



ÇEVRESEL İZLEME PROGRAMI: GIDA ENDÜSTRİSİNDE MİKROBİYOLOJİK GÜVENLİĞİ DESTEKLEYEN ERKEN UYARI SİSTEMİ

Elif Onbaşı*, Aycan Cinar

Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

Geliş / *Received*: 20.07.2021; Kabul / *Accepted*: 29.09.2021; Online baskı / *Published online*: 09.10.2021

Onbaşı, E., Cinar, A. (2021). Çevresel izleme programı: Gıda endüstrisinde mikrobiyolojik güvenliği destekleyen erken uyarı sistemi. GIDA (2021) 46 (5) 1313-1330 doi: 10.15237/gida. GD21105

Onbaşı, E., Cinar, A. (2021). Environmental monitoring program: An early warning system supporting microbiological safety in the food industry. GIDA (2021) 46 (5) 1313-1330 doi: 10.15237/gida. GD21105

ÖZ

Günümüzde, birçok ülkede gıda güvenliği sistemleri ve yasal zorunluluklar uygulanmasına rağmen gıda kaynaklı hastalık ve salgınlar milyonlarca insanı etkilemeye ve binlercesinin ölümüne sebep olmaya devam etmektedir. Gıda kaynaklı hastalıklar ayrıca büyük ölçekli geri çağırmalara, pazar talebinin azalmasına ve tüketicilerin gıda ürünlerine olan güveninin kaybolmasına neden olmaktadır. Gıda güvenliği, üretim ortamında bulunan çeşitli patojenik ve bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların gıdaya kontaminasyonu yoluyla tehlikeye girmektedir. Mikroorganizmalar genellikle gıda ortamına hammadde, hava, su, çalışan personel ve zararlılar yoluyla girmekte ve gıda işleme ortamında hayatta kalıp çoğalabilmektedirler. Hem gıda ürünlerini hem de üretim ortamını mikrobiyolojik olarak izleme kombinasyonu, gıda güvenliğini ve kalitesini sağlamak için kritik öneme sahiptir. Çevresel izleme programı (ÇİP), bir tesisteki genel hijyen uygulamalarının ve kontrol programlarının etkinliğini değerlendirerek, gıda ürünlerinin olası mikrobiyel kontaminasyonunu önlemeyi sağlayan bir izleme programıdır. Bu derlemede ÇİP kurulum metodolojisi ve literatürde yer alan mevcut araştırma çalışmaları harmanlanarak gıda sektörü için bilimsel modeller sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Çevresel İzleme Programı, gıda kaynaklı salgınlar, patojen mikroorganizmalar, gıda güvenliği, gıda geri çekmeleri

ENVIRONMENTAL MONITORING PROGRAM: AN EARLY WARNING SYSTEM SUPPORTING MICROBIOLOGICAL SAFETY IN THE FOOD INDUSTRY

ABSTRACT

Nowadays, foodborne outbreaks still affect millions and kill thousands of people despite implementation of food safety management systems and legal obligations in many countries. Foodborne illness also cause large-scale recalls, reduced market demand, and consumers loss of confidence in food products. Food safety and quality are endangered since microbiological contamination by various pathogenic and spoilage microorganisms in production environment. Microorganisms, generally introduced into the food environment through raw materials, pests, air, water, employees, can survive in food processing environments. The combination of microbiological monitoring of both food products and the production environment is critical to ensuring food safety

*Yazışmalardan sorumlu yazar/ *Corresponding author*

✉: elifdaban@gmail.com

☎: (+90) 224 300 37 40

☎: (+90) 224 300 34 19

Elif Onbaşı; ORCID no: 0000-0002-5169-7392

Aycan Cinar; ORCID no: 0000-0003-2038- 725X

and quality. Environmental monitoring program (EMP) is a monitoring program that allows evaluate the effectiveness of general hygiene practices and control programs to prevent possible microbial contamination of food. In this review, scientific models are given for food sector by combination the EMP methodology and existing research studies in literature.

Keywords: Environmental Monitoring Program (EMP), foodborne outbreaks, pathogenic microorganisms, food safety, food recalls.

GİRİŞ

Gıda Güvenliği; gıda kaynaklı zehirlenmeler ve salgınlar nedeniyle günden güne artan ve kontrol altına alınamayan küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya çapında her yıl yaklaşık 600 milyon kişi gıda kaynaklı hastalık yaşamakta ve bunların 420.000'i ölümlerle sonuçlanmaktadır (WHO, 2015). Hastalık Kontrol Merkezlerine (CDC) göre ise sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl 48 milyon kişi gıda kaynaklı hastalıklarla enfekte olmakta, bunların 128.000'i hastaneye kaldırılmakta ve 3000'ü ölümlerle sonuçlanmaktadır (Oliver, 2019). Gıda kaynaklı hastalıklar; patojenik ve çürükçül bakteriler, virüsler, parazitler ile bulaşıcı olmayan kimyasallar ve toksinlerin de içinde yer aldığı tehlikeler ile kontamine olmuş gıdaların tüketiminden kaynaklanmaktadır (Adley ve Ryan, 2016; Hoffmann ve Scallan, 2017). Hastalık Önleme ve Kontrol Merkezi (CDC, 2016), kontamine olmuş gıdaların tüketiminin, 250'den fazla değişik gıda kaynaklı hastalığa yol açtığını bildirmiştir. Dünya çapında meydana gelen tüm gıda kaynaklı hastalıkların yaklaşık %91'i bakteriyel kontaminasyon kaynaklı olup *Listeria*, *Escherichia coli*, *Salmonella* ve *Campylobacter* buna sebep olan öncül türler olarak bilinmektedir (WHO, 2020).

Listeria monocytogenes, insanlarda listeriyoz hastalığına neden olan ve %20-30 gibi yüksek ölüm oranı sebebiyle popülasyon için riskli olarak görülen en önemli gıda kaynaklı patojenlerdendir (Kâse vd., 2017; Swaminathan ve Gerner-Smidt, 2007). 2012 yılında İtalya'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne ithal edilen pastörize ricotta peyniriyle bağlantılı bir salgında 20 kişinin hastanelik olduğu ve 4'ünün ölümlerle sonuçlandığı bildirilmiştir. Takip numunesi, işleme tesisi ortamından alınan *L. monocytogenes* izolatlarının, klinik izolatlar ile eşleşen PFGE (Pulsed Field Gel Elektrofrezisi) modellerine sahip olduğunu ortaya çıkarmış, bu da peynirin işleme tesislerinde

kontamine olduğu sonucunu düşündürmüştür (Acciari vd., 2016). Bugüne kadar yaşanan en büyük listeriyoz salgını 2017'de Güney Afrika'da gerçekleşmiş olup vaka sayısı 1060 olarak bildirilmiştir (Smith vd., 2019). Salgının sebebi fabrika üretim ortamında *L. monocytogenes* suşu ile kontamine olmuş polony adı verilen tüketime hazır işlenmiş et ürünü olarak belirlenmiştir (Thomas vd., 2020). Diğer bir yandan *Listeria* kadar ciddi bir patojen olan *Salmonella* ile ilgili de geçmişte benzer birçok salgın yaşanmıştır. 1988 yılında Amerika'da 209 vakanın meydana geldiği ve yulaf gevreği ile ilişkilendirilen bir salgında *Salmonella*'nın işleme tesisi ortamından geldiği tespit edilmiştir. 10 yıl sonra 2008'de aynı yerde *Salmonella Agona* ile kontamine olmuş pirinç gevreğine bağlı yaşanan benzer bir salgında ise 28 salmonelloz vakası yaşanmış olup her iki salgında da rol oynayan suşların aynı alt tipte olduğu belirlenmiştir. Bunların aynı tesiste üretilmiş olması *Salmonella Agona*'nın bu tesiste en az 10 yıldır hayatta kaldığını düşündürmüştür (Russo vd., 2013). Yakın bir zamanda (2019) Fransa'da yaşanan ve 1 yaşın altında bebeklerin etkilendiği bir salgında ise kök neden *S. Agona* ile kontamine olmuş toz bebek maması olarak tespit edilmiştir. Vakalar tarafından tüketilen bebek mamasında geriye dönük yapılan izlenebilirlikte *Salmonella* kontaminasyonunun kurutma kulesi ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Jones vd., 2019). Bu ve bunun gibi birçok gıda kaynaklı salgın ve ürün geri çağırımları incelendiğinde çoğunda kontaminasyon nedeni gıda işleme tesislerindeki çevre ve ekipmanla ilişkilendirilmiştir (Beno vd., 2016; Zoellner vd., 2018).

Gıda kaynaklı bir salgınla karşılaşıldığı durumlarda yetkili mercilerin zehirlenmenin kök nedenini bulmaları ve daha fazla sayıda insan etkilenmeden önce önlem almaları gerekmektedir. Bununla birlikte, salgınlar sadece bir halk sağlığı sorunu değil, aynı zamanda ürün geri çağırımlara ve büyük ekonomik kayıplara da neden olmaktadır

(Jung vd., 2021). Geri çağırma ve toplama; kontamine gıda tespit edildikten sonra halkı uyarmak ve salgının yayılmasını önlemek için üreticiler tarafından ürünün piyasadan toplanması süreci olarak tanımlanmaktadır (Özdemir, 2018; Jung vd., 2021). 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. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesine (FDA) göre 2021 yılının başından bu zaman kadar olan süreçte 33 farklı gıda markası piyasaya sürdüğü ürünlerde *Listeria* ve *Salmonella* kontaminasyon potansiyeli olması sebebiyle ürünlerini geri çekme ve piyasadan toplama kararı almıştır (FDA, 2021).

Gıda ürünlerinin mikrobiyel kontaminasyonu, besin zincirinin her adımında meydana gelebilmektedir. Üretim ortamları, ya etkin olmayan temizleme prosedür ve yöntemleri ya da üretim sırasında meydana gelen bulaşı nedeniyle ciddi bir kontaminasyon kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Zacharski vd., 2018). Gıda işletmelerinde çalışan personel, alet ekipman, ortam havası, kullanılan su, paketlenme materyalleri, duvarlar, yüzeyler vb. gibi birçok faktör kontaminasyon nedenleri arasında yer almaktadır (Magdovitz vd., 2020). 1998'de Fransa'da yaşanan gıda kaynaklı salgına ilişkin yapılan bir araştırmada, vakalarının %40'ının ekipman kontaminasyonu ile bağlantılı olduğunu bildirmiştir (Cappitelli vd., 2014). Bu yüzden besin zincirinin güvenli kalabilmesi için tarımsal üretimden son ürüne kadar (tarladan çatala) geçen tüm üretim süreçlerinde gıda güvenliğinin etkin bir şekilde sağlanması kritik öneme sahiptir.

Gıda güvenliği ve kalitesi kavramı, dünya çapında sektörel olarak dikkat çekmiş olup bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde tüm girişimlerin, yasaların ve yönetim sistemlerinin temelini oluşturmuştur. Gıda güvenliği sistemlerinin çıkış noktası olarak kabul edilen HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), gıda üretimi boyunca oluşturabilecek kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik,

alerjen tehlikelerinin kontrol edilmesi ve ortadan kaldırılmasını sağlayan sistematik bir araştırma (Fukushima, 2019; Hasnan ve Mohd Ramli, 2020). ISO 9001 Kalite Yönetim Sistemi, GMP (Good Manufacturing Practice) ve HACCP'in türevi olarak ortaya çıkan ISO 22000, gıda güvenliğini sağlamada uluslararası ortak bir çözüm sistemi olarak geliştirilmiştir (Pangal vd., 2018). Günümüzde, BRC (İngiliz Perakendeciler Birliği Konsorsiyumu), IFS (Uluslararası Gıda Standardı), FSSC 22000 (Gıda Güvenliği Yönetim Sistem Sertifikasyonu) modern gıda kalitesi ve güvenliği yönetim sistemleridir ancak devam eden gıda kaynaklı salgınlar bu sistemlerin mikrobiyolojik tehlikeler açısından tek başlarına yeterli olmadıklarını göstermektedir.

Son yıllarda Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), salgınların en büyük kaynağı olan mikrobiyel tehlikelerin gıda işletmelerinde kontrollerinin daha etkin bir şekilde izlenmesi için HACCP tabanlı gıda güvenliği sistemlerine ek olarak iyi tasarlanmış bir Çevresel İzleme Programının (ÇİP) uygulaması ve sürdürülmesi önermektedir (FDA, 2015). 2004 yılında Kanada'da, 2005 yılında Avrupa Birliği'nde, 2006 ve 2020 yıllarında Yeni Zelanda'da ve 2011 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde gıda güvenliği ve hijyen programlarına ÇİP dahil edilerek gıda güvenliği konularındaki düzenlemeler güçlendirilmiştir (FIL-IDF, 2020). ÇİP genel hijyen-sanitasyon uygulamalarının ve kontrol programlarının etkinliğini doğrulayan ve gıdalarda olası mikrobiyel kontaminasyon noktalarının saptanmasını sağlayan bir izleme programıdır (United Fresh Produce Association, 2018; 3M ve Cornell University, 2019).

Proaktif bir yaklaşım sağlayan ÇİP sistemi gıda kontaminasyonunu önlemek için nihai ürün kontrolleriyle birlikte bir erken uyarı göstergesi olarak kullanılabilir (FIL-IDF, 2020). Gıda işletmelerinde yalnızca son ürünün mikrobiyolojik olarak test edilmesi gıda güvenliğini garanti etmek için yeterli olmayabilir çünkü mikroorganizmaların analiz edilen örnek numunede bulunmaması tüm üretimde yok olduğu anlamına gelmemektedir (ANSES, 2020). Bu nedenle, ÇİP sisteminin işletmelere

entegrasyonu ile sadece son ürün değil tüm üretim ortamları mikrobiyolojik açıdan değerlendirilip ve rutin olarak takip edilecek böylelikle gıda güvenliğinin mikrobiyolojik açıdan tam sağlanmasına imkân sunacaktır (Muhterem-Uyar vd., 2015).

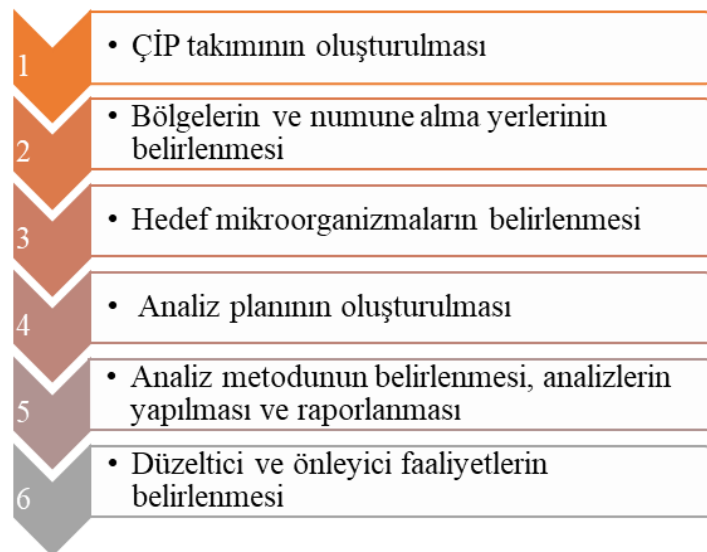
Günümüzde ÇİP sisteminin gıda sanayinde uygulanmasını desteklemek amacıyla bazı yönergeler (örn. Almond Board of California, 2009; FDA, 2017; National Fisheries Institute, 2018; 3M ve Cornell Üniversitesi, 2019) ve standartlar (örn. ISO 18593:2018, EN 17141:2020) oluşturulmuştur. Bu kaynaklarda metodoloji açıkça anlatılmış olmasına rağmen, her işletmenin uygulaması büyük ölçüde işleme tesisinin özelliklerine, patojen ile indikatör mikroorganizma çeşitlerine ve risk faktörlerine göre değişmektedir. ÇİP sistem kurulumundaki en önemli adım üretilen gıda ürünü ve üretim tesisi ile ilgili tehlikelerin ve risklerin göz önünde bulundurulması ve verimli bir uygulama yapılması için stratejiler oluşturulmasıdır. İşletmenin en az 6 aylık geçmiş analiz verileri incelenerek risk değerlendirmesi yapılmalı; numune alma bölgeleri, analizlerin kapsamı ve sıklığı bu kapsamda belirlenmelidir. ÇİP sistemleri çeşitli faktörlere bağlı olarak; proses, değişen müşteri ve mevzuat gereksinimleri, üretim tesislerinin tasarımı ve mevsimsel değişiklikler gibi geçici veya kalıcı değişimlere karşı uygunluğunun garanti altına

alınabilmesi için düzenli olarak gözden geçirilmesi ve güncellenmesi gerekmektedir (Cinar ve Onbaşı, 2021). Bu sistemi etkin olarak uygulayan gıda üreticileri, piyasaya sürdükleri ürünlerin üretildiği üretim ortamında potansiyel zararlı sağlık etkilerine yol açabilecek herhangi pozitif kontaminasyon sonucunu yetkili makamlara bildirmeleri gerekmektedir (FDA, 2017).

Son yıllarda dünya çapında ve ülkemizde gıda sektöründe ÇİP sistem kurulum ve uygulamaları artmış olmasına rağmen doğru metodoloji ve uygulamalı örneklerin literatürde az olması nedeniyle gıda sanayinde etkin olmayan uygulamalar mevcuttur. Bu ihtiyaçtan hareketle mevcut derleme çalışmasının temel amacı literatürde yer alan rehberlerin ve güncel çalışma örneklerinin ışığında ÇİP sistem kurulumu için bilimsel uygulama modelleri sağlamaktır.

YÖNTEMLER

ÇİP programını uygulamak, işletmeler için ilk başta karışık bir durum olarak görülse bile sistematik bir yaklaşımın kullanılmasıyla oldukça kısa bir sürede etkili bir program geliştirilebilmektedir. ÇİP kurulumunun uygulanacak işletme ve ürün bazında Şekil 1'de verilen akış şeması kullanılarak yapılması önerilmektedir (United Fresh Produce Association EMP Guide, 2018).



Şekil 1. ÇİP programı kurulum şeması

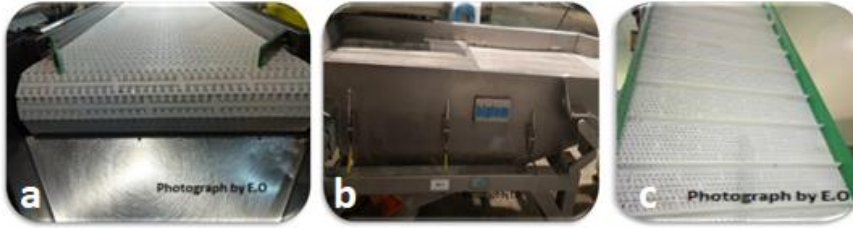
ÇİP takımının oluşturulması

ÇİP' in ilk adımı, işletmede yaşanabilecek biyolojik tehlikelerin farkında olan, hijyen-sanitasyon ve gıda güvenliği konusunda deneyime sahip olan personelin bir araya getirilmesidir. İşletmede, ÇİP programının geliştirilmesi ve uygulanması konusunda deneyimli veya eğitim almış bir gıda güvenliği uzmanı bulunmuyor ise bu konuda rehberlik almak veya bir süreç yetkilisinden yararlanmak sistemin doğru kurulumu açısından önemlidir (Almond Board of California, 2009). ÇİP ekibi; HACPP takımında da aktif yer alan kalite kontrol sorumlusu (gıda mikrobiyolojisi bilgi ve tecrübesine sahip), üretim şefi, bakım sorumlusu, hat operatörü ve temizlik ekibinden oluşabilmektedir. ÇİP program kurulumuna geçilmeden önce personele program içeriği ve amacı hakkında detaylı bir eğitim verilmesi gerekmektedir. Program çıktılarının raporlanması, uygun olmayan durumların değerlendirilmesi ve düzeltici faaliyetlerin belirlenmesi durumlarında bu takımın aktif olarak toplanması gerekmektedir.

Bölgelerin ve numune alma yerlerinin belirlenmesi

ÇİP ekibi oluşturulduktan sonra, süreç akışını anlamak ve olası kontaminasyon noktalarını belirlemek için üretilen ürünlerin akış şemalarının ele alınarak üretim alanında keşif yürüyüşüne çıkılması gerekmektedir. Program konsepti kapsamında üretim ortamı, kontaminasyona neden olabilecek en yüksek riskli alanlardan (Bölge 1), en düşük riskli alanlara kadar (Bölge 4) dört bölgeye ayrılmalıdır.

Bölge 1; ürün paketlenmeden önce ve ısıl işlem gibi faaliyetlerden geçtikten sonra gıda ile doğrudan temas eden yüzeyler olarak tanımlanmaktadır. Bölge 1 yüzey örnekleri; konveyör bantlar ve kovalar, kaplar, çalışanın elleri (ürüne dokunuyorsa), dilimleyiciler, ürün hazneleri, paketleme makineleri, ambalaj materyalleri vb. (Şekil 2).



Şekil 2. a: Sarsak elek, b: Ayıklama bandı, c: Taşıyıcı bant

Bölge 2; fiziksel olarak gıdaya oldukça yakın fakat ürüne doğrudan temas etmeyen yüzeyler olarak kabul edilmektedir. Bölge 2 yüzey örnekleri; iş

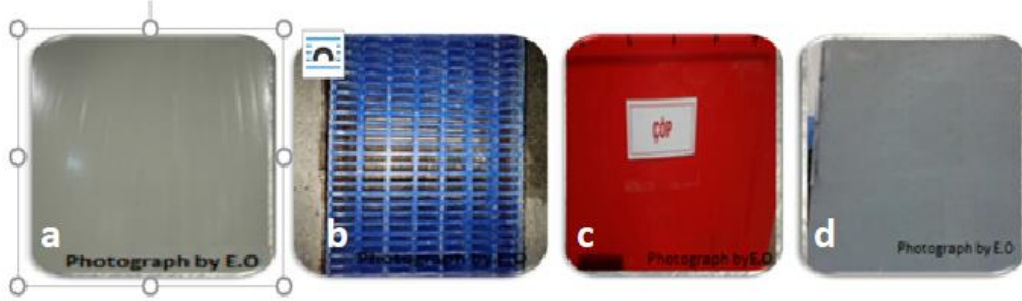
kıyafeti, tartı terazileri, pişirme ocakları, kontrol panelleri ve düğmeler, bilgisayar ekranları, lambalar vb. (Şekil 3).



Şekil 3. a: Ayıklama bant lambası, b: Bilgisayar ekranı, c: Terazi, d: Panel butonu

Bölge 3; Üründen uzakta fakat hala üretim ortamında olan, dolaylı temas ile tehlike yaratabilecek yüzeyler (duvarlar, kapılar, yerler,

çöp kutuları vb.) bu bölge kapsamında değerlendirilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. a: Duvarlar, b: Drenajlar, c: Çöp kutuları, d: Plastik paletler

Bölge 4; En düşük riskli alan olarak bilinen üretim dışı yüzeyler (soyunma odaları, ofisler, yemekhane vb.) olarak sistemde yerini almaktadır (Şekil 5)

(United Fresh Produce Association, 2018; Simmons ve Wiedmann, 2017).



Şekil 5. A: Personel dolapları, b: Çalışma masaları, c: Bilgisayar klavyesi

Son yıllarda dondurulmuş meyve sebze işletmesinde uygulamalı olarak yapılan bir ÇİP çalışmasında Bölge 1'den Bölge 4'e kadar olan 43 örnekleme noktasına ait liste Çizelge 1'de yer almaktadır. Çalışmada, numune alınacak noktaların risk faktörüne göre belirlendiği bildirilmiştir (Cinar ve Onbaşı, 2021).

Simmons ve Wiedmann (2018), *Listeria monocytogenes* için patojen çevresel izleme programları numune alma yerlerinin tanımlanması ve sınıflandırılması üzerine yapmış oldukları bir çalışmada mevcut literatür ve kılavuz belgelere dayalı olarak Bölge 1'den 4'e kadar 77 örnekleme noktası listelemişlerdir. Bu kapsamlı çalışmada 16 gıda güvenliği uzmanının görüşleri yer almakta olup, gıda endüstrisi için ÇİP programlarının geliştirilmesine veya iyileştirilmesine yardımcı

olacak referans bölgeler bulunmaktadır. Çizelge 2'de bu noktaların özetini içeren liste yer almaktadır.

Gıda üretim tesislerinde farklı ortamlar ve ekipmanlar bulunmasına rağmen yukarıda yer alan çalışmalar gıda endüstrisi tarafından ÇİP programı kurulurken numune alma ve bölgelere ayırma adımıyla kullanılabilir temel bilgileri sağlamaktadır.

Hedef mikroorganizmaların ve limitlerinin belirlenmesi

Hedef mikroorganizmalar belirlenirken; ürünün yapısı, üretim ortamı, son yıllarda yapılan son ürün ve yüzey alanları mikrobiyoloji analiz sonuçları, müşteri şikayetleri, yasal zorunluluklar gibi parametrelerin üretilen ürün bazında detaylı

olarak incelenmesi gerekmektedir (Onbaşı, 2020). Hedeflenen mikroorganizmalar indikatör ve patojen mikroorganizmalar olarak iki grupta sınıflandırılabilir. İndikatör mikroorganizmalar, gıdaların işlenmesi sırasında veya sonrasında meydana gelmiş hata ve kontaminasyonları, işletmenin genel hijyen ve sanitasyon durumunu ve önemli sağlık risklerine neden olabilecek patojenlerin potansiyel varlığını gösteren mikroorganizmalardır (Onmaz vd., 2016). Bu mikroorganizmalar çevresel izlemede hızlı yöntemlerle tespit edilebilmekte olup gıdanın bozulabilir doğası nedeniyle gıda endüstrisi için önemlidir ayrıca türe özel testlerin gerekli olup olmadığını belirlemede yardımcı olur (Jemmi ve Stephan, 2006). Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam koliformlar, fekal koliformlar ve *Enterococcus spp.* mikroorganizmaları hijyenik koşulları izlemek için kullanılabilir bazı indikatör mikroorganizmalara örnek olarak verilmektedir (Channaiah, 2013; Chapin vd.,

2014). Diğer yandan patojen mikroorganizmalar doğada yaygın olarak bulunmakla birlikte kontaminasyonu sonucu gıda kaynaklı hastalıklara ve zehirlenmelere neden olmaktadır (Mazaheri vd., 2021). *L. monocytogenes* dünyada çapında patojen mikroorganizmalar arasında en çok bilinen ve gıda zehirlenmelerinde %15.6'ya varan yüksek ölüm oranına sahip olan mikroorganizma türüdür (EFSA, 2019). Yüksek öneme sahip bir diğer patojen ise *Salmonella spp.* klasik olarak genellikle fekal yolla bulaşan bir patojen olarak düşünülse de, kuru gıda işleme tesislerinde en az 10 yıl boyunca varlığını sürdürdüğünü gösteren tespitler bulunmaktadır (Beno vd., 2016). Patojen izleme programlarının (özellikle *Listeria* için) oluşturulması ve uygulanmasında rehberlik etmesi için bir dizi sektöre ve organizasyonlara göre hazırlanmış kılavuz bilgiler Çizelge 3'te yer almaktadır.

Çizelge 1. Her bir bölge için ÇİP numune alma noktaları (Cinar ve Onbaşı, 2021).

Bölge 1	Bölge 2	Bölge 3	Bölge 4
Personel Elleri	Personel Üniformaları	Metal Dedektörler	Soyunma Odaları
Paketleme Makinası	Tartım Terazileri	Soğuk Depolama Odaları	Yemekhane
Paketleme Materyalleri	Bakım Ekipmanları	Yerler, Yüzeyler	Tuvaletler
Taşıma Elavatörleri	Lambalar	Duvarlar	Koridorlar
Sorteks Ayıklama Makinesi	Karton Kutular	Kapılar	Ofisler
Taşıma Bantları	Makine Butonları	Drenajlar	Bakım Odaları
IQF Makinesi	Ekipman Çerçevesi	UV sinek tutucular	
Sarsak Elekler	IQF Ekranı	Camlar	
Kesim Makineleri	Sorteks Ekran ve Düğmeleri	Paletler	
Haşlama Makinesi		Çöp kutuları	
Birincil Ambalajlar		Paspaslar	
Termometreler		Transpaletler	
Hava		Forkliftler	
Su		Havalandırmalar	

E. Onbaşı, A. Cinar

Çizelge 2. Numune alma noktalarının sınıflandırılması (Simmons ve Wiedmann, 2018)

Numune Noktası	Tanım ve Yorum	Tesisin Türü	ÇİP Bölgesi
Yuvarlak Öğütücüler	Öğütücü kaselerin iç kısımları, bıçaklar ve diğer temizlenmesi zor temas alanlarına özellikle dikkat edilmelidir.	Et ve Deniz ürünleri	Bölge 1
Bitmiş ürün için kullanılan kesme tahtaları	Hasarlı ve/veya temizlenmesi zor alanlara özel dikkat gösterilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende	Bölge 1
Karıştırıcı/ Öğütücüler	Bıçaklar ve diğer temizlenmesi zor temas alanlarına özellikle dikkat edilmelidir.	Et ve deniz ürünleri	Bölge 1
Ürünle Temas eden diğer ekipmanlar (örn. fırçalar, tanklar, masalar)		Et, deniz ürünleri, süt ürünleri	Bölge 1
Fırçalar ve son ürüne temas eden diğer ekipmanlar	Örneğin; peynirin olgunlaşması sırasında tuzlu su ve ürün ile temas eden fırçalar.	Süt ürünleri	Bölge 1
Dilimleyici/soyucu/doğrayıcı	Gıda ile temas eden ve hijyenik tasarım hataları bulunan (örn. bıçaklar, konveyör bant) noktalara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende üretim.	Bölge 1
Bitmiş ürün ile temas eden korumalıklar (örn. seçme ve ayıklama bantları).		Tüm gıda üretim yerleri	Bölge 1, Bölge 2
Konveyör taşıma bant ve sistemleri, gıda ile temas eden diğer taşıma sistemleri.	Numune almadan önce sistem en az 15 dakika çalıştırılmalı; içi boş silindirler, kumaş destekli kayışlar, metal bağlantılar ve etiketler gibi temizlenmesi zor alanlara özel dikkat gösterilmelidir.	Et, deniz ürünleri	Bölge 1
Paketleme makineleri	Ürünle temas eden noktalara özellikle dikkat edilmeli.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, tüm gıda üretimleri	Bölge 1, Bölge 2
Bitmiş ürünlerin taşındığı boru ve tüplerin iç kısımları	Gıda temas yüzeyleri, contalar, çıkmaz noktalar, bağlantılar, süt taşı biriken veya -biyofilm oluşumu olan alanlara dikkat edilmelidir.	Süt Ürünleri	Bölge 1
Bitmiş ürün saklama fıçı/tank, depolama ekipmanları		Deniz Ürünleri	Bölge 1
Bitmiş ürünlerle temas eden kovalar/kutular	Ürünleri ıslatmak/durulamak için kullanılan kovanın iç kısmına özel dikkat gösterilmesi gerekmektedir.	Deniz Ürünleri, Tüm üretimler	Bölge 1
Dolum Üniteleri	Ağız kısımlarına, kapak contalarına ve diğer kauçuk parçalar ile temizlenmesi zor gıda ile temas eden alanlara dikkat edilmelidir.	Et ve süt ürünleri	Bölge 1
Gıda ile temas eden teraziler		Tüm üretimler	Bölge 1
Vanalar	Temizlenmesi zor alanlara özel dikkat gösterilmelidir.	Süt ürünleri	Bölge 1

Gıda endüstrisinde çevresel izleme programı

Çizelge 2. devam

Numune Noktası	Tanım ve Yorum	Tesisin Türü	ÇİP Bölgesi
Bitmiş ürün kasaları	Hasarlı ve hijyenik açıdan temizlemeye uygun olmayan kasalara dikkat edilmelidir.	Süt ürünleri, Perakende ürünler	Bölge 1
Vakum Makinaları	Hazneler ve mühürleme noktalarına dikkat edilmelidir.	Et ve süt ürünleri, Üretimler	Bölge 1, Bölge 2
Bitmiş ürün ile temas eden termometreler		Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 1
Bitmiş ürünle temas eden önlükler	Yeniden kullanılabilir önlüklere odaklanın; ön kısımlara, iplere, aşınmış ve çok kirli önlüklere, alttan sarkan ve konveyör ile temas eden önlüklere özel dikkat gösterilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 1, Bölge 2
Konveyör/Taşıma sistemleri	Bantların ürün ile temas etmeyen noktaları.	Et, deniz ürünleri	Bölge 2
Bitmiş ürün rafları	İçi boş parçalar, kapaklar ve temizlenmesi zor diğer alanlara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende	Bölge 2, Bölge 1
Gıda üretim ekipmanlarının gıda ile temas etmeyen çerçeve ve diğer bölümleri.	Çerçeve ve diğer temasta olmayan yüzeyler (Örneğin, dilimleyiciler, soyucular, paketleme ekipmanları, torbalayıcılar, fiçılar, tanklar, masalar, elektrik kablolar, vb.).	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, üretimler	Bölge 2, Bölge 3
Bakım araçları	Bitmiş ürün alanında kullanılan bakım araçlarına dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, üretimler	Bölge 2, Bölge 3
Ürüne yakın ekipmanların kontrol düğmeleri/ ekranları	Düğmeler, ekran yüzeyleri ve temizlenmesi zor diğer alanlara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, üretimler	Bölge 2, Bölge 3
Havalandırma fanları	Yan kanallar, hava girişi, çark odası vb.	Deniz ürünleri, süt ürünleri, üretimler	Bölge 2, Bölge 3, Bölge 1
Teraziler	Gıda ile temas etmeyen, ambalajlı ürün terazileri vb.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 2, Bölge 3
Son ürünün bulunduğu alanda kullanılan perdeler		Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 2, Bölge 3
Personel ayakkabı ve çizmeleri	Ayakkabının kenarlarına özellikle dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 2, Bölge 3
Açık bitmiş ürünün yer aldığı bölgede soğutucu kapıları ve nakliye için kullanılan diğer kapılar.	Temizlemesi zor olan kauçuk kapı contaları, çatlaklar, aşınmış ve hasarlı alanlara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 2, Bölge 3
Drenajlar	Kapaklara, çatlaklara özellikle önem verilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler.	Bölge 3

Çizelge 2. devam

Numune Noktası	Tanım ve Yorum	Tesisin Türü	ÇİP Bölgesi
Paspaslar	Mevcut çatlak veya yarıklara dikkat göstererek alt taraftan numune alınması önerilmektedir.	Et, deniz ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3, Bölge 2
Yerler, Zeminler	Su biriken noktalar, çatlaklar ve temizlenmesi zor alanlara dikkat edilmelidir. Son ürün alanı yere yakın zeminler Bölge 2'ye girebilir. Diğer zeminler Bölge 3 ve 4 olarak tanımlanır.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3, Bölge 2
Taşıma arabaları	Raflara, kenarlara, tekerleklerle, oyuklara ve temizlenmesi zor diğer alanlara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
Zemin/duvar bağlantıları	Gıda ile temas ortamına yakın zemin-duvar birleşimleri Bölge 2 olarak tanımlanırken, diğer bölümlerde yer alanlar Bölge 3 ve 4 olarak tanımlanır.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
Ayak banyoları	Ayak banyolarında altta yer alan çatlak veya yarıklara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3, Bölge 4
Temizlik ekipmanları	Demonte olması zor olan ekipmanlara (silecek, paspas, süngerler) özellikle dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
Çöp Kutuları	Çöp kutularının alt kısımlarına, çatlak alanlar ve diğer temizlenmesi zor alanlarına dikkat edilmesi gerekmektedir. Bitmiş ürüne en yakın çöp kutuları Bölge 2 veya 3 olarak tanımlanır.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
El yıkama lavaboları	İç ve dış, özellikle temizlenmesi zor alanlara önem verilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
Arabalar, kaldırımlar, forkliftler ve palet krikoları	Raflara, kulplara, tekerleklerle, bıçakları ve alt taraflarına dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3, Bölge 2
Duvarlar	Gıda ile temas yakınındaki duvarlar belki Bölge 2 olarak sınıflandırılır. Çoğu duvar örnekleme siteleri Bölge 3 veya 4 olacaktır. Çatlaklara ve ıslak alanlara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
Tavanlar	Yoğuşma olan alanlara, çatlaklara ve temizlenmesi zor diğer noktalar özel dikkat gösterilmelidir. Tavanda damlalar varsa ürünle temas etme potansiyeli olduğu için Bölge 2 olarak kabul edilebilir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3

Gıda endüstrisinde çevresel izleme programı

Çizelge 2. devam

Numune Noktası	Tanım ve Yorum	Tesisin Türü	ÇİP Bölgesi
Fanlar	Bıçaklara, kapaklara, motorlara ve temizlenmesi zor alanlara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
Portatif basamaklar / tabureler/ merdivenler	Eller ve ayakkabıların her ikisinin de temas kurduğu basamaklara özel dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3
Elektrik prizi kapakları	Elektrik prizinin etrafındaki ve içindeki bölgelere dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3, Bölge 4
Sabunluklar	Örnek alan olarak dağıtıcı üzerindeki düğmeler ve temizlemesi zor alanlar alınabilir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 3, Bölge 4
Personel Soyunma Odaları	Üretim alanına doğrudan bağlantılı mola ve soyunma odaları, Bölge 3 olarak kabul edilecektir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 4, Bölge 3
Sevkiyat ve Yükleme Noktaları	Tamponlar ve şerit kapılara dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler.	Bölge 4, Bölge 3
Pencereler	Çatlamış, yoğuşma olmuş ve temizlenmesi zor yüzeylere dikkat edilmelidir.	Et, deniz ürünleri, süt ürünleri, perakende tüm üretimler	Bölge 4, Bölge 3

Çizelge 3. Patojen çevresel izleme programlarının oluşturulmasına yönelik rehber doküman örnekleri (3M & Cornell University, 2019).

Dökümanın Adı	Organizasyon	Hedef Endüstri	Hedef Patojen
Süt Patojenleri El Kitabı	Süt Ürünleri Güvenliği Victoria (Avustralya)	Süt ve Süt Ürünleri	<i>Salmonella</i> ve <i>L. monocytogenes</i>
Risk Altındaki Gıdalarda <i>Listeria monocytogenes</i> Çevresel İzleme ve Düzeltici Faaliyetler Rehberi	Perakende Sanayicileri Derneği	Tüketime Hazır Gıdalar	<i>L. monocytogenes</i>
Tüketime Hazır Gıdalarda <i>Listeria monocytogenes</i> 'in kontrolü: Sanayi Rehberi	Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi	Tüketime Hazır Gıdalar	<i>L. monocytogenes</i>
<i>Listeria monocytogenes</i> 'in Kontrolü: ABD Süt Ürünleri Endüstrisi Rehberi	ABD Süt Ürünleri İnovasyon Merkezi	Süt Ürünleri	<i>L. monocytogenes</i>
Taze Ürün Endüstrisi için <i>Listeria</i> Çevresel İzleme ve Kontrol Rehberi	ABD Taze Üretim Ürünleri Derneği	Taze Üretim Ürünleri	<i>L. monocytogenes</i>
FSIS Uyum Kılavuzu: Isıl işlem sonrası Hazır Et ve Kanatlı Ürünlerinde <i>Listeria monocytogenes</i> 'in Kontrolü	ABD Tarım Bakanlığı Gıda Güvenliği ve Denetim Servisi	Tüketime Hazır Gıdalar	<i>L. monocytogenes</i>

Çevresel izleme analiz sonuçları ile ilgili dünya çapında herhangi bir yasal limit bulunmamasına rağmen Avrupa Komisyonu (EC, 2001), temizlik ve sanitasyon sonrası üretim alanında gıda ile temasta olan yüzeyler için 0 ila 10 kob/ cm² arasında mikrobiyel seviyeler önermiştir. Hedef değerler her tesis ve her ürün türü için değişmekle birlikte her bölge için de (Bölge1-4) farklı olabilmektedir. Özellikle indikatör mikroorganiz-

malarda limit oluşturmak için işletmede 6 ila 12 aylık geçmiş verilerin, müşteri şikayetleri ve spesifikasyonlarının incelenmesi gerekmektedir (Channaiah, 2013). Almond Board of California (2009) tarafından sağlanan 'gıda ile temas eden ekipman ve yüzey temizliği için mikrobiyolojik gösterge sınırları' rehberlik sağlaması adına Çizelge 4'te yer almaktadır.

Çizelge 4. Almond Board of California tarafından sağlanan dezenfektanın uygulanmasından önce ve sonra ekipman temizliği için önerilen mikrobiyolojik gösterge limitleri.

İndikatör	Hedef/Kabul edilebilir limitler	Isıl İşlem Sonrası Dezenfektan Öncesi (kob/250 cm ²)	Isıl İşlem - Dezenfektan Sonrası (kob/250 cm ²)
Mikroorganizma			
Aerobik Koloni Sayısı	Hedef Kabul edilebilir	<100 <500	<10 <100
Koliform	Hedef Kabul edilebilir	<10 <100	<10 <50
Toplam <i>Enterobacteriaceae</i>	Hedef Kabul edilebilir	<10 <100	<10 <50

Analiz planının oluşturulması

Çevresel numunelerin sayısı ve yeri, ürüne ve sürece özgü risk seviyelerine göre belirlenmelidir. Geçmişinde pozitif patojen sonuçları olan, su kullanımı ile hareket trafiğinin fazla olduğu ve mikrobiyolojik olarak hassas hammaddelerin işlendiği veya depolandığı alanlardan daha yüksek sıklıkta numune alınmalıdır (3M ve Cornell University, 2019). Numune alma zamanı ise ÇİP'in amacına göre üretim öncesi, ortası veya sonrasında belirlenebilmekte olup amaç hijyen-sanitasyon etkinliğini doğrulamaksa, sanitasyon öncesi, sonrası ve üretim öncesi örnekleme işlemi yapılmaktadır. Gıda işleme planındaki bir ekipmanda üretim sürecinde kontaminasyon şüphesi oluştuğunda, ekipman çalışırken numune alınabilmektedir. Bir sanitasyon prosedüründen sonra, dezenfektan kalıntılarının bakteriler üzerindeki etkisini belirlemek için numune alınmadan önce belirli bir süre beklenmesi ISO 18593: 2018 tarafından tavsiye edilmiştir (Mota vd., 2021). Almond Board of California'nın *Salmonella* spp.'yi önlemek için oluşturduğu patojen çevresel izleme programında yer alan analiz planı Çizelge 5'te yer almaktadır. Çizelge 6'da ise AIB (Amerika Fırıncılar Enstitüsü) tarafından yayınlanan ÇİP kılavuzunda yer alan

çevresel izleme planı örneği bulunmaktadır (Channaiah, 2013).

Gıda üretim tesisleri, ürünleriyle ilgili mikrobiyel risklerini dikkatli bir şekilde değerlendirdikten sonra, yukarıda yer alan örnek planlara uygun olarak ÇİP planı oluşturması ve her işletme için bu planın özelleştirilmesi önerilmektedir.

Analiz metodunun belirlenmesi, analizlerin yapılması ve raporlanması

ÇİP numunelerinin analizleri için sayısız klasik ve hızlı mikrobiyolojik yöntem mevcuttur. Hangi analiz yöntemi seçilirse seçilsin, kullanılan yöntemin doğrulanması en önemli adımlardan bir tanesidir. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO) 18593:2018 standardı, gıda üretim zincirinde mikrobiyolojik yüzey örnekleme için kullanılan yatay metotlar ile ilgili bilgi sağlamaktadır. Bu standart numune alma teknikleri, swap çubukları ve sünger/bez yöntemleri, numune alma yeri, alanı, zamanı ve sıklığı açısından numune alma prosedürüne kılavuzluk etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise FDA'nın Bakteriolojik Analitik El Kitabındaki (BAM) yöntemler, analizler için resmi yöntemler olarak kabul edilmektedir.

Bunlara ilaveten her ülkede yayınlanmış ülkeye ve sektöre özgü yöntemler de bulunmaktadır ancak yukarıda belirtilen yöntemler evrensel olarak tanınmakta ve kabul edilmektedir. Yayınlanmış

çoğu standarda göre spesifik mikroorganizmaların tespiti ve mikroorganizma sayılarının belirlenmesi için yaklaşık 100 cm² alandan numune alımı yapılmalıdır (Mota vd., 2020).

Çizelge 5. Numune alma yeri örnekleri, mikrobiyolojik test türü, minimum numune alma sıklığı ve bölgelere göre tipik numune sayısı

Bölge Numarası	Numune Alma Yeri Örnekleri	Mikrobiyolojik Test	Minimum Numune Frekansı	Örnek Sayısı ¹
1	Doğrudan veya dolaylı ürün temas yüzeyleri; örneğin tasnif hatları, ürün konveyörleri, ürün boşaltma kanalları, boru hattı iç kısımları, depolama hunileri, doldurma hunileri, nozullar, ürün sıyrıcılar, mutfak eşyaları, çalışan elleri	İndikatör organizmalar, örn. Toplam Enterobacteriaceae Sayımları (TEB), toplam koliform sayımları. Normalde sadece özel durumlarda <i>Salmonella</i> testi.	Haftalık (Temizlik sonrası, Üretim Öncesi). Ayrıca araştırma için gerektiğinde doğrulama ve onaylama için numune alımı.	Üretim hatlarına bağlı
2	Ürüne hemen bitişik çevresel temas yüzeyleri, örneğin ekipman çerçevesi, destekleri, tünellerin veya dolun kabinlerinin dışı, dolun ekipmanlarının altı, kontrol panellerinde, motor gövdelerinde, iskelelerde, kantarlarda, Bölge 1 yüzeylerinin yakınındaki drenajlar.	<i>Salmonella</i>	Haftalık	10-15
3	Üründen uzak açık ürün alanlarındaki temas yüzeyleri, örneğin el arabaları, forkliftler, duvarlar, kanallar, kanalizasyonlar, zeminler, tavanlar vb.	<i>Salmonella</i>	Haftalık	10-15
4	İşleme alanından uzak alanlar, örneğin depolar, banyolar, soyunma odaları, bakım alanları, kafeterya/mola odaları vb.	<i>Salmonella</i>	Aylık	5-10

¹ Gerekli durumlarda bölge başına belirlenenenden daha fazla numune alınabilmektedir.

Çizelge 6. Çevresel izleme programı ve numune alma planı örneği

Bölge Numarası	Numune Yeri	Test Sıklığı	Mikroorganizmalar
Bölge 1	Karıştırıcılar, konveyörler, alet-ekipman, üretim masaları vb.	Haftalık	Toplam Canlı Bakteri (TCB), koliform, maya ve küf <i>Enterobacteriaceae</i> .
Bölge 2	Ekipman çerçevesi, bakım aletleri, damlama kalkanları, muhafazalar, vb.	Haftalık	TCB, koliform, maya ve küf, <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Listeria</i> spp. ve <i>Salmonella</i> spp.
Bölge 3	Duvarlar, zemin, kanalizasyon, havalandırmalar vb.	Haftalık	TCB, koliform, maya ve küf, <i>Listeria</i> spp ve <i>Salmonella</i> spp.
Bölge 4	Ofis alanları, soyunma odaları, bakım odası vb.	Aylık	TCB, koliform, maya ve küf, <i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Listeria</i> spp. ve <i>Salmonella</i> spp.

Çevresel analiz sonuçları mikrobiyoloji sorumlusu tarafından raporlanmalı ve çevresel izlemeden sorumlu ekip tarafından belirlenen limitler kapsamında yorumlanmalıdır (Zoellner, vd., 2018). Genellikle patojen belirleme için alınan sürüntü sonuçları zenginleştirme adımlarından sonra pozitif veya negatif olarak rapor edilir (Spanu ve Jordan, 2020). Belirli bir yüzeydeki indikatör mikroorganizmalar sayılırken, ISO 7218:2017 standardında belirtildiği gibi hedeflenen mikroorganizma için kullanılan besiyeri ortamı kapsamında belirli inkübasyon süresi ve sıcaklığı referans alınır. Sonuçlar kob/cm² (koloni oluşturan birim/ numune yüzey alanı) olarak raporlanmaktadır. Analizlerde negatif bir sonucun veya koloni yokluğunun bazen işletmede bu mikroorganizmanın yokluğuna eşit olmadığına ve bunun numune aldığımız yere, tespit sınırlarına, numune miktarına göre değişebileceği gerçeğine dikkat edilmelidir. (Spanu ve Jordan, 2020). Analiz sonuçlarının özellikle patojenler için sürekli negatif çıkması ÇİP programının kontaminasyon kaynaklarının tespit edilmesi noktasında yeterince sağlam olmamasından kaynaklanabilmektedir. Bu gibi durumlarda ÇİP programının gözden geçirilmesi, doğrulanması ve değişen riskler kapsamında revize edilmesi gerekmektedir.

Düzeltilici ve önleyici faaliyetlerin belirlenmesi
ÇİP analiz sonuçlarında hedef limitlerin aşıldığı ve/veya patojen mikroorganizmaların pozitif çıktığı belirlendiği durumlarda gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için mümkün olan en kısa sürede harekete geçilebileceği düzeltici eylem planları önceden belirlenmelidir. Eylem planları bölgelere ve dolayısıyla risk düzeylerine bağlı olarak değişmektedir. Bu eylem planları; acil düzeltici eylemleri (örneğin, dezenfektanların değiştirilmesi, sterilize etme sıklıklarının değiştirilmesi vb.), uygunsuzluğun kök nedenini ve uygunsuzluğun giderildiğinin doğrulanmasını içermelidir (Almond Board of California, 2009). ÇİP sadece bir izleme programı olmakla birlikte mikrobiyel kontaminasyon riskinin tamamen ortadan kaldırılabilmesi için iyi tasarlanmış düzeltici önleyici faaliyetler ile desteklenmesi gerekmektedir. Düzeltici ve önleyici faaliyet

prosedürleri genel olarak aşağıda yer alan adımları içermektedir.

1. ÇİP takımı uygunsuz sonuçlar kapsamında acil olarak toplanmalıdır.
2. Güvenli olmayan süreçte üretilen ürün “uygunsuz ürün” olarak tanımlanmalı ve ürüne uygulanacak işlemler (uygun, imha, yeniden işleme), mikrobiyolojik analizler sonuçlandıktan sonra karar verilmelidir.
3. Uygun olmayan bölgeler kök neden analizi için incelenmeli ve kontaminasyon kaynağının belirlenmesi amacıyla yüzeylerden swab örnekleri alınmalıdır.
4. Kontaminasyon nedeni tespit edildikten sonra sorunu ortadan kaldıracak düzeltici faaliyetler belirlenmelidir (temizlik kimyasallarının uygunsuzluğu, personelin etkin temizlik yapmaması, kontrollerin yetersizliği, GMP uygulamalarında aksamalar vb.).
5. Düzeltici faaliyetin etkinliğinin izlenmesi için numune/ analiz sıklığı artırılmalıdır.
6. Negatif veya uygun olan sonuçlar elde edildiğinde uygunsuzluğun tekrar yaşanmaması için gereken önleyici faaliyetler belirlenmelidir (eğitim, yatırımlar vb.).
7. Sonuçlar sistem gerekliliğince kayıt altına alınmalıdır.

Her gıda tesisi gıda güvenliğinin amacını ve gerekliliklerini göz önünde bulundurarak risk temelli bir yaklaşımla kendi düzeltici eylem planını oluşturmalıdır. Cinar ve Onbaşı (2018) dondurulmuş meyve ve sebze işletmesinde yaptıkları ÇİP çalışmasında gerçekleştirilen bazı düzeltici faaliyet örnekleri; el yıkama suyunun sıcaklığının ayarlanması, kokusu az ve tahriş ediciliği düşük el dezenfektanı temini, temizliğin etkin yapılması için otomatik dozajlı köpük sistem kurulumu, alet ve ekipmanların kolay temizlenmesi için revize edilmesi (eğitim, çukurların kapatılması vb.) olarak paylaşılmıştır.

SONUÇ

Gıda risk parametreleri mikrobiyolojik olarak değerlendirildiğinde tehlike tanımları günden güne değişmekte ve halk sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri artmaktadır. Modern gıda güvenliği sistemleri bu tehlikeler karşısında

yetersiz kalmakta ve gıda kaynaklı zehirlenmeler hala küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. ÇİP gıda tesislerindeki hijyen ve sanitasyon uygulamalarının etkinliğini değerlendirmek ve çapraz kontaminasyonu önlemek için değerli bilgiler sunan bir izleme sistemidir. HACCP tabanlı gıda kalitesi ve güvenlik sistemlerine ÇİP sisteminin entegrasyonu sistemlerin etkinliğinin mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesine ve gıda güvenliğinin sağlanmasına imkân sunmaktadır. Diğer yandan bu programların tasarımı ve uygulamasına ilişkin literatürde yer alan çalışmaların az olması bu konuda gıda sanayinde boşluklara neden olmaktadır.

Günümüzde bu boşlukların giderilmesi ve ÇİP'lerin kurulumunun yaygınlaştırılması adına dünyanın çeşitli bölgelerinde rehberlik belgeleri ve konuyla ilgili araştırma projeleri giderek daha fazla geliştirilmekte ve yaygınlaşmaktadır. Bu derlemede, literatürde yer alan temel belgelerin, yayınlanan rehberlerin ve çalışmaların sentezi yapılarak 6 aşamalı kurulum metodolojisi önerilmiştir. Mevcut belge gıda sektörü için güncel bilimsel veriler ve uygulanabilmesi için rol modeller sunmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu makale ile ilgili olarak başka kişiler ve/veya kurumlar arasında çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

YAZAR KATKILARI

Elif Onbaşı, araştırma fikri ve hipotezinin oluşturulması, yürütülmesi, kaynak taranması ve çalışmanın yazılmasına katkı sağlamıştır. Aycan Cinar, araştırma yönteminin planlanması, denetlenmesi, eleştirel inceleme, yazım ve dil yönüyle düzenlenmesine katkı sağlamıştır. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

KAYNAKLAR

Adley, C. C., Ryan, M. P. (2016). *The nature and extent of foodborne disease*. In Antimicrobial food packaging. Academic Press, the UK, pp. 1-10.

Almond Board of California, (2009). Pathogen environmental monitoring program (PEM).

https://www.almonds.com/sites/default/files/pem_book.pdf (Accessed: 03.07.2021)

ANSES, (2020). Avis révisé de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à la filière de production des préparations en poudre pour nourrissons. (pp. 1-74).

Acciari, V. A., Iannetti, L., Gattuso, A., Sonnessa, M., Scavia, G., Montagna, C., Addente, N., Torresi, M., Zocchi, L., Scattolini, S., Centorame, P., Marfoglia, C., Prencipe, V. A. and Gianfranceschi, M. V. (2016). Tracing sources of *Listeria* contamination in traditional Italian cheese associated with a US outbreak: investigations in Italy. *Epidemiol. Infect.*, 144 (13): 2719-2727.

Beno, S. M., Stasiewicz, M. J., Andrus, A. D., Ralyea, R. D., Kent, D. J., Martin, N. H., Wiedman, M. and Boor, K. J. (2016). Development and validation of pathogen environmental monitoring programs for small cheese processing facilities. *J. Food Prot.*, 79(12): 2095-2106.

Cappitelli, F., Polo, A., Villa, F. (2014). Biofilm formation in food processing environments is still poorly understood and controlled. *Food Eng. Rev.*, 6: 29-42.

Centers for Disease Control and Prevention, (2016). Foodborne germs and illnesses. <https://www.cdc.gov/foodsafety/foodbornegerms> (Accessed: 06.07.2021)

CDC, (2016). Keeping America Safe From Health Threats New And Old. <https://www.cdc.gov/media/releases/2016/p1214-2016-EOY-dpk.html> (Accessed: 03.07.2021)

Cinar, A., Onbaşı, E. (2020). Monitoring environmental microbiological safety in a frozen fruit and vegetable plant. *Food Sci. Technol. (Campinas)*, 41: 232-237. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.10420>.

Channaiah, L. (2013). Environmental monitoring program: an early warning system for microbiological hazards. https://www.aibinternational.com/aibonline/www.aibonline.org/newsletter/Magazine/Nov_D

- ec2013/EPMEarlyWarningHazards.pdf (Accessed: 12.06.2021)
- Chapin, T. K., Nightingale, K. K., Worobo, R. W., Wiedmann, M., & Strawn, L. K. (2014). Geographical and meteorological factors associated with isolation of *Listeria* species in New York State produce production and natural environments. *J. Food Prot.*, 77(11): 1919-1928. doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-14-132.
- EFSA-ECDC, (2019). The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. *EFSA J.* 17: 1-276.
- EN 17141:2020. Cleanrooms and associated controlled environments – Biocontamination control (for final approval prior to publication). <https://www.en-standard.eu/bs-en-17141-2020-cleanrooms-and-associated-controlled-environments-biocontamination-control/>. (Accessed: 12.06.2021)
- FDA. (2017). Draft guidance for industry: Control of *Listeria* monocytogenes in ready-to-eat foods (FDA-2008-D-0096). <https://www.fda.gov/media/102633/download> (Accessed 11.05.2021).
- FDA, (2021). Recalls, Market Withdrawals, & Safety Alerts. <https://www.fda.gov/safety/recalls-market-withdrawals-safety-alerts>. (Accessed 02.06.2021).
- FIL-IDF. (2020). Processing environment monitoring. <https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2020/06/IDF-factsheet-Processing-Environment.pdf> (Accessed 02.06.2021).
- Fukushima, K. (2019). Mandatory implementation of HACCP-based food hygiene control. *Food Hyg. Safe. Sci.*, 60(5): 108-111.
- Hoffmann, S., Scallan, E. (2017). *Epidemiology, cost, and risk analysis of foodborne disease*. In Foodborne Diseases, Academic Press, the UK, pp. 1-10.
- Hasnan, N. Z. N., Mohd Ramli, S. H. (2020). Modernizing the preparation of the Malaysian mixed rice dish (MRD) with Cook-Chill Central Kitchen and implementation of HACCP. *Int. J. Gastron. Food Sci.*, 19: 100193. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100193>
- ISO 7218:2007, (2007). Microbiology of food and animal feeding stuffs - General requirements and guidance for microbiological examinations. <https://www.iso.org/standard/64950.html> (Accessed 02.06.2021).
- ISO 18593:2018, (2018). Microbiology of the food chain - Horizontal methods for surface sampling. <https://www.iso.org/standard/64950.html> (Accessed 02.06.2021).
- Jemmi, T., Stephan. R. (2006). *Listeria* monocytogenes: Food-borne pathogen and hygiene indicator. *Rev. Sci. Tech. Oie.*, 25(2): 571-580.
- Jones, G., de la Gandara, M. P., Herrera-Leon, L., Herrera-Leon, S., Martinez, C. V., Hureauux-Roy, R., Abdallah, Y., Nisavanh, A., Fabre, L., Renaudat, C., Mossong, J., Mattheus, W., Huard, C., Le Borgne, C. L., Valk. H., Weill, V.X. and Jourdan-Da Silva, N. (2019). Outbreak of *Salmonella* enterica serotype Poona in infants linked to persistent *Salmonella* contamination in an infant formula manufacturing facility, France, August 2018 to February 2019. *Euro Surveill.*, 24(13): 1900161.
- Jung, J., Bir, C., Widmar, N. O., & Sayal, P. (2021). Initial Reports of Foodborne Illness Drive More Public Attention Than Do Food Recall Announcements. *J. Food Prot.*, 84(7): 1150-1159.
- Kase, J. A., Zhang, G., & Chen, Y. (2017). Recent foodborne outbreaks in the United States linked to a typical vehicles lessons learned. *Curr. Opin. Food Sci.*, 18: 56-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2017.10.014>.
- Magdovitz, B. F., Gummalla, S., Thippareddi, H., & Harrison, M. A. (2020). Evaluating environmental monitoring protocols for *Listeria* spp. and *Listeria* monocytogenes in frozen food manufacturing facilities. *J. Food Prot.*, 83(1): 172-187.
- Mazaheri, T., Cervantes-Huamán, B. R., Bermúdez-Capdevila, M., Ripolles-Avila, C., & Rodríguez-Jerez, J. J. (2021). *Listeria* monocytogenes biofilms in the food industry: is

- the current hygiene program sufficient to combat the persistence of the pathogen?. *Microorganisms*, 9(1): 181. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010181>
- Moldenhauer, J. E., J. E. Akers, D. R. Ashtekar, J. Christensen, A. M. Cundell, P. DeSantis, M. B. Dolan, R. A. Fry, M. Ganatra, J. L. Gaudet, J. M. Jordan, A. J. Karren, P. Martinez, J. Mateffy, W. R. McCullers, J. A. Nakamatsu, P. J. Noverini, S. J. O'Brien, D. B. Reber, M. S. Rozo, G., Seixas, G., Tin, N. E., Tomoney, F., van der Zanden, A. L., Vellutato, Jr., and R. B. White. (2014). Fundamentals of an environmental monitoring program. Technical report no. 13 (revised). Parenteral Drug Association, Bethesda, MD. https://store.pda.org/TableOfContents/TR13_TOC.pdf (Accessed 05.06.2021).
- Mota, J. D. O., Boue, G., Prevost, H., Maillet, A., Jaffres, E., Maignien, T., ... & Federighi, M. (2021). Environmental monitoring program to support food microbiological safety and quality in food industries: a scoping review of the research and guidelines. *Food Control*, 130: 108283. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108283>
- Muhterem-Uyar, M., Dalmasso, M., Bolocan, A. S., Hernandez, M., Kapetanakou, A. E., Kuchta, T., Manios, S. G., Melero, B., Minarovicovaa, J., Nicolau, A. I., Rovira, J., Skandamis, P. N., Jordan, K., Rodriguez-Lazaro, D., Stessl, B., & Wagner, M. (2015). Environmental sampling for *Listeria monocytogenes* control in food processing facilities reveals three contamination scenarios. *Food Control*, 51: 94-107. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.042>
- National Fisheries Institute, (2018). Ready-to-eat seafood pathogen control manual. Virginia, USA: <https://www.aboutseafood.com/wp-content/uploads/2018/04/RTE-Manual-Second-edition-April-2018.pdf> (Accessed 13.06.2021).
- Oliver, S.P. (2019). Foodborne pathogens and disease special issue on the national and international PulseNet network. *Foodborne Pathog. Dis.*, 16(7): 439-440.
- Onbaşı, E. (2020). Keşkül üretiminde HACCP sistemi ve Çevresel İzleme Programının (ÇİP) uygulanması. Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Bursa, Türkiye, 137 s.
- Onmaz, N.E., Karadal, F., Hızlısoy, H. (2016). Gıda Güvenliği Açısından İndikatör Mikroorganizmalar. *Türkiye Klinikleri J. Food Hyg. Technol.*, 2(3): 64-8.
- Özdemir, H. (2018). Ürün geri çağırma tüketicileri nasıl etkiler? Marka imajı ve satın alma davranışı üzerine bir araştırma. *Third Sect. Rev.*, 53(3): 1198-1208.
- Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N., & Jaglan, S. (2018). Role of food safety management systems in safe food production: A review. *J. Food Saf.*, 38(4): e12464. <https://doi.org/10.1111/jfs.12464>
- Rodríguez-Marval, M., Kendall, P.A., Belk, K.E., Sofos, J.N., (2010). Inactivation of *Listeria monocytogenes* during reheating of frankfurters with hot water before consumption. *Food Prot. Trends*. 30: 16e24. <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028X-67.2.295>
- Russo, E. T., Biggerstaff, G., Hoekstra, R. M., Meyer, S., Patel, N., Miller, B., Quick, R. and *Salmonella* Agona Outbreak Investigation Team. (2013). A recurrent, multistate outbreak of *Salmonella* serotype Agona infections associated with dry, unsweetened cereal consumption, United States, 2008. *J. Food Prot.*, 76(2): 227-230. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-12-209>
- Simmons, C. K., Wiedmann, M. (2018). Identification and classification of sampling sites for pathogen environmental monitoring programs for *Listeria monocytogenes*: Results from an expert elicitation. *Food Microbiol.*, 75: 2-17.
- Smith, A. M., Tau, N. P., Smouse, S. L., Allam, M., Ismail, A., Ramalwa, N. R., Disenyeng, B., Ngomane, M and Thomas, J. (2019). Outbreak of *Listeria monocytogenes* in South Africa, 2017–2018: laboratory activities and experiences associated with whole-genome sequencing analysis of isolates. *Foodborne Pathog. Dis.*, 16(7): 524-530.

- Spanu, C., & Jordan, K. (2020). *Listeria monocytogenes* environmental sampling program in ready-to-eat processing facilities: A practical approach. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 19(6): 2843-2861.
- Swaminathan, B., & Gerner-Smidt, P. (2007). The epidemiology of human listeriosis. *Microb. Infect.*, 9: 1236-1243.
- Thomas, J., Govender, N., McCarthy, K. M., Erasmus, L. K., Doyle, T. J., Allam, M., Ismail, A., Ramalwa, N., Sekwadi, P., Ntshoe, G., Shonhiwa, A., Essel, V., Tau, N., Smouse, S., Ngomane, H. M., Disenyeng, B., Page, N. A., Govender, N. P., Duse, A. G., Stewart, R., Thomas, T., Mahoney, D., Tourdjman, M., Disson, O., Thouvenot, P., Maury, M. M., Leclercq, A., Lecuit, M., Smith, A. M., & Blumberg, L. H. (2020). Outbreak of Listeriosis in South Africa Associated with Processed Meat. *NEJM*, 382(7): 632-643.
- United Fresh Produce Association, (2018). Guidance on environmental monitoring and control of *Listeria* for the fresh produce industry second education. Washington: United Fresh Produce Association. <https://www.centerforproducesafety.org/amass/documents/document/263/ListeriaGuidanceUFPA2013.pdf> (Accessed 17.06.2021).
- U.S. Food and Drug Administration- FDA. (2015). FSMA final rule for preventive controls for human food. Current good manufacturing practice and hazard analysis and risk-based preventive controls for human food. Maryland: FDA. <https://www.fda.gov/food/food-safety-modernization-act-fsma/fsma-final-rule-preventive-controls-human-food> (Accessed 13.06.2021).
- 3M, & Cornell University. (2019). Environmental monitoring handbook for the food and beverage industries. USA: 3M. <https://multimedia.3m.com/mws/media/1684575O/environmental-monitoring-handbook.pdf> (Accessed 10.06.2021).
- Weigel, G. (2019). The true costs of food recalls. Smart sense food safety. Retrieved from: <https://blog.smartsense.co/costs-of-food-recalls> (Accessed 10.06.2021).
- WHO. (2015). WHO Estimates of the global burden of foodborne diseases. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf (Accessed 13.06.2021).
- World Health Organisation (WHO, 2020). Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety> (Accessed 13.06.2021).
- Zacharski, K. A., Southern, M., Ryan, A., & Adley, C. C. (2018). Evaluation of an environmental monitoring program for the microbial safety of air and surfaces in a dairy plant environment. *J. Food Prot.*, 81: 1108-1116.
- Zoellner, C., Ceres, K., Ghezzi-Kopel, K., Wiedmann, M., & Ivanek, R. (2018). Design elements of *Listeria* environmental monitoring programs in food processing facilities: A scoping review of research and guidance materials. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 17(5): 1156-1171.