendirme özelliği bulunan kültür bitkileriyle zenginleştirildiğinde, yabancı ot oluşumu önemli ölçüde etkilemektedir. Topraktaki yabancı ot tohum miktarının azaltılması, tamamen bulaşmanın engellenmesi ve kültürel önlemlerle mümkün olmaktadır. Bu nedenle tarla hazırlığı yöntemleri ve tohum yatağına müdahale şekli organik tarımda yabancı ot mücadelesi açısından çok önemlidir (Uygur ve Lanini, 2006).

Mekanik aletlerle yabancı ot mücadelesi organik tarımda son derece önemli olup, organik tarımın son yıllarda önem kazanmasından sonra tüm dünyada mekanik mücadelede büyük bir değişim yaşanmaktadır. Çok yeni aletler hızla kullanıma sokulmakta, bu aletlerden tırmık çeşitleri, duyarlı toprak işleme makineleri ile yabancı otları fırçalama ve yeni tip biçme aletleri son yıllarda hızla geliştirilmiş ve organik tarımda yabancı ot mücadele yöntemleri olarak kullanılmaktadır (Uygur ve Lanini, 2006).

Fiziksel mücadele yöntemlerinden, en yaygın olanı ağaç aralarını malçlamaktır. Yetiştiriciler saman, talaş, parçalanmış kâğıt ve peyzaj atıklarını malç olarak kullanmaktadırlar. Malçlar, yabancı otları kontrol etmenin yanı sıra organik madde ekler ve topraktaki nemi ve aşırı sıcaklıkları tamponlar. Bu uygulamada emek yoğunudur, tam kontrol sağlamayabilir ve kemirgen sorunlarına yol açabilir (Granatstein, 2003). Yabancı ot kontrolünde yeni malçlama materyalleri, termal yabancı ot mücadelesinde kullanılan solarizasyon materyalleri, UV ve mikro dalga aletleri, yeni bulunan alevleme makineleri, sıcak su kullanan termal makineler organik yabancı ot mücadelesindeki yerlerini almaktadırlar (Granatstein, 2003, Uygur ve Lanini, 2006; Neeson, 2008).

Biyolojik mücadele uzun vadede en etkili kontrol yöntemidir. A.B.D. de bugün onlarca yararlı böcek, nematod ve fungus yabancı ot mücadelesinde başarıyla kullanılmakta ve bu biyolojik mücadele ajanları üretilerek tüm dünyaya satılmaktadır. Kalıntı bırakmayan ve çok hızlı parçalanan mısır gluten unu, herbisidal sabunlar, organik sitrik asit, asetik asit ve diğer bitkisel asitler ile uçucu ve bitkisel yağlar gibi etkili maddeleri bulunan herbisitler organik tarımda hızla kullanım alanı bulmaktadır. Tüm bu yöntemleri kullanırken nelere dikkat edilmesi gerektiği, yanlış kullanıldığı zaman ortaya çıkacak olan yan etkilerin bilinmesi, organik tarımın devamlılığı açısından hayati öneme sahiptir (Uygur ve Lanini, 2006).

Organik yabancı ot mücadele uygulamalarının en önemli yan etkileri; erozyonun artırılması, topraktaki organik madde dekompozisyonunun hızlandırılması, toprak yapısının bozularak topraktaki mikroflora ve faunanın zarar görmesi, toprak sıkışmasının ve pulluk tabanı oluşumunun artması, yangın tehlikesinin ortaya çıkması, yararlı türlerin kaybolması ile kültür bitkilerinde fitotoksik zarar symptomlarının oluşması en sık görülen yan etkilerdir (Uygur ve Lanini, 2006).

Meyve bahçesi kurulduktan sonra ağaç sıraları arasında çok yıllık bir yer örtücü oluşturulabilir (Granatstein, 2003). Ancak seçtiğimiz yer örtücünün ana mahsulün zararlılarına ev sahipliği yapmamasına ve besin ve su için ana mahsulle rekabet etmemesine dikkat edilmelidir. Yer örtücü olarak hem yabancı ot kontrolü hem de toprağa azot kaynağı olması için baklagiller tercih edilmektedir. Her yabancı ot ekolojik bir niş işgal eder ve bu niş içinde bir rolü vardır. Örneğin, derin köklü türler, besinleri toprak profiline derinliklerinden geri dönüştürerek onları sığ köklü türler için kullanılabilir hale getirmektedir. Ayrıca faydalı böcekler için yaşam alanı sağlayabilir (Neeson, 2008).

4.5.8. Derim, Ambalajlama ve Muhafaza: Organik meyvenin tarladan tüketiciye kadar statusünü koruması gerektiğinden, depolama ve paketleme işlemleri organik standartları karşılamalıdır (Granatstein, 2003). Ülkemizde “Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmeliğin İkinci bölüm madde 13’te organik olarak üretilen bitkisel ürünlerde derimin şekli tanımlanarak derimde kullanılan teknik araç ve gereçlerin ekolojik tahribat ve kirlilik oluşturmaması, elle toplama materyallerinin ürünün organikliğini bozmayacak yapıda olması, toplama materyallerinin hijyenik olması gerektiği belirtilmiştir (Güneş vd., 2015). Üreticiler konvansiyonel ürünlerle olası karışma ve değişmelere karşı gerekli önlemleri almakla yükümlüdür. Organik ürünlerin tanımlanmasını sağlamaları durumunda, organik olan ve olmayan ürünleri aynı zamanda hasat edebilir (Güneş vd., 2015; Atasay, 2011). Uluslararası Organik Tarım Federasyonu’na göre organik ürünlerin derim ve derim sonrası işlemleri, konvansiyonel ürünlerle birlikte yapılmamalıdır (Güneş vd., 2015). Geçmişte, organik meyve hacmi küçükken organik partiler, geç sezon pazarları için geleneksel meyvelerle birlikte depolanmış ve bu da kontamine olma riskini arttırmıştır (Granatstein, 2003). Müteşebbis ürünlerin hasat günleri, saatleri, devreleri, kabul tarih ve zaman bilgilerine ait kayıtları tutmak ve yetkilendirilmiş kuruluşa vermekle yükümlüdür (Atasay, 2011). Depo alanlarının temizlenmesinde ve depolama sırasında haşerelerin kontrolü amacıyla pestisit kullanılamaz. Depolama alanları veya taşıma kapları içinde haşere kontrol önlemleri için fiziksel tuzaklar

veya ses, ultra-ses, ultra-viyole ışık, feromon ve statik tuzaklar gibi uygulamalar kullanılabilir (Güneş vd., 2015).

Organik meyvelerin ambalajlanma, etiketlenme ve işaretlenmesi 16/11/1997 tarih ve 3172 sayılı “Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği” ve ilgili mevzuat hükümlerine uygun olmalıdır. Ambalaj malzemesi, ürünün organik özelliğini bozmayacak nitelikte olmalı, organik ürün logosu kullanılmalı, etikette üretim yeri, üretici, derim tarihi ve son kullanma tarihi vb. yer almalıdır. Söz konusu ambalajlar pamuk veya keten bez torbalar, cam, kâğıt, tahta veya odundan üretilmiş malzemeler, mısır veya benzeri liflerle üretilmiş hasır ve benzeri malzemeler ile özel olarak üretilmiş uygun organik kaplama maddeleri ve malzemelerden yapılmalıdır (Güneş vd., 2015). Ambalajlamada PVC kullanımı yasaktır, laminat ve alüminyumdan kaçınılmalıdır. Ekolojik olarak sağlam, biyobozunur ambalaj malzemesi kullanılmalıdır (Sannidi vd., 2022). Organik ürünlerde, yüksek sıcaklık uygulamaları, ön soğutma, normal atmosferli ve kontrollü atmosferli depolama ile modifiye atmosferli paketlemeye izin verilir (Güneş vd., 2015). İşleme sırasında ışınlamaya izin verilmez (Sannidi vd., 2022).

ABD Çevre Koruma Kurumu (EPA) organik meyvelerde derim sonrası aşamalarda bazı biyopestisitler ile büyümeyi düzenleyicilerin kullanımını onaylamıştır. Örneğin etilen, muz ve armut gibi meyve türlerinde olgunlaştırma, organik olarak üretilen turunçgillerde ise sarartma amacıyla, özellikle elma muhafazasında yaygın olarak kullanılan 1-metilsiklopropen de etilen engelleyicisi olarak kullanılabilir. Elma, turunçgiller ve avokado gibi türlerde, derim sonrası işleme sırasında vaksılama yapılır. ABD'nin Ulusal Organik Programı'na (NOP) göre, organik meyvelerde kullanılacak vaksın, organik sertifikasyonda yasaklanmış hiçbir sentetik madde, koruyucu ya da fungusit ile petrol bazlı katkı maddesi içermemesi gerekir. Bu ürünlerin vaksınlanmasında balmumu, çam reçinesi ve karnauba (palmiye ağacı yapraklarından elde edilen yeşilimsi vaks) kullanılabilir ve bu bileşiklerin emülsiyon haline getirilmesi için sebze yağı, sebze bazlı yağ asitleri ve etil alkol gibi bileşiklerin kullanımına izin verilir. Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu'nun düzenlemelerinde ise vaks olarak balmumu ve karnauba izin verilmiştir (Güneş vd., 2015). Organik kuru incir yetiştiriciliğinde, ürünü depolama sırasında incir kurdu kebeği veya diğer incir zararlılarına karşı kalite kayıplarını engelleyebilmek için; kuru İncirin -35°C'de dondurularak şoklanması ve CO₂ uygulama çadırı kullanılması (Ertan, 2021) önerilmektedir.

Yapılan çalışmalara göre organik ürünler konvansiyonel ürünlerden bazen düşük bazen de daha yüksek seviyelerde mikotoksin içermektedir. Organik retimde fungusit kullanımının yasak olması organik ürünleri mikotoksin kontaminasyonu açısından daha riskli hale getirmektedir. 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 (rkek ve şengül, 2022).

5. ORGANİK MEYVE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Organik tarım yetiştiriciliğinde yaşanan sorunları incelediğimizde; çeşit seçimi, hastalık ve zararlılarla mücadelede organik bitki koruma önlemlerinin yetersiz olması, yabancı ot kontrolünün yetersiz ve pahalı olması, meyve seyreltmede yaşanan sorunlar (Weibel, 2002), bitki beslemede yaşanan sorunlar nedeniyle verim kayıplarının olması (Weibel, 2002; Karabaş ve Gürler, 2011;), arazilerin çok küçük parçalı ve birbirine yakın olması nedeniyle organik üretim yapan bir işletmenin çevrede üretim yapan diğer klasik işletmelerde kullanılan kimyasallardan etkilenme riski (Gündüz ve Kaya, 2007; Kılıçaslan, 2015), organik tarım hakkında bilgi sahibi olmama ve organik tarımla ilgili teknik bilgiye ulaşma konusunda sorun yaşanması (Karabaş ve Gürler, 2011), üretim sürecine geçmek için çok fazla bürokratik işlemin olması (Karataş vd. 2019), sertifikasyon maliyetlerinin yüksek olması ve üreticilerin gelir düzeylerinin düşük olması sebebiyle üreticiler kendi sertifikalarını elde edememeleri, tüketicilerin organik tarım ürünlerine karşı güven eksikliğinin olması (Kılıçaslan, 2015), organik meyve yetiştiriciliği alanında yapılan çalışmaların yetersiz kalması (Weibel, 2002; Gündüz ve Kaya, 2007) gibi başlıca sorunları bulunmaktadır.

Son yıllarda organik tarımda en çok dile getirilen sorun, organik üretimde kullanılan hayvan gübrelerinin oluşturduğu sağlık sorunları ile yeterli kimyasal mücadele yapılmadığında organik üretimde sıkça ortaya çıkan aflatoksin ve benzeri mikotoksinler sağlık risklerine neden olduğudur (Kılıçaslan, 2015; Sharma vd., 2022). Birkaç bilimsel çalışma, organik gıda alımı ile artan bir risk olmadığını ortaya koymasına rağmen, organik gıda, gıda kaynaklı birçok hastalık salgını ile ilişkilendirilmiştir. Organik tarımın gelişmesini sınırlandıran bir diğer konu ise; organik tarımın tüm dünyayı besleme potansiyeline sahip olup olmadığıdır (Sharma vd., 2022). Günden güne artan nüfusun beslenmesinde organik tarımın yetersiz kalacağı öne sürülmektedir.

Meyve yetiştiricilerinin organik tarıma geçmesini engelleyen en önemli konuların başında verim düşüklüğü gelmektedir. Organik ürün üreticilerine maddi destek verilerek organik ürün üretimine geçiş arttırılmalıdır (Adanacıoğlu vd. 2012; Bilgin vd., 2019; Merdan, 2019a; Türkan ve Gürçam, 2020; Konu Kadirhanoğulları vd., 2022). Türkiye’de organik tarım işi ile uğraşan üreticilerin yararlanabileceği destekler: Faiz indirimli tarımsal destekler (kredi); doğrudan gelir desteği, Hazine arazisi kiralama; çevre amaçlı tarımsal arazilerin korunmasına yönelik destekler; iyi tarım uygulamaları ve toprak analizi yaptırılmasına ilişkin destekler

(Türkan ve Gürçam, 2020)'dir. Ancak yapılan teşvikler yetersiz kalmakta (Karabaş ve Gürler, 2011), özellikle son yıllarda artan girdi maliyetleri de dikkate alındığında, organik tarım uygulamalarına verilen desteklerin revize edilmesi gerekmektedir (Kılıç vd., 2021). Devlet, üreticilerin sertifikasyon maliyetlerini kısmen veya tamamen desteklemek üzere organik tarımın gelişimini sağlamalıdır (Kılıçaslan, 2015).

Organik tarım sisteminde yetiştirilen ürünlerin pazarlanması özellikle iç piyasa için yeni ve belirsiz bir konudur (Gündüz ve Kaya, 2007). Organik tarım yapan üreticilerin; pazar yeri sıkıntısı bulunmaktadır. Yerel yönetimlerin pazar yeri temini konusunda üreticilere destek olması (Karabaş ve Gürler, 2011) ve organik ürün pazarlarının sayısı artırılmalıdır. Ayrıca bugüne değin sadece ihracat açısından kontrolü gereken organik ürünlerin, iç pazar için olan üretim ve pazarlama gibi standartları ülkemizin gerçeklerine uygun olarak belirlenmelidir. İnsan sağlığının yanında ve küçük çiftçilerin gelirlerinin yükselmesine, tarım işletmelerinde istihdamın artırılmasına katkısı olan organik üretimin sözleşmeli çiftçilik modeli ile gerçekleştirilmesine hız verilmelidir (Gündüz ve Kaya, 2007).

Organik tarımın ekonomik sürdürülebilirliği doğrudan tüketicilerin davranışlarına bağlıdır. Bu nedenle, güçlü çevre ve beslenme eğitime sahip tüketici bilincinin oluşturulması kritik öneme sahiptir (Adanacıoğlu vd. 2012; Fortea vd., 2022). Bilgi düzeylerinin artması tüketicilerin organik ürünlere olan taleplerini artırabilir. Organik ürünler hakkında yapılan reklamlar artırarak, sosyal medya daha etkin kullanılarak tüketicilerin organik ürünler hakkında bilgi sahibi olabilmeleri, tüketici tercihleri üzerinde etkili olabilir ve kolaylıkla organik ürünlere ulaşabilmeleri sağlanabilir (Konu Kadirhanoğulları vd., 2022). Organik ürünlerin tercihini sınırlandıran diğer konu organik ürünlerin çok yüksek fiyatlı olmasıdır. Ne yazık ki birçok kişi bu ürünleri elde etmenin zor ve nispeten pahalı olduğunu düşünmektedir (Kılıçaslan, 2015; Pawlak ve Wróblewska, 2022). Türkiye'de organik üretici sayısı sürekli artış göstermekle birlikte sayıca yetersiz olması fiyat artışına neden olmakta, bu da iç tüketimi azaltmaktadır (Merdan, 2019b). Organik ürün fiyatlarında indirim sağlanması daha çok tüketiciye ulaşılabilirliği sağlayacaktır (Konu Kadirhanoğulları vd., 2022). Yalnızca ham ürün olarak değerlendirilen organik ürünler, günümüzde işlenerek katma değeri artırılmış ürün şeklinde piyasaya sunulmaktadır (Kılıçaslan, 2015; Ilgar, 2017). Buda organik tarımın gelişimini desteklemektedir. Günümüzde Türkiye'de organik ürün çeşidi, işlenmiş ürünler dâhil artış göstererek 200 adet ürünü aşmıştır (Kılıçaslan, 2015).

Organik tarımda önemli sorunlardan birisi üreticilerin örgütlenmesi ile ilgilidir. Örgütlenmenin zayıf olması nedeniyle küçük alanlar için kontrol ve sertifikasyon kuruluşları ile anlaşmalar maliyeti artırıcı bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Burada üreticinin önünde iki seçenek vardır. Bunlardan birincisi, sermayesi güçlü büyük şirketlerin organik ürün pazarlayan yabancı firmalarla sektöre girmesi şeklindedir. İkincisi ise, üreticilerin hızla örgütlenerek kooperatifler ve üretici birlikleri şeklinde üretime ve ürünlerin değerlendirmesine girmesidir (Kahveci ve Ataseven, 2020).

6. SONUÇ

Organik tarım teknikleri ile ilgili araştırma çalışmaları teşvik edilmeli, üretici sorunları, tüketici eğilimleri ve isteklerinin belirlenmesi gibi konularda çalışmalar teşvik edilmelidir. Tüketiciyi bilinçlendirme çalışmalarına da önem verilmeli, yazılı ve görsel basın da yardımıyla organik ürün tüketimi ile ilgili kampanyalar başlatılmalıdır. Bu nedenle Başta devlet olmak üzere, özel sektör kuruluşları ve dernekler tanıtım yaparak (Gündüz ve Kaya, 2007) organik tarımın gelişimine destek olmalıdır. Meyve yetiştiricilerinin organik tarıma geçmesini engelleyen en önemli konuların başında verim düşüklüğü ve ürünlerin değerinde pazarlanamaması gelmektedir. Organik ürün üreticilerine maddi destek verilerek organik ürün üretimine geçiş arttırılmalıdır.

7. KAYNAKÇA

Adanacioğlu, H., Öztürk Coşar, G., Engindeniz, S. (2012) Dünyada ve Türkiye’de organik tarımın kırsal kalkınmaya etkilerinin değerlendirilmesi. *10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 5-7 Eylül, Konya. (246-253)*

Alay Vural, A. (2019) Türkiye’de TAGEM Tarafından yürütülen organik tarım araştırmalarının dünü, bugünü ve yarını. *VI. Organik Tarım Sempozyumu 15-17 Mayıs 2019 İzmir. (13-21)*

Altındal, M. (2021) *Organik elma yetiştiriciliği*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova, Enstitü Yayın No: 104, ISBN: 978-625-8451-19-1

Altun Aksu, A. (2022) Organik tarımda zararlılarla mücadele yöntemleri. *MAS Journal of Applied Sciences* 7(2): 400–409, doi: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.v7i2id192>.

T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2022) Organik tarım bilgi sistemi. Erişim Tarihi: 22.09.2022 <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>

Atak, Ş., Tan, S., Şengül, Ü. 2014. Türkiye’de Organik Tarım Potansiyelinin Kırsal Kalkınmadaki Rolü: Gökçeada Örneği. International Conference on Eurasian Economies 2014, Skopje - Macedonia 1-3 July 2014 (ÜSKÜP-Makedonya)

Atasay, A. (2011) *Organik meyve yetiştiriciliğinin temel esasları*. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 42, Eğirdir, Isparta.

Atay, S., Demirtaş, M.N., Şahin, S., Çolak, S. (2014) Kirazda organik ve konvansiyonel bitki besleme yöntemlerinin morfolojik gelişime etkisi. *Ziraat Mühendisliği*, 361, 13-17.

Bilen, E., Çiçekli, Ö. (2019) Dünyada ve Türkiye’de organik tarım. *VI. Organik Tarım Sempozyumu 15-17 Mayıs, İzmir. 3-12.*

Bilgin, Ö. (2008). Organik meyve ve sebze sektörünün Türkiye’deki mevcut durumu. T.C. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tekirdağ

Bilgin, N. A., Ömerci Kart, M.Ç., Mısırlı, A., Toraman, E. (2019) Malatya ilinde organik ve konvansiyonel kayısı yetiştiriciliği yapan işletmelerin ekonomik açıdan karşılaştırılması. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*. 6(10): 136- 147 ISSN:2148-9963 www.asead.com

Cerutti, A.K., Bruun, S., Beccaro, G.L., Bounous, G. 2011. A review of studies applying environmental impact assessment methods on fruit production systems. *Journal of Environmental Management*, Volume 92, Issue 10, 2277-2286.

Dağdemir, V., Kumbasaroğlu, H., Saklıca, A. (2006) Avrupa Birliği ve Türkiye’de organik tarım uygulamaları. *Türkiye VII Tarım Ekonomisi Kongresi, Antalya*. 1081-1090.

Demiryürek, K. (2011) Organik tarım kavramı ve organik tarımın dünya ve Türkiye’deki durumu. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2011. 28(1): 27-36.

Demiryürek, K. (2016) *Organik Tarım ve Ekonomisi*. T.C Kalkınma Bakanlığı Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı (DOKAP), Giresun. ISBN: 978-605-9041-80-5.

Ertan, B. (2021) *Organik incir yetiştiriciliği*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova. Enstitü Yayın No: 105. ISBN: 978-625-8451-32-0.

FIBL (2021). The world of organic agriculture, statistic emerging trends. Edt.:Willer, H., Travnicek, J., Meier, C., Schlatter, B. Erişim Tarihi: 9.9.2022 <http://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2021.html>.

Fortea, C.; Antohi, V.M.; Zlati, M.L.; Ionescu, R.V.; Lazarescu, I.; Petrea, S.M.; Cristea, D.S., (2022) The Dynamics of the implementation of organic farming in Romania. *Agriculture*. 12, 774-791. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060774>

Granatstein, D. (2003) Tree fruit production with organic farming methods. Wenatchee (WA) Center for Sustainable Agriculture and Natural Resources, Washington State University. Available at the Web site: <http://organic.rfrec.wsu.edu/OrganicIFP/OrganicFruitProduction/OrganicMgt.PDF>.

Google Scholar OpenURL query

Gündüz, A.Y., Kaya, M. (2007) Avrupa Birliği tarım politikası ve Türkiye’de organik tarımın geliştirilmesi üzerine olası etkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 6(21): 305- 330 www.e-sosder.com ISSN: 1304-0278 Yaz-2007

Güneş, N.T., Özüpek, Ö., Bakoğlu, N. (2015) Organik olarak üretilen bazı meyve türlerinde derim sonrası işlemler, soğukta muhafaza ve pazarlama zinciri. *Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, 6-9 Ekim, Rize*. 503-513.

Ilgar, R. (2017) Çanakkale ilinde tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Doğu Coğrafya Dergisi*. 22(37): 159-17

Kahveci, Ş., Ataseven, Y. (2020) Türkiye’de organik tarımsal üretimde örgütlenme modellerinin incelenmesi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*. 55(4): 2341- 2360

Karabaş, S., Gürler, Z. (2011) Organik tarım ve konvansiyonel tarım yapan işletmelerin karşılaştırmalı analizi. *KMÜ Sosyal ve Ekonomi k Araştırmalar Dergisi*. 13(21): 75-84. ISSN: 1309-9132, www.kmu.edu.tr.

Karataş, K., Kars, M., Alkan, G, Ertan, E. (2019) Türkiye’de organik incir yetiştiriciliği. VI. *Organik Tarım Sempozyumu 15-17 Mayıs, İzmir*. 39-46.

Kılıç, D. Çalışkan, O., (2019) Organik meyve yetiştiriciliğinde anaç ve çeşit seçiminin önemi. VI. *Organik Tarım Sempozyumu 15-17 Mayıs, İzmir*. 100-109.

Kılıç, O., Aydın Eryılmaz, G., Çakır, S. (2021) Konvansiyonel meyve yetiştiriciliği yapan üreticilerin organik tarım ve iyi tarım uygulamaları konusundaki görüşleri: Zonguldak İli Örneği, Türkiye. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 8(1): 109-115, ISSN: 2148-2306 e-ISSN: 2528-858X, doi: 10.19159/tutad.844679.

Kılıçaslan Durak, N.S. (2015) Türkiye ve AB’de organik tarım mevzuatı, uygulamaları ve değerlendirilmesi. AB Uzmanlık Tezi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Ankara. 93.

Konu Kadirhanoğulları, M., Kadirhanoğulları, İ.H., Karadaş, K. (2022) Tüketicilerin organik gıda ürün reklamından etkilenme faktörleri: Iğdır ili örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 59 (1): 161-170.

Kumar, A., Kumar, A., Kumar Yadav, A., Thakur, S. (2022) Impact of organic farming on eco-friendly sustainable agriculture: A review. *The Pharma Innovation Journal*. 11(2): 709-715

Lüleci, S. (2012) İzmir’de organik gıdalara ilişkin tüketici davranışlarını belirlemeye yönelik bir araştırma. T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Pazarlama Programı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Merdan, K. (2018) Türkiye’de Organik tarımın mevcut durumu ve gelişme potansiyelinin SWOT analiz yardımıyla değerlendirilmesi. *Social Sciences Studies Journal*, 14(4): 523-536 ISSN:2587-1587

Merdan, K. (2019a). Avrupa Birliği ülkelerinde organik tarımın mevcut durumu ve gelişme potansiyeli. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*. 6(1): 167-186. ISSN:2148-9963

Merdan, K., (2019b) Organik üretimde fiyat oluşumu. *Alas International Refereed*, 5(20): 461-471, ISSN:2619-936X, Doi Number : <http://dx.doi.org/10.31568/atlas.332>

Neeson, R. (2008) Organic fruit production. NSW Department of Primary Industries, Primefact 805, ISSN 1832-6668

Pawlak, J., Wróblewska, W. 2022. Consumer behavior on the organic fruit and vegetable market: The evidence from Poland. *Journal of Marketing and Consumer Behaviour in Emerging Markets* 2(15): 24-36, doi: 10.7172/2449-6634.jmcbem.2022.2.2

Sannidi, S., Tharun Kumar, a., Venkatesh, B., Vaishnav, S. (2022) *Organic Farming-Concepts*. Agriculture Science: Research and Review Volume VII. Agricultural University,. ISBN: 978-93-91768-25-6

Sharma, M., Verma, P., Kaushal, S. (2022) Human health implication and economical impact of organic food production system on adoption of organic agriculture. *International Journal of Plant Pathology and Microbiology*; 2(1): 22-26.

Şahin, S., Atay, S. (2018) Organik kayısı fidanı yetiştiriciliğinde farklı ortamların fidan gelişimine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 7 (1): 66- 74 ISSN: 2148-3205, www.arastirma.tarim.gov.tr/bahridagdasf

Tıraşçı, S., Erdoğan, Ü. (2021) Dünya, Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye’de organik meyve ve sebze üretimi. *ETHABD Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*. ISSN: 2651-5334, Volume 4, Issue 2, 23 – 29.

Türkan, M., Gürçam, Ö.S. (2020) Organik tarım destekleri: Türkiye Özelinde bir araştırma. *Iğdır Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 5: 59-72.

Tüzel, Y., Öztekin, G.B., Durdu, T. (2021) *Organik Fide Yetiştiriciliği*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova. Enstitü Yayın No: 108, ISBN: 978-625-8451-26-9.

Uygur, F.N., Lanini, W.T. (2006) Organik yabancı ot kontrol yöntemleri ve yan etkileri. *Türkiye III. Organik Tarım Sempozyumu, 1-3 Kasım, Yalova*. Bildiri Özetleri. 173-184

Ürkek, B., Şengül, M. (2022) Organik gıdalarda problem: Mikotoksinler. *ATA-Gıda Dergisi*. 1(1): 1- 8

Vatansever Deviren, N., Çelik, N. (2017) Dünya’da ve Türkiye’de organik tarımın ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Cilt: 10, 48(10): 1307- 9581.

Yasan, Z., Gül, U. (2010) Türkiye’de organik tarımda yaşanan son gelişmeler ve uygulanan politikalar. *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, Şanlıurfa. (1002-1007)*

Yıldız, D. (2009). AB – Türkiye Tarım Politikalarının Uyumlaştırılması ve Organik Tarım. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Avrupa Birliği İlişkileri Programı, İstanbul. 85

Weibel, F. (2002) Organic fruit production in Europe. *45th Annual IDFTA Conference, February 16-20, Kelowna, British Columbia, Canada. (77-82)*

BÖLÜM 3

ORGANİK DOMATES ISLAHININ ÖNEMİ ve ÜLKEMİZ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Doç. Dr. Aylin KABAŞ

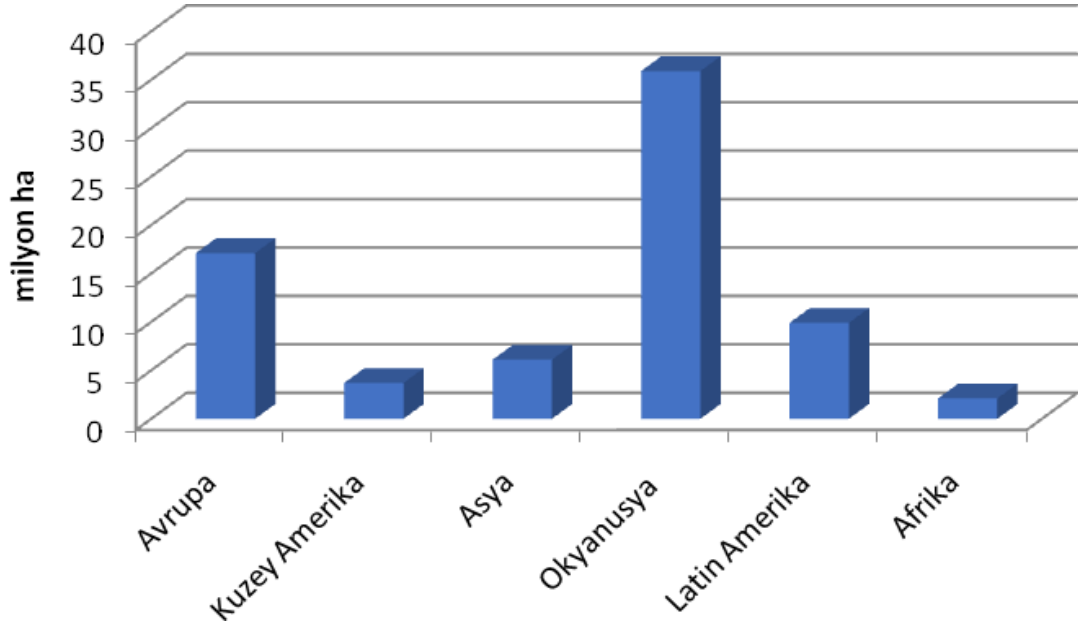
¹ Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü, Antalya, Türkiye,
akabas@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3983-9965

1. GİRİŞ

“Organik Tarım” doğayı korumayı ve ona herhangi bir zarar vermeden üretim yapmayı hedefleyen bir yetiştiricilik sistemidir. “Biyolojik Tarım” ya da “Ekolojik Tarım” olarak da isimlendirilir ve ürün rotasyonu, hastalık ve zararlılarla doğal yöntemler ile mücadele etmek, ürün çeşitliliği ve toprağın hayvansal ve yeşil gübreleme ile geliştirilmesini esas alır (Reganold ve Wachter, 2016). Organik tarımın zaman içindeki gelişimine baktığımızda, özellikle ikinci Dünya Savaşı’ndan sonra (Lockeretz, 2007) büyük sanayi ülkelerinde (İngiltere, Almanya ve Japonya) artan tarımsal ilaç ve kimyasal gübre kullanımına alternatif olarak ortaya çıktığı görülmektedir.

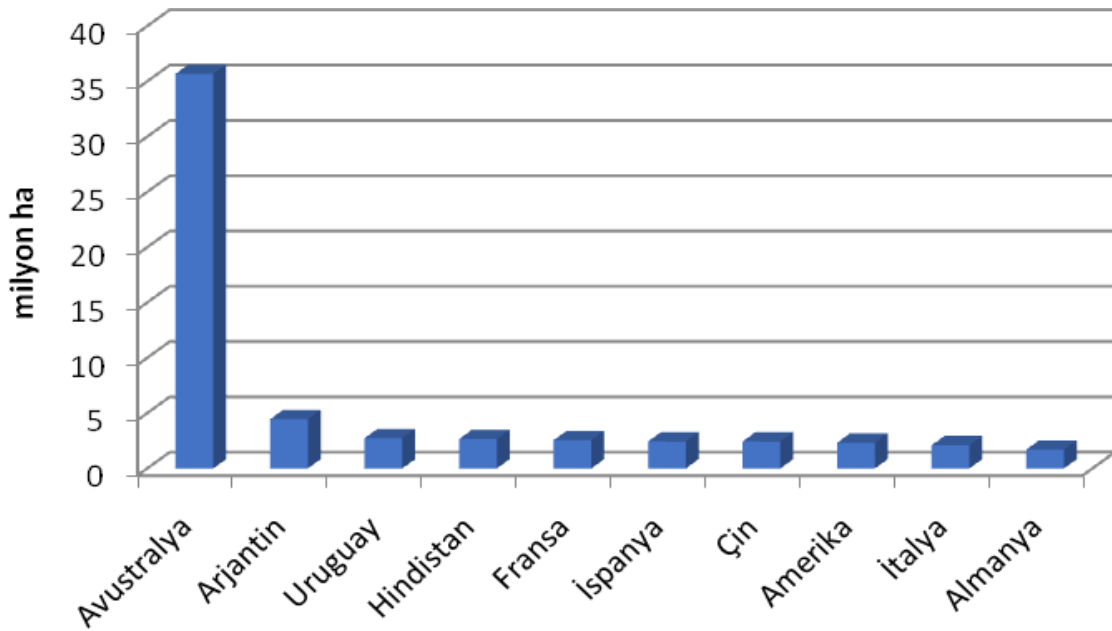
1970’li yıllara kadar, birbirlerinden bağımsız devam eden organik tarım çalışmalarının 1972 yılında IFOAM’ın (International Federation of Organic Agriculture Movement/ Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu) kurulması ile farklı bir boyut kazanarak bir çatı altında toplanması sağlanmıştır (Çakmakçı ve Erdoğan, 2005). Bu organizasyon, dünya çapında 100’den fazla ülkede organik tarım hareketlerini yöneten ve “organik olarak değişime öncülük etme” misyonuna sahiptir (IFOAM, 2022). IFOAM’ın hedefleri arasında doğanın, biyoçeşitliliğin ve su kaynaklarının korunması, her türlü kirliliğin azaltılarak organik gıdaların üretilmesi, tarımsal ekosistem içinde toprak, bitki ve hayvanları da içeren biyolojik sürecin desteklenmesi yer almaktadır.

Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FİBL)’nün 2022 verilerine göre dünyada 190 ülkede 74.9 milyon ha alanda organik tarım faaliyeti yapılmaktadır (FİBL, 2022). Kıtalara göre incelediğimizde Okyanusya (Avustralya, Yeni Zelanda ve Pasifik Adaları) 35.9 milyon ha alan ile ilk sırada yer alırken bunu Avrupa 17.1 milyon ha, Latin Amerika 9.9 milyon ha, Asya 6.1 milyon ha, Kuzey Amerika 3.7 milyon ha ve Afrika 2.1 milyon ha alan ile izlemektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Kıtalara göre organik tarım üretim miktarı.

Ülkeler açısından incelediğinde Avustralya 35.69 milyon ha ilk sırada yer alırken bunu Arjantin 4.45 milyon ha, Uruguay 2.74 milyon ha ve Hindistan 2.66 milyon ha, Fransa 2.55 milyon ha, İspanya ve Çin 2.44 milyon ha, Amerika 2.33 milyon ha, İtalya 2.1 milyon ha ve Almanya 1.7 milyon ha ile izlemektedir (Şekil 2) (FİBL, 2022).



Şekil 2. Ülkelere göre organik tarım üretim miktarı.

Ülkemizde organik tarım alanları 2019 verilerine göre 518 bin ha iken bu oran 2020'de yaklaşık 382 bin ha'lık alana düşerek %26.2'lik bir gerileme yaşamıştır. Ürün bazında incelediğinde özellikle tüketimde önemli bir sebze olan domatesin oldukça düşük miktarlarda olduğu göze çarpmaktadır. Domates hem Dünya'da hem de ülkemizde konvansiyonel tarımda patatesten sonra ikinci sırada gelen bir üründür. Üretim miktarına bakıldığında Dünya'da 5.05 milyon ha alanda 186 milyon ton üretilen domatesin 13.2 milyon tonu Türkiye'de üretilmektedir (FAO, 2022). Ülkemiz konvansiyonel tarımda önemli bir konumda iken organik tarım açısından incelendiğinde bu rakam istenilen düzeyde değildir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2021 organik bitkisel üretim verilerine göre 40 ilimizde yalnızca 221 ha'lık alanda organik domates yetiştiriciliği yapılmaktadır (Tablo 1) (TOB, 2022).

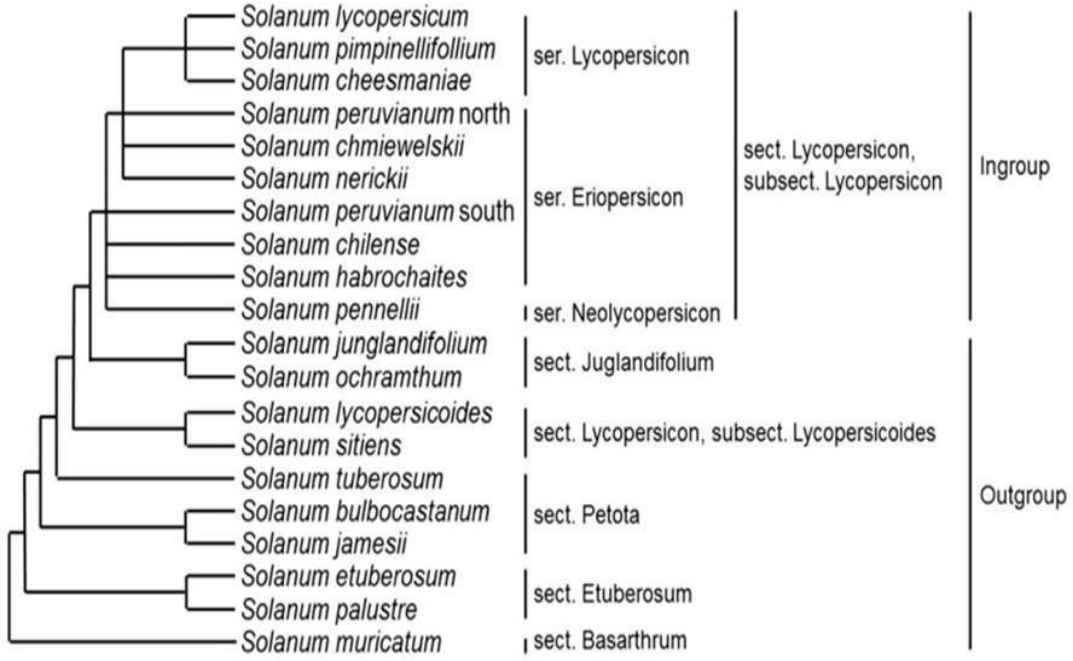
Tablo 1. Ülkemizde illere göre organik domates yetiştiriciliği yapan çiftçi sayısı, üretim alanı ve miktarı.

İl	Çiftçi sayısı	Üretim alanı (ha)	Üretim miktarı (ton)
Adana	2	0.33	3.80
Afyonkarahisar	6	2.87	61.37
Amasya	1	0.10	0.50
Ankara	18	6.74	206.28
Antalya	9	1.41	41.51
Aydın	5	3.27	208.03
Balıkesir	1	1.21	36.30
Bolu	1	0.50	6.00
Burdur	2	0.57	32.50
Bursa	6	1.73	57.92
Çanakkale	9	0.79	2.61
Çorum	2	0.34	5.64
Düzce	1	0.25	1.23
Elazığ	9	3.37	84.82
Erzurum	2	0.11	0.54
Eskişehir	6	1.48	45.01
İstanbul	11	2.55	45.07
İzmir	36	21.72	1 305.03
Kastamonu	1	0.05	0.45
Kayseri	36	3.97	102.47
Kırıkkale	2	0.50	10.00
Kırklareli	1	0.36	10.80
Kırşehir	2	0.05	0.27
Kocaeli	5	1.20	28.18
Konya	16	16.87	1 287.61
Malatya	9	9.09	408.82
Manisa	37	127.43	6 650.55
Mardin	1	4.66	698.34
Mersin	8	3.09	223.09
Muğla	4	1.05	44.50
Muş	3	0.45	15.76
Nevşehir	2	0.08	0.56
Osmaniye	1	0.92	9.20
Sakarya	1	0.16	0.80
Samsun	4	0.14	4.69
Tekirdağ	1	0.50	0.10
Tokat	8	1.06	28.01
Tunceli	1	0.00	0.00
Yalova	2	0.36	21.20
Zonguldak	5	0.19	3.47
Genel Toplam	277	221	11 693

2. DOMATESİN BESİN DEĞERİ VE ISLAHI

Oysaki domates insan sağlığı için önemli rol oynayan C vitamini, karotenoidler, fenolikler ve flavonoidler gibi sağlıkla ilgili bileşiklere yüksek oranda sahiptir (Dorais vd., 2008). Abiyotik stres faktörlerine karşı toleranslı olmasına rağmen özellikle biyotik stres faktörlerine hassasiyet domatesin organik yetiştiriciliği esnasında ciddi bir sorun oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalara göre domateste 200'den fazla hastalık bulunmaktadır. Bunlar virüsler, bakteriler, nematodlar ve funguslardır (Agrios, 1988; Jones vd., 1991). Dolayısıyla organik domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda üretimin yaygınlaşabilmesi için mutlaka dayanıklı/tolerant çeşitlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Domates ıslah çalışmalarının uzun yıllardır devam ettiği bilinmektedir. Domates, patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasından olup, $2n=24$ kromozoma sahiptir (Rick, 1950). Domatesin yabani türleri Galapagos adaları, Peru ve Ekvatora kadar uzanmaktadır (Spooner vd. 2005). Domatesin bilimsel olarak isimlendirilmesi için başlangıç noktası 1753 yılında İsveçli botanikçi Carl Linnaeus tarafından yazılan yayın kabul edilir ve domates *Solanum lycopersicum* olarak isimlendirilmiştir (Peralta vd. 2006). Ancak domatesin cins ve tanımı pek çok araştırmacı tarafından uzun süre tartışma konusu olmuştur (Foolad, 2007; Peralta ve Spooner, 2007). Domatesin sınıflandırılmasında yabani türlerin morfolojik özellikleri ve dölllenme biyolojileri etkili olmuştur. Buna göre yapılan çalışmada 65 aksesyon ve 9 domates türü arasında yapılan bir filogenetik çalışmada farklılıklar ortaya konulmuştur (Şekil 3) (Bergougnoux, 2014).



Şekil 3. 65 aksesyon ve 9 domates türü arasında yapılan filogenetik haritalama.

Yabani domates türleri ıslah çalışmaları için önemli bir genetik kaynaktır. Bu türlerdeki abiyotik ve biyotik streslere dayanıklılık genleri domates ıslah çalışmalarının başlıca konularını oluşturmuştur (Foolad, 2007). Ancak bu türler ıslah açısından incelendiğinde morfolojik açıdan kültür domatesinden çok farklı bitki ve meyve özelliklerine sahip oldukları görülür (Şekil 4).



Şekil 4. Yabani domates meyve ve bitki görünümü.

İslah çalışmaları öncelikle klasik metotlar kullanılarak yapılırken, 1990'lerden itibaren moleküler tekniklerin gelişmesi ve ticari ıslah programlarına dahil olması ile büyük bir ivme kazanmıştır. Kısa sürede istenilen özellikteki bireylerin seçilmesi, seleksiyon için zaman ve alan kazanılarak bir günde yüzlerce bitkinin özelliklerinin belirlenmesi domates ıslah programlarına farklı bir bakış açısı kazandırmıştır (Barone vd. 2005).

Uzun yıllar ıslah çalışmaları özellikle biyotik streslere dayanıklılık üzerine yoğunlaşmış fakat değişen iklim koşulları ve küresel ısınma gibi etkiler abiyotik stres faktörlerine dayanımın da önemini ortaya çıkartmıştır. Her iki stres faktörüne karşı dayanıklı/ tolerant çeşit geliştirme üzerine yapılan ıslah çalışmaları ülkelerin pazar taleplerine ve tüketim alışkanlıklarına göre farklı tiplerde yapılmış olup hala devam etmektedir.

Son 50 yıldaki ıslah çalışmaları sonucu tane-iri, salkım, kokteyl, kiraz (cherry), erik (plum) tiplerinde hibrit çeşitler geliştirilmiştir. Böylelikle birbirinden tamamen farklı tip ve çeşitler ortaya çıkmıştır (Kabaş ve Oğuz, 2015). Meyve rengi açısından oluşan talepler incelendiğinde renk dağılımı kırmızı, beyaz, pembe, turuncu, siyah, mor, yeşil, sarı ve iki renkli gibi çok geniş bir yelpaze göstermektedir. Ülkemizde pazar talepleri daha çok kırmızı renkli domatesler üzerine yoğunlaşmakla birlikte son yıllarda değişik renkteki domateslerin özellikle sağlık açısından önemli olduğu yönünde yapılan yayınlar nedeniyle, tüketici eğilimleri bu yönde de artmaktadır (Şekil 5) (Kabaş ve Zengin, 2012).



Şekil 5. Farklı tip ve renklere sahip domates çeşitleri.

Ancak yoğun ıslahı ve yetiştiriciliği yapılan domatesin özellikle “organik ıslah” çalışmalarına bakıldığında ülkemizde bu konudaki eksiklik göze çarpmaktadır. Gerek akademik gerekse ticari çalışmaların organik domates yetiştiriciliği üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmalardan bazılarını ele alacak olursak; Özdemir ve Özer, 2016 yaptıkları çalışmada 3 farklı organik gübre dozunun (100, 300, 500 g m⁻²) Bandita çeşidinde

verim ve kalite üzerine etkisini araştırmış, 300 g m⁻² organik gübre dozunda domateste salkım sayısı, meyve şekil indeksi ve meyve eti sertliği artarken aynı dozda meyve kuru madde içeriği (%) ve suda çözünebilir kuru maddenin (%) de olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca özellikle yoğun gübre kullanımının verim de olumlu yönde bir etkisinin olmadığı ortaya konulmuş, aksine gübre dozunun artması verim ve meyve sertliğini azaltmıştır.

Farklı gübre uygulamalarının yapıldığı çalışmada (organik ve solucan sıvı gübreleri ile humik asit ve mikoriza preparatları) kokteyl domatesi yetiştirilerek domates meyve verimi; meyve eni, çapı ve ağırlığı bakımından değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre gübre uygulamalarında istatistiksel olarak önemli farklılık olmamakla birlikte, en yüksek domates meyve verimi mikoriza ile uygulanan sıvı organik gübre (7,17 kg/ parsel) ve solucan gübresi (4,80 kg/ parsel) uygulamalarında elde edilmiştir (Ulus ve Yavuzaslanoğlu, 2017).

Yeşil gübre ve tavuk gübresi uygulamalarının serada yetiştirilen organik domateste verim ve kalite üzerine etkisinin incelendiği araştırmada yeşil gübre olarak soya fasulyesi, yem brlcesesi ve mısır kullanımının verime önemli katkısı olduğu tespit edilmiştir (Duyar, 2014). Oysaki organik tarım alanlarında kullanılan çeşitlerin de organik tarım koşullarında geliştirilmesi gerekmektedir. Pek çok ışlah programında, konvansiyonel yöntemler ile geliştirilen çeşitler organik tarım koşullarında daima en iyi sonucu vermemektedir (Burger vd. 2008; Renaud vd. 2014).

Bunun nedenlerini incelediğimizde konvansiyonel sistemde seçilen genotipler ve çeşitler sentetik gübre kullanımının sonucunda agronomik ve verim açısından iyi bir sonuç verirken, aynı materyaller düşük dış girdili organik sistemde benzer performansı vermemektedir (Hoagland vd. 2015). Geleneksel ışlah çalışmalarının hedefleri arasında uzun raf ömrü, sertlik, homojen olgunlaşma vb. kriterler yer alırken, organik ürün tüketicilerinin öncelikli tercihi tat ve kalite olmaktadır (Zepeda ve Leviten-Reid, 2004).

Organik tarıma adapte edilmiş çeşitlerin eksikliği organik tarımın genişlemesini engelleyen kısıtlamalardan biridir, organik üretimi yapılan ürünlerin %95'inin konvansiyonel sistem ile ışlah edildiği tahmin edilmektedir (Kutz vd. 2022). Oysaki genetik çeşitliliğin geliştirilmesi ile özellikle küresel iklim değişikliğinin yarattığı zorlukları azaltıp, düşük girdili organik sistemlerde yetiştirilen ürünlerin verim ve kalite kriterleri artırılabilir (Van Bueren vd. 2011).

3. SONUÇ

Hızla artan Dünya nüfusu, birim alandan daha fazla ürün alma isteği, tarım alanlarında yoğun kullanılan sentetik gübreler ve tarımsal ilaçlar doğal dengeyi bozmaktadır. Kullanılan kimyasalların ve ilaçların yer altı sularına karışması, insan sağlığını ve doğayı tehdit etmesi organik tarım kavramının gelişmesinde en önemli noktadır (Aksoy ve Altındışli, 1999). Organik tarım her aşaması kayıtlı, kontrollü ve sertifikalı olan özellikle ürünün kalitesini arttırmaya yönelik bir tarım sistemidir (Altındışli ve İlter, 1998).

IFOAM'ın tanımına göre “Organik tarım, paylaşılan çevreye fayda sağlamak ve ilgili herkes için adil ilişkileri ve iyi bir yaşam kalitesini teşvik etmek için gelenek, yenilik ve bilimi birleştirir” (IFOAM, 2022).

Hem doğal yaşamı hem de insan sağlığını koruma odaklı olan bu tarım sisteminde sadece kullanılan ürünlerin organik tarım koşullarına uygun yetiştirilmesi yeterli değildir. Bu sistemde kullanılacak tarımsal ürünlerin de organik yetiştiriciliğe uygun ıslah edilmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle “organik ıslah” ve “organik tarım” çalışmaları ülkemizde desteklenmeli ve bu konuda yetmişmiş deneyimli uzman kişilerin sayısının artırılması gerekmektedir. Bu açığın kapatılması için ülkemizde organik tarım bölümü 33 üniversitenin meslek yüksekokulu programlarında okutulmakta ve uzman personel ihtiyacını karşılamayı hedeflemektedir.

4. KAYNAKÇA

- Agrios, G. N. (1988). *Plant Pathology*. 3rd (ed) Academic Press. San Diego. 920
- Aksoy, U., Altındışli, A., (1999) Dünya'da ve türkiye'de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 1999-70, İstanbul.
- Altındışli, A., İltter, E., (1998). Ekoloji Tarımda İlke ve Kavramlar. *Ekolojik Tarım Eğitim Kursu*, 23.11.98-4.12.98. Ders Notları.
- Barone, A., Ercolano, M. R., Langella, R., Monti, L., Frusciante, L., (2005) Molecular Market-Assisted Selection for Pyramiding Resistance Genes in Tomato, *Advances in Horticulture Science*. 19: 147-152.
- Bergougnoux, V. (2014) The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology advances*. 32(1): 170-189.
- Burger, H., Schloen, M., Schmidt, W., Geiger, H. H. (2008) Quantitative genetic studies on breeding maize for adaptation to organic farming. *Euphytica*. 163(3): 501-510.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., (2005) *Organik tarım*. Atatürk Üniversitesi İspir Hamza Polat Meslek Yüksek Okulu Ders Yayınları No:2, Atatürk Üniversitesi Ofset Tesisleri, Erzurum. 233.
- Dorais, M., Ehret, D. L., Papadopoulos, A. P. (2008) Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. *Phytochemistry Reviews*. 7(2): 231-250.
- Duyar, H. (2014). Yazlık Yeşil Gübrelemenin Serada Organik Domates Üretimine Etkileri. *Journal of Agricultural Sciences*. 20(1): 10-18.
- FAO (2022). Food and agriculture organization of the United Nations. Erişim tarihi: 24.05.2022 <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- FİBL (2022). Research Institute of Organic Agriculture. Erişim tarihi: 02.11.2022 <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1344-organic-world-2022.pdf>.
- Foolad, M. R. (2007). Genome mapping and molecular breeding of tomato. *International journal of plant genomics*. Article ID 64358, 52 pages doi:10.1155/2007/
- Hoagland, L., Navazio, J., Zystro, J., Kaplan, I., Vargas, J. G., & Gibson, K. (2015) Key traits and promising germplasm for an organic participatory tomato breeding program in the US midwest. *HortScience*. 50(9): 1301-1308.
- IFOAM 2022. IFOAM Organic international. <https://www.ifoam.bio/> Erişim Tarihi: 02.11.2022.
- Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E., Zitter, T. A. (1991). Compendium of tomato diseases *American Phytopathological Society*. St. Paul, MN

- Kabaş, A., Zengin, S., (2012) Örtüaltı yetiştiriciliğine uygun domates çeşit ıslahı. 9. *Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu 12-14 Eylül, Konya*. 60-67.
- Kabaş, A., Oğuz, A. (2015) Örtüaltında yetiştiriciliği yapılan domates tipleri. *Tarım Türk Dergisi*. 2(53): 19-21.
- Kutz, T. S., Cardoso, J., Woyann, L. G., Abboud, A. C. D. S., Finatto, T., Vargas, T. D. O. (2022) Morphological and molecular characterisation of tomato accessions for breeding for organic farming systems in Brazil. *Biological Agriculture and Horticulture*, 38(3):1-14.
- Lockeretz, W. (2007) Organic farming: an international history. Edt. Lockeretz, W. *CABI*. 1-8
- Özdemir, A., Özer, H. (2016) Organik Domates Yetiştiriciliğinde Farklı Gübre Dozlarının Kalite ve Verim Üzerine Etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*. 11(1): 17-26.
- Reganold, J. P., Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature plants*. 2(2), 1-8.
- Renaud, E. N., Lammerts van Bueren, E. T., Paulo, M. J., van Eeuwijk, F. A., Juvik, J. A., Hutton, M. G., Myers, J. R. (2014) Broccoli cultivar performance under organic and conventional management systems and implications for crop improvement. *Crop Science*. 54(4): 1539-1554.
- Rick, C. M. (1950). Pollination relations of *Lycopersicon esculentum* in native and foreign regions. *Evolution*. 4 (2): 110-122.
- Spooner, D. M., Peralta, I. E., Knapp, S. (2005) Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst.]. *Taxon* 54(1): 43-61.
- Peralta, I. E., Knapp, S., Spooner, D. M. (2006) Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. *Tomato Genetics Cooperative Report*. 56: 6-12.
- Peralta, I. E., Spooner, D. M. (2007) History, origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*). *Genetic improvement of solanaceous crops*. 2: 1-27.
- TOB,(2022). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>. Erişim tarihi (02.11.2022).
- Ulus, F., Yavuzaslanoğlu, E. (2017) Örtü altı organik domates yetiştiriciliğinde farklı gübre uygulamalarının bitki yeşil aksamı ve meyve verimine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 5(13): 1757-1761.

Van Bueren, E. L., Jones, S. S., Tamm, L., Murphy, K. M., Myers, J. R., Leifert, C., Messmer, M. M. (2011) The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: A review. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*. 58(3-4): 193-205.

Zepeda, L., Leviten-Reid, C. (2004) Consumers' views on local food. *Journal of food distribution Research*. 35(3): 1-6.

BÖLÜM 4

ORGANİK TARIMDA ZARARLILAR İLE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Öğr. Gör. Gökhan ERDOĞAN

¹ Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü, Antalya, Türkiye,
gokhanerdogan@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6359-9514

1. GİRİŞ

Günümüzde çarpık kentleşme, sanayileşme ve küresel iklim değişikliği gibi sebepler ile her yıl tarım alanları giderek azalmaktadır. Buna ilaveten dünya nüfusu ise giderek artmaktadır. 2050 yılında dünya nüfusunun 1.5 katına çıkacağı tahmin edilmekte iken mevcut tarım alanlarının ise %50 oranında azalacağı öngörülmektedir (FAO, 2021). Böyle bir durum içinde ise üreticiler birim alandan maksimum verimi alabilmek için en garanti ve hızlı yol olan kimyasal pestisitlere (Pest: zararlı, sit: öldüren) yönelmektedir. Normalden fazla pestisit kullanımı ise beraberinde direnç sorununu getirmiştir. Kullandıkları kimyasalların eskisi kadar etkili olmadığını gören üreticiler doz ve uygulama sıklığı artırımına veya bilerek ya da bilmeyerek aktif madde değişikliğine giderek kimyasal kullanımı daha artırmakla beraber direnci de körüklemişlerdir. Bu kadar yoğun kimyasalın kullanıldığı bir ortamda ise kanser, kısırlık, nörolojik, teratojenik ve mutajenik rahatsızlıkların görülme sıklığındaki artış ise kaçınılmaz olmuştur. Zamanla dünyanın çeşitli ülkelerinde yapılan çalışmalarla pestisitlerin insanlarda görülen kanser, kısırlık ve nörolojik bozukluklar başta olmak üzere birçok hastalıkla doğrudan ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Buna örnek olarak yakın bir zamanda ise dünya çapında ünlü bir kimya-ilaç firması, yabancı otlarla mücadele amaçlı piyasaya sürülen ticari ürününün kansere yol açtığı bilimsel olarak kanıtlanmasından sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde kanser olan karı-koca iki çiftçiye yaklaşık 2.1 milyar dolar tazminat ödemeye mahkûm edilmiştir. Tüm bu gelişmeler dünya genelinde organik ürünlere olan talebin artmasına neden olmuştur (Willer vd, 2018).

Organik tarım; 'konvansiyonel tarımın uygulamalarından ötürü hedef dışı canlıların da etkilenmesi ile bozulan ekolojik dengeyi onarmaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içermekte olup, esas olarak sentetik kimyasal tarım ilaçları, hormonlar ve mineral gübrelerin kullanımını yasaklaması yanında, organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direncini artırma, doğal düşmanlardan faydalanmayı tavsiye eden, bütün bu olanakların kapalı bir sistemde oluşturulmasını öneren, üretimde sadece miktar artışının değil aynı zamanda ürün kalitesinin de yükselmesini amaçlayan alternatif bir üretim şeklidir' şeklinde tanımlanmaktadır (Steiner, 1924, , Rodale, 1948). Kimyasal pestisitler kullanılmadan hastalık ve zararlılar ile mücadele etme organik tarımın en önemli prensiplerinden biri olarak göze çarpmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Organik Tarım ile Konvansiyonel Tarım arasındaki farklar (Moudrý vd, 2020)

Organik Tarım	Konvansiyonel Tarım
Sentetik gübrelere ve pestisitlere izin verilmez	Sentetik gübreler ve pestisitlere izin verilir
Genetiği değiştirilmiş organizmalara (GDO) izin verilmez	GDO kullanılabilir
Toprakların su tutma kapasitesi	Toprakların su tutma kapasitesi Organik
Konvansiyonel Tarım uygulanan topraklara göre daha yüksektir	Tarım uygulanan topraklara göre daha düşüktür
Tarımsal peyzaj heterojendir (çok kültürlü sistem)	Tarımsal Peyzaj homojendir (monokültürel sistem)
Bitki ve hayvan atıklarını toprağa geri dönüştürerek yenilenemeyen kaynakların kullanımını en aza indirmek (çiftlik girdileri)	Büyük ölçüde yenilenemeyen kaynaklara bağlıdırlar (çiftlik dışı girdiler)
Mahsul koruma, temel olarak toprak verimliliği, mahsul döngüsü ve biyolojik çeşitlilik gibi doğal süreçlere bağlıdır	Mahsul koruma, esas olarak sentetik kimyasallarla insan müdahalesine dayanır

2. ZARARLILAR İLE MÜCADELEDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Bir bitkisel ürünün organik ürün olarak sayılabilmesi için özetle her türlü sentetik pestisit, gübre ve hormondan arı olması gerekmektedir. İlk bakışta kimyasal pestisitlerden uzak olma fikri zararlılar ile mücadele noktasında zor gözükse de bugün yaygın olarak kullanılan birçok aktif madde ilk olarak doğadaki bitkilerden elde edilip etkisi görüldükten sonra sentetik olarak ticarileşmiş ürünlerdir. Örneğin günümüzde yoğun olarak tüketilen sentetik piretroitler ilk olarak *Chrysanthemum sp.* Bitkilerinden elde edilmiştir. Piretrum çiçekleri, vücut bitlerinin kontrolü için Kafkas kabileleri tarafından 1800'lerin başlarında kullanılmıştır (West, 1959). Çiçekler ticari olarak ilk kez 1828'de Ermenistan'da üretilmiştir. Daha sonra 1840'lı yıllarda Yugoslavya'da ve Japonya'da da üretime başlanmıştır. Birinci Ve İkinci Dünya Savaşı sonrasında ise üretim Doğu Afrika'da merkezlenmiştir (West, 1959; Casida, 1980). İlk ticari piretrum bitkisi *C. Cinerariifolium*, Compositae familyasından çok yıllık otsu bir bitkidir. Piretrinler, bu piretrum bitkisi'nin aken salgı kanallarında yerleşirler, burada foto-kompozisyondan korunurlar ve çiçeklerle etkileşim içinde olup onlardan beslenen böcekler için toksik değildirler. Her bir çiçek yaklaşık 3-4 mg piretrin içermektedir (Casida, 1980).

Günümüzde de bilimsel ve teknolojik gelişmeler ile zararlılar ile mücadelede kimyasal kullanımını sınırlandıracak hatta sıfıra indirebilecek pek çok yöntem mevcuttur. Bu bölümümüzde de organik tarımda zararlılar ile mücadelede kullanılacak yöntemler üzerinde duracağız.

2.1. Kültürel Mücadele Yöntemleri

Temelinde sağlıklı ve güçlü bitki yetiştirmek olan ekim ve hasat zamanını zararlıların biyolojik döngüsüne göre ayarlamak prensibine dayanan zararlılar ile mücadele yöntemidir. Bir bitki ne kadar iyi beslenir ve güçlenirse zararlılara karşı o kadar dirençli olacaktır. Bunun sağlanması için ise öncelikle yapılması gereken tarım yapılacak olan alana uygun bitki türü ve çeşidinin seçilmesidir. Tarım yapacağımız bölgeye göre seçilecek olan bitkinin adaptasyonu, vejetatif ve generatif gelişmesi daha kolay olacağı için zararlılara olan direnci de yüksek olacaktır. Günümüzde maalesef bu konu genellikle göz ardı edilmektedir. Piyasada yüksek getiri getiren ürünler yetiştirmeye uygun olmayan bölgelerde (örn. Tropikal bitkiler) örtü altı tarım yöntemiyle yüksek girdi sarf edilerek yetiştirilmektedir. Yüksek girdi yüzünden hem üretici ekonomik olarak zorlanmakta hem de bitki istediği ekolojik koşullarda en ufak bir

dalgalanma olduğu zaman zayıf düşerek hastalık ve zararlılara karşı hassas konuma düşmektedir. Bu durum zaten ısıtma ve gübre giderleri ile büyük bir gidere sahip olan üreticilere bir de pestisit yükünü yüklemektedir. Özellikle zararlıların pestisitlere karşı geliştirdiği dirençle birlikte bu pestisit kullanımı giderek artmaktadır. Bunun sonucunda da hedef dışı canlılarda ve ekolojik sistemler telafisi olmayan zararlar (insanlarda kanser, kısırlık vd., hayvanlarda kas ve yağ dokularda birikme, yumurta kabuklarında incelme vd.) görülmektedir (Holdeness vd., 2000).

Dolayısıyla organik tarımda zararlılar ile mücadele hem ekonomik hem de ekolojik açıdan en önemli nokta olan uygun yerde uygun bitki yetiştirmeyle başlamaktadır. Bir tarımsal işletme kurulurken evvela tarım yapılacak alandan toprak ve su örnekleri alınarak toprağın ve suyun tarıma elverişli olup olmadığı incelenmelidir. Toprakta hangi besin elementinin yüksek hangisinin noksan olduğu, suyun tuz oranı, pH'ı gibi konular incelenmelidir (Foster ve Harris vd, 1997). Tarımı yapılacak olan bitki bu sonuçlara bakılarak seçilmelidir. Ayrıca tarım yapılacak olan bölgenin iklimik özellikleri de dikkate alınmalıdır. Gün uzunluğu, güneşli gün sayısı, yıllık yağış miktarı, sıcaklık ortalamaları, donlu geçen gün sayısı gibi hususlar dikkate alınmalıdır. Örneğin gündüzlerin geceye göre daha kısa sürdüğü bir bölgede uzun gün bitkisi olan buğday (*Triticum vulgare* (buğday), şeker pancarı (*Beta vulgaris*), turp (*Raphanus sativus*) gibi bitkiler yetiştirildiğinde vejetatif aksam olarak gelişebilmekte ama genaratif olarak sağlıklı olarak gelişemeyecektir. Yine kurak bir bölgeye tropikal veya subtropikal bir bitki türü dikildiğinde de bitki sağlıklı olarak yetişemeyecek ve zararlılara karşı hassas olacaktır. Yine örneğin, asma güneye bakılarda ve kumsal ve kıraç topraklarda iyi yetişir, bununla beraber %60'tan fazla kum içeren topraklarda asmanın en önemli zararlısı olan Bağ Filokserası [*Viteus vitifolii* (Fitch.) (Hom.:Phylloxeridae)] yaşayamaz. İşte bu sebeple zararlılar ile mücadele ilk olarak uygun bitki seçimi ile başlandığı unutulmamalıdır.

Buğday bitkisinin en önemli zararlılarından olan Süne'nin (*Eurygaster integriceps* Put.) popülasyon yoğunluğu kışlama için özellikle Geven (*Astragalus* spp.) bitkisinin yoğun olduğu bölgelerde, bu bitkinin altında humuslu ve hafif bir toprak bulunması halinde artacaktır.. Buna karşılık toprak killi veya sertse bu bitkiler altındaki süne yoğunluğu daha az olacaktır. Diğer yandan Toprağın pH değeri de zararlılar için önemlidir. Örneğin Şekerpancarı alkali toprakları severken zararlısı olan pancar sineği asitli topraklarda yetiştirilmesi durumunda şekerpancarı bitkilerine çok daha ağır zararlar verebilmektedir. Kök-ur nematodları alüvyonlu toprağı tercih ederken, yer altı zararlıları May kök-ur nematodu ve Haziran böceği (*Polphylla* spp.) kumlu

toprağı tercih eder. Bu zararlıların özellikleri göz önüne alındığında, bu tür topraklarda özellikle bu zararlıların bulaştığı alanlarda bu zararlılara duyarlı bitkiler yetiştirilmemelidir. Alternatif olarak toprağın yapısına ve özelliklerine uygun bir anaç seçilmesi bitkinin daha sağlıklı ve güçlü büyümesini sağlayacaktır (Williams , 2003).

Tarım yapacağımız bölgeye uygun bitkiyi seçtikten sonra yapılması gereken iyi bir ekim ve dikim öncesi hazırlıktır yani toprak işleme işlemleridir. Toprak işleme, drenajı iyi olan bir alanda bitkiler daha sağlıklı yetişeceği için zararlılara da daha dayanıklı olacaklardır. Toprağı iyi işlenmiş bir alanda bitki kökleri daha iyi havalanacağı, su ve besin alacağı için bitki kökten başlayarak kuvvetli olacaktır. Özellikle sağlıklı ve güçlü kökleri olan bitkilerin bozkurtlar ve tel kurtlar gibi toprak altı zararlılarına karşı direnci oldukça yüksektir. Toprağın havalanması maksadıyla alt-üst edilmesi işlemi sonrası toprak yüzeyine çıkan zararlılar güneş ışığı, sıcaklık, nem gibi faktörlerin değişmesiyle veya böcekçil avcılara yem oldukları için zarar verme potansiyellerini önemli ölçüde yitirirler. Buna örnek olarak tarlada pullukla sürme işlemi sırasında traktörün arkasında takip eden ak leylekler verilebilir. Pulluğun alt-üst ettiği topraktaki böceklerle beslenmek için adım adım traktörü takip edip yüzeye çıkan böceklerle beslenmektedirler. Tarımsal alanların derin sürülmeleri birçok böceğin yumurta, larva, pupa ve erginin elemine olmasında oldukça önemlidir. Toprak altında tarımsal zararlılar genellikle 10-20 cm derinliklerde bulunmaktadır. Bu sebeple tarlada yapılacak derin sürüm bu zararlıların popülasyonunu önemli ölçüde azaltacaktır. Buna örnek olarak yeşil kurtlar (*Heliothis spp.*) ve apion (*Apion arrogans* Wenck.) türleri verilebilir. Tarlaların sonbaharda derin sürülmesi ile bu iki türün gelecek ilkbahardaki ergin popülasyonu ciddi oranda azaltılabilir (Lampkin, 1994).

Mısır kurdu, ekin güvesi, dana burnu gibi birçok farklı takım ve familyadan türlere ait larva ve erginlerde yine en az 10-15 cm'lik derinlikte toprağın alt üst edilmesiyle popülasyonun azalması kuvvetle muhtemeldir (Hekimoğlu ve Altındağ, 2006). Sadece böceklerde değil nematodlarla mücadelede de derin sürüm önem arz etmektedir. Özellikle Kök-ur nematodlarının yaygın olduğu topraklarda bitkinin olmadığı yaz aylarında 15 gün ara ile 2-3 kez yapılan derin toprak sürümü ile topraktaki nematod varlığı yok edilebilir. Özetle toprağımızın drenajını iyi ayarlayarak sağlıklı bitki gelişimini teşvik ederken optimum derinlik seviyesinde toprak sürümlerimizi gerçekleştirerek de gerek toprak altı gerekse de toprak üstü zararlıların toprak içerisinde yer alan yumurta, larva, pupa ve erginlerinin toprak yüzeyine çıkartmak suretiyle popülasyonlarını ciddi oranda azaltabiliriz (Has, 1992).

Gübreleme de tarımsal zararlılar ile mücadelede önemli yer tutmaktadır. Kültürel mücadelenin temelinde sağlık ve dirençli bitki yetiştirmek yatmaktadır. Dolayısıyla sağlıklı bitki için de en önemli nokta bitki beslemedir. Bitkiler besinlerinin büyük bir çoğunluğunu kökleri vasıtasıyla topraktan almaktadır. Toprakların besin miktarı birçok parametreye bağlı olarak değişmektedir. Toprağın ana materyalinin ne olduğu, iklimi, topografyası, mikro ve makro fauna ve flora özellikleri, mikrobiyotası, pH'ı gibi birçok parametre toprak besin elementlerinin varlığı üzerine etkilidir. Bu sebeple gübreleme işlemleri yapılırken genel bir uygulama yerine alana özel uygulamalar yapılmalıdır. Öncelikle toprak analizi yapılarak toprağın pH'ı, besin elementleri ve organik madde içeriği açısından kapsamlı bir inceleme yapılmalıdır. Toprak analizinden çıkan sonuca göre de gübreleme işlemleri yapılması gerekmektedir. Günümüzde yurt dışında yapılan araştırmalarda artık tarla ve seralara kurulan bilgisayarlı sistemlerle anlık olarak bitki etkin kök alanında besin elementi ve nem ölçümü yapılarak neredeyse bireysel bitki bazlı gübreleme ve sulamalar yapılabilmekte ve bu da sağlıklı bitki gelişimine önemli katkılarda bulunmaktadır.

Ülkemizde ise gübreleme işlemleri genellikle genel geçer kurallar üzerinden ilerlemektedir. Bu durum da bazı problemleri beraberinde getirmektedir. Toprak analizi yapılmadan yapılan bilinçsiz ve aşırı gübreleme her zaman pozitif sonuç vermemektedir. Örneğin bitkiye verilen aşırı azot sonucu bitki yeşil aksamı artmakta ve özellikle bitki özsuyu ile beslenen yaprak bitleri, thripslerin popülasyonlarında önemli artışlar meydana gelmektedir. Yine aşırı Fosforlu ve potasyumlu gübrelemeler sonucu bitkilerin vaktinden önce çiçek açması iklimsel olarak don, soğuk, yetersiz foto-periyod gibi sorunlarla karşılaşması sonucu verimleri önemli ölçüde düşmektedir. Ayrıca aşırı gübreleme fizyolojik kuraklığa da sebep olarak bitkinin beslenememesine neden olup bitkileri zararlılara karşı da hassas hale getirebilmektedir. Bütün bunlara rağmen akıllı müdahaleler ile bitkilerin zarar görmesi önlenebilir. Örneğin ekim dikim zamanı ayarlandıktan sonra doğru doz ve zamanda gübrelenen buğdaylar, süneler kışlaklarından inmeden vejetatif gelişimini önemli ölçüde tamamlayacağı için süneye karşı daha dirençli olabilirler. Gübrelemede potasyumlu gübreler ile takviye edilmiş bitkilerin hücre çeperleri kalınlaşacağı için sokucu-emici ağız yapısına sahip böceklerin vereceği zararlar azalacaktır (Baker vd., 2020).

Zararlılar ile mücadelede dayanıklı tür ve çeşitlerin kullanımı oldukça önemlidir. Günümüzde melezleme, gen transferi, Crispr-Cas9 gibi teknolojiler ile birçok dayanıklı bitki tür ve çeşidi geliştirilmektedir. Bu durumda zararlılarla mücadele de üreticiye avantaj

sağlamaktadır. Bitkilerin rengi, kokusu, tadı, tüylü olup olmaması, mum tabakası, hücre çeperi kalınlığı vd. gibi durumlar zarar oranını önemli ölçüde azaltmaktadır. Tüylü yapraklı bitkiler yaprak bitlerine karşı dayanıklıdır. Meyve kabuklarının kalın ve sert olması meyve zararlıların zararını azaltmaktadır. Yine bitkilerin içerdiği sekonder metabolitler nedeniyle de bitki organlarının kokusu ve tadı böceğin beslenme davranışını olumsuz etkilediği için zarar oluşturma ihtimali zayıflar.

Ekim dikim zamanı ve hasat zamanı ayarlanarak da zararlılar ile mücadelede önemli mesafe alınabilmektedir. Örneğin kışlık buğdaylar sonbaharda ekilerek buğday zararlıları (süne, saparısı vd.) ortaya çıkmadan buğday gelişimini önemli ölçüde tamamlayacağı için zarar görme yoğunluğu azalmaktadır. Yine pamuk yetiştiriciliğinde erken ekim ve dolayısıyla erken hasat pamuğun en önemli zararlılarından olan pembe kurt mücadelesinde oldukça etkili olmaktadır.

Nöbetleşe ekim (Münavebe) yapmak da özellikle monofag (tek bir tür bitki ile beslenen) zararlı türleri ile mücadelede önemli bir yöntemdir. Bu yöntem genellikle toprak altı zararlıları veya göç edemeyen bulunduğu noktadan uzaklaşması zor olan zararlılara karşı etkilidir. Sürekli aynı tür bitkiyi ekip dikmek yıllar içerisinde hastalık ve zararlı etmenlerinin o bölgeye yerleşmesini ve popülasyonun artmasını neden olarak hastalık ve zararlılar ile mücadeleyi giderek zor hale getirmektedir. Bu durumda yapılması gereken başka sırasıyla başka türde bitkileri ekip dikmektir. Örneğin tel kurtlar patates üretiminde oldukça ciddi hasarlar verebilen bir zararlıdır. Bu zararlıların popülasyonun yoğun olduğu bölgelerde patates üretiminden sonra yonca ekilmesi tel kurt popülasyonunu baskılamada oldukça etkili bir yöntemdir. Bazı durumlarda tek yıllık münavebe yeterli olmamaktadır. Zararlıların tarımsal üretim alanından uzaklaşması için 2-3 yıl ekim nöbeti uygulanması gerekebilir. Hububatta en önemli zararlılardan olan kırmızı bacaklı hububat akarı (*Penthaleus majör*) ile mücadelede en az 2 yıl tarlaya arpa, yulaf ve buğday gibi türlerin ekilmemesi gerekmektedir (Aksoy vd., 2005).

Kültürel mücadelede uygulanacak bir diğer yöntemse tuzak bitkilerin dikilmesidir. Tarımı yapılan kültür bitkileri arasına zararlıların sevdiği bitkiler ekilip dikilerek zarar azaltılmaya çalışılır. Diğer bir yöntem olaraksa aynı türün erkenci çeşitleri tarımsal üretim alanının belirli bölgelerine ekilmesi suretiyle zararlılar bu bitkilere toplanması sağlanır ve hasatla birlikte de zararlı popülasyonunun çoğu elemine olmaktadır. Tuzak bitkiler ile ilgili yapılan çalışmalar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Tuzak bitki yetiştiriciliğinde potansiyele sahip araştırmalar (Abate, 1988; Kloen ve Altieri, 1990; Hokkanen, 1991; Peregrine, 1991p).

Zararlılar	Ana Bitki	Tuzak Bitki
<i>Lygus voessleri</i>	Yonca	Yonca
<i>Nilaparvata lugens</i>	Çeltik	Çeltik
<i>Nephotettix virescens</i> +RTV	Çeltik	Çeltik
<i>Bemisia tabaci</i> +TYLCV	Domates Fidesi	Hıyar
<i>Bemisia tabaci</i>	Domates	Fasulye
<i>Brevicoryne brassicae</i>	Kıvırcık lahana	Hardal otu
<i>Thrips tabaci</i>	Pamuk fideligi	Soğan, Sarımsak
<i>Diabrotica spp.</i>	Mısır	Mısır
	Kabakgiller	Kabakgiller
<i>Agriotes spp.</i>	Çilek	Buğday
<i>Anomala cupripes</i>	Soya fasulyesi	Soya fasülyesi
<i>Anomala expansa</i>	Soya fasulyesi	Soya fasülyesi
<i>Atherigona spp.</i>	Mısır	Sorgum
<i>Dacus cucurbita</i>	Kabak,Kavun	Mısır
<i>Dacus frontalis</i>	Kabakgiller	Turunçgiller, Mısır
<i>Liriomyza trifolii</i>	Krizantem	Fasulye
<i>Psila rosae</i>	Havuç	Havuç
<i>Chilo partellus</i>	Mısır	Sorgum
<i>Eldana saccharina</i>	Şeker kamışı	Mısır
<i>Heliothis armigera</i>	Kuru Fasulye	Mısır
	Domates	Mısır
<i>Heliothis zea</i>	Çilek	Mısır
	Pamuk	Mısır
<i>Euxoa messoria</i>	Çavdar	Tütün
<i>Euxoa tessellata</i>	Çavdar	Tütün
<i>Spodoptera litura</i>	Tütün	Hint yağı bitkisi
	Mısır	Mısır, Patates
<i>Ostrinia nubilalis</i>	Pamuk	Mısır
<i>Plutella xylostella</i>	Lahana	Hint hardalı
<i>Athalia rosae</i>	Kışlık kolza	Kolza

2.2. Mekaniksel Mücadele Yöntemleri

Zararlıları yok etmek için el veya aletler kullanılarak yürütülen mücadele şeklidir. Bu mücadele yöntemi ülkemizde ilk olarak 1928 yılında sünenin elle toplatılarak devlet tarafından satın alınmasıyla başlamıştır. Mekaniksel savaşta en yaygın kullanılan yöntemler elle toplama, zararlı yumurta, larva, pupa/nimf ve erginlerinin bulunduğu sürgünlerin kesilerek uzaklaştırılması ve çok yıllık bitkilerde ağaç gövdesi içine giren zararlıların tel ile ezilmesidir.

Pamuğun en önemli zararlısı olan pembekurt mücadelesinde pamuk hasat edildikten sonra tarlada kalan bitkiler kesilerek yok edilmesi ve hasat edilen pamuğun liflerine ayrılması için çırçır makinesinden geçirilmesi ile pembekurt popülasyonunun neredeyse tamamen elimine olması sağlanmaktadır. Meyve ağaçlarının gövdelerinde galeri açarak beslenip yaşayan gövde iç kurtları, ağaç sarı kurtları ve ağaç kızıl kurtları gövdeye penetre oldukları açıklıktan içeri sokulan tel ile ezilerek yok edilmektedir. İlkbaharda elma ağaçlarında sürgün ve dallarda koloni halinde bulunan elma pamuklu biti [*Eriosoma lanigerum* (Hausm.)] nimf ve erginleri bir eldiven veya tel fırça yardımıyla elle ezilerek öldürülür. Asma ağustos böceğinin savaşında ağustos ayında başlayarak dallardaki yumurtaların %50'si pembeye döndüğü zaman zararlı ile bulaş olmuş dallar yara yerinin altından kesilerek bahçeden uzaklaştırılarak güneşte kurumaya bırakılır. Süne ile mücadelede sünelerin en önemli kışlakları olan gevenler yakılarak süne popülasyonunun kontrolü sağlanabilmektedir.

Zararlı böceklerin birçoğu sabahın erken saatlerinde havanında serin olması sebebiyle uyuşuk olabilmektedirler bu sebeple sabah erken saatlerde birçok zararlının erginleri elle toplanarak imha edilebilirler. Bakla zınnı, asma ağustos böcekleri bu duruma örnek olarak verilebilir. Çam kese tırtılları ve altın kıçlı kelebek gibi türler gruplar halinde yaşadıklarından buldukları dallar kesilerek mücadelesi yapılabilir. Meyve iç kurtlarının girdiği meyveler (elma iç kurdu vd.) vaktinden önce olgunlaşıp yere dökülmektedir. Aynı zamanda bu yere düşen meyvelerin içinde bu böceklere ait yumurtalar bulunmakta olup açılan yumurtalar meyvenin içinde larva formuna geçmektedir. Bu sebeple zamanından önce olgunlaşıp üzerinde zararlının içeri penetre noktası belli olan meyvelerin derhal tarımsal üretim alanından uzaklaştırılıp imha edilmesi gerekmektedir (Aksoy vd., 2005, Altun, 2022).

2.3. Fiziksel Mücadele Yöntemleri

Zararlıların popülasyonunu baskılamak için ortamın fiziksel şartlarını (sıcaklık, nem, gaz yoğunluğu, ışık miktarı vd.) değiştirerek yürütülen mücadele yöntemleridir. Toprakta yaşayan zararlı ve hastalık etmenlerini yok etmek için kullanılan bu yöntemin en bilinen örneği solarizasyon işlemidir. Solarizasyonda toprak bir miktar nemlendirildikten sonra üstüne ince plastik örtüler çekilerek güneş enerjisiyle toprak ısıtılır. Solarizasyon süresi uzadıkça ısının toprakta daha derine inmesi sağlanacağı için zararlı ve hastalık etmenlerini yok etmedeki başarısı artacaktır. Solarizasyon işleminde 10 cm derinliğinde 45-50 °C ile en yüksek sıcaklık değerine ulaşılırken 20 cm inildiğinde sıcaklık 38-45 °C sıcaklığına ulaşılmaktadır. Bu değerler solarizasyon uygulanmamış tarım alanlarındaki toprak sıcaklık değerlerinden 5-15 °C daha yüksektir. Bu sıcaklık artışı ile toprakta yer alan böcek yumurta, larva, pupa ve erginleri, yabancı otların tohumları, kökleri, toprakta bulunan nematodlar, bakteriler, virüsler ve fungusların önemli bir kısmı elimine olmaktadır. Uygulamanın dezavantajı ise toprakta yer alan zararlılar canlıların yanı sıra faydalı böcek ve mikroorganizmaların da yok olmasıdır (Baker vd., 2020).

Depolanmış ürünlerde büyük zararlara yol açan *Sitophilus* spp. ve *Ephestia* spp. gibi böceklerle mücadelede içeriye sıcak hava verilerek bu zararlılar elimine edilebilir. Yine özellikle hububatlarda etüv veya fırınlar kullanılarak 52-55 °C ye tabi tutulan ürünlerdeki zararlılar yok olmaktadır. Yüksek sıcaklığın yanında düşük sıcaklık uygulamaları da zararlılar ile mücadelede kullanılan bir diğer yöntemdir. Sıcak hava uygulamaları genellikle kuru gıda ve ürünlerde kullanılmaktayken soğuk hava uygulamaları genellikle yaş sebze ve meyvelerde kullanılmaktadır. Ortamın sıcaklığı 1-2 °C'lere düşürmek ortamdaki zararlıların ölmesine ayrıca da ürünlerin tazeliğini koruyarak saklanmasına imkân vermektedir.

Bir diğer fiziksel mücadele yöntemi de suya daldırmadır. Bu yöntemde tohumlar suya daldırılarak içlerindeki zararlıların su yüzeyine çıkmaları sağlanmaktadır. Bitkiler ve topraklar su altında bırakılırsa da bu sefer topraktaki zararlılar toprak yüzeyine çıkmaları sağlanır ve öldürülürler.

Depolardaki havanın içerisinde bulunan gazların yoğunluklarını değiştirerek de zararlılar yok edilebilirler. Deponun havası birkaç hafta oksijen %1'den az veya karbondioksit %60'tan fazla oranda tutulursa zararlıların tümü yok edilmiş olur.

Radyasyon uygulamasıyla ise hem doğrudan zararlılar öldürülebilir hem de radyasyonla kısırlaştırılmış bireylerin depolara veya seralara salınması ile zararlıların neslinin devam etmesi engellenerek mücadele edilir. Zeytin sineği ve Akdeniz sineğinde radyasyonla kısırlaştırılmış erginler salınarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu yöntemde kritik nokta uygulama alanına dışardan göçü engellemektir. Bu nedenle depo veya sera gibi kontrollü alanlarda başarı şansı daha yüksektir (Park ve Lohr, 2005).

2.4. Biyoteknik Mücadele Yöntemleri

Biyoteknik mücadele yönteminde sentetik veya doğal maddeler vasıtasıyla zararlıların biyolojisini, davranışlarını ve fizyolojisini etkileyerek zararlı popülasyonunu ekonomik zarar eşiğinin altında tutulması hedeflenir. Bu yöntemi uygulayabilmek için zararlıların biyolojisinin, davranışlarının ve fizyolojisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Biyoteknik mücadelede en bilinen yöntemler tuzaklardır. Görsel tuzaklar, besin tuzakları, feromon tuzakları gibi birçok tuzak vasıtasıyla zararlı popülasyonları kontrol altına alınmaya çalışılır. Diğer yöntemler ise cezbediciler, kovucular (repellentler) beslenmeyi ve yumurtlamayı engelleyicilerdir (Tablo 3).

Tablo 3. Zararlılar ile mücadelede kullanılan biyolojik ve biyoteknik yöntemlerden bazıları (Weeden vd., 2007)

Ürünün adı	Kullanım amacı ve özellikleri
Azadirachtin (Tesbih (Neem) ağacı Azadirachta indica bitkisinden elde edilir)	İnsektisit olarak tuta, kiraz sineği, çiçek tripsi gibi birçok zararlının mücadelesinde kullanılır
Balmumu	Budama veya aşılama işlemleri sonrası kesik ve yaraların kapatılarak patojen ve zararlı girişlerini engellemek için koruyucu olarak kullanılır
Bitkisel yağlar	İnsektisit, fungusit, bakterisit, repellent olarak kullanılır
Laminarin (kahverengi alglerde bulunan bir glukandır), Feromonlar	Bitkileri mantar ve bakterilerden korumak için kullanılmaktadır. Böceklerle mücadelede tuzaklarda kullanılır
<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i> yapraklarından elde edilen piretrinler	İnsektisit
Acıağaç' dan (<i>Quassia amara</i>) elde edilen yağlar	İnsektisit ve repellent
Mikroorganizmalar <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> vd.	Genetiği Değiştirilmiş organizma olmamak koşulu ile insketisit ve nematasit olarak kullanılabilir
Spinosad (toprak bakterisi olan <i>Saccharopolyspora spinosa</i> elde edilen bir toksin)	İnsektisit olarak kullanılır
Etilen	Meyve sineklerine karşı fumigant insektisit olarak kullanılır
Parafin yağı	İnsektisit olarak
Yağ asitleri	Akarisit ve insektisit olarak kullanılır
Kireç kükürt (kalsiyum hidroksit+kükürt)	Fungusit
Doğal alüminyum silikat (kaolin)	İnsektisit ve repellent
Kalsiyum hidroksit	Fungusit
Sodyum hipoklorit	Tohumların virüs ve bakterilerinden arındırılmasında kullanılır

Biyoteknik mücadelede seralarda ve tarım alanlarında özellikle feromonlar ile kurulan tuzaklar zararlılar ile mücadelede oldukça etkili olmaktadır. Feromon böceğin vücut dışına salgılanan ve aynı türün bireyleri tarafından algılandığında davranışsal çeşitli etkilere neden olan biyokimyasal maddelerdir. İz-işaret feromonları, toplanma feromonları, kraliçe belirleme ve yetiştirme feromonları, çiftleşmeyi teşvik edici feromonlar gibi birçok farklı feromon çeşidi bulunmaktadır. İçinde feromon bulunan kapsüller yapışkan ve insektisit içeren çeşitli şekil ve renklerdeki (sarı, mavi, beyaz vd.) tuzaklara yerleştirilerek zararlılar bu alana çekilir ve etkisiz hale getirilir. Böcekler yumurta bıraktıkları yaprak vd. alanlara uyarıcı feromon bırakarak o bölgeye başka böceğin gelip yumurtlayarak rekabet yaratmasına engel olur. Yumurtlamayı engelleyici feromonlar sentetik olarak elde edilip üretimi yapılan kültür bitkilerine uygulandığında zararlıların yumurtlaması engellenecektir. Yine bazı zararlı böcekler (örneğin çam kese tırtılı) bir ağaçtan başka bir ağaca göç ederken önden bir birey ilerleyerek bıraktığı iz feromonları ile diğer bireyler bu bireyi takip ederek göçlerini tamamlarlar. Burada iz feromonları kullanılarak zararlı istenilen alana çekilerek topluca yok edilebilirler. Çiftleşme (afrodizyak) feromonları ise kısa mesafelerde etkili olduğundan ötürü özellikle seralar gibi kapalı ve kontrollü alanlarda kullanımı daha uygundur. Bu uygulamada çiftleşme feromonları alanın belli köşelerine asılarak alanda birçok noktadan bireyi cezbederek bireyin tek bir eşeye yönelmesini engelleyecek ve en sonunda eşey yorularak çiftleşmeden ölecektir (Hepdurgun ve Zümreoğlu 1995, Topuz vd., 2016).

Diğer tuzaklar ise görsel ve besin tuzaklarıdır. Bu yöntemde zararlılar özellikle böceklerin yöneliminin yoğun olduğu ışık ve renk gibi faktörler kullanılarak tuzaklara çekilir. Işıklar yaydıkları ısı sayesinde böcekleri cezbetmektedir. Diğer görsel tuzak türünde ise genellikle sarı, mavi ve beyaz renkler kullanılarak hazırlanan tuzaklar zararlı popülasyonunun yoğunluğunu belirlemede ve mücadelesinde etkili olabilmektedir. Besin tuzaklarında ise zararlıların sevdiği besinlerin içerisine insektisit uygulamak suretiyle zararlılar ile mücadele edilmesi amaçlanmaktadır. Besin olarak kepek, melas, çürük meyveler, pekmez, şarap, maya gibi aroması ve kokusu yüksek besinler kullanılmaktadır. Bu besinlere çekilen böcekler gerek tuzak yapısından dolayı içeri girdikten sonra çıkamayarak, gerek tuzak besinlerin içerdiği insektisitlerden ötürü veya ortamın yapışkan özellikli olmasından dolayı yüzeye yapışarak etkisiz hale gelirler. Yine yukarıda sayılan tuzak tipleri (görsel, ışık, feromon, besin vd.) birbirleri ile kombine edilerek de etkileri arttırılmaktadır.

Biyoteknik mücadele yöntemlerinden bir diğeri de uzaklaştırıcılar (repellentler) bitkisel ürünlerden elde edilen ürünler kokuları ile bazı zararlı böceklerin kültür bitkisine yaklaşmasını engellemekte kullanılabilir. *Azadirachta indica* (yalancı tespah ağacı) dan elde edilen azadirachtin , kekikler, anason bitkisi, *Melia azedarah* (tespah ağacı), ve *Xanthium strumarium* (pıtrak) gibi bitkilerden elde edilen ekstraktlarında zararlılar üzerinde hem uzaklaştırıcı hem de beslenmeyi engelleyici etkileri de mevcuttur. Yine doğru bitki çeşidi seçimi de böceklerin bitkiye zarar verme potansiyelini düşürebilmektedir. Örneğin yapraklarında yoğun tüyler bulunan, gövde ve dallarda dikenleri bulunan, yaprak epidermisleri kalın bitkiler böcekler tarafından tercih edilmemektedir (Kaptan vd. 2018).

2.5. Biyolojik Mücadele Yöntemleri

Biyolojik mücadele terimi, canlılar arasındaki ilişkilerin ekolojik, biyolojik ve sistematik açıdan incelenmesinden sonra doğmuş olup ilk kez 1919 yılında Smith tarafından kullanılmış ve biyolojik mücadeleyi basit olarak “zararlı popülasyonlarını doğal düşmanları vasıtasıyla baskı altına alma ve düzenleme” şeklinde tanımlamıştır (Van Driesche vd., 2010). Biyolojik mücadele yeni bir kavram gibi dursa da aslında antik zamanlarda da biyolojik mücadele kullanılmaktaydı. İnsanlar antik dönemlerde kuşların böceklerle, yılanların kemirgenlerle beslendiğini gözlemlemeleri, eski Mısırlıların kedileri farelere karşı kullanmak üzere evcilleştirdikleri, Çinlilerin turuncu bahçelerinde avcı karıncaları kullandıkları bilinmektedir. Günümüzde ise böcekçi kuşlar ve yarasaların tarım, orman ve halk sağlığı zararlıları ile vektör böceklerin mücadelesinde, yırtıcı kuşların tarım zararlısı memeli ve sürüngen türler ile mücadelede, parazitoit böceklerin tarım zararlıları ve vektörler ile mücadelede ve bakteriler gibi patojenlerin ise (örn. *Bacillus thuringiensis* preparatları) tarım zararlıları ve vektörler ile mücadelede yaygın bir şekilde kullandığı bilinmektedir (Ruiu vd., 2013).

Biyolojik mücadele zararlılar ile mücadele esnasında direkt olarak başka bir canlı kullanma yöntemidir. Zararlılar ile mücadelede kullanılan canlılara biyolojik mücadele ajanı denilmektedir. Biyolojik mücadele ajanları predatör (avcı), parazitler, patojenler veya parazitoid gibi birçok farklı etkide olabilirler. Predatör (avcı) biyolojik mücadele ajanları direkt olarak zararlıları avlayarak ve doğrudan onlarla beslenerek popülasyonlarını azaltan kuş, yarasa, böcek, memeliler gibi canlılardır (Baggen ve diğeri , 1999). Parazitoitler ise yumurtalarını direkt olarak zararlının içerisine bırakan canlılardır. Parazitoitlerin bıraktıkları

yumurtalar zararlının içerisinde açılarak vücut sıvısı ve dokuları ile beslenerek gelişimlerini zararlı içerisinde tamamlayarak son darbe olarak zararlıyı öldürüp içinden çıkarlar. Parazitoitler ile bulaş olmuş zararlıların şekil ve renklerinde anomaliler (kararma, çökme, şişme vd.) görülebildiği gibi bazı durumlarda uzunca bir süre hiçbir belirti görülmeden uzun süre zararlının içinde parazitoit larvası gelişimi devam edebilmektedir (Landis vd., 2000). Özellikle günümüzde insektisitlere karşı gelişen direnç göz önünde bulundurulduğunda biyolojik mücadele oldukça iyi bir alternatif mücadele yöntemi olarak durmaktadır. Örneğin tarım alanlarının en önemlilerinden olan yaprak bitlerine karşı *Lysiphlebus confusus*, *Lysiphlebus fabarum*, *Aphidius colemani* ve *Binodoxys angelicae* gibi türler parazitoit olarak kullanılmaktadır.

Diğer biyolojik mücadele ajanları ise zararlı bünyesine girerek parzitik veya patojenik etkileri olan bakteri, fungus, virüs veya nematodaların kullanımınıdır. Entemopatojen toprak, sucul ortamlar, gübreliklerde ve yapraklar başta olmak üzere birçok farklı ortamlarda kullanılmaktadır. Tarımda kullanılan bazı entomopatojen nematodlar Tablo 4'te te verilmiştir. Entamopatojen nematodların en etkili olduğu alan topraktır çünkü toprak entomopatojen nematodların büyük çoğunluğunun doğal yaşam alanıdır. Bu sebeple toprak altı zararlılarına karşı oldukça etkilidirler. Özellikle toprak altı zararlılar ile mücadelede toprak nedeniyle insektisit zararlıya ulaşması zor olmaktadır. Böyle bir durumda entomopatojen nematodlar zararlılar ile mücadelede ön plana çıkmaktadır (Grewal ve Georgis, 1999; Lewis vd., 2006; Dillman ve Sternberg, 2012).

Tablo 4. Bazı zararlılara karşı etkili olan entomopatojenler

Zararlı	Ürün	Entomopatojen Nematod
Muz biti-Muz kökü delici Cosmopolites sordidus	Muz	<i>Steinernema carpocapsae</i>
Bozkurt -Agrotis ipsilon	Sebzeler ve süs bitkileri	<i>Steinernema carpocapsae</i> <i>Steinernema feltiae</i> <i>Steinernema glaseri</i>
<i>Elma içkurdu- Cydia pomonella</i>	Yumuşak çekirdekli meyveler	<i>Steinernema carpocapsae</i> <i>Steinernema feltiae</i>
Mısır yuvarlak kurdu- <i>Helicoverpa zea</i>	Sebzeler	<i>Steinernema riobrave</i> <i>Steinernema carpocapsae</i> <i>Steinernema feltiae</i>
Üzüm kök kurdu- <i>Vitacea polistiformis</i>	Bağlar	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> <i>Heterorhabditis zealandica</i>
<i>Diaprepes abbreviatus</i>	Turunçgiller Süs bitkileri	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> , <i>Steinernema riobrave</i>

Entomopatojen bakteriler de zararlılar ile mücadelede oldukça yaygın olarak kullanılan biyolojik mücadele ajanlarındandır. *Bacillus thuringiensis* dünya çapında en yaygın kullanılan entomopatojen bakteridir. Öncelikle, pamuktaki Amerikan cılız kurdu ve piriñteki sap kurdu gibi lepidoptera zararlılarının bir patojenidir. Bt, haşere larvaları tarafından yutulduğunda, haşerenin orta bağırsağına zarar veren ve sonunda onu öldüren toksinler salgırlar. Bacilluslar genellikle sulak alanlarda (çeltik tarları vd) yoğun olarak kullanılmaktadır. Entomopatojen bakterilerin öne çıkanları Tablo 5'te verilmiştir (Thiery ve Frachon, 1997; Ndlela vd., 2018).

Tablo 5. Entomopatojen bakteriler ve etkili oldukları zararlıları

Entomopatojen bakteri	Etkili olduğu zararlı
<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>	Temiz suda sivrisinek larvaları
<i>Bacillus sphaericus</i>	Kirli suda sivrisinek larvaları
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Çökerten, kök ve gövde çürüklüğü
<i>Bacillus thuringiensis kurstaki</i>	Lepidoptera larvaları
<i>Bacillus thuringiensis aizawai</i>	Coleoptera larvaları
<i>Saccharopolysora spinosa (spinosa)</i>	Lepidoptera larvaları, Diptera (sinekler), Coleoptera (kın kanatlılar) ve Thysanoptera (Tripsler)

Entomopatojen olarak tanımlanmış 700'den fazla fungus türü günümüzde kayda geçirilmiştir (Roy et al., 2006; Sardul vd., 2012). Bu türlerin içerisinde öne çıkan önemli biyolojik mücadele ajanları *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae orokin* ve *Verticillium lecanii*, *Isaria farinosa* ve *Purpureocillium lilacinum*'dur.

Bunlardan *Beauveria bassiana* Süne (*Eurygaster integriceps*) başta olmak üzere birçok tarım zararlısına karşı oldukça etkilidir. *Isaria farinosa* daha çok subtropikal ve tropikal bölgelerde kullanılan geniş spekturumlu entomopatojen fungustur. *Purpureocillium lilacinum* ise daha çok toprak nematodları üzerinde etkilidir (Muştu vd., 2014). *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae orokin* ve *Verticillium lecanii*, ise tarımın en önemli zararlılarından *Tuta absoluta*'ya karşı etkili olduğu bilinmektedir (Shah ve Pell, 2003; Rodriguez vd., 2006).

Trichoderma (Trichoderma viride ve Trichoderma harzianum) kök çürüklüğü gibi toprak kaynaklı hastalıklara karşı etkili bir mantar bir biyopestisittir. Daha önce yapılan çalışmalarda *Fusarium*, *Sclerotinia*, *Rhizoctonia* ve *Pythium* türleri gibi önemli bitki patojenlerine karşı oldukça etkili oldukları ispatlanmıştır (Kredics vd., 2003). Bu hastalıklara duyarlı olan yarfıstığı, siyah gram, yeşil gram ve nohut gibi kuru tarım ürünleri için özellikle önemlidir.

Zararlılar ile mücadelede biyolojik mücadele ajanı olarak mikroorganizma ve böceklerin yanı sıra kuşlar ve yarasalar gibi canlılarda organik tarımda zararlılar ile mücadele ajanı olarak kullanılmaktadır.

Dünyada 9 000'in üzerinde kuş türü bulunmaktadır. Ülkemizde ise bu rakam 485 civarındadır (DKMP, 2020) . En fazla tür çeşitliliğine sahip olan takım ise böcekçil kuşların çoğunu içinde barındıran Passeriformes takımıdır. Böceklerle beslenen kuşlar ise böceklerin yumurta, larva, pupa ve erginlerini tüketerek doğada büyük böcek salgınlarının önüne geçerek doğal dengenin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Kuşlar oldukça aktif canlılar olmaları nedeniyle besin tüketimleri de oldukça fazladır. Bazı türlerde günlük besin tüketimi kendi ağırlığının 2 katına kadar çıkabilmektedir. Kuşların diyetlerinde yüksek protein kaynağı olmaları nedeniyle böcekler ön plana çıkmaktadır. Bu kadar yoğun böcek tüketmeleri de kuşları biyolojik mücadele ajanı olarak kullanımını gitgide artırmaktadır.

İtalya'da yapılan bir çalışmada, böcekçil kuşların oranının ülkenin kuş faunasında %46.6'ya ulaştığı ve yıllık böcek tüketiminin 275 milyon kilogramı aştığı bildirilmiştir. Böcekçil olmayan kuşlar göz önüne alındığında, yavrularını böceklerle besledikleri ve ülkenin avifaunası ile kıyaslandıklarında, bu kuşların böcek tüketiminin ise 25 milyon ton olduğu hesaplanmıştır. Bu, İtalya'daki tüm kuşların yıllık olarak 300 milyon ton böcek tükettiğini göstermektedir. Bu durum, tarım ve orman arazilerinde böceklere karşı mücadelede kuşların nasıl önemli olduğunu göstermektedir (Elliott, 1987).

Bir adet Mavi baştankararın, (*Cyanistes caeruleus* (L.) günde 1000'den fazla böcek yumurtası yediği görülmüştür. Kuş yuvaları asılan 28 ha'lık ormanlık alanda ağaç başına 50 *Bupalus piniarius* L. tırtılı bulunurken, bu alanın çevresinde yuva asılmamış bölgelerde ise ağaç başına 5 000 tırtıl düştüğü gözlenmiştir. (Serez ve Eroğlu, 1991).

İsrail başta olmak üzere birçok tarım ülkesinde ötücü kuş türlerinin yanında yırtıcı türlerden de biyolojik mücadelede yararlanılmaktadır. Örneğin tarım evcilleştirilen kerkenezler için (*Falco tinnunculus*) barınıp üreyebileceği yuvalar yerleştirilerek tarım alanlarındaki rodentlerle ve nispeten büyük çekirge (Orthoptera) ve kınkanatlılar (Coleoptera) ile mücadelede büyük başarılar sağlanmıştır.

Afrika'da özellikle sığır sürülerinde kenelerle mücadelede sığır kakan kuşu (oxpecker, *Buphagus erythrorhynchus*) ön plana çıkmaktadır. Hatta Zimbabve'nin bazı bölgelerine bu kuşların yerleştirilmesi kene mücadelesinde başarılı olan tek biyolojik mücadele kontrol yöntemi olarak kayıtlara geçmiştir. Elli üç birey üzerinde yapılan çalışmada mide başına 16 ile 1665 arasında değişen rakamlarda, toplamda ise 21 641 ixodid kene tespit edilmiştir. Kapalı

alandaki yapılan çalışmalarda ise sığır kakan kuşunun konaktaki keneyi temizleme oranı %95.7 olduğu tespit edilmiştir (Bezuidenhout ve Stutterheim, 1980).

Dünyada 5 490 memeli türü bulunmakta olup bunların 1 300 türü yarasalara aittir. Ülkemiz de ise 38'i böceklerle beslenen 1'i meyve gibi besinlerle beslenen olmak üzere toplamda 39 yarasalar türü mevcuttur. Yarasalar dünya genelinde tropikal ve ılıman habitatlarda bulunurlar. Tipik habitatları, ılıman ve tropikal ormanları, çölleri, açık arazileri, tarım arazilerini ve yerleşim yerlerini içine alır (Yorulmaz vd., 2018).

Yarasalar bitkilerin tozlaşması, tohumların yayılması ve böcek popülasyonlarının kontrolsüz çoğalmasının engellenmesi gibi biyolojik birçok olayı etkileyen kilit canlılardan biridir. Böceklerle beslenen yarasalar gerek birçok tarım zararlısı gerekse sıtma taşıyıcısı olan sivrisinekler başta olmak üzere birçok halk sağlığı zararlısı böceklerle beslenerek, popülasyonlarının kontrol alınmasına ve böylece doğal dengenin korunmasına katkıda bulunmaktadır (Yorulmaz vd., 2018). Yarasalar gün batımından gün doğumuna kadar aktif olan nokturnal canlılardır. Avlarını havada yakalayan bu canlılar için böcekler ana besin grubunu oluşturmaktadır. Geceleri özellikle kent merkezlerinde sokak lambaları etrafında yarasaların yoğunlaştığını görürüz bunun sebebi bu ışık kaynaklarına gelen böcekleri avlama isteklerindedir.

Yarasalar, oldukça geniş habitat spektrumlarının olması, yoğun biçimde beslenme hareketi göstermeleri ve ana besin kaynaklarının böcekler olması sebebi ile hem tarımsal arazilerde hem de ormanlar da biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmaktadır. Kentsel alanlarda ise insanların yarasalardan korkması, rahatsız olması ve yarasa dışkısının evlerin dış cepheleri ve araçları kirletmesi nedeniyle oluşan olumsuz bakış açısı yüzünden biyolojik mücadele ajanı olarak kullanımları sürüncemede kalmaktadır.

Cleveland ve arkadaşları tarafından 2006 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) San Antonio ve Teksas sınırları içerisinde kalan 10 000 hektarlık pamuk hasat edilmiş ve piyasa değeri 4.6 ile 6.4 milyon dolar arasında değişen 8 farklı bölgede yapılan çalışmada Brezilya serbest kuyruklu yarasasının (*Tadarida brasiliensis*) biyolojik mücadele ajanı olarak ekonomik değeri araştırılmış. Yapılan çalışmalar ve hesaplamalar sonucunda araştırma bölgesinde yarasaların biyolojik mücadele ajanı olarak kullanılmaları ile ortalama yıllık 741 000 \$'lık (121 000- 1 725 000 \$) ekonomik fayda sağladıklarını ileri sürülmüştür. Boyles vd.

(2011) ABD’de tarım sektörüne bağlı böcek yarasalarının değerinin yılda ortalama 22.9 milyar \$ (yılda 3.7- 53 milyar \$) arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır.

Borg ve Sammut (2002) *Plecotus austriacus* zerinde yaptıkları mide analizi sonucu bize yarasaların biyolojik mücadeledeki önemini bir kez daha göstermektedir. Yapılan analiz sonucu bireyin midesinden çıkan bazı zararlılar şunlardır, *Galleria mellonella* - arıcılık zararlısı; *Autographa gama* - larva, bezelye (*Pisum sativum*), şeker pancarı (*Beta vulgaris*), lahana (*Brassica oleracea*) gibi çok çeşitli bitkilerde beslenir; *Chrysodeixis chalcites* - domates, patates ve bakliyatları tercih eder, aynı zamanda tomurcukları ve meyveleri de içerir; *Heliothis peltigera* - Solanaceae, Asteraceae ve Fabaceae'yi tercih eder.

Karp vd. 2013 yılında Kosta Rika ormanlarında kahvenin en önemli zararlısı olan kahve çekirdeği böceğini (*Hypothenemus hampei*) tüketen canlıların etkisini ve halka sağladığı ekonomik katkıları hesaplamışlardır. Sonuç olarak kuşlar ile yarasaların en fazla bu zararlıyı tüketen canlılar olduğu ve popülasyonu %50’den fazla azaltarak baskıladıklarını ortaya koymuşlardır. Bunun sonucu olarak da her bir Kosta Rika vatandaşının ekili hektar başına 75-310 \$ arasında ekonomik fayda sağladığı ileri sürülmüştür.

3. SONUÇ

Zararlı böcekler tarım ve ormancılıkta büyük bir problemdir. Arthropodlar, dünya çapında yıllık üretiminin% 18 ila% 26'sını, 470 milyar Dolar'ın üzerinde bir değer için yok ediyor. Bu zararlılar ile mücadele etmek için dünyada artan pestisit kullanımına bağlı olarak, pestisitlere direnç kazanmış tür ve populasyon sayısında, pestisit kalıntı gıda sayısında, kanser vakalarında ve kimyasallara bağlı mutajenik, teratojenik birçok rahatsızlıklarda artış meydana gelmektedir. Bu kısır döngünün içinden çıkabilmek için entegre mücadele yöntemleri kullanılarak kimyasal kullanımı sınırlandırılmalıdır. Zararlılar ile mücadelede sadece tek bir yönteme bağlı kalmadan yukarıda belirtilen çevreci ve sürdürülebilir mücadele yöntemleri kullanarak zararlıları EZE'nin altında tutmayı başarabiliriz.

Gelecek nesillere daha iyi bir dünya ve genetik miras bırakmak için organik ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına önem vermemiz gerekmektedir.

4. KAYNAKÇA

Abate, T (1988). Experiments with trap crops against A (rican bollworm) *Heliothis armigera*, in Ethiopia. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 48: 135-140.

Aksoy, U., Tüzel, Y., Altındaşlı, A., Can, H. Z., Onoğur, E., Anaç, D., ... & Özenç, D. B. (2005). Organik (Ekolojik, Biyolojik) Tarım Uygulamaları. *Türkiye Ziraat Müh. VI. Teknik Kongre*. 291- 314.

Altun, A.A. (2022) Organik tarımda zararlılarla mücadele yöntemleri. *MAS Journal of Applied Sciences*. 7(2): 400-409.

Baggen, L. R., Gurr, G. M., Meats, A. (1999) Flowers in tri-trophic systems: mechanisms allowing selective exploitation by insect natural enemies for conservation biological control. *In Proceedings of the 10th International Symposium on Insect-Plant Relationships Springer, Dordrecht*. 155-161.

Baker, B. P., Green, T. A., Loker, A. J. (2020). Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*, 140: 104095.

Bezuidenhout, J.D., Stutterheim, C.J. (1980) A critical evaluation of the role played by the red-billed oxpecker *Buphagus erythrorhynchus* in the biological control of ticks. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 47: 51-75.

Borg, J. J., Sammut, P. M. (2002) Note on the diet of a Grey Long-eared Bat, *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829) from Mdina. Malta (Chiroptera, Vespertilionidae). *The Central Mediterranean Naturalist*. 3(4): 171-172.

Boyles, J. G., Cryan, P. M., McCracken, G. F., Kunz, T. H. (2011) Economic importance of bats in agriculture. *Science*. 332(6025): 41-42.

Casida, J.E. (1980) Pyrethrum flowers and pyrethroid insecticides. *Environmental health perspectives*. 34: 189-202.

Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Hallam, T. G., Horn, J., López Jr., D., McCracken, G.F., Medellín, R.A., Moreno-Valdez, A., Sansone, C.G., Westbrook, J.K, Kunz, T.H. (2006) Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 4(5): 238-243.

Dillman, A. R., Sternberg, P. W. (2012) Entomopathogenic nematodes. *Current Biology*. 22(11): 430-431.

Elliott, C.C.H (1987). "Grain-eating bird pests in Eastern, Central and Southern Africa." *In Ad Hoc Technical Meeting on Pest Control in Eastern, Central and Southern Africa, Nairobi (Kenya)*. 23-25

Foster, S.P., Harris, M.O. (1997) Behavioral manipulation methods for insect pest-management. *Annual Review of Entomology*. 42(1): 123-146.

Grewal, P., Georgis, R. (1999) Entomopathogenic nematodes. In *Biopesticides: use and delivery*. 271-299.

Has, A. (1992). Entegre Mücadelede Kültürel Önlemler. Uluslararası Entegre Zirai Mücadele Simpozyumu Bildirileri, 15-17.

Hekimoğlu, B., Altındeğer, M. (2006). *Organik Tarım ve Bitki Koruma Açısından Organik Tarımda Kullanılacak Yöntemler*. Samsun Valiliği Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü. 203.

Hepdurgun, B., Zümreoğlu, A. (1995). Zararlılara Karşı savaşta biyoteknik yöntemlerden çiftleşmeyi engelleme (Mating disruption) tekniğinin kullanılması. *entomol. dergisi. Türkiye Entomoloji Dergisi*. 19(1): 55-64.

Hokkanen, H. M. T. (1991). Trap cropping pest management. *Annual Review of Entomology*, 36: 119-138.

Holderness, M., Bridge, J., Gold, C. S. (2000) Pest management in organic systems. *Organic banana*. 133-141.

FAO (2021) Organic Agriculture Report Erişim Tarihi: 03.11.2022 <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1378841/>

DKMP (2020) Türkiye Kuşları Erişim Tarihi: 03.11.2022 https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/YABAN%20HAYATI/Halkalama_Raporu_2020.pdf

Kaptan, S. , Akşit, T., Başpınar, H. (2018) Zeytin sineği (*Bactrocera oleae* (Rossi), Diptera:Tephritidae) mücadelesinde uygulanan biyoteknik mücadele yöntemleri . *Zeytin Bilimi*, 8 (1): 1-12 .

Karp, D. S., Mendenhall, C. D., Sandí, R. F., Chaumont, N., Ehrlich, P. R., Hadly, E. A., Daily, G. C. (2013) Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology Letters*. 16(11): 1339-1347.

Kloen, H., Altieri, M.A. (1990) Effect of mustard (*Brassica hirta*) as a non-crop plant on competition and insectpests in broccoli (*Brassica oleracea*). *Crop Protection*. 9: 90-96.

Kredics, L., Zsuzsanna A., László M., András S., Ferenc K., and Erzsébet N. (2003) Influence of environmental parameters on *Trichoderma* strains with biocontrol potential. *Food Technology and Biotechnology*. 41(1): 37-42.

Lampkin, N.H. (1994). Organic Farming: Sustainable Agriculture In: *Practice, The Economics of Organic Farming: An International Perspective*, Edt:Lampkin N.H., Padel, S. Guilford. Farming Press Books, Wharfedale Road, Ipswich IP1 4 LG, UK.

Landis, D. A., Wratten, S. D., Gurr, G. M. (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual review of Entomology*. 45(1): 175-201.

Lewis, E. E., Campbell, J., Griffin, C., Kaya, H., Peters, A. (2006) Behavioral ecology of entomopathogenic nematodes. *Biological Control*. 38(1): 66-79.

Moudrý, J., Mendes, K. F., Bernas, J., Teixeira, R. d. S., de Sousa, R. (2020) Multifunctionality and Impacts of organic and conventional agriculture. *IntechOpen*. 206. Ebook ISBN: 978-1-83880-073-4 <https://doi.org/10.5772/intechopen.73737>

Muştu, M., Demirci, F., Koçak, E. (2014) Mortality of *Isaria farinosa* and *Beauveria bassiana* on sunn pests *Eurygaster integriceps* and *Eurygaster austriaca*. *Phytoparasitica*. 42(1): 93-97.

Ndlela, L. L., Oberholster, P. J., Van Wyk, J. H., Cheng, P. H. (2018) Bacteria as biological control agents of freshwater cyanobacteria: is it feasible beyond the laboratory? *Applied Microbiology and Biotechnology*. 102(23): 9911-9923.

Park, T. A., & Lohr, L. (2005). Organic pest management decisions: a systems approach to technology adoption. *Agricultural Economics*. 33: 467-478.

Peregrine, W. T. H. (1991) Anatto-a possible trap crop to assist control of the mosquito bug (*Helopeltis sckouiedeni* ReuL) in tea and other crops. *Tropical Pest Management*. 37 (4): 429-430.

Rodale, J.I. (1948) Organic front. *Rodale Press, PA*. 199.

Rodríguez, M. S., Gerding, M. P., France, A. I. (2006) Entomopathogenic fungi isolates selection for egg control of tomato moth *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs. *Agricultura Técnica*. 66(2): 151-158.

Roy, H. E., Brown, P. M., Rothery, P., Ware, R. L., Majerus, M. E. (2008) Interactions between the fungal pathogen *Beauveria bassiana* and three species of coccinellid: *Harmonia axyridis*, *Coccinella septempunctata* and *Adalia bipunctata*. *BioControl*. 53(1): 265-276.

Ruiu, L., Satta, A., Floris, I. (2013) Emerging entomopathogenic bacteria for insect pest management. *Bulletin of Insectology*. 66(2): 181-186.

Sardul S. S., Anil K. Sharma, Vikas B., Gunjan G., Priya B., Sundeep J., Sharma A. K, Sonal M., (2012) Myco-Biocontrol of insect pests: Factors involved, mechanism, and regulation, *Journal of Pathogens*. 10, 126819 <https://doi.org/10.1155/2012/126819>

Serez, M., Eroglu, M. (1991) Türkiye'de orman zararlısı bazı böceklerle savasta biyoteknik yöntemlerden yararlanma olanakları. *VII. Kukem Kongresi, Kukem Dergisi*, 14(2): 58-59.

Shah, P. A., Pell, J. K. (2003) Entomopathogenic fungi as biological control agents. *Applied microbiology and Biotechnology*. 61(5): 413-423.

Steiner, G. (1924) On some plant parasitic nemas and belated Forms. *Journal of Agricultural Research*. 28(11): 1059-1066

Thiery, I., Frachon, E. (1997) Identification, isolation, culture and preservation of entomopathogenic bacteria. In *Manual of techniques in insect pathology* Academic Press. 55-64

Topuz, E., Tekşam, İ., Karataş, A. (2016) Batı Akdeniz Bölgesi'nde Tuta absoluta (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)'nın biyoteknik mücadele olanaklarının araştırılması. *Plant Protection Bulletin*. 56(3): 239-258.

Weeden, C.R., Shelton, A.M., Hoffman, M.P. (2007). Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America. <https://biocontrol.entomology.cornell.edu/index.php>
Erişim Tarihi: 8.8.2022

West, T. F. (1959). The history of the African pyrethrum industry. *Journal of the Royal Society of Arts*. 107(5034): 423- 441.

Willer, H., Lernoud, J., Kemper, L. (2018) The world of organic agriculture 2018: Summary. In the *World Of Organic Agriculture. Statistics and emerging trends*. 22-31.

Williams, N. M. (2003) Use of novel pollen species by specialist and generalist solitary bees (Hymenoptera: Megachilidae). *Oecologia*. 134(2): 228-237.

Van Driesche, R. G., Carruthers, R. I., Center, T., Hoddle, M. S., Hough-Goldstein, J., Morin, L., ... & Van Klinken, R. D. (2010). Classical biological control for the protection of natural ecosystems. *Biological control*. 54(1):2- 33.

Yorulmaz, T., Ürker, O., Özmen, R. (2018) Yarasa ve orman ilişkisi üzerine bir değerlendirme. *Ormanlık Araştırma Dergisi*. 5(1): 31-43.

BÖLÜM 5

ORGANİK HAYVANCILIK

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim YOLCU

¹ Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü, Antalya, Türkiye, hiyolcu@akdeniz.edu.tr,
ORCID ID: 0000-0002-9038-7485

1. GİRİŞ

Geçtiğimiz yüzyılda tüm Dünya nüfusunda yaşanan hızlı artış ve şehirleşme ile tarım ürünlerine olan talep artmıştır. Artan talep üreticileri birim alandan ve birim hayvandan daha fazla ürün almaya yöneltmiştir. 1940'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde "yeşil devrim" olarak adlandırılan, yoğun (entansif) tarım tekniklerinin kullanıldığı bir süreç başlamıştır (Şahin, 1990). Bu süreçte, kimyasal ilaç ve gübreler, pestisitler, sulama ve mekanizasyon gibi tarım teknikleri yanında genetik biliminde yaşanan gelişmeler sayesinde ıslah/melezleme çalışmaları yoluyla bitki ve hayvanların genetik kapasiteleri artırılmış; Moleküler teknikler kullanılarak GDO'lu (genetiği değiştirilmiş organizma) ürünler geliştirilmiştir. Ancak, uygulanan bu yoğun üretim teknikleri, aşırı kimyasal ilaç ve gübre kullanımına, yanlış toprak işleme uygulamalarına, elde edilen ürünlerde kalıntı sorunlarına, toprağın fiziksel yapısı, organik madde ve bitki besin madde içeriklerinin bozulmasına, bitki ve hayvanlar açısından biyolojik çeşitliliğin azalmasına, hava ve su kaynaklarının kirlenmesine, çevre ve insan sağlığı açısından sorunlara neden olmuştur (Tıraşçı vd., 2020).

Tarımın önemli bir kolu olan hayvansal üretimde de verimi artırmak için yapılan besleme, yetiştirme, ıslah, barındırma ve sağlık koruma uygulamaları ile yüksek verim seviyelerine ulaşılmıştır. Ancak, bunu yaparken protein ve enerji içerikli yüksek rasyonların kullanıldığı, tam kontrollü çevresel koşullara sahip barınaklarda, ıslah edilmiş verim kapasitesi yüksek hayvanların, birim alanda maksimum sayılarda yetiştirildiği sistemlerde, yemden yararlanmayı, büyümeyi ve üremeyi teşvik edici antibiyotikler, yem katkı maddeleri ve hormon kullanımı ile hayvansal üretim entansif bir yapıya bürünmüştür (Yavuzer ve Bengisu, 2016). Bu yapı içerisinde yüksek verimli fakat hastalık ve çevre şartlarına duyarlı, doğal davranışlarını sergileyemeyen, sürekli stres altında yaşayan hayvanlar yetiştirilmektedir.

İşkembeli (ruminant) hayvanların yüksek oranda yoğun yemlerle beslenmesi bir takım sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Bunların başında rumen pH'sının düşmesi ile oluşan ve hayvanı ölüme kadar götürebilen "asidozis" gelmektedir. Sığırlarda, asidozise bağlı olarak ayrıca mastitis (meme iltihabı) hastalığının oluştuğu, tırnak ve ayak problemlerinin şekillendiği, döl tutma problemlerine yol açtığı bildirilmiştir. Aşırı yemleme ve yüksek verimli hayvanların uzun süre kapalı alanlarda beslenmesi ayrıca ketozise de neden olmaktadır (Duru ve Şahin, 2004).

Mezbaha artıklarından elde edilen et unu, et/kemik unu, tavuk mezbaha unu, kemik unu gibi protein, esansiyel amino asit, kalsiyum ve fosfor içerikleri yüksek hayvansal kökenli yemlerin kullanılması birtakım sorunlar ortaya çıkarmıştır. Bunların en bilineni İngiltere’de 1980’lerde görülen, ölümcül “Deli dana hastalığı”, koyunlardan elde edilen kadavra unlarının yeterince işlenmeden sığır rasyonlarında kullanılması sonucu ortaya çıkmıştır (Yavuzer ve Bengisu, 2016). Yumurta tavuklarının beslenmesinde de kümes hayvanlarının kesimhane artıklarından elde edilen "tavuk mezbaha unu" kullanılmaktadır. Bu tavuklardan üretilen yumurtalarda Salmonellaya rastlanılmıştır (Lampkin, 1990).

Süt sığırıcılığında rasyona katılan ilaçların süte geçtiği ve insan vücudunda biriktiği tespit edilmiştir. Bu kalıntıların zamanla vücut yağlarında birikerek tümör oluşumuna ve kadınlarda göğüs kanserine sebep olduğu bilinmektedir (Duru ve Şahin, 2004).

Hayvan beslemede, protein ve enerji içeriği yüksek olan ve özellikle kanatlı rasyonlarında yoğun olarak kullanılan yemlik soya fasulyesi ve mısır GDO’lu tohumlardan üretilmektedir. Genetik yapıları değiştirilen bu bitkilerden sağlanan yemlerle beslenen hayvanlardan elde edilen ürünlerin tüketilmesinin insan sağlığına zararları olup olmadığı, uzun vadeli etkileri, çevreye ne derece zarar verebilecekleri henüz kesin olarak bilinmemektedir.

Entansif hayvancılıkta hastalıklardan koruma, tedavi ve kilo artışı sağlamak amacıyla çeşitli antibiyotikler kullanılmaktadır. Bunlar kontrolsüz ve bilinçsiz olarak kullanılıp vücuttan atılma süreleri de dikkate alınmaz ise hayvansal kökenli gıdalarda birikirler. Bu durum gerek hayvanları gerekse bu ürünleri tüketen insanları etkileyen mikroorganizmalarda direnç oluşturur, antibiyotiklere karşı alerjiye yol açar, süt ürünlerinin yapımında kullanılan kültürlerin üremesini engelleyerek ekonomik kayıplara neden olur (Yavuz vd., 2020).

Büyüme ve gelişmeyi uyarıcı olarak kullanılan hormon, antihormon ve hormon benzeri maddeler insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Sığır besisinde kullanılan bazı sentetik anabolizanların, insanlarda kansorejen ve gen yapısını bozan etkilere sahip oldukları bilinmektedir (Şayan ve Polat, 2001).

Entansif hayvancılıkta uygulanan birim alanda yüksek sayıda hayvan barındırılan sistemler, hayvanlar üzerinde birtakım sorunlara neden olmaktadır. Birim alanda fazla sayıda hayvanın sıkışık olarak barındırılmaları, yeterli hareket alanlarının olmaması, doğal

davranışlarını sergileyememeleri, yeterince havalandırılmayan ve temizlenmeyen ortamlarda oluşan zararlı gazlar ve atıklar bağışıklık sistemlerinin zayıflamasına, streslere ve çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Lampkin, 1990). Bu gibi uygunsuz çevre koşullarında çalışan bakıcılarda da bronşit ve astım gibi solunum yolu hastalıkları şekillenebilmektedir (Lampkin, 1990).

Entansif yumurta tavukçuluğu işletmelerinde katlı kafes sistemleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu sistemlerde barındırılan tavuklarda ayak problemleri ve felçler, yine tel ızgara üzerinde büyütülen etlik piliçlerde de göğüste ödemler oluşmaktadır (Yenilmez ve Uruk, 2016).

Çiftlik hayvanları, günlük yaklaşık vücut ağırlıklarının %7 ila %10'u oranında dışkı+idrara üretmektedir. Dünyada yetiştirilen büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı hayvan sayıları dikkate alındığında çok büyük miktarlarda atık açığa çıkmaktadır. Barınaklarda uygun şekilde temizlenip depolanmayan atıklar hem barınak içinde hem de dış ortamda ciddi çevre kirliliği yaratmaktadır. Ayrıca hayvanlar, bitki ve insanlar gibi ortama gaz yayarlar. Gaz hayvanlardan solunum ve bağırsak yolu ile doğrudan yayılabileceği gibi, atılan gübre ve idrardan da kaynaklanabilir (Karaman, 2006).

Hayvansal üretim özellikle sera gazı emisyonları, hava, su ve toprak kalitesi üzerinde çeşitli etkilere sahiptir. Nitekim FAO hayvancılık sektörünün küresel sera gazı emisyonunun %18'inden sorumlu olduğunu bildirmiştir (Vries ve Boer, 2010). Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik'te, organik hayvansal üretimde, gübre kaynaklı çevre kirliliğini engellemek için, otlatma alanlarında hayvan sayıları, yılda hektara 170 kg azota eşdeğer gübre üretimine göre sınırlanmaktadır (Şayan ve Polat, 2001). Buna uygun olarak organik hayvancılık işletmelerinde barındırılacak hayvan sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İşletmede Stoklanabilecek Gübre Miktarına Eşdeğer Hayvan Sayısı (Resmi Gazete, 2010)

Hayvan Türleri	170 kg /N/ha/yıl/baş'a eşdeğer Maksimum Hayvan Sayısı
Altı aydan büyük atlar	2
Besiye alınmış danalar	5
Bir yaşından küçük diğer sığırlar	5
Bir yaşından büyük, iki yaşından küçük erkek sığırlar	3.3
Bir yaşından büyük, iki yaşından küçük dişi sığırlar	3.3
İki yaş ve üstü erkek sığırlar	2
Damızlık düveler	2.5
Besilik düveler	2.5
Süt sığırları	2
Gebe süt sığırları	2
Diğer sığırlar	2.5
Dişi koyunlar	13.3
Keçiler	13.3
Etlik piliçler	580
Yumurta tavukları	230

Hayvan gübresi atık olarak adlandırılrsa da özellikle bitkisel üretimde doğal gübre olarak çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu bağlamda organik tarım ve hayvancılığın bir bütün olarak görülmesi ve birbirini tamamlayan sistemler olarak kabul edilmesi gerekmektedir.

2. ORGANİK HAYVANCILIĞIN TANIMI

Dünya üzerinde artan refah seviyesi ve çevre bilincinin oluşması ile ekolojik dengeyi koruyan, insan ve hayvan sağlığını ve hayvan refahını gözeten sistemlerle üretilmiş sağlıklı, temiz gıdalara olan talep artmıştır. Bu talep organik hayvancılığın temelini oluşturmaktadır. Organik hayvancılık "çiftlik hayvanlarına doğal davranışlarının tamamını göstermelerine izin veren, doğal yemlerle beslenen, verimi artırmak için hiçbir katkı maddesi kullanılmayan, kontrol ve sertifika kuruluşları tarafından denetlenen, tüketicilere daha sağlıklı ürünler sunan, çevre dostu bir üretim şekli" olarak tanımlanmaktadır (Şayan ve Polat, 2001; Ak, 2013; Ak vd., 2019).

Organik hayvancılığın amaçlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- Sağlıklı ve kaliteli ürünler üretmek,
- Hayvan sağlığını ve refahını korumak,
- Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını korumak,
- Bitki ve hayvan çeşitliliğini ve genetik kaynakları korumak,
- Entansif hayvancılığın ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak,
- Hayvansal atıkların organik bitkisel üretimde kullanımı ile sürdürülebilir değerlendirilmesini sağlamak,
- Yetiştiricilere sağlıklı ürünler üretme memnuniyetiyle birlikte yüksek gelir temin etmek,
- Üretici örgütlenmesini ve sözleşmeli tarım uygulamalarını teşvik etmek.

Bu üstünlüklerine rağmen organik hayvancılığın aşağıdaki gibi bazı dezavantajları da vardır:

- Organik yem temini ve organik olarak sertifikalandırılmış otlak alanlarının az olması
- Yüksek verimli kültür ırkı hayvanların hastalık, parazit ve çevre şartlarına adaptasyon yeteneklerinin düşük olması nedeniyle kimyasal ilaç kullanımının yaygın olması,
- Hayvan refahı için uygun barınak ve ekipman teminin zorluğu, ürünlerin yüksek maliyetleri nedeniyle pazar darlığı.

3. DÜNYADA ve TÜRKİYEDE ORGANİK HAYVANCILIK

Organik tarım ürünlerine olan talebin tüm Dünya da artmaya başlaması ile zaman içerisinde ülkeler kendi coğrafya, iklim ve kültürel yapılarına uygun organik tarım ve hayvancılık faaliyetlerini geliştirmeye ve yaygınlaştırmaya başlamışlardır. Bunlarla birlikte, 1972 yılında Almanya merkezli, amacı “Dünya’daki organik tarım hareketlerini bir çatı altında toplayıp, yönlendirmek, standartlar ve yönetmelikler hazırlamak, üyelerine ve ilgili kurumlara gelişmeleri duyurmak” olan Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (International Federation of Organic Agriculture Movement: IFOAM) kurulmuştur (Yürüdü vd., 2010). Organik tarım ile ilgili araştırma çalışmaları yapmak amacıyla da 1973 yılında İsviçre’de “Organik Tarım Araştırma Enstitüsü” (Research Institute of Organic Agriculture-FIBL) kurulmuştur (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013). Ülkemizde organik tarımın sağlıklı ve doğru gelişimini gerçekleştirmek amacıyla 1992 yılında kısa adı ETO olan “Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği” kurulmuştur. Ülkemizde organik tarım için ilk yasal temel 1994’te “Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretilmesine İlişkin Yönetmelikle” oluşturulmuştur. AB uyum çalışmaları çerçevesinde 2002 yılında “Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik” yayınlanmış ve yönetmelik 2005 yılında yeniden düzenlenmiştir (Yürüdü vd., 2010).

İsviçre’deki Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FIBL) 2019 yılı verilerine göre, geçiş sürecindeki alanlar da dahil olmak üzere, Dünya üzerinde 72.3 milyon hektar organik tarım arazisi olduğu bildirilmektedir. Organik tarım arazileri esas alındığında, ilk üç ülke Avustralya (35.7 milyon hektar), Arjantin (3.7 milyon hektar) ve İspanya (2.4 milyon hektar) şeklinde sıralanmaktadır. Dünya organik ürünler pazarının 2019 yılı itibari ile 106 milyar avroyu aştığı bildirilmektedir. Bu alanda Amerika Birleşik Devletleri (44.7 milyar avro), Almanya (12.0 milyar avro) ve Fransa (11.3 milyar euro) ile ilk üç sırayı oluşturmaktadır (Willer vd., 2021).

2018 verilerine göre ülkemizde organik tarım yapılan alanların toplam tarımsal alan içerisinde payı %2.7 seviyelerindedir. Dünya genelinde 2017 yılı verilerine göre ise bu oran %1.4, Avrupa Birliği ülkelerinde ise %7 seviyelerindedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).

Dünya’da organik hayvancılık istatistikleri yeterli değildir. Mevcut veriler organik hayvancılık sektörünün Avrupa ülkelerinde hızla geliştiğini göstermektedir. Avrupa’da yaklaşık 5.1 milyon büyükbaş, 5.4 milyondan fazla koyun, yaklaşık 1.6 milyon domuz ve 62.3 milyondan fazla kümes hayvanı organik olarak yetiştirilmektedir (Travnicek vd., 2021). Avrupa da organik hayvan sayılarına ait bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Avrupa ve Avrupa birliği Organik çiftlik hayvanları 2019 verileri (Travnicek vd., 2021).

	Tüm Avrupa				Avrupa Birliği	
	Hayvan Sayısı (Baş)	Tüm Hayvanlara oranı (%)	Değişim 2018-2019 (%)	Değişim 2010-2019 (%)	Hayvan Sayısı (Baş)	Tüm Hayvanlar Oranı (%)
Büyükbaş	5 079 962	4.0%	4.1%	80.9%	4 852 303	6.0%
Koyun	5 413 520	3.5%	9.7%	55.3%	5 214 634	5.3%
Domuz	1 586 702	0.9%	13.7%	109.6%	1 544 573	1.1%
Kanatlı	62 317 071	2.5%	8.0%	110.0%	59 666 753	4.2%

2019 yılında Avrupa’da 430 000’den fazla ve Avrupa Birliği’nde yaklaşık 344 000 organik üretici olduğu bildirilmiştir. Avrupa Birliği’nde 70 000 üzerinde üretici ile İtalya, Avrupa’da ise 74 500 üretici ile Türkiye ilk sırada yer almaktadır (Travnicek vd., 2021).

Türkiye’de ilk organik tarım faaliyetleri 1980’lerin ortalarında yurtdışından gelen talepler ile sözleşmeli tarım olarak başlamış ve belirli kriterlere göre yetiştirilen ürünlere alım garantisi verilmiştir. İlk ürünler, kuru incir ve kuru üzüm üretimiyle Ege Bölgesi’nde başlamış, daha sonraları fındık ve kuru kayısı da bu ürünlere eklenmiştir. Ülkemizde son yıllarda taze meyve ve sebzeden, baklagiller, pamuk ve buğday gibi çeşitli tarla bitkileri, tıbbi ve aromatik bitkiler ve kurutulmuş meyvelere (elma, fındık, Antep fıstığı, kuru incir ve üzüm) kadar üretilen organik ürünler giderek çeşitlenmektedir (Tıraşçı vd., 2020). Tarım bakanlığı verilerine göre yurdumuzda organik hayvancılık faaliyetlerine ait ilk istatistikler 2002 yılına aittir ve Tablo 3’te verilmiştir. Görüldüğü, gibi organik hayvansal üretim yapan üretici sayısı çok azdır.

Tablo 3. 2002 yılı Organik Hayvancılık Verileri (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

Ürün Adı	Üretici Sayısı	Havyan Sayısı	Üretim Miktarı (Ton)
Arı Kovanı		2 000	
İnek (süt)	4	20	40
Dana (Et)	4	27	8
Koyun (Et)	4	105	5
Tavuk (Et)	1	250	375
Tavuk (Yumurta)	1	250	25 000 adet

İlerleyen süreçte üretici sayıları bir miktar artmıştır (Tablo 4,5,6,7). Ancak, bu artışlar ülkemiz için yeterli değildir. Veriler incelendiğinde organik hayvancılığın, organik bitkisel üretim kadar gelişmediği görülmektedir. Bunun önemli nedenleri arasında organik ürün bilincinin düşük olması, organik hayvancılık için gereken koşulların sağlanmasındaki zorluklar, entansif üretime oranla düşük verim seviyeleri, üretilen ürünlerin gerçek değerinde satılamaması, tüketici gelir düzeylerinin düşüklüğü, organik bal dışında ihraç edilen hayvansal ürün bulunmaması sayılabilir. Bu kısıtların giderilebilmesi için organik tarım ve hayvancılığın devlet tarafından desteklenmesi zorunludur. Ayrıca organik tarıma uygun mera-otlak ve makilik alanlarda havza bazında yapılacak Tarım Bakanlığı destekli projelerle organik hayvancılığa ilgi duyan yetiştiriciler örgütlenerek teşvik edilebilirler.

Tablo 4. 2021 yılı Organik Büyükbaş Hayvancılık Verileri (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

İL	Çiftçi Sayısı	Hayvan Sayısı	Et (Ton)	Süt (Ton)
Aydın	1	344		2 800
Çanakkale	33	2 916	753	1 758
İstanbul	1	7		
Kastamonu	1	63		104
Manisa	1	1 995	75	8 599
Mersin	1	25		90
Niğde	1	1 133		6 015
Sakarya	1	280	54	634
Samsun	1	1 149	30	2 588
Toplam	41	7 912	912	22 588

Ülkemizde, kanatlı ve büyükbaş hayvan yetiştiriciliği entansif koşullarda yapılırken, küçükbaş hayvancılığın birçok bölgede kirleticilerden (entansif tarım, şehirleşme, sanayi vb.) uzakta, doğal mera-otlak ve makilik alanlarda yapılması, bu alanların küçükbaş hayvanların besin ihtiyacının yaklaşık %80'ini sağlaması son derece önemlidir.

Tablo 5. 2021 yılı Organik Küçükbaş Hayvancılık Verileri (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

İL	Çiftçi Sayısı	Hayvan Sayısı	Et (Ton)	Süt (Ton)
Çanakkale	1	843	2	230
İstanbul	1	10		
Toplam	2	853	2	230

Özellikle gelir seviyesi düşük ve tek geçim kaynağı hayvancılık olan orman köylüsüne Tarım Bakanlığı tarafından verilecek eğitim ve desteklerle küçük üreticilerin bir araya gelerek kooperatifleşmeleri sağlanabilir. Bu hususlar üretici gelirlerinin artması, var olan kaynakların etkin kullanımı ve bilinçli üretim yapılması açısından son derece önemlidir.

Tablo 6. 2021 yılı Organik Kanatlı Hayvancılık Verileri (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

İl	Çiftçi Sayısı	Hayvan Sayısı	Yumurta (Adet)
Adana	1	13 300	2 000 000
Balıkesir	1	12 000	
Bolu	3	42 000	9 307 310
Burdur	1	1 800	348 570
Bursa	1	2 617	778 418
Elâzığ	4	55 284	12 298 457
İstanbul	1	350	
İzmir	8	171 559	32 484 065
Kırklareli	6	49 790	91 19 461
Kocaeli	2	4 652	1 396 647
Manisa	4	55 472	15 110 578
Mersin	1	4 000	2 750
Ordu	35	109 000	94 830
Sakarya	4	132 500	11 202 924
Samsun	1	83 838	26 001 432
Trabzon	2	1 500	1 000
Uşak	9	48 590	8 545 075
Toplam	84	788 252	128 691 517

Ülkemiz topografik yapısı ve zengin bitki örtüsü sayesinde arıcılık açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye florasının 500 civarında nektarlı bitkiye sahip olması bu potansiyelin önemli bir göstergesidir (Çakmak, 2019; Çelek ve Erensoy, 2019).

Arı varlığı ve bal üretiminde Dünya’da çok önemli bir yere sahip olan ülkemiz, Tarım Bakanlığı 2021 yılı verilerine göre, 89 361 üretici, 8 733 394 adet kolonide 96 344 ton bal üretmektedir. Kovan başına ortalama bal verimi 11.03 kg olarak bildirilmektedir. Organik arıcılık yapmakta olan 412 üretici 82262 kovanla da toplam 1 220.45 ton organik bal üretilmektedir (Arıcılık Araştırma Enstitü Müdürlüğü, 2022). Toplam bal üretiminin sadece %1.27’sini organik bal oluşturmaktadır. Toplam bal üretimi içinde bu oran çok azdır.

Tablo 7. 2021 yılı Organik Arıcılık Verileri (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

İl	Üretici Sayısı	Kovan Sayısı	Bal (Ton)
Adıyaman	20	1 581	18
Ankara	1	40	0.70
Artvin	33	2 850	13.67
Aydın	1	495	4.95
Balıkesir	1	64	0.71
Bayburt	76	10 047	65.24
Bingöl	4	2 432	12.16
Bitlis	2	1 558	13.90
Burdur	4	901	43.15
Çanakkale	13	1 016	13.65
Çorum	1	101	0.60
Diyarbakır	2	434	2.39
Elâzığ	16	1 591	7.96
Erzincan	3	984	4.90
Erzurum	11	3 823	16.18
Gaziantep	2	700	7.00
Giresun	2	446	5.89
Gümüşhane	38	2 834	42.03
Iğdır	8	2 104	9.00
İzmir	13	2 096	22.25
Kars	3	965	11.00
Kayseri	1	70	0.68
Konya	1	127	2.00
Malatya	1	292	2.93
Mardin	1	120	0.52
Mersin	28	7 779	342.74
Muş	6	2 472	30.86
Ordu	6	5 285	177.00
Rize	5	936	4.44
Siirt	2	656	5.72
Sivas	35	3 855	42.99
Şırnak	2	1 668	8.34
Trabzon	13	4 412	50.77
Tunceli	12	2 456	20.46
Van	36	13 951	186.79
Yalova	6	518	3.94
Yozgat	1	103	1.00
Zonguldak	2	500	24.00
Toplam	412	82 262	1220.45

4. ORGANİK HAYVANCILIĞIN GENEL PRENSİPLERİ

Organik hayvansal üretim yapmak isteyen üreticiler, öncelikle Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş bir sertifika kurumuna başvurur. Sertifika kuruluşu, üreticiden istediği çeşitli bilgi ve belgeler yardımıyla organik üretim yapmaya uygun olup olmadığını denetler. Sertifika kuruluşunun onayı sonrası üretici geçiş sürecine alınır; sürecin sonunda gerekli şartlar sağlanırsa üreticinin organik ürün etiketi kullanmasına izin verir (Kaliber ve Darcan, 2010).

Organik hayvancılıkta, uygun ırk ve damızlık seçimi, yem temini, barındırma ve hayvan refahı, sağlık koruma ve tedavi, ürünlerin üretiminden pazarlamaya kadar dikkat edilmesi gereken kural ve prensipler bulunmaktadır. Bunlar başarılı bir organik üretim için gerekli ve zorunludur.

4.1. Uygun Irk ve Damızlık Seçimi

Gerek entansif gerekse organik hayvancılıkta, uygun ırk seçimi son derece önemlidir. Entansif hayvancılıkta amaç birim hayvandan en yüksek düzeyde ürün almak olduğu için yüksek verimli ıslah edilmiş ırklar tercih edilmektedir. Ancak bu hayvanlar sağlık koruma açısından hassastırlar. Adaptasyon yetenekleri düşük, hastalık ve parazitler karşı duyarlıdırlar. Yüksek verim kapasitelerini ortaya çıkarmak için yeterli ve dengeli, yoğun (kesif) yemlere dayalı, kapalı sistemlerde yetiştirilmeleri gerekir. Bu hayvanlar için uygun şartlar sağlanamadığında yaşanacak sağlık problemlerinin tedavisinde yoğun kimyasal ilaç kullanılmakta ve bunun hayvan ve insan sağlığı açısından önemli sorunları ortaya çıkmaktadır.

Organik hayvancılıkta ise sağlıklı ürünler üretmek, hayvan sağlığı ve refahını korumak, önceliklidir. Bu nedenle yerel ırkları kullanmak, bu hayvanların yüzlerce yıldır bölgeye, iklime uyum sağlamaları, hastalık ve parazitlere karşı direnç kazanmaları, kanaatkâr olmaları ve en yetersiz koşullarda bile verimde kalabilmeleri gibi üstünlüklerinden yararlanmak açısından son derece önemlidir. Ancak yerli ırkların verim seviyelerinin düşük oluşu üretim açısından dezavantajdır. Yerel ırklarla birlikte bunların yüksek verimli ırklarla melezleri ve ayrıca bölgeye uyum sağlamış yüksek verimli ırklar tercih edilebilir. Organik hayvancılıkta yerel ırkların kullanılması, binlerce yıllık bir adaptasyon süreci sonucunda ortaya çıkmış bu ırkların üretici elinde korunması açısından da son derece önemlidir.

Damızlık olarak organik işletmelerden getirilen ve tamamen organik yemlerle beslenmiş, çevreye, iklim koşullarına ve hastalıklara dayanıklı hayvanlar damızlık olarak kullanılmalıdır. Organik hayvan yetiştiriciliğinde doğal açım tercih edilir. Ancak damızlık hayvanlardan doğal yöntemlerle elde edilen sperma ile suni tohumlama yapılabilir. Organik hayvancılıkta embriyo transferi yapılamaz (Resmi Gazete, 2010).

4.2. Yem Temini

Organik hayvancılıkta kullanılacak yemler organik sertifikalı olmalı ve öncelikle hayvanların yetiştirildikleri işletmeden, mümkün olmaması durumunda organik sertifikalı üretim yapan işletmelerden sağlanmalıdır. Yemlerin tamamının organik üretimden sağlanamaması durumunda, konvansiyonel yem maddelerini, sertifika kuruluşunun bilgisi ve izni ile sınırlı oranda kullanılmasına ve doğal afetler nedeniyle yem üretiminin azalması halinde, afet bölgesinde kısa bir süre için Bakanlığın belirleyeceği oranda yine konvansiyonel yem maddelerinin kullanımına izin verilir. Ayrıca, Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik ve eklerinde belirtilen bitkisel kökenli organik olmayan yem maddeleri hayvan beslemede kullanılabilir.

Yavruların beslenmesi öncelikle ana sütüyle sağlanır. Bunun mümkün olmaması halinde yavrular aynı sürüden elde edilen sütlerle beslenilir. Türlerle bağlı olarak yavruların süt ile beslenmeleri gereken asgari süre; büyükbaş hayvanlarda ve taylarda 90 gün, küçükbaş hayvanlarda 45 gündür.

Ruminant rasyonlarında kuru maddenin en az %60'ını kaba yemler oluşturmalıdır. Ancak rasyon kuru maddesinin %30 kadarı, geçiş süreci maddelerinden oluşabilir. Geçiş sürecindeki yem maddeleri hayvanların yetiştirildiği işletmeden sağlanıyorsa bu oran %60'a kadar çıkarılabilir. Kaba yemler silaj, kuru ot ve meralardan oluşmaktadır. Hayvanların, sağlık sorunları, hava koşulları ve arazinin durumu izin verdiği sürece mera, otlak ve açık alanlara çıkmaları ve bu alanlarda hareket etmeleri, sosyalleşmeleri, sürü güdülerini ve doğal davranışlarını sergileyerek rahatlamalarına ve ihtiyaç duydukları kuru maddelerin büyük bölümünü bu alanlardan sağlayabilmelerine imkân vermektedir. Bu durum hayvan sağlığı ve refahı kadar beslenme maliyetlerinin düşürmesi açısından da son derece önemlidir. Ruminantlarda olduğu gibi kanatlı rasyonlarına kaba yem, taze veya kuru ot ve silaj eklenmeli,

hayvanlar otlaklara ve meralara çıkartılmalıdır. Konvansiyonel olarak yetiştirilmiş aynı tür hayvanlar, organik olarak yetiştirilen hayvanlarla aynı anda merada bulundurulmamalıdır. Meralarda ve açık alanlarda birim alan başına düşen hayvan sayısı, üreticinin bitkisel üretime yeterli hayvan gübresi sağlayabileceği şekilde sınırlanmalıdır. Hayvan yoğunluğu yayılan azot miktarı bakımından, kullanılan tarımsal alanda hektar başına yılda 170 kg azotu aşamayacak şekilde sınırlanmalıdır. Bu değer aşıldığında, üreticinin aynı bölgede başka bir alan edinmesi veya sertifika kuruluşunun bilgisi dâhilinde komşu işletmelerden bu olanağı sağlaması gereklidir.

Organik hayvanların beslemesinde kullanacak bitkisel ürünlerin tek yıllık bitkilerde ekim tarihinden itibaren en az iki yıl, mera ve yem bitkilerinde yem olarak kullanılmasından önce en az iki yıl, çok yıllık bitkilerde ise ilk organik ürün hasadından önce üç yıllık geçiş sürecinin uygulanması gerekir. Geçiş süreci ve sonrasında bu alanlarda kimyasal gübre, pestisit ve herbisit gibi zararlı maddeler kullanılamaz.

Ruminantlarla kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan karma yemler, “hayvanların protein, amino asit, enerji, mineral ve vitamin gibi ihtiyaçlarını karşılamak için yem maddelerinin karışımı” olarak tanımlanabilir. Karma yemlerde, antibiyotikler, koksidiyostatlar, tıbbi ürünler, büyümeyi ve/veya üremeyi artırıcı katkı maddeleri kullanılamaz. Bakanlığın izin verdiği hayvansal kaynaklı yem maddeleri dışındaki ürünler, yani kesimhane yan ürünleri (Et unu, et/kemik unu, tavuk mezbaha unu) de kullanılamaz. Yem maddeleri, yem katkı maddeleri, yem işlemeye mahsus yardımcı maddeler ve hayvan beslenmesinde kullanılan ürünler; genetiği değiştirilmiş organizmalar veya bunlardan elde edilmiş maddelerden üretilemez. İyonlaştırıcı radyasyon-ışınlama içeren uygulamalardan geçmiş yem maddeleri kullanılamaz. Hayvanların vitamin ve mineral ihtiyaçlarını karşılamak için Bakanlığın izin verdiği premiksler kullanılabilir. Bakanlığın izin verdiği enzimler, koruyucular, mikroorganizmalar, bağlayıcılar, topaklanmayı önleyiciler, antioksidanlar, silaj katkı maddeleri, hayvan beslemede kullanılan ürünler ve yem işlemede yardımcı maddeler kullanılabilir.

Karma yemlerin üretiminden kullanımına kadar dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır (Resmi Gazete, 2010).

- Konvansiyonel yem ile organik yem aynı fabrikada aynı hatta işlenemez,

- Organik yemler mutlaka etiketlenmelidir,
- Organik olarak üretilen yemlerle konvansiyonel yemler ayrı yerlerde tutulur ve depolanır,
- Organik yem hazırlamada kullanılan donanım, konvansiyonel yem hazırlamada kullanılan her türlü donanımdan ayrılır,
- Konvansiyonel yem hazırlama ünitelerinde aynı hatta hem konvansiyonel hem de organik yem hazırlanamaz. Ancak yem hazırlama ünitesinde yem hazırlamaya başlamadan önce yönetmeliğin izin verdiği maddelerle yem hazırlama ünitesinin temizliğinin yapılması şartıyla, konvansiyonel yem hazırlama ünitelerinde organik yem hazırlanabilir,
- Organik olarak üretilmiş yemler ya da bunlardan elde edilmiş ürünler konvansiyonel üretilmiş yemlerle karışmaya ve bulaşmaya meydan vermeyecek biçimde bir arada nakledilebilir. Nakil araçları, yönetmelikte izin verilen maddelerle temizlenir.

Yem Kanunu ve diğer ilgili mevzuata göre, yem fabrikalarında organik olarak üretilen yemler için rasyona giren ham maddelerin yetkilendirilmiş kuruluşça verilen organik ürün sertifikasını aldıktan sonra rasyon formülleri Bakanlıkça tescil edilir. Ancak bu işlemden sonra, yetkilendirilmiş kuruluş kontrolünde, yem fabrikalarında organik yem üretimine geçilir (Resmi Gazete, 2010).

4.3. Barındırma ve Hayvan Refahı

Organik hayvancılıkta kullanılacak barınaklar, hayvanların ve bakıcıların sağlığına zarar vermeyecek malzemelerden inşa edilmeli. Barınak koşulları hayvanların biyolojik ve ırk ihtiyaçlarını göre gezinebileceği, yatabilecekleri, dönebilecekleri ve kanat çırpma gibi tüm doğal hareketleri yapabilmelerine yetecek büyüklükte olmalıdır. Tablo 8'de büyükbaş hayvanlar için barınak ve serbest alanda gerekli alan miktarları verilmiştir. Hayvan başına alan hesaplamaları yapılırken büyük ırklar için bu alan artırılmalıdır. Barınakların zemini düzgün olmalı fakat kaygan olmamalıdır. Toplam zemin alanının en az yarısı, sert ve düz olmalıdır. Barınaklarda altlık olarak sap-saman, kaba talaş veya uygun doğal maddeler kullanılmalıdır. Barınaklarda ve gezinti alanlarında, hayvanlar yem ve suya kolayca erişebilmeli, kesici ve delici yüzeyler ve ekipmanlar engellenmelidir. Yetiştirilecek hayvanların ihtiyaçlarına uygun ısı yalıtımı, havalandırılma ve doğal ışık sağlanmalıdır. Tüm memeliler, otlak veya açık hava

dolaşma alanlarına ve açık barınak alanına ulaşabilmelidir. Barınakların serbest gezinti alanları veya açık barınak alanlarında bölgenin iklim koşullarına ve türün ihtiyaçlarına göre yağmura, rüzgâra, güneşe karşı sundurma ve rüzgâr engelleyiciler kurulmalıdır. İklim koşullarının uygun olduğu bölgelerde, hayvan barınaklarının yapılması zorunlu değildir.

Tablo 8. Organik Hayvancılıkta Hayvan Başına Alan Miktarı (Resmî Gazete, 2010).

		İç alan	Gezinti alanı
		(Otlama alanı hariç serbest dolaşım alanı)	
	Canlı ağırlık (kg)	m ² /baş	m ² /baş
Damızlık ve	100 kg' a kadar	1.5	1.1
Besiye Alınmış	200 kg'a kadar	2.5	1.9
Sığırlar	350 kg'a kadar	4.0	3.0
	350 kg' dan fazla	5.0	3.7
		En az 1 m ² /100 kg	En az 0.75 m ² /100 kg
Süt Sığırları		6.0	4.5
Damızlık Boğalar		10	30

Barınaklar ve barınaklarda kullanılan alet-ekipmanlar, yemlik, suluk, folluk vb. gibi yetiştiricilikte kullanılan malzemeler Bakanlığın izin verdiği maddelerle düzenli olarak temizlenip ve dezenfekte edilmelidir. Yabani hayvan, böcek ve kemirgenlerle mücadele etmek için özellikle kümeslerde kuşların girebilecekleri çatı araları, pencereler tel ızgaralarla kapatılmalı, ayrıca dışkı, idrar, saçılmış yemler ve hayvan ölüleri düzenli olarak temizlenmelidir.

Büyük ve küçükbaş hayvanlar bağlı olarak tutulamaz. Ancak, hayvan refahı düzenlemeleri ve sağlık sorunları dikkate alınarak sertifika kuruluşu tarafından hayvanların sağlığı ve refahı için sınırlı bir süre için bağlanmalarına izin verilebilir. Organik yetiştiricilikte, kuyruk kesme, diş kesme, gaga kesme ve boynuz köreltme uygulamaları uygulanamaz. Ancak, hayvan sağlığı, refahı ve hijyen için sertifika kuruluşunun izni ile uygun yaşta ve hayvana acı vermeyecek yöntemler ile izin verilebilir.

Kanatlı hayvan türleri ise açık yetiştirilir, kafeslerde tutulamazlar. Sucul kanatlıları iklim şartlarının elverdiği sürece hayvanın rahatlığı veya hijyen şartları nedeniyle akarsu, gölet ve göllere erişebilmelidir.

Kanatlı hayvan kümeslerinde uygulanması gereken şartlar aşağıda verilmiştir (Resmi Gazete, 2010).

- Zeminin en az 1/3'ü düz bir yapıda olmalı ve sap-saman, talaş, kum veya kısa çim gibi maddelerle kaplanmalıdır,
- Yumurta tavuğu kümeslerinde zeminin yarısından fazlası dışkı toplanmasına elverişli olmalıdır,
- Tünekler, kanatlı grubu ve kanatlı büyüklüğüne uygun olmalıdır,
- Kanatlının büyüklüğüne göre giriş/çıkış delikleri olmalı ve bu delikler kanatlı barınağının her 100 m² si için en az 4 m uzunlukta olmalıdır,
- Her barınakta en fazla 4800 etlik piliç veya 3000 adet yumurta tavuğu bulundurulabilir,
- Et üretimine yönelik kanatlı barınaklarının her birinin toplam kullanılabilir alanı 1600 m² yi aşamaz,
- Yumurta tavuklarında doğal ışık ile suni ışıklandırmanın toplamı günde 16 saati geçemez. Suni ışıklandırma olmadan asgari 8 saat dinlenme süresi uygulanmalıdır,
- Kanatlılar iklim koşullarının elverdiği durumlarda açık hava barınaklarına ulaşabilmeli ve bu durum yaşamlarının en az 1/3'ünde uygulanmalıdır. Açık hava barınaklarında yeterli sayıda suluk ve yemlik bulundurulmalıdır,
- Sağlık nedenleriyle, iki yetiştirme dönemi arasında kümesler boş bırakılır, bu süre içerisinde binalar ve tesisat temizlenir ve izin verilen maddelerle dezenfekte edilir,
- Organik etlik piliç yetiştiriciliğinde yavaş gelişen genotiplerin kullanılması durumunda kesim yaşı en az 72 gündür.

4.4. Sağlık Koruma ve Tedavi

Hayvansal üretimde hastalıklarla mücadelenin en önemli kuralı hayvanları hastalıklardan korumaktır. Bunu sağlayabilmek için öncelikle; çiftlikler tüm bölümleri ile bir bütün olarak uygun tasarlanmalı, bina ve ekipmanlar düzenli olarak temizlenmeli, doğru ve uygun yetiştiricilik yapılmalıdır. Bununla birlikte tüm biyogüvenlik önlemlerinin alınması ve

kaliteli yem ve uygun ırk seçimi son derece önemlidir. Biyogüvenliği “hastalık yapan etmenlerin (bakteri, virüs, mantar, küf ve parazit vb.) hayvanlara bulaşmaması, değişik işletmeler arasında veya aynı işletme içinde yayılmaması için geliştirilmiş önlemler bütünü” olarak tanımlanabilir. Bu önlemlere rağmen hayvanların hastalanma ve yaralanma riskleri söz konusu olabilir. Konvansiyonel hayvancılıkta tedavi amacıyla her türlü kimyasal ilaçlar kullanılabilirken, organik hayvancılıkta önemli kısıtlamalar ve yasaklar mevcuttur. Alınan koruma tedbirlerine rağmen bir hayvanın hastalanması veya yaralanması durumunda, bunlar uygun bir barınakta izole edilerek, derhal tedavi edilmelidirler. Tedavi uygulanırken yönetmeliklerle belirlenmiş usul ve esaslara uyulması, uygulanan tedavinin kayıtlara işlenmesi ve sertifika kuruluşunun bilgisi dahilinde yapılması gereklidir.

Tedavide uyulması gereken usul ve esasları şöyle sıralanabilir (Resmi Gazete, 2010):

- Tedaviye alınan hayvan türü üzerinde tedavi edici etkisinin bulunması ve tedavi koşullarına uygun olması kaydıyla kimyasal sentezlenmiş veteriner tıbbi ürünler dışında allopatik¹ ürünler, fitopatik² ürünler kullanılır. Ayrıca tedavide homeopat³ tedavi yöntemleri de uygulanır,
- Yukarıda bahsedilen maddelerin kullanımının hastalıkla veya yaralanmayla mücadelede yetersiz kalması durumlarında ve hayvanın acı çekmemesi için tedavi amacıyla kimyasal bileşimli ilaçlar veya antibiyotikler, yetkilendirilmiş kuruluşun izni ile kontrollü olarak kullanılır,
- Kimyasal olarak sentezlenmiş veteriner tıbbi ürünler veya antibiyotikler, hastalık önleyici uygulamalar için kullanılamaz,
- Organik hayvan yetiştiriciliğinde, hayvanların genetik yapısı değiştirilemez ve genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar organik hayvansal üretimde girdi olarak kullanılamaz. Gen teknolojisi metotları ile hayvan ıslahına izin verilmez. Büyüme veya üretimi artırıcı maddelerin kullanımı ve üremeyi kontrol etmek amacıyla veya diğer amaçlarla hormon ya da benzeri maddelerin kullanımı yasaktır. Ancak hormonlar, tedavi amaçlı veteriner hekim uygulaması olarak hasta hayvana verilebilir,

¹ Allopati (zıt tedavi yöntemi): Hastalığın zıttı olan maddeyi bünyeye vererek yapılan tedavi,

² Fitoterapi: Hastalıklardan korunma ve tedavi amacıyla bitkilerden yararlan,

³ Homeopati: Benzerlerinin benzerleri ile tedavi.

- Veteriner tıbbi ürünleri kullanıldığında; konulan teşhis, müdahale yöntemi, ilacın dozu, ilacın etken maddesi, tedavi süresi ve ilacın kalıntı arınma süresiyle birlikte kullanılan ürün kaydedilir,
- Bir hayvana normal koşullarda verilen veteriner tıbbi ürünlerinin son uygulandığı tarihle bu hayvanlardan organik ürün elde edilme tarihi arasındaki süre, organik yetiştiricilikte, konvansiyonel yetiştiricilikteki uygulamanın iki katı veya kalıntı arınma süresi belirtilmemiş hallerde ise 48 saattir,
- Aşı uygulamaları, parazit tedavisi veya ülkemizde zorunlu olarak belirlenen hayvan hastalık ve zararlıları ile mücadele programları haricinde, bir hayvana veya hayvan grubuna bir yıl içerisinde üçten fazla kimyasal sentezlenmiş veteriner tıbbi ürünler veya antibiyotiklerin uygulanması halinde ya da üretken olduğu yaşam süresi bir yıldan az olan hayvanlarda bir defadan çok muamele gördüyse, söz konusu hayvanlar veya bu hayvanlardan elde edilen ürünler organik ürün olarak satılamaz ve yeniden geçiş sürecine alınır. Buna ait kayıtlar üretici tarafından tutulur,
- Ulusal zorunlu mücadele programları dışında işletmenin bulunduğu alanda ihbarı mecburi bulaşıcı ve salgın bir hastalığın ortaya çıkması halinde, 8/5/1986 tarihli ve 3285 sayılı Hayvan Sağlığı ve Zabıtası Kanunu ve diğer ilgili mevzuat hükümlerine uyulur ve bağışıklık sağlayan veteriner biyolojik maddeleri kullanılır.

4.5. Organik Ürünlerin İşlenmesi, Etiketlenmesi ve Pazarlanması

Organik ürünlerin üretiminden pazara sunulmasına kadar geçen süreçte uyulması gereken kurallar aşağıda sunulmuştur (Resmi Gazete, 2010).

4.5.1. Ürünlerin İşlenmesi:

- Organik ürünlerin işlenmesi esnasında, organik olmayan ürünlerle karışma ya da bulaşmasını önleyecek ve ürünün organik niteliğini koruyacak gerekli tedbirleri alır,
- Organik ürünler ve konvansiyonel ürünlerin işlenmesi veya depolanması ayrı yerde veya ayrı zamanda gerçekleştirir,
- Organik olmayan ürünlerle olası karışma ve değişmelere karşı gerekli önlemleri alması ve organik ürünlerin tanımlanmasını sağlaması halinde, organik ve organik olmayan ürünleri aynı zamanda depolayabilir,

- Üretici, ürünlerin hasat günleri, saatleri, devreleri, kabul tarih ve zaman bilgilerine ait kayıtları tutar ve yetkilendirilmiş kuruluşa verir,
- Gıda ve yem işleminde kullanılan katkı maddeleri, işlem yardımcıları, diğer maddeler ve bileşenler ile tütsüleme gibi işleme uygulamaları iyi üretim uygulamaları prensiplerine uygun olmalıdır,
- Organik ürünlerin işlenmesinde iyonlaştırıcı radyasyon kullanımı yasaktır,
- Organik tarım metoduyla üretilen bitkisel, hayvansal ve su ürünleri ile organik hammadde, yarı mamul veya mamul madde halinde ambalajlanırken organik ürün niteliği bozulmamalıdır.

4.5.2. Ürünlerin Etiketlenmesi ve Ambalajlanması:

Organik ürünler mutlaka bakanlığın belirlediği renklerde ve logo ile etiketlenmelidir. Ürünlerin ambalajlanmasında, ürünün organik niteliğini bozacak malzemeler kullanılmamalıdır. Ambalajlar uygun malzemelerden imal edilmelidir.

Organik ürünün etiketlenmesi (Resmi Gazete, 2010);

- Ürünün kime ait olduğu ve yönetmeliğe uygun olarak üretildiği belirtilir,
- Yurt içinde üretilerek pazarlanan organik ürünlerin üzerinde organik ürün logosu kullanılır,
- Yetkilendirilmiş kuruluşun adı, logosu, kod numarası ve ürün sertifika numarası bulunur,
- Ürün etiketinde organik kelimesinin kullanılması; ekolojik, biyolojik kelimelerinin kullanımıyla eşdeğerdir,
- Yönetmelik hükümlerine göre üretilmeyen ürün etiketinde, organik olarak üretildiği, hazırlandığı, işlendiği, ambalajlandığı, depolandığı ima ve beyan edilemez. Organik olmayan ürünler etiket ve ambalaj tasarımıyla, organik ürün etiket ve ambalaj tasarımını çağrıştıracak nitelikte ve benzerlikte olamaz. Böyle ürünler için organik tarımsal ürün olarak marka, patent ve tescil alınamaz. Organik olmayan ürünler için, tüketicide organik ürün izlenimi oluşturacak, haksız rekabete neden olacak, bio, biyo, eco, eko, org ön ekleri kullanılamaz. İthal ürünlerde bu hüküm aranmaz.

4.5.3. Ürünlerin Depolanması

- Organik ürünlerin, depolama alanları, ürünlerin tanınmasına imkân verecek ve yönetmelikle uygun bulunmayan başka ürünlerle, maddelerle karışmaya ya da bulaşmaya meydan vermeyecek ve parti numaralarının tanımlanmasını sağlayacak şekilde düzenlenir,
- Ayrı olarak depolamanın mümkün olmadığı durumlarda üretici organik ürünlerle konvansiyonel ürünlerin karışmasını engelleyecek tedbirler alır. Üreticilerin organik olmayan ve organik ürünlerle çalışması durumunda ve depolama tesislerinde diğer tarımsal ürünler ve gıda maddelerini depolamaları durumunda,
 - Organik tarımsal ürünler, organik olmayan diğer tarımsal ürünler ve/veya gıda maddelerinden ayrı olarak muhafaza edilir,
 - Organik olmayan ürünlerle karışma veya değişmeyi önleyecek ve tanımlamayı sağlayacak her türlü önlem alınır,
 - Organik ürün depolaması öncesinde uygun temizlik önlemleri alınır, bunların etkinliği kontrol edilerek, kayıtları üretici tarafından tutulur,
- Organik ürünlerin depolanması sırasında ürünün organik özelliğini kaybettirecek ilaç ve ilaçlama yöntemi kullanılmaz,
- Organik ürünlerin depolanmasında ürünün organik özelliğini kaybettirecek malzeme ve maddeler kullanılmaz ve doğal olmayan uygulamalar yapılmaz,
- Üretici tarafından depolama koşulları ile depolanan organik ürünün giriş, çıkış miktarları ve tarihine ilişkin kayıtlar düzenli olarak tutulur. Üretici tarafından imzalanan bu kayıtlar yetkilendirilmiş kuruluşa onaylatılır ve çizelgenin bir nüshası üretici tarafından, diğer nüshası yetkilendirilmiş kuruluş tarafından saklanır,
- Organik bitkisel ve hayvansal üretim birimlerinde yönetmelikte izin verilmeyen girdilerin depolanması yasaktır (Resmi Gazete, 2010).

4.5.4. Ürünlerin Pazarlanması:

- Organik ürün sertifikasına sahip olan organik hammadde ve/veya işlenmiş ürünler organik ürün olarak pazarlanır,
- İşlenmemiş ürünlerde, ürünlere toptan ürün sertifikası verilir. Her bir satışta satış miktarı ürün sertifika suretine üretici tarafından düşümü yapılır ve imza altına alınır.

Ayrıca bu satış miktarı 7 gün içinde yetkilendirilmiş kuruluşa bildirilir. Yetkilendirilmiş kuruluş tarafından stok takibi yapılır,

- İşlenmiş ürünlerde ürün sertifikası düzenlenir. Ürün el değiştirdiğinde yeni bir işleme tabi tutulmuyorsa tekrar sertifika düzenlenmez. Bu ürünlerde etiket ve organik ürün logosu bulunur. Depolama, toptan pazarlama ve dağıtım yapan müteşebbislerin toptan satışlarında ürün sertifikası düzenlenir. Perakende satışlarda yeniden ürün sertifikası düzenlenmez ancak ürüne, mevcut ürün sertifikasının üretici/satıcı tarafından onaylı fotokopisiyle birlikte fatura ve sevk irsaliyesi eşlik eder. Ürün sertifikasının onaylı fotokopisi üzerine üretici/satıcı tarafından yapılan satış belgelerinin numarası yazılır ve onaylanır. Bu satış miktarı 7 gün içinde sertifika kuruluşa bildirilir. Sertifika kuruluş tarafından stok takibi yapılır,
- Organik ürünler, organik ürün olduğu açıkça belirtilerek satılır. Organik ürünlerin, konvansiyonel ürün ile karışmaması ve organik niteliğinin korunması organik ürün satışı yapan müteşebbisin yükümlülüğündedir (Resmi Gazete, 2010)

4.6. Organik Süt Üretimi

İnsan beslenmesinde, özellikle çocuk ve gençlerin hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında süt, et ve yumurta gibi ürünler önemli bir yer tutmaktadır. Süt, protein, kalsiyum, fosfor ve vitamin içeriği ile büyüme ve gelişme süreçlerinde sağlıklı beslenme için son derece önemlidir. FAO 2021 yılı verilerine göre, Dünya süt üretimi yılda 928 057 000 ton olarak bildirilmiştir. Hindistan, yılda 206 820 000 ton üretim ile dünyanın en büyük süt üreticisidir (FAO, 2021). Ülkemizde ise yıllık süt üretimi 2021 TÜİK verilerine göre 23200306 ton olarak bildirilmektedir. Çiğ süt üretiminin yüzde 92.1'ini inek sütü, yüzde 4.9'unu koyun sütü, yüzde 2.7'sini keçi sütü ve yüzde 0.3'ünü manda sütü oluşturmuştur (Türkiye İstatistik Kurumu, 2022a). Ancak organik süt üretimimiz ise 2021 yılı verilerine göre (Tablo 9) inek sütü 22 588 ton koyun-keçi sütü ise 230 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu miktar toplam üretim içinde çok düşük seviyelerde olduğu görülmektedir.

Tablo 9. 2021 yılı Türkiye Süt Üretim Miktarları (Türkiye İstatistik Kurumu, 2022a).

	Süt	Organik süt
İnek sütü	21 370 116	22 588
Manda sütü	63 643	
Koyun sütü	1 143 762	
Keçi sütü	622 785	230
Toplam	23 200 306	22 918

Organik süt üretiminde, yetiştirilen hayvanlar için 6 aylık geçiş süreci uygulanır. Genç bireyler süttten kesilir kesilmez yönetmelik hükümlerine göre yetiştirilir ve her koşulda 6 aylıktan küçük olmak zorundadır. Barınaklar, hayvanların minimum stres, sosyalleşme, beslenme ve doğal davranışlarını karşılayan bir tesis olmalıdır. Barınak sistemi, yumuşak zeminler, yeterli alan, uygun havalandırma ve dış mekâna erişime uygun şekilde donatılmış bir duraktan oluşmalıdır.

Büyüme dönemi boyunca hava şartları uygun olduğunda, sertifikalı organik otlatma alanlarına erişim sağlanmalıdır. Mera toplam kuru madde alımının en az %30'unu sağlamalıdır. Meralara gübre uygulanırsa, ineklerin gübrenin biyolojik olarak parçalanmasına kadar arazide otlanmalarına izin verilmez. Sentetik gübreler, genetik olarak değiştirilmiş organizmalar (GDO), mantar öldürücüler, yabancı ot ilaçları veya böcek öldürücüler kullanılmadan ardışık üç yıl boyunca yem üretim alanları organik olarak yönetilmelidir.

Organik süt ineklerinin yemleri için bazı gereksinimler vardır. Özellikle gebeliğin son dönemi ve laktasyonun ilk dönemi artan besin madde ihtiyacını ve ruminant davranışlarını karşılamak için, antibiyotik, hormon, kimyasal olarak ekstrakta edilmiş veya genetik olarak değiştirilmiş maddeler veya sentetik olarak korunmuş ürünler kullanılmadan hazırlanmış dengeli bir organik rasyon kullanılmalıdır. Rasyona sokulan tüm maddeler organik olarak bir sertifikalandırma kuruluşu tarafından onaylanmış olmalıdır. Organik standartlar, hasta hayvanların her türlü tedavisini zorunlu kılar. Ancak, organik üretim için onaylanmamış ürünlerle muamele edilen hayvanların organik sürüden çıkarılması gerekir.

Aşı uygulamaları, parazit tedavisi veya ülkemizde zorunlu olarak belirlenen hayvan hastalık ve zararlıları ile mücadele programları haricinde, büyük ve küçükbaş hayvanlarda bir hayvana veya hayvan grubuna yine bir yıl içerisinde tedavi amacı ile üç kez kimyasal

sentezlenmiş (sentetik) veteriner tıbbi ürünler veya antibiyotikler uygulanabilir. Ancak uygulanan sentetik ilaçların vücuttan atılma süreleri belirtilenin 2 katı, belirtilmemiş ise en az 48 saat olmalıdır. Yıl içinde 3'ten fazla kimyasal sentetik ilaç ve antibiyotik kullanılmış ise söz konusu hayvanlar veya bu hayvanlardan elde edilen ürünler organik ürün olarak satılamaz ve yeniden geçiş sürecine alınır. Buna ait kayıtlar üreticiler tarafından tutulur. Üreme sorunları için hormon kullanımı yasaktır. Mastitis problemi devam eden inekler organik sürüden çıkarılır.

İneklerin sağımında elle ve sağım makineleri ile sağımına izin verilmektedir. Ancak sağım sistemi ve meme uçlarının dezenfeksiyonunda kullanılan temizleyiciler ve dezenfektanlar organik tarım için onaylanmış olmalıdır.

Küçükbaş hayvanların sütlerinin kuru madde oranının yüksek olması, kendine has tadı ve aroması ile özellikle peynir ve yoğurt üretiminde talep edilmesi ve üretilen ürünlerin pazarda yüksek fiyatlara satılması açısından iyi bir potansiyele sahiptir. Ancak toplam organik süt üretimi içinde koyun-keçi sütü 230 ton/yıl ile oldukça düşük seviyededir. Ülkemizde küçükbaş hayvan yetiştiriciliği, ülke şartlarına uyum sağlamış, hastalık ve parazitlere dayanıklı yerli ırklarla yayla ve meralara dayalı olarak yapılmaktadır. Hayvanların yem ihtiyaçlarının büyük bölümü bu alanlardan sağlanmaktadır. İç Anadolu bölgesinde koyunculuk yaygınken Akdeniz ve güneydoğu Anadolu'da özellikle Toroslarda keçi yetiştiriciliği ormanlık ve makilik alanlarda yapılmaktadır. Koyun-keçi yetiştiriciliğinde, beslenmenin mera-makilik alanlardan sağlanması, yılın büyük bölümünü doğal alanlarda geçirerek hayvan refahının yüksek olması açısından organik üretim gerekliliklerine yakın bir üretim gerçekleşmektedir. Hayvan sağlığı ve barınak şartlarında yapılacak düzenlemeler, süt üretimi, depolama ve nakil hijyeni sağlanması ile gerek organik süt gerekse organik et üretimine geçiş çok daha kolay olabilir.

Organik koyun ve keçi yetiştiriciliğinde yetişkin bireyler için barınak içinde hayvan başına 1.5 m² barınak dışında gezinti alanı olarak da 2.5 m², kuzu ve oğlaklar için barınak içinde 0.35 m², barınak dışında gezinti alanı olarak 0.5 m² olarak hesaplanmalıdır.

4.7. Organik Et Üretimi

4.7.1. Kırmızı Et Üretimi: Ülkemizde kırmızı et üretimi TÜİK verilerine göre 2021 yılında toplam 1 952 038 ton olarak gerçekleşmiştir. Bunun 1 460 719 tonu sığır, 385 933 tonu koyun, 94 555 tonu keçi ve 10 831 tonu ise manda eti olarak üretilmiştir (Türkiye

İstatistik Kurumu, 2022b). Organik kırmızı et üretimimiz ise 912 ton sığır ve 2 ton da koyu-keçi eti olarak gerçekleşmiştir. Rakamlardan da görüldüğü gibi organik kırmızı et üretimimiz, süt üretiminde olduğu gibi çok düşüktür.

Organik kırmızı et üretiminde de organik süt üretiminde ve organik hayvancılıkta sözü edilen genel barındırma, besleme, hayvan refahı ve sağlık koruma kuralları geçerlidir. Bununla birlikte et üretiminde konvansiyonel sürüden dönüştürülecek hayvanlar için büyükbaş hayvanlarda 12 ay, küçükbaşlarda 6 aylık geçiş süreci uygulanmalıdır. Organik süt sığırcılığı işletmelerinde sürüden et amaçlı ayrılacak inekler ve üretim fazlası genç hayvanlar için bu süre yaşam süresinin 3/4'ü dür.

Organik et üretiminde yetiştirme şartları kadar kesim de önemlidir ve yönetmeliklerle belirlenmiş kuralları bulunmaktadır. Kasaplık hayvanlara kesim esnasında stres yaratmayacak şekilde davranılır. Mümkün olan durumlarda ayrı mezbaha, kesimhane ve kombinalar kullanılır. Mümkün olmayan durumlarda ise konvansiyonel olarak yetiştirilmiş hayvanların kesiminden sonra, mezbaha, kesimhane ve kombinalar yönetmelikte izin verilen maddeler ile temizlendikten sonra, organik hayvanların kesimi yapılır (Resmi Gazete, 2010).

4.7.2. Organik Kanatlı Eti ve Yumurta Üretimi: Kanatlı kümes hayvanları, özellikle et ve yumurtası için üretilmektedir. Bu amaçla, dünyada ve ülkemizde en çok üretimi yapılan kanatlı hayvan türünü tavuklar oluşturmaktadır. Bilindiği üzere kanatlı eti ve yumurtası; sağlıklı, ucuz, kısa sürede üretimi yapılabilen, yüksek protein oranı ve esansiyel amino asit kaynaklarıdır. Kanatlı eti; üretim ve tüketim rakamları bakımından kırmızı eti geçmiş ve protein açığının kapatılmasında çok önemli bir besin kaynağı olmuştur. Ülkemiz tavukçuluk sektörü, tüm hayvancılık kolları arasında en gelişmiş olup, bilimsel ve entansif olarak yapılmaktadır.

Dünya tavuk eti üretimi 2016 yılında 107 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünya tavuk eti üretimi ve ihracatında ABD ve Brezilya en büyük paya sahip ülkelerdir. Türkiye 2016 yılında 1.9 milyon ton tavuk eti üretimi ile 12. sırada yer almıştır. Dünya yumurta üretimi ise 2016 yılında 74 milyon tona ulaşmıştır. Bu üretimin %36'sını tek başına karşılayan Çin en önemli yumurta üreticisidir. Aynı yıl Türkiye, 1 milyon ton tavuk yumurtası üretimi ile dünyada 10. sırada yer almıştır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018).

Tavukçuluk sektörünün bu kadar gelişmiş olmasına rağmen organik üretim rakamları diğer organik üretim kollarında olduğu gibi çok düşüktür. Ülkemizde gezen tavuk, köy tavuğu gibi etiketlenerek pazarlanan ürünler olsa da Tarım bakanlığı 2021 verilerine göre organik olarak sertifikalandırılmış üretici sayısı 84, toplam hayvan sayısı 788 252 ve üretilen yumurta miktarı ise 128 691 517 adet olarak bildirilmiştir.

Bir sürü ilk kez oluşturulurken organik olarak yetiştirilmiş hayvanlar yeterli sayıda olmadığında, konvansiyonel yetiştirilmiş hayvanlar kullanılabilir. Ancak bunlar geldikleri çiftlikten ayrıldıklarında 3 günlük yaştan büyük olamazlar. Yani kuluçkadan çıkışın ilk 3 günü içinde organik üretim prensipleri ile yetiştirilmeye başlanmalıdır.

Kanatlılar iklim koşullarının elverdiği durumlarda açık hava barınaklarına ulaşabilmeli ve bu durum yaşamlarının en az 1/3'ünde uygulanmalıdır. Bu açık hava barınakları çoğunlukla bitki örtüsü ile kaplanır, koruyucu tesisler bulunur ve hayvanların yeterli sayıda suluk ve yemliklere erişmelerine imkân verir. Halk ve hayvan sağlığını korumak amacıyla hayvanların dışarı çıkmasını engelleyen, Bakanlıkça belirlenmiş bir durum olması halinde; gerekli biyogüvenlik tedbirleri alınır ve hayvanlar kapalı yerde tutularak yeterli sayıda suluk ve yemliklere erişmelerine imkân verilir (Resmi Gazete, 2010).

Üretim yapılan kanatlı kümeslerinde yönetmeliklerle ile belirlenmiş maksimum hayvan barındırma sayıları aşağıda verilmiştir:

- 4 800 adet etlik piliç,
- 3 000 adet yumurta tavuğu,
- 5 200 adet Afrika tavuğu,
- 4 000 adet dişi Muskovi veya Pekin ördeği,
- 3 200 adet erkek Muskovi veya Pekin ördeği ile diğer ördekler,
- 2 500 adet horoz, kaz veya hindi ile sınırlandırılmıştır (Resmi Gazete, 2010).

Yoğun yetiştiricilik yöntemlerinin kullanımını engellemek için kanatlılar ya asgari bir yaşa erişinceye kadar beslenir ya da yavaş gelişen kanatlı genotipleri seçilir. Organik etlik piliç yetiştiriciliğinde yavaş gelişen genotiplerin kullanılması durumunda asgari kesim yaşı 72 gündür. Eğer hızlı gelişen ırklar kullanılıyor ise kesim yaşları aşağıdaki gibi olmalıdır.

- Tavuklar 81 günlük,
- Et horozları 150 günlük,
- Pekin ördeği 49 günlük,
- Dişi muskovi ördeği 70 günlük,
- Erkek muskovi ördeği 84 günlük,
- Yaban ördeği 92 günlük,
- Afrika tavuğu 94 günlük,
- Erkek hindi ve kaz 140 günlük,
- Dişi hindiler 100 günlük yaşta olmalıdır (Resmi Gazete, 2010).

Yumurta tavukçuluğu kümeslerinde zeminin 1/2'sinden fazlası dışkı toplanmasına imkân veren bir şekilde olmalıdır. Genelde 2/3 ızgara sistemleri kullanılmaktadır. Kümeslerde hayvanların refahı için tünekler kullanılmalıdır. Tünekler, kanatlı grubu ve kanatlı büyüklüğü ile orantılı olmalıdır. Kümeslerde hayvanların dolaşım alanlarına ulaşabilmeleri için kanatlıların büyüklüğüne göre giriş/çıkış delikleri olmalıdır. Yumurta tavuklarında doğal ışık ile suni ışıklandırmanın toplamı günde 16 saati geçemez. Suni ışıklandırma olmadan en az 8 saat dinlenme süresi uygulanır.

Yumurtalar folluklardan geleneksel olarak elle toplanabilir ve 10°C'nin altında saklanmalıdır. Yumurtalar dömlü veya dömsüz olabilir. Yumurtaların depolanması ve naklinde organik standartlara uygun viyoller kullanılmalıdır. Viyollerin tekrar kullanılmasına izin verilir. Ancak bunların sürekli organik yumurtalar için kullanılıyor olması gerekir. Bazı ülkeler veya pazarlama merkezleri viyollerin yeniden kullanılmasına izin vermez.

4.8. Organik Arı Yetiştiriciliği

Bal arıları; ürettikleri bal, arı sütü, polen, propolis, balmumu, arı zehiri gibi ürünleri ile beslenme, sağlık koruma ve tedavi açısından son derece önemli canlılardır. Arı ürünleri yetişkinlerde kemik erimesi, çocuklarda büyüme, raşitizm, kansızlık, antiviral, antifungal, antibakteriyel özellikleri, iştahsızlık, romatizmal hastalıklar vb. birçok konuda kullanılmaktadır. Ürettikleri ürünler kadar hatta daha önemli bir fonksiyonları da birçok yabancı bitkiden kültür bitkilerine kadar doğaldaki çiçekli bitkiler için önemli tozlaştırıcı olmaları nedeni ile biyoçeşitlik ve tarımsal üretim açısından vazgeçilemez canlılardır. Arılar tarafından

tozlaştırılmış kültür bitkilerinin üretiminde bitkisel ürünlerin miktar ve kalitesini artırdığı bilinmektedir (Eken, vd., 2015).

Gerek ürünlerin besin değeri gerekse sağlık koruma ve tedavi amaçlı kullanımı ile dünyada ve ülkemizde organik arıcılığa olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde organik arıcılık konusundaki veriler her yıl değişmekle birlikte, Tarım Bakanlığı verilerine göre 2021 yılında 412 üretici, 82 262 adet kovanda 1 220.45 ton organik bal üretmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

Organik arı yetiştiriciliğine başlamak üzere karar veren üretici geçiş sürecinde kolonileri en az bir yıl boyunca sürekli organik yönetimde tutmalıdır. Bu süre zarfında organik olmayan tüm bal mumu organik olarak üretilen bal mumu ile değiştirilmelidir. Yetiştiriciliği yapılacak ırk seçiminde, bölge koşullarına uyum sağlamış, hastalıklara ve parazitlere karşı dirençli ırklar tercih edilmelidir. Organik arı yetiştiriciliğinde, ana arıların değiştirilmesi için eski kraliçenin öldürülmesine ve suni döllene izin verilir. Ancak ana arının kanatlarının kesilmesine izin verilmez (Resmi Gazete, 2010).

Kovan sayısının artırılması için kolonilerin bölünmesi veya organik arıcılık yapan diğer işletmelerden oğul veya kovan alınarak yapılır. Arı kovanlarının yerleştirildiği yerlerin, arıların yeterince doğal nektar, ballı madde, polen kaynakları ile suya erişimini sağlamalıdır. Kovanlar temiz suya, organik ürünlere veya doğal (sentetik kimyasal içermeyen) bitki örtüsünün yanına ve organik olmayan bitkilerden ve kirli alanlardan (sanayi bölgeleri, atık toplama ve depolama merkezleri, kent merkezleri, otoyollar gibi tarım dışı üretim kaynaklarından) en az 3 km uzağa yerleştirilmelidir. Karantina tedbirleri uygulanan ve uçakla ilaçlama yapılan alanlarda organik arıcılık yapılamaz. Bal hasadında, üzerinde yavrulu gözler bulunan çerçevelerden bal sağımı yapılmaz. Üretim sezonu sonunda, arıların kışın hayatta kalabilmesi için kovanlara yeterince bal rezervleri ile polen bırakılmalıdır. Aşırı iklim koşulları nedeniyle kovanların hayatta kalmasının tehlike altında olduğu yerlerde ek beslenme yapılmasına izin verilir. Ek besleme, tercihen aynı organik üretim biriminden, organik olarak üretilen bal ile yapılmalıdır. Kovanlar doğal malzemelerden yapılmalı ve kimyasal boyalarla boyanmamalıdır. Çerçeve, kovan ve petekleri zararlılardan koruma amacıyla bakanlıkça izin verilen rodentisitler (sadece tuzaklarda) kullanılır. Kovanların dezenfeksiyonu için doğrudan ateş veya buhar gibi fiziksel uygulamalara izin verilir (Resmi Gazete, 2010).

Arıların beslenmesinde, ilkbahar döneminde organik bal kullanılır. Ancak kovanlar zor iklim koşullarından dolayı tehlike altında ise ve yalnızca son bal hasadı ile bir sonraki nektar veya balözü akış döneminden 15 gün önceki dönem arasında arıların beslenmesine izin verilir. Bu besleme organik bal, organik şeker şurubu veya organik şeker kullanılarak yapılır. Besleme ile ilgili olarak kayıtlara, ürünün tipi, uygulama tarihi, miktarı ve kullanıldığı kovanlara dair bilgiler yazılır (Resmi Gazete, 2010).

Arıcılıkta hastalıkların önlenmesi için uyulması gereken kurallar aşağıda verilmiştir (Resmi Gazete, 2010).:

- Dayanıklı uygun ırklar seçilir,
- Ana arıların düzenli olarak yenilenmesi, herhangi bir anomali tespiti için kovanların sistematik olarak kontrolü, kovanlardaki erkek arı gözlerinin kontrolü, düzenli aralıklarla malzeme ve teçhizatın dezenfekte edilmesi, kirlenmiş maddeler veya kaynaklarının imha edilmesi, balmumunun düzenli olarak yenilenmesi, kovanlarda yeterli miktarda polen ve bal bırakılması gibi hastalıklara karşı direnç artırıcı ve enfeksiyon önleyici uygulamaların yapılması gerekir,
- Koruyucu önlemlere rağmen, koloniler hastalanır veya zarar görürse, derhal tedaviye alınır, gerekirse koloniler ayrı kovanlarda izole edilir.

Organik tarım yönetmeliğine uygun arıcılıkta kullanılacak veteriner tıbbi ürünleri aşağıdaki prensiplere uygun olmalıdır (Resmi Gazete, 2010).:

- Bakanlıkça ruhsatlandırılır,
- Tedavi edici etkilerinin öngörülen tedaviye uygun olması kaydıyla kimyasal bileşimli ilaçlar yerine fitoterapik veya homeopatik tedavi yöntemleri kullanılır,
- Yukarıda bahsedilen ürünlerin kullanımı, kolonileri tehdit eden hastalık veya zararlıların yok edilmesinde etkili olmaması durumunda, yetkilendirilmiş kuruluşun sorumluluğunda, kimyasal bileşimli ilaçlar kullanılır. Ancak koruyucu amaçlı kimyasal bileşimli ilaçların kullanımı yasaktır,
- Arı zararlısı Varroa için; formik asit, laktik asit, asetik asit, oksalik asit ve mentol, timol, okaliptol veya kafur kullanılır. Bu ürünler kullanıldığında kolonilere bir yıllık geçiş süreci uygulanmaz,
- Sentetik allopatik ürünler tedavi amaçlı uygulanırsa, bu dönem içerisinde tedavi altındaki koloniler izole edilmiş kovanlara yerleştirilir ve tüm bal mumları organik

arıcılıktan gelen balmumları ile değiştirilir. Bu kolonilere bir yıllık geçiş süreci uygulanır.

Veteriner tıbbi ürünleri uygulandığı zamanlar; aktif farmakolojik madde de dahil, ürünün tipi, konulan teşhis, dozu, uygulama şekli, tedavi süresi ve ilacın kalıntı arınma süresi kaydedilir ve ürünler organik ürün olarak pazarlanmadan önce yetkilendirilmiş kuruluşa bilgi verilir.

5. SONUÇ

Ülkemiz, tarım ve hayvancılık açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Ancak özellikle organik hayvancılıkta bu potansiyel yeterince kullanılmamaktadır. Büyüme ve gelişme dönemindeki çocuk ve gençlerin sağlıklı beslenmesi için hayvansal protein kaynakları son derece önemlidir. Bununla birlikte, hayvan sağlığı ve refahı, çevrenin korunması, biyoçeşitlilik ve sürdürülebilir kaynak yönetimi konularındaki olumlu katkıları ile organik hayvancılık faaliyetlerinin artırılması gerekmektedir. Ancak organik hayvansal ürünlerin ihracatında yaşanan sorunlar, iç pazarda alım gücü ve organik ürünler konusunda bilincin düşük olması gibi nedenlerden dolayı yeterince gelişmemektedir. Bu konuda tüketicilerin bilinçlendirilmesi, organik hayvancılık yapan ve yapmak isteyen üreticilerin eğitilmesi, Bakanlığın alım garantisi, üretilen ürünlere pirim desteği ve yatırım teşviği vererek sektörün gelişmesi sağlanabilir.

6. KAYNAKÇA

Ak, İ. (2013). Türkiye'de ekolojik hayvancılık. *Türkiye II. Organik Hayvancılık Kongresi. 24-26 Ekim 2013, Bursa*. Bildiri Kitapçığı.

Ak, İ., Özdemir, M., Altan, D. (2019). Türkiye'de ekolojik hayvancılık. *VI. Organik Tarım Sempozyumu, 15-17 Mayıs 2019, İzmir*. Bildiri Kitapçığı. 118-127

Arıcılık Araştırma Enstitü Müdürlüğü. (2022). Türkiye arıcılık istatistikleri (1991-2021). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 16.8.2022 <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Link/2/Aricilik-Istatistikleri>

Çakmak, İ. (2019). Ekolojik-Organik-Biyolojik-Arıcılık. *VI. Organik Tarım Sempozyumu, 15-17 Mayıs 2019, İzmir*. Bildiri Kitapçığı. 140-147

Çelek, H., Erensoy, K. (2019). Organik arıcılık. *VI. Organik Tarım Sempozyumu, 15-17 Mayıs 2019, İzmir*. Bildiri Kitapçığı. 206-209

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). Organik tarım alanları ve üretim miktarları. <https://cevresehgostergeler.csb.gov.tr/organik-tarim-alanlari-ve-uretim-miktarlari-i-85837> Erişim Tarihi: 5.9.2022.

Duru, M., Şahin, A. (2004). Türkiye'de sağlıklı ve güvenli hayvansal üretim gerekliliği. *Hayvansal Üretim*. 45(1): 36-41.

Eken, C., Tuncer, S., Kadioğlu Z. (2015) Organik Bitkisel Üretimde Entomovektör Teknolojisi. *Doğu Karadeniz II. Organik Tarım Kongresi, Rize*. 675

FAO (2021) Dairy market review: Emerging trends and outlook. Erişim Tarihi: 5.9.2022 <https://www.fao.org/3/cb7982en/cb7982en.pdf>

Kaliber, M., Darcan, N. (2010). Organik Koyun Yetiştiriciliği. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran -1 Temmuz 2010, Erzurum*. (Sayfa: 195-198)

Karaman, S. (2006). Hayvansal üretimden kaynaklanan çevre sorunları ve çözüm olanakları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Fen ve Mühendislik Dergisi*. 9(2): 133- 139

Lampkin, N. (1990). *Organic farming*. Ispwich, UK: Farming press. 701

Resmî Gazete. (2010). Organik Tarımın Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik. Erişim Tarihi: 15.8.2022 www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/08/20100818-4.htm

Şahin, A. (1990). Yeşil Devrim ve Açlık Sorunu. *Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi.*, 8(1). 233-239

Şayan, Y., Polat, M. (2001). Ekolojik (organik, biyolojik) tarımda hayvancılık. *Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14- 16 Kasım 2001 Antalya*. Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü. Bildiri Kitapçığı: 95-105

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2013). Organik Tarım Ulusal Eylem Planı (2013 - 2016).
<https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/Bitkisel%20%20C3%9Cretim/Organik%20Tar%C4%B1m/UlusalEylemPlan-2013-2016.pdf> Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 22.8.2022

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018). Kanatlı Hayvancılık Sektör Politika Belgesi 2018-2022. Erişim Tarihi: 5.9.2022.
<https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Kanatli%20Hayvanc%C4%B1%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202018-2022.pdf>

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2022). 2021 yılı Organik tarım istatistikleri. Erişim Tarihi: 20.8.2022 <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>

Tıraşçı, S., Erdoğan, Ü., Aksakal, V. (2020). Organic agriculture in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(11): 2348-2354. doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2348-2354.3505

Travnicek, J., Willer, H., Schaack, D. (2021). Organic farming and market development in Europe and the European Union. *Organic World Congress, France*. 229-266

Türkiye İstatistik Kurumu. (2022a). Çiğ Süt Üretim İstatistikleri, 2020-2021. Erişim Tarihi: 22.8.2022 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=%C3%87i%C4%9F-S%C3%BCt-%C3%9Cretim-%C4%B0statistikleri-2020-2021-45861&dil=1>

Türkiye İstatistik Kurumu. (2022b, Mayıs 6). Kırmızı Et Üretim İstatistikleri, 2020-2021. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kirmizi-Et-Uretim-Istatistikleri-2020-2021-45671#:~:text=Buna%20g%C3%B6re%202020%20y%C4%B1%20C4%B1nda%201,38%20to%20olarak%20tahmin%20edildi>. Erişim Tarihi: 12.9.2022

Vries, M., Boer, I. (2010). Comparing Environmental Impacts for Livestock Products: A Review of Life Cycle Assessments. *Livestock Science* (128): 1-11. doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.007

Willer, H., Meier, C., Schlatter, B., Dietemann, L., Kemper, L., Travnicek, J. (2021). The World of Organic Agriculture 2021: *Summary*. *Organic World Congress*, France. 20-31

Yavuz, A., Azar, İ., Özcan, A., Çetin, V. (2020). Hayvansal Gıdalarda Antibiyotik Kalıntıları. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*. 24: 8-15.

Yavuzer, Ü., Bengisu, G. (2016). Organik Hayvancılık (1 b.). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. ISBN: 978-605-320-106-9. 117

Yenilmez, F., Uruk, E. (2016). Free-Range Sistemi, Avantaj ve Dezavantajları. *Nevşehir bilim ve teknoloji dergisi*, 5: 315-324. Özel Sayı. doi.org/10.17100/nevbiltek.211018

Yürüdü, E., Kara, H., Arıbaş, K. (2010). Türkiye'nin Organik (ekolojik) Tarım Coğrafyası. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*. 9(32): 402-424.

BÖLÜM 6

GIDALARDA MİKROBİYAL BOZULMALAR VE ÖNLEME METODLARI

¹Öğr. Gör. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK

¹ Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Antalya, Türkiye,
huseyinozturk@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3774-3233

1. GİRİŞ

Gıdalar, beslenme amacıyla tüketilen maddelerdir. Gıda ürünleri bitkisel veya hayvansal kaynaklı olup su, protein, lipit, karbonhidrat, mineraller, vitaminler ve diğer organik ve inorganik maddeleri içermektedir (Amit vd., 2017).

Gıdalar fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal etkilerle bozulmaya uğramaktadır. Gıdaların besin değerleri, rengi, kokusu, dokusu ve tüketilebilirliği bozulma reaksiyonları ile tahribata uğramaktadır (Sevindik ve Uysal, 2021). Gıdaların bozulması, gıdaların özellikle duyu özelliklerinin değişikliğe uğraması nedeniyle insan tüketimi için istenmeyen ya da kabul edilemez bir duruma gelmesine neden olan metabolik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Rawat, 2015). Gıda ürünlerinin bozulması insanların temel sorunlarından birisidir. Bozulmuş gıdalar yemekler açısından güvenli olabilir yani hiçbir patojen mikroorganizma veya toksin içermediğinden hastalıklara neden olmayabilir fakat yapılarında meydana gelebilecek değişiklikler tüketilebilirliği açısından sınırlayıcı olabilmektedir (Burkpile ve Hay, 2006).

Sadece mikrobiyal değil fiziksel ve kimyasal olarak gıdaların bozulması arzu edilmeyen durumları ortaya çıkarabilmektedir. Özellikle gıda güvenliği yönetim sistemlerinin ve stratejilerinin tarladan sofraya daldan çatala veya çiftlikten sofraya metadolojilerinin gıdalarda bozulmaya neden olan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik tehlikeler ile gıdaların bozulması sonucu kayba uğradığı görülmektedir (Sahu ve Bala, 2017). Gelişmiş ülkelerde perakende ve tüketici açısından gıda kayıplarının çok yüksek düzeyde olduğu görülmektedir. İnsanlar gıdaların bozulma sürecini uzatmak ve gıdaların raf ömürlerini artırmak amacıyla birçok farklı yöntem uygulamaktadır. Gıdaların bozulması ile meydana gelebilecek kayıpların azaltılması ve gıdaların kalitesini uzun süre koruyarak muhafaza edebilmek amacıyla geleneksel ve modern yöntemler ortaya konulmaktadır (Booth ve Stratford, 2003).

Gıdaların muhafazası gıdaların bozulmasına neden olabilecek iç ve dış etkenleri stabilize ederek yapılan temel işlemler olarak tanımlanmaktadır. Gıda muhafazasının temel amacı gıdanın orijinal besin değerini, rengini, kokusunu, dokusunu ve tüketilebilirliğini koruyarak raf ömrünü artırmaktır (Amit vd., 2017; Sevindik ve Uysal, 2021). Bu nedenle kurutma, dondurma, soğutma, pastörizasyon, sterilizasyon, gıda katkı maddeleri ve kimyasallarla koruma gibi geleneksel muhafaza tekniklerinin yanında bilimsel ilerlemeler ile ışınlama, yüksek basınç teknolojisi, darbeli elektrik alan (PEF), doğal antimikrobiyal ajanlar ve

daha birçok modern engeller teknolojisi ile gıdaların uzun süre korunması ve raf ömürlerinin artırılması hedeflenmektedir. Gıda muhafazasının geleneksel ve modern mekanizmalara göre işlenmesi, gıdaların yetiştirilmesi, hasat edilmesi, işlenmesi, paketlenmesi ve dağıtımı ile ilgili aşamalar son derece disiplinli bir şekilde yapılmalıdır. Özellikle mikrobiyal kontaminasyonun engellenmesi ve gıdaların raf ömürlerinin artırılması gıda endüstrisinin modern üretim ve işleme tekniklerinin endüstriye katılmasından bu yana en temel amaçlarından biri olduğu bilinmektedir. Gıda güvensizliğinin önüne geçilmesi ve tedarik zinciri sorununun ortadan kaldırılması için bu adımların atılmasının gerekliliği ortaya konulmaktadır (Anwer vd., 2017).

2.GIDALARIN SINIFLANDIRILMASI

Gıdalar raf ömrüne, işlevlerine ve besin değerine göre geniş bir çerçevede sınıflandırılabilir (Amit vd., 2017). Gıdaların bozulması doğal bir süreç olarak görülmektedir. Bu süreçte yavaş yavaş rengini, dokusunu, tekstürünü, yapısını, besleyici niteliklerini ve tüketilebilirliklerini kaybetmektedir. Bu kayıplar sonunda bozulmuş olan gıdaların tüketilmesi hastalıklara ve aşırı durumlarda ölümlere neden olabilmektedir. Gıda ürünleri kendi yapıları ve raf ömürleri itibarıyla değerlendirildiğinde bozulabilir, yarı bozulabilir ve bozulmaz olarak sınıflandırılmaktadır (Best vd., 2015). Birkaç gün ile yaklaşık üç haftalık periyotlarda değişen gıdalar bozulabilir gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, deniz ürünleri ve yumurta bu gruba örnek olarak verilebilir. Yarı bozulabilir olarak ifade edilen gıdalar uygun saklama koşulları göz önünde bulundurulduğunda altı aya kadar saklanabilir gıdalar olarak bilinmektedir. Sebze ve meyveler ile kuru gıdalar bu grup içerisinde yer almaktadır. Bozulmaz gıdalar olarak adlandırılan grup ise belirli bir süre raf ömrü bulunmayan doğal veya işlenmiş gıda maddeleri olarak değerlendirilmektedir. Bu gıdalar birkaç yıl ve daha uzun süre saklanabilmektedir. Kuruyemişler, şeker, konserve meyveler, mayonez ve fıstık ezmesi gibi engel teknolojilerinin kullanıldığı gıda ürünleri bozulmaz gıda ürünleri olarak bilinmektedir (Amit vd., 2017).

Gıda maddeleri raf ömürlerinin yanı sıra fonksiyonları, kapsamaları ve kullanım amaçlarına göre de sınıflandırılabilir. İnsan vücudundaki işlevlerine göre onarıcı gıdalar, enerji veren gıdalar, düzenleyici gıdalar ve koruyucu gıdalar olarak sınıflandırılmaktadır. Besin değerlerine göre karbonhidratça zengin gıdalar, proteince zengin gıdalar, yağca zengin gıdalar ve vitamin ve mineral bakımından zengin gıdalar olarak kategorize edilmektedir. Ayrıca gıda endüstrisi tarafından gıdaların tüketilebilirlik düzeyini artırmak ve raf ömrüne katkı sağlamak amacıyla gıda işleminin amacına ve kapsamına göre de sınıflandırma yapmak mümkün olmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde işlenmemiş ve minimum düzeyde işlenmiş gıdalar, mutfak ve gıda endüstrisi bileşenleri ve ultra işlenmiş gıda ürünleri olarak gıdalar sınıflandırılmaktadır. Gıdaların muhafazasında geleneksel metodolojiler yerine yeni teknolojilerin kullanılması modern üretim tekniklerinin genişletilerek fiziksel, kimyasal ve özellikle mikrobiyolojik tehlikelerin ortadan kaldırılmasına olanak sağlayacaktır. Böylelikle hammaddeden tüketime gelen süreçte gıdanın tüketiciye güvenli bir şekilde ulaştırılması sağlanmış olacaktır (Sundh ve Melin, 2011).

3. GIDALARIN BOZULMASI VE KONTAMİNASYONU

Dünyanın en fakir ülkelerinde açlıkla mücadele, ülkedeki gelir seviyesinin artırılması ve gıda güvenliğini iyileştirme çabalarında gıda kayıpları konusu büyük önem taşımaktadır. Gıda kayıplarının yoksul insanlar için gıda güvenliği, gıda güvencesi, gıda kalitesi, ekonomik kalkınma ve çevre üzerinde etkisinin olduğu bilinmektedir (Rawat, 2015). Gıda kayıplarının kesin nedenleri dünya çapında farklı olmasının yanında ülkelerdeki koşullara ve durumlara göre değişiklik göstermektedir. Geniş anlamda incelendiğinde gıda kayıpları hammaddeden perakende satış ve tüketiciye kadar geçen süreçte tüm paydaşları etkilemektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde gıda kayıplarının en önemli unsurlarından birisi gıdaların tekniğine uygun üretiminin olmaması ile başlayan süreçte gıdaların bozulmasıdır (Louis vd., 2016).

Gıdaların bozulması gıdanın tüketilebilirliğinin azaldığı bir süreçtir. Gıdalarda rahatsız edici duyuşsal değişikliklere neden olarak gıda güvenliğinin azalması gıdaların bozulması ile ilintili olmaktadır (Edris vd., 2020). Gıdaların bozulmasında ilk aşama olarak renk, koku, doku ve organoleptik özellikteki farklılıklar tespit edilebilmektedir. Farklı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal hareketlilikler gıda bozulmasına neden olabilmektedir. Bu mekanizmaların neden olduğu bozulma diğer bozulmaları uyarabileceğinden bozulma mekanizmaları birbirinden bağımsız değildir. Farklı iç ve dış etkenlerden kaynaklanan bozulma reaksiyonları birbirini katalizleyebilmektedir. Özellikle sıcaklık, pH, hava, besinler ve farklı kimyasal ajanların varlığı gıda bozulmalarının ana faktörleri olmasına rağmen kontaminasyon kaynakları ve kontaminantlar fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal bozulmaları teşvik etmektedir (Amit vd., 2017).

Gıda bozulmaları arasında fiziksel değişiklikler (Işık, metal, sıcaklık vb.), kimyasal değişiklikler (enzimatik ve enzimatik olmayan reaksiyonlar, kimyasal etkileşimler vb.), gıda çürümesi, mikroorganizmaların çoğalması ve diğer unsurlar (böcek, kuş, kemirgen vb.) yer almaktadır. Gıdaların bozulması renk, tat ve besin değişikliklerine neden olabilmektedir. Gıdaların bozulmasını engellemek için ise şeker ve tuz ilavesi, gıda koruyucuları, soğutma, dondurma, paketlenme vb. uygulamalar yapılmaktadır (Lorenzo vd., 2018).

3.1. Fiziksel Bozulma

Gıdalarda meydana gelen fiziksel değişiklikler ve gıdanın bulunduğu ortama göre oluşturduğu kararsız hal yapısı fiziksel bozulma olarak tanımlanmaktadır (Amit vd., 2017). Yine fiziksel kontaminasyon üretim veya hazırlık sürecinin herhangi bir aşamasında fiziksel bir nesne gıdaya bulaştığında ya da temas ettiğinde meydana gelmektedir. Gıdalara bulaşan fiziksel nesnelere kişide boğulmaya neden olabilmekte ve çoğu zaman biyolojik kontaminantlarla birlikte gıdaya zarar vermektedir. Gıda içeriğinde ya da yüzeyinde tüketiciye zarar verme ihtimali olmasa bile güvenli olarak üretimi yapılan gıdada fiziksel bir materyal sonucu oluşan fiziksel bozulma istenilmeyen sonuçlar oluşturabilmektedir (Song vd., 2017).

Fiziksel bozulmada oluşabilecek nem kaybı ya da kazancı farklı bileşenler arasında nem geçişi ve söz konusu gıdayı oluşturan bileşenlerin fiziksel olarak ayrılması fiziksel bozulma örnekleridir. Fiziksel bozulmayı etkileyen temel faktörler arasında nem içeriği, sıcaklık, cam değişim ısısı, kristal büyümesi ve kristalleşme yer almaktadır (Edris vd., 2020). Söz konusu bu aktörler gıda ürünlerinin raf ömürlerini etkilemektedir. Gıdanın dış yüzeyinden içeriye doğru etkileyerek arzu edilmeyen etkiler göstererek gıdanın organoleptik özelliklerine etki edebilmektedir (Song vd., 2017). Bu açıdan bakıldığında üretimden tüketime geçen süreçte fiziksel koşulları en iyi şekilde tasarlamak gerekmektedir (Anwer vd., 2017; Sahu vd., 2017).

3.2. Kimyasal Bozulma

Gıdalarda kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar doğal olarak meydana gelmekte ve gıda ürünlerinde hoş olmayan duyuşal değişikliklere neden olmaktadır (Davidson vd., 2005). Taze gıdalar; pH değişikliklerine neden olan mikrobiyal büyüme ve metabolizma, toksik bileşikler ve/veya yağdaki lipidlerin ve pigmentlerin oksidasyonu ile başta renk değişimi olmak üzere istenilmeyen temel kalite değişikliklerine uğrayabilmektedir (Islam vd., 2016). Kimyasal bozulma sadece mikroorganizmaların faaliyetleri ile meydana gelmemekle birlikte kimyasal kontaminantların etkileri ile oluşabilmektedir. Kimyasal kontaminasyon ifadesi güvenli olarak belirlenen miktardan daha yüksek bir konsantrasyonda bulunmaması gereken kimyasalların varlığının açık bir göstergesi olarak ifade edilmektedir (Amit vd., 2017). Kimyasal tehlikeler gıda kaynaklı hastalık salgınlarıyla ilişkili gıda kontaminasyonunun ana nedenleri arasında yer almaktadır (Faille vd., 2018). Ayrıca endüstrinin gelişmesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan çevre kirliliği nedeniyle gıda kontaminasyonu son yıllarda daha ciddi bir hale gelmiştir. Bunun yanı sıra pestisit ve ağır metallerle kontamine olan gıdaların tüketilmesi gastrointestinal enfeksiyonlara neden olabilmektedir (Song vd., 2017). Kimyasal

kontaminantlarla meydana gelen bozukluklar ile mikroorganizmalarla oluşturulan kimyasal bozulma gıdanın yapısını değiştirmektedir. Oksidasyon, proteoliz, çürüme, Maillard reaksiyonu, pektin hidrolizi ve hidrolitik ekşime tamamen kimyasal reaksiyonlar olup sıcaklık değişimleri ile farklılaşmaktadır (Amit vd., 2017).

Oksijen varlığında aminoasitler amonyağa dönüşmektedir. Bu durum soğutulmuş taze et ve balıktaki temel bozulma reaksiyonudur. Yine lipidlerin oksijen ile tepkimeye girerek oksidasyona uğradığı bilinmektedir. Oluşan oto-oksidasyon ile renk değişimi, acılaşıma ve toksik bileşen oluşumu ile bozulma gerçekleşmektedir (Marriott vd., 2018).

Geri dönüşümü olmayan bir post-translasyonel modifikasyon olan proteoliz bir proteinin peptit ve izopeptit bağlarının sınırlı ve oldukça spesifik hidrolizini içermektedir. Bu reaksiyon çeşitli proteaz enzimlerinin varlığını gerektirmektedir (Kamboj vd., 2020). Farklı özelleşmiş proteazlar çeşitli düzenleyici işlemlerde rol oynamaktadırlar. Azotlu bileşikleri içeren gıdalar sıklıkla bu reaksiyona girmekle birlikte proteinler proteolitik enzimler yoluyla proteoliz sonucunda aminoasitlere dönüşmektedir. Proteinlerin proteolitik enzimler ile oluşturduğu peptitlerin çoğu acı veya tatlı olabilen sert bir tada sahip olup kimyasal bozulmayı katalizleyebilmektedir (Amit vd., 2017).

Kimyasal bozulmayı tetikleyen bir diğer reaksiyon olan çürüme, aminoasitlerin aminler, organik asitler, merkaptanlar ve hidrojen sülfür gibi kükürt bileşikleri ile anaerobik reaksiyonları katalizleyebilmesini ifade etmektedir. Tüm süreç boyunca bakteriler ortamda bulunduğundan biyokimyasal reaksiyonlar devam etmektedir. Aminoasitlerin yanı sıra proteinlerin parçalanması ve çürümesi ile indol, fenoller ve amonyak da oluşmaktadır. Bu kimyasalların birçoğu hoş olmayan bir kokuya sahiptir. Etlerde ve diğer protein açısından zengin gıdalarda 15 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda çürüme oldukça yaygındır. Bu sıcaklık kimyasal bozulma için mikrobiyal aktiviteleri kolaylaştırmaktadır. Maillard reaksiyonu olarak da bilinen enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları gıdalarda meydana gelen kimyasal bozulmaların bir başka nedenidir. Bu reaksiyon proteinlerin amino grubunda ve gıdalarda bulunan aminoasitlerde meydana gelmektedir. Maillard reaksiyonunun ortak sonuçları arasında rengin koyulaşması, proteinlerin çözünürlüğünün azalması, acılığın gelişmesi ve belirli aminoasitlerin besinsel tüketilebilirliğinin azaltılması yer almaktadır.

Kimyasal bozulmalar açısından pektinler pektolitik enzimler tarafından aktive edilmekte ve gıdanın yapısını yumuşatan pektin hidrolizine neden olmaktadır. Meyve ve

sebzelerin mekanik yollarla zarar görmesi de pektinazları aktive edebilir ve mikrobiyal bozulmayı başlatabilmektedir (Rawat, 2015). Pektik maddeler ayrıca pektin metil esteraz enziminin etkisiyle esterleşebilmektedir. Bu esterifikasyon işlemi hücre duvarını güçlendirerek ve kalsiyum içeren bir mekanizma yoluyla hücreler arası kohezyonu artırarak hasarlı dokularda meyve ve sebzelerde yerinde başlatılmaktadır. Metal iyonları pektin bileşiklerinden dolayı oluşan ısıya dayanıklı meyve pigmentlerinin ayrışmasını katalize etmektedir. Bu işlem meyve reçellerinde veya jölelerde renk değişimine neden olmaktadır. Yine hidrolitik ekşime lipolitik enzimlerin etkisiyle lipid bozulmasına neden olmaktadır. Bu reaksiyonda serbest yağ asitleri su varlığında trigliserit moleküllerinden parçalanmaktadır. Yine bu serbest yağ asitleri kötü kokulara sebep olabilmektedir. Salgılanan uçucu yağ asitlerinin keskin bir kötü kokusu ve tadı vardır bu nedenle hidrolitik ekşime ile meydana gelen kimyasal bozukluk tereyağı gibi yağlarda son derece belirgin olarak görülmektedir (Pal vd., 2016).

3.3. Mikrobiyal Bozulma

Gıdaların çoğu mikroorganizmalar için ideal bir besin kaynağı olup genellikle büyüme ve çoğalmayı sağlamak için uygun ortamı oluşturmaktadır. Mikroorganizmaların davranışlarını etkileyen koşulların sağlanmasında gıdanın içeriği, iç ve dış ortam şartları önem taşımaktadır (Singapurwa vd., 2017). Mikrobiyal bozulma mikroorganizmaların etkisiyle oluşan yaygın bir gıda bozulma kaynağı olup gıda kaynaklı hastalıkların en temel sebebi olarak bilinmektedir. Bozulabilir gıdalar genellikle farklı mikroorganizmalar tarafından kontamine olmaktadır. Çoğu mikroorganizmanın büyümesi taşıyıcı gıdanın depolama sıcaklığının ayarlanması, su aktivitesinin azaltılması, pH'nın düşürülmesi, koruyucu gıda katkı maddesi ve uygun ambalajlama yapılmasıyla önlenmektedir (Sahu ve Bala, 2017). Yetiştirme, hasat etme, taşıma, işleme, dağıtım ve hazırlama sırasında gıdalar toprak, hava ve su kaynaklı kontaminasyonlar sonucu mikroorganizmaların bulaşmasına neden olmaktadır. Biyolojik kontaminasyon sonucu ortaya çıkan mikrobiyal bozulma gıdalar canlı organizmalar veya ürettikleri maddeler tarafından kontamine olduklarında meydana gelmektedir. Bu durum insanlar, kemirgenler, böcekler ve mikroorganizmalar tarafından üretilen biyolojik maddeleri içermektedir. Biyolojik kontaminasyon ve mikrobiyal bozulma ile gıda kaynaklı hastalıklar ve gıda zehirlenmesi ortaya çıkabilmekte ve halk sağlığını tehdit edebilmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında mikroorganizmaların ortam koşullarına uyum sağlamaları ve bunun sonucunda bozulma reaksiyonlarının katalize olması yer almaktadır. Sıcaklık, pH ve su

aktivitesi ile oluşan enfeksiyon zinciri sonunda gıda kaynaklı hastalıklar ve zehirlenmelere bakteriler, mayalar, küfler, protozoalar ve virüsler neden olmaktadır (Amit vd., 2017).

Bir gıda üretim tesisindeki kontaminasyon kaynaklarının belirlenmesi bir kuruluşun hijyen ve sanitasyon kontrol stratejilerinin etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Hem doğrudan hem de dolaylı olarak gıda temas yüzeyleri, su, hava ve personel bir gıda tesisindeki birincil endişe kaynağı olarak görülmektedir (Rodriguez vd., 2021). Gıdalara bulaşının engellenmesi ve mikrobiyal bozulmanın önüne geçilebilmesi enfeksiyon zincirinin önüne geçilerek yapılmalıdır. Gıda kaynaklı bir hastalığın ya da zehirlenmenin nasıl ortaya çıktığını açıklarken kavramı ortaya koyabilme adına epidemiyolojik üçgen veya üçlü olarak adlandırılan basit bir model kullanılmalıdır. Üçgen bir dış etken, duyarlı bir konakçı ve etken ile konakçıyı bir araya getiren ara bir ortamdan oluşmaktadır. Çevre, etkeni ve maruz kalma fırsatını etkileyen fiziksel, biyolojik ve sosyo ekonomik faktörler gibi dış faktörlerden oluşmaktadır. Burada amaç üçgenin en az bir tarafını kırarak bu bileşenler arasındaki bağlantıyı bozmak ve hastalığın oluşmasını engellemektir (CDC, 2011).

3.3.1. Enfeksiyon zinciri: Bir enfeksiyon zinciri, enfeksiyon meydana gelmeden önce var olması, gerçekleşmesi ve birbirine bağlanması gereken bir dizi bağlantıdır. Bu bağlantılar rezervuar, çıkış portalı, iletim modu giriş portalı, konakçı ve bulaşıcı hastalık olarak tanımlanmaktadır. Enfeksiyon zincirindeki temel bağlantıların tümü bulaşıcı bir hastalığın ya da gıda zehirlenmelerinin oluşabilmesi için mutlaka gereklidir (CDC, 2011; Marriott vd., 2018).

Mikrobiyal bir bozulmanın oluşabilmesi için gerekli olan faktörler Bryan (1979) tarafından tanımlanmış ve literatürde listelenmiştir. Buna göre;

- 1- Etken, gıdanın üretildiği, işlendiği veya hazırlandığı ortamda olmalıdır.
- 2- Etkenin konağı veya rezervuarı mikroorganizmanın yaşayabileceği ortam koşullarını oluşturmaktadır.
- 3- Etkenin kaynaktan besine geçişi sağlanmalıdır.
- 4- Gıda, mikroorganizmanın büyümesini desteklemelidir.
- 5- Gıda, enfeksiyona veya zehirlenmeye neden olabilecek bir düzeye kadar büyümesine izin vermek için yeterli bir süre boyunca uygun sıcaklık aralığında tutulmalıdır.
- 6- Duyarlı konakçı kontamine gıdayı tüketmelidir.

Bakteriyel patojenlerin yaşaması ve büyümesi için gerekli besinler, su aktivitesi, pH, oksidasyon-redüksiyon potansiyeli, rekabetçi mikroorganizmaların eksikliği ve inhibitörlerin eksikliği gibi koşullar da eksik olmalıdır. Virüslerin, parazitlerin ve kimyasalların neden olduğu gıda kaynaklı rahatsızlıklar sadece 1, 2, 3 ve 6 numaralı faktörleri gerektirmektedir. Bitki toksik maddelerinin ya da toksik hayvanların neden olduğu hastalıklar 1, 2 ve 6 numaralı faktörleri gerektirmektedir (Bryan, 1979).

3.3.2. Gıdaların kontaminasyonu ve kaynakları: Gıda hijyeni, gıdaların üretimden tüketime kadar güvenliğini sağlamak için gerekli şartlar ve önlemlerdir. Üretilen gıdanın tüketim için güvenli olması herhangi bir gıda sürecinin temel bir gereksinimidir. Gıda güvenliği temel bir ihtiyaçtır fakat etkili ve verimli süreçlerin geliştirilmesinde gözden kaçma tehlikesi bulunmaktadır. Gıda güvenliği, kişilere, gıda endüstrisine ve ekonomiye önemli maliyetlerle sonuçlanan gıda kaynaklı salgınlar açısından kritik bir konu olmaya devam etmektedir (Kamboj vd., 2020). Güvenli olmayan gıda en eski günlerden bu yana insan sağlığı sorunu olmuştur bu yüzden bu konu yeni değildir. Dünyanın her ülkesinde devletler gıda arzının güvenliğini artırmak için ellerinden gelenin en iyisini yapmaya çalışmış olsalar bile gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin önemli bir halk sağlığı problemi olmaya devam etmektedir. Gıda; kesim veya hasat, işleme, depolama, dağıtım, nakliye, hazırlama ve tüketim esnasında bile kontamine olabilmekte ve bozulabilmektedir. İyi üretim uygulamaları ile gıda kaynaklı hastalıkların önüne geçilebilmekte fakat gıdaların yanlış kullanımı gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır (Amit vd., 2017).

En uygun kontaminasyon kaynaklarından biri ürünün kendisidir. Hijyenik bir şekilde ele alınmayan atık ürünler kontamine olur ve mikrobiyal büyümeyi destekler. Gıdanın kendisi ile ortam koşulları ve gıda işleme sırasında gıda kontamine olabilmektedir. Gıdaların kontaminasyon kaynakları olarak birçok faktör bulunmaktadır (Marriott vd., 2018).

3.3.2.1. Süt ve süt ürünleri: Süt, çeşitli mikroorganizmaların büyümesi ve gelişmesi için mükemmel bir ortamdır. Bozulmaya neden olan ya da patojen karakteristikteki mikroorganizmalar tarafından hayvanların memelerinden, çiftliklerde çevreden, sağım ekipmanlarından, işletme tesisindeki diğer ekipmanlardan, çalışanlardan veya havadan kaynaklanabilen bulaşlar söz konusu olmaktadır (Edris vd., 2020). Laktik asit bakterileri (LAB) genellikle çiğ sütteki baskın mikroflora olup süt yeterince soğutulmazsa çoğalabilmektedir. Çiğ sütte yer alan bu baskın flora yaklaşık 10^6 kob/ml'ye ulaştığında farklı

bileşiklerin üretilmesiyle sütte istenen tatlar gelişebilmektedir. Soğutma bu florayı baskılamakta ve 24 saat içerisinde psikrofilik bakteriler (*Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Alcaligenes* ve bazı sporlu bakteriler) gelişerek proteaz ve lipaz enzimleri etkisiyle kokuşmalar meydana getirebilmektedir (Pal vd., 2016). İşleme tesislerinde soğutma sonrasında yapılan pastörizasyon ile psikrofilik ve mezofilik bakteriler ölümlerine ısıya dayanıklı türler (*Microbacterium*, *Bacillus* ve *Clostridium*) hayatta kalmakta ve daha sonra süt ve süt ürünlerinde bozulmaya neden olmaktadır (Amit vd., 2017). Pastörizasyondan hemen sonra bakteri sayısı genellikle <1000 kob/ml'dir. Ancak sütün pastörizasyon sonrası kontaminasyonu, pastörize edilmemiş ürünlerden çapraz kontaminasyon ile özellikle patojen ve bazı Gram negatif bakterilerle meydana gelmektedir. Tüm süt ürünleri pastörize edilmediği için endüstride patojenlerin varlığı daha da artmaktadır (Ripolles-Avila vd., 2019).

3.3.2.2. Kırmızı et ürünleri: Sağlıklı yaşayan hayvanların kas dokuları neredeyse mikroorganizmalardan arındırılmıştır. Etin kontaminasyonu saç, cilt, gastrointestinal ve solunum yolları gibi dış yüzeylerden meydana gelmektedir. Hayvanların beyaz kan hücreleri ve yaşamları boyunca geliştirdikleri antikorlar canlı vücuttaki bulaşıcı ajanları etkin bir şekilde kontrol etmektedir. Söz konusu bu iç savunma mekanizmaları kesim sırasında kan vücuttan tamamen ayrıldığında yok olmaktadır. Etin ilk mikroorganizmalar ile kontaminasyonu kan kaybı için kontamine bıçaklar kullanıldığında mikroorganizmaların vasküler sisteme girmesinden kaynaklanmaktadır. Vasküler sistem bu mikroorganizmaları hızla tüm vücuda yayarak etin istenmeyen mikroorganizmalarla kirlenmesine neden olmaktadır. Kontaminasyon daha sonrasında etlerin kesim, tulum çıkarma, işleme, depolama ve dağıtım sırasında gerçekleştirilen işlemlerde mikroorganizmaların yayılmasıyla meydana gelmektedir (Marriott vd., 2018).

3.3.2.3. Kanatlı ürünleri: Kümes hayvanları işleme sırasında *Salmonella* ve *Campylobacter* gibi bakterilerin neden olduğu kontaminasyona karşı hassastır. Kümes hayvanlarının işlenmesi, tüylerinin yolunması, iç organ çıkarma ve soğutma mikroorganizmaların karkaslar arasında dağılımı için bir fırsat sağlamaktadır. Kontamine eller, eldivenler ve işleme tesisinde çalışan kişiler bulaşıya katkıda bulunmaktadır (Marriott vd., 2018).

3.3.2.4. Deniz ürünleri: Deniz ürünleri mikrobiyal büyüme için mükemmel substratlardır ve hasat, nakliye, dağıtım ve pazarlama sırasında kontaminasyona karşı çok

hassastır. Bu gıdalar mükemmel düzeyde protein, aminoasit ve B vitaminleri açısından elzem olup bakteri beslenmesi açısından önem taşımaktadır. Deniz ürünleri üretimden tüketime kadar kapsamlı bir şekilde işlenmekte ve bazen uygun soğutma olmadan depolandığından kontaminasyon ile bozulmaya neden olan ve patojen mikroorganizmalar tarafından halk sağlığını tehdit etmektedir (Kamboj vd., 2020).

3.3.2.5. Meyve ve sebzeler: Meyve ve sebzelerdeki ana mikroorganizma kaynakları toprak, su, hava, diğer çevresel kaynaklar olup bitki patojenlerini barındırmaktadır. Taze meyve ve sebzeler karbonhidratlar açısından zengin, proteinler açısından düşük olup domates hariç yüksek pH'ya sahiptirler. Zarar görmüş ya da kesilmiş sebzelerde mikroorganizmalar daha hızlı bir şekilde gelişebilmektedir. Depolama sırasında hava, yüksek nem ve yüksek sıcaklık sebebiyle bozulma olasılıkları daha da artmaktadır. *Penicillium*, *Phytophthora*, *Alternaria*, *Botrytis* ve *Aspergillus* cinsi küfler ile *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Bacillus* ve *Clostridium* cinsi bakteriler sebzelerde bozulmalara neden olmaktadır. Mikrobiyal meyve ve sebze bozuklukları arasında genellikle siyah çürüklük, gri çürüklük, pembe çürüklük, yumuşak çürüklük ve gövde ucu çürüklüğü gibi çürüklükler yer almaktadır (Mostafidi vd., 2020).

3.3.2.6. İçerik: Gıdaların içeriğindeki bileşenler (özellikle baharatlar) zararlı olabilecek mikroorganizmalar ve toksinler gıdaların bozulmalarında potansiyel araç olarak görülmektedir. Bu maddelerin türleri ve miktarları, kökenlerine, hasat yöntemine, gıda içeriğinin türüne ve işleme tekniğine göre değişmektedir. Buralardan bulaşabilecek mikroorganizmalar gıdaların tüm özelliğini etkileyecek ve ürünün sağlıklı olmasının önüne geçecektir. Bu açıdan değerlendirildiğinde üretilen gıdanın içeriği kaliteyi direkt olarak etkileyeceği bildirilmektedir (Sevindik ve Uysal, 2021).

3.3.2.7. Çalışanlar: Mikroorganizmaları gıdalara maruz bırakmanın tüm uygulanabilir araçları arasında çalışanlar en büyük kontaminasyon kaynağı olarak bilinmektedir. Hijyen kurallarına uymayan çalışanlar temas ettikleri gıdaları bozucu ve patojen mikroorganizmalarla kirletmektedirler. Eller, saçlar, burun ve ağız işleme, hazırlama, paketleme ve servis sırasında dokunma, nefes alma, öksürme ve hapşırma yoluyla gıdalara geçebilen mikroorganizmaları barındırmaktadır. İnsan vücut ısısı sıcak olduğu için özellikle kişisel hijyen ve hijyen uygulamalarının iyi olmadığı durumlarda mikroorganizmalar hızla çoğalmaktadır. Enfeksiyon zinciri kırıldıktan sonra bakterilerin bir yerden diğerine yayılması önlenmektedir. Genel olarak insanlar tarafından gıdaların yanlış kullanılması ek salgınları önlemek açısından

düzeltilen önlemler alınmadan önce kişi hasta olana ya da ölene kadar enfeksiyon zincirini sürdürmektedir (Amit vd., 2017). Gıda ile çalışan herkes uygun kişisel hijyeni sağlayabilir ve hijyen uygulamalarını düzenli ve rutin olarak gerçekleştirebilirse gıda kontaminasyonunu en aza indirerek gıda kontaminasyonunu önlemede etkin ve hayati bir rol oynayabilir (Marriott vd., 2018).

3.3.2.8. Hava ve su: Su, özellikle meyve ve sebzelerin üretiminde ve hazırlanmasında kullanılmaktadır. Çeşitli işlenmiş gıdaların formülasyonuna eklenen bir bileşendir ve hijyen ve sanitasyon işleminin önemli bir bileşeni olarak bilinmektedir. Aynı zamanda bir kontaminasyon kaynağı olarak da görülmektedir. Aşırı kirlenme varsa başka bir su kaynağı temin edilmeli veya mevcut kaynağın güvenliğini sağlamak için diğer yöntemlerden sonra kimyasallarla arıtılmalıdır. Kontaminasyon; gıda işleme, paketlenme, depolama ve hazırlama alanlarındaki havadaki mikroorganizmalardan kaynaklanabilir. Bu kontaminasyon gıda tesisini çevreleyen kirli havadan veya uygun olmayan sıhhi uygulamalar, gıda işleme ve hazırlama alanlarına giren havanın filtrelenmesi ve uygun paketlenme teknikleri de gıda ürünlerini havadan korumalıdır (Amit vd., 2017).

3.3.2.9. Kanalizasyon: Ham, arıtılmış kanalizasyon çevredeki diğer materyallerin yanı sıra insanlardan ve hayvanlarda elimine edilmiş patojenleri içermektedir. Ham kanalizasyonda bulunan mikroorganizmalar tifo ve paratifo ile ateş, dizanteri ve bulaşıcı hepatitlere neden olmaktadır. Kanalizasyon, gıda işletmelerinde hatalı tesisat nedeniyle gıdaları ve ekipmanları kirletmektedir. Ham kanalizasyon içme suyuna akarsa su hatları, kuyular, sulama havuzları, nehirler, göller ve okyanus kıyıları, içme suları ve deniz ürünleri gibi canlı organizmalar kirlenmektedir. Bu kontaminasyonu önlemek için büyük hayvansal üretim operasyonları, tuvaletler ve septik tanklar kuyulardan, akarsulardan ve diğer su kütlelerinden yeterince ayrılmalıdır. Meyve ve sebzelerin yetiştirildiği tarlalara ham kanalizasyon karışmış sular kullanılmamalıdır (Marriott vd., 2018).

3.3.2.10. Böcekler ve kemirgenler: Sinekler ve hamam böcekleri evlerle, yemekhanelerle, gıda işleme tesisleriyle ve gıda depolarıyla olduğu kadar tuvaletler, çöp torbaları ve diğer pisliklerle de ilişkilidir. Bu zararlılar atık ürünleri aracılığıyla kirlenmiş alanlardan yiyeceklere kirlilik etmenleri aktarmaktadırlar. Bu zararlılardan bulaşmayı durdurmak için gıda işleme, hazırlama ve servis alanları girişlerine karşı korumalı girişler yapılmalıdır. Ayrıca depolanan diğer ürün zararlıları da gıdaları kontamine ederek gıdalarda

bozulmaya neden olmaktadır. Sıçanlar ve fareler mikroorganizmaları ayakları, kürkleri ve bağırsakları yoluyla taşımaktadırlar. Sinekler ve hamam böcekleri gibi çöplüklerden, kanalizasyonlardan ve yaşadıkları çevrelerden gıdaları kolaylıkla kontamine etmektedirler (Mohammed vd., 2016).

3.3.3. Gıdalarda Bozulmaya Neden Olan Mikroorganizmalar: Gıdalarda istenilmeyen ve rahatsız edici duyuşsal değişikliklere neden olan kimyasal reaksiyonlara gıdaları karbon ve enerji kaynağı olarak kullanan çeşitli mikroorganizmalar aracılık ederler. Bu organizmalar bakteriler, mayalar, küfler, virüsler ve protozoalar olarak görölmektedir (Amit vd., 2017). Bazı mikroorganizmalar birçok bozulmuş gıda ürününde yaygın olarak bulunurken diğerleri tükettikleri gıdalarda daha seçicidir. Birden fazla tür genellikle tek bir bozulmuş gıda maddesinde tanımlanmakta ancak koku ve tatlara neden olan bileşiklerin üretiminden birincil olarak bozulmadan sorumlu olan mikroorganizmalar olabilmektedir. Bozulan bir gıdanın içeriğinde genellikle farklı besinler kullanılabilir hale geldikçe veya tükendikçe artan ve azalan bir dizi farklı popölasyonlar bulunmaktadır (Sahu vd., 2017). Bozulmaya neden olan mikroorganizmalar genellikle toprağın, suyun veya hayvanların bağırsak yollarının ortak mikroorganizmalarıdır. Bu mikroorganizmalar hava ve su yoluyla küçük hayvanların ve böceklerin faaliyetleriyle çevreye dağılabilmektedir. Bu sebeple bozulma reaksiyonlarını teşvik edebilmektedir (Sevindik ve Uysal, 2021).

3.3.3.1. Mayalar: Mayalar, küf ve mantarları da içeren mantar adı verilen geniş bir organizma grubunun bir alt kümesi olarak tanımlanmaktadır. Bunlar genellikle özelleşmiş, sıvı ortamlardaki yaşama adapte olmuş tek hücreli organizmalar olup özellikle bitkisel kaynaklı küf mantarlarının üretmiş oldukları mikotoksinleri üretememektedir (Sahu vd., 2017). Mayalar oksijenli ve oksijensiz olarak yaşayabilmelerinin yanı sıra ekmek ve alkollü içecekleri kolonize ederek farklı fermente gıdaların bozulmasına neden olmaktadır. Düşük pH'lı meyve ve sebze suları başta olmak üzere süt ve süt ürünleri ile et ve et ürünlerinin yüzeyinde bozulmaya neden olmaktadır (Amit vd., 2017). Gıdalarda bozulmaya neden olan 4 ana bozucu maya grubu bulunmaktadır. *Zygosaccharomyces* ve türleri yüksek şeker ve tuz konsantrasyonlarını tolere edebilme potansiyeli ile bal, kuru meyve, reçel ve soya sosunda bozulmaya neden olmaktadır. Genellikle yavaş gelişerek gıdaların şişmelerine ve patlamalarına sebebiyet vererek kötü koku ve CO₂ oluşumuna neden olmaktadır. *Debaryomyces hansenii* kurutulmuş etler, peynirler ve zeytinler için kullanılan tuzlu sulardan sık sık izole edilerek yüksek tuz konsantrasyonuna dayanabilmektedir. Ayrıca salata soslarının en önemli bozulma kaynaklarıdır (Kar, 2014).

Saccharomyces spp. ekmek ve şarap üretimindeki rolleriyle bilinmelerine rağmen bazı suşları hidrojen sülfür ve asetik asit üreterek gazlılık, bulanıklık ve kötü tatlar üreterek bozulmaya neden olmaktadır. *Candida* ve türleri ise insanlarda enfeksiyonlara neden olan heterojen bir tür olarak yer almaktadır. Ayrıca bazı sebzelerde ve süt ürünlerinde bozulmaya neden oldukları bildirilmektedir (Marriott vd., 2018).

3.3.3.2. Küfler: Küfler, mantar gibi büyük meyve gövdeleri oluşturmayan iplikli mantarlardır. Küfler, doğadaki ölü bitki ve hayvan kalıntılarının geri dönüşümü için çok önemlidir ancak aynı zamanda insanlar için yararlı olan çok çeşitli gıdalara ve diğer materyallere de bulaşabilmektedir. Katı substratlar üzerinde ve bunların içerisinde büyümeye iyi uyum sağladıkları bilinmektedir. Genellikle havada taşınan sporlar üretirler ve metabolik süreçleri için oksijene ihtiyaç duyarlar. Çoğu küf pH 3-8 aralığında yaşayabilmekte ve bazıları çok düşük su aktivitesi bulunan kuru gıdalarda bile gelişebilmektedir. Bazı tür küf sporları 90 °C'de 1-12 dakikalık D değerine bile dayanabilmektedir (Amit vd., 2017). Farklı küf türleri buzdolabı sıcaklığında gelişebilmektedir. Bazı küfler toksik ve kanserojen etkiye sahip olan ikincil metabolit mikotoksini üreterek metabolik problemlere neden olabilmektedir. Toksik olmayan gıdalarda bozulmaya neden olan küfler de 4 gruba ayrılmaktadır. *Zygomycetes* nispeten ilkel mantarlar olarak kabul edilmekte ancak doğada yaygın olarak yer alıp toprak ve bitki artıklarındaki basit karbon kaynakları üzerinde hızla gelişip büyümektedir. Yaşamlarını sürdürebilmeleri için yüksek su aktivitelerine ihtiyaç duymaktadır. Özellikle meyve ve sebzelerde bozulmaya neden olmaktadır. En yaygın bozulma türleri *Mucor* ve *Rhizopus*'tur. Mikotoksin üretmedikleri bilinmektedir ancak birkaç tür tarafından farklı toksik bileşikler ürettikleri rapor edilmektedir (Oliveria vd., 2015). *Penicillium* ve türleri hem tropikal hem de soğuk iklim koşullarından gelen topraklarda ve bitki artıklarında bulunmaktadır. Antibiyotik ve peynir üretiminde yararlı oldukları bilinmesine rağmen birçok türü bozulma etmeni olup bazıları güçlü mikotoksinleri üretmektedirler. *Penicillium* spp. narenciye, armut ve elma meyvelerinde gözle görülür çürüklüklere neden olarak çok büyük kayıpları oluşturmaktadır. Bazı türleri reçel ve margarin gibi soğutulmuş ve işlenmiş gıdalara da bulaşabilmektedir. Yine gıdalarda bozulmaya neden olan bir başka cins olan *Byssoschlamys* sporlarının yüksek ısı direnci nedeniyle pastörize meyve sularının bozulmasına neden olan en önemli küf olduğu bildirilmiştir (Edris vd., 2020). Yine *Aspergillus* ve türleri genellikle hızla gelişerek *Penicillium* spp.'ye göre yüksek sıcaklıklara ve düşük su aktivitesine karşı dirençli küfler olarak rapor edilmiştir. *Fusarium* ve türleri bitki hastalıklarına neden olarak mikotoksin üretmektedirler fakat önemli

bozucu küflerinden değillerdir. Ancak *Aspergillus* ve *Fusarium* mikotoksin üreticileri olarak insan sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir (Amit vd., 2017).

3.3.3.3. Bakteriler: Spor oluşturan bakteriler genellikle ısıl işlem görmüş gıdaların bozulmasıyla ilişkilidir çünkü bakteri sporları yüksek işleme sıcaklıklarında bile hayatta kalabilmektedirler. Bu Gram pozitif bakteriler, mutlak anaeroblar veya fakültatif olabilir. Bazı sporlu bakteriler termofiliktir ve yüksek sıcaklıklarda gelişmeyi tercih etmektedirler. Bazı anaerobik termofillerde özellikle hermetik olarak kapatılmış gıdalarda H₂S ve CO₂ üreterek bozulmayı teşvik ettikleri rapor edilmektedir (Amit vd., 2017). *Bacillus* ve *Geobacillus* gibi diğer termofiller gaz üretimi çok az olan veya hiç olmayan yüksek veya düşük pH'lı konserve gıdaların bozulmasına neden olabilmektedir (Chopra, 2005). Oda sıcaklığında büyüyen mezofilik anaeroblar (*Bacillus* spp.) sebzelerde bozulmaya neden olmakta, konserve ürünlerin bozulması, peynirlerde erken şişme, konserve meyve ve sebzelerde bütirik asit üretimi (*Clostridium* spp.) ve düşük asitli gıdalarda tıbbi tatlar (*Alicyclobacillus*) oluşturarak bozulmaya neden olmaktadır (Sahu ve Bala, 2017). Psikrotolerant spor oluşturan bakteriler soğutulmuş etlerde ve salamura ile kurutulmuş jambonlarda (*Clostridium* spp.) gaz ve hastalıklı kokular ile gaz üretmektedir. Ayrıca vakumla paketlenmiş, soğutulmuş gıdalarda ve sütte (*Bacillus* spp.) kötü kokular ve gaz üretmektedirler (Edris vd., 2020). LAB'lerinin bazıları yoğurt ve turşu gibi fermente gıdaların üretiminde yararlı olan *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Oenococcus* türleri dahil olmak üzere bir grup Gram pozitif bakterilerdir. Bununla birlikte düşük oksijen ve sıcaklık ile asidik koşullarda yaşayabilen bu bakteriler farklı gıda ürünlerinde baskın gıda bozukluklarının katalizlemektedir. LAB'lerinin neden olduğu istenmeyen değişiklikler arasında etin yeşillenmesi, peynirlerde tat ve koku değişimleri, turşularda şişme, konserve veya paketlenmiş et ve sebzelerde gaz oluşumu yer almaktadır. Bakteriler tarafından gerçekleştirilen bu gıda bozuklukları şarap, et, süt veya meyve sularında kötü kokulara sebep olmaktadır (Best vd., 2015). LAB'leri ayrıca bazı içeceklerde ekzopolisakkaritler üreterek bozulmayı hızlandırmaktadır. *Pseudomonas* türleri aerobik ve Gram negatif bakteriler olup genellikle büyüme ve gelişme için yüksek su aktivitesine sahip olup 5.4'ten düşük pH değerlerine sahip ortamlarda dayanıklı olmadıkları tespit edilmiştir. Bazı türleri düşük sıcaklıklarda büyürken diğerleri daha sıcak ve ılıman bölgelerde yaşayabilmektedir (Louis vd., 2016). *Pseudomonas* türleri ile *Shewanella* ve *Xanthomonas* türleri de gıdalarda bozulmaya neden olmaktadır (Ripolles-Avila vd., 2019).

Enterobacteriaceae türleri Gram negatif fakültatif anaerobik bakteriler olup insan patojeni olarak (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Shigella*, *Yersinia*) hem gıda bozulmalarına hem de hastalıklara neden olmaktadır. Bu bakteriler doğada toprakta, bitki yüzeylerinde ve hayvanların sindirim sistemlerinde bulunmaktadır (Amit vd., 2017). Yine *Erwinia*, *Proteus*, *Serratia*, *Klebsiella* ve *Enterobacter* birada, domuz pastırması ve işlenmiş etlerde, peynirlerde, lahana salatasında ve yumurtalarda kötü koku oluşturarak bozulmaya neden olmaktadır (Edris vd., 2020). Söz konusu bakteriler dışında diğer bakteriler et, balık ve süt ürünleri gibi soğutulmuş, yüksek protein içeriğine sahip gıdaların bozulmasından sorumludur. Baskın bozulma mikroorganizmaları olmayabilirler fakat gıda bileşenlerinin parçalanmasına katkıda bulunarak kötü kokular üreterek bozulmaya neden olmaktadır. Bozulmaya neden olan birçok bakteri türü aerobiktir ancak bazıları düşük oksijen seviyelerinde büyüyerek vakumlu paketlemede bile hayatta kalabilmektedir. Yine *Psychrobacter*, *Brochothrix*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Photobacterium*, Koliformlar ve birçok bakteri türleri süt ve süt ürünlerinden tereyağı, margarin, peynir, krema ve süt içerikli gıdalar ile balık ve et ürünleri ile birçok ekşi, küflü ve terli olarak tanımlanan kötü kokular üreterek gıdalarda bozulmaya neden oldukları bilinmektedir (Sevindik ve Uysal, 2021).

4. MİKROBİYAL KONTROL

4.1. Prebiyotikler

2008 yılında Uluslararası Probiyotikler ve Prebiyotikler Derneği'nin (ISAPP) 6. toplantısında diyet prebiyotiklerini gastrointestinal mikrobiyotanın bileşiminde ve/veya aktivitesinde belirgin değişikliklere neden olan ve böylece konak sağlığına fayda sağlayan seçici olarak fermente edilmiş bileşikler olarak tanımlamışlardır (Gibson vd., 2010). Bir bileşiğin prebiyotik olarak sınıflandırılabilmesi için;

- Midenin asitlik pH'sına dirençli olmalı, memeli enzimleri tarafından hidrolize edilememeli ve gastrointestinal kanalda emilmemelidir.
- Bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente dileyebilmelidir.
- Bağırsak bakterilerinin büyümesi ve/veya aktivitesi bu bileşikler tarafından seçici olarak uyarılabilmeli ve bu süreç konağın sağlığını iyileştirebilmelidir.

Fruktanlar, galakto-oligosakkaritler, nişasta ve glukoz türevli oligosakkaritler, karbonhidrat olmayan oligosakkaritler gibi birçok prebiyotik bulunmaktadır. Bunların çoğu karbonhidrat türevi olup bazı güvenlik endişelerinin bulunduğu rapor edilmektedir. Bazı prebiyotiklerin immün sistem yetersizliği olan insanlarda potansiyel komplikasyonlar da oluşturabileceği ayrıca klinik çalışmalarca bildirilmiştir (Ripolles-Avila vd., 2019).

4.2. Probiyotikler

Probiyotikler yeterli miktarlarda alındıklarında sağlığa yarar sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (FAO, 2003). Uygulanan dağıtım şekli ne olursa olsun eylem bölgelerine girdikten sonra sağlığı geliştirici etkilerin sağlanması için probiyotik suşların üst bağırsak yolu boyunca sayısını dahil değiştirmeden kalması gerekliliği belirtilmiştir. Gıda bazlı probiyotik ürünler çok sayıda mikroorganizma formülasyonlarını oluşturarak farklı kategorilere ayrılmaktadır. Süt ve süt ürünleri ile et ve et ürünleri üzerine yapılan araştırmalarla birlikte tahıl ürünleri, lifli atıştırmalıklar, çikolatalar ve meyve suları bu grup gıdalara örnek olarak verilebilmektedir (Edris vd., 2020).

Tüm probiyotik mikroorganizmalar aynı değildir. *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Micrococci*, *Lactococcus*, *Bacillus*, *Enterococcus* gibi bakteriler ile *Saccharomyces* gıdalarda bozulmalara ve zehirlenmelere neden olan *Salmonella*, *Clostridium*, *Listeria* ve *Campylobacter* gibi patojen mikroorganizmalara karşı etki göstermektedir. Bu patojenlerin neden olduğu irritabl bağırsak sendromu, ülseratif kolit, Crohn hastalığı, *Helicobacter pylori* enfeksiyonları ve üreme sisteminde meydana gelen rahatsızlıkların tedavilerinde probiyotiklerden yararlanılmaktadır (Scallan vd., 2011; Edris vd., 2020).

Tüketici sağlığını korumak adına sağlıklı tüketim bilincini artırarak kimyasal madde içermeyen doğal minimum işlenmiş gıdaların tüketimine yönelik eğilim artmaktadır. Bu nedenle gıda üreticileri müşterileri ikna edebilmek ve yasal yükümlülükleri yerine getirebilmek amacıyla gıda işlemede doğal katkı maddelerinin kullanımını öncelik olarak almaktadır. Modern gıda işleme teknolojisinin başarısı tüketime kadar olan aşamalar boyunca gıda kalitesini değiştirmeden koruma teknolojisine uygulanmasına bağlıdır. Gıdalardaki özellikle bakteriyel patojenleri etkisiz hale getirmek için kullanılan mevcut teknolojiler yeterli olmadığından gıda güvenliğini geliştirmek için yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca probiyotik mikroorganizmalar gıda güvenliğinin korunmasında etkin ve doğal bir biyolojik güç olarak rol oynamaktadır (Edris vd., 2020).

Biyokontrol, diğer organizmaları kontrol etmek veya inhibe etmek için bir veya daha fazla mikroorganizmanın kullanılmasıdır. Kontrol, dolaylı etkileşim veya ajanlar (bakteriyosin üretimi gibi) ile etkilenen canlı bir organizma gerektirebilir. Biyokontrol, LAB'leri, probiyotikler, bakteriyosinler, endolisinler, bakteriyofajlar ve koruyucu kültürlerin aktiviteleri ile ilgilidir. Biyokontrol temelli korumalardan bazıları mikrobiyal etkileşim, laktik asit antagonizmi, bakteriyosin üretimi, endoliz bilgisi ve bakteriyofajlardır. Bir biyokontrol ürününün başarısı için en kritik kriter ticari koşullar altında etkin bir şekilde performans gösterip göstermediği ve hedef hastalıkların kabul edilebilir ve tutarlı bir kontrolünü sağlayıp sağlayamamasıdır. Anlamlı testler yapmak için formüle edilmiş bir biyokontrol ajanının büyük ölçekli üretimi gereklidir. Bunlar, yürütülmesi maliyetli denemelerdir ve çoğunlukla biyokontrol ürününü ticarileştirmek isteyen özel bir şirket veya üretim tesisi ile yapılmaktadır (Edris vd., 2020).

4.3. Kurutma

Kurutma veya dehidrasyon katı veya sıvı bir gıdadan suyun buharlaştırılması yoluyla uzaklaştırılması işlemidir. Kurutmanın amacı yeterince düşük su içeriğine sahip konsantre bir ürün elde etmektir. Gıda muhafazasının en eski yöntemlerinden biri olup mikrobiyal bozulmanın önlenmesini ve gıdaların raf ömrünün artırılmasını sağlamaktır. Su, mikroorganizmaların ve enzimlerin gıda bozulma mekanizmalarını harekete geçirmesi için ön koşul olarak yer almaktadır. Bu yöntemde nem içeriği bu mikroorganizmaların aktivitelerinin engellendiği noktaya kadar düşürülmektedir. Çoğu mikroorganizma 0.95'i üzerindeki su aktivitesi değerinde yaşamlarını sürdürebilmektedir. 0.9'un altındaki su aktivitesi değerlerinde genellikle bakteriler inaktiftir. Mikroorganizmaların çoğu 0.88'in altındaki su aktivitesinde gelişemez (Amit vd., 2017). Gıdalara uygulanan kurutma işlemi sayısız avantajlara sahiptir. Kurutma işlemi gıdaların ağırlığını ve hacmini azaltır, gıdaların depolanmasını, paketlenmesini ve taşınmasını kolaylaştırarak farklı lezzet ve koku bileşenlerini salgılayarak gıdaya ekstra bir özellik kazandırmaktadır. Kurutma işleminin gıdalara sağladığı tüm bu yararlı etkiler ile gıda muhafazasının en ucuz yöntemi olarak da yer almaktadır. Her muhafaza yönteminde olduğu gibi burada da bazı kısıtlamalar ve engeller yer almaktadır. Bazı durumlarda lezzet ve kalite kaybı, aroma kaybı, C vitamini, protein ve lipid bileşenlerinde kayıplar meydana geldiği rapor edilmiştir. Mikrobiyal bozuklukların engellenmesi ve gıdaların raf ömrünün artırılmasında kurutma teknolojisi önemli bir fiziksel muhafaza tekniği olarak yer almaktadır (Edris vd., 2020).

4.4. Pastörizasyon

Pastörizasyon, bozulmaya neden olan mikroorganizmaları ve enzimleri yok etmek için gıdaların belirli bir sıcaklığa kadar ısıtıldığı fiziksel bir muhafaza tekniğidir. Neredeyse tüm patojenik bakteriler, mayalar ve küfler bu sıcaklıklardaki işlemle yok edilebilmektedir. Yapılan bu işlem ile gıdaların raf ömrü artırılsa da yüksek sıcaklık nedeniyle bazı vitamin, mineral ve yararlı mikroorganizmaların kaybı görülebilmektedir. Oluşabilecek bu kayıplar beslenme açısından önemsiz sayılabileceğinden göz ardı edilebilmektedir (Amit vd., 2017).

4.5. Termal Sterilizasyon

Termal sterilizasyon, tüm canlı mikroorganizmaları (maya, küf, vejetatif ve sporlu bakteriler) tamamen yok eden ve daha uzun bir raf ömrü sağlayan ısıl işlem olarak bilinmektedir. İmbik ve aseptik işleme olarak iki farklı termal sterilizasyon pastörizasyondan

farklı işlemler olarak yer almaktadır. İmbik işleminde gıdanın bir kap içerisinde paketlenerek ardından sterilize edilmesidir. pH 4.5'in üzerinde olan gıdalar 100 °C'nin üzerinde ısı işlem uygulamayı gerektirdiğinden bu işlem kapalı bir ortamda gerçekleştirilmelidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde imbik sistemi gıda endüstrisinde kullanılan en yaygın sistemlerden biri olarak görülmektedir (Rahman, 2007). Aseptik paketleme ise ticari olarak sterilize edilmiş gıdaların daha sonra aseptik bir ortamda kapatılarak sterilize edilen bir pakete yerleştirilmesini içermektedir. Geleneksel aseptik paketlemede kâğıt ve plastik malzemeler kullanılırken sterilizasyon ısı işlemle, kimyasal işlemle ya da her ikisi ile yapılabilmektedir. Meyve suları, süt ürünleri, salça ve meyve dilimlerinde aseptik paketleme uygulanırken gıda maddelerinin raf ömürleri büyük ölçüde artırılabilir (Amit vd., 2017).

4.6. Dondurma

Dondurma, donma sıcaklığının altındaki sudan buz oluşturarak fizikokimyasal ve biyokimyasal reaksiyonların yavaşlatılması ile gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar ile patojenlerin gelişmesini engellemektir (Rahman ve Velez-Ruiz, 2007). Donma işlemi ile gıdalardaki su miktarı azalarak mikroorganizmaların gelişebileceği su aktivitesi değeri azaltılmaktadır. Bir gıda maddesinin dondurulması sırasında ısı transferi, eş zamanlı faz geçişi ve termal özelliklerin değişmesi gibi karmaşık bir durumu içermektedir (George, 2008). Uluslararası Soğutma ve Dondurma Enstitüsü gıda ürünleri ve dondurma ekipmanları ile ilgili olarak donma süresinin çeşitli faktörleri içerdiğini belirlemiştir. Donma süresi, bir ürünün başlangıç sıcaklığını termal merkezinde belirli bir süre olarak tanımlamaktadır. Genel olarak gıda dokularının yavaş dondurulması hücre dışı boşluklarda daha büyük buz kristallerinin oluşumu ile sonuçlanırken hızlı dondurma doku boyunca dağılmış küçük buz kristalleri üretmektedir (Amit vd., 2017).

Donma süresine etki eden faktörler arasında ürünün boyutları ve şekilleri, ilk ve son sıcaklık, soğutucu ortamın sıcaklığı, ürünün yüzey ısı transfer katsayısı, ürünün entalpi ve ısı iletkenliğindeki değişimler yer almaktadır. Ayrıca bireysel hızlı dondurma (IQF) tekniği ile genellikle yeşil bezelye, kesilmiş fasulye, karnabahar parçaları, karides, et parçaları ve balık gibi katı gıdaların hızlı dondurulması sağlanmaktadır. Hızlı dondurma ile oluşan buz kristalleri daha küçük olduğundan gıdaların dokusuna daha az zarar vermektedir. Gıdaların dondurularak mikrobiyal bozulmaların geciktirilmesi ve engellenmesi için plakalı dondurma, hava

püskürtmeli dondurma ve kriyojenik dondurma gibi farklı hızlı dondurma teknikleri uygulanmaktadır (Amit vd., 2017).

4.7. Soğutma

Soğutma işleminde gıdaların sıcaklığı 0 ile 8 °C arasında tutulmaktadır. Soğutma ile ürünlerin başlangıç sıcaklığını düşürerek ürünlerin son sıcaklığı uzun süre korunmaktadır (Hui, 2006). Biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişim oranını azaltmak ve ayrıca taze ve işlenmiş gıdaların raf ömrünü artırmak için soğutma işlemi kullanılmaktadır. Uygulamada soğutma ve dondurma işlemi 15 °C'nin altında yapılmaktadır. Modern gıda endüstrisinde taze gıda maddelerinin raf ömrünü uzatmak için kısmi dondurma uygulanmaktadır. Bu işlem gıdalarda süper soğutma olarak bilinen buz oluşumunu azaltmaktadır. Soğutma hızı genel olarak ısı iletkenliğine, gıdaların ilk sıcaklığına, yoğunluğuna, nem içeriğine, gıda saklama kabı üzerinde bir bariyerin olup olmasına, gıda paketlenme ekipmanı olarak plastiklerin varlığına ve boyutuna bağlı olduğu bilinmektedir (Arora, 2007). Soğutmalı depolama kısa vadede etkili koruma yetkinliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Soğutma, mikroorganizmaların üremesini ve gelişmesini geciktirmekte ve bozulmamış bitki dokularının hasat sonrası metabolik aktivitelerini önlediği görülmektedir. Aynı zamanda enzim katalizli oksidatif esmerleşmeyi, lipidlerin oksidasyonunu ve renk bozukluklarını içeren kimyasal değişiklikler dahil birçok kimyasal bozuklukların engellenmesini de gerçekleştirmektedir. Soğutma uygulaması ile gıdaların raf ömrü artacak ve böylelikle uzun süre muhafaza edilebilecektir. Olumlu özelliklerin yanında soğutma ile gıdalarda bir miktar lezzet ve aroma kaybı, renk kaybı ve besleyici değerlerde kayıplar meydana gelmektedir. Bu kayıpların engellenmesi açısından gerekli teknolojik değişiklikler yapılmaktadır (Amit vd., 2017).

4.8. Işınlama

Işınlama, maddenin belirli bir dozda iyonlaştırıcı radyasyona (IR) maruz kaldığı fiziksel bir süreçtir. IR doğal veya yapay olabilmektedir. Doğal IR genellikle X ışınlarını, gama ışınlarını ve yüksek enerjili ultraviyole (UV) radyasyonunu içermektedir. Yapay olarak üretilen IR, hızlandırılmış elektronlar ve indüklenmiş ikincil radyasyon olarak rapor edilmiştir. IR, 40 farklı ülkede 60'tan fazla gıda ürününde kullanılmaktadır. IR'nin etkileri arasında tahılların, meyvelerin ve sebzelerin dezenfeksiyonu, filizlenmeyi engelleyerek veya olgunlaşma ve yaşlanma oranlarını değiştirerek meyve ve sebzelerin raf ömrünün uzatılması ile gıda kaynaklı

patojenlerin inaktive edilmesiyle gıdaların güvenliğinin artırılması hedeflenmektedir (Sommers, 2010). Uluslararası gıda örgütleri ile literatüre geçen ışınlama dozu kilogray (kGy) cinsinden ölçülmektedir ve 1 Gy 1 kg ışınlanmış malzeme tarafından absorbe edilen iyonlaştırıcı enerji dozuna eşdeğerdir. Düzenleyici otorite ile minimum, maksimum veya onaylanmış dozlar belirlenmiştir (Moniruzzaman vd., 2016). Işınlamanın etkileri incelendiğinde lipidler, karbonhidratlar, proteinler, mineraller ve çoğu vitaminler yüksek dozda IR'den etkilenmemektedir. Yüksek dozda IR bazı mikro besinlerin özellikle de A, B1, C ve E vitaminlerinin kaybına neden olabilmektedir. Ayrıca FDA'ya göre IR, gıdanın besleyici değeri üzerindeki etkilerin geleneksel gıda işleme tekniklerine benzerlik gösterdiği bildirilmektedir (Amit vd., 2017).

4.9. Yüksek Basıncılı Gıda Muhafazası

Yüksek hidrostatik basınç veya ultra yüksek basınçlı işleme teknolojisi (HPP) gıdalarda mikroorganizmaları öldürmek için 900 mPa'a kadar basıncın çıkmasını ifade etmektedir. Bu süreçte gıdaların bozulması engellenir, kimyasal ve enzimatik bozulma süreçlerinin başlaması gecikir ve gıdaların fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri korunur (Edris vd., 2020). HPP, işlem sırasında vitaminleri, aroma ve lezzet bileşenleri ile renk moleküllerini bozmadan gıdalarda mikroorganizmaların gelişmesini engelleyen bir teknolojidir. Çevre dostu olarak kullanılan HPP düşük enerji tüketimi ile minimum atık oluşturmaktadır. Yüksek basınç muamelesi ile gıdaların yapılarında değişiklik olmadan işlem yapılırken aynı zamanda mikroorganizmaların büyümesi engellenerek gıdaların muhafazası sağlanmaktadır. Aynı zamanda HPP ile vejetatif hücreler yaklaşık 3000 bar basınç ile 60-70 °C arasında sıcaklık ile inaktive edilebilmektedir (Amit vd., 2017).

4.10. Darbeli Elektrik Alan (PEF)

Darbeli elektrik alan gıdanın iki elektrot arasına yerleştirildiği ve darbeli yüksek voltajlı alana (20-40 kV/cm) maruz bırakıldığı bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Jay, 2000). Düşük işlem sıcaklığı ve bu işlemin kısa kalma süresi mikroorganizmaların oldukça etkili bir şekilde inaktive edilmesini sağlamaktadır. (Mohammed vd., 2016). PEF işlemi Gram negatif bakterileri yok etmede Gram pozitif bakterilere göre çok daha etkilidir. Vejetatif hücreler bu sürece sporelerden çok daha duyarlı olmaktadır. Tüm hücre ölümleri hücre zarı fonksiyonunun bozulması ve elektroporasyon nedeniyle meydana gelmektedir. PEF teknolojisi gıdaların tadını,

rengini ve tekstürünü koruyarak bozulmaya neden olan mikroorganizmalara etki eden bir teknoloji olarak yer almaktadır. PEF teknolojisi toksik değildir. Bu işlem enzimler ve sporlar üzerine etkisi az olarak bilinen bir işlemdir. İletken gıdalar için çok uygun olmamakla birlikte sıvı gıdaların işlenmesinde oldukça etkili bir teknik olarak görülmektedir (Ahmed ve Rahman, 2012). Sıvı gıdaların korunması yüksek hidrostatik basınç ve darbeli elektrik alan gibi ısı olmayan gıda muhafaza işlemlerinin ısı işlemlerden daha etkili olduğu bildirilmektedir. Gıdalarda bozulmaya neden olan ve patojenite gösteren mikroorganizmaların çoğunluğunun PEF'e duyarlı olduğu bildirilmiştir. PEF ile elde edilen mikrobiyal inaktivasyon esas olarak elektriksel kuvvete ve işlem sırasında üretilen darbe sayısına göre de geliştiği rapor edilmektedir (Amit vd., 2017).

4.11. Fermantasyon

Fermantasyon yönteminde mikroorganizmalar kullanılarak gıdanın muhafaza edilmesi sağlanmaktadır. Bu yöntem ile mikroorganizmaların ve/veya enzimlerin etkisiyle karbonhidratların parçalanması sağlanmakta ve gıdanın raf ömrü artırılmaktadır (Katz, 2001). Bakteriler, mayalar ve küfler yoluyla süt ürünleri, et ürünleri ve tahıl ürünleri gibi çeşitli maddeler oluşturulmaktadır. Fermantasyon ile gıdanın besin değeri, tüketilebilirliği ve sindirilebilirliği artmaktadır (Amit vd., 2017).

Fermantasyon ile gerçekleşen alkol üretimi, mayanın "heksoz" adı verilen basit şekeri karbondioksite dönüştürmesinin bir sonucu olarak nitelendirilmektedir (Dagoon, 1993). Fermantasyon işleminde asetobakterler gibi aerobik mikroorganizmaların gıdadaki etkisinden kaçınmak için ürün içerisinde hava uzaklaştırılmaktadır (Edris, 2020). Yine fermantasyonun önemli bir aşaması laktik asit bakterileri tarafından gerçekleştirilmektedir. Laktik asit fermantasyonu laktik asit bakterilerinin iki farklı yol ile şekerleri parçalaması esasına dayanmaktadır. Homofermentatif ve heterofermentatif yollar ile gerçekleşen bu reaksiyonda homofermentatif bakteriler esas olarak glikolitik yol (Embden-Meyerhof Parnas yolu) ile laktik asit üretmektedirler. Heterofermentatif laktik asit bakterileri ise 6-fosfoglukonat/fosfoketolaz yolu ile laktik asit ile etanol, asetat ve karbondioksit üretimi yapmaktadır. Homolaktik fermantasyon ile 1 mol glikozun fermantasyonu ile iki mol laktik asit heterolaktik fermantasyon ile 1 mol glikozun fermantasyonu sonucu 1 mol laktik asit, etanol ve karbondioksit üretimi yapılmaktadır (Amit vd., 2017).

4.12. Kimyasal Koruyucular

Kimyasal reaktifler kullanılarak gıda muhafazası eski ve geleneksel yöntemlerden biridir. Bu yöntemin etkinliği kimyasal reaktiflerin bozulmaya neden olmayan organizmaların konsantrasyonuna, seçiciliğine ve gıda maddelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Kimyasal koruyucular mikroorganizmaların büyümesini veya bunların varlığından kaynaklanan diğer bozucuları inhibe edebilen, geciktirebilen veya durdurabilen maddeler olarak tanımlanmaktadır (Adams ve Moses, 2008). Gıda koruyucuları belirli gıda ürünlerinin raf ömrünü uzatmaktadır. Koruyucular mikroorganizmaların neden olduğu bozulmaları geciktirmekte ve bu nedenle gıda maddesinin rengi, dokusu ve beğenisini koruyabilmektedir. Gıda koruyucuları doğal ve yapay olarak sınıflandırılmaktadır. Hayvanlar, bitkiler ve mikroorganizmalar gıdaları koruma potansiyeline sahip çeşitli kimyasalları içermektedir. Ayrıca antioksidanlar ve antimikrobiyal ajanlar kullanılarak mikroorganizmaların gelişim potansiyeline etki etmektedirler (Anand ve Sati, 2013; Amit vd., 2017).

4.13. Gıda Katkı Maddeleri

Gıda katkı maddelerinin kullanımlarının temel amaçları besin değerini iyileştirmek ve sürdürmek, kaliteyi artırmak, israfı azaltmak, müşteri memnuniyetini artırmak, gıdayı daha kolay erişilebilir hale getirmek ve gıda maddelerinin işlenmesini kolaylaştırmaktadır (De Man vd., 1999). Gıda katkı maddeleri, gıda özelliklerinde istenen değişiklikleri sağlamak için gıdanın işlenmesi, paketlenmesi ve depolanması sırasında kasıtlı olarak kullanılan doğal veya sentetik kimyasal maddeler olabilmektedir (Nogrady, 2017).

Kimyasal katkı maddeleri ve koruyucular çoğunlukla güvenli olarak kabul edilir ancak birçoğunun olumsuz ve potansiyel olarak yaşamı tehdit eden yan etkileri bulunmaktadır. Nitrat, tartrazin, allurared, ponceau ve benzoat gibi gıda boyaları ve koruyucuları ortamdaki bozucu ve patojen mikroorganizmaları elimine ederek gıdaların muhafazasını sağlayarak raf ömrünü artırırsa da bazen gıdaların lezzeti üzerine olumsuz etkilerde bulunabilmektedir. Dolayısıyla gıda katkı maddelerinin kullanımı ürün gruplarına göre farklılık göstermektedir (Amit vd., 2017).

Gıda katkı maddeleri, gıdalarda üretim, işleme, depolama, paketlenme vb. herhangi bir yönüyle reaktif olarak bulunan temel gıda maddeleri dışındaki maddeler veya maddelerin karışımlarıdır. Gıda katkı maddeleri şeker, tuz, asitler ve baharatlar ile homojen olarak yayılım

göstermektedir. Gıda katkı maddeleri mikroorganizmaları öldürür ya da mikroorganizmaların çoğalmalarına izin vermezler. Bu yoluyla mikroorganizmaların gelişimlerinin engellenmesi sağlanmakta ve gıdaların raf ömrü artırılmaktadır (Amit vd., 2017; Marriott vd., 2018; Edris vd., 2020).

4.14. Antimikrobiyal Enzimler

Enzimler, bir dizi farklı mekanizma ile antibakteriyel aktivite gösterebilir. Lizozimler ve diğer antimikrobiyal enzimler, esas olarak, hücre yüzeyi polimerlerinin veya hücre duvarı bağlantılarının katalitik bölünmesi yoluyla bakteriyolizi indükleyerek antibakteriyel aktivitelerini ortaya çıkarmaktadır. Laktoperoksidaz ve diğer peroksidaz sistemleri, doğru substratların mevcut olması koşuluyla toksik veya inaktive edici ürünleri serbest bırakan veya üreten oksidatif kataliz yoluyla antimikrobiyal olarak çalışır (Gokoglu, 2019). Lizozim, özellikle gram pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip doğal bir koruyucudur. Bu enzim et, et ürünleri, balık ve ürünleri, süt ve süt ürünleri ile meyve ve sebzeler için koruyucu olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Lizozimin et ve balık ürünleri üzerindeki koruyucu etkisi gösterilmiştir (Magazu ve Migliardo, 2010). Lizozim, sınırlı bir bakteri ve mantar spektrumuna karşı antimikrobiyal aktivite gösterir. Bu nedenle lizozimin diğer koruyucularla birlikte kullanılması etkinliğini artırır. Nisin ve lizozim, gram pozitif bakterilere karşı sinerji göstermiştir. Doğal bir antimikrobiyal ajan olarak kullanılan en önemli enzimlerden biri olan laktoperoksidaz (LPO), bakterisidal veya bakteriyostatik özellikleri nedeniyle gıda ambalajlarında özel ilgi görmüştür. LPO ile kitosan kaplama işlemleri, alabalık filetoalarının kalitesini korumuştur. Laktoperoksidaz sistemi (LPOS), yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda doğrudan kitosan filmlere dahil edilmiştir. LPOS'un önemli ölçüde daha düşük *Shewanella putrefaciens*, *Pseudomonas fluorescens* sayısına sahip olduğunu bulmuşlardır. Daha sonra peynir altı suyu proteini kaplamasına dahil edilen LPOS, depolama sırasında somon fümeye *Listeria monocytogenes* ve aerobik mikroorganizmaları inhibe etmiştir (Gokoglu, 2019).

4.15. Antioksidan Peptidler

Proteinlerin, protein hidrolizatlarının, peptitlerin ve aminoasitlerin önemli antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Proteinlerin antioksidan aktiviteleri, yapılarındaki amino asitlerden ve enzimatik hidroliz ile elde edilen biyoaktif peptitlerden kaynaklanır. Peptitlerin

antioksidan aktivitesinin metal iyonuna ve serbest radikal bağlama özelliğine bağlı olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bir diğer çalışmada balık ve tavuktan elde edilen hidrolizatların antioksidan potansiyele sahip olduğunu ve hidrolizatların kıymaya eklenmesinin önlendiğini bildirmiştir. %93 ve %80 oranlarında lipid oksidasyonu. Mekanik olarak ayrılmış tavuklardan elde edilen hidrolizatlar, yüksek oranda DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikal yakalama aktivitesi göstermiştir (Gokoglu, 2019). Balıkçılık yan ürünleri, antioksidan peptitler için iyi kaynaklardır. Balık protein hidrolizatının DPPH radikal süpürücü etkinliği, sentetik antioksidanlara benzer bulunmuştur. Ancak bazı peptidlerin donmuş balıklarda kriyoprotektif etkisi bazı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Sohaib vd., 2017).

4.16. Antimikrobiyal Peptidler (Bakteriyosinler)

Bakteriyosinler, antimikrobiyal bileşikler olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca doğal koruyucu veya biyolojik koruyucu olarak kabul edilirler. Bakteriyosinlerin bakterisidal veya bakteriyostatik etkileri vardır ve gram pozitif bakteri lekelerine karşı bir antimikrobiyal aktivite spektrumu gösterirler (Deshmukh ve Thorat, 2013).

LAB tarafından üretilen bakteriyosinler, gıdaları bozan mikroorganizmalara ve *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium botulinum* gibi gıda kaynaklı patojenlere karşı etkilidir. Hem gram negatif hem de gram pozitif bakteriler aterosin üretir. LAB bakteriyosinleri, daha düşük pH değerlerinde daha yüksek antibakteriyel aktiviteye sahiptir. Bakteriyosinlerin uygulama yollarından biri LAB'nin gıdaya aşılmasını, diğeri bakteriyosinlerin saf veya yarı saf halde gıdalara eklenmesi ve son olarak bakteriyosin üreten suş ile fermente edilmiş bir ürün kullanılmasıdır. Bakteriyosin üreten suşların fermantasyon için gerekli olan diğer kültürlerle uyumlu olması gerektiği, aksi halde bakteriyosinlerin bir gıdada tam güvenlik sağlayamayacağı ve bu nedenle diğer teknolojilerle kombine edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Uygulamalarının olduğu da belirtilmektedir. Engel teknolojisinde kullanılır ve gıda muhafazasında etkinliği artırmak için kombine işlemlerin sinerjilerini kullanır. Kimyasal koruyucuların, termal veya termal olmayan fiziksel işlemlerin [Darbeli Elektrik Alanı (PEF), Yüksek Hidrostatik Basınç (HHP), vakum veya Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP)] uygulanmasının gerektiği bildirilmektedir. Hücre zarlarının geçirgenliğini artırarak birçok bakteriyosinin aktivitesini olumlu yönde etkilemektedir. Birçok çalışma, PEF uygulamasının Gram negatif bakteri hücrelerinin nisine karşı duyarlılığını arttırdığını göstermiştir (Ananou vd., 2007).

Bakteriyosinler ayrıca biyoaktif paketlenme uygulamalarında da kullanılabilir. Son zamanlarda araştırmacılar, gıda patojenlerini kontrol etmek amacıyla bakteriyosinleri gıda ambalajlarına eklenmesi için çalışma yapılmış ve birçok başarıya da ulaşılmıştır. Antimikrobiyal ambalaj filmi, ambalaj malzemesinin yzeeye temas etmesiyle gıda yüzeyinde mikroorganizma üremesini engeller (Gokoglu, 2019). Nisin, bazı *Lactococcus lactis* suşları tarafından üretilen bir bakteriyosindir. Kullanımı dünya çapında onaylanmıştır. Bu nedenle nisin en yaygın kullanılan bakteriyosindir. Doğal bir koruyucudur. Nisin ilk olarak peynirlerde koruyucu olarak kullanılmış, ancak son yıllarda sadece peynirlerle sınırlı kalmayıp çeşitli süt ürünleri, et, kümes hayvanları ve deniz ürünleri ile şarap ve bira endüstrisinde koruyucu olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mikroorganizmalar zerindeki aktivite sınırlıdır. Nisin, hücre duvarı oluşumunu engelleyerek ve membran gözenekleri oluşturarak antibakteriyel aktivite sergileyen lineer bir lantibiyotiktir; spora karşı da aktiftir. Gram-negatif bakteri veya mantarları inhibe etmez ancak gram-pozitif bakterilerin çoğuna karşı aktiftir (Tafreshi ve Mirdamadi, 2015). Nisin, yüksek ve düşük sıcaklıkları tolere edebilme özelliğinden dolayı süt, et ve yumurta ürünleri gibi gıda ve gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nisinin antitoksinik ve antilisterial özellikleri bildirilmiştir. Nisin ve ticari bir bakteri kombinasyonunun, soğuk depolanmış somon balığındaki toplam aerobik bakteri yükünü azalttığı ve raf ömrünü arttırdığı bildirilmiştir. Bu kombinasyon ayrıca dondurulmuş çözülmüş somonda *Listeria monocytogenes*'in sayısını azaltmıştır. Nisinin antilisterial özellikleri pişmiş kıyılmış balık muamelelerinde araştırılmıştır (Gokoglu, 2019).

5. SONUÇ

Mikroorganizmalar gıdaların içerisinde gelişerek rengini, kokusunu ve dokusunu değiştiren maddeler üreterek gıdaların bozulmasını gerçekleştirmektedir. Gıdalarda mikroorganizmalar gelişerek koku, tat ve dokuda değişikliğe sebep olmaktadır. Sütün ekşi tadı, ekmek üzerinde küf oluşumu, meyve ve sebzelerin çürümesi gibi bakteri, küf ve mayaların gıdalarda değişikliğe sebep olduğu bildirilmektedir. Gıdalarda bozulmaya neden olan mikroorganizmalar insanlara nadiren zararlıdır ancak bakteriyel kontaminasyon genellikle şiddetli seyretmektedir. Çünkü yiyecekler ciddi şekilde enfekte olsalar bile her zaman kötü görünmez. Mikroorganizmalar yiyeceklerin içerisine dahil olduklarında içeride bulunan besin maddelerini kullanarak sayılarını hızla artırmaktadır. Mikroorganizmalar yiyeceklerin kokusunu değiştirirler ve insanlara zararlı olabilecek yeni bileşikler hazırlamaktadırlar. Gıda bozulmaları gıdaların rengini, tadını, kokusunu, kıvamını ve dokusunu doğrudan ya da dolaylı şekilde etkilemektedir. Bu kapsamda gıda güvenliğinin sağlanması için doğal veya yapay bileşenler ve engeller teknolojisi ile mikroorganizmalar ortamdaki elimine edilebilmektedir. Işınlama, yüksek basınç, darbeli elektrik alan ile birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntem ile gıdaların raf ömürleri artırılabilir.

Gıda güvenliğini ve gıdaların uzun süre raf ömrünü sağlamak için gıda bozulma mekanizmalarını ve gıda muhafaza tekniklerini anlamak önemlidir. Günümüzde tüketiciler sentetik gıda katkı maddeleri yerine doğal koruyuculara yönelmesi gıda araştırmacılarını ve gıda endüstrisini yeni doğal ve daha etkili ürünler bulmaya teşvik etmektedir. Kuşkusuz mevcut olanların yanında keşfedilmeyi bekleyen daha birçok doğal bitkisel, hayvansal ve mikrobiyal katkı maddesi bulunmaktadır. Yeni doğal koruyucular bulmak, aktif bileşenlerini belirlemek ve gıdalar üzerindeki koruyucu etkileri incelemek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlara ek olarak gıdalarda kullanılacak şekilde gıda katkı maddelerinin de uygun konsantrasyonlarının belirlenmesi de önemlidir. Doğal koruyucular ile gıda katkı maddeleri bir yandan gıdaların raf ömrünü artırırken diğer yandan insan sağlığını korumakta ve sağlıklı beslenmenin ve gıda kayıplarının önlenmesinde önemli katkılar sağlamaktadır.

6. KAYNAKÇA

Adams, M.R., Moses, M.O. (2008) *Food microbiology*. 3rd ed. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 98–99.

Ahmed, J., Rahman, M.S. (2012). *Handbook of food process design*. John Wiley and Sons. Volume Set. 2

Amit, S. K., Uddin, M., Rahman, R., Islam, S. M., Khan, M. S. (2017) A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. *Agriculture and Food Security* 6(1): 1-22.

Anand, S. P., Sati, N. (2013) Artificial preservatives and their harmful effects: looking toward nature for safer alternatives. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 4(7): 2496.

Ananou, S., Maqueda, M., Martínez-Bueno, M., Valdivia, E. (2007) Biopreservation, an ecological approach to improve the safety and shelf-life of foods. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*. 1(2): 475-487.

Anwer, S. S., Ali, G. A., Hamadamin, C. Z., Jaafar, H. Y. (2017) Isolation and identification of fungi from fast food restaurants in Langa Bazar. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*. 2(4): 1517-1522

Arora, R. K. (2007) *Foodservice and catering management*. APH Publishing Corporation, 340

Best, T., Howe, P., Bryan, J., Buckley, J., Scholey, A. (2015) Acute effects of a dietary non-starch polysaccharide supplement on cognitive performance in healthy middle-aged adults. *Nutritional neuroscience*, 18(2): 76-86.

Booth, I. R., Stratford, M. (2003) *Acidulants and low pH*. In Food preservatives. Springer, Boston, MA. 25-47.

Bryan, F. L. (1979) Prevention of foodborne diseases in food service establishments. *Journal of Environmental Health*. 41(4): 198-206.

Burkepile, D. E., Hay, M. E. (2006) Herbivore vs. nutrient control of marine primary producers: Context-dependent effects. *Ecology*. 87(12): 3128-3139.

CDC (2011) Public health preparedness: 2011 state-by-state update on laboratory capabilities and response readiness planning. Centers for Disease Control (CDC) and Prevention, Office of Public Health Preparedness and Response.

Chopra, P. (2005) *Specifcation of food and nutrition education*. 1st ed. New Delhi: APH Publishing Corporation.

Dagoon, J. D. (1993). Applied nutrition and food technology, revised edn. Rex Printing Company Inc. sayfa

Davidson, P. M., Sofos, J. N., Branen, A. L. (2005) *Antimicrobials in food*. CRC press. 720

DeMan, J. M., Finley, J. W., Hurst, W. J., Lee, C. Y. (1999) *Principles of food chemistry*. Aspen Publishers. Gaithersburg. 1: 23-30

Deshmukh, P. V., Thorat, P. R. (2013). Bacteriocins: A new trend in antimicrobial food packaging. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Science*. 2(1): 1-12.

Edris, A. B., Ebraheem, E., Elsheewy, A. M. (2020) Biocontrol of food contamination. *Benha Veterinary Medical Journal*. 38(2): 112-115.

Faille, C., Cunault, C., Dubois, T., Benezech, T. (2018) Hygienic design of food processing lines to mitigate the risk of bacterial food contamination with respect to environmental concerns. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 46: 65-73.

FAO (2003) State of the World's Forests. Food and Agriculture Organization (FAO) Erişim Tarihi: 12.11.2022 <https://www.fao.org/publications/sofo/2022/en/>

George, M. (2008) Food biodeterioration and preservation. In: Tucker GS, editor. Blackwell Publisher: Singapore. 55- 65

Gibson, G. R., Scott, K. P., Rastall, R. A., Tuohy, K. M., Hotchkiss, A., Dubert-Ferrandon, A., Buddington, R. (2010) Dietary prebiotics: current status and new definition. *Food Science and Technology Bulletin Functional Foods*. 7(1): 1-19.

Gokoglu, N. (2019) Novel natural food preservatives and applications in seafood preservation: A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 99(5): 2068-2077.

Hui, Y.H. (2006). Handbook of food science, technology, and engineering. *CRC press*. 3632

Islam, M., Mursalat, M., Khan, M. S. (2016) A review on the legislative aspect of artificial fruit ripening. *Agriculture and Food Security*. 5(1): 1-10.

Jay, .JM. (2000). *Modern food microbiology*. 6th ed. Gaithersburg: Aspen Publishers. United States of America.

Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J. D., Gandotra, G., Anjum, N. (2020) Food safety and hygiene: a review. *International Journal of Chemical Studies*. 8(2): 358-368.

Kar, B. K. (2014) Multi-stakeholder partnership in nutrition: an experience from Bangladesh. *Indian Journal of Community Health*. 26(1): 15-21.

Katz, F. (2001) Active cultures add function to yogurt and other foods: yogurt reinvents itself. *Food technology*. 55(3): 46-49.

Lorenzo, J. M., Munekata, P. E., Dominguez, R., Pateiro, M., Saraiva, J. A., Franco, D. (2018) Main groups of microorganisms of relevance for food safety and stability: general aspects and overall description. In *Innovative technologies for food preservation*. Academic Press. 53-107

Louis, P., Flint, H. J., Michel, C. (2016) How to manipulate the microbiota: prebiotics. *Microbiota of the human body*. 4(2): 119-142..

Magazu, S., Migliardo, F. (2010) Molecular mechanisms of bioprotection process by trehalose. *Current Nutrition and Food Science*. 6(3): 157-160.

Marriott, N. G., Schilling, M., Gravani, R. B. (2018) Food contamination sources. In *Principles of Food Sanitation*. Springer, Cham. 83-91

Mohammed, M. E. A., Eissa, A. A., Aleid, S. M. (2016) Application of pulsed electric field for microorganisms inactivation in date palm fruits. *Journal of Food and Nutrition Research*. 4(10): 646-652.

Moniruzzaman, M., Alam, M.K., Biswas, S.K., Pramanik, M.K., Islam, M.M., Uddin, G.S. (2016) Irradiation to ensure safety and quality of fruit salads consumed in Bangladesh. *Journal of Food Nutrition Research*. 4(1):40-5.

Mostafidi, M., Sanjabi, M. R., Shir Khan, F., Zahedi, M. T. (2020) A review of recent trends in the development of the microbial safety of fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. 103: 321-332.

Nogrady, B. (2017) The hard facts of food additives. ABC Health and Wellbeing. Erişim Tarihi: 12.11.2022 <http://www.abc.net.au/health/features/stories/2013/02/14/3684208.htm>.

Oliveira, G. B. D., Favarin, L., Luchese, R. H., McIntosh, D. (2015) Psychrotrophic bacteria in milk: How much do we really know?. *Brazilian Journal of Microbiology*. 46: 313-321.

Pal, M., Mulu, S., Tekle, M., Pintoo, S. V., Prajapati, J. (2016) Bacterial contamination of dairy products. *Beverage and food world*. 43(9): 40-43.

Rahman, M. S. (2007) *Handbook of food preservation*. CRC press. 1068

Rahman, M. S., Velez-Ruiz, J. F. (2007) Food preservation by freezing. In *Handbook of food preservation*. CRC press. 653-684

Rawat, S. (2015) Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Asian journal of plant science and Research*. 5(4): 47-56.

Ripolles-Avila, C., Hascoët, A. S., Martínez-Suárez, J. V., Capita, R., Rodríguez-Jerez, J. J. (2019) Evaluation of the microbiological contamination of food processing environments through implementing surface sensors in an iberian pork processing plant: An approach towards the control of *Listeria monocytogenes*. *Food Control*. 99: 40-47.

Rodriguez, R. S., O'Keefe, T. L., Froehlich, C., Lewis, R. E., Sheldon, T. R., Haynes, C. L. (2020) Sensing food contaminants: advances in analytical methods and techniques. *Analytical Chemistry*. 93(1): 23-40.

Sahu, M., Bala, S. (2017) Food processing, food spoilage and their prevention: An overview. *International Journal of Life-Sciences Scientific Research*. 3(1): 753-759.

Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L. Griffin, P. M. (2011) Foodborne illness acquired in the United States—major pathogens. *Emerging Infectious Diseases* 17(1): 7.

Sevindik, M., Uysal, I. (2021) Food spoilage and Microorganisms. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 9(10): 1921-1924.

Singapurwa, N.M.A.S., Semariyani, M., Candra, I.P. (2017). Microbial Contamination in traditional food processing pedetan, *The International Conference on Biosciences "Advancing Biodiversity for Sustainable Food Security*. 135-140.

Sohaib, M., Anjum, F. M., Sahar, A., Arshad, M. S., Rahman, U. U., Imran, A., Hussain, S. (2017) Antioxidant proteins and peptides to enhance the oxidative stability of meat and meat products: A comprehensive review. *International Journal of Food Properties*. 20(11): 2581-2593.

Song, Q., Zheng, Y. J., Xue, Y., Sheng, W. G., Zhao, M. R. (2017) An evolutionary deep neural network for predicting morbidity of gastrointestinal infections by food contamination. *Neurocomputing*. 226: 16-22.

Sundh, I., Melin, P. (2011) Safety and regulation of yeasts used for biocontrol or biopreservation in the food or feed chain. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 99(1): 113-119.

Tafreshi, S. Y. H., Mirdamadi, S. (2015) Survey study of lipid effect on nisin nanoliposome formation and application in pasteurized milk as a food model. *Applied Food Biotechnology*. 2(2): 7-14.

BÖLÜM 7

BAKTERİYOSİNLERİN YENİ UYGULAMALARI

¹Öğr. Gör. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK

¹Akdeniz Üniversitesi, Manavgat Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Antalya, Türkiye,
huseyinozturk@akdeniz.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-3774-3233

1. GİRİŞ

Gıda kaynaklı problemler dünya çapında en ciddi ve ekonomik anlamda götürüsü en fazla olan sağlık problemlerinden birisidir. Günümüz teknolojisinde iyi üretim uygulamaları (GMP), kalite kontrol, hijyen ve sanitasyon, risk değerlendirme ve Kritik Kontrol Noktalarında Tehlike Analizi (HACCP) gibi gıda güvenliğini koruyucu standartların sayısı gün geçtikçe artmaktadır (De Vuyst ve Leroy, 2007; Bali vd., 2013; 2016; Wang vd., 2019). Sağlık sorunlarının yanı sıra gıdaların bozulmasından kaynaklanan ekonomik kayıplar, gıda üretiminin beklentileri karşılayamaması, gıdaların üretiminden taşınmasına kadar patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaların bulaşmasını önleyememe durumu gıda endüstrisinin en büyük problemlerindedir. Bu durumla birlikte tüketiciler tüketime hazır, taze, besin değeri yüksek, vitamince zengin, az işlem görmüş ve minimum düzeyde kimyasal koruyucu katkı maddesi içeren besinler tüketmişlerdir.

Sürdürülebilir gıda üretimlerinin gerçekleştirilebilmesi amacıyla dünya çapında farklı uygulamalar geliştirilmektedir. Özellikle güvenli gıda üretimlerinin sürdürülebilir sistemler ile yapılması, farklı üretim teknikleri ile gıdalarda bozulmaya neden olan ve hastalık yapıcı patojen mikroorganizmalardan arındırılmasını hedeflemektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde kimyasal ajanlardan arındırılmış doğal ve tüketilebilir antimikrobiyal ajanların sürdürülebilir gıda üretimlerinde kullanılması istenmektedir. İnsan sağlığına zarar vermeyen, gıda prosesine yardımcı, gıdalarda problemlere neden olan mikroorganizmaların elimine edildiği ve özellikle yeni üretim trendi olan sürdürülebilir gıda üretimi açısından yardımcı olabilecek antimikrobiyal ajanlar günümüzde değerlendirilmektedir.

Campylobacter jejuni, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Toxoplazma gondii* ve *Enterococcus faecalis* gibi patojen mikroorganizmalar, mevcut durumdaki gıda muhafaza yöntemlerinin yeteri kadar etkili olup olmadığı konusunda üreticide ve tüketicide şüphe oluşturmuştur (Nalvuran, 2013). Bu durum sonucunda kimyasal koruyucuların düzeyi artırılmış ve tüketici üzerinde olumsuz durumlar meydana gelmiştir.

Bu olumsuzlukların neticesinde gıda güvenliği konusunda uluslararası adımlar atılmış ve gıda patojenlerini hedef alan genelde laktik asit bakterilerinin (LAB) ürettiği antimikrobiyal peptidlerin etki mekanizmaları dikkat çekmiştir (Cleveland vd., 2001). Farklı

mikroorganizmalara karşı ürettiği antimikrobiyal bileşikler arasında Laktik asit, Asetik asit, H₂O₂, Reuterin, Diasetil, alkol, CO₂ ve bakteriyosin gibi metabolitler, LAB'lerini potansiyel gıda koruyucusu haline getirmiştir (Uymaz, 2009). Bu antimikrobiyal maddeler arasında bakteriyosinler, gıdaların içeriğinde yer alan, fermantasyon içerisinde yer almayan ve patojen özelliğe sahip olan diğer zararlı mikroorganizmaların gelişimini engellemekte ve bakterisidal rol oynamaktadır (García vd., 2010). Fermantasyonda görev alan LAB'lerinin üretmiş olduğu bakteriyosini tüketiciler farkında olmadan tüketmektedirler. Fakat bunların mikroorganizmalara karşı hangi etki spektrumunda olduğu bilinmemektedir ve bu durum günümüz teknolojisinin konusunu oluşturmaktadır (Perez vd., 2014; Campion vd., 2017).

2. BAKTERİYOSİNLER

Bakteriyosinler, bakteriler tarafından sentezlenen, protein yapısında antimikrobiyal peptitler olup patojen ve bozulma etmeni birçok bakteriye, tıbbi ve farmasetik alanda sorun oluşturan bakterilere, veterinerlik uygulamalarında hayvan hastalıklarına neden olan enfeksiyon etmeni bakterilere karşı bakterisidal veya bakteriyostatik etki göstermektedir. Bakteriyosinler, insan ve hayvan bağırsak sisteminde kolayca parçalanmaları ve gıda yapısının fizikokimyasında herhangi bir değişime neden olmaksızın bozulma ve hastalık etmeni bakterileri inhibe etme özelliğine sahiptir (Yıldırım ve Yıldırım, 2000; Bilgin, 2008; Henning vd., 2015; López-Cuellar vd., 2016; Langa vd., 2017).

Bakteriyosinler, ribozomal olarak sentezlenen, heterojen grupta yer alan, hücre dışında salgılanan, diğer bakterilere karşı antimikrobiyal aktivitede rol oynayan biyoaktif peptid ya da proteinlerdir (Howard vd., 1993; De Vuyst ve Leroy; 2007; Beshkova ve Frengova, 2012; Garcia vd., 2010; Garcia vd., 2014; Wang vd., 2019). Bakteriyosinlerin, gıda endüstrisi açısından bozulma ve raf ömrünü artırma, multi-ilaçlara dirençli patojenlere karşı aktif ajan olarak antibiyotik benzeri özellik kazanma, ruminant beslenmede yemlere katkı, biyofilm oluşturma gibi farklı özelliklere sahip olduğu yapılan çalışmalarca gözlemlenmiştir (López-Cuellar vd., 2016).

Bakteriyosinler ile ilgili yapılan ilk çalışmalardan birisi olan ve *E.coli* tarafından sentezlenen kolisin'in tanımlanmasıyla bakteriyosinlerle ilgili çalışmalar başlamıştır. Bakteriyosinler *E.coli* dışında laktik asit bakterileri olan *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconocstoc*, *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Pseudomonas* gibi farklı cins ve türden birçok bakteri tarafından üretilmektedir.

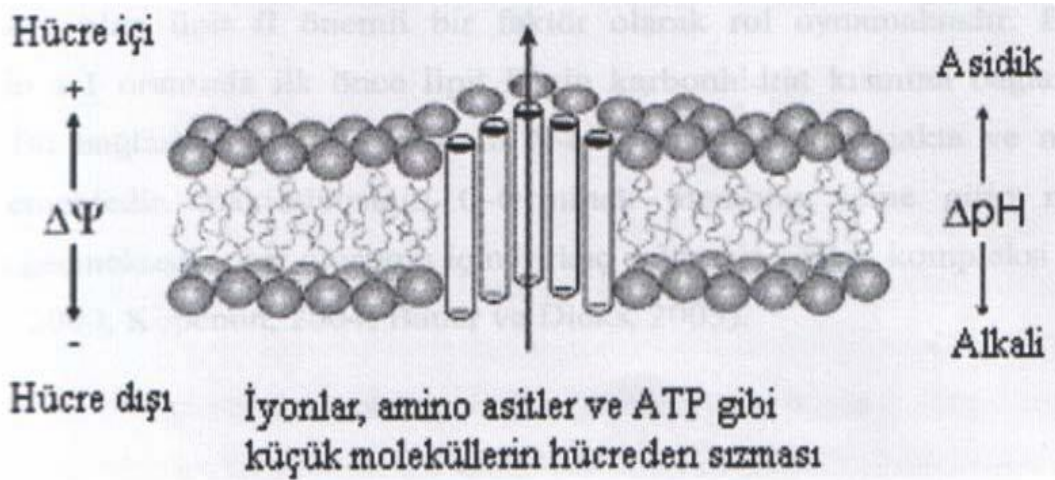
LAB, katalaz negatif, mikroaerofilik, aerotolerant, fakültatif anaerobik, aside dayanıklı, nitrata indirgemeyen, karbohidratları ve yüksek alkollerini yapısında fermente ederek öncelikle laktik asit üreten bir gruptur. LAB'leri tarafından da üretilen bakteriyosinler protein yapısında, düşük molekül ağırlığa sahip (3-10 kDa), bazıları hidrofilik ve bazıları hidrofobik özelliğe sahiptir. Ayrıca geniş pH aralığında aktivite göstermekte ve izoelektrik noktası yüksek seyretmektedir (De Martins vd., 2002; Beshkova ve Frengoca vd., 2012; Alvarez-Sierio vd., 2016; Langa vd., 2017). Bakteriyosinler de antibiyotikler gibi antimikrobiyal bileşiklerdir. Bu iki bileşik birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Gram (+) bakteriler tarafından üretilen

bakteriyosinlere duyarlı bakteriler genellikle gram (+) özelliğe sahiptir. Ancak gram (-) bakterilerin dış membranları elektrolit yöntemlerle duyarlı hale getirilebilmekte ve bakteriyosinler ile inhibe edilebilmektedir (Kurt ve Zorba, 2005; Zacharof ve Lovitt, 2012; Drider vd., 2016; Gök Charyyev vd., 2019).

Bakteriyosinlerin molekül ağırlıklıları 2 kDa'dan 300 kDa'a kadar değişmektedir. pH yoluyla karakterize olan lantibiyotikler ve non-lantibiyotikler, pH 7'de yüksek katyonik, hidrofobik/hidrofilik ve optimum stabilitelelerinden dolayı pH 3-7 arasında aktif olmaktadır. Fakat bakteriyosinlerin bazı sınıfları geri dönüşümsüz olduğundan dendrimerlerin formlarında peptid değişimi ya da ilaç dağılım sisteminde özelleşmenin kullanılması yoluyla nötral pH'da da gözlemlenmesi ve etkisinin uzun sürmesi sağlanmıştır (Ahmad vd., 2017) (Şekil 1).

Bakterilerin, bakteriyosinleri ve benzeri maddeleri ne sebeple ürettikleri ve nasıl kullandıkları hakkında çalışmalar olmasına rağmen henüz bu durum net bir şekilde açıklanamamıştır. Ancak bakteriyosinlerin üretim mekanizmaları, üretici genlerin RNA dizilişleri belirlenmiş ve birçok durum görülmüştür. Bakteriyosinlerin plazmid kökenli oldukları çalışmalarla gözlenmesine rağmen kromozom üzerinden kodlandıkları da belirlenmiştir. Polipeptid dizisi RNA aracılığıyla kodlandıktan sonra öncül protein olarak bir molekül iletim sistemiyle çeşitli modifikasyonların ardından sistein sayısına göre son şeklini alıp ikincil bağlı bölgeye tutunarak hücre dışına salgılanıp etki etmektedir. Her hücre farklı metabolizmalara sahiptir. Bu yüzden de üretilen bileşenler ve salgıların hücreye ve bakteriyosine özgü olması muhtemeldir. İnhibitör aktivite göstermesi bakımından bakteriyosinler ikiye ayrılmaktadır. Bunlar arasında Gram (+) bakterilerin geniş bir kısmını inhibe edenler ve bakteriyosin üreticisi suşa yakın türler yer almaktadır (Graham vd., 2020).

Bakteriyosin üretimi hedef hücredeki temelde hücre duvarına reseptör bölgeye (lipid) tutunma ile başlar. Hücre duvarı iç yüzeyini parçalama ile devam eder ve protein ya da nükleik asit sentezini durdurma ile son bulur. Hücre duvarındaki reseptörlere bağlanarak por oluşturma ya da direkt olarak hücre lizisi ile bakteriyel sistemde proton'un yayılması yoluyla hücreyi nekrosis'e götürür. Bununla birlikte düşük molekül ağırlığına sahip hücre moleküllerinin hücre dışına sızmaları görülür. İyon kaybına, özellikle de ATP kaybına ve hücre içi pH dengesinin bozulmasında rolü olan K⁺ iyonunun hücre dışına sızması ile hücrede enerji kaybına ve tüketilmesine sebep olmaktadır (Şekil 1).

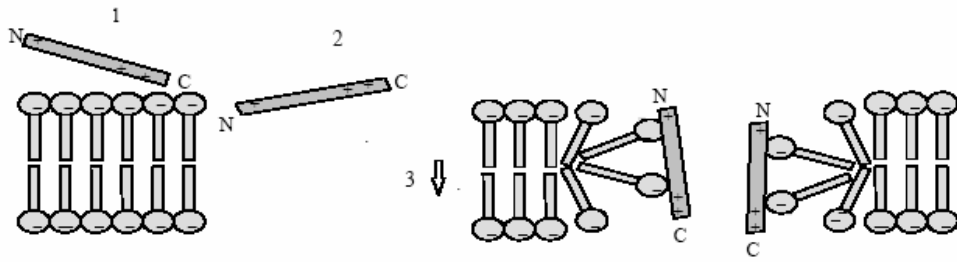


Şekil 1. Bakteriyosinlerin hücre içi ve dışı etki mekanizması (Graham vd., 2020).

Bu moleküllerin değişmesi sonucunda DNA ve RNA'nın degradasyonu, protein sentezinin durması ve hücre duvarı yapısının parçalanarak hücrenin ölümü gerçekleşmektedir. Bu ölümler hücrede por oluşumu ile iyon, ATP sızması şeklinde ya da direkt hücrenin parçalanarak lize olması ile gerçekleşmektedir. Uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından kabul edilmiş ve gıda endüstrisinde kullanılan nisin, Etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ile kullanılarak şelat oluşturmuş ve hücre duvarına bağlanması ile hücre lizisinin gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

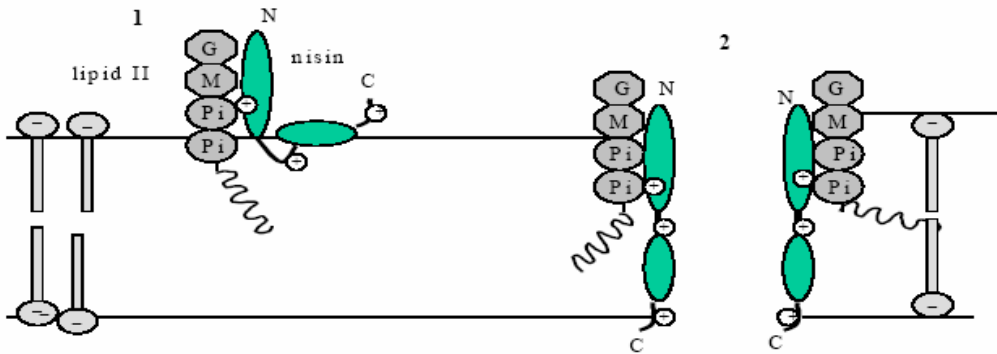
Yapılan çalışmalarda Mersasidin'in Gram (+) bakterilere etki ederek hücrede Ca^{++} iyonlarının salınması ile hücre duvarı sentezinin durduğu rapor edilmiştir (Woraprayote vd., 2015; Graham vd., 2020). Sınıf III bakteriyosinlerinden lisostafilin'in hücre duvarı lizisi ile *S. aureus*'u inhibe ettiği, yüksek molekül ağırlığına sahip pestisin'in (39-94 kDa) *Yersinia* spp. ile *E.coli*'nin hücre duvarına bağlanarak glikozidik parçalanma ile hücre duvarını parçaladığı görülmüştür. Kolisin'in 25'ten fazla çeşidinin sitoplazmik zar da kanal oluşturabildiği, DNA'yı parçalayabildiği ve protein sentezini durdurabildiği gözlemlenmiştir. İki peptidli bakteriyosin olan laktisin 3147'nin (LtnA1, LtnA2) *Listeria*'da hücre duvarı sentezini durdurup por oluşturduğu ve iyon sızıntısı ile hücreyi lize ettiği görülmüştür. Hücre yüzeyinde mannoz fosfotransferaz sistemi ve lipid II reseptör bölgelerinin özellikle sınıf I bakteriyosinlerinin tutunduğu bölge bulundurduğu enzim olduğu yapılan çalışmalar sonucunda bildirilmiştir (Ghequire vd., 2017).

Grup I bakteriyosinler “Wedge” modeli, grup II bakteriyosinler ise “barrel-stave” modeli oluşturup hedef hücre içerisine kanalize olmaktadır. Bunlar dışında carpet gibi farklı model sistemleri ile por oluşumu desteklenerek bakteriyosinlerin doğrudan ya da dolaylı sitoplazma içerisinde yer değiştirmesi sağlanır (Chen ve Hoover, 2003; Kurt ve Zorba, 2005; Alvarez-Sieiro vd., 2016; Ahmad vd., 2017; Braïek vd., 2018). Wedge modelinde negatif (-) yüklü fosfolipidlerin baş grupları ile interaksiyona girip lipid-protein gözenegi (por) oluşturularak duyarlı hücreye etki ederek hedef hücreyi öldürdüğü görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Bakteriyosinlerin “Wedge” modeli etki mekanizması (Ahmad vd., 2017)

Barrel-stave modelinde ise dikey bir şekilde duyarlı hücre zarına bağlanarak iyon kanalı ile hücrenin pH, ATP ve K^+ dengesinde değişimlere, sızıntılara ve sonunda ölüme neden olmaktadır (Şekil 3). Özellikle bu modellerde bakteriyosinlerin bazı aminoasitlerinin hücre duvarındaki bileşenler ile tepkimeye girerek hücrenin üremesinin engellenmesi ve duyarlı bölgelere ulaşarak hücrenin ölmesi hedeflenmektedir (Braïek vd., 2018).

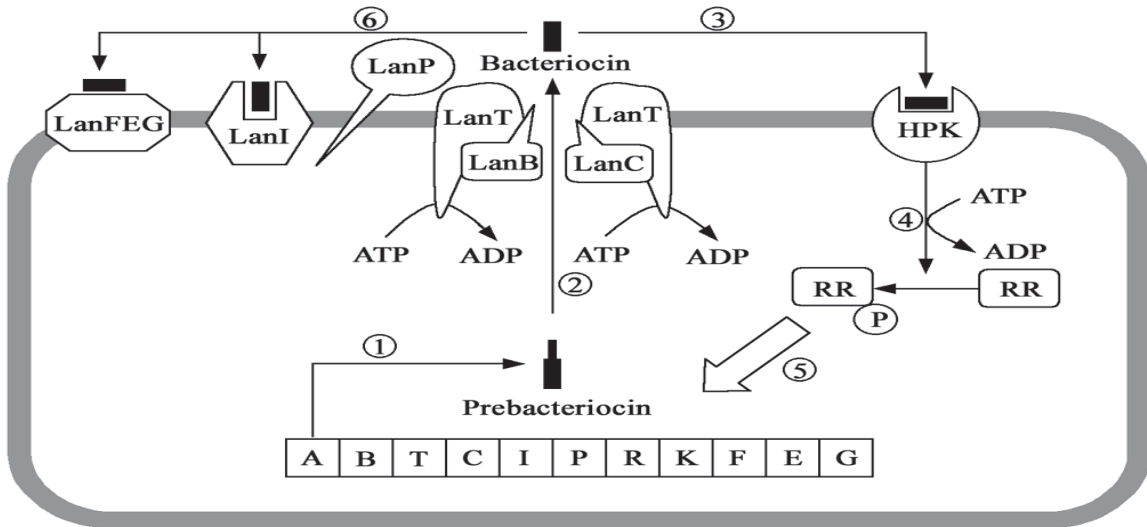


Şekil 3. Bakteriyosinlerin “Barrel-stave” modeli etki mekanizması (Braïek vd., 2018).

Bakteriyosinlerin antimikrobiyal etki mekanizmaları türüne göre farklılık göstermektedir. Lantibiyotiklerin biyosentetik oluşumu ile sınıf II ve sınıf III bakteriyosinlerinin katalize olması ürettikleri enzim ve aminoasit bakımından aynı değildir.

Lantibiyotikler (Chen ve Hoover., 2003; Graham vd., 2020);

- Prepeptid oluşumu (prebakteriyosin)
- LanB ve LanC tarafından modifiye edilen prebakteriyosinin LanP yoluyla işlenmesi ve ABC taşıyıcısı ile LanT yoluyla olgun bakteriyosinin salınımı (ATP'den ADP oluşumu)
- Histidin protein kinaz (HPK) ile bakteriyosin varlığı ve otofosforilasyon
- Fosforilasyon ile düzenleyici gruba fosfat transferi
- Düzenleyici genlerin transkripsiyon aktiviteleri ve
- Bağışıklık proteinleri olan Lan I, Lan FEG ve ABC taşıyıcısı proteinleri tarafından bağışıklığın oluşması ile hedef hücreye etki ettiği bildirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Lantibiyotiklerin biyolojik yolu (Chen ve Hoover, 2003).

Sınıf II bakteriyosinlerinin biyolojik yolu ise (Ennahar vd., 1999; Chen ve Hoover., 2003; Graham vd., 2020).

- Prebakteriyosinin ve indüksiyon faktörü (IF) prepeptid'in oluşumu
- Prebakteriyosin ve pre-IF'nin IF ve olgun bakteriyosinin salınımı sonucunda ABC taşıyıcısı tarafından lokasyonu ve işlenmesi
- HPK duyarlı enzimi ile otofosforilasyon ve IF'nin varlığı

- Fosforil grubu responseregulator (RR)'e sonradan geçiş ile ATP'den ADP oluşunu
- RR aktivatlarının düzenleyici genlerle transkripsiyonu
- Bağışıklık proteini üretimi ile hedef hücre üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir

Engeller teknolojisinin çeşitli uygulamalarda kullandığı ve gelecekte de kullanabileceği bir sistem olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte bakteriyosin üretimine ve aktivitesine etki eden farklı durumlar bulunmaktadır. Bunlar arasında bakterisidal suşun durumu, bakteriyosinin saflık derecesi, besi ortamı, ortamdaki diğer antimikrobiyal bileşenlerin varlığı, fermantasyon şartları, hedef mikroorganizmanın dirençlilik mekanizması, gelişme fazı ve pH etki etmektedir. Bakteriyosin retiminde kullanılan besiyerinin bileşimindeki farklılıklar bakteriyosinin etkinliğini korumakta, azaltmakta ya da artırmaktadır. Optimum pH, sıcaklık, inkübasyon süresi ve ortamdaki proteolitik enzim varlığı bakteriyosinin çalışmasını etkilemektedir (Todorov vd., 2007; 2009; Ray, 1993; Todorov ve Dicks, 2006).

3. BAKTERİYOSİNLERİN SAFLAŞTIRILMASI

Bakteriyosinlerin saflaştırma protokolü genelde birkaç adımdan oluşan oldukça uzun ve zaman alan bir döngüdür. Bakteriler tarafından üretilmeleri, katyonik moleküller olmaları, üreten bakterinin ve diğer gram (+) bakterilere adsorbe olabilmeleri ve adsorpsiyon niteliğinin pH'ya bağlı olması gibi özelliklere göre geliştirilmiştir. Saflaştırmada birçok yöntem kullanılmakla birlikte çöktürme, iyon değiştirme kromatografisi ve ters faz kromatografisi araştırmacılar tarafından uygulanan yöntemler arasındadır. Ön aşamalar sonrasında kullanılan bu yöntemler ile temel amaç hacmi azaltmak, arzu edilmeyen bazı protein ve lipid gibi bileşikler uzaklaştırarak saf proteini elde etmektir (Yıldırım ve Yıldırım, 2000; Moreno vd., 1999; Simha vd., 2012; Kaškonienė vd., 2017; Tanhaeian vd., 2019; Graham vd., 2020)

Garsa vd. (2014)'nin derlemesinde uyguladığı temel noktalar, küçük ve büyük ölçekte bakteriyosin üretimini geliştirmek için bakteriyosin besiyeri içeriği, fermantasyon koşulları ve saflaştırmanın etkin mekanizmasını direkt olarak etkilediği şeklindedir. Ayrıca endüstriyel ölçekte bakteriyosinlerin üretimi ile ilgili farklı gıda çıktıları ile bakteriyosinlerin üretimi amaçlanmaktadır. Özellikle peynir altı suyu, üzüm atığı ve evsel soya değerlendirilerek zengin besi ortamı sonucunda bakteriyosinlerin üretimi sonucu temel problemlerin çözüleceği düşünülmektedir (GrosuTudor vd., 2014).

4. BAKTERİYOSİNLERE DİRENÇ MEKANİZMASI

Gıda güvenliği açısından koruyucu kimyasallar ve kültürler ile bunların kullanımı ile özellikle patojenler ve bozulma etmeni mikroorganizmaların direnç mekanizmalarının durumu fazlasıyla önem kazanmıştır. Koruyucu kültürler gıdanın sensör kalitesine destek vermez. Temelde hammaddenin hijyenik kalitesini zenginleştirir. Bakteriyosinler bu koruyucular arasında yer alan metabolitlerdir. Dünya çapında lisanslı olarak kullanılan tek bakteriyosin nisindir. Bundan dolayı yapılan çalışmalar hep nisin üzerine olmuştur. Bu konudaki çalışmalar üç temel üzerine şekillendirilmiştir:

- Direnç mekanizması
- Yeni antimikrobiyaller
- Gıda güvenliği

Direnç mekanizmalarının gelişimi, yeni biyokoruyucu ajanların üretimini gerekli hale getirmiştir. Bakteriyosinlere adaptasyon düşük molekül ağırlıklarına sahip olduklarından kolaylıkla sağlanabilmektedir. Özellikle bu durumun membran ile ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir. Bu yüzden de direnç genellikle bakteriyosinin hedeflediği bakterinin membranındaki değişikliklere bağlı olarak şekillenmektedir. Bakteriyosin immunitesi ve genetik transfer durumu az da olsa direnci etkilemektedir. Bakteriyosinlere adaptasyon sonucunda meydana gelen direnç mekanizması kombine hale gelmektedir (Ming ve Daeschel, 1993; García vd., 2010; Kıran vd., 2013; Tanhaeian vd., 2019).

5. BAKTERİYOSİNLERİN SINIFLANDIRILMASI

Geçmiş yıllardan beridir yapılan araştırmalarda bakteriyosinler için çok farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Bakteriyosin sınıflandırma şemasının orijinali Klaenhammer (1993) tarafından yapılmıştır. Gram (+) bakteriler dikkate alınarak yapılan bu sınıflandırma bakteriyosinlerin biyokimyasal özellikleri, bakteriyosin molekül büyüklüğü, kimyasal yapıları, etki mekanizmaları, ısıl stabiliteleri, bağışıklık mekanizmaları, mikrobiyal hedefleri ve genetik materyale bağılı olarak yapılmış ve bakteriyosinler 4 sınıfa ayrılmıştır (Alvarez-Sierio vd., 2016; Bali vd., 2016; Ahmad vd., 2017; Klaenhammer, 1993; Klaenhammer, 2000; Snyder ve Worobo, 2014; Beshkova ve Frengova, 2012). Ayrıca bu sınıflandırması yapılan bakteriyosinler Generally Regarded As Safe (GRAS) ve Qualified Presumption of Safety (QPS) statüsünde tüketilebilir olarak uluslararası kuruluşlar tarafından kabul görmüştür (Dinçer vd., 2010; The Commission of the European Communities (EC) 2002, 2013, 2014; Campion vd., 2017).

Bakteriyosinler antibiyotikler ile kategorize edilmişler ve birlikte isimlendirilip karşılaştırılmıştır. Bakteriyosinler ve antibiyotikler arasındaki temel farklılık, bakteriyosin türlerinin ürettiğı metabolitleri ve aktiviteleri kısıtlarken, antibiyotikler daha geniş etki spektrumu ve kendi aktivitelerini yakın türler üzerindeki etkilerini çok kısıtlamadığı görülmüştür (Zacharof ve Lovitt, 2012; Graham vd., 2020).

Bakteriyosinler proteolitik enzimler tarafından kolayca parçalanırlar ve translasyon sonrası modifiye olurlar. Katyonik, helikal yapıda ve anyonik fosfolipid membranları ile ya da trifluoroetanol gibi aktiviteyi teşvik edici solventleri yapılarında bulundurduklarında genelde yapısal değıldirler. Bu özellikler çerçevesinde bakteriyosinlerin sınıflandırılması konusunda ayrılıklar yaşanmıştır. Bakteriyosinler; fizikokimyasal olarak, genetik karakterleri ya da biyokimyasal özelliklerine göre, disülfid ya da monosülfid bağlarını içermeleri, moleküler ağırlık ve sıcaklığa karşı direnç, proteolitik enzim varlığı, translasyon sonrası aminoasitlerinin modifikasyonunun varlığı ya da yokluğu ve antimikrobiyal aksiyonlarına göre sıralanabilir (Kařkoniené vd., 2017).

Genelde bakteriyosinler; Sınıf I, Sınıf II, Sınıf III ve Sınıf IV olarak kategorize edilmektedir (Biswas vd., 1991; Tuncer, 2009; Tuncer vd., 2014; Gök Charyyev vd., 2019;

Tanhaeian vd., 2019; Graham vd., 2020; Ramos vd., 2020; Vandera vd., 2019; Tsanasidou vd., 2021).

Sınıf I bakteriyosinler lantibiyotikler olarak da bilinmektedir. Yapılarında lantionin (Lan), metillantionin (MeLan), dehidrobutirin ve dehidroalanin gibi aminoasit türevlerini içermektedirler. Yapılan çalışmalar sonucunda % 30 lantionin ve % 60 metillantionin (MeLan) içerdikleri tespit edilmiştir (Ahmad vd., 2017). Molekül ağırlıkları 5 kDa'dan daha düşüktür. 19-37 arası aminoasitten oluşmaktadırlar (Twomey vd., 2002; Kurt ve Zorba, 2005; Bali vd., 2016; Ahmad vd., 2017; Kaşkoniené vd., 2017). Isı stabiliteyi yüksek olup, asitli ortamda 100 °C'ye kadar hücre duvarındaki stabiliteyi koruyabilmektedirler. Sınıf I bakteriyosinler, Grup IA, Grup IB ve Grup IC alt grubuna ayrılmaktadır (Cintas vd., 2001; Malek vd., 2012; Snyder ve Worobo. 2014; Ahmad vd., 2017; Ramos vd., 2020; Vandera vd., 2020; Tsanasidou vd., 2021).

Grup IA üyesi bakteriyosinler pozitif yüke sahip ve hidrofobik küçük esnek yapıda olan peptidlerdir. Bu grup, hedef hücrenin membranında porlar oluşturarak membran bütünlüğünü bozmaya çalışan katyonik ve hidrofobik peptidleri içermektedirler. 1928 yılında ilk defa bulunan ve GRAS statüsünde insan beslenmesinde kullanılabilen nisin bu grupta yer almaktadır (EC 2002, 2013, 2014).

Grup IB bakteriyosinleri globüler şekilli, Grup IA'ya göre negatif yüklü ya da yüksüz nötr peptidleri içerirler. Bu grup bakteriyosinleri esnek değildirler. Kırılgan bakterilerin yaşam destekleri için ihtiyaç olan katalitik enzimlerin tamamını inhibe ederler. Ayrıca hücre duvarının biyosentezinin inhibisyonu yoluyla antimikrobiyal etki göstermektedirler. Bu grupta lactisin 481, sitolisin, salivarisin, sinamisin ve aktagradin gibi bilinen bakteriyosinler bulunmaktadır (Tuncer, 2009).

Sınıf II bakteriyosinler, ısı stabil bakteriyosinler olarak da sınıflandırılmaktadır. Isıya karşı dayanıklı olan bu bakteriyosinlerin molekül ağırlıkları 10 kDa'dan azdır. 3 alt gruba ayrıldığı söylene de 3'ten fazla alt gruba sahip olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır (Ahmad vd., 2017). Amfilik heliks, farklı oranlarda hidrofobiteye ve β -tabakalı yapıya sahiptir. İzoelektrik noktası 8.3'ten 10'a kadar değişmektedir. Hidrofilik N-terminal sekansa sahip Gly-Asn-Gly-Kal-Xaa-Cys aminoasit dizilimine ve ATP, ABC taşıyıcı sistemlerine sahiptir. Bu sınıftaki bazı bakteriyosinler 100 °C'den 121 °C'ye kadarki sıcaklıklara karşı

dayanıklıdır. Antimikrobiyal aktiviteleri, membran aktif olmalarından dolayı kaynaklanmaktadır (Ahmad vd., 2017; Kaškonienė vd., 2017; Ramos vd., 2020; Vandera vd., 2020; Tsanasidou vd., 2021).

Grup IIA bakteriyosinleri anti-listerial olup pediosin tipi bakteriyosinlerdir. *Listeria*'dan başka *Lactobacillus* ve *Enterococcus* türlerine karşı da aktivite göstermektedirler (Drider vd., 2016). Grup IA bakteriyosinleri gibi hedef hücre membranında por oluşturarak aktivite göstermektedirler. Pediosin PA-1 (ACh), Leusosin A, Sakasin P, Lökosin A, Enterosin A ve Mesenterosin bu grupta yer almaktadır.

Grup IIB bakteriyosinleri, primer yapıları birbirinden farklı iki polipeptid içerir. Bu yüzden de iki peptidli bakteriyosin olarak adlandırılır (Kurt ve Zorba, 2005; Ahmad vd., 2017). Aynı ayrı aktivite gösterebildikleri gibi etkin bir mekanizma açısından her iki peptidin de aktif olması gerekmektedir. Tek başlarına çok az ya da hiç antimikrobiyal aktivite göstermezler. Hedef hücrede por oluşturarak antimikrobiyal aktivite göstermektedirler (Folquie-Moreno vd., 2006; Osmanağaoğlu vd., 2005). Laktokoksin F, Laktasin F ve Plantarisinler bu grupta yer almaktadırlar.

Grup IIC bakteriyosinleri Grup II'deki bakteriosinlerin özelliklerini gösteren Grup IIA ve Grup IIB dışında kalan bakteriyosinlerdir. Küçük molekül ağırlığa sahip ve sıcaklığa dayanıklıdır. Yapılarında sistein aminoasiti bulduklarından dolayı tiyolbiyotikler (iki sistein) ve sistibiyotikler (tek sistein) olarak iki gruba ayrılır. Laktokoksin A, Diverjisin A ve Asidosin B bu grupta yer alır (Ahmad vd., 2017; Alvarez-Cisneros vd., 2011; Kurt ve Zorba, 2005).

Sınıf III bakteriyosinlerinin molekül ağırlıkları 30 kDa'dan büyüktür. Sıcaklığa duyarlı, litik ve litik olmayan bakteriyosinlerdir. Endopeptidaz peptidler hücre duvarında lize olurlar. Litik bakteriyosinlerin yanı sıra bazı sıcaklığa duyarlı, yüksek moleküler ağırlığa sahip litik olmasına gerek duyulmayan bakteriyosinler de vardır. Hidrofilik özellik göstermektedirler. Helvetisin J, Helvetisin V, Streptokoksin, Digalaktisin, Laktasin A ve B, Zoosin A, Lizostafin bu grupta yer alır (Ahmad vd., 2017; Ferreira vd., 2007; Todorov, 2007; 2009; Cotter vd., 2005; Kurt ve Zorba, 2005).

Sınıf IV bakteriyosinler kompleks moleküller olup aktivite gösterebilmeleri için lipid veya karbohidrat parçalarına ihtiyaç duyarlar. 24 kDa'dan 300 kDa'a kadar moleküler ağırlığa sahip, yüksek pH'da karakterize olan, yüksek katyonik pH 7'de, hidrofilik/hidrofobik etkiye sahip 3-7 pH aralığında aktivitesini sürdüren bakteriyosinlerdir (Nes ve Holo, 2000; Jeevaratnam, 2005; Snyder ve Worobo, 2014; Ahmad vd., 2017).

Bilindiği gibi bakteriyosinler genellikle gram (+) bakterilerden sentezlenirler. Fakat *Enterobacteriaceae* tarafından üretildiği bilinen kolisinler ve mikrosinler gram (-) kökenli bakteriler tarafından üretilmektedirler. Protein büyüklükleri, genetik sistemleri, antimikrobiyal aktivite ve immun sistemdeki mekanizmaları açısından farklılık göstermektedirler. Kolisinler diğer bakteriyosinler gibi translasyon sonrası değişiklik göstermezler. Ancak mikrosinlerin bazı türleri translasyon sonrası değişiklik göstermektedirler. Gram (-) bakterilerden kolisinlerin üretimi çoğunlukla stres koşulları altında çalışan hücresel mekanizma ile gerçekleşmektedir. Hedef hücrenin zarında por oluşturan kolisinlerin aminoasit sayıları ve nükleaz kolisinlerinin aminoasitleri birbirinden farklıdır. Mikrosinler daha düşük molekül ağırlığına sahip (1-10 kDa), genellikle proteazlara, yüksek pH ve sıcaklıklara dirençlidir. Plazmidler tarafından taşınan ve kodlanan mikrosinlerin kromozomlar ile kodlanan türleri de bulunmaktadır. Hedef hücre reseptörleri ile toksik etki oluşturarak hücreyi öldürmektedirler. Gram (-) bakteriyosinlerinin üretilmelerindeki amaç çeşitli sınırlı kaynaklara ulaşma yönündedir. Bununla birlikte türler arasındaki ilişkilerin incelenmesi etkilenen türlerin ortamlardaki etki mekanizmalarını belirleme amacı da bulunmaktadır (Braun vd., 1994; Cintas vd., 2001; Lagos vd., 2001; Cascales vd., 2007). Yapılan çalışmalar sonucunda *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa* gram (-) bakterilerinin bakteriyosin oluşturdukları tespit edilmiştir (Rodriguez vd., 2005; Yang vd., 2012; Yıldırım ve Yıldırım, 2000; Yıldırım vd., 2014; Ghequire vd., 2017; Gök Charyev vd., 2019; Graham vd., 2020; Ramos vd., 2020; Vandera vd., 2020; Tsanasidou vd., 2021).

6. BAKTERİYOSİNLERİN UYGULAMA ALANLARI

Bakteriyosinler, özellikle modern üretim tekniklerinde güvenilir, raf ömrü uzun, sağlıklı, patojen mikroorganizmaların olmadığı gıda ürünlerini oluşturmak amacıyla güvenli gıdayı oluşturmayı hedeflemektedir. Gıdalarda gelişen patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalar üzerinde antagonistik etki için bakteriyosinler gibi antimikrobiyal metabolitlerin kullanımı artmaktadır. Bakteriyosinlerin antimikrobiyal aktivitelerinin yanı sıra doğal, renksiz, tatsız ve kokusuz olmaları gıda ürününün özellikleri açısından önemlidir. Proteolitik enzimlerden, pH'dan etkilenmeleri ve sindirilebilir özellikte olmalarından dolayı insanlar açısından zararsızlardır. Sıcaklığa karşı genelde dirençli olduklarından ısı ile işleme yapılarında çok fazla bozunma meydana gelmez. Bu yüzden de gıdalarda kullanımları bulunmaktadır. Kimyasal koruyucular ve antibiyotiklerin uzun süre tüketilmesi sonucu bağırsak mikroflorasındaki yararlı mikroorganizmaların sayısı azaldığından bakteriyosinlerin kullanımı gündeme gelmiştir (Kaškonienė vd., 2017; Ramos vd., 2020; Vandera vd., 2020; Tsanasidou vd., 2021).

Günümüzde süt, et, fermente ürünler ve diğer birçok alanda bakteriyosinler gıda muhafazasında ürünün raf ömrünü artırmada etkin rol almıştır. GRAS statüsünde yer alması ve gıda ürünlerinde kullanılıyor olmaları dezavantaj gibi görünse de yapılacak çalışmalarla birlikte kullanım alanları oldukça genişletilecektir. Sadece gıda endüstrisinde değil tıp, diş, eczacılık ve veterinerlik uygulamalarında da bakteriyosinler başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Yeni uygulamalar ve çalışmalar sonucunda bakteriyosinler, antibiyotikler, kimyasal koruyucular ve birçok ilaçların yerini alarak kullanılabilirlik potansiyeli artacaktır (Alvarez-Sierio vd., 2016).

6.1. Bakteriyosinlerin Tıbbi Uygulamaları

6.1.1. Hastahane bulaşıcı enfeksiyonları: Hastanelerde temel bulaşıcı hastalık nedeni patojen mikroorganizmalardır. *S. aureus*, *Enterococci*, *Pneumococci*, *E. coli*, *K. pneumoniae* ve *Proteus* spp. patojenleri hastanelerdeki enfeksiyonlardır. Bu patojenleri inhibe etmek için çeşitli bakteriyosin denemeleri gerçekleştirilmiştir. Nisin ve laktisin 3147'nin karaciğer, dalak ve böbreklerdeki çeşitli patojenleri inhibe ettiği, ayrıca MRSA ve VRE'ye karşı etkin bir mekanizma gösterdiği rapor edilmiştir (Bali vd., 2013; 2016).

Tayland'da *Planomonospora* sp. DSM14920 bakterisinden üretilen planosporicin'in Bacillus pumilis'in ürettiği MRSA ve VRE'yi önemli ölçüde (MIC=2-16 µg/ml) inhibe ettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca bu bakteriyosinin *S. aureus* (MIC= 4 µg/ml), *St. pneumoniae* (MIC= 0,25 µg/ml) ve *St. pyogenes* (MIC= 0,5 µg/ml) patojenlerini önemli ölçüde inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Wilkens vd., 1997).

6.1.2. Solunum sistemi özellikli enfeksiyonlarda bakteriyosinler: *Haemophilus influenzae*, *Moraxella catarrhalis*, *S. aureus*, *Enterobacteriaceae*, *P. aeruginosa*, *St. pyogenes*, *Neisseria meningitidis*, *Pasteurella multocida* ve *Mycobacterium tuberculosis* gibi solunum sistemi rahatsızlıklarına neden olan temel patojenleri herhangi bir toksik etkisi olmayan Nisin F ve Mercacidin bakteriyosinlerinin ihibe ettiği ve enfeksiyonların geri dönüşümsüz olarak bertaraf edildiği çeşitli çalışmalarca ortaya konulmuştur (Cintas vd., 2000).

6.1.3. Antituberculosis bakteriyosinler: López-Cuellar vd. (2016)'nin çalışmasında rifampisin antibiyotiğine kıyasla çok düşük konsantrasyonlarda test patojenlerini (*M. tuberculosis* HB7RV) laktisin 3147 ve nisin'in in-vivo ve iv-vitro çalışmalarda etkin inhibisyon aktivitesi gösterdikleri belirlenmiştir (MIC= 0,1 µg/ml). Ayrıca Nisin S *M. tuberculosis* H37Ra, Nisin T *M. kansasii* CT11106, Nisin V *M. avium* subsp. *hominissuis* ve *M. avium* subs. *paratuberculosis*'i diğer antimikrobiyallere kıyasla daha az konsantrasyonlarda bile inhibe ettiğini gözlemlemişlerdir.

6.1.4. Deri hastalıklarında bakteriyosinler: İnsan derisinde ve yumuşak dokuda birçok patojenler enfeksiyonlara neden olmaktadır. *S. aureus*, *Propionibacterium acnes*, *S. epidermis*, *B. cereus*, *B. subtilis* ve *L. monocytogenes* patojenlerine karşı nisin etkinliği araştırılmış ve deri hastalıklarını tedavi etmede yararlı olabileceği bildirilmiştir. Ayrıca Hirasin IM79, Laktosilisin Q ve subpeptin bakteriyosinleri *P. aeruginosa*, *Salmonella* spp. ve *E. faecalis* patojenlerini etkisiz hale getirdiği rapor edilmiştir (Bali vd., 2013; 2016).

6.1.5. Diş enfeksiyonlarında bakteriyosinler: Temel peridontal patojenlerinden *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Aggregatibacter actinomycetomicotans*'a karşı subtilisin A ve laktisin 3147 bakteriyosinlerinin belirli oranlarda inhibe ettiği ve geri dönüşümsüz olarak enfeksiyonu önlediği rapor edilmiştir (Gómez vd., 2013; Abriouel vd., 2011). Ayrıca ağız boşluğunda kolonize olan *St. salivarius* K12 bakterisinin ürettiği salivarisin A ve B bakteriyosinlerinin solunum problemlerine neden olan *St. mutans*, *St. pyogenes* ve *St.*

pneumoniae'nin oluşturduğu biyofilmlere karşı engel oluşturarak hem dış sağlığına hem de solunuma destek olduğu rapor edilmiştir (Burton vd., 2010).

6.1.6. İntestinal koruyucuları olarak bakteriyosinler: Son zamanlarda birçok bakteriyosin ve LAB'si kemoterapi uygulamalarında yenileme ya da koruyucu olarak kullanılmıştır. İç bölgelerde sorun oluşturan *C. difficile* inhibitörü olarak lacticin 3147, *C. spp.*, *C. difficile*, *C. histolyticum* NCIMB503 ve *C. indolis* NCIMB9-131 gibi patojenlere karşı Thuricin CD ve Ruminokoksin bakteriyosinlerinin etkin inhibisyonu sağladığı bildirilmiştir (Chen ve Hoover., 2003).

6.1.7. Vajinosiste bakteriyosinler: Milyonlarca yumurtaya sahip olan kadınlar yaygın olarak bilinen *G. vaginalis*, *Mycoplasma hominis*, *P. bivia*, *Mobiluncus curtisii* patojenlerine karşı hassastır. Bu patojen bakteriler vajina iç bölgesine yerleşerek vajinositis'e neden olup yumurta sentezinin durmasına neden olurlar. Bu konuda yapılan çalışmalarda bu patojenleri öldürmek için meronidazol ve slindamisin antibiyotikleri kullanılmış fakat yararlı-zararlı bütün vajina mikroflorası inhibe olmuştur. Bu antibiyotiklere alternatif olarak subtilin A ve laktisin 160 bakteriyosinleri vajinositis'e neden olan patojenlere karşı denenmiş ve patojenleri inhibe ettiği rapor edilmiştir. Ayrıca bu bakteriyosinlerin patojenik *E. coli* ve vajinal patojen *G. vaginalis*'i de inhibe ederek ortamdan uzaklaştırdığı gözlemlenmiştir (Abriouel vd., 2011; Kaškonienė vd., 2017).

6.1.8. Doğum kontrol ve spermisid olarak bakteriyosinler: Patojenlere karşı antimikrobiyal aktivitenin yanı sıra bakteriyosinlerin spermisidal aktiviteleri de dikkat çekmektedir. İnsan popülasyonunu kontrol etme yöntemi olarak bakteriyosinler üzerine odaklanılmıştır. Doğum kontrollerin vajinal ve ürinal enfeksiyonlara neden olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Bunların yerine bakterilerin üretmiş oldukları metabolitleri kullanma yoluna gidilmiştir. Çeşitli hayvan denemelerinde bakteriyosinlerin sperm motilisine etki etki ettiği ve doğal spermisid ajanı olduğu vurgulanmıştır. Hayvan denemelerinde nisin, subtilin ve laktisin 3147'nin vajinal bölgedeki bakterileri inhibe ettiği ve doğurganlık üzerine etkili olduğu bildirilmiştir. Bakteriyosinler sperm immobilizasyonu ve spermisidal aktiviteleri ile antibakteriyel vajinositis'e karşı ilaç ve doğum kontrol ajanları olarak değerlendirilebileceği belirlenmiştir (Kaur vd., 2013).

6.1.9. Antiviral bakteriyosinler: *Murinenorvirus* 5-599 (MMV) ve Influenza A virus A/VrSN/313 virüsleri vücut içerisinde etkin virüslerdir (H1N1). Bu virüsler üzerine etkili bakteri hücrelerinin supernatantının potansiyel antiviral ajan olacağı tespit edilmiştir. Virüslere 1:10 oranında ve takiben 24 °C’de 72 saat inkübasyon sonucunda subtilisin ilave ederek azalma gözlenmiştir. Kontrole kıyasla 1,25 log unit azalma tespit edilmiştir. Ayrıca sıtma virüsü olan *Herpes simplex* virüs tip 1’e karşı da subtilin bazlı nanolif kapsülasyon formülasyonuna eklenip virüsün inhibe edildiği tespit edilmiştir (Drider vd., 2016).

6.1.10. Bakteriyosinlerin anti-kanser aktivitesi: Anti-kanser terapide bakteriyosinlerin potansiyel kullanımları gözlemlenmiş, apoptos ve tümör hücrelerinde sitotoksosite tespit edilmiştir. Yusuf vd. (2014)’nin gerçekleştirdikleri çalışmada HNSCC tumorigenesis’e karşı hem in-vivo hem de in-vitro denemeler sonucunda test koşullarında nisin’in antimikrobiyal etkisi sonucunda tümör hücrelerini, ağız kanseri HSC3, meme kanseri MCF7, akciğer kanseri H1299 ve kolon kanseri HCT116 hücrelerini kırdığı ve bu sebeple tümör etkisini azalttığı tespit edilmiştir (Drider vd., 2016; Kaškonienė vd., 2017).

6.2. Bakteriyosinlerin Veterinerlik Uygulamaları

Süt hayvanları genellikle mastitisten dolayı sorun yaşamaktadırlar. Mastitis, *S.aureus*, *St. uberis*, *St. dysgalactiae* patojenlerinin neden olduğu iç-meme bakteri enfeksiyonudur. Yapılan çalışmalar mastitis’e neden olan patojenleri önlemede yetersiz kalmıştır. Bunun üzerine FDA tarafından onaylı nisin bazlı yemlerin hayvanların ruminant beslenmesine eklenmesi ile mastitis’in büyük oranda önlendiği belirlenmiştir. Ayrıca lacticin 3147’nin kuru kültür olarak denenmesi sonucunda mastitis’e karşı 10 dakikalık uygulamada %80, *St. uberis*’in % 90 ve *St. dysgalactiae*’nin % 97 oranında inhibe olduğu görülmüştür. Bir başka çalışmada dar spektrum peptidleri olan *Geobacillus* I ve *Geobacillus* II *St. dysgalactiae*’ye karşı denenmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Ayrıca nisin U, uberolisin, bakteriyosin ST91KM, Merrisin 269, Kurstasin 287, Kenyasın 404, Enomesin Pep5, Epidermin, Epilansin K7, Epidisin 280, Aureosin A70, A53 ve 215 FN’nin mastitis’e neden olan *S.aureus* ve *St. dysgalactiae*’ye karşı inhibisyon etki spektrumunun olduğu görülmüştür (Pal vd., 2010; Drider vd., 2016; Ahmad vd., 2017; Kaškonienė vd., 2017).

Tavuk ve çiftlik hayvanlarının fonksiyonel özelliklerini artırmak için livestock beslenmesinde probiyotik olarak bakteriyosin üreticisi *Bacillus* suşları değerlendirilmiştir.

Özellikle patojenik bakterileri inhibe etmek ve hayvan sağlığını geliştirmek amacıyla *Bacilli* türlerinin ürettiği bakteriyosinler denenmiştir. Bakteriyosinin antimikrobiyal özelliklerinden dolayı hayvanların gelişimini engelleyen *C. perfringens*, *E. coli* ve *Yersinia* patojenleri inhibe edilerek hayvanların ölümü engellenmiştir (Diaz, 2007).

Bacillus bakteriyosinleri *Staphylococci*'ye karşı güçlü inhibisyon aktivitesi göstermektedir. Özellikle son zamanlarda *B. thuringiensis*'in ürettiği morrisin 269, kurstasin 287, kenyasın 404, entomisin 420 ve towortsin 524 (BLIS) bakteriyosinlerinin süt kaynaklarından izole edilen *S. aureus*'a karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiği görülmüştür (Xie vd., 2009).

6.3. Çevresel Uygulamalar

Bakteriyosinlerin çevresel uygulamalarda özellikle atık teknolojisinde kullanılması hedeflenmektedir. Atıkların geri dönüştürülmesi ve çevreye en az zarar verecek şekilde döngüye dahil olması bakteriyosinler ile atıkları parçalayan mikroorganizmalar üzerinde yoğunlaştırmıştır. Toprak ve bitki ile doğal olarak bakteriyosinleri muamele ederek biyokoruyucu şeklinde kullanmak hedeflenmektedir. Bitki patojenlerini öldürerek bitkiyi daha verimli ve dayanıklı hale getirmek bakteriyosin denemesi ile gerçekleştirilmiştir. Bitkilerde özellikle *A. tumefaciens*'in neden olduğu hastalıkları önlemek için *B. thuringensis* NEB17 suşunun ürettiği bakteriyosin (polipeptid) yoluyla bitkide hastalığa karşı direnç mekanizması oluşturulması hedeflenmiş ve başarıya ulaşılmıştır. Ayrıca bitki büyümesini engelleyen bazı mikroorganizmaların bakteriyosinlerle engellenmesi sonucu bitki büyümesi sekteye uğramamış ve bitkinin sağlıklı bir şekilde büyümesi gerçekleşmiştir. Bitki çürümesine ve hasat sonrası meyve ve sebzelerde meydana gelen antifungal aktivitelerde ve hastalıklarda bakteriyosinler denenmiş, fitopatogenik fungi ve bakterilere karşı etki mekanizmaları kontrol altına alınmıştır (Kaškonienė vd., 2017). Petrol endüstrisinde biosid olarak kullanılan bakteri suşlarının bakteriyosin üretimi ile SRB'ye karşı yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Biyokorozyon ve biyofilm oluşumu ile petrol borularındaki mikrobiyolojik kalıntılar da bakteriyosinler ile giderilmiştir (Abriovel vd., 2011).

6.4. Bakteriyosinlerin Gıda Uygulamaları

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde, modern toplumlarda gıda güvenliği ile ilgili endişeler gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle patojen ve bozulmaya neden olan bakterilerin gıda ürünlerinde gelişimin önlenmesi, gıda endüstrisinde fermantasyon teknolojisinde yabancı kontaminantların varlığı ve gıda ile bulaşabilecek bakterilerin inhibisyonu esastır. Sağlıklı, güvenilir ve raf ömrü uzun gıdaların insanlara sunulması otoritelerce amaçlanmaktadır. Son yıllarda artarak devam eden gıda katkı maddelerinin bilinen ve bilinmeyen olumsuz etkilerinden dolayı tüketiciler gıda ürünlerine isteksiz ve şüphe ile yaklaşmaktadır. Özellikle doğal gıdalara olan ilgi artınca bu konudaki çalışmalar daha da artış göstermiştir (Calo-Mata vd., 2008).

Doğal olarak gıdayı koruyan genellikle LAB tarafından sentezlenen bakteriyosinler son zamanlarda en çok araştırma konusu haline gelen biyokoruyuculardır. Gıdalarda gelişen istenmeyen bakteriler nedeniyle antagonistik mikroorganizmalar ve bakteriyosin gibi metabolik ürünlerin etkili olması nedeniyle bakteriyosinlerin etkin kullanımları daha da artış göstermiştir. Antimikrobiyal yapısı dışında doğal, renksiz, kokusuz ve tatsız olmaları, peptid ve protein yapısında, sıcaklığa da dayanıklı olmaları gıda matriksi içerisinde kullanımlarını artırmıştır.

Bakteriyosinlerin aktiviteleri gıdanın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Bakteriyosinler gıdalarda kullanılsa da aktivite spektrumları ve antimikrobiyal etkileri sınırlıdır. Gıda üretim sistemlerinde tek başlarına yetersiz kalmakta ve kombine sistemlerle aktiviteleri artırılmaktadır (Altuntaş vd., 2010; Kaškonienė vd., 2017).

Gıdalarda bakteriyosinler farklı şekillerde etkin hale gelmektedirler. Bunlar (Daeschel, 1989; Ray, 1993; Calo-Mata vd., 2008; Beshkova ve Frengova, 2012; Ahmad vd., 2017);

- Direkt olarak bakteriyosinlerin gıdaya ilave edilmesi
- Bakteriyosin üreten LAB'lerinin gıdaların üretilmesinde kullanılması ve
- Ambalajlama materyaline bakteriyosinin eklenmesi şeklindedir.

Ayrıca bu bakteriyosinlerin inhibe edeceği bakterinin cinsi ve sayısı ile bakteriyosine dayanıklı türlerin ortaya çıkması, bakteriyosinlerin çalışma stabilitesini etkileyecek durumlarıyla birlikte inhibitörler bakteriyosinleri etkilemektedirler.

Bakteriyosinlerin gıdalarda kullanılabilmesi için gerekli koşullar bulunmaktadır. Bunlar arasında;

- Tüketicilerin endişelerini gidermek için üretici suşun GRAS statüsünde olması gereklidir.
- Patojenlerin ve bozulmaya neden olan bakterilerin gıdalara karşı geniş aktivite spektrumuna sahip olmalıdır.
- Tüketicilerin sağlığında olumsuz etkisi bulunmamalıdır.
- Gıdada güvenlik ve aroma bileşenleri gibi özelliklerin geliştirilmesi gibi yararlı etkileri olmalıdır.
- Isıl stabil olması ve prosesteki işlemlerde yapısının parçalanması istenmektedir.

Bakteriyosinlerden gıdalarda muhafaza, biyokoruyucu, paket film, takviye edici, toksikantları bertaraf eden, farklı kimyasallar ve diğer uygulamalarla birlikte kombine edilerek et, süt, alkol, salamura, taze meyve-sebze ürünleri, deniz ürünleri, probiyotik, bebek mamaları, anne sütü ve diğer birçok proseste yararlanılmaktadır (Mahapatra vd., 2005).

6.4.1. Süt endüstrisinde bakteriyosinler: Bakteriyosinler gıda fermantasyonlarında kullanılmasına ve yüksek dozda üretilmesine rağmen, optimum fiziksel ve kimyasal şartlar altında laboratuvar koşullarında gıda matrisi içerisinde üretilmiştir (in-situ). In-vitro ve in-situ çalışmalarda bakteriyosinlerin yasal kullanımı açısından gelecek vaad eden bir uygulamadır. Özellikle süt endüstrisinde potansiyel bakteriyosin kültürlerinin kullanılması yoluyla biyoteknolojik önemi büyük ürün üretmek amaçlanmaktadır. Süt ve süt ürünlerinin tüketimi sonucu meydana gelen zehirlenme etkenlerinden olan *L. monocytogenes* ve *E. coli* O157:H7'nin biyokontrolü yapılan çalışmalarda bakteriyosinlerle gerçekleştirilmiştir (Tuncer, 2009; Yoğurtçu ve Tuncer, 2013; Ávila vd., 2014).

Peynirlerin olgunlaştırılması, yoğurt fermantasyonlarında aşırı asitlenmenin engellendiği ve olgunlaşma periyodu boyunca dozların artırılmasıyla kontaminantların azaldığı rapor edilmiştir. Ayrıca bakteriyosin üreticisi suş ile mix kültürlerin kullanımının süt ürünlerindeki asitliğin artmasını ya da azalmasını kontrol ettiği bildirilmiştir (Kavas ve Kavas, 2012; Özden-Tuncer vd., 2013).

Bakteriyosinlerin gıda ürünlerinden tat ve kaliteyi geliştirmede katkıda bulunduğu peynirlerin olgunlaşması sırasında starter kültür hücrelerinde proteinaz ve peptidaz ile liziz sonucu tada etki ettiği vurgulanmıştır (Lortal ve Chapot-Chartier., 2005).

Peynirlerde üretim ve olgunlaşma sırasında mikrofloranın biyokimyasal aktivitelerinden dolayı genellikle bir ya da iki farklı tür mikroorganizma ile fermantasyon gerçekleştirilmektedir. *Lactococcus*, *Lactobacillus* ve *Streptococcus* cinsleri ile bakteriyosinler kombine halde kullanılarak peynir olgunlaşmasının hızlandırıldığı, organoleptik özelliklerinin geliştiği ve flavor'un daha hızlı oluştuğu bildirilmiştir (Beshkova ve Frengoca, 2012; Koral ve Tuncer, 2014; Bali vd., 2016).

Bulgaristan'da üretilen bozadan izole edilen *L. lactis* subsp. *lactis* B14'in ürettiği bakteriyosin laktis B14'ün proteinaz K, pronaz E, pepsine duyarlı, fakat tripsin, kimotripsin, rennin, amilaz, lipaz, katalaz, deterjanlara (Tween 20, Tween 80, üre, N-laurilsarkosin, SDS, Triton X-100), EDTA ve pH (3-10)'ya karşı dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ısıl işleme duyarlı olduğu, 80°C'de 10 dakika uygulanan ısıl işlemde kısmen inaktif, 100°C'de 10 dakika ise tamamen inaktif olduğu saptanmıştır. 30°C'de *L. lactis* subsp. *lactis* B14'ün logaritmik fazın başında laktisin B14'ü üretmeye başladığı ve aktivitenin inkübasyon işleminin 4. ile 8. saatleri arasında maksimum seviyeye (1600 AU/mL) ulaştığı, ancak inkübasyon süresinin uzamasıyla aktivitesinin azaldığı gözlenmiştir. Laktisin 14'ün molekül ağırlığının ise 5000 Da olduğu belirlenmiştir (Ivanova vd., 2000).

6.4.2. Et endüstrisinde bakteriyosinler: Gıda kaynaklı birçok zehirlenmede et ve et ürünlerinin neden olduğu problemler görülmektedir. Geleneksel yöntemlerle üretilen fermente et ürünlerinde ve kanatlı etlerinde daha ciddi boyutlarda seyretmektedir. Özellikle fermente sucuk, sosis, vakum paketlenmiş et örnekleri, çiğ et gibi gıdalarda bozucu bakterilere karşı bakteriyosin ile çalışmalar yapılmıştır (Lauková vd. 1999; Belgacem vd., 2010).

Biyokoruyucu olarak 4 farklı metod ile *L. monocytogenes*'in et ürünlerinde izolasyonu yapılmıştır. Dilimlenmiş et ürünlerinin paket içerisine konularak bakteriyosin koruyucu kültüre bakılmış, et yüzeyi üzerine koruyucu kültür serpilmiş ve *L. monocytogenes*'teki azalma gözlemlenmiştir. 10 °C'de 4 hafta boyunca meydana gelen olgunlaşma sonunda 10 kob/g'lık bir azalma tespit edilmiştir (Jacobsen vd., 2003). Çalışmanın devamında yapay olarak kontamine ette bakteriyosinin etkin bir mekanizma ile antimikrobiyal ajan olarak etki ettiği bildirilmiştir.

Todorov vd. (2009)'un yaptığı çalışmada dumanlanmış balıktan izole edilen *E. feacium* ST5Ha173'ten izole edilmiş bakteriyosinin insan patojeni olan HSV1'e karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Türkiye'de yapılan bir uygulamada, Nisin'in Türk tipi sucuk hamuruna eklenmesi sonucunda, *L. monocytogenes*'in baskılandığı gözlemlenmiştir (Hampikyan, 2007). Bu inhibisyon etkisinin, artan Nisin konsantrasyonlarına paralel olarak yükseldiği belirtilmiştir. Çiğ ette nisin kullanımı ile ilgili zorluklar olduğu için, diğer bakteriyosinlerin kullanımı incelenmiştir. Leukoksin A, Enterosinler, Sakasinler, Karnobakterisinler ve Pediosin AcH/ PA-1 ile ilgili ümit vadeden sonuçlar elde edilmiştir. Pediosin AcH/ PA-1 uygulaması sonucu hedef mikroorganizmaların sayısında hızlı bir azalma gözlemlenmiştir (Nielsen vd., 1990).

6.4.3. Deniz ürünlerinde bakteriyosinler: Deniz ürünlerinde patojen bakteriler çoğunlukla gözlemlenmektedir. Bu tip tüketilen gıdalarda patojenleri engellemek ve gıdayı muhafaza etme amacıyla bakteriyosin uygulaması yapılmıştır. Salamura edilmiş karides örneklerinde iki grup karşılaştırılmıştır. 1.grup kontrol grubu 2.grup belirli konsantrasyonlarda bakteriyosin ilave edilmiş gruptur. Bavarisin A ve nisin Z ile kontrol grubuna potasyum sorbat ve sodyum benzoat eklenmiştir. İlk durumda kontrol grubunun 10, bavarisin A'lı örneğin 16, nisin Z'li örneğin 31 günlük raf ömrüne sahip olduğu gözlemlenmiştir. Potasyum sorbat ve sodyum benzoat eklenen 2.kontrol grubunun 5.hafta sonunda karides örneklerinde renk solması ve sararma meydana geldiği belirlenmiştir (Calo-Mata vd., 2008; Valenzuela vd., 2010; Chopra vd., 2014).

Birçok araştırmacı, vakum ambalajlanmış soğuk tütsülenmiş somon balığında *L. monocytogenes* üremesini kontrol için koruyucu kültür ve bakteriyosinin etkili olduğunu rapor etmişlerdir. Salamura karideslerin raf ömrünü uzatmak için kullanılan tipik yöntem sorbik ve benzoik asit ilavesidir. Bu organik asitlerin kullanımından kaynaklanan endişe nedeniyle araştırmacılar, bakteriyosinlerin koruyucu olarak kullanılabilirliğini incelemişlerdir (Rather vd., 2017).

Einarsson ve Lauzon (1995), karidesin muhafaza süresini uzatmak için nisin Z, carnocin U149 ve ham bavaricin A'nın etkilerini test etmişlerdir. Karnosin U149 ilavesinin, kontrol grubu (10 gün muhafaza edilmiş) ile karşılaştırıldığında raf ömrü üzerinde bir etki göstermediği, buna karşın bavarisin A'nın ise raf ömrünü 16 güne çıkardığını belirlemişlerdir.

Nisin Z ise 31 gün muhafazaya olanak vermiştir. Benzoat-sorbat solüsyonu ise 59 günlük muhafaza süresinde en iyi korumayı sağlamıştır.

Brillet vd. (2005), tütsülenmiş somon balığında bozulmaya neden olan *L. monocytogenes*'e karşı biyokoruyucu olarak *Carnobacterium divergens*'in ürettiği bakteriyosinin kullanarak somon balığının bozulmadan uzun süre muhafaza edileceğini belirtmişlerdir.

6.4.4. Fırıncılık ürünlerinde bakteriyosinler: Çeşitli fırıncılık ürünlerinin hazırlanması için kullanılan hamurun herhangi bir kontamint içermemesi istenmektedir. Özellikle rop ve entotoksin üreticisi kontaminantlar sonucunda istenmeyen ekmek kusurları gözlenmektedir. Bunu önlemek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada bakteriyosinlerin düşük konsantrasyonlarda (14 AU/gm) *Bacillus* vejetatif hücrelerine karşı etkiliyken, bakteriyosinin yüksek konsantrasyonla eklenmesi (23 AU/gm) endosporların öldüğü gözlenmiştir (Smith vd., 2008).

Ayrıca sıvı karamel, çikolatalı ürünler ve badem ezmesi gibi gıdalarda bozulmaya neden olan *S. aureus*, *L. monocytogenes* ve *B.cereus* gibi patojenleri AS-48 bakteriyosinin inhibe ettiği bildirilmiştir (Martínez-Viedma vd., 2008; Martínez-Viedma 2009).

6.4.5. Alkollü içeceklerde bakteriyosinler: Alkol endüstrisinde özellikle şarap fermantasyonu açısından bakteriyosinlerin kullanımı sülfüran hidrat seviyesinin azaltılması, yabancı kontaminantların gelişmesini önleme ve LAB'lerinin alkollü içeceklerde etkin gelişim ve arzu edilen aromanın üretilmesinde yardımcı olduğu belirtilmektedir (Bali vd., 2016).

Şarapta nisin ve metabisülfid birlikte mix şeklinde kullanılmış ve depolama sırasında olgunlaşmayı artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca bira aromasını ve lezzetini değiştirmeksizin bakteriyosinin yüksek seviyede fermantasyonu sağlayarak yabancı kontaminantları inhibe ettiği ve besin içeriğini artırdığı gözlenmiştir (Nauth, 2007).

6.4.6. Meyve-sebze ve sosların korunmasında bakteriyosinler: Meyve-sebzelerde çürümeye neden olan bakterilerin önlenmesi, pişirme ile veya pişirilmeden tüketilen ürünlerin sağlık açısından riske neden olduğu bilindiğinden dolayı bakteriyosinler meyve-sebzelerde denenmiştir. Özellikle *Alicyclobacillus acidoterrestris* bozucu bakterisine karşı pastörize

edilmiş asitli içeceklere bovisin eklenmiş ve bozucu bakterilerin sayısında azalma görülmüştür (De Carvalho vd., 2008; Settanni ve Corsetti, 2008). Bir başka çalışmada soya sosunda bozulmaya neden olan *L. monocytogenes*'e karşı AS-48 bakteriyosini 5 dakika sos içerisinde bekletilmiş ve süre sonundaki sayım sonucunda *L. monocytogenes* sayısında etkin bir azalma meydana gelmiştir (Molinos vd., 2005). Çeşitli antimikrobiyalere ek olarak sodyum hipoklorit (100 ppm), perasetik asit (40 ppm), polifosforik asit (% 0.1-2) ya da hekzadesilopiridinium (% 0.5) AS-48 ile birlikte kullanılmış ve Rus salatasında bozulmaya neden olan *L. monocytogenes* ve *Salmonella*'nın seviyelerinde ciddi azalma gözlenmiştir (Molinos vd., 2008a, 2008b, 2009).

6.4.7. Bebek mamalarında bakteriyosinler: *Campylobacter* patojen bakterisi gıda kaynaklı hastalıkların temelinde olan bir bakteridir. Antibiyotiklerin kullanımı ile birlikte zamanla etkisinin kaybolduğu düşünülen bu tür, zamanla ilaçlara karşı direnç mekanizmaları geliştirmiştir. Özellikle bebeklerin beslenmesinde ve metabolizmalarında sorunlara neden olmuştur. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bebeklerin beslenmesinde yer alan gıdalara bakteriyosinler ilave edilerek patojenlerin önlenmesi hedeflenmiştir.

Twomey vd. (2002)'nin gerçekleştirdikleri çalışmada yeni doğan sütü, çorba, yoğurt ve peynir gibi gıdalara enfekte olan *Campylobacter* cinsi patojeni engellemek için lacticin 3147 eklenmiş ve antimikrobiyal aktivite sonucunda ortamdan elimine edildiği rapor edilmiştir.

6.5. Aquaculture'de Bakteriyosinler

Patojenik bakteriler balık yetiştiriciliğinin de en büyük problemlerinden birisi haline gelmiştir. Hastalık, stres ve suyun kalitesini olumsuz yönden etkileyerek hastalıkların yayılmasına ve balıklarda büyümeyi teşvik eden koşulların baskılanmasına sebep olmaktadır. Bu gibi olumsuz koşulların önlenmesi için bakteriyosinlerle mücadele başlatılmıştır (Sahoo vd., 2015; Sahoo vd., 2016; Rather vd, 2017).

Vijayabaskar ve Somasundaram (2008)'in yaptıkları çalışmada tatlı su balığı *Tilapia*'da probiyotik olarak da kullanılan *Bacillus* spp.'den izole ettikleri bakteriyosini aquaculture'de en çok probleme yol açan patojen *Aeromonas hydrophila* üzerinde denemişlerdir. 25.gün sonunda kontrol grubuna kıyasla bakteriyosin enjekte edilen grupta *A. Hydrophila* seviyesinin azaldığı ve büyüme üzerindeki etkisinin bittiği gözlemlenmiştir. Ayrıca bu bakteriyosini sentezleyen bakterinin balıklar üzerinde probiyotik etkisi olduğu,

Lactobacillus cinsi bakteriler ile probiyotik yemlerin üretilmesinde kullanılarak balıkların büyütüldüğü rapor edilmiştir.

Bir diğer çalışmada ilk deniz bakterisi olan *Vibrio harveyi*'den harveyisin'in kuru sprey şeklinde balık ürünlerinin üzerine ve pakete uygulandığı, patojenleri inhibe ettiği, polietilen jeller ve diğer koruyucu maddeler ile sinerjistik etki ile bakteriyosinlerin birlikte kullanılması şeklinde patojen mikroorganizmaların ortamdan elimine edildiği bildirilmiştir (Ahmad vd., 2017).

6.6. Bakteriyosinlerin Gıda Koruyucu Uygulamaları

Takviye koruyucular olarak bakteriyosinler tam salgı ya da yarı salgı olarak hazırlanmaktadır. Özellikle buzdolabı sıcaklığında gelişen *L. monocytogenes*, hazır gıda ürünlerinde bozulmaya neden olan bir patojendir. Son zamanlarda gıda takviyesi ve sanitasyon etkinliğini artırmak amacıyla enterosin AS-48 ve enterosin RM6 bakteriyosinleri kullanılmış ve sayısal olarak patojenlerin sayısında azalma meydana gelmiştir. Gıda koruyucusu bakteriyosinler ve ZnO gibi kimyasallar nanokompozit filmler ile kaplanarak patojen mikroorganizmaların engellenmesi hedeflenmiştir. *S. aureus* ve *L. monocytogenes*'e karşı yapılan denemelerde ciddi azalmalar görülmüştür. Ayrıca antik zamanlardan bu yana gıda endüstrisi açısından önemli mikroorganizma grubu olan LAB'lerinin ürettiği bakteriyosinlerin uygulamada kullanıldığı, patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmaları inhibe ettiği rapor edilmiştir (Perez vd., 2014).

Lactobacillus gasseri LA39'dan gıda takviyesi olarak sentezlenen Gasserisin A'nın 4 °C'de 3 ay, 37 °C'de 2 ay, 60 °C'de 5 saat ve 100 °C'de 30 dakika stabil haşde kaldığı ve buzdolabı sıcaklığında bozulmaya neden olan bakterilerin gelişimini önleyerek gıdanın dolaptaki raf ömrünü artırdığı yapılan denemeler sonucunda belirlenmiştir (Ahmad vd., 2017).

Bakteriyosinler engeller teknolojisi olarak adlandırılan sistem içerisinde de başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Paket filmleri ve Modifiye Atmosfer Paketler (MAP) ile birlikte bakteriyosinler kombine halde kullanılmıştır. Bakteriyosinler ayrıca geleneksel muhafaza yöntemlerinin daha az sert koşullarda kullanımı ile hem enerji hem de maliyete yardımcı bir parametre olarak gıda endüstrisinde kullanılmıştır. Yüksek hidrostatik basınç, Darbeli Elektrik

Alan (PEF), Ozon ve birçok kimyasal madde ile bakteriyosinler sinerjistik olarak kullanılarak gıda içeriğine entegre edilmiştir (Mahapatra vd., 2005).

6.7. Ambalaj Olarak Bakteriyosinler

Geçtiğimiz yıllar ile birlikte bakteriyosinler ambalaj ile birlikte saprofitler ve patojenlerin kontrolü açısından kullanılmaktadır. Gıdalarla temas edecek olan antimikrobiyaller gıda yüzeyinde mikrobiyal gelişmeyi engelleyecektir. Materyal ile gıda mutlaka temas halinde olacaktır. Bakteriyosinin spreyleneceği, ambalaj materyaline entegre edilmesi ve gıdanın bakteriyosin çözeltisine daldırılması ile antagonistik etki sağlanmaktadır. Bu şekilde ambalaj içerisinde bakteriyosin varlığı hem patojen hem de bozulmaya neden olabilecek bakteriler açısından sorun oluşturacaktır (López-Cuellar vd., 2016; Ahmad vd., 2017).

6.8. Probiyotikler Tarafından Bakteriyosin Üretimi

Son zamanlarda üzerinde en çok çalışılan konu bakteriyosin üreticisi LAB'lerinin probiyotik özellik gösterip bağırsak florasını destekleyip insan sağlığına yarar sağlaması ve bakteriyosin üreterek *Helicobacter pylori* gibi gastrointestinal bölgede sorun oluşturan mikroorganizmaların öldürülmesi hedeflenmektedir. Şimdiye kadar tanımlanmış ticari probiyotik suş olan *Lactobacillus caseishirota* ve *Lb. johnsonii* LAB'lerinin bakteriyosin ürettikleri tespit edilmiştir. Özellik gram (+) ve gram (-) patojen bakterilerini, probiyotikler tarafından üretilen organik asitler ve bakteriyosinlerle inhibe ettikleri farklı çalışmalarla belirlenmiştir (Vuyst ve Leroy., 2007). Gıda takviyesi ve insan gastrointestinal özellik için yarar sağlayıcı olarak vurgulanan özellikleri, tıpta, gıda kalite ve güvenliğinde probiyotik LAB tarafından üretilen bakteriyosinlerin önemini daha da artıracaktır (Pal vd., 2010; Ahmad vd., 2017).

6.9. Çok Yönlü Uygulamalar

Bakteriyosinlerin atık sularda ve büyük ölçekli tarımsal bitkilerdeki dekontaminasyon için kullanımı uygun görülmüştür. Bakteriler tarafından rumende parçalanabildiğinden istenmeyen diğer bakterileri inhibe ettiği ve rumen mikrobiyal ekosisteminde önemli rol oynadığı rapor edilmiştir. Bakteriyosinlerle ilgili yapılan çalışmalar göstermektedir ki sınıf I (lantibiyotik) ve sınıf II (non-lantibiyotik) bakteriyosinler rumende aminoasit degradasyonu

sağlamakta ve metanol üretimini sınırladığı için de Rumen içerisinde kullanılabileceği bildirilmiştir (Henning vd., 2015).

LAB'lerinin üretmiş olduğu nisin ve pediosinin bağırsakta kolonize olan patojenik *Enterococci*'leri azalttığı rapor edilmiştir. Probiyotik *E. coli* Nissle1917 suşunun mikrosin H47'yi ve mikrosin M'yi üreterek neonatal daireyi önlediği tespit edilmiştir. Laktisin 3147 ve subtilosin A'nın spermidal aktivitesi ile istenilmeyen gebeliği önlemek için bir ajan olarak at ve sıçan spermelerinde kullanıldığı fakat cinselliği taşıyıcı enfeksiyon sıklığının büyümesine yardım ettiği gözlenmiştir (Ahmad vd., 2017).

Balıklarda hastalıklara neden olan *A. hydrophila*'ya karşı aşı olarak bakteriyosinlerin kullanıldığı ve balıklar üzerinde hastalık oluşturan patojenlere karşı gelecek vaad eden aşı üretildiği görülmüştür (Sahoo vd., 2016; Rather vd., 2017). Ayrıca ergenlik dönemine giren gençlerde aknelere sebep olan bakterilere karşı (*E. fecalis* SL-5) antimikrobiyal aktivite göstererek önleme, tedavi ve engelleme yaptığı bildirilmiştir (Lopez-Cuellar vd., 2016).

Transgenik patates üretiminde, çeşitli fitopatejenik patojenlere karşı depolama sırasında oluşumlarını engellemek amacıyla kullanılmıştır. Sadece patateste değil gıda ürünlerinin önemli bir bölümünde hastalıktan sorumlu birçok mutant fitopatojeni kontrol etmek için bakteriyosinlerin kullanımları önerilmektedir. Birçok çalışma her ne kadar doğal bir koruyucu olarak bakteriyosinlerin potansiyel kullanımını söylese ve bakteriyosinlerin tespit, izolasyon ve biyokimyasal karakterizasyonu ile ilgili birçok çalışma yapmış olsa da endüstriyel gıda işleme koşulları altında bunları üreten suşların fonksiyonluğu hala soru işaretidir. Ancak zorluklar ve pahalı üretimden dolayı ticari bakteriyosin preparatlarının geliştirilmesi önemli bir gelişme olacaktır (Graham vd., 2020).

7. GRAM (-) BAKTERİLER TARAFINDAN SENTEZLENEN BAKTERİYOSİNLERİNİN UYGULAMA ALANLARI

Bakteriyosinlerin başlıca kullanım alanları gıda endüstrisinde gıdaların bozulması ve gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi ve bitki hastalıklarının kontrolüdür. Bu bileşikler üzerinde son yıllarda oldukça fazla sayıda çalışma yapılmaya başlanmasının nedeni ise; bakteriyosinlerin klinik kullanım potansiyellerinin de fark edilmiş olmasıdır (Nolan vd., 2008). Günümüzde kullanılan antibiyotiklerde dirençle ilgili olarak yaşanan sorunlar araştırmacıları yeni antibakteriyel etkili kaynakların arayışına yöneltmiştir. Bu kaynaklar arasında yer alan ve bakterilerin çevredeki bakterilerle oluşan infeksiyonlara karşı en etkili silahlarından biri olan antibakteriyel etkili bakteriyosinler antibiyotiklere alternatif olarak görülmektedir (Destoumieux-Garzon vd., 2003).

Bakteriyosinlerle ilgili yapılan araştırmalarca ortaya konulan en önemli bulgu kanser araştırmalarındaki önemleridir. Normal flora elemanı bakterilerin ürettiği bakteriyosinler özellikle kolon kanserinin önlenmesinde etkin rol almaktadır. *E. coli* türünün birçok suşu tarafından üretilen kolisinlerin, bağırsak kanserini engellemedeki rollerini belirlemek üzere, normal flora elemanı oldukları bağırsakta çalışılmıştır. Gram (-) bakterilerin hücre membranlarındaki kalıcı bariyerlerin varlığından dolayı antimikrobiyal etki sadece antibiyotikler ile değil aynı zamanda bakteriyosinler ile de zordur. Bunun için birkaç bakteriyosin dışında dışarıdan müdahale olmaksızın gram (-) bakterilere etki etmek zordur. Bakteriyosin direnç genleri olduğundan hedef hücreyi inhibe etmek zordur. Gram (-) bakterilerinde özellikle bakteriyosinlere direnç geninin bulunmasından dolayı yüksek hidrostatik basınç, vurgulu elektrik alan (PEF), Etilen Diamin Tetra Asetikasit (EDTA), kloroform gibi fiziksel ve kimyasal müdahaleler ile hücre duvarını parçalayan işlemler ile bakteriyosinler sinerjistik olarak kullanılarak özellikle Gram (-) patojen bakteriler ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalar kullanılmaktadır. Parçalanan ya da por oluşturan bu işlemler sonucunda hücre içine sızan bakteriyosin protein sentezinin durması, iyon salınımı, ATP'nin sızıntısı ve germinasyonun durmasını sağlayarak hücreyi lize ettiği çeşitli çalışmalar sonucunda gözlemlenmiştir (Shammas vd. 2011).

8. BAKTERİYOSİNLERİN TOKSİSİTESİ

Sağlıklı bir insan bağırsağı 190'dan fazla cinse ait 300-400 kültüre ev sahipliği yapmakta ve baskın olarak *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Peptostreptococcus*, *Enterobacteriaceae*, *Streptococci* ve *Lactobacilli* cinsleri bulunmaktadır. LAB özellikle gıda işleme ve tıp endüstrisinde geniş uygulamalara sahiptir. LAB yaygın olarak insan ve hayvan beslenmesinde probiyotikler olarak kullanılmaktadır. Çalışmalar göstermektedir ki bakteriyosinlerin insan, hayvan ya da herhangi bir organizmada toksisitesi bulunmamaktadır. Çünkü bu metabolitler toksik olmayan aminoasitler oldukları için proteazlar tarafından parçalanmaktadır. Nisin'in etkisi nisin üreticisi *Lactococcus lactis* CHCC5826 suşu ve nisin olmayan üretici *L. lactis* CHCH2862'nin iç mikrobiyotası sıçanlarda çalışılmıştır. Önemli olarak hem nisin üreticisi hem de nisin olmayan *L. lactis* suşlarının varlığından dolayı fekal örneklerde *Enterococci*/*Streptococci* azalırken *Bifidobacterium* hücreleri artış göstermiştir.

Toksisite çalışmaları ve kullanım sürelerinin uzun dönem oluşu nisinin kullanımının güvenli olabildiğini göstermiş fakat HT29 ve Caco-2 epitel hücre hatlarına karşı nisinin düşük sitotoksitede olduğu görülmüştür. Pediosin PA-1'in sitotoksitesi Vero maymun böbrek hücreleri ve insan kolon hücrelerine trans etki gösteren simian virüs 40'a karşı çalışmalarda başarılı uygulamaları rapor edilmiştir (Zheng vd., 2009). Toksisite testleri dışında insan mikrobiomundan izole edilen bakteriyosinlerin de olduğu ve önemli hastalıklara karşı vücutta direnç mekanizmasında rol aldığı bildirilmiştir. Özellikle insan vücudunun farklı bölgelerindeki bakteri mikroflorasının bakteriyosin üreticisi olabileceği tespit edilmiştir (Zheng vd., 2015).

9. TİCARETİ UYGUN OLAN BAKTERİYOSİNLER

Ticari ölçekte biyokoruyucuların kullanımı için toksik olmayan, sabit, düşük konsantrasyonda, uluslararası kurum ve kuruluşlarca kabul görmüş, ekonomik, gıda üretiminde organoleptik özellikleri etkilemeyen gibi bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Her ne kadar subtilin, sereisin, turisin, plantarisin ve laktisin 3147 gibi bakteriyosinler farklı uygulamalarda kullanılmasına rağmen nisın ve pediosin dışında ticari statüde herhangi bir bakteriyosinin gıda koruyucusu olarak kullanılması mümkün değildir. Nisın, geniş etki spektrumuna sahip olan *Lc. lactis* tarafından üretilen, 3354.25 Da moleköl ağırlığına sahip, bünyesinde 27 aminoasit barındıran, düşük pH'da stabilitesi ve çözünürlüğü yüksek, kuru formda yıllarca özelliğini yitirmeden etki eden ve geniş etki spektrumuna sahip bir bakteriyosindir (Altuğ, 2001; Samelis vd., 2005; Ahmad vd., 2017).

Nisın FDA tarafından onaylı GRAS statüsünde gıdalarda kullanılabilen tek bakteriyosindir. Nisın, gıdanın raf ömrünü artırmak ve gıda bozucularını engellemek amacıyla süt ürünleri, konserve gıdalar ve et ürünleri gibi birçok gıda sisteminde kullanılan çok etkili bir bakteriyosindir. Ayrıca nisın gıdada bulunan Gram (+) bakterilerin neredeyse tamamını inhibe etme özelliğine sahip olan bir bakteriyosindir. Nisın dışında kullanımına izin verilen pediosin ise sadece hayvan yemlerinde kullanılan özellikle mastitis'e neden olan enfeksiyon bakterilerine karşı etkili olup süte geçmesini engelleyen bir bakteriyosindir (Chen vd., 2008; EC 2002, 2013, 2014). Bakteriyosin tarama sistemi ile birlikte (BAGEL) bakteriyosinin üretildiği suş, etki mekanizması, kullanılabilirliği, hassaslığı, gen yapısı, tanımlanması, karakterizasyonu ve diğer birçok uygulama web bazlı bir araç ile gerçekleştirilmektedir (De Jong vd., 2006; De Jong vd., 2010; Van Heel vd., 2011; Van Heel vd., 2013).

10. NİSİNİN GIDALARDA KULLANIMI

Nisin doğal bir antimikrobiyal madde olması, toksik olmaması, sindirim enzimleri tarafından kolayca parçalanması ve üretici bakteri *Lc. lactis*'in GRAS statüsünde bir mikroorganizma olması nedeniyle gıda sanayinde en çok uygulama alanı bulan ve üzerinde en çok çalışılan bakteriyosindir. Nisin, 1953 yılından beri Nisaplin (Applin&Barret Ltd., UK) ticari adıyla hazır preparat olarak piyasada satılmaktadır. Nisaplin yaklaşık olarak % 2.5 oranında nisin içermektedir (Delves- Broughton, 2005).

Nisin, özellikle peynir, sıvı yumurta ürünleri, düşük asitli konserve gıdalar, çeşitli pastörize süt ürünleri ve salata soslarının mikrobiyel kontaminantlardan korunması amacı ile 50'den fazla ülkede kullanılmaktadır. Peynirlerde nisin kullanımının temel amacı; peynir üretimi ve olgunlaşması sırasında ciddi problemlere neden olan *L. monocytogenes* kontaminasyonlarından korunmaktır (Delves-Broughton, 2005). Peynir üretiminde karşılaşılan bir diğer önemli sorun *Clostridium* cinsi üyesi bakterilerden kaynaklanan bütirik asit fermentasyonudur. Nisin özellikle *C. tyrobutiricum* sporlarının gelişimini engellemek amacıyla pastörize peynir üretiminde kullanılmaktadır (Schillinger vd., 1995).

Salata sosları, bira, şarap, elma suyu gibi ısıl işlem uygulanamayan gıdalarda nisin kullanılarak istenmeyen LAB'lerinin gelişimine engellenmektedir. Bunun dışında mayalar nisine karşı dirençli mikroorganizmalar olmalarına karşın alkol fermentasyonu sırasında nisin eklendiğinde aktivite gösterebilmektedir (Delves-Broughton, 2005). Nisin medikal uygulamalarda da kullanılmaktadır. Nisinin *Helicobacter pylori*'nin gelişmesini ve kolonizasyonunu engelleyerek ülseri tedavi edici özelliğe sahip olduğu belirlenmiştir (Gillor vd., 2005). Ayrıca, sığır mastitis tedavisinde nisin, mastitis etmeni *Streptococcus* ve *Staphylococcus* türlerine karşı güçlü bakterisidal etki göstermektedir (Sears vd., 1995; Cao vd., 2007; Wu vd., 2007).

L. lactis spp. *lactis* suşlarının ürettiği nisin alfa-kimotripsin, pankreatin ve nisini duyarlı olmasına karşın tripsin, pepsin, erapsin, elastaz, lipaz ve karboksipeptidaz enzimlerine karşı dayanıklıdır. Asidik pH (pH 4.0 ve altındaki değerlerde) koşullarında stabilitesini korumasına karşın pH 8.0'in üstündeki değerlerde aktivitesini tamamen kaybetmektedir. Buzdolabı ve daha düşük derecelerde depolama koşullarında aktivitesini uzun süre muhafaza etmektedir. Aminoasit sayısı 34 olan nisinin molekül ağırlığı 3510 Da'dur. Asidik koşullarda

uygulanan ısıt işlemlere (121°C’de 15 dk) oldukça dayanıklı, ancak pH 5.0 ve 6.8’de aynı koşullarda uygulanan ısıt işlemlerde aktivitesinde % 50 ve % 90 oranında azalma meydana gelmektedir (Ray, 1993).

11. SONUÇ

Bakteriyosinlerin anti-bakteriyel aktiviteleri geniş spektrumu biyokoruyucular olarak birçok gıda ürününde kullanım imkânı sağlamaktadır. Fakat özel gıda ürünleri için bakteriyosinin kullanımı sadece gıda kaynaklı patojenleri değil aynı zamanda Laktik Asit Bakterileri (LAB) ve temel gıda proseslerini değiştirebilmektedir. Bu mikroorganizmaları bazı bakteriyosinlerin inhibe etmek zorunda oldukları rapor edilmiştir.

Açıktır ki ulaşılabilen bakteriyosinlerin sayısı 230 ile sınırlı değildir. Yüksek resolüsyon, duyarlılık, tespitin hızlı ya da yavaş olmasıyla analitik metodların gelişimini karakterize etmeye izin vererek araştırmaların ilerlemesine ve bakteriyosinlerin sayısının artmasını sağlayacak çalışmaların yapılmasına olanak sağlayacaktır. Fakat protokolün seçimi, çeşitli ekstraksiyon karışımları, presipitasyon (çöktürme), ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon, kromatografik, elektroforetik ve diğer moleküler metodlar oldukça düşük kültürlü besiyerlerindeki bakteriyosinleri bile belirlemeye yardımcı olacaktır. Uygun yöntem seçimi araştırmaların amacına (bakteriyosin varlığının doğrulanması, tespit ve tanımlama ile saflaştırma) göre analiz edilecek örneklerin miktarına, yöntemin duyarlılığına ve değerine bağlı olarak yapılacaktır.

In-situ bakteriyosin üretimi üzerindeki araştırmalardan verilerin analizleri bakteriyosin sentezleyen LAB kültürlerinin potansiyel uygulamaları için dışarıda bahsedilecek herhangi bir konu yoktur ama süt endüstrisi için bu durum biyoteknolojik açıdan büyük öneme sahiptir. LAB'lerinin potansiyel uygulamaları ve bakteriyosinojenik kültürlerin kullanımı yaygın olarak devam etmektedir. Süt endüstrisinde en önemli konu maliyeti azaltacak şekilde ürünü en iyi noktaya getirmektir. Gıda ürünlerinin yüzeyine koruyucu kültürler olarak ve fermente gıdalar için starter kültür şeklinde bakteriyosinojenik kültürler ekleme şeklinde kullanımları bulunmaktadır. Büyük çeşitliliğe karşın gıda kalite güvenliğini geliştirmek için potansiyel gıda uygulamaları, gıda zincirindeki antimikrobiyal çeşitliliği artırma amacını taşımaktadır. Tüketicilere doğal süt ürünlerini hem teknolojik hem de geleneksel yöntemlerden uzaklaşmadan sunmak bu sistemlerle birlikte amaçlanmaktadır. Bu amaçla bakteriyosinojenik kültürlerin starter olmalarının yanı sıra gıda kalite ve güvenliğini geliştiren biyokoruyucular olarak görülmektedir. Bu bağlamda teknolojik açıdan starter olmayan LAB suşlarından starter kültürlerle gen aktarımı ile bakteriyosin üreticisi genlerin aktarımı ile bakteriyosin üreten genler aktarılacak ve in-situ çalışmalarda bakteriyosinojenik kültürlerin varlığı araştırılacaktır. Gıda

endüstrisinde bu kültürlerin yeni uygulamaları ile besinsel açıdan insan sağlığına doğrudan yarar sağlayacak gıda üretilecektir.

Burada özetlenen bilgi şu çıkarıma sebep olabilir. Maliyeti büyük ölçüde etkileyecek yöntemler ki, gıda ürünlerinin yüzeyine koruyucu kültür olarak, fermente gıdalar için gerekli kültürler, starter olarak bakteriyosin üretici kültürlerin kullanılması bakteriyosinlerin uygulamadaki hedefleri arasında yer almaktadır. Büyük çeşitliliğe rağmen bakteriyosinler gıda kalite-güvenliği ve gıda zincirinde antimikrobialer alternatif olarak gıda zincirini geliştirmek için alternatif olacaktır.

LAB tarafından in-situ bakteriyosin üretimi hakkında bilinenler hem bu mikroorganizmaların bilinen uygulamalarını geliştirmek hem de gıda endüstrisinde bu kültürlerin uygulamalarındaki yeni yönlerini iyileştirmek için uygulanabilmektedir. LAB'lerinin bazı özellikleri gıdalardaki besin değerleri bakımından sağlık üzerinde anahtar rol oynayabilir. LAB'de bulunan fizyolojik özelliklerin bazıları için ilerleyen araştırmalar için bakteriyosinlerin uygulamaları yarar sağlayacak ve geliştirilecektir. Dahası LAB, gelecekteki genetik ve fizyolojik araştırmalar için model organizmalar olarak tipik bakteriyosin üreticisi şeklinde çoğunlukla kullanılacaktır.

Gelişen teknoloji ve inovatif çalışmalarla birlikte tüketilen gıdaların güvenilirliğine verilen önem de artmaktadır. Kontrollü mikroflora veya antibakteriyel madde kullanımı ile uzun raf ömrü ve güvenli gıda üretimi sağlama olanağı sunulmaktadır. LAB ya da bu bakterilerin ürettikleri bakteriyosin gibi maddeler güvenli ve doğal olmaları nedeniyle gıda üretiminde patojenlere karşı inhibitör olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple LAB'nde bakteriyosin üretimi ile ilgili çalışmalar giderek daha fazla ilgi görmektedir. Farklı alanlarda denemesi gerçekleştirilen bakteriyosinler özellikle gıda endüstrisinde sorun oluşturan patojen ve bozulmaya neden olan bakterilere karşı ürünü koruyan bir etkiye sahiptir. Burada hedef bakterinin starter kültür olarak kullanılıp bakteriyosin üretmesi şeklindedir. Değişik uygulamalar sonucunda bakteriyosinlerin gıda endüstrisinin hedeflediği sağlıklı besin ögesini oluşturma adına bakteriyosinler istenilen düzeyde gıda üretimini gerçekleştirmede yardımcı olacaktır. Gıdalarda güvenli olarak kabul edilen ve sınırlı da olsa kullanımına izin verilen 205 dilmiş dışında diğer bakteriyosinlerin kullanımına izin verilmemektedir. Patojen mikroorganizmalar üzerinde önemli derecede etkili olmaları nedeniyle, bakteriyosinler üzerindeki çalışmalar oldukça önem kazanmıştır. Ayrıca bazı koruyucu madde ve proseslerle

birlikte kullanımlarının, gıdaların mikrobiyolojik kalitesi üzerinde daha fazla etkili olması nedeniyle bu konuda daha fazla araştırmaya gereksinim duyulmaktadır.Sadece gıda üzerinde değil tıp, eczacılık, veterinerlik ve aquaculture gibi alanlarda da bakteriyosinler denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Buradaki hedef ilerleyen teknolojik gelişmeler ile birlikte bakteriyosinlerin geniş spektrumda kullanılmasıdır.

12. KAYNAKÇA

Abriouel, H., Franz, C. M., Omar, N. B., Gálvez, A. (2011) Diversity and applications of *Bacillus* bacteriocins. *FEMS Microbiology Reviews*. 35(1): 201-232.

Ahmad, V., Khan, M. S., Jamal, Q. M. S., Alzohairy, M. A., Al Karaawi, M. A., Siddiqui, M. U. (2017) Antimicrobial potential of bacteriocins: in therapy, agriculture and food preservation. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 49(1): 1-11.

Altuntaş, E. G., Ayhan, K., Gözde, O. K. C. U., Erkanlı, K., Balcı, M. H., Sonakin, Ş. S. (2010) Çiğ süt ve peynir örneklerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin antimikrobiyel aktiviteleri. *Gıda*. 35(3): 197-203.

Alvarez-Cisneros, Y. M., Sáinz Espuñes, T. R., Wachter, C., Fernandez, F. J., Ponce-Alquicira, E. (2011) Enterocins: Bacteriocins with applications in the food industry. *Science against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and Technological Advances*. 2nd ed.(Ed: A. Méndez-Vilas), *Formatex Research Center, Badajoz*. 1112-1123.

Alvarez-Sieiro, P., Montalbán-López, M., Mu, D., Kuipers, O.P. (2016). Bacteriocins of lactic acid bacteria: extending the family. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 100(7): 2939-2951.

Altuğ, T. (2001) Gıda katkı maddeleri. *Meta Basım, İzmir*, 281, 53-77.

Ávila, M., Gómez-Torres, N., Hernández, M., Garde, S. (2014) Inhibitory activity of reuterin, nisin, lysozyme and nitrite against vegetative cells and spores of dairy-related *Clostridium* species. *International Journal of Food Microbiology*. 172: 70-75.

Bali, V., Panesar, P.S., Bera, M.B. (2011) Isolation, screening and evaluation of antimicrobial activity of potential bacteriocin producing lactic acid bacteria isolate. *Microbiol Journal*, 1: 113–19.

Bali, V., Panesar, P.S., Bera, M.B. (2013) Effect of bacteriocin extracted from *Enterococcus faecium* BS 13 on shelf life of paneer and khoya. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2(1): 5-11.

Bali, V., Panesar, P.S., Bera, M. B., Kennedy, J.F. (2016). Bacteriocins: recent trends and potential applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 56(5): 817-834.

Belgacem, Z. B., Abriouel, H., Omar, N. B., Lucas, R., Martínez-Canamero, M., Gálvez, A., Manai, M. (2010) Antimicrobial activity, safety aspects, and some technological properties of bacteriocinogenic *Enterococcus faecium* from artisanal Tunisian fermented meat. *Food Control*. 21(4): 462-470.

Braïek, O. B., Cremonesi, P., Morandi, S., Smaoui, S., Hani, K., Ghrairi, T. (2018) Safety characterisation and inhibition of fungi and bacteria by a novel multiple enterocin-producing *Enterococcus lactis* 4CP3 strain. *Microbial Pathogenesis*. 118: 32-38.

Beshkova, D., Frengova, G. (2012) Bacteriocins from lactic acid bacteria: microorganisms of potential biotechnological importance nisin dairy industry. *Engineering in Life Sciences*. 12(4): 419-432.

Bilgin, H. (2008) Fermente süt ürününden izole edilen bakteriyosinojenik bir bakterinin antimikrobiyal aktivitesi. Master's thesis, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tokat, 55.

Biswas, S. R., Ray, P., Johnson, M. C., & Ray, B. (1991). Influence of growth conditions on the production of a bacteriocin, pediocin AcH, by *Pediococcus acidilactici* H. *Applied and Environmental Microbiology*, 57(4), 1265-1267.

Braun, V., Pilsel, H., Groß, P. (1994) Colicins: structures, modes of action, transfer through membranes, and evolution. *Archives of microbiology*. 161(3): 199-206.

Brillet, A., Pilet, M. F., Prevost, H., Cardinal, M., Leroi, F. (2005) Effect of inoculation of *Carnobacterium divergens* V41, a biopreservative strain against *Listeria monocytogenes* risk, on the microbiological, chemical and sensory quality of cold-smoked salmon. *International Journal of Food Microbiology*. 104(3): 309-324.

Burton, J. P., Chilcott, C. N., Wescombe, P. A., Tagg, J. R. (2010) Extended Safety Data Nisin Oral Cavity Probiotic *Streptococcus salivarius* K12. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 2: 135-144.

Calo-Mata, P., Arlindo, S., Boehme, K., de Miguel, T., Pascoal, A., Barros-Velazquez, J. (2008) Current applications and future trends of lactic acid bacteria and their bacteriocins nisin biopreservation of aquatic food products. *Food and Bioprocess Technology*. 1(1): 43-63.

Campion, A., Morrissey, R., Field, D., Cotter, P. D., Hill, C., Ross, R.P. (2017) Use of enhanced nisin derivatives in combination with food-grade oils or citric acid to control *Cronobacter sakazakii* and *Escherichia coli* O157: H7. *Food microbiology*. 65: 254-263.

Cao, L. T., Wu, J. Q., Xie, F., Hu, S. H., Mo, Y. (2007) Efficacy of nisin in treatment of clinical mastitis in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 90(8): 3980-3985.

Cascales, E., Buchanan, S. K., Duché, D., Kleanthous, C., Lloubes, R., Postle, K., Cavard, D. (2007) Colicin biology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 71(1): 158-229.

Chen, H.C, Hoover, D.G. (2003) Bacteriocins and their food applications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2(3): 82-100.

Chen, H. C., Wang, S. Y., Chen, M. J. (2008) Microbiological study of lactic acid bacteria in kefir grains by culture-dependent and culture-independent methods. *Food microbiology*. 25(3): 492-501.

Chopra, L., Singh, G., Choudhary, V., Sahoo, D. K. (2014). Sonorensin: an antimicrobial peptide, belonging to the heterocycloanthracin subfamily of bacteriocins, from a new marine isolate, *Bacillus sonorensis* MT93. *Applied and Environmental Microbiology*. 80(10): 2981-2990.

Cintas, L. M., Casaus, P., Herranz, C., Håvarstein, L. S., Holo, H., Hernández, P. E., Nes, I. F. (2000) Biochemical and genetic evidence that *Enterococcus faecium* L50 produces enterocins L50A and L50B, the sec-dependent enterocin P, and a novel bacteriocin secreted without an N-terminal extension termed enterocin Q. *Journal of Bacteriology*. 182(23): 6806-6814.

Cintas, L. M., Casaus, M. P., Herranz, C., Nes, I. F., & Hernández, P. E. (2001). Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Food Science and Technology International*, 7(4), 281-305.

Cleveland, J., Montville, T.J., Nes, I.F., Chikindas, M.L. (2001) Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International journal of food microbiology*. 71(1): 1-20.

Cotter, P. D., Hill, C., Ross, R. P. (2005) Bacterial lantibiotics: strategies to improve therapeutic potential. *Current Protein and Peptide Science*. 6(1): 61-75.

Daeschel, M.A. (1989) Antimicrobial substances from lactic acid bacteria for use as food preservatives. *Food Technology (Chicago)*. 43(1): 164-167.

De Carvalho, A.A.T., Vanetti, M.C.D., Mantovani, H.C. (2008) Bovicin HC5 reduces thermal resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* in acidic mango pulp. *Journal of Applied Microbiology*. 104(6): 1685-1691.

De Jong, A., Van Heel, A.J., Kok, J., Kuipers, O.P. (2010) BAGEL2: mining for bacteriocins in genomic data. *Nucleic Acids Research*. 38 (suppl_2), W647-W651.

De Jong, A., van Hijum, S. A., Bijlsma, J. J., Kok, J., Kuipers, O. P. (2006) BAGEL: a web-based bacteriocin genome mining tool. *Nucleic Acids Research*. 34: 273-279.

De Martinis, E.C.P., Alves, V.F., Franco, B.D.G.D.M. (2002) Fundamentals and perspectives for the use of bacteriocins produced by lactic acid bacteria in meat products. *Food Reviews International*. 18(2-3): 191-208.

De Vuyst, L., Leroy, F. (2007) Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Microbial Physiology*. 13(4): 194-199.

Delves- Broughton, J. (2005) Nisin as a food preservative. *Food Australia*. 57(12): 525-527.

Destoumieux-Garzón, D., Thomas, X., Santamaria, M., Goulard, C., Barthélémy, M., Boscher, B., Bessin, Y., Molle, G., Pons, A., Letellier, Ş., Peduzzi, J., Rebuffat, S. (2003) Microcin E492 antibacterial activity: Evidence for a TonB-dependent inner membrane permeabilization on *Escherichia coli*. *Molecular Microbiology*. 49(4): 1031-1041.

Diaz, D. (2007) Effect of *Bacillus amyloliquefaciens* CECT-5940 spores on broiler performance and digestibility. Published online: <http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/articles/effect-Bacillus-amyloliquefaciens-cect5940-t795/p0.htm>.

Dinçer, E., Kıvanç, M., Karaca, H. (2010) Biyokoruyucu olarak laktik asit bakterileri. *Gıda*. 35(1): 1-8.

Drider, D., Bendali, F., Naghmouchi, K., Chikindas, M.L. (2016) Bacteriocins: not only antibacterial agents. *Probiotics Antimicrob Proteins*. 8: 177–182.

EC (2002). Commission directive 2002/72/EC. The Commission of the European Communities (EC), *Official Journal of the European Communities*, 220: 18–58.

EC (2013). Commission regulation (EU) No 101/2013. The Commission of the European Communities (EC), *Official Journal of the European Union*. 34: 1–3.

EC (2014). Commission regulation (EU) No 601/2014. The Commission of the European Communities (EC), *Official Journal of the European Union*. 166: 11–21.

Einarsson, H., Lauzon, H. L. (1995) Biopreservation of brined shrimp (*Pandalus borealis*) by bacteriocins from lactic acid bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*. 61(2): 669-676.

Ennahar, S., Sonomoto, K., Ishizaki, A. (1999) Class IIa bacteriocins from lactic acid bacteria: antibacterial activity and food preservation. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 87(6): 705-716.

Ferreira, A. E., Canal, N., Morales, D., Fuentesfria, D. B., Corção, G. (2007) Characterization of enterocins produced by *Enterococcus mundtii* isolated from humans feces. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 50: 249-258.

Folquie-Moreno, M., Sarantinopoulos, P., Tsakalidou, E., De Vuyst, L. (2006) The role and application of enterococci in food and health. *International journal of food microbiology*. 106(1): 1-24.

García, P., Rodríguez, L., Rodríguez, A., Martínez, B. (2010) Food biopreservation: promising strategies using bacteriocins, bacteriophages and endolysins. *Trends in food science and technology*. 21(8): 373-382.

García-Cano, I., Serrano-Maldonado, C. E., Olvera-García, M., Delgado-Arciniega, E., Peña-Montes, C., Mendoza-Hernández, G., Quirasco, M. (2014) Antibacterial activity produced by *Enterococcus* spp. Isolated from an artisanal Mexican dairy product, Cotija cheese. *LWT-Food Science and Technology*. 59(1): 26-34.

Garsa, A. K., Kumariya, R., Sood, S. K., Kumar, A., Kapila, S. (2014) Bacteriocin production and different strategies for their recovery and purification. *Probiotics and antimicrobial proteins*. 6(1): 47-58.

Ghequire, M.G., Kemland, L., De Mot, R. (2017) Novel immunity proteins associated with colicin M-like bacteriocins exhibit promiscuous protection in *Pseudomonas*. *Frontiers in microbiology* 8: 93.

Gillor, O., Nigro, L. M., Riley, M. A. (2005) Genetically engineered bacteriocins and their potential as the next generation of antimicrobials. *Current Pharmaceutical Design*. 11(8): 1067-1075.

Gómez, N. C., Abriouel, H., Grande, M. J., Pulido, R. P., Gálvez, A. (2013) Combined treatments of enterocin AS-48 with biocides to improve the inactivation of methicillin-sensitive and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* planktonic and sessile cells. *International journal of food microbiology*. 163(2-3): 96-100.

Gök Charyyev, M., Özden Tuncer, B., Akpınar Kankaya, D., Tuncer, Y. (2019) Bacteriocinogenic properties and safety evaluation of *Enterococcus faecium* YT52 isolated from boza, a traditional cereal based fermented beverage. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*. 14(1): 41-53.

Graham, K., Stack, H., Rea, R. (2020) Safety, beneficial and technological properties of enterococci for use in functional food applications—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 60(22): 3836-3861.

Grosu-Tudor, S. S., Stancu, M. M., Pelinescu, D., Zamfir, M. (2014) Characterization of some bacteriocins produced by lactic acid bacteria isolated from fermented foods. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 30(9): 2459-2469.

Hampikyan, H., Çolak, H. (2007) Nisin ve gıdalardaki antimikrobiyal etkisi. *TSK Koruyucu HekimlikBülteni*. 6(2): 142-147

Henning, C., Gautam, D., Muriana, P. (2015) Identification of multiple bacteriocins in *Enterococcus* spp. Using an *Enterococcus*-specific bacteriocin PCR array. *Microorganisms*. 3(1): 1-16.

Howard, B.J., Keiser, J.F., Smith, T.F., Weissfeld, A.S., Tilton, R.C. (1993) *Clinical and pathogenic microbiology*. 2nd Edition. A.C.V. Mosby. Imprint Of Mosby-Year Book Inc. St. Louis., 383-423.

Ivanova, I., Kabadjova, P., Pantev, A., Danova, S., Dousset, X. (2000) Detection, purification and partial characterization of a novel bacteriocin substance produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* B14 isolated from boza-Bulgarian traditional cereal beverage. *Biocatalysis*. 41(6): 47-53.

Jacobsen, T., Budde, B. B., Koch, A. G. (2003) Application of *Leuconostoc carnosum* for biopreservation of cooked meat products. *Journal of Applied Microbiology*. 95(2): 242-249.

Jeevaratnam, K., Jamuna, M., Bawa, A.S. (2005) Biological preservation of foods– Bacteriocins of lactic acid bacteria. *Indian Journal of Biotechnology*. 4: 446-454

Kaškonienė, V., Ruočkusienė, G., Kaškonas, P., Akuneca, I., & Maruška, A. (2015). Chemometric analysis of bee pollen based on volatile and phenolic compound compositions and antioxidant properties. *Food Analytical Methods*, 8(5), 1150-1163.

Kaškonienė, V., Stankevičius, M., Bimbiraitė-Survilienė, K., Naujokaitytė, G., Šernienė, L., Mulkytė, K., Maruška, A. (2017) Current state of purification, isolation and analysis of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 101(4): 1323-1335.

Kaškonienė, V., Stankevičius, M., Drevinskas, T., Akuneca, I., Kaškonas, P., Bimbiraitė-Survilienė, K., Maruska, A., Ragaz'inskiene, O., Kornyšova, O., Briedis, V., Ugenskienė, R. (2015). Evaluation of phytochemical composition of fresh and dried raw material of introduced *Chamerion angustifolium* L. using chromatographic, spectrophotometric and chemometric techniques. *Phytochemistry*, 115, 184-193.

Kaur, B., Balgir, P. P., Mittu, B., Kumar, B., Garg, N. (2013) Biomedical applications of fermenticin HV6b isolated from *Lactobacillus fermentum* HV6b MTCC10770. *BioMed Research International*. 1- 8

Kavas, G., Kavas, N. (2012) Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyel Aktiviteleri. *Gıda*, 17(9): 91-94.

Kiran, F., Önlü, H., Osmanagaoglu, Ö. (2013) Genetigi modifiye Edilmiş bakteriyosinler/Genetically modified bacteriocins. *Journal of Cell and Molecular Biology*. 11(1/2): 1.

Klaenhammer, T.R. (1993) Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. *FEMS microbiology reviews*. 12(1-3): 39-85.

Klaenhammer, T. R. (2000). Probiotic bacteria: today and tomorrow. *The Journal of nutrition*, 130(2), 415S-416S.

Koral, G., Tuncer, Y. (2014) Nisin Z-Producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* GY 132 Isolated from B oza. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38(3): 1044-1053.

Kurt, Ş., Zorba, Ö. (2005) Bakteriyosinler ve gıdalarda kullanım olanakları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 16(1): 77-83.

Lagos, R., Baeza, M., Corsini, G., Hetz, C., Strahsburger, E., Castillo, J. A., & Monasterio, O. (2001). Structure, organization and characterization of the gene cluster involved in the production of microcin E492, a channel-forming bacteriocin. *Molecular microbiology*, 42(1), 229-243.

Langa, S., Arqués, J. L., Medina, M., & Landete, J. M. (2017). Coproduction of colicin V and lactic acid bacteria bacteriocins in lactococci and enterococci strains of biotechnological interest. *Journal of Applied Microbiology*. 122(5): 1159-1167.

Lauková, A., Czikková, S., Laczková, S., Turek, P. (1999) Use of enterocin CCM 4231 to control *Listeria monocytogenes* in experimentally contaminated dry fermented Hornad salami. *International Journal of Food Microbiology*. 52(1-2): 115-119.

López-Cuellar, M. D. R., Rodríguez-Hernández, A. I., & Chavarría-Hernández, N. (2016). LAB bacteriocin applications in the last decade. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 30(6): 1039-1050.

Lortal, S., Chapot-Chartier, M.P. (2005) Role, mechanisms and control of lactic acid bacteria lysis in cheese. *International Dairy Journal*. 15(6-9): 857-871.

Mahapatra, A. K., Muthukumarappan, K., Julson, J. L. (2005) Applications of ozone, bacteriocins and irradiation in food processing: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 45(6): 447-461.

Malek, R., El-Attar, A., Mohamed, M., Anwar, S., El-Soda, M., Béal, C. (2012) Technological and safety properties display biodiversity among enterococci isolated from two Egyptian cheeses, “Ras” and “Domiat”. *International Journal of Food Microbiology*. 153(3): 314-322.

Martínez -Viedma, P., Abriouel, H., Ben Omar, N., Lucas, R. Gálvez, A. (2009) Anti-staphylococcal effect of enterocin AS-48 in bakery ingredients of vegetable origin, alone and in combination with selected antimicrobials. *Journal of Food Science*. 74(7):384–389

Martínez-Viedma, P., Abriouel, H., Omar, N. B., Valdivia, E., López, R. L., Gálvez, A. (2008) Inactivation of exopolysaccharide and 3-hydroxypropionaldehyde-producing lactic acid

bacteria in apple juice and apple cider by enterocin AS-48. *Food and Chemical Toxicology*. 46(3): 1143-1151.

Ming, X., Daeschel, M. A. (1993) Nisin resistance of foodborne bacteria and the specific resistance responses of *Listeria monocytogenes* Scott A. *Journal of Food Protection*. 56(11): 944-948.

Molinos, A. C., Abriouel, H., López, R. L., Omar, N. B., Valdivia, E., Gálvez, A. (2008a) Inhibition of *Bacillus cereus* and *Bacillus weihenstephanensis* in raw vegetables by application of washing solutions containing enterocin AS-48 alone and in combination with other antimicrobials. *Food microbiology*. 25(6): 762-770.

Molinos, A. C., Abriouel, H., López, R. L., Valdivia, E., Omar, N. B., Gálvez, A. (2008b) Combined physico-chemical treatments based on enterocin AS-48 for inactivation of Gram-negative bacteria in soybean sprouts. *Food and chemical toxicology*. 46(8): 2912-2921.

Molinos, A. C., Abriouel, H., López, R. L., Omar, N. B., Valdivia, E., Gálvez, A. (2009) Enhanced bactericidal activity of enterocin AS-48 in combination with essential oils, natural bioactive compounds and chemical preservatives against *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat salad. *Food and Chemical Toxicology*. 47(9): 2216- 2223.

Molinos, A.C., Abriouel, H., Ben Omar, N., Valdivia, E., Lucas-López, R., Maqueda, M., Martínez-Cañamero, M., Gálvez, A. (2005) Effect of immersion solutions containing enterocin AS-48 on *Listeria monocytogenes* in vegetable foods. *Applied and Environmental Microbiology*. 71: 7781–7787.

Moreno, I., Lerayer, A.S.L., Leitao, M.F.F. (1999) Detection and characterization of bacteriocin producing *Lactococcus lactis* strains. *Review of Microbiology*. 30:130–6.

Nalvuran, Z. (2013) Peynirlerden izole edilen farklı *Enterococcus* türlerinin bakteriyosin üretme yeteneklerinin ve bakteriyosinlerinin karakteristiklerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi. Konya. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü).

Nauth, K. R. (2007) *U.S. Patent No. 7,186,426*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Nes, I. F., Holo, H. (2000) Class II antimicrobial peptides from lactic acid bacteria. *Peptide Science*. 55(1): 50-61.

Nielsen, J. W., Dickson, J. S., Crouse, J. D. (1990) Use of a bacteriocin produced by *Pediococcus acidilactici* to inhibit *Listeria monocytogenes* associated with fresh meat. *Applied and Environmental Microbiology*. 56(7): 2142-2145.

Nolan, E.M., Walsh, C.T. (2008) Investigations of the MceIJ-catalyzed posttranslational modification of the microcin E492 C-terminus: linkage of ribosomal and nonribosomal peptides to form “trojan horse” antibiotics. *Biochemistry*. 47(35): 9289-9299.

Osmanağaoğlu, Ö., Kiran, F., Gül, N. (2005) Effect of Pediocin Dt10 on *Leuconostoc mesenteroides* Oz-N3 Cells. *Journal of food safety*. 25(4): 303-317.

Özden Tuncer, B., Ay, Z., Tuncer, Y. (2013) Occurrence of enterocin genes, virulence factors, and antibiotic resistance in 3 bacteriocin-producer *Enterococcus faecium* strains isolated from Turkish tulum cheese. *Turkish Journal of Biology*. 37(4): 443-449

Pal, V., Pal, A., Patil, M. M., Ramana, K. V., Jeevaratnam, K. (2010) Purification, characterization and application of pediocins from *Pediococcus pentosaceus* isolates. *Journal of Food Processing and Preservation*. 34: 1064-1079.

Perez, R. H., Zendo, T., Sonomoto, K. (2014) Novel bacteriocins from lactic acid bacteria (LAB): various structures and applications. *Microbial cell factories*. 13(1): 1-13.

Ramos, B., Brandão, T. R., Teixeira, P., Silva, C. L. (2020) Biopreservation approaches to reduce *Listeria monocytogenes* in fresh vegetables. *Food microbiology*. 85: 103282.

Rather, I. A., Galope, R., Bajpai, V. K., Lim, J., Paek, W. K., Park, Y. H. (2017) Diversity of marine bacteria and their bacteriocins: applications in aquaculture. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*. 25(4): 257-269.

Ray, B. (1993) Pediocins of *Pediococcus acidilactici* as food biopreservative, Chap. 10. In *Food biopreservatives of microbial origin*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL

Rodriguez, E., Arques, J. L., Nunez, M., Gaya, P., & Medina, M. (2005). Combined effect of high-pressure treatments and bacteriocin-producing lactic acid bacteria on inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 in raw-milk cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(7), 3399-3404.

Sahoo, T. K., Jena, P. K., Patel, A. K., Seshadri, S. (2015) Purification and molecular characterization of the novel highly potent bacteriocin TSU4 produced by *Lactobacillus animalis* TSU4. *Applied biochemistry and biotechnology*. 177(1): 90-104.

Sahoo, T. K., Jena, P. K., Patel, A. K., Seshadri, S. (2016) Bacteriocins and their applications for the treatment of bacterial diseases in aquaculture: a review. *Aquaculture Research*. 47(4): 1013-1027.

Samelis, J., Bedie, G.K., Sofos, J.N., Belk, K.E., Scanga, J.A., Smith, G.C. (2005) Combinations of nisin with organic acids or salts to control *Listeria monocytogenes* on sliced

pork bologna stored at 4 C in vacuum packages. *LWT-Food Science and Technology*. 38(1): 21-28.

Schillinger, U., Becker, B., Holzapfel, W.H. (1995) Antilisterial activity of carnocin 54, a bacteriocin from *Leuconostoc carnosum*. *Food microbiology*. 12: 31-37.

Sears, P. M., Peele, J., Lassauzet, M., Blackburn, P. (1995) Use of antimicrobial proteins in the treatment of bovine mastitis. In *Proceedings of the 3rd International Mastitis Seminar*. 17-18.

Settanni, L., Corsetti, A. (2008) Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*. 121(2): 123-138.

Shammas, S. L., Knowles, T. P., Baldwin, A. J., MacPhee, C. E., Welland, M. E., Dobson, C. M., Devlin, G. L. (2011) Perturbation of the stability of amyloid fibrils through alteration of electrostatic interactions. *Biophysical journal*. 100(11): 2783-2791.

Simha, B.V., Sood, S.K., Kumariya, R., Garsa, A.K. (2012) Simple and rapid purification of pediocin PA-1 from *Pediococcus pentosaceus* NCDC 273 suitable for industrial application. *Microbiological research*. 167(9): 544-549.

Smith, D., Lee, K. D., Gray, E., Souleimanov, A., Zhou, X. (2008). *U.S. Patent Application No. 12/093,779*.

Snyder, A. B., Worobo, R. W. (2014). Chemical and genetic characterization of bacteriocins: antimicrobial peptides for food safety. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94(1): 28-44.

Tanhaeian, A., Damavandi, M. S., Mansury, D., Ghaznini, K. (2019) Expression in eukaryotic cells and purification of synthetic gene encoding enterocin P: a bacteriocin with broad antimicrobial spectrum. *AMB Express*. 9(1): 1-9.

Todorov, S.D. (2009) Bacteriocins from *Lactobacillus plantarum* production, genetic organization and mode of action: produção, organização genética e modo de ação. *Brazilian journal of microbiology*. 40: 209-221.

Todorov, S. D., Dicks, L. M. T. (2006) Screening for bacteriocin-producing lactic acid bacteria from boza, a traditional cereal beverage from Bulgaria: Comparison of the bacteriocins. *Process Biochemistry*. 41(1): 11-19.

Todorov, S. D., Nyati, H., Meincken, M., & Dicks, L. M. T. (2007). Partial characterization of bacteriocin AMA-K, produced by *Lactobacillus plantarum* AMA-K isolated from naturally fermented milk from Zimbabwe. *Food control*, 18(6), 656-664.

Tsanasidou, C., Asimakoula, S., Sameli, N., Fanitsios, C., Vandera, E., Bosnea, L., Samelis, J. (2021) Safety evaluation, biogenic amine formation, and enzymatic activity profiles

of autochthonous enterocin-producing Greek cheese isolates of the *Enterococcus faecium/durans* group. *Microorganisms*. 9(4): 777.

Tuncer, M., Tuncer, B. Ö., Tuncer, Y. (2014) Çiğ süttten izole edilen enterosin B üreticisi *Enterococcus faecalis* MYE58 suşunun güvenlik değerlendirmesi. *Gıda*: 39(5): 275-282.

Tuncer, Y. (2009) Phenotypic and genotypic characterization of nisin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* YB23 isolated from raw milk in Turkey. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 23(4): 1504-1508.

Twomey, D., Ross, R. P., Ryan, M., Meaney, B., Hill, C. (2002) Lantibiotics produced by lactic acid bacteria: structure, function and applications. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 82(1): 165-185.

Uymaz, B. (2009). Probiyotik özellik taşıyan gıda ve insan kaynaklı laktobasillerin izolasyonu tanımlanması ve bakteriyosin üretim yeteneklerinin karakterizasyonu. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Çanakkale. 157

Valenzuela, A. S., Benomar, N., Abriouel, H., Cañamero, M. M., Gálvez, A. (2010) Isolation and identification of *Enterococcus faecium* from seafoods: antimicrobial resistance and production of bacteriocin-like substances. *Food microbiology*. 27(7): 955-961.

Vandera, E., Kakouri, A., Koukkou, A. I., Samelis, J. (2019) Major ecological shifts within the dominant nonstarter lactic acid bacteria in mature Greek Graviera cheese as affected by the starter culture type. *International Journal of Food Microbiology*. 290: 15-26.

Van Heel, A. J., de Jong, A., Montalban-Lopez, M., Kok, J., Kuipers, O. P. (2013) BAGEL3: automated identification of genes encoding bacteriocins and (non-) bactericidal posttranslationally modified peptides. *Nucleic Acids Research*. 41(1): 448-453.

Van Heel, A. J., Montalban-Lopez, M., Kuipers, O. P. (2011) Evaluating the feasibility of lantibiotics as an alternative therapy against bacterial infections in humans. *Expert Opinion on Drug Metabolism and Toxicology*. 7(6): 675-680.

Vijayabaskar, P., Somasundaram, S. T. (2008) Isolation of bacteriocin producing lactic acid bacteria from fish gut and probiotic activity against common fresh water fish pathogen *Aeromonas hydrophila*. *Biotechnology*. 7(1). 124-128.

Wang, Y., Qin, Y., Zhang, Y., Wu, R., Li, P. (2019) Antibacterial mechanism of plantaricin LPL-1, a novel class IIa bacteriocin against *Listeria monocytogenes*. *Food control*. 97: 87-93.

Wilkins, M., Villanueva, J. E., Cofré, J., Chnaiderman, J., Lagos, R. (1997) Cloning and expression in *Escherichia coli* of genetic determinants for production of and immunity to microcin E492 from *Klebsiella pneumoniae*. *Journal of bacteriology*. 179(15): 4789-4794.

Woraprayote, W., Pumpuang, L., Tosukhowong, A., Roytrakul, S., Perez, R. H., Zendo, T., Visessanguan, W. (2015) Two putatively novel bacteriocins active against Gram-negative food borne pathogens produced by *Weissella hellenica* BCC 7293. *Food Control*. 55: 176-184.

Wu S.C., Chen H.L., Yen C.C., Kuo M.F., Yang T.S., Wang S.R., Weng C.N., Chen C.M., Cheng W.T. (2007) Recombinant porcine lactoferrin expressed in the milk of transgenic mice enhances offspring growth performance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 4670–4677.

Xie, J., Zhang, R., Shang, C., Guo, Y. (2009) Isolation and characterization of a bacteriocin produced by an isolated *Bacillus subtilis* LFB112 that exhibits antimicrobial activity against domestic animal pathogens. *African Journal of Biotechnology*. 8(20): 5611-5619

Yang, E., Fan, L., Jiang, Y., Doucette, C., & Fillmore, S. (2012). Antimicrobial activity of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurts. *AMB Express*. 2(1): 1-12.

Yildirim, Z., Bilgin, H., Isleroglu, H., Tokatli, K., Sahingil, D., Yildirim, M. (2014) Enterocin HZ produced by a wild *Enterococcus faecium* strain isolated from a traditional, starter-free pickled cheese. *Journal of Dairy Research*. 81(2): 164-172.

Yıldırım, Z., Yıldırım, M. (2000) Probiyotik özellik gösteren bifidobakteriler. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, Edt: Demirci, M. 266-271.

Yoğurtcu, N.N., Tuncer, Y. (2013) Antibiotic susceptibility patterns of *Enterococcus* strains isolated from Turkish Tulum cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 66(2): 236-242.

Yusuf, M. A., Hamid, T. H. A.T.A. (2014) Lactic acid bacteria: bacteriocin producer: A mini review. *IOSR Journal of Pharmacy*. 3(4): 44-50.

Zacharof, M.P., Lovitt, R.W. (2012) Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria. *Procedia APCBEE*. 2: 50-56.

Zheng, B., Tomita, H., Inoue, T., Ike, Y. (2009) Isolation of VanB-type *Enterococcus faecalis* strains from nosocomial infections: first report of the isolation and identification of the pheromone-responsive plasmids pMG2200, encoding VanB-type vancomycin resistance and a

Bac41-type bacteriocin, and pMG2201, encoding erythromycin resistance and cytolysin (Hly/Bac). *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 53(2): 735-747.

Zheng, J., Gänzle, M. G., Lin, X. B., Ruan, L., Sun, M. (2015) Diversity and dynamics of bacteriocins from human microbiome. *Environmental microbiology*. 17(6): 2133-2143.