



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



Yüksek Lisans Tezi

**KESME TABLALARINDA *SALMONELLA* BAKTERİLERİNİN
YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU**

Elinda SALLA

Biyoloji Anabilim Dalı

Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Ayten KİMİRAN**

Temmuz, 2022

İSTANBUL

Bu çalışma, 27.07.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Ayten KİMİRAN (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Doç. Dr. Zuhale ZEYBEK
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Doç. Dr. Tülin ÖZBEK
Yıldız Teknik Üniversitesi
Fen Edebiyat Fakültesi

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Proje Destekleri

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 36493 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri

--

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca, tez çalışmamın her aşamasında birikimleri ile beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen, tezimin tamamlanması için yoğun destek veren, benim için bir tez danışmanından fazlası olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Ayten KİMİRAN'a,

Tez çalışmalarım sırasında ihtiyaç duyduğum her konuda yardımlarını benden esirgemeyen hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Elif Özlem ARSLAN AYDOĞDU'ya, istatistik hesaplar konusunda destek veren sayın Doç. Dr. Muharrem BALCI'ya,

Hayatımın her aşamasında her zaman yanımda olan, iyi ve kötü günümde bana destek olan, eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen hayattaki en değerli varlığım canım annem Ersin SALLA'ya, bugünü en çok görmek isteyen yanımda olmasa da varlığını hissettiğim canım babam Enver SALLA'ya, sevgili kardeşlerim Egzona ve Ergim'e, biricik yeğenlerime, gelinim Merve ve damadım Fatih'e,

Tez deneylerim sırasında yardımlarıyla bana destek olan ve keyifli zamanlar geçirdiğim sevgili dostlarım Uzman Biyolog Arda Alara ULUDAĞ, Biyolog Gizem BATTAL ve Uzman Biyolog Jale NİL GÜRSOY'a,

en içten teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2022

Elinda SALLA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xiii
SUMMARY.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	6
2.1. GIDALARDA ÇAPRAZ KONTAMİNASYON.....	6
2.2. ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	11
2.2.1. Çevresel Faktörler.....	12
2.2.2. İntrinsik Faktörler.....	14
2.3. KESME TABLALARI, ÇEŞİTLERİ, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	15
2.3.1. Ahşap Kesme Tablaları.....	16
2.3.2. Plastik Kesme Tablaları.....	17
2.3.3. Cam Kesme Tablaları.....	18
2.3.4. Paslanmaz Çelik Kesme Tablaları.....	18
2.3.5. Bambu Kesme Tablaları.....	19
2.3.6. Mermer ve Granit Kesme Tablaları.....	19
2.3.7. Akrilik Kesme Tablaları.....	20
2.3.8. Kauçuk Kesme Tablalar.....	20
2.3.9. Silikon Kesme Tablaları.....	20
2.4. ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU TESPİT ETMEK İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER.....	20
2.4.1. Tahribatsız Yöntemler.....	21
2.4.1.1. Sürüntü Alma Yöntemleri.....	21
2.4.1.2. Sürtme/Ovma Yöntemleri.....	22
2.4.1.3. Temas Yöntemleri.....	23

2.4.2. Tahribatlı Yöntemler.....	24
2.4.2.1. Durulama ve Daldırma Yöntemleri.....	24
2.4.2.2. Sonikasyon Yöntemleri.....	25
2.4.2.3. Kazıma ve Taşlama İşlemleri.....	25
2.5. ÇAPRAZ KONTAMİNASYON NASIL ÖNLENİR?.....	26
2.6. <i>SALMONELLA</i> BAKTERİLERİNİN KESME TABLALARINDA YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU.....	29
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	37
3.1. ARAŞTIRMADA KULLANILAN BAKTERİLER.....	37
3.1.1. Gram Boyama.....	37
3.1.2. Katalaz Testi.....	38
3.1.3. Oksidaz Testi.....	38
3.2. <i>SALMONELLA</i> CİNSİ BAKTERİLERİN MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU.....	38
3.2.1. DNA İzolasyonu.....	38
3.2.2. Agaroze Jel Elektrophorezi Kullanılarak DNA'nın Görüntülenmesi.....	39
3.2.3. PZR Yöntemi.....	39
3.2.3.1. Kullanılan Primerler.....	39
3.2.3.2. PZR Deneyi.....	40
3.3. KESME TABLALARINDA <i>SALMONELLA</i> BAKTERİLERİNİN YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU.....	41
3.3.1. Deneyde Kullanılacak Bakterilerin Seçilmesi	41
3.3.2. Bakteri Kültürünün Hazırlanması.....	41
3.3.3. Kesme Tablaları.....	42
3.3.4. Kesme Tablası Örneklerinin Sterilizasyonu.....	42
3.3.5. Çapraz Kontaminasyon Deneyinde Kullanılan Gıda Örneği.....	43
3.3.6. Kesme Tablalarında <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Yaşaması.....	43
3.3.7. Kesme Tablalarından Gıdaya Çapraz Kontaminasyon.....	44
3.4. İSTATİSTİK.....	46
3.5. ARAŞTIRMADA KULLANILAN BESİYERLERİ, KİMYASAL MADDELER, AYIRAC VE ÇÖZELTİLER	46
3.5.1. Triptik Soy Broth Besiyeri (TSB) EP/USP/ISO.....	46
3.5.2. Triptik Soy Agar (TSA) Besiyeri EP/USP/ISO.....	46
3.5.3. Nalidiksik Asit İçeren Triptik Soy Agar (NA - TSA) Besiyeri EP/USP/ISO.....	46
3.5.4. Nalidiksik Asit.....	47

3.5.5. 0.1'lik Peptonlu Su.....	47
3.5.6. 0.85'lik Fizyolojik Tuzlu Su (FTS).....	47
3.5.7. Oksidaz Testi Ayırıcı.....	48
3.5.8. Katalaz Testi Ayırıcı.....	48
3.5.9. Gram Boyama Ayıraçları.....	48
3.5.10. 0.5 M EDTA.....	49
3.5.11. 10 X TBE.....	49
3.5.12. 1 x TBE.....	50
3.5.13. % 0.8'lik Agaroze jel.....	50
3.5.14. % 1.2'lik Agaroze jel.....	50
3.5.15. Primerlerin hazırlanması.....	50
4. BULGULAR.....	51
4.1. <i>SALMONELLA</i> BAKTERİLERİNİN MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU...51	51
4.1.1. DNA Eldesi.....	51
4.1.2. <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Moleküler Karakterizasyonu.....	51
4.2. <i>SALMONELLA</i> BAKTERİLERİNİN KESME TABLALARINDA YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU.....	53
4.2.1. <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Kesme Tablalarında Yaşamasi.....	54
4.2.1.1. <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Polietilen Kesme Tablalarında Yaşamasi.....	54
4.2.1.2. <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Cam Kesme Tablalarında Yaşamasi.....	55
4.2.1.3. <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Tahta Kesme Tablalarında Yaşamasi.....	56
4.2.2. <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyonu.....	58
4.2.2.1. Polietilen Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyon.....	58
4.2.2.2. Cam Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyon.....	64
4.2.2.3. Tahta Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyon.....	70
4.2.2.4. <i>Salmonella</i> Bakterilerinin Kesme Tablalarından Gıdaya Çapraz Kontaminasyonun Değerlendirilmesi	75
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	79
KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ.....	100

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Çapraz kontaminasyon yolları (Starovoytova, 2019).....	9
Şekil 2.2: Çapraz kontaminasyon örneği (Starovoytova, 2019).....	11
Şekil 2.3: Bakteri transferini etkileyen faktörler (Pe´rez-Rodri´guez ve diğ., 2008).....	12
Şekil 3.1: Kullanılan tahta, cam ve polietilen kesme tablaları.....	42
Şekil 3.2: Kesme tablalarında <i>Salmonella</i> bakterilerinin yaşaması ve çapraz kontaminasyon deneyi...	45
Şekil 4.1: <i>Salmonella</i> bakterilerine ait genomik DNA'ların jel elektroforez görüntüsü.....	51
Şekil 4.2: <i>Salmonella</i> bakterilerinin 16S rRNA bölgesine ait jel elektroforez görüntüsü.....	52
Şekil 4.3: Polietilen kesme tablalarında <i>Salmonella</i> bakterilerinin yaşaması (kob/25 cm ²).....	55
Şekil 4.4: Cam kesme tablalarında <i>Salmonella</i> bakterilerinin yaşaması (kob/25 cm ²).....	56
Şekil 4.5: Tahta kesme tablalarında <i>Salmonella</i> bakterilerinin yaşaması (kob/25 cm ²).....	57
Şekil 4.6: Polietilen kesme tablaları ve salam örneklerindeki <i>Salmonella</i> bakteri sayısı (kob/25 cm ²).61	
Şekil 4.7: <i>Salmonella</i> bakterilerinin polietilen kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).....	64
Şekil 4.8: Cam kesme tablaları ve salam örneklerindeki <i>Salmonella</i> bakteri sayısı (kob/25 cm ²).....	67
Şekil 4.9: <i>Salmonella</i> bakterilerinin cam kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).....	69
Şekil 4.10: Tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki <i>Salmonella</i> bakteri sayısı (kob/25 cm ²)....	72
Şekil 4.11: <i>Salmonella</i> bakterilerinin tahta kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).....	74
Şekil 4.12: <i>Salmonella</i> bakterilerinin, 3 farklı yüzey, 4 farklı zaman ve 3 farklı temas süresinde benzerlik oranlarını gösteren dendogram.....	75
Şekil 4.13: ZD-1 kodlu <i>Salmonella</i> bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).....	76
Şekil 4.14: ZD-2 kodlu <i>Salmonella</i> bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).....	76
Şekil 4.15: ZD-17 kodlu <i>Salmonella</i> bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).....	77
Şekil 4.16: ZD-19 kodlu <i>Salmonella</i> bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).....	78
Şekil 4.17: ATCC 14028 kodlu <i>Salmonella</i> bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).....	78

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Gıda işleme endüstrisinde kullanılan yüzeylerden mikroorganizma toplama yöntemleri (Ismail ve diğ., 2013).....	27
Tablo 3.1: Kullanılan primerler.....	40
Tablo 3.2: 16S rRNA genini tespit etmek için kullanılan PZR koşulları.....	40
Tablo 3.3: Salam'ın besin değeri.....	43
Tablo 4.1: <i>Salmonella</i> bakterilerinin NCBI'da benzerlik oranları ve GenBank erişim numaraları.....	53
Tablo 4.2: Polietilen kesme tablalarında <i>Salmonella</i> bakterilerinin yaşaması (log kob/25 cm ²).....	54
Tablo 4.3: Cam kesme tablalarında <i>Salmonella</i> bakterilerinin yaşaması (log kob/25 cm ²).....	56
Tablo 4.4: Tahta kesme tablalarında <i>Salmonella</i> bakterilerinin yaşaması (log kob/25 cm ²).....	57
Tablo 4.5: Polietilen kesme tablaları ve salam örneklerindeki <i>Salmonella</i> bakteri sayısı (log kob/25cm ²).....	60
Tablo 4.6: <i>Salmonella</i> bakterilerinin polietilen kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).....	63
Tablo 4.7: Cam kesme tablaları ve salam örneklerindeki <i>Salmonella</i> bakteri sayısı (log kob/25 cm ²)..	66
Tablo 4.8: <i>Salmonella</i> bakterilerinin cam kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).....	69
Tablo 4.9: Tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki <i>Salmonella</i> bakteri sayısı (log kob/25 cm ²)..	71
Tablo 4.10: <i>Salmonella</i> bakterilerinin tahta kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).....	74

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
aw	: Atmosfer basıncı
bp	: Baz çift
°C	: Santigrat derece
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
g	: Gram
HCL	: Hidroklorik asit
kb	: Kilo baz
L	: Litre
Log	: Logaritma
ml	: Mililitre
M	: Molar
nm	: Nanometre
pH	: Hidrojen gücü
s	: Saat
sn	: Saniye
UV	: Ultraviole
µg	: Mikrogram
µl	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
%	: Yüzde
±	: Standart sapma

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ANOVA	: Varyans Analizi
ATCC	: Amerikan Tıp Kültür Koleksiyonu
BLAST	: Basic Local Alignment Search Tool
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
dH₂O	: Distile su
EC	: Avrupa Yönetmeliği
EDTA	: Etilendiamin Tetra Asetik Asit
EPS	: Ekstraselüler Polimerik Madde
FCS	: Food Contact Surface
FTS	: Fizyolojik Tuzlu Su
eFORS	: Elektronik Gıda Kaynaklı Salgın Bildirim Raporu
gfp	: Yeşil Floresan Protein
GMP	: İyi Üretim Uygulamaları
HACCP	: Tehlike Analizi Ve Kritik Kontrol Noktası
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
kcal	: Kalori
kob	: Koloni Oluşturan Birim
KT	: Kesme Tablası
NA	: Nalidiksik Asit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NCBI	: Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi
PE	: Polietilen
PP	: Polipropilen
PVC	: Polivinil Klorür
PZR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
rRNA	: Ribozomal RNA
RNA	: Ribonükleik Asit
RTE	: Yemeye Hazır Gıdalar
S	: Salam
SSOP	: Sanitasyon Standart Çalışma Prosedürü
TBE	: Tris Borate EDTA
TSA	: Triptik Soy Agar

TSA-NA	: Nalidiksik Asit İçeren Triptik Soy Agar
TSB	: Triptik Soy Broth
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
ZD-1	: <i>Salmonella</i> sp. strain
ZD-2	: <i>Salmonella</i> sp. strain
ZD-7	: <i>Salmonella enterica</i> subsp.
ZD-8	: <i>Salmonella enterica</i> serovar Paratyphi
ZD-17	: <i>Salmonella</i> sp. strain
ZD-19	: <i>Salmonella</i> sp. strain
ZS-4	: <i>Salmonella enterica</i> sub. Typhimurium
ZS-8	: <i>Salmonella enterica</i> Typhimurium st.
ZS-12	: <i>Salmonella enterica</i> sups. <i>enterica</i> serovar
ZS-13	: <i>Salmonella enterica</i> Ser. Typhimurium

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KESME TABLALARINDA *SALMONELLA* BAKTERİLERİNİN YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU

Elinda SALLA

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Ayten KİMRAN

Patojen mikroorganizmalar ile kontamine olmuş gıda maddelerinin tüketilmesi ciddi bir halk sağlığı riski oluşturmaktadır. Bakteriler, üreme kapasiteleri yüksek olduğu için, gıda kaynaklı salgınların en yaygın nedeni olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, sıcaklık, nem, pH ve oksijen gibi faktörler, bakteri için gereken elverişli ortamı sağlayarak, hayatta kalmalarını sağlayabilmekte ve çoğalmalarını hızlandırabilmektedir. Gıda kaynaklı salgınların çoğu kontamine olmuş gıda maddelerinin tüketilmesi sonucu meydana gelse, birçok enfeksiyon bakteriyel çapraz kontaminasyonla ilişkilidir. Ev içi gıda temas yüzeyleri, gıda kaynaklı hastalıkların bulaşmasında önemli bir rol oynayabilir. Ev mutfaklarında gıda hazırlamada kullanılan kesme tablaları, çapraz kontaminasyonun olası araçları olarak kabul edilmektedir. Bakteriler, gıdaların hazırlanması sırasında kullanılan yüzeylere ve ekipmanlara tutunmakta ve gıdaya temas eden yüzeylerde sağ kalabilmektedir. Diğer önemli bir konu ise tüketime hazır bir gıda ürünü, kontamine bir gıda hazırlama yüzeyi ile temas ettiğinde mutfakta çapraz kontaminasyon meydana gelebilmektedir. Çapraz kontaminasyon açısından hangi yüzey malzemelerinin tüketici sağlığı için en büyük riski oluşturduğuna dair tartışmalar devam etmektedir.

Bu nedenle bu çalışmada, *Salmonella* bakterilerinin ev tipi mutfaklarda en çok tercih edilen, gıdaların hazırlığı ve sunumu sırasında kullanılan kesme tablası yüzeylerinde yaşaması, *Salmonella* bakterileri ile kontamine olan bu yüzeylerden temas sürelerine bağlı olarak gıda örneğine çapraz kontaminasyonunun tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada,

bakteri suş değişkenliği, farklı yüzey tipleri ve farklı temas süreleri gibi mikrobiyal transferi etkileyebilecek faktörler araştırıldı. Çalışmamızda beş farklı *Salmonella* bakterisi [*Salmonella* sp. (ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19) ve standart *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028)] ve mutfakta en çok kullanılan üç ayrı kesme tablası (polietilen, cam ve tahta) kullanıldı. *Salmonella* bakterilerinin bu yüzeylerde yaşama özellikleri ve gıda örneğinin *Salmonella* ile kontamine yüzeylere teması sonucu çapraz kontaminasyonu; dört ayrı saat (0, 1, 2 ve 4 saat) ve üç temas temas süresi kullanılarak (0, 30 ve 300 sn) gerçekleştirildi. Çapraz kontaminasyon deneylerinde gıda maddesi örneği olarak; *Salmonella* salgınlarıyla yaygın olarak ilişkilendirilen ve en çok tüketilen tüketime hazır işlenmiş fermente gıdalardan olan salam kullanılmıştır.

Salmonella bakterilerinin polietilen, cam ve tahta kesme tablalarında 0 – 4 saatler arası yaşaması incelendiğinde, incelenen beş bakterinin kesme tablalarındaki sayılarının sürenin artması ile ters orantılı olarak giderek azaldığı ($p \leq 0.005$) tespit edilmiş, ancak 4. saatte polietilen ve cam kesme tablalarının aksine tahta kesme tablaları yüzeyinden bakteri elde edilememiştir.

Salmonella bakterilerinin kesme tablalarından salam örneklerine transfer oranları incelendiğinde, kesme tablası yüzeylerinden salam örneğine bakteri transfer oranının; kesme tablası yüzey materyel tipi ($p \leq 0.005$) ve suşa bağlı olarak değiştiği ($p \leq 0.005$) tespit edilmiştir. Kesme tablalarından gıdaya bakteri transferinin en az tahta kesme tablalarında olduğu, bunu cam ve polietilen kesme tablalarının izlediği, gıdanın kontamine yüzeye temas süresinin artmasına paralel olarak transfer oranının da arttığı ($p \leq 0.005$) saptanmıştır.

Sonuçlar, malzemesi ne olursa olsun, kesme tablalarının çapraz kontaminasyon için potansiyel bir taşıyıcı olduğunu, kontamine bir yüzey gıda ile kısa süreli temas ettiğinde, kontaminasyondan 1 ila 2 saat sonra bile gıdaya önemli sayıda bakterinin bulaşabileceğini göstermektedir.

Mikrobiyolojik gıda güvenliği risk değerlendirmesi, gıdalarda bulunan patojenik bakterilerden kaynaklanan sağlık risklerinin büyüklüğünü anlamak için güçlü bir araçtır. Bunun bir parçası olarak, çapraz kontaminasyon deneyleri, risk değerlendirme adımlarının daha iyi tanımlanmasına ve modellenmesine izin veren veriler sağlayabilir Çapraz bulaşmadan kaynaklanan salgınların yüksek yüzdesi göz önüne alındığında, yapılan ve yapılacak olan araştırmalar, gıda patojelerine dayalı bir salgın ortaya çıktığında, olası çapraz bulaşma yollarını belirlemekte fayda sağlayacaktır

Temmuz 2022, 116 sayfa.

Anahtar kelimeler: *Salmonella*, kesme tablası, çapraz kontaminasyon

SUMMARY

M.Sc. THESIS

SURVIVAL OF *SALMONELLA* BACTERIA ON CUTTING BOARDS AND CROSS-CONTAMINATION TO FOODS

Elinda SALLA

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Biology

Supervisor : Prof. Dr. Ayten KİMİRAN

Consumption of foodstuffs contaminated with pathogenic microorganisms poses a serious public health risk. Bacteria are considered as the most common cause of foodborne outbreaks because of their high reproductive capacity. In addition, factors such as temperature, humidity, pH and oxygen can provide the necessary environment to bacteria and ensure their survival and accelerating their reproduction. Although most foodborne outbreaks result from consuming contaminated food, many infections are associated with bacterial cross-contamination. Domestic food contact surfaces can play an important role in the transmission of foodborne illness. Cutting boards used in food preparation in home kitchens are considered as possible means of cross-contamination. Bacteria adhere to the surfaces and equipments used during the preparation of food and can survive on surfaces that come into contact with food. Another important issue is that during the contact of a ready-to-eat food product with a contaminated food preparation surface, cross-contamination can occur in the kitchen. Discussions about the surface materials that pose the greatest risk to consumer health in terms of cross-contamination are continuing.

Therefore, in the present study, it was aimed to determine the cross-contamination of food sample from surfaces contaminated with *Salmonella* bacteria depending on the contact times, and determine that *Salmonella* bacteria live on the cutting board surfaces, which are most preferred in home kitchens and used during the preparation and presentation of food. Factors

that may affect microbial transfer such as bacterial strain variability, different surface types and different contact times were investigated in the current study. In our study, five different *Salmonella* bacteria [*Salmonella* sp. (ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19) and standard *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028)] and the three most commonly used cutting boards (polyethylene, glass and wood) in the kitchen were used. Living characteristics of *Salmonella* bacteria on these surfaces and cross-contamination of the food samples as a result of contact with *Salmonella*-contaminated surfaces were performed using four separate hours (0, 1, 2 and 4 hours) and three contact times (0, 30 and 300 s). As an example of foodstuff in cross-contamination experiments; salami, which is one of the most consumed ready-to-consume processed fermented foods and commonly associated with *Salmonella* outbreaks, was used.

When the survival of *Salmonella* bacteria on polyethylene, glass and wooden cutting boards between 0 and 4 hours was examined, it was determined that the numbers of the five examined bacteria on the cutting boards decreased gradually with the increase of time ($p \leq 0.005$). However, at the 4th hour, bacteria could not be obtained from the surface of the wooden cutting boards, unlike the polyethylene and glass cutting boards.

When the transfer rates of *Salmonella* bacteria from the cutting boards to the salami samples are examined, it was determined that the bacteria transfer rate from the cutting board surfaces to the salami sample varied with the cutting board surface material type ($p \leq 0.005$) and the used bacterial strain ($p \leq 0.005$). The minimum transfer of bacteria from cutting boards to food was determined on wooden cutting boards followed by glass and polyethylene cutting boards, and the transfer rate increased with increasing contact time of the food with the contaminated surface ($p \leq 0.005$).

The results show that regardless of the material, cutting boards are potential carriers for cross-contamination; with a contaminated surface in brief contact with food, a significant number of bacteria can contaminate food even 1 to 2 hours after contamination.

Microbiological food safety risk assessment is a powerful tool for understanding the magnitude of health risks from pathogenic bacteria found in foods. In this context, cross-contamination testing can provide data that allows better characterization and modeling of risk assessment steps. Given the high percentage of outbreaks due to cross-contamination, research has been and will be conducted to identify possible routes of cross-contamination when an outbreak is due to food-borne pathogens.

July 2022, 116. pages.

Keywords: *Salmonella*, cutting board, cross contamination

1. GİRİŞ

Patojen mikroorganizmalar ile kontamine olmuş gıda maddelerinin tüketilmesi sonucu ciddi bir halk sağlığı riski oluşturan gıda kaynaklı hastalıklar dünyada en yaygın sağlık sorunlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Beltrame ve diğ., 2015). Her ne kadar gıdayı doğru yollar ile işlemek, hazırlamak, uygun şartlarda depolamak, gıda kaynaklı birçok hastalığı önleyebilse de bu hastalıklardan dolayı her yıl milyonlarca insan hastalanmakta ve binlerce insan ölmektedir. Gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkmasında mikrobiyal kontaminasyon önemli bir faktördür (Starovoytova, 2019; Kim ve diğ., 2020). Yapılan araştırmalar, günümüzde tanımlanan 250 civarında gıda kaynaklı hastalık olduğunu ve gıda kaynaklı enfeksiyonların yaklaşık üçte birinin bakteriyel etkenlerden meydana geldiğini göstermiştir. Özellikle, 1998-2008 yılları arasında gıda kaynaklı salgın bildirim raporunda (eFORS), etiyolojisi bilinen 7,998 salgından 3,633'üne (%45) virüslerin; 3,613'üne (%45) bakterilerin; 685'ine (%5) kimyasal ve toksik etmenlerin ve 67'sine (%1) parazitlerin neden olduğu belirtilmiştir (Çakıcı ve diğ., 2015; Starovoytova, 2019; Kim ve diğ., 2020).

Bakteriler, üreme kapasiteleri yüksek olduğu için, gıda kaynaklı salgınların en yaygın nedeni olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, sıcaklık, nem, pH ve oksijen gibi faktörler, bakteri için gereken elverişli ortamı sağlayıp, hayatta kalmalarını sağlayarak çoğalmalarını hızlandırabilmektedir. Bu nedenle gıdanın mikroorganizmalar tarafından kirlenme derecesi eksponansiyel olarak artabilmektedir (Griffith, 2016; Starovoytova, 2019; Kim ve diğ., 2020).

Gıda kaynaklı enfeksiyonlar doğrudan kontamine olmuş gıda maddelerinden kaynaklanabileceği gibi; olumsuz çevre koşulları, üretici ve tüketicilerin hijyen konusundaki yetersiz bilgisi, depolamadaki hatalara, gıda kaynaklı hastalık taşıyıcılara bağlı olarak gelişebilmektedir (Wachtel ve Charkowski, 2002; Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Bilici ve diğ., 2012; Sezgin ve Özkaya, 2014; Durlu-Özkaya ve Akbulut, 2016; Griffith, 2016; Kim ve diğ., 2020). Salgınların çoğu depolamadaki hatalardan ve çiğ gıda tüketiminden meydana gelse de birçok enfeksiyon da ana faktörlerden biri işleme, taşıma, muhafaza gibi aşamalarındaki çapraz kontaminasyondur (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

Çapraz kontaminasyon, mikroorganizmaların kontamine bir üründen kontamine olmayan bir ürüne, doğrudan veya dolaylı olarak aktarılmasını ifade eden genel bir terimdir. Gıdada çapraz

kontaminasyon; ‘çiğ gıdalardaki ya da çiğ gıdaların işlendiği malzemelerdeki mikroorganizmaların pişmiş veya tüketime hazır gıdalara bulaşması’ şeklinde tanımlanmaktadır (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Carrasco ve diğ., 2012; Sevim ve Gökem, 2015; Leveille, 2016).

Gıda maddeleri; havadan gıdaya, sıvılardan yüzeye - yüzeyden gıdaya ve yüzeyden gıdaya olmak üzere üç şekilde çapraz bulaşmaya maruz kalabilir. Çapraz kontaminasyon besin zincirinin tüm aşamalarında ortaya çıkabilir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, evde yemek hazırlama sırasında meydana gelebilen çapraz bulaşmanın, gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkmasına önemli ölçüde katkı sağladığını göstermektedir (Cogan ve diğ., 1999; Starovoytova, 2019). Çiğ besin ya da gıda çalışanlarının kontamine edebileceği besinlerle teması kaçınılmaz olan yüzeyler vardır. Bakteriler, gıdaya temas eden yüzeylerde sağ kalabildiğinden, temas üzerine gıdaya çapraz bulaşma olanağı da mevcuttur. Çapraz kontaminasyonun incelendiği çalışmalarda, normal gıda hazırlama sırasında gıdalardan mutfak lavabolarına, kesme tablalarına, masalara ve bulaşık bezlerine bakteri bulaştığı bildirilmiştir (Zhao ve diğ., 1998; Dawson ve diğ., 2007; Kim ve diğ., 2020).

Epidemiyolojik verilerin eksikliğine rağmen, kesme tablaları, gıdaların çapraz kontaminasyonunda genellikle önemli fomitler olarak kabul görmektedirler (Cliver, 2006). Mutfakta kullanılan kesme tablaları, yiyecek hazırlamak için kullanılan vazgeçilmez ekipmanlardır. Kesme tablaları ahşap, cam, plastik, paslanmaz çelik, bambu, granit, mermer, akrilik, kauçuk, silikon yapıda olabilir (Starovoytova, 2019). Ev tipi mutfaklarda tahta (ahşap), polietilen, cam ve granit yapılı kesme tablaları yaygın olarak kullanılmakla beraber, ağırlıklı olarak tercih edilenler tahta yapıdaki kesme tablalarıdır (Zhao ve diğ., 1998; Dang-Xuan ve diğ., 2018). Kullanılan kesme tablalarının her birinin birbirine göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Kesme tablası yüzeyleri biyofilm oluşturabilen mikroorganizmalar tarafından kontamine olabilmektedir. Bununla birlikte, çapraz bulaşmayla ilişkili gıda kaynaklı hastalık riski, sadece yüzey kontaminasyonuna değil, aynı zamanda diğer yüzeylere transfer olasılığına da bağlıdır. Mikroorganizmaların aktarımının bağlı olduğu faktörler arasında ise kesme tablasının yüzey tipi, mevcut nem düzeyi bulunmaktadır (Ismail ve diğ., 2013; Starovoytova, 2019). Bununla birlikte gıdalardaki yağ ve nem içeriği bileşimi, gıda ürünlerinin dilimlenmesi veya kıyılması, bakteri türü, bakteri yükü, bakterilerin aşılama sonrası yüzeyde kalma süresi ve gıdanın yüzeyle

temas süresi dahil olmak üzere, yüzeylerden gıdaya ya da gıdadan yüzeye mikroorganizma aktarım oranlarını etkileyen birçok faktör tanımlanmıştır (Montville ve Schaffner, 2003; Dawson ve diğ., 2007; Gkana ve diğ., 2017; Kim ve diğ., 2020).

Ev içi gıda temas yüzeyleri, gıda kaynaklı hastalıkların bulaşmasında önemli bir rol oynayabilir. Gıda hazırlama sırasında çapraz kontaminasyon açısından hangi yüzey malzemelerinin tüketici sağlığı için en büyük riski oluşturduğuna dair tartışmalar devam etmektedir (Moore ve diğ., 2007). Bununla birlikte, kontaminasyon yolları ve kaynakları hakkında epidemiyolojik bilgi eksikliği olduğu, genellikle kontaminasyon yolları ve kontaminasyona neden olan faktörlere dair açık ve anlaşılır bilgi verilmediği belirtilmektedir (Reij ve Den Aantrekker, 2004). Salgınlara ilişkin veriler, etkilenen çok sayıda hasta olmaması, yeni patojen veya serotiplerin olması, gıda maddesi eksikliğinden dolayı ilişkili kaynağın kesin olarak bilinmemesinden dolayı çoğu zaman yayınlanamamaktadır (Carrasco ve diğ., 2012).

Salmonella türlerinin sebep olduğu hastalıklar, dünyada en fazla rapor edilen gıda kaynaklı hastalıklardan biridir. Hayvansal gıdalardan, kontamine olmuş kanatlı hayvan etlerinden, yumurta ve yumurta ürünlerinden, kırmızı etlerden, kontamine süt ve süt ürünlerinden ve kabuklu deniz ürünlerinden insanlara geçerek enfeksiyona yol açabilmektedirler (Asal-Ulus, 2021). Salmonelloz, hem gelişmiş, hem de gelişmekte olan ülkelerde, insan halk sağlığı için bir tehdit unsurudur. *Salmonella* bakterilerinin herhangi bir gıda işleme alanında mevcut olması, diğer alanlara ve gıdalara bulaşmasıyla sonuçlanabilmektedir. Gıdaların yanlış sıcaklıklarda muhafazası, gıdaların yetersiz pişirilmesi, diğer yüzeyler veya gıdalar ile çapraz bulaşması, *Salmonella*'nın çoğalmasına yol açarak salmonelloz salgınlarında rol oynayabilmektedir (Carrasco ve diğ., 2012).

Salmonella türlerinin evdeki alanlar ve yüzeyleri kirletme potansiyeli birçok araştırmacı tarafından üzerinde çalışılmış bir konudur. Bu çalışma sonuçları, taze tavuk gibi çiğ et ürünlerinin hazırlanması sırasında, *Salmonella* bakterilerinin ellere ve gıdayla temas eden yüzeylere yayılarak çoğalabileceğini ve ev mutfaklarında çapraz bulaşmaya yol açabileceğini göstermektedir (Cogan ve diğ., 1990; De Boer ve Hahne, 1990; Redmond ve diğ., 2001; Redmond ve diğ., 2004; Carrasco ve diğ., 2012).

Son yıllarda yemeğe hazır gıdalar (RTE) popülerlik kazandıkça, gıda güvenliği uzmanları çalışmalarını, bu gıdaların gıda kaynaklı hastalıkların bulaşmasına neden olan özelliklerine

yöneltilmişlerdir. Bu özelliklerden en önemlisi, RTE gıdalarının tüketilmeden önce ısıtma aşamasına tabi tutulmaması, özellikle ilgi çekici olan diğer bir nokta da RTE gıda maddesinin kontamine bir çiğ gıda veya gıda hazırlama yüzeyi ile temas ettiğinde mutfakta çapraz kontaminasyona neden olmasıdır (Moore ve diğ., 2003). Salam, en çok tüketilen fermente RTE gıdalardan biridir. Sandviçlerin, salataların ve atıştırmalıkların favori malzemelerinden biri olan salam gibi işlenmiş ürünler, *Salmonella* salgınlarıyla yaygın olarak ilişkilendirilmektedir (Omer ve diğ., 2018; Werlang ve diğ., 2021; Mohamed ve diğ., 2022). *Salmonella* bakterileri bazen ticari olarak işlenmiş ürünlerde bulunur ve bunlar genellikle tüketicinin mutfağındaki diğer RTE ürünleriyle (salatalar gibi) aynı anda hazırlanır. Bu bakteriler, bakteriyel gıda kaynaklı hastalıkların en önemli nedeni olarak bilinmelerine rağmen, salgınlar nadiren meydana gelmektedir. Genellikle, hastalığın sporadik doğasının büyük ölçüde evde yemek hazırlama sırasında meydana gelen çapraz bulaşmanın sonucu olduğu düşünülmektedir (Moore ve diğ., 2003). Araştırmalar, *Salmonella* bakterilerinin gıda ile temas eden yüzeylerde önemli bir süre kalabildiğini ve bunun gıda ile uğraşanlar, yemeye hazır (RTE) gıdalar ve gıda ile temas eden diğer yüzeyler arasında artan çapraz kontaminasyon risklerine yol açabileceğini göstermiştir. *Salmonella* çiğ tavuktan kesme tablalarına, tabaklara ve mutfak eşyalarına ve aynı zamanda yüzeylerine yerleştirilmiş RTE gıdalarından kolaylıkla aktarılabilir. Kontamine olmuş gıda hazırlama ekipmanlarına uygulanan yetersiz dekontaminasyon prosedürleri, sonraki yemek hazırlıklarında potansiyel olarak daha fazla kontaminasyon riski oluşturabilir (Redmond ve diğ., 2004).

Mutfaklarda kullanılan kesme tablalarında patojenlerin çoğalmasını engellemek veya azaltmak amacıyla uygulanan yöntemler, gıda kaynaklı hastalık salgınlarının görülme sıklığını azaltmaya yardımcı olabilir. Yiyeceklerle temas eden yüzeylerde ve kullanılan ekipmanlarda patojenlerin kontrolünü sağlamak, gıda endüstrilerinde, evlerde, restoranlarda ve diğer gıda işleme birimlerinde, kritik kontrol noktaları belirlemek için gereklidir (Venkitanarayanan ve diğ., 1999).

Mikrobiyolojik gıda güvenliği risk değerlendirmesi, gıdalarda bulunan patojenik bakterilerden kaynaklanan risklerin büyüklüğünü anlamak için güçlü bir araçtır (Mihalache ve diğ., 2022). Bunun bir parçası olarak, çapraz kontaminasyon deneyleri, risk değerlendirme adımlarının daha iyi tanımlanmasına ve modellenmesine izin veren veriler sağlayabilir.

Çapraz bulaşma kaynaklı salgınların yüksek yüzdesi göz önüne alındığında, yapılan ve yapılacak olan araştırmalar, gıda patojenlerine dayalı bir salgın ortaya çıktığında, olası çapraz bulaşma yollarını belirlemekte fayda sağlayacaktır.

Bu çalışmada, standart (*Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028) ve gıda örneklerinden izole edilen *Salmonella* bakterilerinin [*Salmonella* sp. (ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19)] ev tipi mutfaklarda en çok tercih edilen, gıdaların hazırlığı ve sunumu sırasında kullanılan üç farklı tipteki kesme tablası yüzeylerinde (ahşap, plastik ve cam) yaşaması, *Salmonella* bakterileri ile kontamine olan bu yüzeylerden gıda örneğine (salam) farklı temas sürelerine (5, 30 ve 300 sn) bağlı olarak çapraz kontaminasyonunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.



2. GENEL KISIMLAR

2.1. GIDALARDA ÇAPRAZ KONTAMİNASYON

Gıda kaynaklı hastalıklar, patojen mikroorganizmalar ile kontamine olmuş gıda maddelerinin tüketilmesi sonucu ciddi bir halk sağlığı riski oluşturmaya devam etmekte ve dünyada en yaygın sağlık sorunlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Beltrame ve diğ., 2015). Besinlerin satın alma, hazırlanma, pişirme ve depolama kurallarının bilinmemesi, yanlış ve yetersiz uygulamalar gibi nedenler besinlerin bozulmasına neden olarak zehirlenmelere neden olabilmektedir. Besinlerin bozulmasına neden olan etmenler genellikle fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kaynaklıdır. Bu etmenler arasında en yaygın görülen ve hastalıklara neden olan mikrobiyolojik bozulmalar olup, genellikle de bakteriyel kaynaklıdır (Karakuş ve Küçükkömürler, 2012). Gıdada virulansı yüksek patojen bir bakterinin bulunması, patojenin konsantrasyonunun yüksek olması, patojen ile kontamine gıda ürünlerinin aşırı sıcak bir ortamda çok uzun süre bırakılması gibi olağan dışı birçok faktör gıda güvenliği açısından büyük bir risk oluşturmaktadır (Jimenez ve diğ., 2009). Her ne kadar gıdayı doğru yollar ile işlemek, hazırlamak, uygun şartlarda depolamak, gıda kaynaklı birçok hastalığı önleyebilse de bu hastalıklardan dolayı her yıl milyonlarca insan hastalanmakta ve binlerce insan ölmektedir (Carrasco ve diğ., 2012; Karakuş ve Küçükkömürler, 2012; Miranda and Schaffner, 2016).

Gıda kaynaklı enfeksiyonlar ile ilgili olarak yapılması gereken, gıda güvenliğini sağlamaktır. Gıda güvenliğinde amaç, üretim ve tüketim aşamasında meydana gelebilecek mikrobiyal kontaminasyonu önlemektir. Gıda güvenliğine bağlı olarak kontrol sağlanması gereken alanlar da işleme, depolama, dağıtım ve tüketimdir (Kim ve diğ., 2020). Gıdanın kontaminasyonunu önlemek için günümüzde uygulanan çeşitli güvenlik sistemleri mevcuttur. Bunlar arasında başlıca tehlike analizi ve kritik kontrol noktası (HACCP), sanitasyon standart çalışma prosedürü (SSOP) ve iyi üretim uygulamaları (GMP) gelir (Cogan ve diğ., 1999; Kim ve diğ., 2020). Gıda zincirinde gıda güvenliği; birincil sorumluluğa sahip gıda işletmecileri, bu sorumluluğu denetleyen yetkililer ve gıdanın uygun şekilde saklanması, işlenmesi ve hazırlanmasından sorumlu olduklarını kabul etmesi gereken tüketiciler arasında ortak bir yükümlülük oluşturmaktadır. Gıda işyeri işletmecileri, ürünlerinin güvenliğini ve izlenebilirliğini sağlamak için uluslararası düzeyde kabul gören HACCP sistemini uygulamakla yükümlüdür. HACCP sistemi, gıda güvenliği risk analizi çalışmaları amacının, insan sağlığının

korunmasını sağlamak ve güvenli gıda üretmek olduğunu belirtir (Cogan ve diğ., 1999; Aviat ve diğ., 2016; Gkana ve diğ., 2017; Kim ve diğ., 2020). Her ne kadar son yıllarda gıda mevzuatı, gıda zinciri boyunca tüketicinin korunması açısından önemli ölçüde geliştirilmiş olsa da, son raporlar gıda zehirlenmesi salgınlarının önemli kaynaklarının yetersiz gıda işleme uygulamaları sonucu gıda hizmeti veren perakende kuruluşlar ve evsel alanlar olduğunu göstermektedir (Redmond ve diğ., 2004; Carrasco ve diğ., 2012; Gkana ve diğ., 2017; Kim ve diğ., 2020). Evlerde yiyeceklerin uygun olmayan şekilde işlenmesi, gıda kaynaklı bakteriyel hastalıklara katkıda bulunan önemli faktörler arasındadır. Uygun olmayan şekilde yiyecekleri hazırlamak ve depolamak, işlemek, yanlış şekilde pişirmek veya az pişirmek, bu aşamaların her birinde gerekli olan hijyendeki yetersizlik, gıdalarda patojen mikroorganizmaların üremesini sağlar (Cogan ve diğ., 1999; Kim ve diğ., 2020).

Gıda kaynaklı patojenlerin çiğ gıdalara çapraz kontaminasyonu, mutfakta bu gıdaların ellerle ve gıda hazırlama sırasında kesme tablası ve mutfak eşyalarının yüzeyleriyle teması sonucu meydana gelebilir. Gıda kaynaklı gastroenterit salgınlarının kaynağı ev olmasına rağmen, evlerde meydana gelen küçük salgınların genelde bildirilmemesi veya araştırılmaması nedeniyle, ev kaynaklı salgınların gerçek yüzdesinin muhtemelen daha büyük olduğu varsayılmaktadır (Bean ve Griffin, 1990; Zhao ve diğ., 1998; De Jong ve diğ., 2008).

Gıdalar ev ortamında, ticari gıda işletme yerlerine veya gıda üretim yerlerine nazaran kontaminasyona daha açıktır. Yapılan çalışmalarda, mutfak tezgahlarından kullandığımız kesme tablalarına, musluklardan kapı kollarına kadar, mutfakta el ile teması gerçekleşen her alanda, çok sayıda mikroorganizma tespit edilmiştir. Ayrıca sık kullanılan ve el temasının çok olduğu buzdolabı içi, kapı kolu, fırın kolları, süngerler, kumaş peçeteler, lavabo gideri ve çevresi, bulaşık kurutulan bölümler ve çöp kovalarında mikroorganizma yoğunluğu yüksektir. Uygun olmayan hijyen uygulamaları ile mikroorganizmalar buralardan besinlere bulaşmaktadır. Gıdaların evde işlenmesi sırasında, çiğ gıdalarda bulunan patojen mikroorganizmalar doğrudan ellerden, yüzeylerden (tezgâh, masa, doğrama tablaları vb.), kullanılan ekipmanlardan ve diğer mutfak eşyalarından pişmiş gıdalara geçebilir. Gıda hazırlayan kişilerin elleri, ev içi gıda zehirlenmesi salgınlarına katkıda bulunan ana faktör olarak gösterilmektedir (Karakuş ve Küçükkömürler, 2012; Dang-Xuan ve diğ., 2018). Gıdalara el ile dokunulmasının hemen ardından mutfaktaki diğer yüzeylere ve gereçlere temas etmek kontaminasyona neden olabilir. Farklı türdeki yiyecekleri, elleri uygun şekilde

yıkamadan arka arkaya işlemek, çekmeceleri veya buzdolabını açmak, gıdanın içinde bulunduğu kaplara dokunmak, özellikle yemek hazırlarken ve yemek yerken telefonu elden bırakmamak ve sabunlu su ile elleri yıkamak yerine bulaşık beziyle elleri silmek, çiğ gıdalara dokunmak günümüzde karşılaşılan en önemli kontaminasyon sebepleri arasında yer almaktadır (Dang-Xuan ve diğ., 2018; Mihalache ve diğ., 2022).

Kesme tablaları ve tezgâh üstü, patojen mikroorganizmalar tarafından en yüksek kontaminasyonun görüldüğü alanlar olarak gösterilmektedir (Karakuş ve Küçükkömürler, 2012; Dang-Xuan ve diğ., 2018).

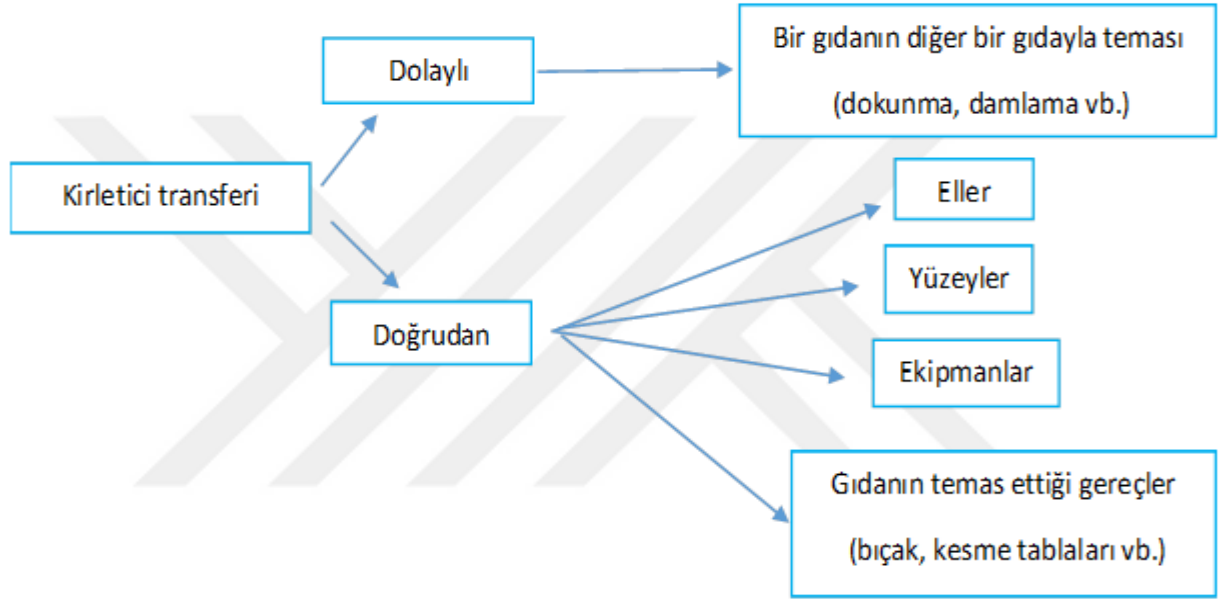
Gıda kaynaklı patojenlerin çiğ gıdalara çapraz kontaminasyonu, mutfakta bu gıdaların ellerle ve gıda hazırlama sırasında kesme tablası ve mutfak eşyalarının yüzeyleriyle teması sonucu meydana gelebilir (Bean ve Griffin, 1990; Zhao ve diğ., 1998).

Gıda kaynaklı enfeksiyonlar doğrudan kontamine olmuş gıda maddelerinden kaynaklanabileceği gibi; olumsuz çevre koşulları, üretici ve tüketicilerin hijyen konusundaki yetersiz bilgisi, depolamadaki hatalar, gıda kaynaklı hastalık taşıyıcılara bağlı olarak gelişebilmektedir (Wachtel ve Charkowski, 2002; Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Bilici ve diğ., 2012; Sezgin ve Özkaya, 2014; Durlu-Özkaya ve Akbulut, 2016; Kim ve diğ., 2020). Salgınların çoğu depolamadaki hatalardan ve çiğ gıda tüketiminden meydana gelse de meydana gelen birçok salgında ana faktörlerden biri işleme, taşıma, muhafaza gibi aşamalarındaki çapraz kontaminasyondur (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

Çapraz kontaminasyon, mikroorganizmaların kontamine bir üründen kontamine olmayan bir ürüne doğrudan veya dolaylı olarak bulaşmasını ifade eden genel bir terimdir. Gıdada çapraz kontaminasyon; çiğ gıdalardaki ya da çiğ gıdaların işlendiği malzemelerdeki mikroorganizmaların pişmiş veya tüketime hazır gıdalara bulaşmasıdır. Kötü hijyen, kontamine ekipman gibi terimler de çapraz kontaminasyon ile ilişkilidir (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Carrasco ve diğ., 2012; Sevim ve Görkem, 2015; Leveille, 2016).

Gıda maddeleri birçok yolla çapraz bulaşmaya maruz kalabilir. Bulaşma yolu; havadan gıdaya, sıvılardan yüzeye - yüzeyden gıdaya ve yüzeyden gıdaya olmak üzere üç şekilde olabilir. Çapraz kontaminasyon besin zincirinin tüm aşamalarında ortaya çıkabilir. Tarım alanları, hasat malzemeleri, çiftlikteki depolama tesisleri, asansörler, tarım malzemesinin işleme alanına nakliyesi için kullanılan ulaşım araçları, bu tesisler içinde kullanılan hazırlama alanları, araç-

gereçler, masalar, işletmede çalışan enfekte olmuş gıda çalışanları, tesislerde çalışan işçilerin elleri ve kullandığı aletler, gıda işleyicilerine temas yoluyla ve farklı gıda zinciri aşamalarında (gıda sanayi, perakende, restoran), gıda kaynaklı hastalıklara katkıda bulunabilecek yaygın çapraz kontaminasyon kaynaklarındandır. Bütün bu faktörlerin yanısıra besinlerin servis edilmesi sırasında hava yolu ile de çapraz kontaminasyon meydana gelebileceği de tahmin edilmektedir (Şekil 2.1) (Wachtel ve Charkowski, 2002; Pe'rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Bilici ve diğ., 2012; Sevim ve Görkem, 2015; Gkana ve diğ., 2017; Sabur, 2020; Asal-Ulus, 2021).



Şekil 2.1: Çapraz kontaminasyon yolları (Starovoytova, 2019).

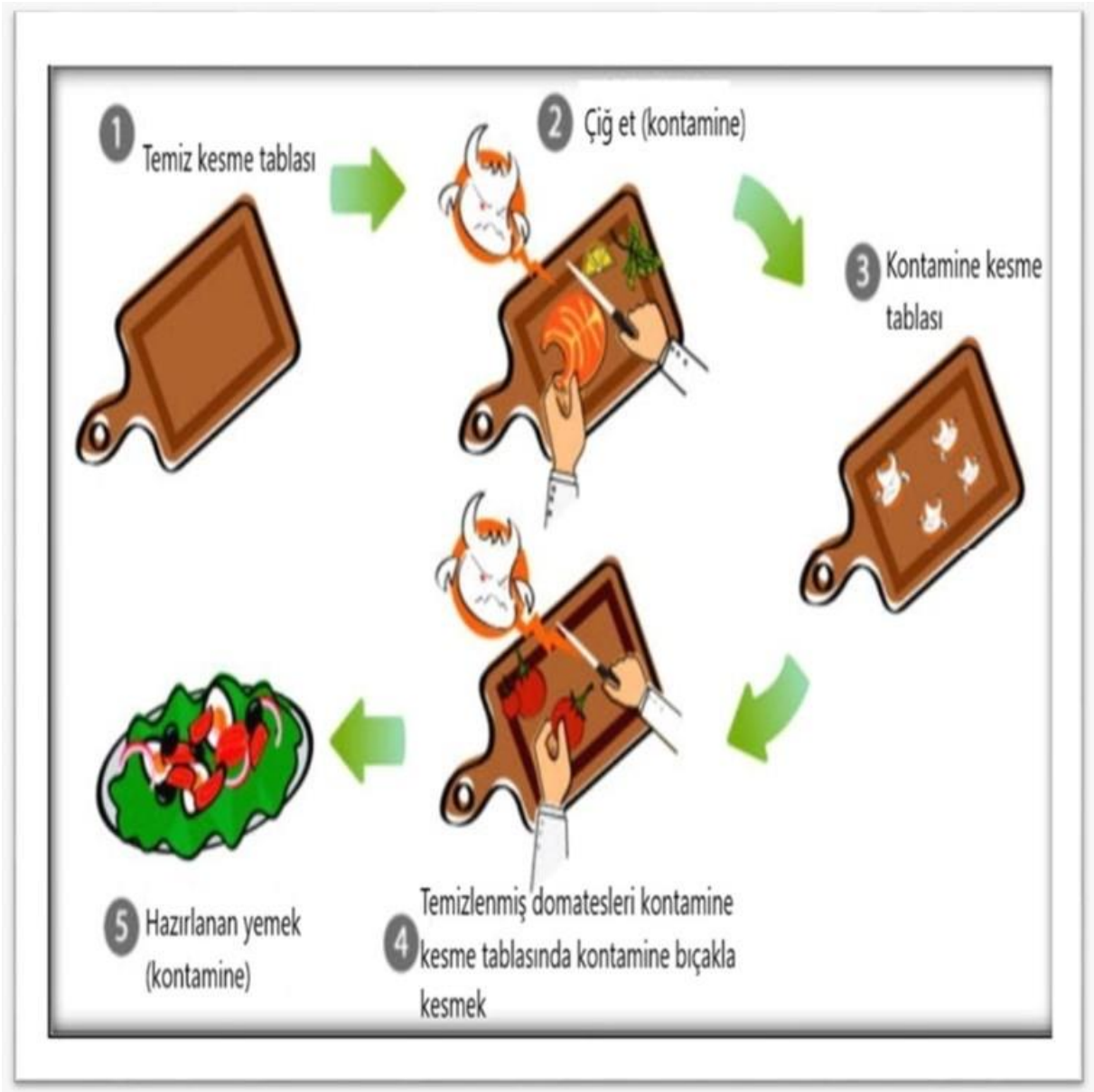
Gıda kaynaklı patojenlerin kontamine olmuş gıdalardan kontamine olmayan gıdalara işleme yüzeyleri yoluyla transfer potansiyelinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü gıda üretiminden tüketimine kadar çeşitli aşamalarla ilişkili çapraz kontaminasyon riskinin belirlenmesi, risk yönetimi için bilimsel bir temel sağlar (Gkana ve diğ., 2017).

Patojenlerin gıdaya potansiyel bulaşmasıyla ilgili olarak kontamine yüzeylerin önemi gıda işleme, yemek servisi ve ev ortamında belirgindir. Patojenlerin yüzeylere maruz kalması, kontamine nesnelerle doğrudan temas yoluyla veya havadaki partiküller yoluyla dolaylı olarak gerçekleşebilir. Bazı bakteriler, doğada ve insan yapımı ekosistemlerde baskın hayatta kalma biçimleri olarak yüzeylere yapışır. Bakterilerin gıda ile temas eden yüzeylerde bulunması, bu mikroorganizmaların gıdalara çapraz bulaşma riskini artırır (Kusumaningrum ve diğ., 2003). Kontamine olmuş ekipmanlardaki nispeten düşük miktarda olan patojen mikroorganizma

varlığı, temas yoluyla yayılarak kademeli olarak artar ve potansiyel bir enfeksiyon tehlikesi oluşturabilecek düzeye gelebilir (Griffith, 2016; Kim ve diğ., 2020) ve bu süre içinde o tesiste üretilen tüm ürünler için çapraz kontaminasyon durumuna bağlı olarak sağlık riski oluşturabilir (Leveille, 2016). Zira, çapraz kirlenme risklerinin sadece zararlı organizmaların bulunma sıklığı ile değil, aynı zamanda o bölgeden kirlenme aktarımı olasılığına da bağlı olduğu belirtilmektedir (Jimenez ve diğ., 2009).

Çiğ gıdanın ya da bu gıdalarla çalışanların kontamine edebileceği besinlerle teması kaçınılmaz olan yüzeyler vardır. Kesme tablaları, gıdaların kontaminasyonunda genellikle önemli fomitler olarak kabul görünmektedirler (Cliver, 2008). Mutfak kesme tablalarındaki çapraz kontaminasyon kaynakları arasında en fazla endişe doğuran, gıdalar aracılığıyla bulaşan ve oda sıcaklığında veya oda sıcaklığının altında çoğalarak insana bulaşan hastalıkların nedenleri olan bakterilerdir. Gıdalara çapraz kontaminasyon, yiyecek hazırlarken mikroorganizma ile kontamine gıdaların ellere, kesme tablalarına ve mutfak yüzeylerine temasıyla meydana gelebilir. Örneğin çiğ bir besin maddesi kesme tablasında hazırlandıktan sonra, tüketime hazır bir başka besinin de bu tabla üzerinde hazırlanması, ilk kullanımda kesme tablasına bulaşmış olan mikroorganizmaların diğer gıdaya geçmesine neden olabilir (Şekil 2.2). Gıdayla temas eden yüzeylerin, uzun süreli temasa bağlı olarak bakteriler için rezervuar görevi görme potansiyeline sahip olduğu ve yüzeyden gıdaya patojen bakterileri transfer ettikleri gösterilmiştir (Ak ve diğ., 1994a; Zhao ve diğ., 1998; Venkitanarayanan ve diğ., 1999; Atasever, 2000; Dawson ve diğ., 2007; De Jong ve diğ., 2008).

Gıdaların çapraz kontaminasyonu çoğunlukla yüzey teması ile meydana gelir. Gıdanın hazırlanmasından pişip sofraya gelmesine kadar kullanılan mutfak eşyaları, bıçaklar ve bezler de çapraz kontaminasyonun diğer ana sebepleridir (Zhao ve diğ., 1998; De Jong ve diğ., 2008). Yapılan çalışmalar, mutfakta yüzey temizliği ve bulaşık için kullanılan bezlerin, çapraz kontaminasyonda aracı olarak rol üstlendiklerini göstermiştir (Gorman ve diğ., 2002; Dang-Xuan ve diğ., 2018).



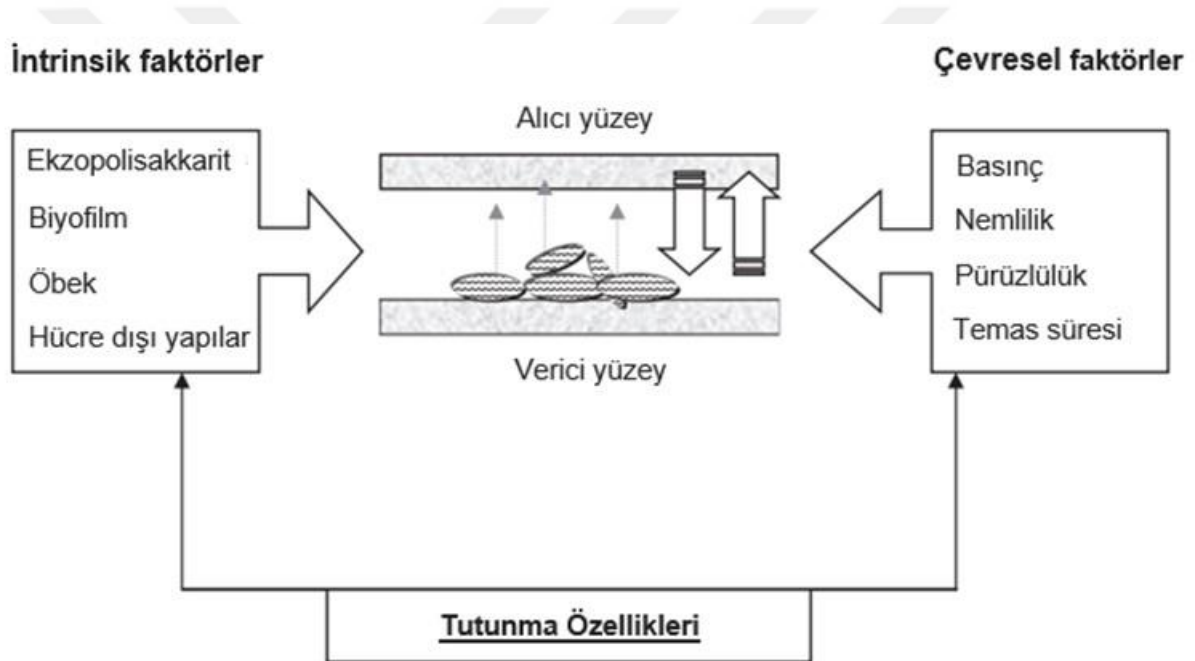
Şekil 2.2: Çapraz kontaminasyon örneği (Starovoytova, 2019).

2.2. ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Çapraz bulaşmayla ilişkili gıda kaynaklı hastalık riski, sadece yüzey kontaminasyonuna değil, aynı zamanda diğer yüzeylere transfer olasılığına da bağlıdır. Gıdalardaki yağ ve nem içeriği, gıda ürünlerinin dilimlenmesi veya kıyılması, bakteri türü, bakteri yükü, temas yüzey tipi, bakterilerin aşılama sonrası yüzeyde kalma süresi ve gıdanın yüzeyle temas süresi dahil olmak üzere, yüzeylerden gıdaya ya da gıdadan yüzeye mikroorganizma aktarım oranlarını etkileyen

birçok faktör tanımlanmıştır (Montville ve Schaffner, 2003; Dawson ve diğ., 2007; Gkana ve diğ., 2017).

Genel olarak, transfer yeteneğinin bakterilerin yüzeyler üzerindeki tutunma kuvvetiyle güçlü bir şekilde bağlantılı olduğu bilinmekle beraber, bakteri transferini etkileyen faktörler, çevresel ve intrinsik faktörler olarak iki gruba ayrılabilir (Şekil 2.3). Çevresel faktörler; yüzey malzemesinin ve biyolojik kirlilik tabakasının fiziksel kimyasal özelliklerini, nemi, basıncı ve temas süresini, intrinsik faktörler ise, ekzopolisakkarit üretme kapasitesi, biyofilm oluşumu, küme oluşumu ve hücre dışı yapıların (fimbria) varlığı gibi bakteri türleri ile ilgili faktörleri içermektedir (Perez-Rodríguez ve diğ., 2008).



Şekil 2.3: Bakteri transferini etkileyen faktörler (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

2.2.1. Çevresel Faktörler

Yapılan çalışmalar, yağ ve nem içeriğinin bakteri transferinde önemli olduğunu, yüksek yağ içerikli kontamine gıdalarla temasın daha düşük aktarım hızına yol açtığını göstermektedir. Yapışma sürecini etkileyen ve spesifik hücre yüzeyi özelliklerine atıfta bulunan hidrofobiklik, yüzey yükü, EPS üretimi gibi faktörler gıda ve yüzeyler arasındaki bakteri transferini etkileyebilir (Gkana ve diğ., 2017). Hidrofobik özelliklere sahip bakterilerin hidrofobik malzeme yüzeylerine (kauçuk, PVC, yağlı et vb.), hidrofilik özelliklere sahip bakterilerin ise hidrofilik yüzeylere (örn. paslanmaz çelik, yağsız et vb.) daha iyi yapışma eğiliminde olması

nedeniyle, bu durumlarda transfer kapasitesinin de düşük olacağı gösterilmiştir (Kusumaningrum ve diğ., 2003; Pe'rez-Rodri'guez ve diğ., 2008; Gkana ve diğ., 2017). Bu bağlamda, elde edilen veriler, verici ve alıcı yüzeylerin hidrofobik/hidrofilik özelliklerinin bakteri transferine önemli ölçüde katkıda bulunabileceğini göstermektedir, ancak verici yüzeylerin daha önemli ve net bir etki gösterdiği görülmektedir. Ayrıca, yüzeylerde organik materyalin veya biyolojik kirlenmenin varlığı, inert yüzeylerin (paslanmaz çelik, kauçuk, vb.) orjinal fiziksel kimyasal özelliklerini değiştirebilmekte, böylece yapışmayı ve bakteri transferini etkileyebilmektedir. Gıdalarda fazla nemin doku üzerinde daha gevşek tutunmasına ve sonuç olarak daha yüksek bir bakteri transferine yol açtığı, benzer şekilde, kontamine paslanmaz çelikten, kumaşlardan ve ellerden aktarımı kolaylaştırdığı da kanıtlanmıştır (Montville ve diğ., 2001; Kusumaningrum ve diğ., 2003; Moore ve diğ., 2003; Pe'rez-Rodri'guez ve diğ., 2008).

Yüzey topografisi, bakteri transferi için bir başka önemli faktör olabilir. Bakteri transferi çalışmaları, pürüzlülük ve bakteri transferi arasında açık bir ilişki olduğunu, pürüzlülük ne kadar yüksekse, transferin o kadar düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bakteriler pürüzlü yüzeylerdeki çöküntü alanları kolonize ettiğinden ve artık transfer yüzeyi ile temas halinde olmadıklarından transfer edilemezler. Bunun yanı sıra korozyon, tekrar kullanım ve temizlik sonucu oluşan çizikler bakterinin transferini etkileyen diğer faktörlerdir. Yüzeylerdeki büyük korozyon veya çizikler, bakterilerin gömülebileceği veya tutulabileceği yerlerde biyolojik kirlenme birikimini kolaylaştırdığından, daha düşük bakteri sayıları elde edilir. Bununla birlikte, bu durumda bakteriler daha uzun bir transfer süresine yol açan çevresel stresten daha iyi korunur. Bakteriler çöküntü alanlarına sıkıca tutunmalarına veya yüzeylerdeki çiziklere rağmen, nem gibi bazı faktörler bakterilerin daha gevşek bağlanmasına neden olarak, yüzeylere temas ettiğinde yüksek bakteri transferine yol açabilir (Kusumaningrum ve diğ., 2003; Pe'rez-Rodri'guez ve diğ., 2008).

Basınç faktörünün bakteri transferi üzerinde belirgin bir pozitif etkisi olduğu gösterilmiş olup (Kusumaningrum ve diğ., 2003), bu durum farklı mekanizmalar ile açıklanmaktadır. Basıncın bakteri transferi üzerine etkisini açıklayan bu mekanizmalardan biri; “yüksek basınçlar yüzeyler arasında daha düşük mesafeler sağlayarak, yüzey/biyo-kirlenme tabakası ve bakteriler arasında olası birleşmelere ve etkileşimlere yol açar”, diğer bir mekanizma ise; “yüzeyler arasındaki basınç veya temas kuvveti, sıkışmış bakteri içeren kalıntıları mekanik olarak serbest

bırakabilir, böylece diğer temas yüzeyine transfer edebilir” şeklinde açıklanmaktadır. Bu açıdan kuvvet sürtünmesinin yönünü, yüzey profilini, temas süresini vb. dikkate almak önemlidir (Moore ve Griffith, 2002; Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

Temas süresinin etkisi ile ilgili olarak çok sınırlı bilgi bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, temas süresi arttıkça transfer hızının arttığı, temas süresi ne kadar uzun olursa, alıcı yüzeyinde meydana gelebilecek birleşme ve etkileşimin o kadar yüksek olduğu, yani, temas süresi ne kadar uzun olursa, aktarım hızının o kadar yüksek olduğu öne sürülmüştür (Dawson ve diğ., 2007; Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

2.2.2. İntrinsik Faktörler

İnokulum boyutunun bakteri transferi üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalardan elde edilen veriler; kaynağa aşılama ve aktarım hızı arasında güçlü negatif doğrusal bir eğilim olduğunu göstermiştir. Kaynak yüzeyindeki bakteri popülasyonu yüksek olduğunda, aktarım yüzdesinin nispeten düşük, kaynak yüzeyindeki popülasyonun daha düşük olduğu yerlerde, aktarım yüzdesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İnokulum’un bağlanma gücü üzerindeki etkisi başka bir faktör olan küme boyutu ile açıklanmaktadır. Düşük inokulum seviyeleri için daha büyük ve yüksek inokulum seviyeleri için daha küçük olan aynı sayıda mikrokoloni yüzeyleri arasındaki temas yoluyla transfer daha yüksek transfer oranlarına yol açacaktır. Çünkü transfer edilen toplam hücre sayısı daha fazla olacaktır. Ancak bu hipotez, daha spesifik deneyler ve daha fazla sayıda mikroorganizma türü ile çalışılmalı ve doğrulanmalıdır (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

Bununla birlikte, transfer yeteneğinin bakteri türlerine bağlı olduğu ve muhtemelen bakteri türleri arasındaki bağlanma özelliklerindeki farklılıkla ilişkili olduğu da bildirilmektedir. Bunun yanında bakteri türleriyle ilgili ön kültür koşulları, dezenfeksiyon işlemleri, karışık kültürler gibi diğer faktörlerin de bakteri transferinde önemli olduğu kanıtlanmıştır. Ancak elde edilen veriler, bazı durumlarda, bakteri transferi üzerinde çevresel faktörlerin (basınç, nem, vb.) etkisinin daha önemli olmasından dolayı bakteri türleri etkisinin ihmal edilebilir olabileceğini düşündürmektedir (Kusumaningrum ve diğ., 2002). Böylece yüksek nem ve basınç kombinasyonlarının bakteri ayrılmasını kolaylaştırabileceği, böylece türler arasındaki farkı azaltabileceği ve transfer kabiliyetini eşitleyebileceği varsayılmaktadır. Sonuç olarak, temas süresi arttığında, muhtemelen ekzopolisakkarit üretim kapasitesi veya hücre dışı yapıların

varlığı gibi bağlanma süreçlerindeki farklılıklar türler arasındaki olası farklılıkları artırır. Türler arasındaki farklılıklar; ilk durumda bağlılığın mevcut nem nedeniyle zayıflamasından ve ikinci durumda organik materyale gömülü bakterilerin yüksek basınç ve sürtünme ile kolayca uzaklaştırılmasından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, türlerin bakteri transferi üzerindeki etkisini netleştirmek ve bakteri transferini yöneten çevresel faktörleri belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Daha kontrollü ortamlarda geliştirilen deneysel modeller, her bir faktörün etkisinin daha net bir şekilde görülmesini sağlayacaktır (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

Ev içi gıda temas yüzeyleri, gıda kaynaklı hastalıkların bulaşmasında önemli bir rol oynayabilir, ancak gıda hazırlama sırasında çapraz kontaminasyon açısından hangi yüzey malzemelerinin tüketici sağlığı için en büyük riski oluşturduğuna dair tartışmalar devam etmektedir (Moore ve diğ., 2007). Bununla birlikte, ortak kontaminasyon yolları ve kaynakları hakkında epidemiyolojik bilgi eksikliği olduğu, genellikle kontaminasyon yolları ve kontaminasyona neden olan faktörlere dair açık ve anlaşılır bilgi verilmediği belirtilmektedir (Reij ve Den Aantrekker, 2004).

2.3. KESME TABLALARI, ÇEŞİTLERİ, AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Kesme tablaları, ev tipi mutfaklarda gıdaların hazırlığı ve sunumu için kullanılan önemli araçlardan biridir. Kesme tablaları üretmek için ahşap, plastik, bambu, granit veya temperli cam olmak üzere çok sayıda farklı malzeme kullanılmaktadır. Farklı malzemeden yapılmış kesme tablalarının avantajları ve dezavantajları vardır. İnsanların birçoğu kesme tablası satın alırken öncelik olarak “malzemeyi” ele alır. Farklı durumlar için farklı malzemeler uygulanmakla beraber, kullanıcılar kesme tablalarını gıda malzemeleri özelliklerine ve onların pişirme gereksinimlerine göre satın almalıdır. Son zamanlarda hazırlanan gıdaya göre farklı renkte kesme tablaları kullanılmaktadır. Her gün evde yemek yapanlar için ahşap kesme tahtası en iyi seçenektir, oysa sık sık dışarıda yemek yiyenler ve evde sadece meyve kesen veya basit yemekler hazırlayanlar için plastik veya temperli cam kesme tablası ideal bir tercih olabilir (Chou, 2017).

Mutfaklarda kullanılan kesme tablaları tipi de kontaminasyondaki mikroorganizma yükünü etkileyebilir. Kesme tablalarının yapısı, bakterilerin yapışmasında ve çoğalmasında etkilidir. Mikroorganizmalar çoğalmak için neme ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla bu durum kullanılan

kesme tablasının nemi ne ölçüde emdiğiyle de ilişkilidir. Diğer önemli bir nokta, kesme tablası yüzeyinin biçimidir. Tırtıklı yüzeyler dezenfekte edilmesi zor yüzeylerdir ve kolayca ulaşılamayan yerlerde bakteri üremesi meydana gelebilir. Ev tipi mutfaklarda kullanılan kesme tablaları genellikle tahta (ahşap), polietilen, cam ve granit yapılıdır. Ağırlıklı olarak kullanılanlar tahta yapıdaki kesme tablalarıdır (Zhao ve diğ., 1998; Dang-Xuan ve diğ., 2018; Munir ve diğ., 2019).

2.3.1. Ahşap Kesme Tablaları

Avrupa Parlamentosu Konseyinin 27 Ekim 2004 tarih ve 1935/2004 sayılı Avrupa Yönetmeliği (EC); normal veya öngörülebilir kullanım koşulları altında, gıdayla temas eden ahşap malzemelerin, kendi içeriklerini gıdaya aktarmaması, gıda bileşiminde kabul edilemeyen bir değişikliğe yol açmaması, organoleptik özelliklerde bir bozulmaya yol açmayacak şekilde üretilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bugüne kadar plastikler, epoksi türevleri, rejenere selüloz ve seramikler için belirli önlemler alınmış ve benimsenmiş, ancak ahşap için henüz uygulanmamıştır (Aviat ve diğ., 2016).

Ahşap, insan tarafından güvenle kullanılan belki de en eski malzemedir. Yapısı hücresel ve gözeneklidir. Aynı zamanda, yüksek derecede anizotropik ve higroskopik özellik gösteren heterojen bir malzemedir. Anizotropik; fiziksel özelliklerinin liflerin yönüne göre değiştiği, higroskopik; suyun ahşap hücrelere moleküler veya kılcal kuvvetlerle bağlanabileceği anlamına gelmektedir (Ak ve diğ., 1994a; Aviat ve diğ., 2016). Ahşap kesme tablalarının üzerleri tırtıklıdır. Gıdaları doğrama amacıyla kullanıldıkça, yüzeyinde bıçak yoluyla ek kesikler de oluşur. Bu yüzden ahşap materyalleri dezenfekte etmek zordur. Düzenli olarak yıkansa bile, gıda patojenleri bu kesikler içinde varlıklarını sürdürebilir ve çapraz kontaminasyon kaynağı haline gelebilirler (Cogan ve diğ., 1999; Gorman ve diğ., 2002; Dang-Xuan ve diğ., 2018; Kim ve diğ., 2020; Mihalache ve diğ., 2022). Bugüne kadar üretim, depolama gibi uygulamalar için ahşabın uygun kullanımı halinde, gıda kaynaklı herhangi bir hastalığa sebep olduğuna dair bir kanıt yoktur. Bununla birlikte, gıdayla teması olan ahşap üzerine yapılan araştırmalar, bu görüntünün kısmen tersine çevrilmesine yol açmıştır. Temizlik, dezenfeksiyon, nem içeriği ve ahşabın mikroorganizmaların sağ kalımı ve transferi üzerindeki etkisini araştırmak için bir dizi bilimsel çalışma yapılmış, ahşap kesme tablası yüzeylerinden bakterilerin toplanmasıyla ilgili sonuçların farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Aviat ve diğ., 2016). Evlerde veya profesyonel kasaplar tarafından kullanılan farklı malzemelerden yapılma kesme tablalarındaki

mikroorganizmaların sağkalımı üzerine yapılan araştırmalar değerlendirilmiş, araştırmacıların yüzey kontaminasyonu yöntemi, yüzeyleri kontamine etmek için kullanılan mikroorganizmaların kökeni ve durumu, mikroorganizmalar ve yüzey arasındaki temas süresi, kullanılan ahşap türü, ahşabın nem içeriği, ahşabın yüzey durumu, mikroorganizmaları elde etmek için kullanılan örnekleme yöntemi gibi benzer deneysel parametreleri kullanmadıkları tespit edilmiştir. Bugüne kadar, gıdayla temas eden ahşap kesme tablaları, gıda kaynaklı herhangi bir salgından sorumlu bulunmamasına rağmen, gıda endüstrisinde kullanılan plastik, paslanmaz çelik ve cam gibi gıda ile temas eden diğer malzemelere göre daha az hijyenik olarak kabul edilme eğilimindedir. Bu kavram, ahşabın dezenfekte edilmesi zor olan gözenekli bir malzeme olduğunun bilinmesinden ileri gelmektedir (Carpentier, 1997; Aviat ve diğ., 2016). Ahşap üzerinde bakteri sayısının 30 dakikalık temas süresinden sonra azaldığı, ahşabın nem içeriğinin mikroorganizma sayısının azalmasında önemli rolü olduğu gösterilmiştir. Gerçekte, et doğrama tahtalarında olduğu gibi, ıslak veya organik maddeyle kaplanmış ahşapta sağ kalımın daha yüksek olduğu, kuru ahşapta canlı mikroorganizmalarda ciddi bir azalmaya neden olduğu belirtilmektedir (Aviat ve diğ., 2016).

Ahşap yüzeylerin boşlukları içine hapsolmuş mikroorganizmaların tekrar yüzeye transfer edileceğine dair bilimsel bir kanıt yoktur. Bu konuda daha fazla çalışma yapılmalıdır. Bununla birlikte, ahşabın plastikte bulunmayan bir çeşit antibakteriyel etkiye sahip olduğu da belirtilmektedir (Ak ve diğ., 1994b; Boursillon ve Riethmüller, 2007; Starovoytova, 2019).

Genel olarak ahşap bıçaklara plastikten daha az zarar verir (Cliver, 2006; Starovoytova, 2019). Bununla birlikte, ahşap tablalar, eğrilme ve yarılmalardan kaçınmak için, yenilebilir mineral yağ ile düzenli olarak yağlanmalıdır. Ahşap kesme tablaları, plastik kesme tablaları kadar derinde kesilmez (Starovoytova, 2019).

Akçaağaç kesme tahtası en pahalı kesme tablası olarak kabul edilir, özelliği ise bıçaklara zarar vermemesi ve uzun yıllar kullanılabilmesidir. Akçaağaç kesme tahtasının temizlenmesi nispeten daha basittir ve gözeneksiz bir malzemedir, dolayısıyla içine daha az bakteri ve daha az su sızabilir (Starovoytova, 2019).

2.3.2. Plastik Kesme Tablaları

Plastik kesme tablası temizlemesi kolay, nispeten hafif, saklama için uygun ve küflenmeye karşı dayanıklılığı mükemmel olan bir malzemedir. Ancak, yüksek ısıya karşı dayanamaz ve kolay

kayar. Polietilen (PE) ve Polipropilen (PP) malzemelerinden yapılma iki tip plastik kesme tablası bulunmaktadır. Polietilen, nem emilimine, lekelenmeye, kimyasallara ve korozyona karşı direnci nedeniyle gıda endüstrisinde kullanımı onaylanmış güçlü bir plastiktir. Polietilen kesme tablaları ucuz ve güvenilir olduklarından uzun yıllardır kullanılmaktadır. Polietilen kesme tablalarının farklı renkleri vardır. Polipropilen kesme tablaları daha yüksek yoğunluğa sahiptir, sadece beyaz olup, PE malzemelerden daha pahalıdır. Plastik kesme tablaları, eğer yüzeyleri kullanımdan dolayı çok pürüzlüyse değiştirilmelidir (Leveille, 2016; Chou, 2017; Mohammad ve Al-Tae, 2018; Starovoytova, 2019).

Evlerde yaygın olarak kullanılan polipropilen kesme tablalarının bıçak kenarlarıyla zedelenebileceği, bıçak kenarlarıyla zedelenen yüzeyin, manuel temizlemeden sonra bakterileri tutabildiği ve ardından yiyecekleri kontamine edebileceği deneysel olarak gösterilmiş, mikrodalga irradyasyonunun plastik kesme tablası yüzeyindeki bakteriler üzerinde çok az öldürücü etkisi olduğu belirlenmiştir (Zhao ve diğ., 1998).

2.3.3. Cam Kesme Tablaları

Cam kesme tablası kolay temizlenebilir bir yüzey olduğundan daha hijyenik olarak kabul edilmektedir. Daha çok meyve ve ekmek kesmek için kullanılmakta, sebze ve et doğramak için uygulanmamaktadır. Çalışırken sert sesler çıkarır ve bıçaklara zarar verebilirler. Kaygan ve sert yüzeyleri nedeniyle bıçak kolayca kayabildiğinden kesme sırasında mutfakta potansiyel bir tehlikeye neden olabilmektedir. Bu nedenle, gıda malzemelerinin kaymasını önlemek için cam kesme tablalarının genellikle küçük desenleri vardır. Cam kesme tablalarının yıkama sırasında kolayca kırılabilir olması nedeniyle yarardan çok zarar vermesi de muhtemeldir. Ayrıca, güzel bir görünümü olduğundan kesme işlemi yaptıktan sonra konuklara servis yapmak için doğrudan bir tepsi olarak da kullanılmaktadır (Chou, 2017; Mohammad ve Al-Tae, 2018; Starovoytova, 2019).

2.3.4. Paslanmaz Çelik Kesme Tablaları

Paslanmaz çelik kesme tablaları, diğer kesme tablaları kadar yaygın kullanılmamaktadır. Paslanmaz çelik, çapraz kontaminasyon riskinin olduğu hastaneler, gıda üretim tesisleri gibi ortamlarda yaygın olarak kullanılır. Paslanmaz çeliğin diğer yüzeylere kıyasla daha yüksek bakteri transfer oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir. Paslanmaz çelik; mekanik mukavemeti ve korozyona karşı dirençli olması, bazı ahşap çeşitlerinde olduğu gibi eğilme veya şişme

yapmaması, yağlama ve benzeri bir bakıma ihtiyaç duyulmaması, temizleme kolaylığı ve kimyasal bozulmaya karşı direnci nedeniyle mutfak lavaboları ve gıda hazırlama yüzeyleri için genellikle en uygun malzeme seçimi olarak kabul edilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı hijyenik özelliklerini koruma olasılığı daha yüksektir. Bunun yanı sıra paslanmaz çelik kesme tablaları; bıçaklara önemli ölçüde zarar verebilir ve kullanım sırasında bıçakların yüzeyde kaymasına neden olabilir. Ayrıca, özellikle hızlı doğrama sırasında paslanmaz çeliğe karşı çıkan bıçak sesi gibi dezavantajı da bulunmaktadır (Leveille, 2016; Miranda ve Schaffner, 2016; Mohammad ve Al-Tae, 2018; Starovoytova, 2019).

2.3.5. Bambu Kesme Tablaları

Bambu yaygın olarak bir ahşap türü olarak gösterilmesine rağmen, kesinlikle ahşap türü değildir. Bambuyu ahşaptan ayıran özellik ağaçlarının çok çabuk büyümesi ve iç yapısının farklı olmasıdır. Doğal bir antimikrobiyal malzeme olarak kabul edilen bambu, laminasyon ile çoklu tabakalardan üretilir (Starovoytova, 2019). Bambu kesme tablaları, yüksek sıcaklığa dayanıklı, ahşap kesme tablasına göre daha hafif ve daha kolay temizlenebilir olması, küflenme, çatlama yapmaması nedeniyle tavsiye edilmektedir.

Nispeten sert olup, çalışma sırasında yüksek ses çıkarıp bıçaklara zarar verebilir. Yapısı nispeten ince olduğu için, bazı ürünlerde bakteri üremesine olanak sağlayan boşluklar oluşabilir (Chou, 2017). Kesme tablası kalitesi açısından ayrılmaya meyilli olduğundan biraz bakım gerektiren bir üründür. Bambu, uzun zamandır sadece kesme tablalarında değil birçok alanda kullanılan popüler bir alternatif olmuştur. Bununla birlikte, malzemenin sürdürülebilirliği en büyük endişe kaynağıdır (Starovoytova, 2019).

2.3.6. Mermer ve Granit Kesme Tablaları

Mermer ve granit kesme tablaları, hem görsel hoş malzeme yapısı olarak hem de gözeneksiz yapısı ve temizleme kolaylığı açısından hijyenik olarak kabul edilen ürünler olarak kabul edilmektedir. Ancak sert yüzeyleri nedeniyle bıçaklara zarar verebilir ve doğrama sırasında rahatsız edici bir sesin oluşmasına neden olabilirler (Starovoytova, 2019).

2.3.7. Akrilik Kesme Tablaları

Akrilik kesme tablası ucuz, bulaşık makinesinde yıkanabilir, bakımı kolay ve muhtemelen polietilenden sonra tercih edilen bir üründür. Ancak sterilize edilmesi ve 12 ayda bir değiştirilmesinin istenmesi pahalı bir seçenek haline getirmektedir (Starovoytova, 2019).

2.3.8. Kauçuk Kesme Tablaları

Kauçuk kesme tablaları, kimyasal dezenfektanlara karşı dirençlidir. Ağır olmaları nedeniyle kayma eğilimleri yoktur. Bunun dışında kendini onarma özellikleri vardır. Ahşap kesme tablaları kadar pahalı olup kendilerine has kokuları vardır (Starovoytova, 2019).

2.3.9. Silikon Kesme Tablaları

Silikon kesme tablaları, kauçuk gibi, yumuşak, kendini onarma özellikleri olan ve anti bakteriyel özellik gösteren pahalı bir üründür. Silikon ayrıca ısıya dayanıklıdır ve kauçuk kesme tablalarının kauçuk kokusundan yoksundur (Starovoytova, 2019).

2.4. ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU TESPİT ETMEK İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Günümüz gıda endüstrisinde plastik, paslanmaz çelik, cam ve ahşap gibi çeşitli yüzey türleri kullanılmaktadır. Bu yüzeyler, biyofilm oluşturabilen bazı mikroorganizmalar tarafından kontamine olmaktadır. Bakteri transfer olayları gıda kaynaklı hastalıkların bulaşmasında önemli bir neden olarak kabul edilmektedir. Gıda endüstrisinde, farklı yüzeylerden mikroorganizmaların toplanması ve yüzeyler arası bakteri transferini tespit etmek için çok farklı yöntemler vardır. Optimum bir yöntem; alet, reaktif, araç-gereç, aynı numune alma koşulları altında farklı operatör uygulamalarında bile aynı sonucu vermelidir (Moore ve Griffith, 2002; İsmail ve diğ., 2013). Ancak deney koşulları veya örnek çeşitliliği gibi parametreler en iyi yöntemin seçimini engellemekte ve farklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Çapraz kontaminasyon senaryolarının önemli bir bölümü, gıda kaynaklı salgınların önemli bir nedeni olarak kabul edilen çıplak el temasından meydana gelmektedir. El yıkama yöntemlerinin etkinliğini test etmek için eldiven sıvı yöntemi tavsiye edilmektedir. Eldiven sıvı yöntemi; elin tüm yüzeylerinden örnek alınan kişilerin ellerindeki geçici ve kalıcı floranın doğru olarak temsiline yardımcı olur. Yapılan çalışmalar; eldiven sıvı yönteminin el teması ile çapraz

kontaminasyonu ölçmede başarıyla kullanıldığını ortaya koymuştur. Yöntemde daha sonra değişiklik yapılarak el örneklerinde eldiven yerine plastik torba kullanılmıştır (Chen ve diğ., 2001; Montville ve diğ., 2001; Toshima ve diğ., 2001; Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008). El örnekleme ve el yıkama ürünlerinin etkinliğini değerlendirmek için eldiven sıvı yöntemi yerine kullanılabilecek diğer bir yöntem parmak ucu agar temas yöntemidir (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008).

Bununla birlikte, gıda endüstrisinde sürüntü yöntemi ve agar temas yöntemi daha sık kullanılır. Agar temas yöntemi, avuç içi (parmaklar dahil) gibi düz yüzeylerden numune almak için uygun olan ve ellerdeki düşük sayıdaki mikroorganizmaları tespit edebilen bir yöntemdir. Ayrıca, sürüntü alma yöntemi, düşük sayımlarda daha az hassas ve zahmetli olmasına ve operatörlerin önceden eğitim almasını gerektirmesine rağmen, elin farklı yüzeylerinde verimli bir şekilde uygulanabilir (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Ghada ve Al-Tae, 2018).

Gıda endüstrisinde farklı yüzeylerden mikroorganizma toplanmasına yönelik yöntemler, yüzeylere zarar verip vermediklerine göre, “tahribatsız” ve “tahribatlı” yöntemler olmak üzere iki kısımda incelenmektedir (Tablo 2.1) (Ismail ve diğ., 2013).

2.4.1. Tahribatsız yöntemler

Tahribatsız yöntemler; sürüntü alma, sürtme/ovma ve temas yöntemleri olmak üzere üç kısımda incelenebilir.

2.4.1.1. Sürüntü Alma Yöntemleri

Geleneksel sürüntü alma yöntemi, gıda güvenliği yönetim protokollerinde önerilen ve tahribatsız yöntemler içerisindeki en popüler yöntemdir. Pratik olarak saha çalışmalarında veya gıda endüstrisinde plastik, paslanmaz çelik ve ahşap üzerinde patojenik bakterileri tespit etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Ismail ve diğ., 2013). Geleneksel sürüntü alma yöntemlerinde, yüzeylerden mikroorganizmaları toplamak için steril pamuklu çubuk kullanılır. Bu yöntem, pamuklu sürüntü çubuğunun bir malzeme yüzeyine uygulanması, sürüntü çubuğundaki mikroorganizmaların serbest kalması için steril edilmiş bir solüsyon içinde (peptonlu su, %0.8 tuz solüsyonu, fosfat tampon çözeltisi) vortekslenmesi, seçici veya seçici olmayan bir katı besiyerine ekilmesi, besiyerinde gelişen kolonilerin sayılması aşamalarından oluşmaktadır (Moore ve Griffith, 2002; Pe´rez-Rodríguez ve diğ.,

2008; Ismail ve diğ., 2013). Yöntemin dezavantajlarından biri, numune alma sırasında yüzeye uygulanan basıncın çok hafif olmasıdır. Bu durum, analiz edilen yüzeylerden elde edilen düşük patojen sayımlarının nedenini de açıklayabilir (Moore ve Griffith, 2002; Soares ve diğ., 2012; Ismail ve diğ., 2013; Ismail ve diğ., 2015; Jansson ve diğ., 2020).

Ancak bazı araştırmalarda, aljinat sürüntü çubuğunun kullanımının, katı yüzeyden numune almak için en iyi ve en hassas yöntem olduğu, ancak en çok kullanılan malzemenin pamuk olduğu belirtilmektedir. Son zamanlarda, geleneksel bezler gibi iyi performans gösteren ve akışkanı emme ve serbest bırakma konusunda daha iyi özellik gösteren selüloz sünger çubuklar geliştirilmiştir (Soares ve diğ., 2012; Ismail ve diğ., 2013).

Transfer çalışmalarında yaygın olarak kullanılan diğer bir geri kazanım yöntemi, agar temas yöntemidir (dipslide, Rodac plaka, vb.). Bu yöntemde agar, numune alınacak yüzeye doğrudan baskı uygulayarak temas ettirilir. Bu yöntemin, sürüntü yöntemine göre düşük sayımlarda çok daha hassas olduğu bildirilmekle beraber, sadece düz zeminlere uygulanabilir olması yöntemin dezavantajıdır. Bunun yanı sıra, daha iyi geri kazanım için temas süresi ve basınç gibi faktörlerin deney esnasında optimize edilmesi gerekir (Pe'rez-Rodri'guez ve diğ., 2008; Ismail ve diğ., 2015).

Son yıllarda, risk değerlendirmesi ve yüzey temizliğinin izlenmesi için, katı veya sıvı, seçici veya seçici olmayan ortamda kontaminasyon göstergelerini ölçmek yerine, bakterilerin varlığını gösteren ATP biyoluminesans yönteminin kullanılması benimsenmiştir. ATP biyoluminesans yöntemi, hızlı sonuç vermesi açısından endüstriyel bir süreç sırasında temizleme prosedürlerinin izlenmesinde anında düzeltici eyleme olanak tanımaktadır (Moore ve Griffith, 2002; Pe'rez-Rodri'guez ve diğ., 2008; Ismail ve diğ., 2013).

2.4.1.2. Sürtme/Ovma Yöntemleri

ISO 18593:2004 standardı, geniş yüzeylerden ($>100 \text{ cm}^2$) numune almak için, sürüntü çubuğu yerine steril süngerlerin veya kumaşların kullanılmasını önermektedir (Moore ve Griffith, 2002; Ismail ve diğ., 2013). Bazı araştırmacılar, sıvıları emme konusunda selülozlu olanların en az geleneksel pamuklu çubuklar kadar etkili olduğunu bildirmiştir (Pe'rez-Rodri'guez ve diğ., 2008; Ismail ve diğ., 2013). Gerçekte bu tür bir ovma aracı, test edilen yüzey üzerinde daha yüksek bir basınç uygulamasına izin verebilir. Tüm yüzey test edilebildiğinden, bu teknikler

mikrobiyal yükün gerçek zamanlı bir görüntüsüne erişim sağlayabilir. Bu yöntem sonikasyon ile karşılaştırılmış ve her iki teknik için de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sürüntü alma yöntemlerinin herhangi bir yüzeydeki mikroorganizmaları tespit etmede etkili olduğu düşünülse de, bu yöntemleri kullanırken dikkate alınması gereken sınırlamalara dikkat çekilmiştir. Örneğin, yüzeye uygulanan farklı basınç uygulamaları nedeniyle operatörler arasında zayıf tekrarlanabilirliğin ve özellikle kuru bir yüzeyde bulunan toplam bakteri popülasyonunun sadece küçük bir bölümünün geri kazanılabileceğinin altı çizilmiştir. Bu düşük geri kazanım kapasitesi, çubuğun uç malzemelerinden (örneğin pamuk lifleri) bakterinin serbest kalmasının kolay olmamasından ve swabın ucunda kalmış olması ile bağlantılı olabilir. Bu nedenle vorteksleme ve çalkalama adımı steril pamuklu çubuktan bakterileri çıkarmada yardımcı işlem olarak kaçınılmaz olmaktadır (Moore ve Griffith, 2002; Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Ismail ve diğ., 2013; Ismail ve diğ., 2015).

Bu sınırlamalara rağmen, sürüntü veya ovma yöntemleri, temizlenmesi zor veya düzensiz yüzeylerden mikroorganizmaları elde etmek için temas yöntemlerinden daha uygun yöntemlerdir. Ayrıca, sürüntü alma yöntemleri, kontaminasyonun heterojen ve/veya aynı örnekteki farklı mikroorganizmalardan kaynaklandığından şüphelenildiğinde farklı mikroorganizmaları tespit etmek için uygundur. Ancak bu teknikler, ahşap gibi bazı yüzeylerin spesifik gözenekliliği nedeniyle mikroorganizmaların içinde bulunabileceği iç katmanları değerlendirememektedir (Pe´rez-Rodríguez ve diğ., 2008; Ismail ve diğ., 2013; Ismail ve diğ., 2015).

2.4.1.3. Temas Yöntemleri

Bu yöntem, mezbaha malzemeleri için hijyen prosedürlerinin etkinliğini doğrulamak için ISO 18593:2004 standardı tarafından sürüntü ile birlikte önerilen ikinci yöntemdir. Bakterilerin katı yüzeyler üzerindeki miktar tayini ve canlılık analizi, agar temas yöntemleri ile değerlendirilebilir. Bu tekniğin amacı, katı yüzey üzerinde bulunan mikroorganizmaların baskısını gerçekleştirmektir. Numune hazırlanmadan kullanılma avantajına sahiptir ve sadece bir inkübasyon aşamasına ihtiyaç duymaktadır.

En yaygın yöntemler arasında agar plakaları sayılabilir. Bu yöntem, seçici veya seçici olmayan besiyeri plakalarının, test edilen katı yüzey üzerine baskı uygulayarak temas ettirilmesinden ve ardından temas plakalarının uygun koşullar altında inkübe edilmesinden oluşur. Agar temas

yöntemleri hastanelerde ve gıda şirketlerinde geniş çevresel yüzeylerle ilgili çalışmalarda bezle silme yöntemine alternatif olarak tercih edilmekle beraber, yüzeydeki mikroorganizmaların sadece küçük bir kısmı toplanılmaktadır. Toplam aerobik mikrobiyal kontaminasyonu belirlemek için, ticari daldırma-slaytları (dipslides) kullanılan başka bir agar temas yöntemi daha vardır. Daldırma slaytları, tedarikçinin tavsiyelerine göre inkübe edilmeden önce test edilen yüzeye birkaç saniye sıkıca bastırılır. İnkübasyon sonrası, koloniler sayılarak değerlendirilir. Yarıklar içinde bulunan mikroorganizmalara erişim eksikliği nedeniyle, bu yöntemin düzensiz yüzeyler, gözenekli malzemeler, yüksek oranda kontamine ortamlar, gıda ile temas eden yüzeyler için uygun olmadığı belirtilmektedir. Hijyenik ekipman tasarımı için temel bir tarama testi olarak düşünülen başka bir mikroorganizma toplama yöntemi de bulunmaktadır. Bu yöntem, agarın doğrudan yüzeylere dökülmesinden oluşur, ancak gıda endüstrisinde kullanılan rutin bir mikrobiyolojik yöntem değildir (Moore ve Griffith, 2002; İsmail ve diğ., 2013).

2.4.2. Tahribatlı Yöntemler

Tahribatlı yöntemler; durulama/daldırma, sonikasyon ve kazıma/ taşlama işlemleri yöntemleri olmak üzere üç kısımda incelenebilir (Tablo 2.1).

2.4.2.1. Durulama ve Daldırma Yöntemleri

Genellikle gıda işleme veya paketleme ortamlarında bulunan bakterileri tespit etmek ve saymak için kullanılan durulama yönteminin, farklı çalışmalarda çeşitli varyasyonları bulunmaktadır. Genel olarak, ilgilenilen yüzey veya numune alma aleti (sürüntü çubuğu, sünger) filtreli steril bir plastik torbaya yerleştirilir. Yüzey numunesinin ağırlığı hesaplanır ve steril tampon (%1 sodyum sitrat, distile su, vb.) eklenir. Ardından, plastik torba belirli bir protokole göre, kısa veya uzun bir süre için az veya çok kuvvetli bir şekilde çalkalanır. Bu adım, yüzey numunesi için tahrip edici olabilir. Sonunda, durulama solüsyonu steril koşullar altında mikrobiyolojik olarak incelenir.

Yapılan çalışmalarda, mikroorganizmalar bir yüzeye ne kadar heterojen bir şekilde yayılırsa, durulama yönteminin o kadar etkili olduğu belirtilmektedir. Ancak bu yöntem, özellikle mikroorganizmaların nüfuz edebileceği gözenekli, düzensiz malzemeler için tahrip edici yöntemlerden daha az etkilidir. Ayrıca, durulama yöntemleri sadece sınırlı boyuttaki çıkarılabilir malzeme parçalarına uygulanabilir (İsmail ve diğ., 2013; Griffith, 2016).

2.4.2.2. Sonikasyon Yöntemleri

Sonikasyon yönteminde, yüzeyi temizlemek veya dezenfekte etmek hücresel zarları veya moleküler kümeleri kırmak için ultrason kullanılmaktadır. Sonikasyon, genellikle metal veya paslanmaz çelikten yapılmış katı yüzeylerden patojenik bakteri biyofilmlerini toplamak için daldırma ve çalkalama yöntemleriyle birleştirilerek kullanılmaktadır (İsmail ve diğ., 2013).

Sonikasyon, örneğin daldırma, ovma veya vakum basıncı ile birleştiğinde ilginç bir yöntemdir, ancak laboratuvar dışında uygulanması zor olup, diğer yöntemlerle benzer sonuçlar verme eğilimindedir (İsmail ve diğ., 2013; İsmail ve diğ., 2015).

2.4.2.3. Kazıma ve Taşlama İşlemleri

Tahrip edici yöntemler, düzensiz veya gözenekli yüzey malzemeleri için en iyi geri kazanım oranlarını verir. Bu yöntemlerin sertlikleri nedeniyle paslanmaz çelik veya plastik yüzeylere uygulanması imkansız veya zor görünmektedir. Taşlama, numune için tahrip edici ve numunenin taşlanmak için ince olması nedeniyle endüstride nadir olarak kullanılmaktadır. Bazı yayınlarda taşlama; toplama yönteminin kendisinden çok, bir yüzey numune hazırlama adımına, kazıma işlemi; peynir olgunlaştırma mahzenlerinden ahşap veya plastik tahtaların tırmıklanması gibi fiziksel temizleme prosedürlerine atıfta bulunur (İsmail ve diğ., 2013).

Daha iyi bir geri kazanım oranı için, doğruluk, hassasiyet ve tekrarlanabilirlik temelinde belirli alternatifler önerilebilir. Sonikasyon, vorteksleme ve epifloresan mikroskobu, yüzeylerdeki bakteri popülasyonlarının azalmasını veya artışını analiz etmek için giderek daha fazla kullanılmaktadır. Floresan tabanlı yöntemler, yüzeylerdeki bakteri sayımı için geleneksel yöntemlere (sürüntü ve temas plakası) alternatif bir yöntemdir. Geleneksel yöntemlere göre epifloresans mikroskobu kullanımının bazı avantajları bulunmaktadır. İlk olarak, sayım doğrudan hücrelerin biyokimyasal özelliklerine ve spesifik florokromların kullanımına dayalı olarak bakteri içeren yüzey üzerinde yapıldığından, düşük sayımlarda yüksek doğruluk ve hassasiyette anlamlı sonuçlar elde edilebilir ve yüzeydeki bakterilerin fizyolojik durumu hakkında da bilgi sağlayabilir (örneğin canlı/ölü ve esteraz aktivitesi). Çapraz transfer yolunu belirlemek ve/veya karmaşık çapraz kontaminasyon senaryoları sırasında spesifik bakteri türlerinin transfer oranını tespit etmek için, bakterilere floresan protein genlerinin eklenmesi (örneğin yeşil floresan protein -gfp-) ilginç alternatif bir yöntem olabilir (Wachtel ve Charkowski, 2002; Pe'rez-Rodrı'guez ve diğ., 2008).

2.5. ÇAPRAZ KONTAMİNASYON NASIL ÖNLENİR?

Gıda kaynaklı gastroenteritlerin azaltılmasında, tüketici hijyeninin önemli bir faktör olabileceği gösterilmektedir. Bu durum; etkili hijyen uygulamalarının temel teknikleri kullanılarak önlenabilir ya da azaltılabilir. Bu konuda etkili bir denetim ve eğitime, tüketici bilincinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Gıda zincirinde tarladan çatala olarak ifade edilen tüm süreç önemlidir. Kurumlarda bu süreçte belli bir denetim ve eğitim olmakla birlikte evde gıda hazırlayan kişiler için bir denetim ve ülke çapında yapılan bir eğitim söz konusu değildir (Karakuş ve Küçükkömürler, 2012). Ev hijyeninde iyileştirmeler sağlamanın belki de en iyi yolu, halkı eğiterek davranış değişikliklerini teşvik etmektir. Hijyen uygulamalarında bilgi eksikliği olduğundan tüketiciler bir dizi basit önlem ile gıdaları güvenli yollar ile işleme konusunda bilgilendirilmeli ve bu önlemleri uygulamaya teşvik edilmelidir. Ancak bu sayede gıda patojenlerinin ev ortamında yayılmasının önüne geçilebilir (Barker ve diğ., 2003; Bearth ve diğ., 2014).

Çiğ ve pişmiş yiyecekler için ayrı çalışma tezgahları kullanılmalı, çiğ ve pişmiş gıdalar birbiriyle temas etmeyecek şekilde hazırlanmalı ve birbirinden ayrı tutulmalıdır (Sevim ve Görkem, 2015; Leveille, 2016; Starovoytova, 2019). Çiğ ve tüketime hazır besinler için farklı kesme tablaları kullanılabilir. Bu amaçla da çiğ et, balık, kümes hayvanları, meyve ve sebzeler için kullanılan malzemeleri ayırt etmek için, farklı renklerde kesme tablaları kullanılarak karışıklıklar önlenabilir. Aynı nedenle, çiğ ve pişmiş yiyeceklerin hazırlanmasında sap renkleri farklı olan bıçak ve gereçler kullanılmalıdır. HACCP yönergelerine göre, çiğ etler için kırmızı, kanatlı etler için sarı, çiğ deniz ürünleri için mavi, çiğ sebze ve meyveler için yeşil, süt türevleri için beyaz, pişmiş ürünler için kahverengi gibi farklı renklerde kesme tablaları ve bıçakları kullanılmalıdır. Çiğ gıda maddesinin temasından sonra kesme tablası temizlenmeli ve sanitize edilmelidir (Atasever, 2000; Bearth ve diğ., 2014; Sevim ve Görkem, 2015; Starovoytova, 2019).

Tablo 2.1: Gıda işleme endüstrisinde kullanılan yüzeylerden mikroorganizma toplama yöntemleri (Ismail ve diğ., 2013).

Yöntem	Tahribatsız Tahribatlı	Yüzey Tipi	Numune boyutu	Avantaj	Dezavantaj
Sürüntü alma	Hayır	Düz	Küçük (Lokelize)	* Standardize * İşleme tesisinde pratiklik * Değişken * kontaminasyon (a)	* Operatöre bağlı * Zayıf yeniden üretilebilirlik * Düşük toplama oranı
Ovma	Hayır	Düz veya Pürüzlü	Büyük >100 cm ²	* İşleme tesisinde pratiklik	* Operatöre bağlı * Zayıf yeniden üretilebilirlik * Düşük toplama oranı
Baskı	Hayır	Düz	Büyük >100 cm ²	* Standardize * İşleme tesisinde pratiklik * Değişken * kontaminasyon (a)	* Operatöre bağlı * Zayıf yeniden üretilebilirlik * Düşük toplama oranı
Durulama daldırma	Evet	Tüm	Küçük, büyük	* İşleme tesisinde pratiklik * Değişken kontaminasyon (a)	
Sonikasyon	Evet	Tüm	Küçük, büyük	* İşleme tesisinde pratiklik * Derinlemesine ekstraksiyon	
Kazıma, bileme	Evet	Tüm	Küçük	* Derinlemesine ekstraksiyon	

(a) Değişken kontaminasyon, aynı yüzeyde bir mikroorganizmanın daha fazla veya daha az yoğunluğunu gösterir. (a) Değişken kontaminasyon, aynı yüzeyde bir mikroorganizmanın daha fazla veya daha az yoğunluğunu gösterir.

Anket ve gözleme dayalı yapılan araştırma sonuçları, gıda kaynaklı salgınların büyük bir kısmının kişisel hijyen yetersizliğinden kaynaklandığını, insanların % 66'sının kesme tablalarını sabunla yıkadığını, % 26'lık kesimin çiğ eti kestikten sonra kesme tablalarını temizlemediğini, bulaşık yıkamak için sabun kullanan tüketicilerin oranının ise %55 olduğunu göstermiştir (Bean ve diğ., 1990; Cesare ve diğ., 2002). Kesme tablalarının rutin temizliği için; kesme tablasının sıcak, sabunlu suda iyice fırçalanması ve durulanması veya yemek servisi işlemleri için de önerilen standart yöntem olan bulaşık makinesinde yıkanması tercih ve tavsiye edilmektedir. Su ve sabunla temizleme işlemi kontaminasyon riskini azaltmakla birlikte, kontaminasyonu tamamen ortadan kaldırdığını söylemek doğru olmaz. Yapılan çalışmalarda, gıda ile temas eden yüzeylerin temizliğinde su ve sabunun tek başına dekontaminasyon için yeterli olmadığını göstermiştir. Ekipman temizliğinde deterjan kullanımının patojen mikroorganizmaların bulaşmasını çoğunlukla azalttığı ve tek başına sudan daha etkili olduğu bilinmektedir. Gıda endüstrisi tarafından, temas yüzeyleri ve eller ile ilişkili bakterileri yok etmek için farklı dezenfektan grupları kullanılması önerilmektedir. Her ne kadar, dezenfektanlar ev mutfaklarındaki *Salmonella* popülasyonlarının azaltılmasında daha etkili olsa da farklı yüzeyler üzerindeki etkinliği ve evlerde çapraz bulaşmanın önlenmesi konusunda az sayıda çalışma bulunmaktadır (Cogan ve diğ., 1999; Gorman ve diğ., 2002; Soares ve diğ., 2012; Beltrame ve diğ., 2015; Leveille, 2016; Dang-Xuan ve diğ., 2018; Kim ve diğ., 2020; Mihalache ve diğ., 2022).

Gıdaları saklarken ve hazırlarken ayırmaya çalışarak, mutfak yüzeyleri ve ekipmanlarını dezenfekte ederek, gıda güvenliği kurallarına uygun bir mutfak ortamı oluşturulabilir. Ancak gıdalar uygun şekilde hazırlanmış ve saklanmış olsa bile, kişisel hijyen kaynaklı çapraz kontaminasyon olasılığı da bulunmaktadır. Bu nedenle; gıda ürünlerini vücutta veya giysilerde taşıyan mikroorganizmalardan korumak için önlük ve şapka takılmalı, tek kullanımlık eldivenler giyilmeli, yeni bir gıda veya malzemeye dokunulduğunda eldivenler değiştirilmeli, özellikle çiğ et, balık veya kümes hayvanları ile uğraşırken eller sık sık ve iyice yıkanmalıdır (Uçar ve diğ., 2016).

Çapraz kontaminasyonu önleme ile ilgili çok sayıda araştırma bulunmamakla birlikte, HACCP'nin, ev ortamlarında da gıda işleme sırasında gerekli hijyeni sağlamak için uygulanması giderek daha fazla konuşulmaktadır (Cogan ve diğ., 1999; Gorman ve diğ., 2002).

2.6. SALMONELLA BAKTERİLERİNİN KESME TABLALARINDA YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU

Zararlı bakteriler, virüsler, parazitler veya kimyasal maddeler içeren güvenli olmayan yiyecekler, ishalden kansere kadar 200'den fazla farklı hastalığa neden olabilir. Dünya çapında her yıl tahminen 600 milyon kişi - neredeyse her 10 kişiden biri - kontamine gıdaları yedikten sonra hastalanmakta, bu da 420 000 ölüm ve 33 milyon sağlıklı yaşam yılı kaybına neden olmaktadır. Gıdaların mikrobiyal ajanlar tarafından kontaminasyonu dünya çapında bir halk sağlığı sorunudur. Çoğu ülkede, son birkaç on yılda gıdalardaki mikroorganizmaların neden olduğu hastalıkların insidansında önemli artışlar olduğu belgelenmiştir. Gıdalardaki mikrobiyal tehlikeler, *Salmonella* gibi bakterileri, Norovirüs gibi virüsleri, trematodlar gibi parazitleri ve ayrıca prionları içerir (WHO, 2022).

Campylobacter, Avrupa Birliği ülkelerinde et, et ürünleri, kümes hayvanları ürünleri, süt ürünleri kaynaklı gastrointestinal salgınlara neden olan en yaygın patojen olmaya devam etmektedir. Salmonelloz, 2013 yılında rapor edilmiş yaklaşık olarak toplam 83000 onaylanmış vaka ile Avrupa genelinde en yaygın ikinci enfeksiyondur (EFS ve Authority, 2015; Aviat ve diğ., 2016). Gastroenterit vakaları ve salgınları için en yaygın üçüncü patojen *Listeria*'dir. Avrupa'da, 91 ölümlle sonuçlanan, insanlarda 1763 onaylanmış listeriosis vakası rapor edilmiştir. *L. monocytogenes* bakterileri, yemeye hazır (RTE) gıdalar (çoğunlukla fume balıklar), yumuşak ve sert peynirler, yemeye hazır et ürünlerinde bulunmaktadır. Dördüncü sırada, en yaygın olan Avrupa'da 6043 vakadan sorumlu olan verositotoksijenik *Escherichia coli* (VTEC) bulunmaktadır. Bu öncelikle geviş getiren hayvanlarda (sığır, koyun ve keçi) ve etlerinde tespit edilmiştir. AB'de gıda kaynaklı salgınlardan sorumlu diğer mikroorganizmalar *Brucella* ve *Trichinella* olarak saptanmıştır (EFS ve Authority, 2015; Aviat ve diğ., 2016).

Salmonella, dünya genelinde gastroenterite neden olan temel ajanlardan biri olarak kabul edilmektedir (Jimenez ve diğ., 2009). Arjantin'de 2004–2007 yılları arasında *Salmonella*'nın etken olduğu, kayıtlı etkilenen insan sayısının bilinmediği 19 gıda kaynaklı salgın kaydedilmiştir. *S. Enteritidis*'in dünya çapında baskın ve en sık rastlanan serotip olduğu, bunu *S. Typhimurium* ve *S. Newport*'un takip ettiği bildirilmektedir (Jimenez ve diğ., 2009; Soares ve diğ., 2012). *Enterobacteriaceae* üyesi olan *Salmonella* cinsi bakteriler genellikle hareketli, sporsuz, fakültatif anaerob olan Gram negatif çomak şeklinde, enterik bakterilerdir (Özer ve Kimiran-Erdem, 2013). Bu patojenler, çok önemli düzeyde sağlık hizmeti sunan, gelişmiş halk

sağlığı ve hastane sistemlerine sahip ülkelerde bile, enfekte bireyler için kronik ve/veya ölümcül riskler taşımaktadırlar. Sanayileşmiş ülkelerdeki çoğu salmonelloz vakaları (%80-90) hayvansal kökenli gıdalardan kaynaklanmaktadır (Moore ve diğ., 2007; Yoon ve diğ., 2012). *Salmonella*'nın en çok bulunduğu gıda maddelerinin başında kümes hayvanları, taze kasaplık et, domuz ve sığır eti, kıyma, sosis, yumurta, süt ürünleri, dondurma, süt tozu, çeşitli sos ve salatalar, hindistan cevizi, kakao, çikolata, bazı baharatlar gibi ürünler gelir (Durlu-Özkaya, 2000; Özer ve Kimiran-Erdem, 2013; Aviat ve diğ., 2016). *Salmonella*, gıdalarda uzun süre canlılıklarını koruyan, değişken çevre koşullarında hayatta kalmayı başarabilen dayanıklı bir patojendir. *Salmonella* insanlardan veya hayvanlardan dışkı ile çevreye atıldıktan sonra uygun koşullar var olduğunda toprakta yıllarca, suda haftalarca canlı kalabilir ve enfeksiyon oluşturabilir. Doğal yerleşme yeri ise gastrointestinal sistemdir (Durlu-Özkaya, 2000; Özer ve Kimiran-Erdem, 2013; Muratoğlu ve diğ., 2016; Asal-Ulus ve diğ., 2021).

Gıda kaynaklı hastalıkların ve salgınların % 35-90'ının, işleme sırasındaki yetersiz gıda işleme uygulamalarından dolayı gıda hizmeti veren kuruluşlar ve evsel alanlarda ortaya çıktığına dair atıf yapılmıştır. *Salmonella* kaynaklı ana salgınların % 87'sinin evlerde hazırlanan veya tüketilen gıda maddeleriyle ilişkili olduğu belirtilmektedir. Çiğ etlerde (örneğin sığır eti, domuz eti, kümes hayvanları) oldukça yüksek oranda ortaya çıkan *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* ve *L. monocytogenes* gibi bazı patojenik bakteriler, pişmemiş gıdaların hazırlanması sırasında genellikle gıda hazırlama alanlarına ve kesme tablalarına aktarılabilir (Soares ve diğ., 2012; Gkana ve diğ., 2017). Bir çalışmada, bir kesme tablasındaki patojenlerin yaklaşık % 50'sinin et yüzeyine aktarıldığı gösterilerek, kesme tablalarının et ürünlerini kontamine eden gıda kaynaklı patojenlerin transfer araçları olabileceği öne sürülmüştür (Yoon ve diğ., 2012).

Salmonella, gıda üretimi, gıda işleme alanları ve mutfaklarda hayatta kalarak çoğalabilme yeteneğine sahip, çevresel olarak kalıcı olabilen bir gıda patojenidir. *Salmonella* cinsi bakteriler, cam, plastik, paslanmaz çelik gibi gıda işleme esnasında kullanılan yüzeylerde uzun süre hayatta kalarak çapraz kontaminasyonla gıda ürünlerine aktarılabilir. Gıda endüstrilerinde ve gıda işleme alanlarında, kullanılan ekipmanlarda ve yüzeylerde *Salmonella* bakterilerinin hayatta kalabilme yeteneği kontaminasyonlar ve enfeksiyonlar için tehlike oluşturmaktadır. Bakterilerin biyofilm oluşturma yeteneği, kuru koşullar altında bakterilerin hayatta kalmasını sağlayabilir. Bu durum *Pseudomonas* ve *Enterobacter* türlerinde yapılan

çalışmalarla da doğrulanmıştır. *Salmonella*, katı-sıvı veya hava-sıvı ara yüzeylerde biyofilm meydana getirebilir. Kuru ortam koşullarında gerçekleştirilen çalışmalar, nispeten yüksek biyofilm üreten *Salmonella* suşlarının, polipropilen yüzeyler üzerinde daha uzun süre hayatta kalabildiğini göstermiştir (Iibuchi ve diğ., 2010; Gruzdev ve diğ., 2011).

Buzdolapları ve kesme tablaları, gıda patojenlerinin en önemli iki hedefidir. Yapılan farklı çalışmalarda, gıdalarda yaygın olarak bulunan *L. monocytogenes*, *E. coli*, *Yersinia enterocolitica*, *S. enterica* gibi patojenler mutfak gereçlerinde ve ev tipi buzdolaplarının iç yüzeyinde bulunmuştur. Gıda zincirinde farklı kaynaklarından izole edilen *Salmonella* ve *Campylobacter* suşlarının biyofilm üretme yeteneğinin incelendiği birçok çalışma bulunmakla beraber, kesme tablaları ve mutfak yüzeylerinde biyofilm oluşumunu inceleyen az sayıda çalışma bulunmaktadır (Michaels ve diğ., 2001; Pui ve diğ., 2011; Dantas ve diğ., 2018; Lamas ve diğ., 2018).

Gıda endüstrilerinde ve gıda işleme sistemlerinde malzeme seçimi önemlidir. *Salmonella*, abiyotik yüzeylerde hayatta kalma becerisi konusunda oldukça yeteneklidir. Yapılan birçok çalışma, *S. enterica*'nın paslanmaz çelik, cam ve plastik yüzeylerde yaşayarak biyofilm oluşturabildiğini göstermiştir. *Salmonella* suşlarının, yaygın olarak kullanılan polistiren yüzeylerde ve gıda işleme istasyonlarında biyofilm oluşturabildiği, yapılan çalışmalarda bildirilmiştir. Plastik malzemeler yaygın olarak gıda üretimi amaçlı endüstrilerde ve hazırlama esnasında kullanılır. Plastik yüzeylerde biyofilm verimliliği yüksektir ve kontaminasyona neden olarak insan sağlığı için tehlike oluşturabilir. Paslanmaz çelik, gıda endüstrilerinde en çok tercih edilen malzemedir. Bunun en önemli sebebi temizlenmesinin diğer yüzeylerden daha kolay olmasıdır, ama bu durum, paslanmaz çelik yüzeylerde biyofilm oluşmadığı anlamına gelmez (Iibuchi ve diğ., 2010; Lamas ve diğ., 2018).

S. enterica serovar Enteritidis, *Salmonella* enfeksiyonlarının kümes hayvanlarıyla ilişkilendirilen en önemli etkenlerinden bir tanesidir. İnsanlara bulaşı ve enfeksiyonunun en yaygın nedeni ise çapraz kontaminasyondur. *S. Enteritidis* kontamine olduğu yüzeylerde, sayısına ve mevcut gıda kalıntısına bağlı olarak, paslanmaz çelik yüzeylerde saatlerce veya günlerce hayatta kalabilmektedir. Paslanmaz çelik yüzeylerde yapılan çalışmalar, *Salmonella* suşlarının çok katmanlı biyofilm tabakaları oluşturduğunu, sıcaklık ve pH'ın paslanmaz çelik yüzeylerde biyofilm oluşumunu etkilediğini göstermiştir (Iibuchi ve diğ., 2010; Ćwiek ve diğ., 2018; Lamas ve diğ., 2018). Mikroorganizmalar besin kıtlığı, ozmotik şok, sıcaklık, pH

değişimleri vb. çevresel streslere maruz kalırlar. Bakteriler, uzun süreli durağan fazda besin ilavesi olmadan bulundukları yüzeylerde uzun süre yaşamlarını devam ettirebilirler (Gruzdev ve diğ., 2011; Djebbi-Simmons ve diğ., 2019). Mikroorganizmaların gıda işleme yüzeylerinde kontaminasyondan sonra saatler veya günler boyunca hayatta kalabilme yetenekleri çeşitli çalışmalarda rapor edilmiştir (Zhao ve diğ., 1998; Wilks ve diğ., 2006). Bununla birlikte, çapraz bulaşma ile ilişkili gıda kaynaklı hastalık riski sadece yüzey kontaminasyonuna değil, aynı zamanda diğer yüzeylere geçme olasılığına da bağlıdır (Bloomfield ve Scott, 1997). Bu nedenle, etten yüzeylere ve yüzeyden etlere bakteri transferini inceleyen farklı parametrelerin/faktörlerin dahil edildiği birçok çalışma yapılmıştır (Midelet ve Carpentier, 2002; Flores ve diğ., 2006; Lin ve diğ., 2006; Vorst ve diğ., 2006; Rodriguez ve McLandsborough, 2007). Bakteriler, gıdaya temas eden yüzeylerde sağ kalabildiğinden, temas üzerine gıdaya çapraz bulaşma olanağı da mevcuttur (Zhao ve diğ., 1998; Dawson ve diğ., 2007). Gıda ile temas eden yüzeylerden çapraz bulaşma, *Salmonella* cinsi bakterilerin neden olduğu da dahil olmak üzere gıda kaynaklı hastalıkların başlıca nedenidir (Dawson ve diğ., 2007; Leveille, 2016).

İncelenen faktörler arasında bakteri türü, suşları, temas yüzeyinin türü, gıda ürünlerinin dilimlenmesi veya kıyılması ile gıdalardaki yağ ve nem içeriğinin mikroorganizmaların yüzeylere aktarım hızlarını etkilediği bildirilmiştir (Chen ve diğ., 2001; Kusumaningrum ve diğ., 2003; Vorst ve diğ., 2006; Perez-Rodríguez ve diğ., 2007). Yukarıda belirtilen faktörlerin ikiden fazlasının aynı anda etkisine ilişkin herhangi bir bilgi bulunmamaktadır (Gkana ve diğ., 2017).

Gıda kaynaklı hastalık vakalarının yaklaşık % 40 - % 60'ının, çiğ kümes hayvanı etinin diğer gıda maddeleri ile birlikte kullanıldığı kesme tablalarından çapraz bulaşma yolu ile geldiği tahmin edilmektedir. Çeşitli çalışmalarda, kesme tablalarının kirlenmesinin yanı sıra, bu aletlerin üretiminde kullanılan malzemelerle ilgili hususlar ve kesme tablalarının temizlik kolaylığı da değerlendirilmiştir (Ravishankar ve diğ., 2010; Soares ve diğ., 2012). Ravishankar ve diğ. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, *S. enterica* serotip Newport'un kümes hayvanları ürünlerinden marul, bıçak ve plastik kesme tablalarına transfer oranları farklı senaryolar altında incelenmiş, kaplar kullanıldıktan sonra temizlenmediğinde, kümes hayvanlarından plastik kesme tablasına aktarım oranının % 1.25 ve plastik kesme tablası ve bıçaktan marula aktarım oranının ise % 45.62 olduğu tespit edilmiştir.

1994 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, *E. coli* O157:H7, *L. innocua*, *L. monocytogenes* ve *Salmonella* Typhimurium bakterilerinin ev mutfaklarında yaygın olarak kullanılan yeni ve kullanılmış tahta (dişbudak, ıhlamur, kayın, huş, akceviz, kiraz, sert akçaağaç, meşe ve Amerikan siyah cevizi) ve plastik (poliakrilik, polietilen, köpüklü polipropilen, polistiren ve sert kauçuk) kesme tablaları üzerindeki çapraz kontaminasyonu incelenmiştir. Çalışma sonucunda, yeni ahşap tahtalara aşıl原因an bakterilerde *E. coli* O157:H7 için büyük bir azalma (2 saat içinde 3 log) olduğu gözlenirken, plastikte *E. coli* O157:H7 popülasyonun stabil kaldığı, ahşap ve plastik kesme tablalarından elde edilen sonuçların anlamlı ölçüde farklı olduğu ($P < 0.01$) tespit edilmiştir (Ak ve diğ., 1994a).

Taşıyıcı olarak *Enterobacter* spp. kullanılan bir çalışmada, eller, yiyecekler ve mutfak yüzeyleri arasındaki bakteri transferinin $< 0.1\%$ 'den 100% arasında değiştiği bildirilmiştir (Chen ve diğ., 2001). Humphrey ve diğ. (1994) tarafından yapılan çalışmada, *Salmonella* spp.'nin formika üzerinde en az 24 saat, *Escherichia coli* ve *Salmonella* spp.'nin de giysiler, eller ve mutfak eşyaları üzerinde birkaç gün hayatta kaldıkları bulunmuştur. Islak ve kuru marulların paslanmaz çelik yüzeylere transferinin incelendiği çalışmada *Salmonella* Typhimurium ve *Campylobacter jejuni* sayısında farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Kirlenmiş ellerin yıkanmasının, bakterilerin mutfak eşyalarına transferini engellemediğini bununla birlikte, ellerin kurulanmasının bu transferi önemli ölçüde azalttığı belirtilmiş, nemin bakterilerin yüzeylerden yiyeceğe transferinde önemli bir rol oynayabileceği, aşıl原因adan sonraki iki haftaya kadar kuru yüzeylerden çok sayıda canlı bakteri tespit edilmiş olmakla birlikte lavabolar, bulaşık bezleri ve süngerler gibi 'ıslak yerler' kontaminasyon kaynakları olarak belirtilmiştir (Moore ve diğ., 2003).

Çapraz kontaminasyon, patojenlerin taze ürünlere aktarılmasında önemli bir rol oynar. Örneğin, 1996 yılında Oklahoma'daki *Campylobacter jejuni* enfeksiyonunun çiğ tavuktan marula (Graves ve diğ., 1998), 1993'te Oregon ve Washington'da *Escherichia coli* O157:H7 salgının çiğ etten salata içeriğine (Jackson ve diğ., 2000), 1999'da *Escherichia coli* O157:H7 salgının sığırtından marula çapraz kontaminasyonu sonucu gerçekleştiği rapor edilmiştir (Hilborn ve diğ., 1999).

Paslanmaz çelik yüzeyinden *C. jejuni* ve *S. enterica* serovar Typhimurium'un yemeye hazır bir gıda olan marula transferinin incelendiği bir çalışmada; *Salmonella* Typhimurium'un kuru marullarda ilk 60 dakikalık örnekleme sırasında ilk aş yükünün transfer yüzdesinde 36% 'dan

%66'ya bir artış ve ardından transfer yüzdesinde %66'dan %6'ya ani bir düşüş olduğu, ıslak marula aktarma oranının %23 ile %31 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonunda, yüzey kontaminasyonundan 1 ila 2 saat sonra bile nispeten yüksek sayıda bakterinin bir gıdaya aktarılabilceği ortaya konmuştur (Moore ve diğ., 2003).

Luber ve diğ. (2006), *C. jejuni* ile kontamine edilmiş tavuk göğsü filetosunun dilimlenmesi sırasında ellere, kesme tablalarına, kesme bıçağına ve nihayet ardından dilimlenen salatalığa transfer edildiğini ve kesme tablasından ve bıçaktan salatalığa transfer oranının yaklaşık %7 ile %33 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çiğ et ve kümes hayvanlarını kestikten sonra kesme tablalarının yetersiz temizlenmesinin, *C. jejuni* ve *Salmonella* gibi patojen bakterilerin çapraz kontaminasyonunda rol oynayabileceği rapor edilmiştir.

Tavuktan marula *S. enterica*'nın çapraz kontaminasyon ve transfer oranlarının araştırıldığı başka bir çalışmada, tavuktan kesme tablasına aktarım oranının % 1.25 ve tavuktan bıçağına aktarım oranının % 0.05, kesme tablası ve bıçaktan marula aktarma oranının ise % 45.62 olduğu rapor edilmiştir (Ravishankar ve diğ., 2010).

Dantas ve diğ. (2018), farklı kesme tablası yüzeylerinde (plastik, ahşap ve cam) yıkamadan önce ve sonra, biyofilm varlığında ve yokluğunda *S. enterica* serovar Enteritidis'in kümes hayvanlarından salatalıklara çapraz bulaşma sürecini analiz etmişler, kesme tablalarından salatalıklara mikrobiyal aktarımın ahşapta en yüksek olduğu, bunu plastik ve camın izlediğini rapor etmişlerdir.

Farklı bir çalışmada, 6 bakteri türü olmak üzere, 12 mikroorganizmanın farklı ahşap türlerine ve plastiğe potansiyel mikrobiyal yapışması incelenmiş, yüzey pürüzsüz olduğunda temizlemenin daha etkili olduğu, polietilenden yapılmış plastik tablaların temizlenmesinin biraz daha etkili olduğu, çoğu durumda yüzeyi fırçalamak ve ev tipi bir deterjan kullanmanın, hijyen risklerin ortadan kaldırılması için yeterli olduğu, bakterilerin ahşap üzerine yapışma özelliğinin küf sporlarından daha fazla olduğu kanıtlanmıştır. Mikroorganizmaların ahşap türlerine yapışmasıyla ilgili tik ağacı hariç genellemeler yapılamayacağı, yapışmanın ağaç türlerine ve bu çalışmada test edilen mikroorganizmalara bağlı olduğu rapor edilmiştir (Aviat ve diğ., 2016).

Gıda kaynaklı hastalık riskinin artmasıyla ilişkili seçilmiş gıda tüketim ve hazırlama davranışlarının incelendiği bir ankette, Amerikalı tüketicilerin % 26'sının çiğ et veya tavuk

kesildikten sonra kesme tablalarını temizlemediği rapor edilmiştir. Bu tür davranışlar yüksek çapraz kirlenme riskine yol açmaktadır (Zhao ve diğ., 1998). Gıda tezgahlarındaki kalıntılar, gıdayla temas eden malzemede bakteri varlığının ve çoğalmasının nedeni olabilir. Bu kalıntı, gözenekli veya hasarlı yüzeyler tarafından kolaylıkla geçer, nem içeriği nedeniyle mikroorganizmaları korur (Aviat ve diğ., 2016).

Salmonelloz salgınlarından bazıları, düşük su içeriğine sahip gıdalar ile ilişkilendirilmiştir. Ürünlerin büyük çoğunluğu, üretim ve işlenme sırasında ısıtılardan geçer. Bu sebeple, ürünün düşük su içeriği ile patojen mikroorganizmanın artan ısı direnci arasında bir ilişki bulunduğu düşünülmektedir (Gruzdev ve diğ., 2011).

Son yıllarda yemeye hazır (RTE) gıdalar popülerlik kazandıkça, gıda güvenliği uzmanları çalışmalarını, bu gıdaların gıda kaynaklı hastalıkların bulaşmasına neden olan özelliklerine yöneltmişlerdir. Bu özelliklerden en önemlisi, RTE gıdalarının tüketilmeden önce ısıtma aşamasına tabi tutulmaması ve bu nedenle işlem sonrası kontaminasyonun önemli bir gıda güvenliği endişesi oluşturmaktadır. Özellikle ilgi çekici olan diğer bir nokta da RTE gıda ürününün kontamine bir çiğ gıda veya gıda hazırlama yüzeyi ile temas ettiğinde mutfakta çapraz kontaminasyona neden olmasıdır. *Salmonella* bakterileri bazen işlenmiş ürünlerde bulunur ve bunlar genellikle tüketici mutfakındaki diğer RTE ürünleriyle (salatalar gibi) aynı anda hazırlanır. Bu bakteriler, bakteriyel gıda kaynaklı hastalıkların önde gelen nedeni olarak bilinmelerine rağmen, salgınlar nadiren meydana gelmektedir. Genellikle, hastalığın sporadik doğasının büyük ölçüde evde yemek hazırlama sırasında meydana gelen çapraz bulaşmanın sonucu olduğunu düşündürmektedir (Moore ve diğ., 2003). Araştırmalar, *Salmonella*'nın gıda ile temas eden yüzeylerde önemli bir süre kalabildiğini ve bunun gıda ile uğraşanlar, yemeye hazır (RTE) gıdalar ve gıda ile temas eden diğer yüzeyler arasında artan çapraz kontaminasyon risklerine yol açabileceğini göstermiştir. *Salmonella* çiğ tavuktan kesme tablalarına, tabaklara ve mutfak eşyalarına ve aynı zamanda yüzeylerine yerleştirilmiş RTE gıdalarından kolaylıkla aktarılabilir. Potansiyel olarak kontamine olmuş kaplara uygulanan yetersiz dekontaminasyon prosedürleri, sonraki yemek hazırlıklarında daha fazla mikrobiyal kontaminasyon riski oluşturabilir (Redmond ve diğ., 2004).

Salam, en çok tüketilen fermente RTE gıdalardan biridir. Sandviçlerin, salataların ve atıştırmalıkların favori malzemelerinden biridir. Tüm fermente gıdalarda olduğu gibi, salamin da mikrobiyolojik kalitesi, üretim sırasında meydana gelen çevresel şartlara büyük ölçüde

bağlıdır. Salam üretimi geçmiş yıllara dayanmaktadır. Günümüzde, üretim şekli bakımından farklılıklar gösterir. İşlenme aşamaları genel olarak et ve yağın öğütülmesi, baharat, tuz ve nitritlerin eklenmesini içerir. Fermantasyonun kısa süreli olması, işlemenin yetersizliği, nem, su aktivitesi, tuz içeriği patojenlerin varlığına sebebiyet veren risk faktörleri arasındadır. Sıcaklık, fermantasyon ve kurutma sırasında biyokimyasal reaksiyonların hızını modüle ederek patojen inaktivasyonunu sağlayan önemli bir faktördür. Termal süreçler üretim maliyetini arttıracak gibi bir takım lojistik değişiklikleri de beraberinde getirir. Bu durum, kontaminasyon için risk taşır. Salam gibi işlenmiş ürünler, yaygın olarak *Salmonella* salgınlarıyla ilişkilendirilmektedir. Gözlemlenen salgın sebepleri arasında tesisteki kontrolün eksikliği, işleme sırasında yapılan hatalar ve kontamine ürün varlığı yer alır. Geçmişte yaşanan *S. Typhimurium* salgını, hızla kurutulan ve üretimin başlamasından itibaren 7 gün içinde tüketicilere ulaşan dar çaplı salam çubuklarıyla ilişkilendirilmiştir. Fermente sosis tüketimi ile ilişkili *Salmonella* salgınları da meydana gelmiştir. Ayrıca, *Salmonella goldcoast* ve *Salmonella lichtfield* gibi daha az sıklıkla bildirilen serovarlar ile kontamine fermente edilmiş sosislerin de salgınlara neden olduğu bildirilmiştir (Omer ve diğ., 2018; Werlang ve diğ., 2021; Mohamed ve diğ., 2022).

Bu çalışmada, standart (*Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028) ve gıda örneklerinden izole edilen *Salmonella* bakterilerinin [*Salmonella* sp. (ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19)] ev tipi mutfaklarda en çok tercih edilen, gıdaların hazırlığı ve sunumu sırasında kullanılan üç farklı tipteki kesme tablası yüzeylerinde (ahşap, plastik ve cam) yaşaması, *Salmonella* bakterileri ile kontamine olan bu yüzeylerden gıda örneğine (salam) temas sürelerine (5, 30 ve 300 sn) bağlı olarak çapraz kontaminasyonunun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMADA KULLANILAN BAKTERİLER

Çalışmamızda standart bakteri *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (ATCC 14028; American Type Culture Collection, Rockville, MD) ve daha önceki çalışmalarda kıyma (Özer ve Kimiran-Erdem, 2013) (ZD-1, ZD-2, ZD-3, ZD-4, ZD-5, ZD-6, ZD-7, ZD-8, ZD-10, ZD-11, ZD-12, ZD-13, ZD-14, ZD-15, ZD-16, ZD-17, ZD-18, ZD-19) ve deniz suyu örneklerinden izole edilen (Gürün ve Kimiran-Erdem, 2013) (ZS-19, ZS-2, ZS-3, ZS-4, ZS-6, ZS-8, ZS-9, ZS-10, ZS-11, ZS-12, ZS-13, ZS-14, ZS-15 ZS-16) *Salmonella* bakterileri, herhangi bir kontaminasyon olup olmadığı açısından bakteriyolojik olarak incelenmiştir. Tryptic Soy Agar (TSA) (Condalab, Madrid-Spain) besiyerinde üreyen 24 saatlik taze kültürler, Gram boyama, oksidaz ve katalaz reaksiyonu açısından test edilmiştir. Gram negatif, oksidaz negatif ve katalaz pozitif olarak doğrulanan bakterilerin 24 saatlik taze kültürleri % 20 gliserol içeren cryo tüplerine konulmuş ve -86 °C’de saklanmıştır (Özer ve Kimiran-Erdem, 2013).

3.1.1. Gram Boyama

TSA besiyerinde üreyen *Salmonella* bakterilerinin 24 saatlik taze kültürlerinden, temiz lamalar üzerine yayma preparat hazırlanmış ve havada kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan preparatlar alevden üç kez geçirilmek üzere tespit edilmişlerdir. Preparatın üzerini tamamen kapatacak şekilde kristal viyole eklenerek, bir dakika bekletilmiş, süre sonunda preparat distile su ile yıkanmıştır. Preparat üzerine birkaç damla lugol damlatılıp bir dakika beklenmiş, süre sonunda lugol distile su ile uzaklaştırılmıştır. Preparata dekolorizasyon için etil alkol ilave edildikten sonra distile su ile yıkanmıştır. Bu işlem boya akmayıncaya kadar tekrar edilmiştir. Renk giderme işleminden sonra preparata sulu fuksin boyası eklenmiş, 45 saniye bekleme süresi sonunda fazla boya distile su ile uzaklaştırılarak, preparat kurumaya bırakılmıştır. Preparatlar kuruduktan sonra immersiyon yağı damlatılarak mikroskopta x100 büyütme objektif ile incelenmiştir (Çotuk ve Anđ- Küçüker, 1992).

3.1.2. Katalaz Testi

TSA besiyerinde üreyen 24 saatlik taze kültürlerden platin öze ile alınan örnek temiz bir lam üzerine konmuş ve üzerine %3'lük H₂O₂ damlatılarak karıştırılmıştır. Karışımın içinde hava kabarcıklarının görülmesi katalaz test sonucu pozitif olarak değerlendirilmiştir (Çotuk ve Anđ-Küçüker, 1992).

3.1.3. Oksidaz Testi

Steril bir Petri kutusu içerisindeki bir parça filtre kağıdı 2-3 damla %1'lik tetrametil-parafenilendiamin dihidroklorid (oksidaz ayırıcı) damlatılarak ıslatılmıştır. TSA besiyerinde üreyen 24 saatlik taze kültürlerden platin öze ile örnek alınarak oksidaz ayırıcı emdirilmiş filtre kağıdının üzerine yayılmıştır. 10-60 saniye içerisinde koyu mor renk oluşumu oksidaz pozitif olarak değerlendirilmiştir (Çotuk ve Anđ-Küçüker, 1992).

3.2. *SALMONELLA* CİNSİ BAKTERİLERİN MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

3.2.1. DNA İzolasyonu

Gram negatif, oksidaz negatif ve katalaz pozitif olarak doğrulanan *Salmonella* bakterilerinin (ZD-1, ZD-2, ZD-6, ZD-7, ZD-8, ZD-11, ZD-12, ZD-16, ZD-17, ZD-19, ZS-4, ZS-8, ZS-9, ZS-12, ZS-13, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028) DNA izolasyonu, GeneAll Exgene™ Clinic SV DNA izolasyon kiti kullanılarak üretici firmanın talimatları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. *Salmonella* bakterileri TSA besiyerine ekilerek 37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. 24 saatlik taze kültürlerden McFarland No.1 bulanıklığına göre bakteri süspansiyonları hazırlanmıştır. Bakteri süspansiyonları 1.5 ml hacimli steril mikro santrifüj tüplerine aktararak 10000 g'da 2 dakika santrifüj edilmiş, santrifüj sonrası süpernatant atılmıştır. Kalan pelet üzerine 200 µl CL tamponu ve 20 µl Proteinaz K (2mg/150 µl) eklenerek vorteksle karıştırılmıştır. Hazırlanan tüpler kuru blok ısıtıcısında (Biosan, Letonya) 56 °C'de 15 dk inkübe edilmişlerdir. Tüplere 200 µl BL buffer eklendikten sonra içerik vorteks ile karıştırılmış ve 70 °C'de 10 dk inkübe edilmişlerdir. Tüpteki karışımın üzerine 200 µl saf etanol eklenip pipetaj yapılarak, kit içeriğindeki 2 ml'lik toplama tüpüne dikkatli bir şekilde aktarılmış ve 12000 g'de 2 dk santrifüj edildikten sonra toplama tüpünün altında toplanan sıvı atılmış ve yenisi ile değiştirilmiştir. Daha sonra kit içerisinde yer alan BW bufferden 600 µl eklenmiş, 12000 g'de 2 dakika santrifüj edildikten sonra tekrar toplama tüpünde biriken sıvı atılmış ve

700 µl TW buffer eklenmiştir. Yıkama tamponunu uzaklaştırmak için tüpler 12000 g'de 2 dk santrifüj edilmiş ve herhangi bir ekleme yapılmadan tekrar 12000 g'de 2 dk santrifüj yapılmıştır. Toplama tüpünün altındaki toplanan sıvı atılarak ayırıştırma kolonu steril 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüpünün içine aktarılmıştır. Ayırıştırma kolonlarına 100 µl AE buffer eklenmiş ve kapakları açık olarak oda sıcaklığında 15 dk bekletilmiş, süre sonunda 12000 g'de 2 dk santrifüj edilmiştir. Elüsyon aşaması ile sonrasında ayırıştırma kolonu üzerinde bağlı durumda bulunan DNA, elüsyon aşamasında serbest hale gelerek kolonun altında bulunan mikro santrifüj tüplerinde toplanmıştır. Bu aşamadan sonra, üstte bulunan ayırıştırma kolonları atılarak, mikrosantrifüj tüplerinde toplanmıştır. Elde edilen genomik DNA'ların miktarları NanoDrop spektrofotometre (Thermo Scientific, ABD) cihazında ölçülmüş, 260/280 oranının 1.8 olduğu *Salmonella* bakterilerine ait DNA örnekleri saf olarak kabul edilmiştir. *Salmonella* bakterilerine ait DNA'lar Polimeraz Zincir Reaksiyonunda (PZR) kullanılmak üzere -20 °C'de saklanmıştır.

3.2.2. Agaroz Jel Elektroforezi Kullanılarak DNA'nın Görüntülenmesi

-20°C'de saklanan DNA örnekleri agaroz jel elektroforez yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla, ilk olarak % 0.8'lik agaroz jel 10 x TBE (Tris borate EDTA) solüsyonu ile hazırlanmıştır. Hazırlanan jel mikrodalga fırında kaynatmamaya özen gösterilerek eritilmiş ve sıcaklığı 45°C'ye düşünce 0.5 µl GelRed (Biotium) floresan boya eklenmiştir. Hazırlanan jel, kuyucuk oluşturmak için takılan tarakların olduğu jel dökme tepsisine dökülmüş ve 15-20 dakika donması için beklenmiştir. Mevcut taraklar donan jelden dikkatlice çıkartılmış, jel elektroforez tankına yerleştirilerek üzerini örtecek kadar 1xTBE eklenmiştir. 1 µl jel yükleme boyası (Biomatik) x 5 µl DNA birbiriyle iyice karıştırılarak kuyucuklara yüklenmiştir. Jel 90 volt akımında 60 dakika yürütülmüş ve sonra UV görüntüleme sistemi (UVITEC, Cambridge, İngiltere) ile görüntülenmiştir.

3.2.3. PZR Yöntemi

Çalışmada kullanılacak *Salmonella* bakterilerinin 16S rRNA gen bölgelerinin belirlenebilmesi için polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) uygulanmıştır.

3.2.3.1. Kullanılan Primerler

Deneyde kullanılan primerler Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Kullanılan primerler.

Primer adı	Primer dizisi (5'-3')	Primer boyu (bp)	Referans
16S rRNA	1492R: 5' TAC CTT GTT ACG ACT T 3'	1500	Lane, 1991
	27F: 5'AGA GTT TGA TCC GGC TCA G 3'		

3.2.3.2. PZR Deneyi

PZR yönteminde MyTaq TM Mix (Bioline, Singapur) karışımı kullanılmıştır. 0.2 ml hacimli mikrotüpler içerisine her bir reverse ve forward primerden 1 µl (20 µM), 1 µl kalıp DNA (100 nmol), 5 µl MyTaq Reaction Buffer, 0.25 µl MyTaq DNA polimeraz eklenmiş ve 16.75 µl steril ultra saf su eklenerek son hacim 25 µl'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan örnekler zaman kaybetmeden Thermal Cycler (BioRad, ABD) cihazına yerleştirilmiş ve PZR işlemi başlatılmıştır. PZR koşulları Tablo 3.2'de gösterilmiştir.

PZR reaksiyonu sonucu elde edilen ürünler % 1.2'lik agaroz jel üzerinde 90 volt akımında 45 dakika yürütülmüştür. 1 kb DNA Ladder (Bioline, Singapur) DNA markeri olarak kullanılmıştır. Elde edilen PZR ürünleri UV görüntüleme sisteminde (Wisedoc, Güney Kore) görüntülenmiştir. Jel elektroforezi sonunda bant görülen 16 bakteriye ait PZR ürünleri DNA sekans analizi için BM laboratuvar sistemleri firmasına (Ankara, Türkiye) gönderilmiştir. Analiz sonrasında *Salmonella* bakterilerine ait 16S rRNA gen dizileri Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezi (NCBI) BLAST veri tabanı kullanılarak kayıtlı dizilere dayalı olarak tanımlanmıştır.

Tablo 3.2: 16S rRNA genini tespit etmek için kullanılan PZR koşulları.

Döngü	Sıcaklık	Süre
Başlangıç denatürasyon (1 döngü)	95°C	2 dk
Denatürasyon	95°C	1 dk
Bağlanma	55°C	1 dk
Uzama	72°C	2 dk
Son Uzama (1 döngü)	72°C	5 dk

3.3. KESME TABLALARINDA *SALMONELLA* BAKTERİLERİNİN YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU

3.3.1. Deneyde Kullanılacak Bakterilerin Seçilmesi

Kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması ve gıdalarla çapraz kontaminasyonu çalışmasında Nalidiksik asite dirençli bakteriler kullanılacağı için standart bakteri *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (ATCC 14028; American Type Culture Collection, Rockville, MD) ve GenBank veri tabanında *Salmonella* olarak tanımlanan (ZD1, ZD2, ZD7, ZD8, ZD17, ZD19, ZS4, ZS8, ZS12, ZS13) bakterilerin Nalidiksik asit içeren TSA besiyerine (TSA-NA) (100 mg/1000 ml) ekimi yapılarak 37 °C’de inkübe edilmiştir (Zhao ve diğ., 1998; ve diğ., 2007; Soares ve diğ., 2012; Gkana ve diğ., 2017). İnkübasyon süresi sonunda Nalidiksik asit içeren TSA besiyerinde standart bakteri *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (ATCC 14028; American Type Culture Collection, Rockville, MD) ve kıyma örneklerinden izole edilen ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19 kodlu bakteriler üremiştir.

Çalışmada TSA-NA besiyerinde üreyen *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (ATCC 14028; American Type Culture Collection, Rockville, MD) ve *Salmonella* sp. (ZD1, ZD2, ZD17, ZD19) bakterileri kullanılmıştır.

3.3.2. Bakteri Kültürünün Hazırlanması

Bakteriler 100 mg/1000 ml TSA-NA besiyerine ekilerek 37°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda kültürden, içinde 10 ml Tryptic Soy Broth (TSB) bulunan tüplere ekim yapılarak 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir (Moore ve diğ., 2003; Dawson ve diğ., 2007; Gkana ve diğ., 2017). İnkübasyon süresi sonunda, kültür vortekslenmiş, 15 ml’lik falcon tüpüne aktararak 5000 rpm’de 15 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra pelet üzerindeki süpernatant atılmış, inokulum % 0.1 peptonlu su çözeltisinde 0.5 McFarland bulanıklık tüpüne uygun olacak şekilde süspanse edilmiştir. Deneylerde hazırlanan bu süspansiyon kullanılmıştır (Moore ve diğ., 2003; Dawson ve diğ., 2007; Soares ve diğ., 2012; Jensen ve diğ., 2013; Miranda ve Schaffner, 2016). Hazırlanan bakteri süspansiyonunun sayım kontrolü kültür bazlı yöntem ile yapılmıştır. Bunun için deneyde kullanılmak üzere hazırlanan bakteri süspansiyonu fizyolojik tuzlu su (FTS) içerisinde seri olarak (10^{-1} - 10^{-6}) sulandırılmıştır. Bu sulandırım tüplerinden 100 µl alınarak TSA-NA besiyerine yayma ekim yapılmış ve 37°C’de inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda besiyeri üzerinde gelişen koloniler sayılmış ve

sulandırma faktörü ile çarpılıp ml'deki bakteri sayısı (kob/ml) belirlenmiştir (Zhao ve diğ., 1998; Kusumaningrum ve diğ., 2003; Soares ve diğ., 2012; Miranda ve Schaffner, 2016; Gkana ve diğ., 2017).

3.3.3. Kesme Tablaları

Bu çalışmada, marketlerden satın alınarak 5x5cm² ölçülerinde kesilen cam, tahta (kayın ağacı) ve polietilen kesme tablaları kullanılmıştır (Şekil 3.1) (Ak ve diğ., 1994a; Moore ve diğ., 2003; Moore ve diğ., 2007; Jensen ve diğ., 2013; Miranda ve Schaffner, 2016; Gkana ve diğ., 2017; Mohammad ve Al-Tae, 2018).



Şekil 3.1: Kullanılan tahta, cam ve polietilen kesme tablaları.

3.3.4. Kesme Tablası Örneklerinin Sterilizasyonu

Kesme tablası örnekleri kullanımdan önce imalat süreciyle ilişkili kalıntıları gidermek için bulaşık deterjanı ile yıkanarak distile sudan geçirilmiştir. Bu işlemlerin ardından %70'lik alkol içerisine batırılıp tekrar distile sudan geçirilerek kurumaya bırakılmıştır. Büyük Petri kutuları içine yerleştirilen temizlenmiş cam kesme tablası örnekleri Pasteur fırınında 170°C'de 1 saat, polietilen ve tahta kesme tablası örnekleri ise otoklav cihazında 121°C'de 15 dk steril edilmiştir (Zhao ve diğ., 1998; Soares ve diğ., 2012; Mohammad ve Al-Tae, 2018).

3.3.5. Çapraz Kontaminasyon Deneyinde Kullanılan Gıda Örneği

Deneyde marketten satın alınan salam örnekleri kullanılmıştır. Marketten satın alınan salamlar, aseptik şartlar altında steril bistüri ile 5x5 cm²'lik parçalar halinde kesilmiştir. Her salam parçasının ortalama besin değeri Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Salam'ın besin değeri.

Enerji	195kcal-816kj
Yağ	15 g
Doymuş yağ	6 g
Şekerler	0 g
Protein	10 g
Tuz	2 g

3.3.6. Kesme Tablalarında *Salmonella* Bakterilerinin Yaşaması

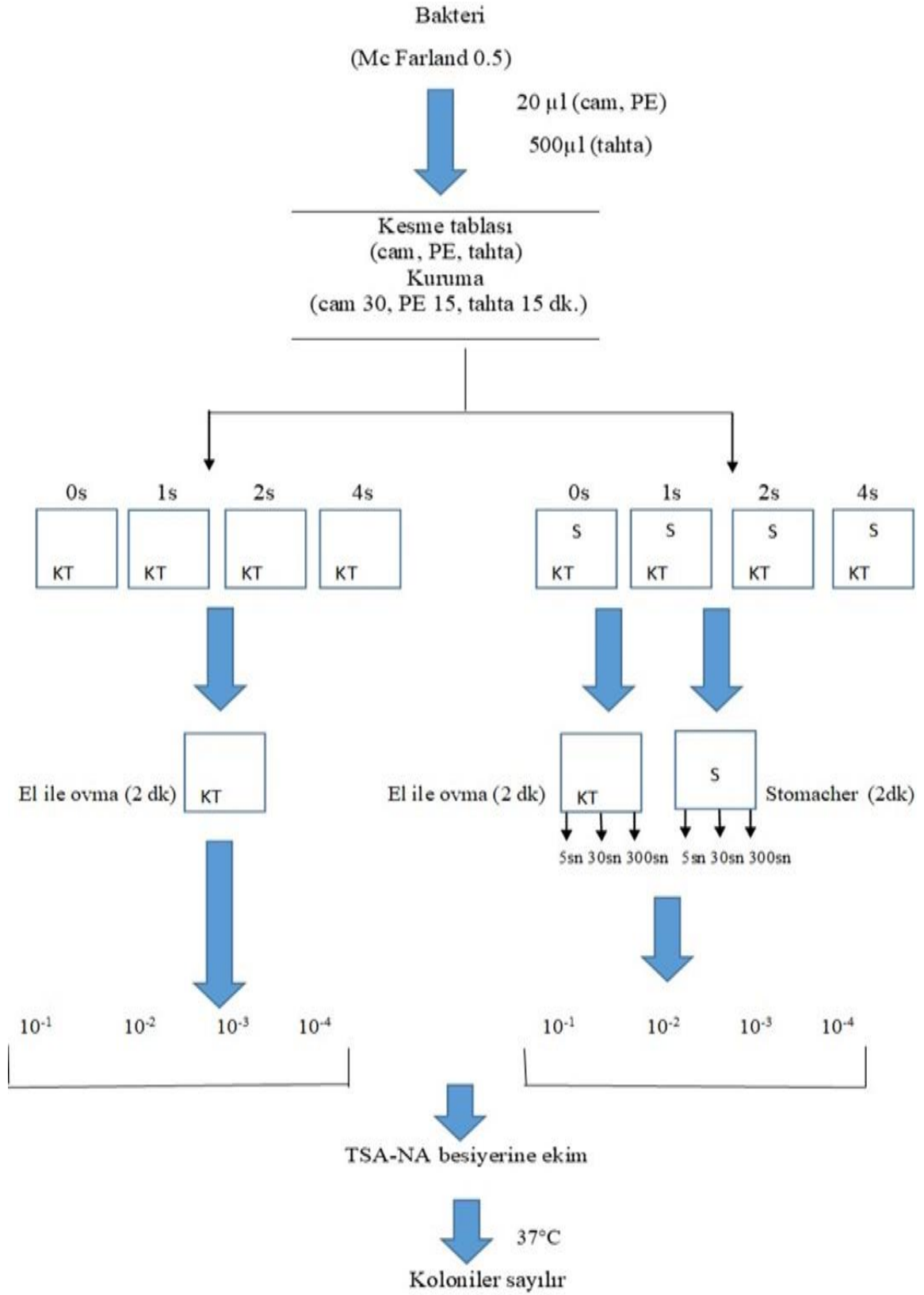
% 0.1 peptonlu su çözeltisinde hazırlanmış bakteri süspansiyonundan (Kısım 3.3.2) cam ve plastik kesme tablası yüzeylerine 20 µl, tahta kesme tablası üzerine 500 µl yayılıp kuruması beklenmiştir. Kesme tablalarında kuruma süreleri cam yüzeyler için 30 dakika, polietilen ve tahta yüzeyler için 15 dakika olarak tespit edilmiştir. Bakteri inoküle edilmiş yüzeyler steril Petri kutuları içerisinde etüvde 21°C'de 0, 1, 2, ve 4 saat bekletilmişlerdir. 0., 1., 2. ve 4. saat sonunda kesme tablası yüzeyleri, 10 ml % 0.1'lik peptonlu su içeren stomacher poşeti içinde el ile 2 dk ovalanmıştır (Miranda ve Schaffner, 2016). Ovalama işlemi sonunda stomacher poşeti içindeki sıvı steril tüplere aktarılmış, karışımdan direkt ve seri sulandırımalar (10^{-1} - 10^{-4}) hazırlanıp her bir sulandırım süspansiyondan TSA-NA besiyerine ekim yapılmıştır. Ekim yapılan Petri kutuları 37°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra besiyeri üzerinde gelişen koloniler sayılarak sulandırma faktörleri ile çarpılmış ve kesme tablası yüzeyindeki bakteri sayıları (kob/25 cm²) tespit edilmiştir. Negatif kontrol olarak bakteri inokülasyonu yapılmayan kesme tablaları kullanılmıştır (Şekil 3.2) (Soares ve diğ., 2012; Miranda ve Schaffner, 2016).

3.3.7. Kesme Tablalarından Gıdaya Çapraz Kontaminasyon

Hazırlanan bakteri süspansiyonundan (Kısım 3.3.2) mikropipet ile cam ve plastik kesme tablası yüzeylerine 20 µl, tahta kesme tablası üzerine 500 µl yayılıp kurumaları beklenmiştir. Kesme tablalarında kuruma süreleri cam yüzeyler için 30 dakika, polietilen ve tahta yüzeyler için 15 dakika olarak tespit edilmiştir. Bakteri inoküle edilmiş kesme tablası örnekleri steril Petri kutuları içerisinde etüvde 21°C’de 0, 1, 2, ve 4 saat bekletilmişlerdir. 0., 1., 2. ve 4. saat sonunda 5x5 cm²’lik parçalar halinde kesilen salam parçaları herhangi bir baskı uygulamadan kontamine kesme tablası yüzeylerine bırakılarak 5, 30 ve 300 sn beklenmiştir (Dawson ve diğ., 2007; Miranda ve Schaffner, 2016). Temas süreleri sonunda kesme tablası ve salam örneklerinin herbiri 10 ml 0.1 % peptonlu su içeren stomacher poşetinin içerisine yerleştirilmiştir (Dawson ve diğ., 2007; Jimenez ve diğ., 2009). Kesme tablası örnekleri elde 2 dakika elde çitilenmiş (Miranda ve Schaffner, 2016), salam örnekleri ise stomacher cihazında 2 dk homojenize edilmiştir (Zhao ve diğ., 1998). Bu işlemlerden sonra stomacher poşetlerindeki sıvı steril tüplere geri aktarılmıştır. Karışımdan direkt ve seri sulandırım (10⁻¹ - 10⁻⁴) yapılmış ve her bir sulandırımından TSA-NA besiyerine 100 µl aktararak yayma ekimi yapılmıştır (Iordache ve Tofan, 2008; Dawson ve diğ., 2007; Carrasco ve diğ., 2012; Miranda ve Schaffner, 2016). Ekim yapılan TSA-NA Petri kutuları 37°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda, TSA-NA besiyerinde gelişen koloniler sayılarak sulandırma faktörleri ile çarpılmış ve kesme tablası ve salam örneklerindeki bakteri sayıları (kob/25 cm²) tespit edilmiştir. Negatif kontrol olarak bakteri inokülasyonu yapılmayan kesme tablası ve salam örnekleri kullanılmıştır (Şekil 3.2).

Salmonella bakterilerinin kesme tablasından salam örneğine transfer oranı (%) aşağıdaki formül uygulanarak belirlenmiştir (Moore ve diğ., 2003; Dawson ve diğ., 2007; Ravishankar ve diğ., 2010; Carrasco ve diğ., 2012).

$$\text{Transfer oranı (\%)} = \frac{\text{alıcı yüzey (kob)}}{\text{alıcı yüzey (kob)} + \text{verici yüzey (kob)}} \times 100$$



Şekil 3.2: Kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması ve çapraz kontaminasyon deneyi.

3.4. İSTATİSTİK

Bütün deneyler tüm yüzeylerde, tüm zaman aralıklarında ve temas sürelerinde çift tekrarlı olarak yapılmış ve sayılar log koloni oluşturan birimler (kob) olarak ifade edilmiştir. Veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutularak, ortalamalar arasındaki farkları belirlemek için TUKEY testi kullanılmıştır. İstatiksel analiz ® programı ile analiz edilmiştir.

3.5. ARAŞTIRMADA KULLANILAN BESİYERLERİ, KİMYASAL MADDELER, AYIRAC VE ÇÖZELTİLER

3.5.1. Triptik Soy Broth Besiyeri (TSB) EP/USP/ISO

Salmonella bakterilerinin üretilmesi için kullanılmıştır (Dawson ve diğ., 2007).

TSB (Condalab, Madrid, Spain) 30 g

Distile su 1000 ml

Hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C, 1.2 atm, 15 dk steril edilmiştir.

3.5.2. Triptik Soy Agar (TSA) Besiyeri EP/USP/ISO

Salmonella bakterilerinin üretilmesi için kullanılmıştır (Dawson ve diğ., 2007).

TSA (Condalab, Madrid, Spain) 40 g

Distile su 1000 ml

Hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C, 1.2 atm, 15 dk steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri 45-50°C' e kadar soğutulmuş, iyice karıştırıldıktan sonra Petri kutularına dökülmüştür. Sterilite kontrolü için 30 °C'de bir gece bekletilmiştir.

3.5.3. Nalidiksik Asit İçeren Triptik Soy Agar (TSA-NA) Besiyeri EP/USP/ISO

Salmonella bakterilerinin kesme tablalarında yaşaması ve gıda örneğine çapraz kontaminasyonu deneylerinde kullanılmıştır (Dawson ve diğ., 2007; Soares ve diğ., 2012; Miranda ve Schaffner, 2016).

TSA (Condalab, Madrid, Spain) 40 g

Distile su

1000 ml

Hazırlanan besiyeri otoklavda 121°C, 1.2 atm, 15 dk steril edilmiştir. Steril edilen besiyeri 45-50 °C' e kadar soğutulmuş, steril %1'lik Nalidiksik asit çözeltisi litrede 100 mg olacak şekilde besiyerine ilave edilmiş, iyice karıştırıldıktan sonra Petri kutularına dökülmüştür. Sterilite kontrolü için 30 °C'de bir gece bekletilmiştir.

3.5.4. Nalidiksik Asit

Nalidiksik asit (Sigma Aldrich, USA)

1 g

Distile su

100 ml

1g Nalidiksik asitin 1 N NaOH ile çözünmesi sağlanıp, distile su ile 100 ml'e tamamlanmış ve 0.22 µm por çaplı enjektör ucu filtre ile steril edilmiştir. Hazırlanan %1'lik Nalidiksik asit çözeltisi -20°C'de saklanmıştır (Zhao ve diğ., 1998; Iordache ve Tofan, 2008; Soares ve diğ., 2012).

3.5.5. %0.1'lik Peptonlu Su

Salmonella bakterilerinin kesme tablalarında yaşaması ve gıdalara çapraz kontaminasyonu deneylerinde bakteri inokulumu hazırlanması için kullanılmıştır (Dawson ve diğ., 2007; Jimenez ve diğ., 2009).

Bakteriyolojik pepton (Oxoid, United Kingdom)

1.0 g

Distile su

1000 ml

Hazırlanan çözelti tüplere dağıtılıp, otoklavda 121°C, 1.2 atm, 15 dk steril edilmiştir

3.5.6. %0.85'lik Fizyolojik Tuzlu Su (FTS)

NaCl (Sigma Aldrich, USA)

8.5 g

Distile su

1000 ml

Hazırlanan çözelti tüplere dağıtılıp, otoklavda 121°C, 1.2 atm, 15 dk steril edilmiştir.

3.5.7. Oksidaz Testi Ayıracı

N,N,N',N'-Tetrametil-p-fenilendiamin dihidroklorid	0.1 g
Distile su	10 ml

0.1 g Tetramethyl-p-phenylenediamine dihydrochloride 10 ml distile suya eklenerek çözünmesi sağlanmıştır. Hazırlanan ayıraç, ışık görmeyen bir yerde saklanarak aynı gün içerisinde kullanılmıştır (Kovacs, 1956).

3.5.8. Katalaz Testi Ayıracı

Katalaz aktivitesini tespit etmek için %3'lük hidrojen peroksit (Dermosept, Türkiye) kullanılmıştır

3.5.9. Gram Boyama Ayıraçları

Kristal Viyole

1. Çözelti

Kristal viyole	2.0 g
%96'luk Etil alkol	20.0 ml

2. Çözelti

Amonyum oksalat	0.8 g
Distile su	80.0 g

1. ve 2. çözelti karıştırıldıktan sonra 24 saat bekletilip filtre kâğıdından süzölmüştür.

Gram İyot Çözeltisi (Lugol)

İyot	1.0 g
Potasyum iyodür	2.0 g
Distile su	300 ml

Potasyum iyodür ve iyot 20 ml distile su ile iyice çözündürüldükten sonra 280 ml su ilave edilmiş, filtre kâğıdından süzölmüştür.

Sulu Fuksin Çözeltisi

Bazik fuksin	10 ml
Distile su	100 ml

Fuksin distile suya eklenip, çözöndüröldükten sonra filtre kâğıdından süzölmüştür.

%96'lık Etil Alkol

Saf etil alkol	96.0 ml
Distile su	4.0 ml

Distile suyun üzerine etil alkol eklenip iyice karıştırlılmıştır.

3.5.10. 0.5 M EDTA

EDTA	18.1 g
Distile su	100 ml

18.1g EDTA steril bir beherde 70 ml su ile çözöndürölerek 1 N HCl ile pH 8'e ayarlanmış ve distile su ile hacim 100 ml'e tamamlanmıştır. Hazırlanan çözelti 0.22 µm por çaplı enjektör ucu filtre ile steril edilerek Schott şişe içinde +4 °C'de saklanmıştır.

3.5.11. 10 X TBE

Trisma Base	108.0 g
Borik asit	9.3 g
EDTA	5.84 g
Distile su	1000 ml

pH: 8.3

Hazırlanan çözelti otoklavda 121°C’de 15 dakika steril edilmiştir. Soğuduktan sonra +4°C’de saklanmıştır.

3.5.12. 1 x TBE

100 ml 10x TBE solüsyonu içerisinde 900 ml distile su bulunan steril Schott şişe içerisine ilave edilerek iyice karıştırılmış, kullanılıncaya kadar +4°C’de saklanmıştır.

3.5.13. % 0.8’lik Agaroz jel

Salmonella bakterilerine ait DNA’ların elektroforezde görüntülenmesi için kullanılmıştır. 0.8 g agaroz üzerine 10 ml 10 x TBE eklenip, 90 ml distile su ile hacim 100 ml’e tamamlanmıştır. Hafifçe çalkalanıp mikrodalga fırına koyulmuştur. Kaynama noktasına ulaşmamasına dikkat edilerek mikrodalga fırında çözünmesi sağlanmıştır. Ilınınca 1 µl GelRed eklenmiş, iyice çalkalanarak tüm çözeltiye dağılması sağlanmış ve kopürtmeden jel kalıbına kalıba dökülmüştür.

3.5.14. % 1.2’lik Agaroz jel

PZR ürünlerinin elektroforez görüntülemesinde kullanılmıştır.

1.2 g agaroz üzerine 10 ml 10 x TBE eklenip, 90 ml distile su ile hacim 100 ml’e tamamlanmıştır. Hafifçe çalkalanıp mikrodalga fırına koyulmuştur. Kaynama noktasına ulaşmamasına dikkat edilerek mikrodalga fırında çözünmesi sağlanmıştır. Ilınınca 1 µl GelRed eklenmiş, iyice çalkalanarak tüm çözeltiye dağılması sağlanmış ve kopürtmeden jel kalıbına kalıba dökülmüştür.

3.5.15. Primerlerin hazırlanması

Üretici firmanın talimatları doğrultusunda kullanılan forward ve reverse primerler için 100 µM stok çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan stok çözeltilerden 20 µl alınıp üzerine 80 µl steril ultra saf su eklenerek, 1.5 ml’lik mikro santrifüj tüplerinde -20°C’de saklanmıştır.

4. BULGULAR

4.1. *SALMONELLA* BAKTERİLERİNİN MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

4.1.1. DNA Eldesi

Çalışmada, standart bakteri *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028 ve daha önceki çalışmalarda kıyma (Özer ve Kimiran-Erdem, 2013) (ZD-1, ZD-2, ZD-3, ZD-4, ZD-5, ZD-6, ZD-7, ZD-8, ZD-10, ZD-11, ZD-12, ZD-13, ZD-14, ZD-15, ZD-16, ZD-17, ZD-18, ZD-19) ve deniz suyu örneklerinden izole edilen (Gürün ve Kimiran-Erdem, 2013) (ZS-19, ZS-2, ZS-3, ZS-4, ZS-6, ZS-8, ZS-9, ZS-10, ZS-11, ZS-12, ZS-13, ZS-14, ZS-15 ZS-16) bakterileri herhangi bir kontaminasyon olup olmadığı açısından incelenmiştir. İnceleme sonucu Gram negatif, oksidaz negatif ve katalaz pozitif olarak doğrulanan *Salmonella* bakterilerinden (ZD-1, ZD-2, ZD-6, ZD-7, ZD-8, ZD-11, ZD-12, ZD-16, ZD-17, ZD-19, ZS-4, ZS-8, ZS-9, ZS-12, ZS-13, *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028) genomik DNA izolasyonu yapılmış ve örnekler jel elektroforezde yürütülerek görüntülenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: *Salmonella* bakterilerine ait genomik DNA'ların jel elektroforez görüntüsü. A; 100 bp DNA Ladder, B: ZD-1, C: ZD-2, D: ZD-6, E: ZD-7, F: ZD-8, G: ZD-11, H: ZD-12, I: ZD-16, K: ZD-17, L: ZD-19, M: ZS-4, N: ZS-8, O: ZS-9, P: ZS-12, Q: ZS-13, R: *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

4.1.2. *Salmonella* Bakterilerinin Moleküler Karakterizasyonu

DNA'ları izole edilen *Salmonella* bakterilerinin 1500 bp uzunluğundaki 16S rRNA gen bölgesine ait 27F ve 1492R primerleri kullanılarak PZR yöntemi uygulanmıştır. PZR sonucu

elde edilen ürünler UV görüntüleme sistemi ile (Wisedoc, Güney Kore) görüntülenmiş ve elde edilen PZR ürünlerin bant uzunlukları 1500 bp olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: *Salmonella* bakterilerinin 16S rRNA bölgesine ait jel elektroforez görüntüsü A: 1500 bp DNA Ladder, B: ZD-1, C: ZD-2, D: ZD-6, E: ZD-7, F: ZD-8, G: ZD-11, H: ZD-12, I: ZD-16, J: ZD-17, K: ZD-19, L: ZS-4, M: ZS-8, N: ZS-9, O: ZS-12, P: ZS-13, Q: *Salmonella enterica* serovar Typhimurium ATCC 14028.

Jel elektroforezinde bant görülen 16 bakteriye ait PZR ürünü örneklerin DNA sekans analizi BM laboratuvar sistemleri (Ankara, Türkiye) firması tarafından yapılmıştır. Sekans dizilimi, Ulusal Biyoteknoloji Bilgi Merkezİ (NCBI) BLAST programı kullanılarak GenBank'a kaydedilmiş diziler ile karşılaştırılmıştır.

Dizileme sonucu, ON667725 erişim numarası verilen ZS8 kodlu suşun *Salmonella enterica* Typhimurium st. ile %97.57, ON661799 ve ON661798 erişim numaraları verilen ZS13 ve ZS4 kodlu suşların *Salmonella* ent. Ser. Typhimurium ve *Salmonella* ent. sub.Typhimurium ile %96.68 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4.1).

ON661794 erişim numarası verilen ZS12 kodlu suşun %96.07 oranında *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar ile, ON661797 erişim numarası verilen ZD7 kodlu suşun %96.70 oranında *Salmonella enterica* subsp. ile, ON661795 erişim numarası verilen ZD8 kodlu suşun %96.66 oranında *Salmonella enterica* serovar Paratyphi ile, ON667750 erişim numarası verilen ZD1 kodlu suşun %91.37, ON661792 erişim numarası verilen ZD2 kodlu suşun %89.42, ON667726 erişim numarası verilen ZD17 kodlu suşun %85.83 ve ON661796 erişim numarası verilen ZD19 kodlu suşun %86.46 oranında *Salmonella* sp. strain ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: *Salmonella* bakterilerinin NCBI’da benzerlik oranları ve GenBank erişim numaraları.

Bakteri kodu	Benzerlik oranı	Tanımlanan tür	GenBank erişim no:
ZS8	%97.57	<i>Salmonella enterica</i> Typhimurium st.	ON667725
ZS13	%96.68	<i>Salmonella ent.</i> Ser. Typhimurium	ON661799
ZS4	%96.68	<i>Salmonella ent.</i> sub.Typhimurium	ON661798
ZS12	%96.07	<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> serovar	ON661794
ZD7	% 96.70	<i>Salmonella enterica</i> subs.	ON661797
ZD8	%96.66	<i>Salmonella ent.</i> serovar Paratyphi	ON661795
ZD1	%91.37	<i>Salmonella</i> sp. strain	ON667750
ZD2	%89.42	<i>Salmonella</i> sp. strain	ON661792
ZD17	%85.83	<i>Salmonella</i> sp. strain	ON667726
ZD19	%86.46	<i>Salmonella</i> sp. strain	ON661796

Çalışmada kullanılan *Salmonella* suşlarından GenBank’ın kayıtlı dizileri ile eşleşen ZD1, ZD2, ZD7, ZD8, ZD17, ZD19, ZS4, ZS8, ZS12, ZS13 kodlu 10 suşa ait genomik DNA dizisi GenBank’a kayıt edilmiştir (Tablo 4.1).

4.2. SALMONELLA BAKTERİLERİNİN KESME TABLALARINDA YAŞAMASI VE GIDALARA ÇAPRAZ KONTAMİNASYONU

Çalışmanın ana konusu olan, “kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması ve gıdalara çapraz kontaminasyonu” çalışmasında nalidiksik asite dirençli bakteriler kullanılacağı için, GenBank veritabanına *Salmonella* olarak kaydedilen ZD1, ZD2, ZD7, ZD8, ZD17, ZD19, ZS4, ZS8, ZS12, ZS13 kodlu bakterilerin nalidiksik asit içeren TSA besiyerine ekimleri yapılarak, 37 °C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda nalidiksik asit içeren TSA besiyerinde standart bakteri *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (ATCC 14028; American Type Culture Collection, Rockville, MD) ve kıyma örneklerinden izole edilen ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19 kodlu bakterilerin ürediği, yani nalidiksik aside dirençli oldukları tespit edilmiştir.

Salmonella bakterilerinin kesme tablalarında yaşaması ve gıdalara çapraz kontaminasyonu çalışmasında nalidiksik aside dirençli oldukları tespit edilen bu bakteriler kullanılmıştır.

4.2.1. *Salmonella* Bakterilerinin Kesme Tablalarında Yaşamaları

Nalidiksik asite dirençli olduğu tespit edilen bakteriler tahta, polietilen ve cam kesme tablaları yüzeyine inoküle edildikten sonra 0, 1, 2 ve 4 saat bekletilmişlerdir. Bu süreler sonunda kesme tablası örneklerindeki *Salmonella* bakterilerinin sayıları hesaplanmıştır.

4.2.1.1. *Salmonella* Bakterilerinin Polietilen Kesme Tablalarında Yaşamaları

Salmonella bakterilerinin polietilen kesme tablalarında yaşamaları incelendiğinde, incelenen beş bakteriden üçünün (ZD-1, ZD-2 ve standart bakteri *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028) zamana bağlı olarak sayılarının giderek azaldığı tespit edilmiştir. İki bakterinin (ZD-17 ve ZD-19) 2. saate kadar sayılarının azaldığı ancak 4. saatte küçük bir artış gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.2).

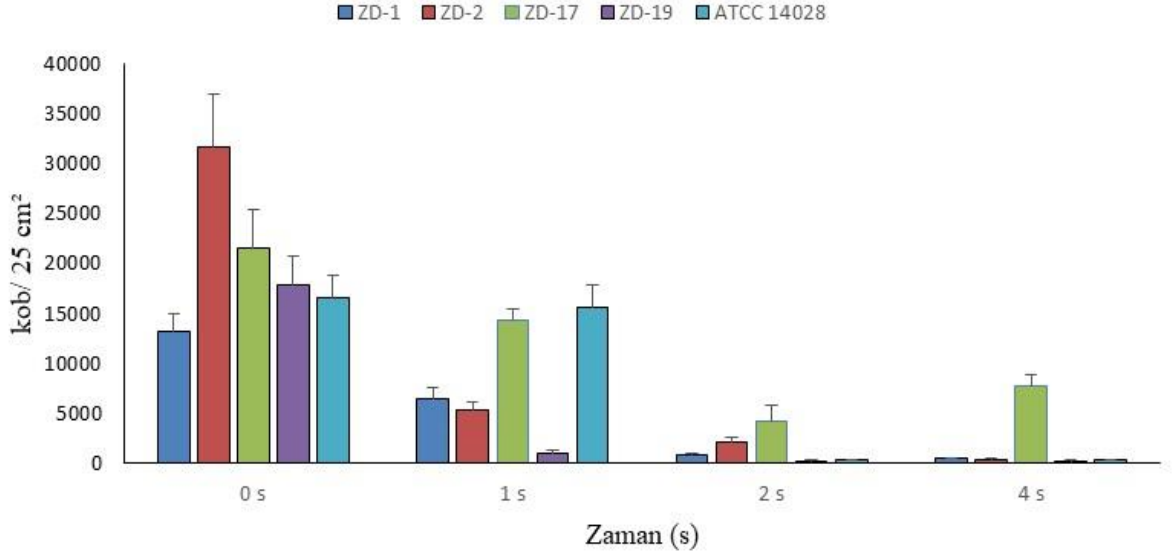
Polietilen kesme tablasına inoküle edilen başlangıçtaki bakteri sayısı ile kıyaslandığında, 0. saatte bakteri sayısındaki en yüksek azalmanın ZD-19 ve standart bakteri *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakterilerinde, en az azalmanın ise ZD-2 bakterisinde olduğu görülmüştür. Başlangıçtaki bakteri sayısı ile kıyaslandığında, 4. saatte en yüksek azalmanın ZD-19 en az azalmanın ise ZD-17 bakterisinde olduğu görülmüştür (Tablo 4.2, Şekil 4.3).

0 ve 4. saatler arası polietilen kesme tablası yüzeyindeki *Salmonella* bakteri sayıları karşılaştırıldığında, polietilen yüzeylerdeki saatler arası bakteri sayısı artış ve azalışların suştan suşa farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.3).

Tablo 4.2: Polietilen kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşamaları (log kob/25 cm²).

Bakteri kodu	Bakteri sayısı (log kob/ 25 cm ²)			
	0 s	1 s	2 s	4 s
ZD-1	4.32±0.43	3.81±0.08	2.91±0.12	2.77±0.01
ZD-2	4.49±0.08	3.73±0.06	3.30±0.11	2.62±0.10
ZD-17	4.33±0.08	4.16±0.03	3.59±0.18	3.88±0.07
ZD-19	4.25±0.07	3.02±0.08	2.20±0.26	2.36±0.12
ATCC 14028	4.22±0.06	4.19±0.06	2.51±0.08	2.47±0.01

kob: Koloni oluşturan birim, s: Saat, ±: Standart hata



Şekil 4.3: Polietilen kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması (kob/25 cm²).

4.2.1.2. *Salmonella* Bakterilerinin Cam Kesme Tablalarında Yaşaması

Salmonella bakterilerinin cam kesme tablalarında yaşaması incelendiğinde, incelenen beş bakterinin de zamana bağlı olarak sayılarının giderek azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

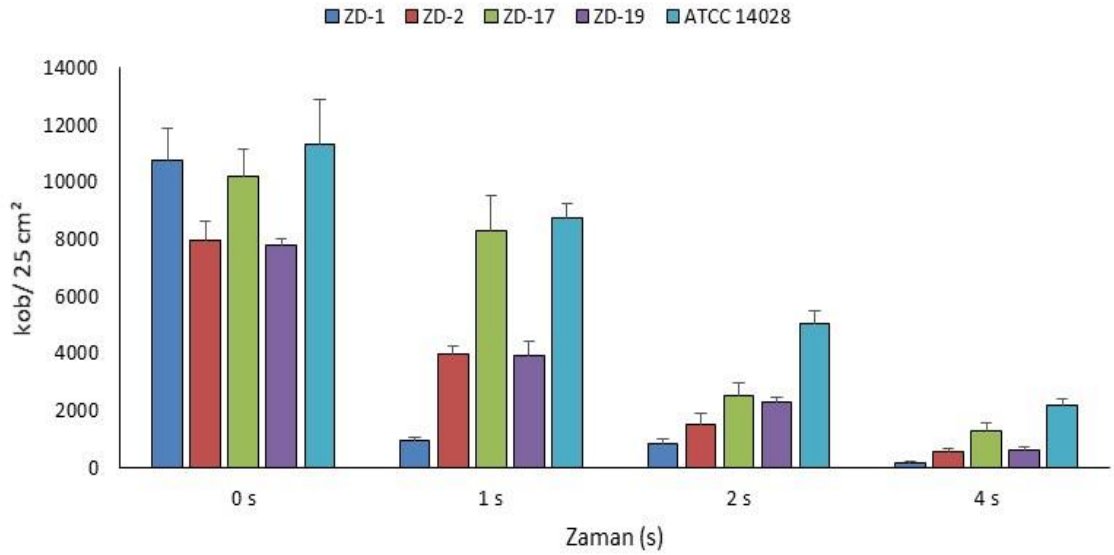
Cam kesme tablasına inoküle edilen başlangıçtaki bakteri sayısı ile kıyaslandığında, 0. saatte incelenen beş bakterinin çok yakın oranda azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Cam kesme tablasına inoküle edilen başlangıçtaki bakteri sayısı ile kıyaslandığında, 4. saatte bakteri sayısındaki en yüksek azalmanın ise ZD-1, en az azalmanın standart bakteri *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 ve ZD-17 bakterilerinde olduğu görülmüştür.

0 ve 4. saatler arası cam kesme tablası yüzeyindeki *Salmonella* bakteri sayıları karşılaştırıldığında, cam yüzeylerdeki saatler arası bakteri sayısı artış ve azalışların suştan suşa farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.3, Şekil 4.4).

Tablo 4.3: Cam kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması (log kob/25 cm²).

Bakteri kodu	Bakteri sayısı (log kob/ 25 cm ²)			
	0 s	1 s	2 s	4 s
ZD-1	4.03±0.05	2.97±0.05	2.92±0.08	2.14±0.16
ZD-2	3.90±0.04	3.60±0.03	3.17±0.10	2.76±0.07
ZD-17	4.01±0.04	3.92±0.06	3.39±0.09	3.11±0.09
ZD-19	3.89±0.01	3.59±0.06	3.36±0.03	2.77±0.08
ATCC 14028	4.05±0.06	3.94±0.03	3.70±0.04	3.34±0.05

kob: Koloni oluşturan birim, s: Saat, ±: Standart hata

**Şekil 4.4:** Cam kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması (kob/25 cm²).

4.2.1.3. *Salmonella* Bakterilerinin Tahta Kesme Tablalarında Yaşamaları

Salmonella bakterilerinin tahta kesme tablalarında yaşaması incelendiğinde, incelenen beş bakterinin de zamana bağlı olarak sayılarının giderek azaldığı tespit edilmiş, ancak 4. saatte polietilen ve cam kesme tablalarının aksine tahta kesme tablası yüzeyinden bakteri elde edilememiştir (Tablo 4.4).

Tahta kesme tablasına inoküle edilen başlangıçtaki bakteri sayısı ile kıyaslandığında, 0. saatte bakteri sayısındaki en yüksek azalmanın ZD-2, en az azalmanın ise ZD-17 bakterilerinde

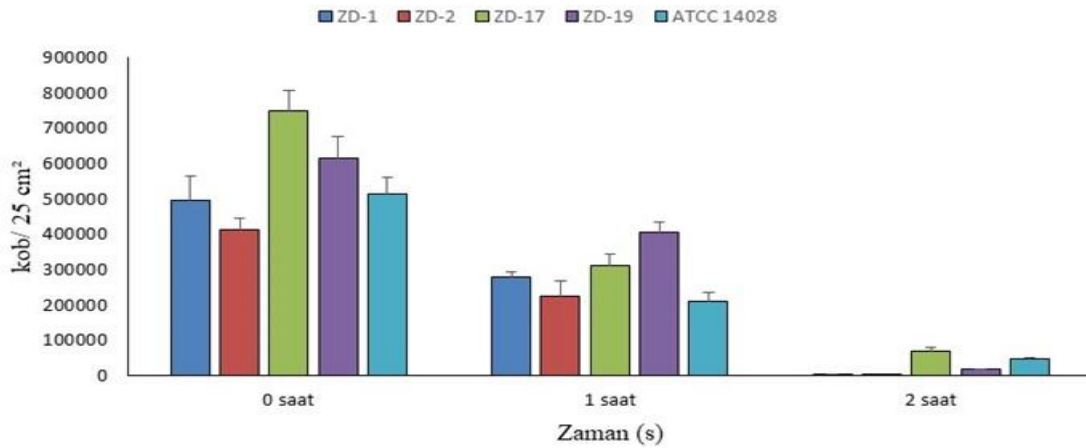
olduğu görülmüştür (Tablo 4.4, Şekil 4.5). Tahta kesme tablasına inoküle edilen başlangıçtaki bakteri sayısı ile kıyaslandığında, 2. saatte bakteri sayısındaki en yüksek azalmanın ZD-2, en az azalmanın ise ZD-1 bakterilerinde olduğu görülmüştür (Tablo 4.4, Şekil 4.5).

0 ve 4. saatler arası tahta kesme tablası yüzeyindeki *Salmonella* bakteri sayıları karşılaştırıldığında, tahta yüzeylerdeki saatler arası bakteri sayısı artış ve azalışların suştan suşa farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.4, Şekil 4.5).

Tablo 4.4: Tahta kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması (log kob/25 cm²)

Bakteri kodu	Bakteri sayısı (log kob/ 25 cm ²)			
	0 s	1 s	2 s	4 s
ZD-1	5.73±0.05	5.76±0.21	5.72±0.12	0
ZD-2	5.62±0.03	5.35±0.09	3.15±0.21	0
ZD-17	5.87±0.03	5.49±0.05	4.84±0.06	0
ZD-19	5.79±0.04	5.61±0.03	4.24±0.02	0
ATCC 14028	5.71±0.04	5.32±0.05	4.68±0.02	0

kob: Koloni oluşturan birim, s: Saat, ±: Standart hata



Şekil 4.5: Tahta kesme tablalarında *Salmonella* bakterilerinin yaşaması (kob/25 cm²).

4.2.2. *Salmonella* Bakterilerinin Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyonu

Çalışmada, kesme tablalarına bakteri inokülasyonu yapıldıktan 0,1, 2 ve 4 saat bekleme süreleri sonunda, salam örnekleri bakteri inokülasyonu yapılan kesme tablalarına bırakılarak 5, 30 ve 300 sn beklenmiştir. Farklı temas süreleri sonunda, kesme tablaları ve kesme tablaları ile temas eden salam örneklerindeki *Salmonella* bakterilerinin sayıları ve kesme tablalarından salama transfer oranları (%) hesaplanmıştır.

4.2.2.1. *Polietilen Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyon*

Polietilen kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayıları incelendiğinde, genellikle incelenen bütün bakterilerde 0, 1, 2 ve 4. saatlerde, yüzeye temas süresi dikkate alındığında, salam örneklerinde 30 sn temas süresindeki bakteri sayısının 5 sn temas süresine göre artmış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.5, Şekil 4.6). Polietilen kesme tablalarında *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakterisinin 0, 1, 2. ve 4. saatlerde, ZD-19 bakterisinin 0, 1 ve 4. saatlerde, ZD-17 bakterisinin 4. saatte, ZD-2 bakterisinin 0. ve 1. saatlerde, ZD-1 bakterisinin 2. saatte temas süresi arttıkça azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5, Şekil 4.6).

0. saat sonuçları incelendiğinde salam örneklerindeki bakteri sayısının (ZD-1, ZD-17, ZD-19 ve standart *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028) temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. ZD-2 bakteri sayısının ilk 30 sn de azalıp 300 sn’de arttığı, buna karşın standart *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının ilk 30 sn de arttığı ancak 300 sn deki bakteri sayısının 30 sn değerlerine hemen hemen yakın olduğu tespit edilmiştir. 0. saatte polietilen kesme tablalarında ZD-17 bakterisi hariç tüm bakterilerin sayısının 30 sn’de azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5, Şekil 4.6).

1. saatte salam örneklerindeki ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının 30 sn temas süresinde 5 sn temas süresine göre daha yüksek olduğu, 300 sn’de bakteri sayısının azaldığı, bu bakterilerden sadece ZD-1 ve ZD-19 bakteri sayısının 5 sn temas süresindekinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 1. saat polietilen kesme tablası örneklerinde ZD-2 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısında azalma, ZD-1, ZD-17 ve ZD-19 bakteri sayısında artma görülmüştür (Tablo 4.5, Şekil 4.6).

2. saatte salam örneklerindeki ZD-1, ZD-2 ve ZD-19 bakteri sayılarının salam örneklerinin yüzey temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. ZD-17 ve *Salmonella*

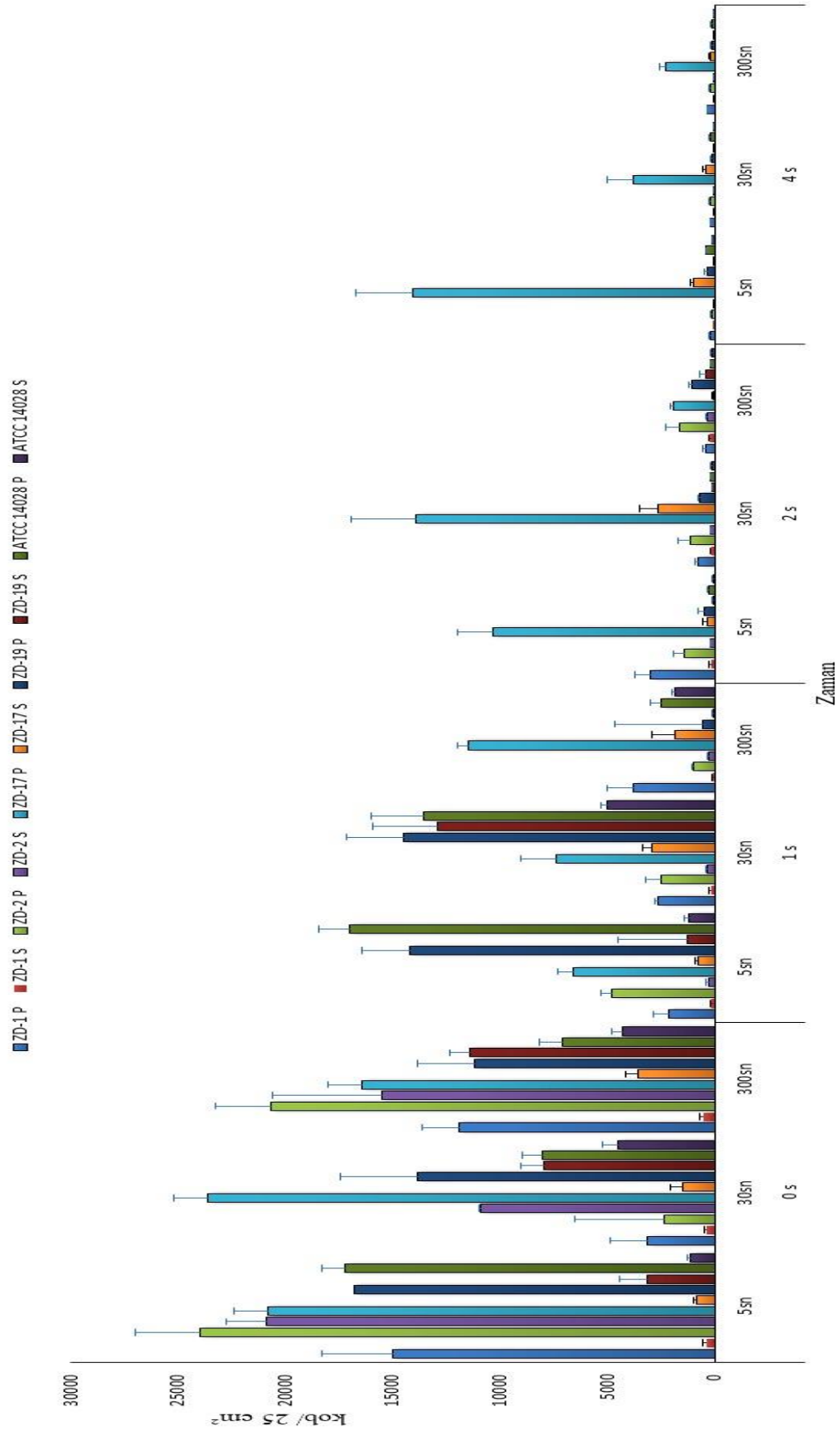
Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının ilk 30 sn temas süresinde arttığı, 300 sn temas süresinde bakteri sayısının azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5, Şekil 4.6). 2. saat polietilen kesme tablası örneklerinde ZD-1, ZD-2 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısında azalma, ZD-17 ve ZD-19 bakteri sayısında artma olduğu saptanmıştır (Tablo 4.5, Şekil 4.6).

4. saatte salam örneklerindeki ZD-1 ve ZD-2 bakteri sayılarının salam örneklerinin yüzey temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, ZD-17 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının ise tersine azaldığı tespit edilmiştir. 4. saat polietilen kesme tablası örneklerinde ZD-1 ve ZD-2 bakteri sayılarında artma, ZD-17, ZD-19 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayılarında ise azalma olduğu saptanmıştır (Tablo 4.5, Şekil 4.6).

Tablo 4.5: Polietilen kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayısı (log kob/25 cm²).

Bakteri kodu	Bekleme süresi (s)	Yüzey ----- Gıda	Bakteri sayısı (log kob/ 25 cm ²)		
			Temas süresi (sn)		
			5	30	300
ZD-1	0	P	4.17±0.09	3.44 ±0.25	4.07±0.06
		S	2.59±0.21	2.61±0.12	2.74±0.11
	1	P	3.31±0.16	3.42±0.12	3.56±0.16
		S	2.10±0.21	2.28±0.25	1.95±0.07
	2	P	3.47±0.11	2.86±0.09	2.64±0.10
		S	2.11±0.25	2.30±0	2.39±0.12
	4	P	2.31±0.17	2.32±0.03	2.52±0.07
		S	1±0	1.78±0	1.95±0.05
ZD-2	0	P	4.38±0.06	4.36±0.08	4.31±0.05
		S	4.32±0.04	4.04±0	4.17±0.13
	1	P	3.68±0.04	3.39±0.12	2.99±0.04
		S	2.45±0.16	2.50±0.17	2.47±0.06
	2	P	3.12±0.17	3.01±0.26	3.19±0.17
		S	2.22±0.18	2.24±0.09	2.49±0.16
	4	P	2.15±0.19	2.37±0.13	2.34±0.08
		S	1.36±0.10	1.63±0.03	1.90±0.05
ZD-17	0	P	4.32±0.03	4.37±0.03	4.21±0.04
		S	2.91±0.07	3.14±0.17	3.55±0.07
	1	P	3.81±0.05	3.86±0.10	4.06±0.02
		S	2.88±0.09	3.46±0.08	3.21±0.27
	2	P	4.01±0.07	4.14±0.09	3.28±0.04
		S	2.47±0.23	3.40±0.16	1.97±0.04
	4	P	4.14±0.09	3.57±0.13	3.35±0.06
		S	2.98±0.07	2.65±0.08	2.28±0.17
ZD-19	0	P	4.22±0.10	4.13±0.09	4.04±0.09
		S	3.45±0.25	3.90±0.06	4.06±0.04
	1	P	4.15±0.09	4.15±0.11	2.69±0.24
		S	4.08±0.11	4.10±0.11	1.85±0.38
	2	P	2.70±0.05	2.86±0.08	3.03±0.07
		S	1.87±0.15	2.03±0.04	2.58±0.31
	4	P	2.54±0.07	2.13±0.16	2.15±0.17
		S	1.27±0.20	1.15±0.17	1.19±0.24
ATCC 14028	0	P	4.24±0.03	3.90±0.05	3.85±0.06
		S	3.06±0.06	3.65±0.06	3.64±0.05
	1	P	4.23±0.04	4.13±0.08	3.40±0.08
		S	3.09±0.08	3.69±0.03	3.26±0.04
	2	P	4.23±0.04	4.13±0.08	3.40±0.08
		S	3.09±0.08	3.69±0.03	3.26±0.04
	4	P	2.61±0.01	2.24±0.19	2.13±0.19
		S	2.04±0.07	1.77±0.07	1.52±0.07

P: Polietilen, S: Salam, kob: Koloni oluşturan birim, s: Saat, sn: Saniye ±: Standart hata.



Şekil 4.6: Polietilen kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayısı (kob/25 cm²).

Salmonella bakterilerinin polietilen kesme tablalarından salam örneğine transfer oranları incelendiğinde, genellikle incelenen bütün bakterilerde 0, 1, 2 ve 4. saatlerde temas süresi dikkate alındığında salam örneklerine 30 sn temas süresindeki transfer oranının 5 sn temas süresine göre artmış olduğu tespit edilmiştir. Sadece ZD-2 bakterisinde 0. saatte ve ZD-19 bakterisinde 1. ve 2. saatlerde 30 sn temas süresinde transfer oranının 5 sn temas süresine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.7).

Elde edilen sonuçlarda 0. saatte; polietilen kesme tablalarından salam örneğine bakteri transfer oranının en yüksek ZD-2 ve ZD-19 (% 45.56, % 15.79) bakterilerinde, en düşük ise ZD-1 bakterisinde (% 2.71) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.7).

Polietilen yüzeylerden salam örneklerine transferinde; ZD-1 bakterisinin 0. saat 300 sn temas süresinde transfer oranının (% 4.48), 30 saniye temas süresine (% 11.51) göre azaldığı ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden (% 2.71) yüksek olduğu, yine aynı bakterinin 1. saat 300 sn temas süresinde transfer oranının (% 2.32), 30 saniye temas süresine (% 7.35) göre azaldığı ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden (% 6.20) düşük olduğu tespit edilmiştir. ZD-1 bakterisinin 2. ve 4. saatlerde temas süresinin artmasına paralel olarak transfer oranının da arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.7).

ZD-2 bakterisi transfer oranının 1, 2 ve 4. saatlerde yüzey temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, 0. saat 30 sn temas süresinde transfer oranının (% 31.78), 5 sn temas süresine (% 45.56) göre azaldığı, 300 sn temas süresi sonunda bu transfer oranının arttığı (% 42.79) ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden (% 45.56) düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.7).

ZD-17 bakterisinin 1, 2, ve 4. saate 300 sn temas süresinde transfer oranlarının (% 14.09, %4.70, % 8.22), 30 saniye temas süresine (% 28.35, % 15.90, %10.55) göre azaldığı ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden (%10.54, %3.08, % 6.42) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

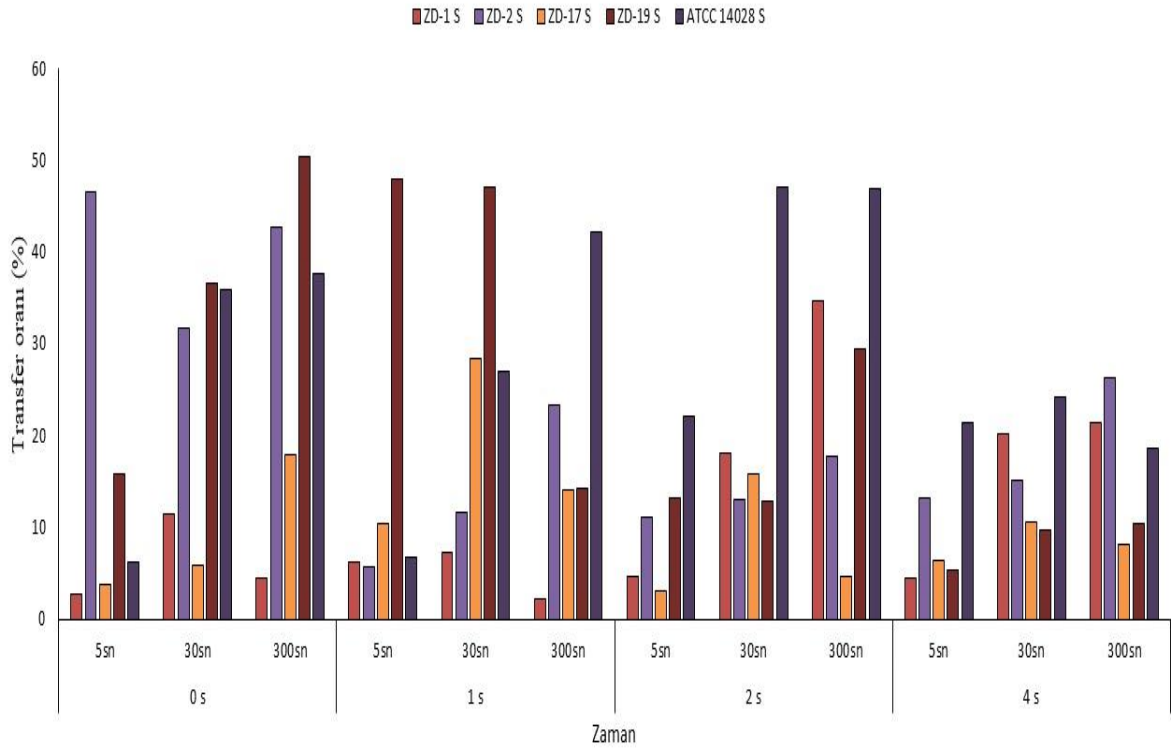
ZD-19 bakterisi transfer oranının 4. saatte yüzey temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, 1. saatte ise temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. 0. saatte, 30 sn temas süresinde (% 36.63) 5 sn temas süresine göre artma (% 15.79), 300 sn temas süresinde ise azalma (% 5.47) olduğu saptanmıştır. 2. saatte ise 30 sn temas süresinde (% 12.81) 5 sn temas süresine göre azalma (% 13.26), 300 sn temas süresinde ise artma (% 29.49) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.7).

İncelenen *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028) bakteri transfer oranının 0, 1 ve 2. saatlerde yüzey temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, 4. saat 300 sn temas süresinde transfer oranının (% 18.69), 30 saniye temas süresine (% 24.32) göre azaldığı ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden (% 21.42) düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.7).

Tablo 4.6: *Salmonella* bakterilerinin polietilen kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).

Bakteri kodu	Bekleme süresi (s)	Transfer oranı (%)		
		Temas süresi (sn)		
		5	30	300
ZD-1	0	2.71	11.51	4.48
	1	6.20	7.35	2.32
	2	4.68	20.18	34.65
	4	4.47	20.95	21.42
ZD-2	0	45.56	31.78	42.79
	1	5.73	11.69	23.40
	2	11.13	13.10	16.46
	4	13.20	15.15	26.37
ZD-17	0	3.79	5.86	17.96
	1	10.54	28.35	14.09
	2	3.08	15.90	4.70
	4	6.42	10.55	8.22
ZD-19	0	15.79	36.63	5.47
	1	48.01	47.14	14.35
	2	13.26	12.81	29.49
	4	5.40	9.67	10.44
ATCC 14028	0	6.29	36	37.73
	1	6.75	27.06	42.12
	2	22.22	47.05	46.89
	4	21.42	24.32	18.69

kob: Koloni oluşturan birim, oluşturan birim, s: Saat, sn: Saniye ±: Standart hata.



Şekil 4.7: *Salmonella* bakterilerinin polietilen kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).

4.2.2.2. Cam Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyon

Cam kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayıları incelendiğinde, genellikle incelenen bütün bakterilerde 0, 1, 2 ve 4. saatlerde temas süresi dikkate alındığında salam örneklerindeki 30 sn temas süresindeki bakteri sayısının 5 sn temas süresine göre artmış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8). Cam kesme tablalarında ZD-17 bakterisinin 0, 1, 2 ve 4., *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakterisinin 1, 2 ve 4., ZD-1 bakterisinin 0, 1 ve 2., ZD-2 bakterisinin 0, 2 ve 4., ZD-19 bakterisinin 0, 1 ve 4. saatlerde temas süresi arttıkça azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

0. saat sonuçları incelendiğinde salam örneklerindeki bakteri sayısının (ZD-2 ve ZD-19) ve temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, cam kesme tablalarında ise temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Salam örneklerinde ZD-1 bakteri sayısının ilk 30 sn temas süresinde artıp, 300 sn temas süresinde azaldığı tespit edilmiştir. *Salmonella* Typhimurium bakterisinin 0. saatte cam kesme tablaları ve salam örneklerinde 30 sn temas süresinde bir artma, 300 sn temas süresinde ise bir azalma olduğu görülmüştür. Cam kesme

tablaları ve salam örneklerindeki ZD-17 bakteri sayısı diğerlerinden farklı olarak temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

1. saatte salam örneklerinde ZD-1, ZD-2, ZD-19 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının 30 sn temas süresinde arttığı, 300 sn temas süresi sonunda azaldığı, bu bakterilerden ZD-2 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayılarının 5 sn temas süresindekinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. ZD-17 bakteri sayısının ise diğerlerinden farklı olarak temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

2. saatte salam örneklerindeki bakteri sayısının (ZD-2, ZD-17, ZD-19 ve standart *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028) temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, cam kesme tablalarında ise ZD-19 bakterisi hariç temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Cam kesme tablaları ve salam örneklerindeki ZD-1 bakteri sayısının temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

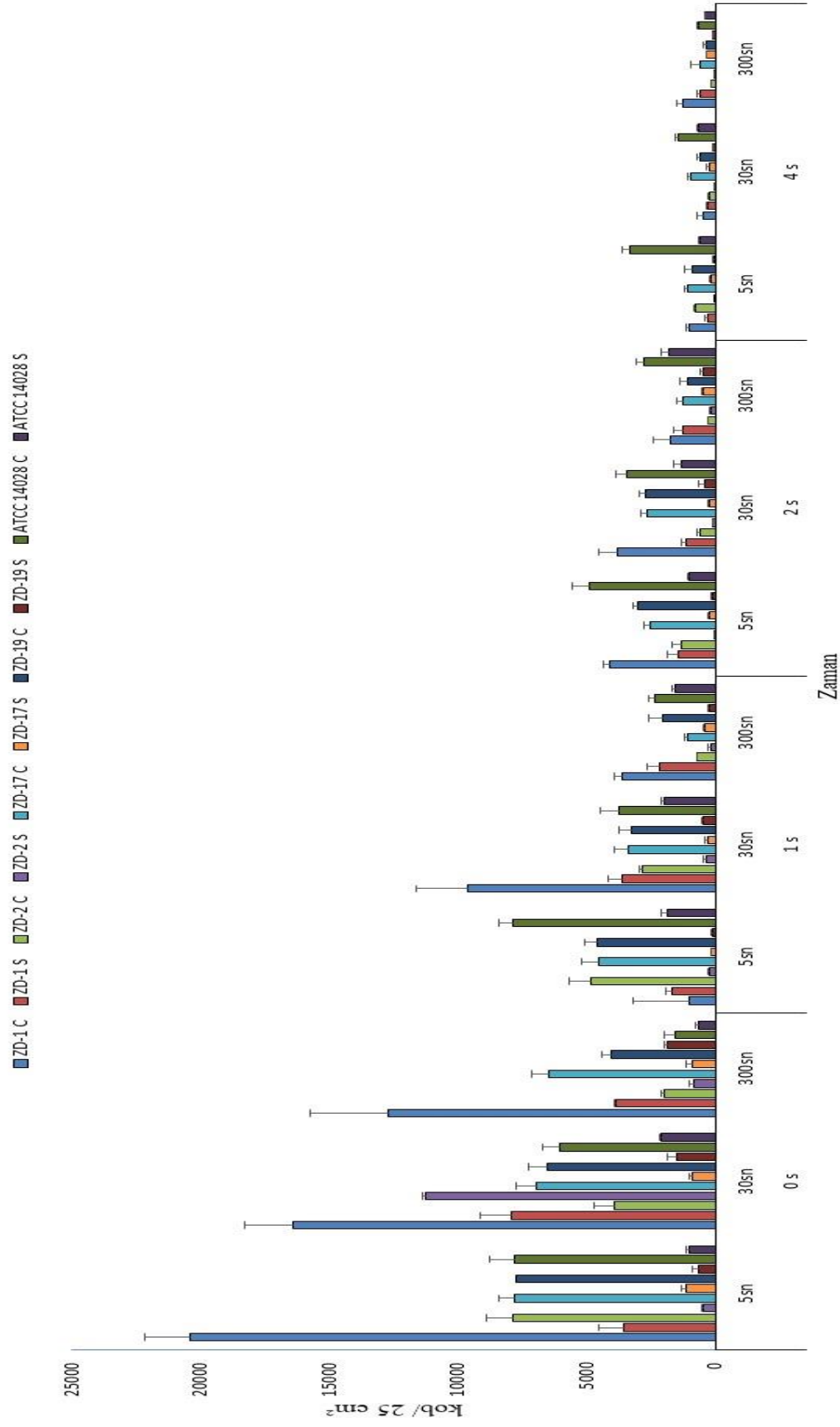
4. saatte salam örneklerindeki ZD-17 bakteri sayısının temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, cam kesme tablalarında ise temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Cam kesme tablalarında örneklerindeki ZD-2, ZD-19 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı, salam örneklerinde ise ZD-2, ZD-19 bakteri sayılarının 30 sn temas süresinde arttığı, 300 sn temas süresi sonunda azaldığı, *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının 5 ve 30 sn temas sürelerinin eşit olduğu, 300 sn temas süresinde azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

Genel olarak tüm saatler ve temas süreleri değerlendirildiğinde, 0, 1, 2 ve saat bekleme süreleri sonrasında, farklı temas sürelerinde salam örneklerinden elde edilen bakteri sayısının giderek azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar; bakteri türü, bakteri bekleme süresi ve yüzey temas süresinin cam kesme tablalarından salam örneklerine geçen bakteri sayısını etkilediğini göstermiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.8).

Tablo 4.7: Cam kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayısı (log kob/25 cm²).

Bakteri kodu	Bekleme süresi (s)	Yüzey ----- Gıda	Bakteri sayısı (log kob/ 25 cm ²)		
			Temas süresi (sn)		
			5	30	300
ZD-1	0	C	4.31±0.04	4.21 ±0.05	4.09±0.10
		S	3.54±0.12	3.89±0.07	3.59±0.01
	1	C	4±0.09	3.97±0.09	3.56±0.03
		S	3.23±0.06	3.56±0.06	3.33±0.09
	2	C	3.61±0.03	3.57±0.09	3.21±0.18
		S	3.14±0.13	3.05±0.08	3.09±0.12
	4	C	3.01±0.05	2.67±0.17	3.09±0.08
		S	2.44±0.15	2.5±0.05	2.79±0.06
ZD-2	0	C	3.75±0.40	3.59±0.09	3.49±0.46
		S	2.67±0.06	3.45±0.56	4.17±0.13
	1	C	3.43±0.53	3.45±0.02	2.84±0.02
		S	2.41±0.09	2.56±0.10	2.09±0.53
	2	C	3.11±0.11	2.78±0.06	2.43±0.07
		S	1.70±0	2±0	2.21±0.13
	4	C	2.64±0.49	2.38±0.09	2.17±0.05
		S	1.10±0.17	1.73±0.05	1.68±0.15
ZD-17	0	C	3.89±0.03	3.84±0.05	3.81±0.04
		S	3.05±0.08	2.97±0.06	2.93±0.12
	1	C	3.65±0.06	3.28±0.55	3.03±0.04
		S	2.30±0	2.46±0.15	2.66±0.05
	2	C	3.45±0.04	3.42±0.04	3.10±0.07
		S	2.32±0.15	2.39±0.09	2.68±0.07
	4	C	3.03±0.06	2.98±0.07	2.69±0.14
		S	2.28±0.06	2.37±0.23	2.53±0.06
ZD-19	0	C	3.89±0.04	3.71±0.03	3.60±0.05
		S	2.80±0.14	3.16±0.11	3.28±0.03
	1	C	3.66±0.05	3.51±0.08	3.31±0.04
		S	2.01±0.21	2.68±0.07	2.38±0.13
	2	C	3.15±0.82	3.43±0.06	3.20±0.10
		S	2.04±0.15	2.62±0.17	2.68±0.09
	4	C	2.94±0.08	2.75±0.10	2.52±0.04
		S	1.92±0.08	2±0.04	1.98±0.03
ATCC 14028	0	C	3.89±0.05	4.03±0.46	3.35±0.49
		S	3.02±0.05	3.32±0.02	2.83±0.07
	1	C	3.89±0.03	3.57±0.08	3.37±0.05
		S	3.27±0.05	3.30±0.02	3.19±0.04
	2	C	3.69±0.06	3.54±0.05	3.44±0.05
		S	3.01±0.04	3.12±0.09	3.25±0.07
	4	C	3.52±0.04	3.15±0.05	2.82±0.03
		S	2.81±0.04	2.81±0.04	2.60±0.02

kob: Koloni oluşturan birim, P: Cam, S: Salam, s: Saat, sn: Saniye ±: Standart hata.



Şekil 4.8: Cam kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayısı (kob/25 cm²).

Salmonella bakterilerinin cam kesme tablalarından salam örneğine transfer oranları incelendiğinde, genellikle incelenen bütün bakterilerde 0, 1, 2 ve 4. saatlerde temas süresi dikkate alındığında salam örneklerine 30 sn temas süresindeki transfer oranının 5 sn temas süresine göre artmış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.8, Şekil 4.9). Elde edilen sonuçlarda cam kesme tablalarından salam örneğine bakteri transfer oranının en yüksek ZD-1 ve *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028) bakterilerinde olduğu diğer bakterilerde transfer oranının zaman ve temas sürelerine göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4.8, Şekil 4.9).

Salmonella bakterilerinin cam kesme tablalarından salam örneklerine transfer oranları incelendiğinde, ZD-2 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakterilerinde 0, 1, 2 ve 4., ZD-17 bakterisinde 1, 2 ve 4., ZD-19 bakterisinde 0, 2 ve 4., ZD-1 bakterisinde 1. saatteki sayısının temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı görülmüştür (Tablo 4.8, Şekil 4.9).

İncelenen bakterilerden sadece ZD-1 bakterisinin 0. ve 4. saat 300 sn temas süresinde transfer oranının (% 23.24, % 32.94), 30 saniye temas süresine (% 32.59, % 39.06) göre azaldığı ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden (%15, %21.85) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı bakterinin transfer oranının 2. saat 30 sn temas süresinde azaldığı (%23.03), 300 sn temas süresinde oranın arttığı (% 42.37), bu oranın 5 sn temas süresinden (% 25.76) yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.8, Şekil 4.9).

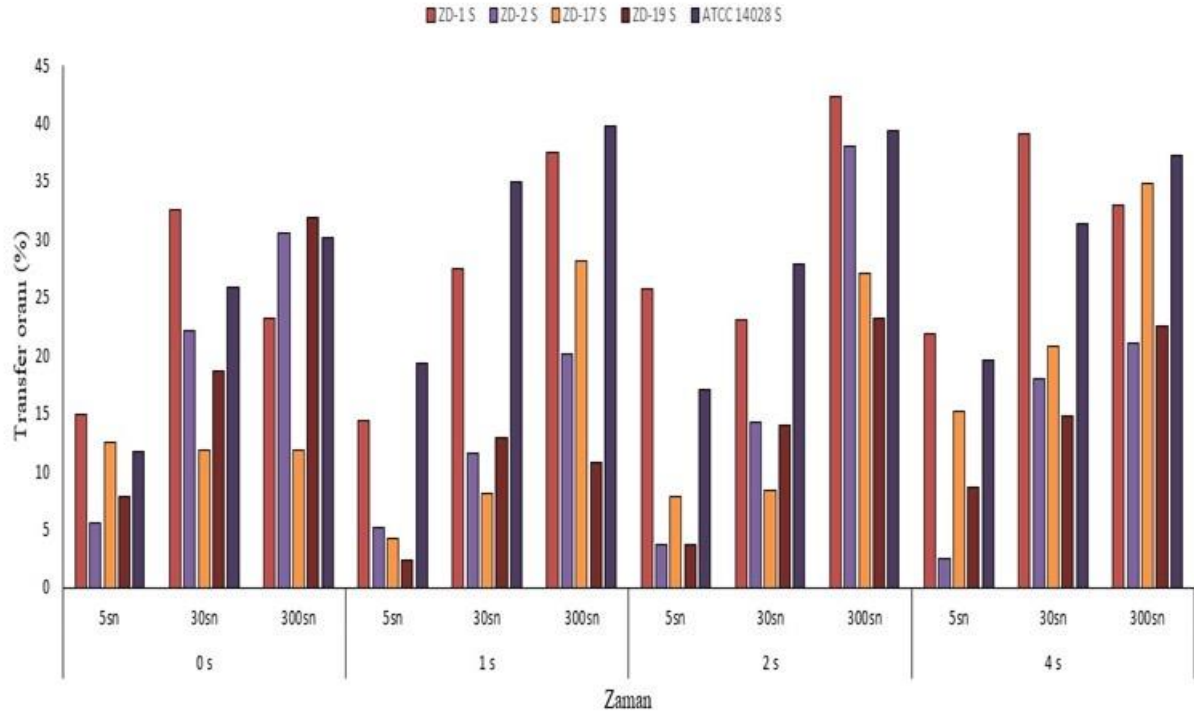
ZD-17 bakterisinin 0. saat 30 sn temas süresinde azaldığı (%11.86), 300 sn temas süresinde oranın arttığı (% 11.91), bu oranın 5 sn temas süresinden (% 12.56) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

ZD-19 bakterisinin ise 1. saat 30 sn temas süresinde arttığı (% 12.97), 300 sn temas süresinde oranın azaldığı (% 10.83), bu oranın 5 sn temas süresinden (% 2.38) yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.8, Şekil 4.9).

Tablo 4.8: *Salmonella* bakterilerinin cam kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).

Bakteri kodu	Bekleme süresi (s)	Temas süresi (%)		
		Temas süresi (sn)		
		5	30	300
ZD-1	0	15	32.59	23.24
	1	14.36	27.58	37.56
	2	25.76	23.03	42.37
	4	21.85	39.06	32.94
ZD-2	0	5.58	22.16	30.59
	1	5.13	11.61	20.22
	2	3.67	14.08	38.07
	4	2.51	18.02	21.05
ZD-17	0	12.56	11.86	11.91
	1	4.24	8.11	28.22
	2	7.83	8.46	27.14
	4	15.28	20.83	34.90
ZD-19	0	7.84	18.69	31.89
	1	2.38	12.97	10.83
	2	3.68	14.02	23.20
	4	8.69	14.86	22.54
ATCC 14028	0	11.79	25.90	30.16
	1	19.34	34.98	39.80
	2	17.26	27.94	39.34
	4	16.36	31.32	37.26

P: Cam, S: Salam, kob: Koloni oluşturan birim, s: Saat, sn: Saniye ±: Standart hata.

**Şekil 4.9:** *Salmonella* bakterilerinin cam kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).

4.2.2.3. Tahta Kesme Tablalarından Gıdalara Çapraz Kontaminasyon

Tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayıları incelendiğinde, genellikle incelenen bütün bakterilerde 0, 1, 2 ve 4. saatlerde salam örneklerindeki 30 sn temas süresindeki bakteri sayısının 5 sn temas süresine göre azalmış olduğu saptanmıştır. Tahta kesme tablası ve salam örneklerinde 4. saatte tüm temas sürelerinde hiçbir bakterinin, 2. saatte ise ZD-1 ve ZD-19 bakterilerinin üremediği görülmüştür. Tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki ZD-17, ZD-19 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının genellikle temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9, Şekil 4.10).

0. saatte tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki ZD-17 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının diğerlerinden farklı olarak temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Tahta kesme tablaları üzerindeki bakteri sayısının ZD-1 hariç temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı saptanmıştır. ZD-1 ve ZD-17 bakteri sayısının 0. saat 30 sn temas süresinde 5 sn' e göre daha düşük, 300 sn'de bakteri sayısının 30 sn' e göre daha yüksek, bu bakterilerden sadece ZD-1 bakteri sayısının 5 sn temas süresindekinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9, Şekil 4.10).

1. saatte salam örneklerinde ZD-1 ve bakteri sayısının temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, ZD-17, ZD-19 ve *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakterilerinin temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. ZD-1 ve ZD-2 bakterisinin 2. ve 4. saatlerde tüm temas sürelerinde kesme tablası ve salam örneklerinde bakteri tespit edilememiştir. ZD-2 salam örneklerinde bakteri sayısının 1. saat 30 sn temas süresinde 5 sn' e göre azaldığı, 300 sn'de bakteri sayısının 30 sn'e göre daha yüksek olduğu, bu oranın da 5 sn temas süresindekinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9, Şekil 4.10).

2. saatte tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 bakteri sayısının temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Tahta kesme tablasında ZD-2 ve ZD-17 bakteri sayılarının temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı, buna karşılık salam örneklerinde her iki bakterinin sayılarının 30 sn temas süresinde düşüp 300 sn temas süresinde arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9, Şekil 4.10).

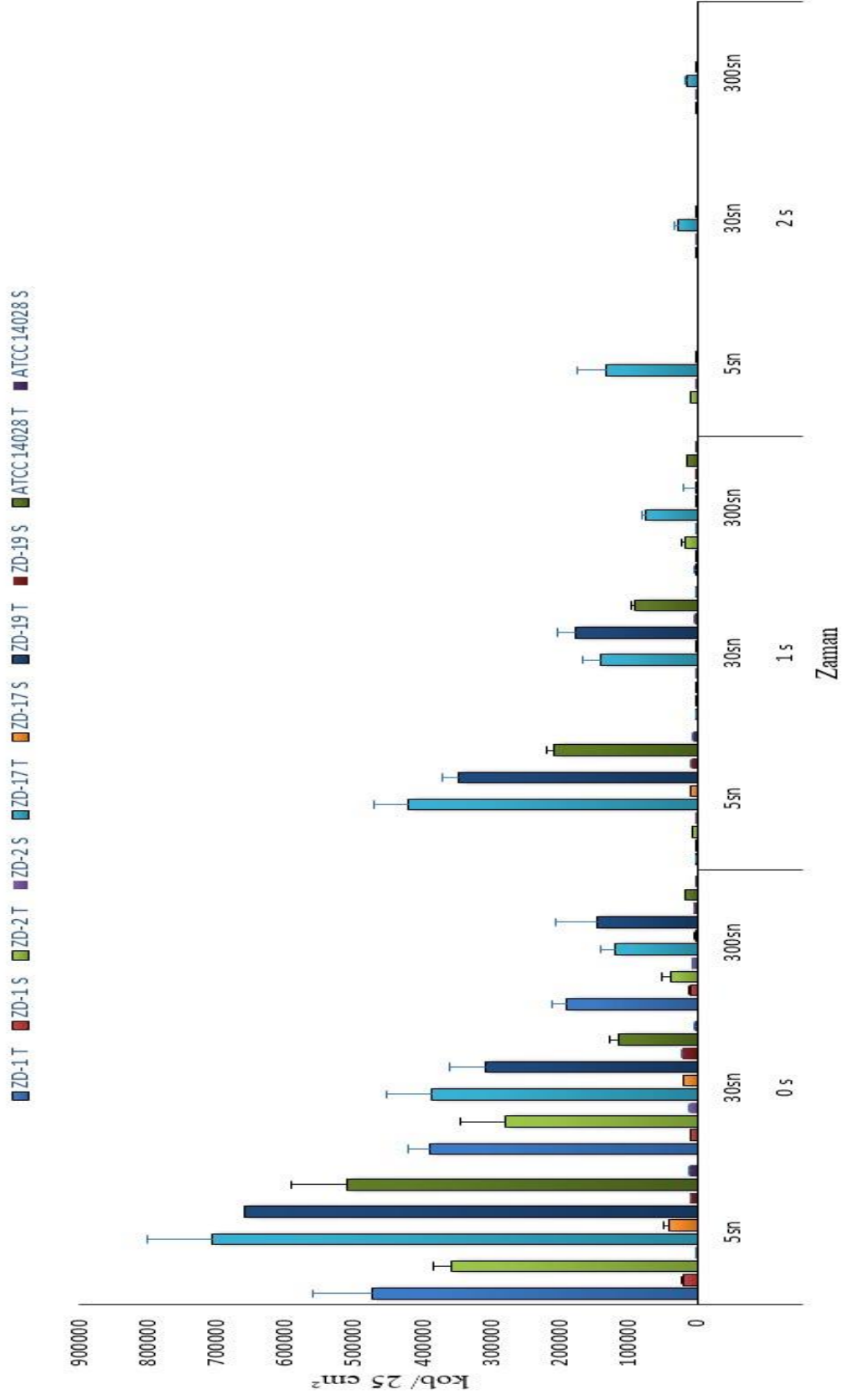
Salmonella bakterilerinin tahta kesme tablaları örneklerindeki bakteri sayıları incelendiğinde, bakterilerin bekleme süreleri arttıkça tahtadaki bakteri sayılarının da azaldığı, temas süresinin

artması ile birlikte salam örneğindeki bakteri sayılarına nazaran düşüş olduğu saptanmıştır (Tablo 4.9, Şekil 4.10).

Tablo 4.9: Tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayısı (log kob/25 cm²).

Bakteri kodu	Bekleme süresi (s)	Yüzey ----- Gıda	Bakteri sayısı (log kob/ 25 cm ²)		
			Temas süresi (sn)		
			5	30	300
ZD-1	0	T	5.31±0.46	5.18±0.50	5.24±0.08
		S	4.33±0.06	3.91±0.12	3.96±0.21
	1	T	3.16±0.14	3.37±0.22	3.52±0.04
		S	1.78±0	2.48±0	2.60±0
	2	T	0	0	0
		S	0	0	0
	4	T	0	0	0
		S	0	0	0
ZD-2	0	T	5.55±0.08	5.07±0.30	4.57±0.18
		S	3.30±0	4.03±0.05	3.89±0.02
	1	T	3.86±0.03	2.76±0.13	4.22±0.15
		S	2.04±0.07	1.78±0	3.14±0.09
	2	T	4.02±0.03	3.12±0.07	2.72±0.11
		S	1.81±0.05	1.48±0	1.90±0
	4	T	0	0	0
		S	0	0	0
ZD-17	0	T	5.85±0.06	5.58±0.08	5.19±0.30
		S	4.60±0.09	4.29±0.03	3.51±0.17
	1	T	5.62±0.05	5.14±0.08	4.87±0.03
		S	3.98±0.07	3.02±0.08	2.69±0.21
	2	T	5.22±0.11	4.45±0.07	4.15±0.08
		S	2.13±0.18	2.12±0.13	2.60±0.29
	4	T	0	0	0
		S	0	0	0
ZD-19	0	T	5.82±0.03	5.49±0.08	5.16±0.08
		S	4.02±0.04	4.34±0.04	3.71±0.08
	1	T	5.54±0.03	5.25±0.04	4.30±0.02
		S	4±0.04	3.65±0.04	2.18±0.07
	2	T	0	0	0
		S	0	0	0
	4	T	0	0	0
		S	0	0	0
ATCC 14028	0	T	5.70±0.07	5.06±0.05	4.23±0.04
		S	4.02±0.06	3.52±0.07	2.78±0.04
	1	T	5.17±0.31	4.96±0.02	4.16±0.05
		S	3.84±0.06	3.25±0.05	2.63±0.03
	2	T	4.70±0.03	4.25±0.02	3.42±0.10
		S	3.20±0.17	2.69±0.02	2.03±0.05
	4	T	0	0	0
		S	0	0	0

T: Tahta S: Salam, kob: Koloni oluşturan birim s: Saat, sn: Saniye ±: Standart hata.



Şekil 4.10: Tahta kesme tablaları ve salam örneklerindeki *Salmonella* bakteri sayısı (kob/25 cm²).

Salmonella bakterilerinin tahta kesme tablalarından salam örneğine transfer oranları incelendiğinde, 0 saatte; tahta kesme tablalarından salam örneğine bakteri transfer oranının en yüksek ZD-1 ve ZD-17 bakterilerinde, en düşük ise ZD-2 bakterisinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.11).

Salmonella bakterilerinin tahta kesme tablalarından salam örneklerine transferinde; ZD-1 bakterisinin 0. saat 30 sn temas süresinde transfer oranının (% 2.34) 5 sn temas süresine göre azaldığı (% 4.37), 300 sn temas süresinde transfer oranının (% 5.22) arttığı, ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden (%4.37) yüksek olduğu, 1. saatte ZD-1 bakterisi transfer oranının temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.11).

ZD-2 bakterisi transfer oranının 0. ve 2. saatlerde yüzey temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, 1. saat 30 sn temas süresinde transfer oranının (% 9.23), 5 saniye temas süresine (% 1.50) göre arttığı, 300 sn temas süresi sonunda bu transfer oranının azaldığı (%7.57), bu oranın 5 saniye temas süresinden yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.11).

ZD-17 bakteri transfer oranının 0. saatte temas süresinin artmasına paralel olarak azaldığı, 2. saatte ise temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir. 1. saatte 30 sn temas süresinde transfer oranının (%0.75), 5 saniye temas süresine (% 2.24) göre azaldığı, 300 sn temas süresi sonunda bu transfer oranının arttığı (% 0.81) ancak bu oranın 5 saniye temas süresinden düşük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.11).

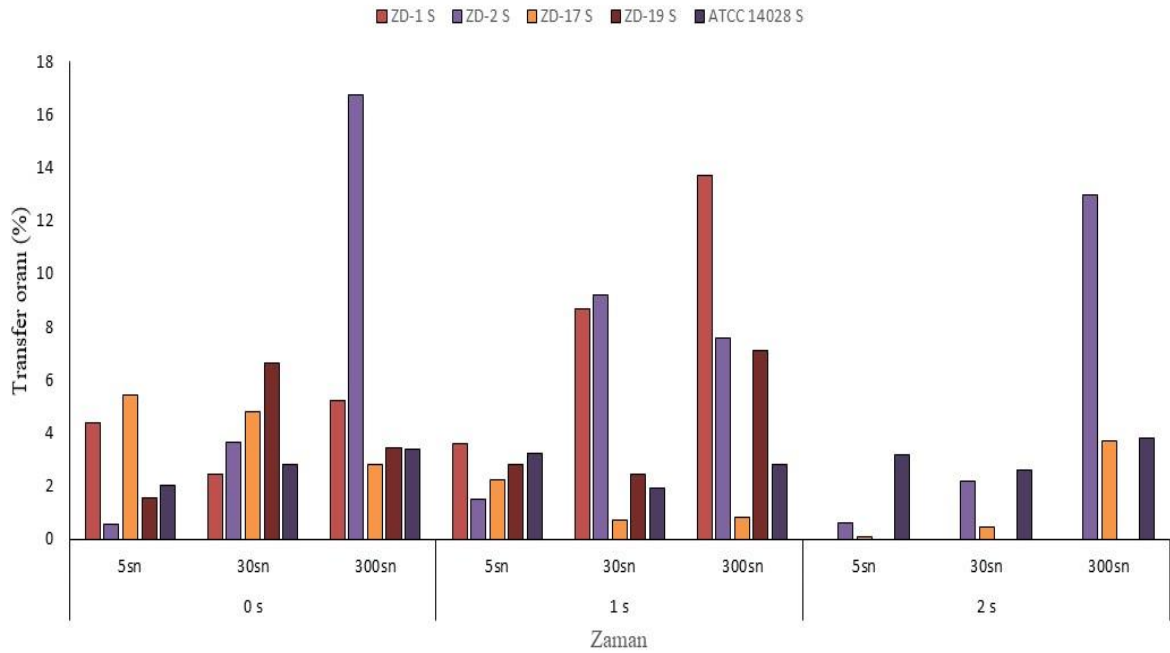
ZD-19 bakterisi transfer oranının 0. saat 30 sn temas süresinde transfer oranının (% 6.63), 5 saniye temas süresine (% 1.55) göre arttığı, 300 sn temas süresi sonunda bu transfer oranının azaldığı (%3.45), bu oranın 5 saniye temas süresinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı bakteri 1. saat 30 sn temas süresinde transfer oranının (% 2.45), 5 saniye temas süresine (% 2.81) göre azaldığı, 300 sn temas süresi sonunda bu transfer oranının arttığı (%7.60), bu oranın 5 saniye temas süresinden yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.11).

İncelenen *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028) bakteri transfer oranının 0. saat yüzey temas süresinin artmasına paralel olarak arttığı, 1. ve 2. saatlerde 30 sn temas süresinde transfer oranının (% 1.92, %2.63), 5 saniye temas süresine (% 3.23, % 3.20) göre azaldığı, 300 sn temas süresi sonunda bu transfer oranının arttığı (% 2.82, % 3.84) tespit edilmiştir (Tablo 4.10, Şekil 4.11).

Tablo 4.10: *Salmonella* bakterilerinin tahta kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).

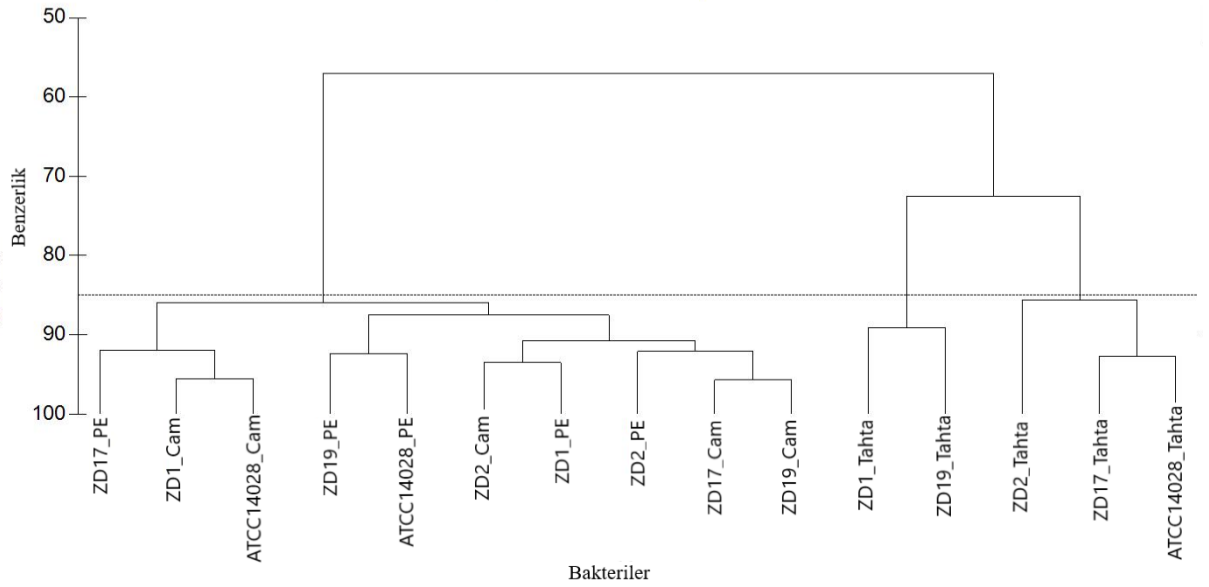
Bakteri kodu	Bekleme süresi (s)	Transfer oranı (%)		
		Temas süresi (sn)		
		5	30	300
ZD-1	0	4.37	2.34	5.22
	1	3.63	8.69	13.72
	2	0	0	0
	4	0	0	0
ZD-2	0	0.55	3.67	16.73
	1	1.50	9.23	7.57
	2	0.61	2.20	13
	4	0	0	0
ZD-17	0	5.45	4.80	2.82
	1	2.24	0.75	0.81
	2	0.10	0.48	3.71
	4	0	0	0
ZD-19	0	1.55	6.63	3.45
	1	2.81	2.45	7.60
	2	0	0	0
	4	0	0	0
ATCC 14028	0	2.04	2.81	3.42
	1	3.23	1.92	2.82
	2	3.20	2.63	3.84
	4	0	0	0

kob: Koloni oluşturan birim, s: Saat, sn: Saniye ±: Standart hata

**Şekil 4.11:** *Salmonella* bakterilerinin tahta kesme tablalarından gıdaya transfer oranları (%).

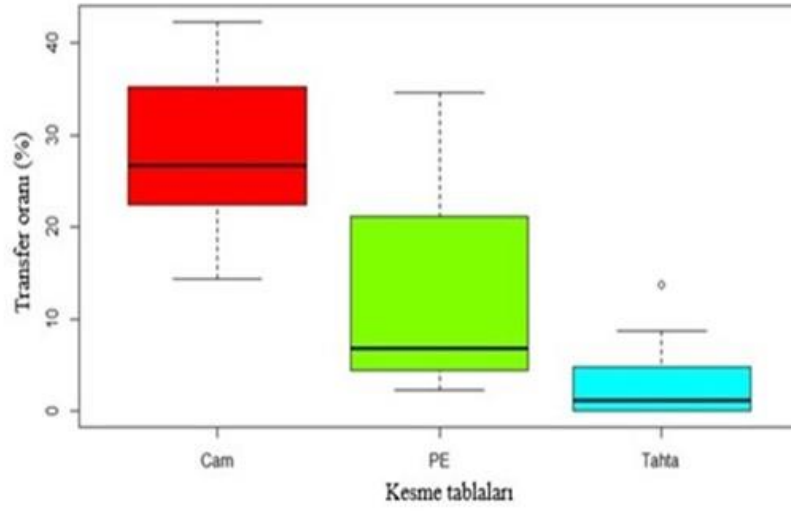
4.2.2.4. *Salmonella* Bakterilerinin Kesme Tablalarından Gıdaya Çapraz Kontaminasyonun Değerlendirilmesi

İstatiksel analizlerde her yüzey bağımsız olarak işleminden geçirilmiş ve her bakteri için ayrı ayrı veriler incelenmiştir. Tüm sonuçlar koloni oluşturan birim olarak (kob/25 cm²) ifade edilerek ® programı ile analiz edilmiştir. Transfer oranı, yüzey türleri, aşılınmış bakteri suşu ve temas süreleri açısından yüzde transfer oranına göre karşılaştırma yapılarak, yüzeyler arasında %85 benzerlik gösteren ve istatiksel olarak anlamlı ($P < 0.005$) olan 3 grup elde edilmiştir. Birinci ve ikinci grup cam ve polietilen yüzeyden üçüncü grup ise tahta yüzeyden oluşmaktadır (Şekil 4.12). Bray Curtis Cluster analizi ve ANOVA üzerinden TUKEY testi de yapılmıştır.



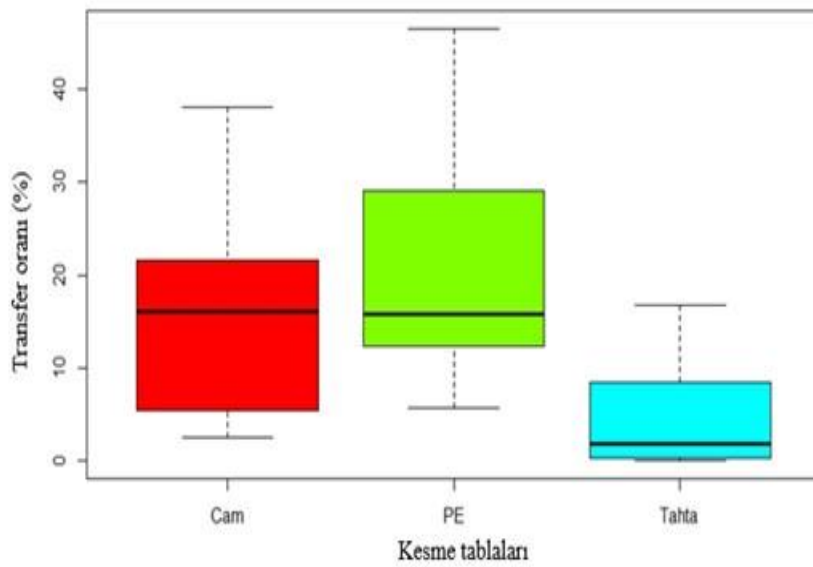
Şekil 4.12: *Salmonella* bakterilerinin, 3 farklı yüzey, 4 farklı zaman ve 3 farklı temas süresinde benzerlik oranlarını gösteren dendrogram.

ZD-1 bakterisinin cam kesme tablalarından salam örneğine transfer oranının polietilen kesme tablalarından, polietilen kesme tablalarındaki transfer oranının ise tahta kesme tablalarından daha yüksek olduğu ve bu farkın istatiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p \leq 0.005$) (Şekil 4.13).



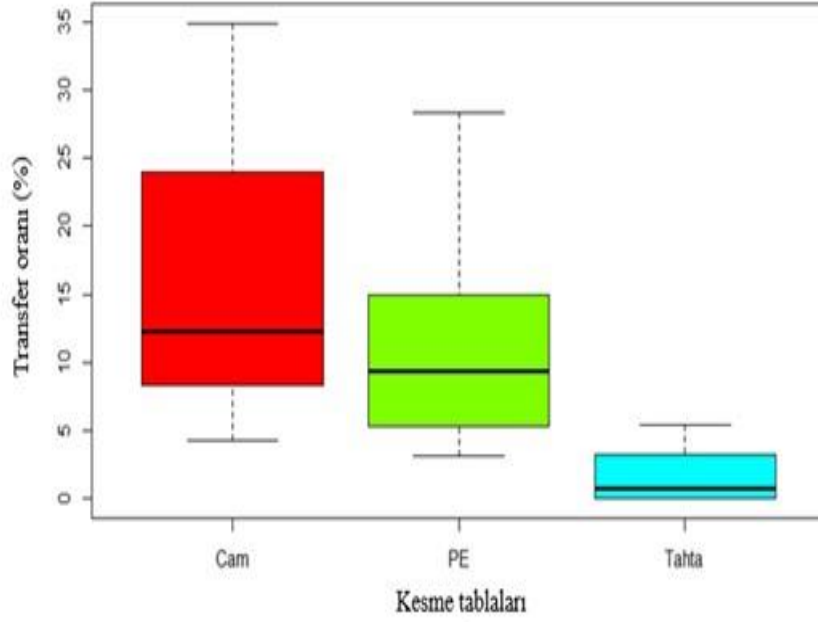
Şekil 4.13: ZD-1 kodlu *Salmonella* bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).

ZD-2 bakterisinde cam ve polietilen yüzeylerden salam örneğine transfer oranının tahta yüzeylerdeki transfer oranından, polietilen kesme tablalarındaki yüzde transfer oranının ise cam kesme tablalarından yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.005$) (Şekil, 4.14).



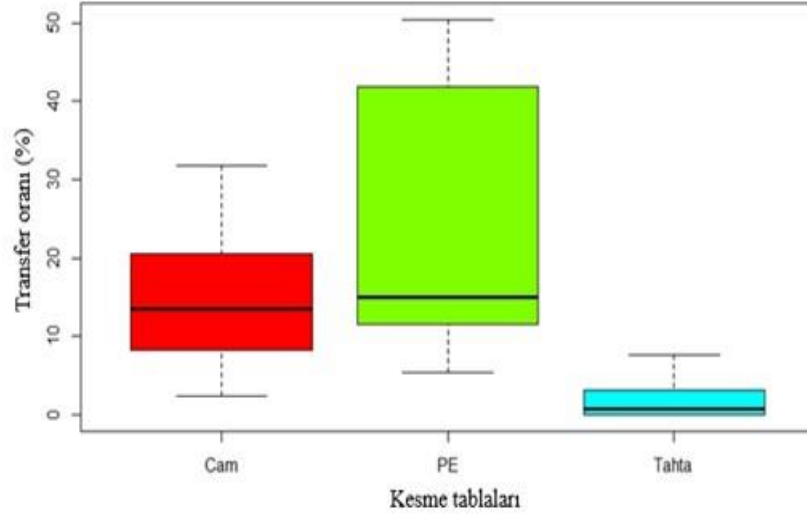
Şekil 4.14: ZD-2 kodlu *Salmonella* bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).

ZD-17 bakterisinde, tahta-cam, ve tahta-polietilen kesme tablalarından salam örneklerine transfer oranları arasında fark olduğu, cam ve polietilen yüzeylerden salam örneğine transfer oranının tahta yüzeylerden yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.005$). Polietilen ve cam yüzeyler arasında bakteri transferi açısından önemli bir fark olmadığı saptanmıştır ($p \leq 0.005$) (Şekil, 4.15).



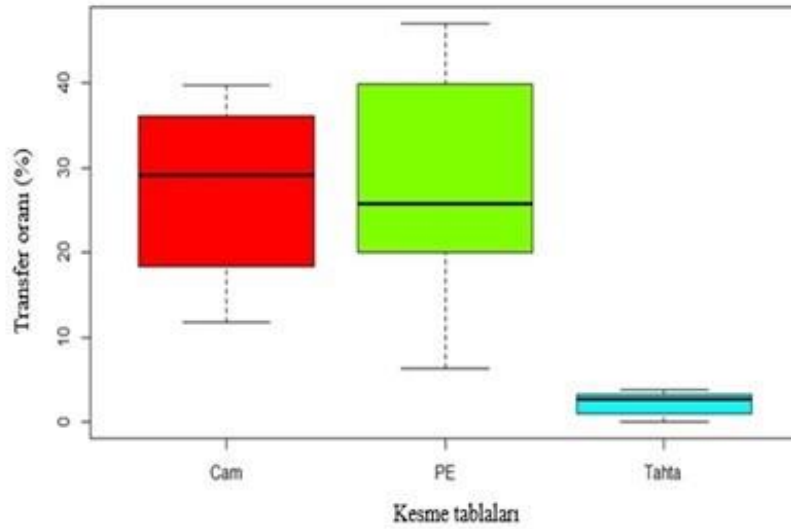
Şekil 4.15: ZD-17 kodlu *Salmonella* bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).

ZD-19 bakterisinde cam ve polietilen yüzeylerden salam örneğine transfer oranının tahta yüzeylerdeki transfer oranından, polietilen yüzeylerden salam örneğine transfer oranının ise cam yüzeylerdeki transfer oranından yüksek olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu ($p \leq 0.005$) tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: ZD-19 kodlu *Salmonella* bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).

Salmonella enterica serovar ATCC 14028 standart bakterisinin cam ve polietilen kesme tablası yüzeyinden salam örneğine transfer oranının tahta yüzeylerdeki orandan daha yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.005$). Cam ve polietilen yüzeyler arasında bakteri transferi açısından anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p \leq 0.005$) (Şekil 4.17).



Şekil 4.17: ATCC 14028 kodlu *Salmonella* bakterisinin üç farklı yüzeyden gıdaya transfer oranı (%).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gıda, üretim süreçleri sırasında biyolojik, kimyasal ve fiziksel bulaşmalara maruz kalabilir. Bu nedenle gıdaların çeşitli malzemelerle temas halinde olduğu süreçlerde gıda kalitesi ve güvenliği hayati önem taşır (Filip ve diğ., 2012).

Gıda kaynaklı hastalıklar, satın alınmadan önce kontamine olmuş veya depolama sırasında yüksek kontaminasyon düzeyine ulaşmış gıda ürünlerinden kaynaklanabilir (Mylius ve diğ., 2007). Gıda kaynaklı enfeksiyon riskinin var olması için iki kriter karşılanmalıdır; mevcut bakteriler patojenik olmalıdır ve bakterilerin bir yüzeyden gıdaya geçebileceği bir yol bulunmalıdır (Hilton ve Austin, 2000). Bu da, hazırlama sırasında bakterilerin, önceden bakteri ile kontamine olmuş yüzeylerden, çapraz kontaminasyon olarak adlandırılan bir süreçle, kontamine olmayan gıda maddelerine yayılması ile mümkündür (Mylius ve diğ., 2007).

Gıda hizmeti veren kuruluşlarda gıda ile temas eden yüzeyler, gıda kaynaklı patojenlerin yayılmasının kontrol edilmesinde büyük bir endişe kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzeyler arasında, servis tezgahları, gıda hazırlama ve servis için kullanan çeşitli kaplar, dilimleme makinesi, kesme tablaları, bıçaklar bulunmaktadır. Gıda endüstrisinde metal ve alaşımları, cam, ahşap, mantar, kağıt, karton, seramik, plastik, silikon, kauçuk gibi çeşitli malzeme türleri kullanılmaktadır. Gıda hazırlama ortamlarında gıda ile temas eden malzemeler olarak çoğunlukla paslanmaz çelik, plastik ve seramik bulunmaktadır. Gıda ile temas eden yüzeyler yoluyla çapraz bulaşma önemli bir risk olarak kabul edilmektedir. Bu risk, yüzeylerdeki kontaminasyon düzeyine ve bu yüzeylerden tüketilen gıdalara geçme olasılığına bağlıdır (Djekic ve diğ., 2016). Bakterilerin bu yüzeylerde hayatta kalma oranları, kullanılan malzeme türüne göre farklılık gösterir. Birçok patojen gıda ile temas eden yüzeylerde hayatta kalabildiğinden, gıda işleme ortamından ve gıda ile temas eden yüzeylerden gıda kaynaklı patojenlerin ortadan kaldırılması zordur (Djekic ve diğ., 2016).

Salmonella bakterilerin kesme tablaları yüzeyinde bulunması, sağkalımı ve kesme tablalarından gıdaya aktarımı, bakterinin gıdaya bulaşmasına ve sonucunda gıda kaynaklı hastalıklara neden olabilir.

Bu tez çalışmasında *Salmonella* bakterilerinin gıdaların hazırlanmasında ve sunumunda kullanılan kesme tablası yüzeylerinde yaşama özellikleri ve gıda ürünlerinin *Salmonella* ile

kontamine yüzeylere teması sonucu çapraz kontaminasyona maruz kalma sınırlarının belirlenmesi amaçlandı. Çalışmada, bakteri suş değişkenliği, farklı yüzey tipleri ve farklı temas süreleri gibi mikrobiyal transferi etkileyebilecek faktörler araştırıldı. Çalışmamızda beş farklı *Salmonella* bakterisi [kıyma örneklerinden izole edilmiş dört *Salmonella* sp. (ZD-1, ZD-2, ZD-17, ZD-19) ve standart bakteri *Salmonella* Typhimurium (ATCC 14028)] ve mutfakta en çok kullanılan üç ayrı kesme tablası (polietilen, cam ve tahta) kullanılmıştır. *Salmonella* bakterilerinin bu kesme tablası yüzeylerinde yaşama özellikleri ve gıda ürününün *Salmonella* ile kontamine yüzeylere teması sonucu çapraz kontaminasyonu, dört ayrı saat (0, 1, 2 ve 4 saat) ve üç temas temas süresi kullanılarak (0, 30 ve 300 sn) gerçekleştirilmiştir.

Salmonella bakterilerinin kesme tablalarında 0-4 saatler arası yaşaması incelendiğinde, incelenen beş bakterinin cam ve tahta kesme tablası yüzeylerindeki sayılarının zamana bağlı olarak giderek azaldığı tespit edilmiştir. Polietilen kesme tablalarında sadece iki bakterinin (ZD-17 ve ZD-19) 2. saate kadar sayılarının azaldığı ancak 4. saatte küçük bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Polietilen ve cam kesme tablalarındaki *Salmonella* bakterilerinin sayılarının hemen hemen birbirine yakın olduğu ancak tahta kesme tablası yüzeylerindeki sayılarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. İncelenen beş *Salmonella* bakterisinin de tahta kesme tablası yüzeylerinde zamana bağlı olarak sayılarının giderek azaldığı tespit edilmiş, ancak polietilen ve cam kesme tablalarının aksine 4. saatte tahta kesme tablaları yüzeyinden bakteri elde edilememiştir.

Tahta kesme tablalarında 4. saatte geri kazanılabilirlikteki bu azalma, canlılıkta bir kayıp olarak yorumlanabilir, bu da *Salmonella* bakterilerinin ahşap yüzeylerde polietilen ve cam kesme tablalarına göre daha az hayatta kalabildiğini düşündürülebilir. Ahşap içinde antimikrobiyal maddelerin varlığı varsayılmakla birlikte kullandığımız kesme tablası materyeli olan kayın'ın antibakteriyel özelliklere sahip olduğu ile ilgili bir veri bulunmamaktadır. Bununla birlikte, çoğu yazar, ortam buharlaşmasının hücre ortam kurumasına yol açmasının, özellikle gözeneksiz yüzeylerde hücre canlılığını azaltmada daha önemli bir rol oynadığını öne sürmektedir (Moore ve diğ., 2007).

0 ve 4. saatler arası polietilen, cam ve tahta kesme tablası yüzeyindeki *Salmonella* bakteri sayıları karşılaştırıldığında, incelenen bütün yüzeylerdeki saatler arası bakteri sayısı artış ve azalışların suştan suşa farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Ak ve diğ. (1994b), *E. coli* O157:H7, *L. innocua*, *L. monocytogenes* ve *S. Typhimurium* bakterilerinin, ev mutfaklarında yaygın olarak kullanılan yeni ve kullanılmış tahta (dişbudak, ıhlamur, kayın, huş, akceviz, kiraz, sert akçaağaç, meşe ve Amerikan siyah cevizi) ve plastik (poliakrilik, polietilen, köpüklü polipropilen, polistiren ve sert kauçuk) kesme tablası yüzeylerinden dekontaminasyon sonrası sağkalımlarını değerlendirmiştir. Araştırmacılar, plastik kesme tablalarından tahta kesme tablalarına göre daha fazla bakterinin geri kazanıldığını, patojen bakteriler arasında önemli bir fark bulunmadığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, plastik kesme tablalarının ahşaptan daha sağlıklı olduğu fikrini desteklemediğini ve makul bir temizlik ile, ahşap kesme tablalarının ev mutfaklarında güvenle kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Gough ve Dodd (1998) tarafından, dekontaminasyon aşamasından önce ve sonra, gıda kalıntısı varlığında veya yokluğunda, *S. Typhimurium*'un işlenmemiş veya çizilmiş plastik (polietilen) ve ahşap (kayın ağacı) kesme tahtaları üzerinde sağkalımı araştırılmıştır. Araştırmacılar, ahşap yüzeyde bakteriyel temastan 2 saat sonra ve ayrıca işlenmemiş yüzeylerde çizilmiş yüzeylerden daha fazla bakteri bulunduğunu, bakterilerin ahşaba plastikten daha güçlü yapıştığı veya bakterilerin ahşap tahtalarda hapsediği sonucuna varmışlardır. Bizim çalışmanın sonuçları Gough ve Dodd (1998)'nın sonuçlarına benzerlik göstermektedir. Yaptığımız çalışmada, 0, 1 ve 2. saatlerde ahşap kesme tablalarından elde edilen bakteri sayısının, polietilen ve cam kesme tablası yüzeylerindeki bakteri sayısından oldukça yüksek, hatta ilk 2 saat içerisindeki bakteri sayılarının oldukça yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, *Salmonella* bakterilerinin plastik kesme tablalarına değil, ahşap kesme tablalarına güçlü bir şekilde yapıştığını düşündürmektedir.

Moore ve diğ. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, paslanmaz çelik, formika, polipropilen veya ahşap yüzeylere *S. Typhimurium* bakterisi aşılanmış, aşılama sonrası hemen sonra (0. saat) ve 6 saate kadar her saat başı örnekleme yapılmış, 6 saatlik bekletme süresi boyunca bakteri sayısının azaldığı, en hızlı azalmanın ilk saat içinde meydana geldiği rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise, polietilen ve cam kesme tablası yüzeylerinde en hızlı azalmanın bakteriye bağlı olarak 1 ve 2. saatler arasında değişkenlik gösterdiği, ancak tahta kesme tablalarında 4. saatte keskin bir azalmanın meydana geldiği saptanmıştır.

Yapılan başka bir çalışmada, paslanmaz çelik yüzeylerde farklı kontaminasyon seviyelerinde *S. Enteritidis*, *S. aureus* ve *C. jejuni* bakterilerinin sağkalımı incelenmiştir. Sonuçlar, özellikle başlangıç sayılarının düşük olduğu yüzeylerde, bakterilerin hayatta kalma süresinin hızla

azaldığını, bakterilerin başlangıçtaki sayılarına bağlı olarak, kuru paslanmaz çelik yüzeylerde saatlerce, kontaminasyondan günler sonra bile hala yaşayabileceğini göstermiştir (Kusumaningrum ve diğ., 2003).

Dawson ve diğ. (2007), ahşap, fayans veya halı örneklerini *S. Typhimurium* ile kontamine ederek 0, 2, 4, 8 ve 24 saatlik bekletme süreleri sonunda bakterilerin sağ kalımlarını incelemiş, bizim çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde, bakterilerin yüzeyde kalma süreleri boyunca bakteri sayısında bir azalma olduğunu, ancak kuru yüzeylerde bakterinin gıdalara aktarılacak kadar yüksek popülasyonlarda 4 haftaya kadar hayatta kalabileceğini rapor etmiştir.

Kesme tablaları ve gıda işleme yüzeylerinde *Vibrio parahaemolyticus*'un sağkalımı üzerine yürütülen bir çalışmada; kesme tablasını temsil eden bambu, ahşap ve plastik ile gıda işleme tesislerini temsil eden paslanmaz çelik ve sırlı seramik fayans malzemeleri, farklı temas süreleri (ahşap, bambu ve plastik için 5, 10, 20 ve 30 dakika ve paslanmaz çelik ve fayans için 15, 30, 45 ve 60 dakika) için *V. parahaemolyticus* ile kontamine edilmiştir. Çalışma sonucunda, *V. parahaemolyticus*' un 20 dakika sonra bambu ve ahşap tahtalarda hızla azaldığı, fakat plastikte daha iyi hayatta kaldığı, 30 dakika sonra, bambu veya ahşap kesme tahtaları üzerinde tespit edilmediği, ancak plastik tablalar üzerinde kaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, *V. parahaemolyticus*'un paslanmaz çelik ve seramik karo üzerinde kesme tahtalarından daha iyi hayatta kaldığı bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen verilerden, *V. parahaemolyticus*' un, gıda işleme yüzeylerinde ahşap, bambu ve plastikten yapılmış kesme tablalarına göre daha fazla hayatta kaldığı sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar, bunun muhtemel nedenini “paslanmaz çelik ve sırlı seramik karoların pürüzsüz yüzeylere sahip olması ve kesme tahtalarından daha uzun süre nemli bir ortam sağlayabilmesi” olarak açıklamaktadır (Chiu ve diğ., 2006).

Abrishami ve diğ. (1994) tarafından yapılan bir çalışmada, *E. coli* bakterisinin plastik (şeffaf akrilik) ve ahşap (sert akçaağaç) kesme tablaları yüzeyine yapışması ve sağkalımı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen “bakterilerin ahşap yüzeylere tutunma özelliğinin plastik yüzeylere göre daha fazla olduğu” sonucu, Gough ve Dodd (1998) ve bizim çalışmamızda elde edilen bulgular ile uygunluk göstermektedir.

Carpentier (1997), kesme tahtalarının sıhhi kalitesi ve hijyenik özellikleri ile ilgili en önemli çalışmaları özetlediği derleme makalesinde, deneysel faktörlerin bir çalışmadan diğerine değiştiği ve bu alanda yeterince çalışma yapılmadığı sonucuna varmıştır. Bu durum, bu tez

çalışması dahil farklı çalışmalarda belirlenen ahşap ve plastik yüzeylerde bakterilerin farklı hayatta kalma oranlarını açıklayabilir.

Schönwälder ve diğ. (2002) tarafından yapılan çalışmada da, bakterilerin hayatta kalmasının, ağaç türüne, ilk inokulum miktarına ve aşılana suşun özelliklerine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, yapılan çalışmada, çam ve karaçamın antibakteriyel etkisi olduğu, bakterilerin kayın ve kavak üzerindeki davranışının, plastik üzerindeki davranışına benzer olduğu, en hızlı azalmanın diğer ağaçlara (ladin, kayın, kavak) ve plastiğe göre çamda olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışma sonucu, odun yüzeyinde tespit edilen bakteri sayısındaki azalma, odun liflerinin kılcal özellikleri ve yüksek su tutma kapasitesi nedeniyle, bakterilerin ahşabın iç kısmına yer değiştirdiğini açıkça göstermektedir. Bu durum, bizim çalışma sonuçlarında 4. saatte tahta kesme tablalarından bakteri elde edilememesini açıklayabilir. Ancak, mikroorganizmaların farklı ahşap türlerine yapışmasının incelendiği bir çalışmada, tik ağacı hariç genellemeler yapılamayacağı, yapışmanın ağaç türlerine ve bu çalışmada test edilen mikroorganizmalara bağlı olduğu rapor edilmiştir (Aviat ve diğ., 2016). Aynı zamanda bakterilerin penetrasyonu, ağaç liflerinin yönüne bağlıdır. Lifler ahşap yüzeylere dik olarak uzanırsa, bakteriler doğrama bloklarında olduğu gibi ahşabın içine birkaç santimetre nüfuz edebilir. Öte yandan Park ve Cliver (1996), ahşap yüzeylere uygulanan bakterilerin çok derinlere nüfuz etmediğini, Ak ve diğ. (1994b), muhtemelen uzunlamasına kesilmiş olan ahşap kesme tahtalarının yüzeyinin sadece 15 mm altındaki bakterileri gözlemlediğini rapor etmiştir. Farklı ağaçların emme kapasitesinin çok değişken olduğu söylenebilir. Schönwälder ve diğ. (2002), özellikle kayın ve kavakta bakterilerin doğrudan yüzeyin altına yerleştiğini ve ahşabın derinliklerine taşınmadığını, genel olarak test organizmalarının, test edilen tüm ahşap blokların sadece üst 5 mm'sinde daha büyük miktarlarda tespit edildiğini saptamıştır. Kayın ve kavaktaki bakteriler 24 saatlik bir süre boyunca canlı kalmış ve uygun büyüme ortamlarında geri kazanılıp kültürlenebilmiştir. Bununla birlikte, önceki çalışmalar, bu tür emilen bakterilerin, gıdaları kontamine edebilecekleri yüzeye geri dönme olasılığının düşük olduğunu göstermiştir (Ak ve diğ., 1994a; Park ve Cliver 1996). Benzer ağaç türlerinde farklı mikropaların sağkalım farkını ortaya çıkarmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Ayrıca Gehrig ve diğ. (2000) nemin, farklı zeminlerde mikrop gelişimi için önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Nemli bir ortam, ahşap ve plastik yüzeyleri kolonize eden bakterilerin gelişimini desteklemiştir. Geri kazanımın ve mikrobiyolojik sonuçların büyük ölçüde örnekleme stratejisine bağlı olduğu da unutulmamalıdır. Nitekim, ahşabın higroskopik özellikleri ve gözenekli yapısı nedeniyle agar

temas yöntemi ile bakterileri tespit etmenin sınırlı olduğu, yüzeyi durulayarak bakterilerin geri kazanılmasının, agar temas yöntemi ve sürüntü ile kurtarmaya göre daha hassas olduğu belirtilmektedir (Ak ve diğ., 1994a ve b; Park ve Cliver 1996; Gehrig ve diğ., 2000).

Evlerde veya profesyonel kasaplar tarafından kullanılan farklı malzemelerden yapılmış kesme tablalarındaki mikroorganizmaların sağkalımı üzerine yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde, yüzey kontaminasyon yöntemi, yüzeyleri kontamine etmek için kullanılan mikroorganizmaların kökeni ve durumu, mikroorganizmalar ve yüzey arasındaki temas süresi, kullanılan ahşap türü, ahşabın nem içeriği, ahşabın yüzey durumu, mikroorganizmaları elde etmek için kullanılan örnekleme yöntemi gibi benzer deneysel parametrelerin kullanılmadığı tespit edilmiştir (Carpentier, 1997; Aviat ve diğ., 2016). Bu durum, bu tez çalışması dahil olmak üzere farklı çalışmalarda aynı kesme tablası yüzeylerinde bakterilerin hayatta kalma oranları arasındaki farklılıkların nedenini açıklayabilir.

Mikroorganizmaların, kontaminasyondan saatler veya günler sonra gıda işleme yüzeylerinde sağkalım yeteneği ile ilgili birçok çalışma rapor edilmiştir (Ak ve diğ., 1994a ve b; Gough ve Dodd, 1998; Zhao ve diğ., 1998; Schönwälder ve diğ., 2002; Kusumaningrum ve diğ., 2003; Moore ve diğ., 2007). Ancak çapraz kontaminasyon ile ilişkili gıda kaynaklı hastalık riski, sadece yüzey kontaminasyonuna değil, aynı zamanda diğer yüzeylere transfer olasılığına da bağlıdır (Bloomfield ve Scott, 1997). Bu nedenle, bakterilerin gıdadan yüzeylere ve tersi transferini inceleyen deney planlarına farklı parametrelerin/faktörlerin dahil edildiği birçok çalışma yapılmıştır (Zhao ve diğ., 1998; Montville ve diğ., 2001; Midelet ve Carpentier, 2002; Flores ve diğ., 2006; Lin ve diğ., 2006; Vorst ve diğ., 2006; Rodríguez ve McLandsborough, 2007). Yapılan çalışmalarda, bakteri türleri, suşlar, temas yüzey tipi, gıda ürünlerinin dilimlenmesi veya kıyılması, aynı zamanda gıdalardaki yağ ve nem içeriğinin bakterilerin yüzeylere aktarım oranlarını etkilediği bildirilmiş olmakla beraber (Kusumaningrum ve diğ., 2003; Vorst ve diğ., 2006; Perez-Rodríguez ve diğ., 2007), çapraz kontaminasyon deneylerinde bu faktörlerden ikiden fazlasının eş zamanlı etkisine ilişkin herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Moore ve diğ. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, yemeye hazır gıda olan marul'un *C. jejuni* ve *S. enterica* serovar Typhimurium ile kontamine edilen paslanmaz çelik yüzeylere, kurumadan sonraki 0 ve 2. saatlerde 10 sn teması sonucu, bakterilerin paslanmaz çelik yüzeylerden marula transfer oranı incelenmiştir. Çalışma sonucunda, *Salmonella* Typhimurium'un kuru marullarda ilk 60 dakikalık örnekleme sırasında ilk inokulum yükünün

transfer yüzdesinde %36'dan %66'ya bir artış ve ardından %66'dan %6'ya ani bir düşüş olduğu, ıslak marula aktarma oranının %23 ile %31 arasında değiştiği, 120 dakikalık örnekleme süresi boyunca geri kazanımlar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı rapor edilmiştir. *C. jejuni* için, 80 dakikalık örnekleme döneminde ortalama transfer yüzdesinin kuru marul için %16 ile %38 ve ıslak marul için %15 ile %27 arasında değişmiş olduğu saptanmıştır. Bu çalışmanın sonunda, bizim çalışmamızda elde edilen verilere paralel olarak, yüzey kontaminasyonundan 1 ile 2 saat sonra bile oldukça yüksek sayıda bakterinin bir gıdaya aktarılabilceği ortaya konmuştur.

Moore ve diğ. (2007), benzer şekilde, uygulama ortamı veya bekletme süresinden bağımsız olarak, formika veya paslanmaz çelikten model gıdaya, polipropilen veya ahşap yüzeylerden daha yüksek sayıda bakteri aktarıldığını, bakteriler protein açısından zengin bir ortamda uygulandığında ve test yüzeyleri 1 saat veya daha fazla tutulduğunda bu farklılıkların daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, hem geri kazanılabilirlikteki hem de model besine aktarılan bakteri sayısındaki farklılıkların, sadece patojenin hayatta kalmasındaki farklılıkları yansıtmaktan ziyade, test bakterilerinin farklı yüzey tiplerinde yeniden harekete geçme yeteneğindeki farklılıkları da yansıtabileceğini vurgulamaktadır.

Dawson ve diğ. (2007) tarafından yapılan çalışmada, ahşap, fayans veya halı örnekleri *S. Typhimurium* ile kontamine edilerek 0, 2, 4, 8 ve 24 saat oda ısısında tutulmuş, bu sürelerde salam dilimlerinin, aşılınmış bu yüzeylere 5, 30 ve 60 saniye temas etmesi sağlanmıştır. Araştırmacılar, bakterinin yüzeyde kalış süresinin arttıkça (2, 4, 8 saatten 24 saate çıktıkça) gıdaya bakteri transfer oranının azaldığını, 0, 2 ile 4 saat arasında fayans ve ahşaptan salama bakteri transfer oranında hızlı bir düşüş, 4 ve 24 saatte sabit ve benzer bir eğilim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda Dawson ve diğ. (2007)'nin sonuçlarının aksine tahta, polietilen ve cam kesme tablası örneklerinden gıda örneğine transfer oranının, bakterilerin yüzeylerde kalış süresi açısından, suşa bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Dawson ve diğ. (2007), bizim çalışmamıza benzer olarak 5 sn temas süresi sonunda geri kazanılan bakteri sayısının 30 ve 60 sn temas sürelerinden genel olarak daha az olduğunu tespit etmiş olmakla birlikte çalışmamızın aksine gıda ile temastan önceki bakteriyel kalış süresinin bakterilerin gıda örneğine transfer oranında daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Popüler kültürde "beş saniye kuralı" kavramı, bakterilerin gıda örneklerine aktarılması için zamana ihtiyaç olduğundan, yere düşen gıdaların 5 saniye boyunca "güvenli" olduğudur. Bu

kural, literatürde ve popüler kültürde sınırlı olarak araştırılmıştır. Beş saniye kuralıyla ilgili önceki çalışmalarda farklı yüzeyler, gıdalar, organizmalar, temas süreleri ve tekrar sayılarının kullanılması, sonuçların karşılaştırmalarını zorlaştırmıştır. Bazı aktarımlar, "anında" gerçekleşir ve beş saniye kuralını reddeder. Nitekim, bizim çalışmamızda da üç farklı kesme tablası materyeli beş farklı *Salmonella* bakterisi ile kontamine edilerek 0, 1, 2 ve 4 saat oda ısısında tutulmuş, her bir süre sonunda aşılınmış yüzeylere salam dilimleri yerleştirilerek, salam örneklerinin bu yüzeylerle 5 sn teması sağlandığında, gıda örneğine oldukça yüksek oranda bakteri transferinin gerçekleştiği görülmüştür.

Çapraz kontaminasyon deneylerinde, temas süresinin etkisi ile ilgili olarak çok sınırlı bilgi bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda, temas süresi arttıkça transfer hızının arttığı, temas süresi ne kadar uzun olursa, alıcı yüzeyinde meydana gelebilecek birleşme ve etkileşimin o kadar yüksek olduğu, yani, temas süresi ne kadar uzun olursa, aktarım hızının o kadar yüksek olduğu öne sürülmektedir (Dawson ve diğ., 2007; Pe'rez-Rodrí'guez ve diğ., 2008; Miranda ve Schaffner, 2016).

Miranda ve Schaffner (2016) *E. aerogenes*'in çapraz kontaminasyonunu; yüzey tipi (paslanmaz çelik, fayans, ahşap ve halı), gıda tipi (karpuz, ekmek, tereyağlı ekmek ve sakızlı şeker), temas süresi (<1, 5, 30, 300 sn) parametreleri açısından incelemiş, uzun temas sürelerinin daha fazla bakteri transferine neden olduğu tespit edilmiş olsa da, gıda ve yüzey tiplerinin de oldukça önemli etkileri olduğu sonucuna varmıştır. Miranda ve Schaffner (2016)'in 300 sn'de bakteri transfer oranının fayans, paslanmaz çelik ve ahşap yüzeyler için en yüksek olduğunu gösteren verileri bizim çalışmamızın sonuçları ile uygunluk göstermektedir. Çalışma sonucu elde ettiğimiz veriler; polietilen, cam ve tahta kesme tablalarında farklı bekleme sürelerinde temas süresinin (5, 30, 300 sn) bakteri transferini etkilediğini ve daha uzun sürelerde daha fazla bakteri transfer edildiğini açıkça göstermektedir.

Gkana ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada, farklı başlangıç inokulumunda *L. monocytogenes*, *S. enterica* Typhimurium veya *E. coli* O157:H7 suşları ile kontamine ettiği filetoların üç farklı kesme tablası yüzeyine (paslanmaz çelik, polietilen ve ahşap) 1 ve 15 dk temas etmesi sağlanmış, bunu takiben, bu filetolar, kesme tablalarından alınmış, altı adet aşılınmamış fileto örnekleri arda arda, aynı süre boyunca aynı yüzeylere yerleştirilmiştir. Başlangıçtaki inokulum miktarına bakılmaksızın, aşılınmamış birinci fileto örneğinde aşılınmış fileto örneğine göre yaklaşık 2 log kob/g bir azalma olduğu, Dawson ve diğ.

(2007)'nin yaptığı çalışmaya benzer olarak 1 ve 15 dakikalık temas süresinin patojenlerin sonraki aşılınmamış filetolara transferini etkilemediği saptanmıştır.

Tavuktan marula *S. enterica* serotip Newport'un çapraz kontaminasyon ve transfer oranlarının araştırıldığı başka bir çalışmada, tavuktan kesme tablasına aktarım oranının % 1.25 ve tavuktan bıçağa aktarım oranının % 0.05, kesme tablası ve bıçaktan marula aktarma oranının ise % 45.62 olduğu rapor edilmiştir (Ravishankar ve diğ., 2010).

Luber ve diğ. (2006), *C. jejuni* ile kontamine edilmiş tavuk göğsü filetosunun dilimlenmesi sırasında *C. jejuni*'nin ellere, kesme tablalarına, kesme bıçağına ve nihayet ardından dilimlenen salatalığa transfer edildiğini ve kesme tablasından ve bıçaktan salatalığa transfer oranının yaklaşık %7 ila %33 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çiğ et ve kümes hayvanlarını kestikten sonra kesme tahtalarının yetersiz temizlenmesinin, *C. jejuni* ve *Salmonella* gibi patojen bakterilerin çapraz kontaminasyonunda rol oynayabileceği rapor edilmiştir.

Dantas ve diğ. (2018), farklı kesme tablası yüzeylerinde (plastik, ahşap ve cam) yıkamadan önce ve sonra, biyofilm varlığında ve yokluğunda *S. enterica* serovar Enteritidis'in kümes hayvanlarından salatalıklara çapraz bulaşma sürecini analiz etmişler, yıkamadan önce ve sonra biyofilm varlığında kesme tablası üzerinde işlenen salatalıklardan *Salmonella* bakterilerinin geri kazanıldığını rapor etmişlerdir. Çapraz kontaminasyon çalışmalarında *Salmonella* kullanan Moore ve diğ. (2007), Ravishankar ve diğ. (2010) ve Soares ve diğ. (2012) gibi araştırmacılar da bu sonuçları elde etmiş, ancak araştırmacılar çalışmalarında biyofilmin etkisini incelememişlerdir. Biyofilm oluşumunun ahşap (%60) ve plastik (%40) kesme tablaları üzerinde cam kesme tablalarına (%10) göre daha fazla meydana gelmesi, bakterilerin hidrofobik bir malzemeye daha fazla yapıştığını ortaya koymaktadır (Dantas ve diğ., 2018). Bakterilerin biyofilm oluşturma yeteneği, kuru koşullar altında bakterilerin hayatta kalmasını sağlayabilir. Bu durum *Pseudomonas* ve *Enterobacter* türlerinde yapılan çalışmalarla da doğrulanmıştır. *Salmonella*, katı-sıvı veya hava-sıvı ara yüzeylerde biyofilm meydana getirebilir. Kuru ortam koşullarında gerçekleştirilen çalışmalar, nispeten yüksek biyofilm üreten *Salmonella* suşlarının, polipropilen yüzeyler üzerinde daha uzun süre hayatta kalabildiğini göstermiştir (Iibuchi ve diğ., 2010; Gruzdev ve diğ., 2011).

Bai ve diğ. (2021) tarafından, *C. jejuni* ile kontamine derisiz çiğ tavuk göğüslerinden üç farklı malzemeden kesme tablalarına çapraz bulaşma süreci incelenmiş, *C. jejuni*'nin sırasıyla

yıkanmış ve yıkanmamış kesme tablasına veya ellere aktarım oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur. Yapay olarak kontamine olmuş tavuğun küp küp doğranmasından sonra hem mutfak bıçağı hem de kesme tablası yeniden kullanıldığında, *C. jejuni*'nin bambu, ahşap ve plastik kesme tahtalarında kesilen salatalığa aktarım oranları sırasıyla %16.28, %12.82 ve %5.32 olarak saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise beş farklı *Salmonella* suşu kullanılmış, Bai ve diğ. (2021)'nin sonuçlarının aksine genel olarak tahta kesme tablalarından salam örneğine transfer oranının, polietilen kesme tablalarından salam örneğine transfer oranından daha az olduğu tespit edilmiştir.

Zhao ve diğ. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, *Salmonella* spp.'e benzer tutunma özelliklerine sahip bir indikatör bakteri olan *E. aerogenes* B199A ile aşılanmış derili tavuk eti, steril bir kesme tablası üzerinde küçük parçalar halinde kesilerek, etten kesme tablasına ve kesme tablasından daha sonra kesme tablasında kesilen sebzelere (marul ve salatalık) çapraz bulaşmanın boyutu belirlenmiştir. Çalışmada, kesme tablası ve ellere yaklaşık 10^5 kob *E. aerogenes*/cm² ve marul ve salatalıklara yaklaşık 10^3 ile 10^4 kob *E. aerogenes*/g aktarıldığı, *Salmonella* spp.'ye benzer tutunma özelliklerine sahip bakterilerin, yiyecek hazırlama sırasında kesme tablalarına kolayca aktarılabilmesi, kesme tablaları temizlenmezse, taze sebzeleri kontamine edebileceği rapor edilmiştir.

Kusumaningrum ve diğ. (2004) tarafından, mutfak yüzeyleri yoluyla kontamine tavuk karkaslarından çapraz kontaminasyonun bir sonucu olarak salatalardaki kontaminasyon olasılığını ve *Salmonella* ve *Campylobacter* spp. düzeylerini tahmin etmek için nicel bir analiz yapılmıştır. *E. aerogenes*'lerin tavuktan plastik kesme tablasına transfer oranının, *Salmonella* ve *Campylobacter* spp.'in tavuktan paslanmaz çelik yüzeye transfer oranından daha yüksek olduğu, *Salmonella* ve *Campylobacter* spp.'in paslanmaz çelik yüzeyden salatalık dilimlerine transfer oranının, *E. aerogenes*'in plastik kesme tahtasından marula transfer oranından daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu durum, transfer oranlarının organizmaya, yüzey tipine ve gıda ürününe bağlı olarak değişebileceği anlamına gelmektedir. Dolayısıyla çapraz kontaminasyonun, her bir parametreye göre ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Gkana ve diğ. (2017) tarafından yapılan *L. monocytogenes*, *S. enterica* Typhimurium veya *E. coli* O157:H7 suşları ile aşıladığı filetoları üç farklı tip yüzeydeki (paslanmaz çelik, polietilen ve ahşap) çapraz kontaminasyon deneyinde, tahta kesme tablasının diğer malzemelerden daha fazla çapraz kontaminasyon riski taşıdığı gösterilmiştir. Ancak bu konuda literatür

araştırmalarında çelişkili sonuçlar bildirilmektedir. Örneğin, Soares ve diğ. (2012) yüzey tipinin (ahşap, paslanmaz çelik, plastik ve cam) kontamine domateslerde *S. Typhimurium* sayılarını etkilemediğini belirtmiştir. Başka bir çalışmada, paslanmaz çelik üzerinde işlenen kontamine salatalıklarda, ahşap ve plastiğe kıyasla yukarıda bahsedilen patojenin daha yüksek sayılarına rastlanmıştır (Moore ve ark., 2007). Bizim çalışmamızda tahta kesme tablalarından salam örneğine transfer oranının, polietilen kesme tablalarından daha az olduğu tespit edilmiştir. Literatürlerde belirtilen çelişkili sonuçların nedeni, farklı nem ve yağ içeriği ile karakterize edilen sığır eti, tavuk, salatalık, domates gibi farklı kontamine gıda türleri olabilir. Gerçekten de Kusumaningrum ve diğ. (2003), salatalıkların yüksek nem içeriğinden dolayı yüzeylerden patojenlerin alınmasını olumlu yönde etkilediğinden, aynı tür yüzeyde (paslanmaz çelik) bile bakterilerin salatalıkları pişmiş tavuk fileto dilimlerinden daha kolay kontamine ettiğine dikkat çekmiştir.

Çalışmamızda, kesme tablalarından gıdaya çapraz kontaminasyon oranının kesme tablası materyaline, temas süresine ve bakteriye bağlı farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer yüzeylerden gıdalara bakteri transferini inceleyen çalışmalar incelendiğinde, bizim ve diğer araştırmacıların sonuçları arasında da farklılıklar olduğu görülmektedir. Yayınlanmış çalışmalarda farklı sonuçların elde edilmesi sebebinin, deneysel prosedürler, yüzeyler, bakteriler, bakterilerin yüzeyde kalma süreleri, gıdalar, gıdanın yüzeye temas süresi gibi çapraz kontaminasyonu etkileyen farklı parametrelerin kullanılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca, transfer oranlarına ilişkin veri analizinde de fark bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda transfer oranı, “alıcı yüzey/verici yüzey” formülü ile belirlenmesine rağmen bizim çalışmamızda, alıcı yüzeye transfer edilen bakteri sayısı yüksek olduğunda küçük farklılıklara yol açabilen “alıcı yüzey/verici yüzey + alıcı yüzey x100” formülü ile hesaplanmıştır.

Gerek bu tez çalışmasında gerekse diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar, malzemesi ne olursa olsun, kesme tablalarının çapraz kontaminasyon için potansiyel bir taşıyıcı olduğunu, kontamine bir yüzey gıda ile kısa süreli temas ettiğinde, kontaminasyondan 1 ile 2 saat sonra bile gıdaya önemli sayıda bakterinin bulaşabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, çok kısa temas sürelerinin bile gıda örneğine çok sayıda bakteri transferine yol açtığı ve kesme tablaları yüzeyinden gıdaya çapraz kontaminasyon riski sürekli mevcut olduğundan, çapraz kontaminasyonu azaltmak için gıda ile temas eden yüzeylerde uygun ve özenli hijyen uygulamalarına ihtiyaç olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yapılan çalışmada, steril kesme tablaları ve tek tip patojen bakteri kullanılmıştır. Ancak kullanılan kesme tablalarında her zaman tek tip ve patojen bakteri bulunmadığı, patojen olmayan mikroorganizmaların bulunduğu da göz ardı edilmemelidir. Bu mikroorganizmaların patojen mikroorganizmalar ile etkileşime girerek patojenlerin transferini etkileyebileceği göz önüne alındığında, mikrobiyal çeşitliliğin bakteri transferini nasıl etkilediğini anlamak için gelecekte başka araştırmaların yapılmasına da ihtiyaç vardır.

Mikrobiyolojik gıda güvenliği risk değerlendirmesi, gıdalarda bulunan patojenik bakterilerden kaynaklanan risklerin büyüklüğünü anlamak için güçlü bir araçtır. Bunun bir parçası olarak, çapraz kontaminasyon deneylerinden elde edilen nicel veriler, risk değerlendirme adımlarının daha iyi tanımlanmasına ve modellenmesine izin veren veriler sağlayabilir, çapraz kontaminasyon ve onu etkileyen faktörler hakkındaki bilimsel anlayışımızı geliştirebilir.

Çapraz bulaşma kaynaklı salgınların yüksek yüzdesi göz önüne alındığında, yapılan ve yapılacak olan araştırmaların, gıda patojenlerine dayalı bir salgın ortaya çıktığında, olası çapraz bulaşma yollarını belirlemekte fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abrishami, S.H., Tall, B.D., Bruursema, T.J., Epstein, P.S., Shah, D.B., 1994, Bacterial adherence and viability on cutting board surfaces, *Journal of food safety*, 14 (2), 153-172.
- Ak, N.O., Cliver, D.O., Kaspar, C.W., 1994a, Cutting boards of plastic and wood contaminated experimentally with bacteria, *Journal of food protection*, 57 (1), 16-22.
- Ak, N.O., Cliver, D.O., Kaspar, C.W., 1994b, Decontamination of plastic and wooden cutting boards for kitchen use, *Journal food protection*, 57 (1), 23-30.
- Asal-Ulus, C., 2021, *Salmonella* bakterisinin gıdalarda varlığı, *Samsun sağlık bilimleri dergisi*, 61 (1), 28-34.
- Atasever, M., 2000, Besin işyerlerinde: Hijyen, besinlerin hazırlanması ve muhafazası, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi veteriner fakültesi dergisi*, 11 (2), 117-122.
- Aviat, F., Gerhards, C., Rodriguez-Jerez, J.J., Michel, V., Bayon, I.L., Ismail, R., Federighi, M., 2016, Microbial safety of wood in contact with food, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 15 (3), 491-505.
- Bai, Y., Lin, X.H., Zhu, J.H., Cui, S. H., Guo, L.X., Yan, S.F., Li, F.Q., 2021, Quantification of cross-contamination of *Campylobacter jejuni* during food preparation in a model kitchen in china, *Journal of food protection*, 84 (5), 850-856.
- Barker, J., Naeeni, M., Bloomfield, S.F., 2003, The effects of cleaning and disinfection in reducing *Salmonella* contamination in a laboratory model kitchen, *Journal of applied microbiology*, 95 (6), 1351-1360.
- Bean, N.H., Griffin, P.M., Goulding, J.S., Ivey, C.B., 1990, Foodborne disease outbreaks, 5-year summary, 1983–1987, *Journal of food protection*, 53 (8), 711-728.
- Bearth, A., Cousin, M.E., Siegrist, M., 2014, Poultry consumers' behaviour, risk perception and knowledge related to campylobacteriosis and domestic food safety, *Food control*, 44, 166-176.
- Beltrame, C.A, Martelo, E.B., Mesquita, R.A., Barbosa, J., Steffens, C., Toniazzo, G., Valduga, E., Cansian, R.L., 2015, Adhesion of *Listeria monocytogenes* to cutting board surfaces and removal by different sanitizers, *Journal of consumer protection and food safety*, 10, 41–47.
- Bilici, S., Uyar, F., Beyhan, Y., Sağlam, F., 2012, Besin güvenliği, *TC Sağlık Bakanlığı temel sağlık hizmetleri genel müdürlüğü beslenme ve fiziksel aktiviteler daire başkanlığı beslenme bilgi serisi*, Ankara.
- Bloomfield, S.F. and Scott, E., 1997, Cross-contamination and infection in the domestic environment and the role of chemical disinfectants, *Journal of applied microbiology*, 83, 1-9.

- Boursillon, D. and Riethmüller, V., 2007, The safety of wooden cutting boards, Remobilization of bacteria from pine, beech, and polyethylene, *British food journal*, 109 (4), 315-322.
- Carpentier, B., 1997, Sanitary quality of meat chopping board surfaces: a bibliographical study, *Food microbiology*, 14, 31-37.
- Carrasco, E., Morales-Rueda, A., García-Gimeno, R.M., 2012, Cross-contamination and recontamination by *Salmonella* in foods: a review, *Food research international*, 45 (2), 545-556.
- Chen, Y., Jackson, K.M., Chea, F.P., Schaffner, D.W., 2001, Quantification and variability analysis of bacterial cross-contamination rates in common food service tasks, *Journal of food protection*, 64 (1), 72-80.
- Chiu, T.H., Duan, J., Liu, C., Su, Y.C., 2006, Efficacy of electrolysed oxidizing water in inactivating *Vibrio parahaemolyticus* on kitchen cutting boards and food contact surfaces, *Letters in applied microbiology*, 43 (6), 666-672.
- Chou, H.J., 2017, Creative invention cases of multi-purpose cutting board, *Science and technology*, 7 (3), 79-88.
- Cliver, D.O., 2006, Cutting boards in *Salmonella* cross-contamination, *Journal of AOAC international*, 89 (2), 538-542.
- Cogan, T.A., Bloomfield, S. F., Humphrey, T. J., 1999, The effectiveness of hygiene procedures for prevention of cross-contamination from chicken carcasses in the domestic kitchen, *Letters in applied microbiology*, 29 (5), 354-358.
- Ćwiek, K., Bugla-Płoskońska, G., Wieliczko, A., 2019, *Salmonella* biofilm development: structure and significance, *Advances in hygiene & experimental medicine*, 73, 937-943.
- Çakıcı, N., Demirel-Zorba, N.N., Akçali, A., 2015, Gıda endüstrisi çalışanları ve stafilocokal gıda zehirlenmeleri, *Türk hijyen ve deneysel biyoloji dergisi*, 72 (4), 337-350.
- Çotuk, A. ve Anğ-Küçüker, M., 1992, Biyologlar için mikrobiyoloji laboratuvar kılavuzu, Birinci Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri.
- Dang-Xuan, S., Nguyen-Viet, H., Pham-Duc, P., Grace, D., Unger, F., Nguyen-Hai, N., Makita, K., 2018, Simulating cross-contamination of cooked pork with *Salmonella enterica* from raw pork through home kitchen preparation in Vietnam, *International journal of environmental research and public health*, 15 (10), 2324.
- Dantas, S.T., Rossi, B.F., Bonsaglia, E.C., Castilho, I.G., Hernandez, R.T., Fernandes, A., Rall, V.L., 2018, Cross-contamination and biofilm formation by *Salmonella enterica* serovar Enteritidis on various cutting boards, *Foodborne pathogens and disease*, 15 (2), 81-85.
- Dawson, P., Han I., Cox M., Black C., Simmons L., 2007, Residence time and food contact time effects on transfer of *Salmonella* Typhimurium from tile, wood and carpet: testing the five-second rule, *Journal of applied microbiology*, 102, 945-953.

- De Boer, E. and Hahné, M., 1990, Cross-contamination with *Campylobacter jejuni* and *Salmonella* spp. from raw chicken products during food preparation, *Journal of food protection*, 53 (12), 1067-1068.
- De Jong A.E., Verhoeff-Bakkenes L., Nauta M.J., De Jonge R., 2008, Cross-contamination in the kitchen: effect of hygiene measures, *Journal of applied microbiology*, 105, 615–624.
- Djebbi-Simmons, D., Xu, W., Janes, M., King, J., 2019, Survival and inactivation of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium on food contact surfaces during log, stationary and long-term stationary phases, *Food microbiology*, 84, 103272.
- Djekic, I., Kuzmanovic, J., Andjelkovic, A., Saracevic, M., Stojanovic, M.M., Tomasevic, I. 2016, Microbial profile of food contact surfaces in foodservice establishments, *British food journal*, 118 (11), 2666-2675.
- Durlu-Özkaya, F. ve Akbulut, B., 2016, Gastronomi ve mutfak sanatları öğrencilerinin gıda güvenliği, *Bitlis Eren Üniversitesi sosyal bilimler enstitüsü dergisi*, 5 (2), 121-132.
- Durlu-Özkaya, F., 2000, *Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları*, 2.baskı, 345-356.
- EFS and Authority, 2015, The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013, *European food safety authority (EFSA) journal*, 13 (1), 3991.
- Filip, S., Fink, R., Oder, M., Jevšnik, M., 2012, Hygienic acceptance of wood in food industry. *Wood science and technology*, 46 (4), 657-665.
- Flores, R.A., Tamplin, M.L., Marmer, B.S., Phillips, J.G., Cooke, P.H., 2006, Transfer coefficient models for *Escherichia coli* O157: H7 on contacts between beef tissue and high-density polyethylene surfaces, *Journal of food protection*, 69 (6), 1248-1255.
- Gehrig, M., Schnell, G., Zurcher, E., Kucera, L.J., 2000, Hygienic aspects of wood and polyethylen cutting boards regarding food contaminations, A comparison. *Holz als roh- und werkstoff*, 58 (4), 265-269.
- Gkana E., Chorianopoulos N., Grounta A., Koutsoumanis K., Nychas G.E., 2017, Effect of inoculum size, bacterial species, type of surfaces and contact time to the transfer of foodborne pathogens from inoculated to non-inoculated beef fillets via food processing surfaces, *Food microbiology*, 62, 51-57.
- Goh, S. G., Leili, A.H., Kuan, C.H., Loo, Y.Y., Ying, L.L., Chang, W.S., Soopna, P., Najwa, M.S., Tang, J.Y.H., Yaya, R., Nishibuchi, M., Nakaguchi, Y., Radu, S, 2014, Transmission of *Listeria monocytogenes* from raw chicken meat to cooked chicken meat through cutting boards, *Food control*, 37, 51-55.
- Gorman, R., Bloomfield, S., Adley, C.C., 2002, A study of cross-contamination of food-borne pathogens in the domestic kitchen in the Republic of Ireland, *International journal of food microbiology*, 76 (1-2), 143-150.

- Gough, N.L. and Dodd, C.E.R., 1998, The survival and disinfection of *Salmonella* Typhimurium on chopping board surfaces of wood and plastic, *Food control*, 9 (6), 363-368.
- Graves, T.K., Bradley, K.K., Crutcher, J.M., 1998, Outbreak of *Campylobacter* enteritis associated with cross-contamination of food-Oklahoma, 1996, Reprinted from MMWR, 47, 129-131, *Jama-Journal of the american medical association*, 279 (17), 1341-1341.
- Griffith, C., 2016, Surface sampling and the detection of contamination, *In handbook of hygiene control in the food industry*, 673-696, Woodhead Publishing.
- Gruzdev, N., Pinto, R., Sela, S., 2011, Effect of desiccation on tolerance of *Salmonella* *amaquenterica* to multiple stresses, *Applied and environmental microbiology*, 77 (5), 1667-1673.
- Gürün, S., ve Kimiran-Erdem, A., 2013, Ayamama deresi'nin Marmara denizi'ne deşarj alanındaki bakteriyolojik kirlilik düzeyinin incelenmesi, *Ekoloji dergisi*, 22 (86).
- Hilborn, E. D., Mermin, J. H., Mshar, P. A., Hadler, J. L., Voetsch, A., Wojtkunski, C., Slutsker, L., 1999, A multistate outbreak of *Escherichia coli* O157: H7 infections associated with consumption of mesclun lettuce, *Archives of internal medicine*, 159 (15), 1758-1764.
- Hilton, A.C. And Austin, E., 2000, The kitchen dishcloth as a source of and vehicle for foodborne pathogens in a domestic setting, *International journal of environmental health research*, 10 (3), 257-261.
- Humphrey, T.J., Martin, K.W. and Whitehead, A., 1994, Con-tamination of hands and work surfaces with *Salmonella* Enteritidis PT4 during the preparation of egg dishes, *Epidemiology infection*, 113, 403-409.
- Iibuchi, R., Hara-Kudo, Y., Hasegawa, A., Kumagai, S., 2010, Survival of *Salmonella* on a polypropylene surface under dry conditions in relation to biofilm-formation capability. *Journal of food protection*, 73 (8), 1506-1510.
- Iordache, L. and Tofan. C., 2008, The cross-contamination of *Salmonella enteritidis* on sterile and non-sterile meat, *Journal of agroalimentary processes and technologies*, 14, 337-340.
- Ismail, R., Aviat, F., Michel, V., Le Bayon, I., Gay-Perret, P., Kutnik, M., Fédérighi, M., 2013, Methods for recovering microorganisms from solid surfaces used in the food industry: a review of the literature, *International journal of environmental research and public health*, 10 (11), 6169-6183.
- Ismail, R., Le Bayon, I., Michel, V., Jequel, M., Kutnik, M., Aviat, F., Fédérighi, M., 2015, Comparative study of three methods for recovering microorganisms from wooden surfaces in the food industry, *Food analytical methods*, 8, 1238-1247.
- Jackson, L. A., Keene, W. E., McAnulty, J. M., Alexander, E. R., Diermayer, M., Davis, M. A., Fleming, D. W., 2000, Where's the beef?: The role of cross-contamination in 4 chain

- restaurant-associated outbreaks of *Escherichia coli* O157: H7 in the Pacific Northwest, *Archives of internal medicine*, 160 (15), 2380-2385.
- Jansson, L., Akel, Y., Eriksson, R., Lavander, M., Hedman, J., 2020, Impact of swab material on microbial surface sampling, *Journal of microbiological methods*, 176, 106006.
- Jensen, D.A., Friedrich, L.M., Harris, L.J., Danyluk, M.D., Schaffner, D.W., 2013, Quantifying transfer rates of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157: H7 between fresh-cut produce and common kitchen surfaces, *Journal of food protection*, 76 (9), 1530-1538.
- Jime' nez, S.M., Tiburzi, M.C., Salsi, M.S., Moguevsky, M.A., Pirovani, M.E., 2009, Survival of *Salmonella* on refrigerated chicken carcasses and subsequent transfer to cutting board, *Letters in applied microbiology*, 48, 687-691.
- Karakuş, S.Ş. ve Küçükkömürler, S., 2012, Kadınların besin güvenliğine yönelik uygulamaları, *TAF preventive medicine bulletin*, 11 (6).
- Kim, S.H., Cho, W.I., Lee, S.J., 2020, Fault tree analysis as a quantitative hazard analysis with a novel method for estimating the fault probability of microbial contamination: A model food case study, *Food control*, 110, 107019.
- Kovacs, N., 1956, Identification of *Pseudomonas pyocyanea* by the oxidase reaction, *Nature*, 178, 703.
- Kusumaningrum, H.D., Riboldi, G., Hazeleger, W.C., Beumer, R.R., 2003, Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods, *International journal of food microbiology*, 85 (3), 227-236.
- Kusumaningrum, H.D., Van Asselt, E.D., Beumer, R.R., Zwietering, M.H., 2004, A quantitative analysis of cross-contamination of *Salmonella* and *Campylobacter* spp. via domestic kitchen surfaces, *Journal of food protection*, 67 (9), 1892-1903.
- Kusumaningrum, H.D., Van Putten, M.M., Rombouts, F.M., Beumer, R.R., 2002, Effects of antibacterial dishwashing liquid on foodborne pathogens and competitive microorganisms in kitchen sponges, *Journal of food protection*, 65 (1), 61-65.
- Lamas, A., Regal, P., Vázquez, B., Miranda, J.M., Cepeda, A., Franco, C.M., 2018, *Salmonella* and *Campylobacter* biofilm formation: A comparative assessment from farm to fork, *Journal of the science of food and agriculture*, 98 (11), 4014-4032.
- Lane, D.J., 1991, 16S/23S rRNA sequencing, Nucleic acid techniques in bacterial systematics, In: Stackebrandt, E., Goodfellow, M. (eds.), John Wiley and Sons, New York, 115-175.
- Leveille, L., 2016, *Efficacy of a food-grade mixture of volatile compounds to reduce Salmonella levels on food contact surfaces*, Doctoral dissertation, University of Georgia.
- Lin, C.M., Takeuchi, K., Zhang, L., Dohm, C.B., Meyer, J.D., Hall, P.A., Doyle, M.P. 2006, Cross-contamination between processing equipment and deli meats by *Listeria monocytogenes*, *Journal of food protection*, 69 (1), 71-79.

- Luber, P., Brynestad, S., Topsch, D., Scherer, K., Bartelt, E., 2006, Quantification of *Campylobacter* species cross-contamination during handling of contaminated fresh chicken parts in kitchens, *Applied and environmental microbiology*, 72 (1), 66-70.
- Michaels, B., Ayers, T., Celis, M., Gangar, V., 2001, Inactivation of refrigerator biofilm bacteria for application in the food service environment, *Food service technology*, 1 (3), 169-179.
- Midelet, G. and Carpentier, B., 2002, Transfer of microorganisms, including *Listeria monocytogenes*, from various materials to beef, *Applied and environmental microbiology*, 68 (8), 4015-4024.
- Mihalache, O.A., Møretør, T., Borda, D., Dumitraşcu, L., Neagu, C., Nguyen-The, C., Nicolau, A. I., 2022, Kitchen layouts and consumers' food hygiene practices: Ergonomics versus safety, *Food control*, 131, 108433.
- Miranda, R. and Schaffner, D.W., 2016, Longer contact times increase cross-contamination of *Enterobacter aerogenes* from surfaces to food, *Applied and environmental microbiology*, 82 (21), 6490-6496.
- Mohamed, H.M., Burroughs, S., Emch, A.W., Waite-Cusic, J., 2022, Enhancing the reduction of *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* during traditional salami processing by adding a finishing phase, *Food control*, 131, 108432.
- Mohammad, G.A. and Al-Tae, S.M., 2018, Comparison of various types of cutting boards in bacterial contamination, *Journal of college of education for pure sciences*, 4 (1), 301-308.
- Montville, R. and Schaffner, D.W., 2003, Inoculum size influences bacterial cross contamination between surfaces, *Applied and environmental microbiology*, 69 (12), 7188-7193.
- Montville, R., Chen, Y. and Schaffner, D.W., 2001, Glove barriers to bacterial cross-contamination between hands to food, *Journal of food protection*, 64 (6), 845-849.
- Moore, C.M., Sheldon, B.W., Jaykus, L.A., 2003, Transfer of *Salmonella* and *Campylobacter* from stainless steel to romaine lettuce, *Journal of food protection*, 66 (12), 2231-2236.
- Moore, G. and Griffith, C., 2002, A comparison of surface sampling methods for detecting coliforms on food contact surfaces, *Food microbiology*, 19 (1), 65-73.
- Moore, G., Blair, I.S., McDowell, D.A., 2007, Recovery and transfer of *Salmonella* Typhimurium from four different domestic food contact surfaces, *Journal of food protection*, 70 (10), 2273-2280.
- Munir, M.T., Pailhories, H., Eveillard, M., Aviat, F., Lepelletier, D., Belloncle, C., Federighi, M., 2019, Antimicrobial characteristics of untreated wood: Towards a hygienic environment, *Health*, 11 (02), 152-170.
- Muratoğlu, K., Çetin, Ö., Çolak, H., 2016, Besin kaynaklı hastalıkların epidemiyolojisi, *Türkiye klinikleri*, 1 (3), 1-8.

- Mylius, S.D., Nauta, M.J., Havelaar, A.H., 2007, Cross-contamination during food preparation: A mechanistic model applied to chicken-borne *Campylobacter*, *Risk analysis: An international journal*, 27 (4), 803-813.
- Omer, M.K., Alvarez-Ordóñez, A., Prieto, M., Skjerve, E., Asehun, T., Alvseike, O.A., 2018, A systematic review of bacterial foodborne outbreaks related to red meat and meat products, *Foodborne pathogens and disease*, 15 (10), 598-611.
- Özer, D. and Kimiran-Erdem, A., 2013, Comparison of different methods for the detection of *Salmonella* spp. in minced meat samples, *Kafkas Üniversitesi veteriner fakültesi dergisi* 19 (5), 801-806.
- Park, P.K and Cliver, D.O., 1996, Disinfection of household cutting boards with a microwave oven, *Journal of food protection*, 59 (10), 1049-1054.
- Pe´rez-Rodríguez, F., Valero, A., Carrasco, E., Garcí’a, R.M., Zurera, G., 2008, Understanding and modelling bacterial transfer to foods: a review, *Trends in food science technology*, 19, 131-144.
- Pui, C.F., Wong, W.C., Chai, L.C., Lee, H.Y., Tang, J.Y.H., Noorlis, A., Son, R., 2011, Biofilm formation by *Salmonella* Typhi and *Salmonella* Typhimurium on plastic cutting board and its transfer to dragon fruit, *International Food Research Journal*, 18 (1).
- Ravishankar, S., Zhu, L., Jaroni, D., 2010, Assessing the cross contamination and transfer rates of *Salmonella enterica* from chicken to lettuce under different food-handling scenarios, *Food microbiology*, 27 (6), 791-794.
- Redmond, E.C., Griffith, C.J., Slader, J., Humphrey, T.J., 2001, *The evaluation and application of information on consumer hazard and risk to food safety education*, University of Wales Institute, Cardiff.
- Redmond, E.C., Griffith, C.J., Slader, J., Humphrey, T.J., 2004, Microbiological and observational analysis of cross contamination risks during domestic food preparation, *British food journal*, 106 (8), 581-597.
- Reij, M.W. and Den Aantrekker, E.D., 2004, ILSI Europe risk analysis in microbiology task force, *Recontamination as a source of pathogens in processed foods*, *International journal of food microbiology*, 91 (1), 1-11.
- Rodriguez, A. and McLandsborough, L.A., 2007, Evaluation of the transfer of *Listeria monocytogenes* from stainless steel and high-density polyethylene to bologna and American cheese, *Journal of food protection*, 70 (3), 600-606.
- Sabur, B., 2020, *Fındık alerjeninin çapraz kontaminasyon yollarının değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Haccetepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Schönwälder, A., Kehr, R., Wulf, A., Smalla, K., 2002, Wooden boards affecting the survival of bacteria?, *Holz als roh-und werkstoff*, 60 (4), 249-257.

- Sevim, B. ve Görkem, O., 2015, Gastronomi ve aşçılık programlarında gıda güvenliği donanım altyapısının değerlendirilmesi, *Uluslararası Alanya işletme fakültesi dergisi*, 7 (1), 59-67.
- Sezgin, A.C. ve Özkaya, F.D., 2014, Toplu beslenme sistemlerine genel bir bakış, *Akademik gıda*, 12 (1), 124-128.
- Soares, V.M., Pereira, J.G., Viana, C., Izidoro, T.B., Bersot Ldos, S., Pinto, J.P., 2012, Transfer of *Salmonella* Enteritidis to four types of surfaces after cleaning procedures and cross-contamination to tomatoes, *Food microbiology*, 30, 453-456.
- Starovoytova, D., 2019, *Universal design to limit food cross-contamination: Incased set of kitchen utensils with five color-coded food chopping boards and knives*, Innovative Systems Design and Engineering, 10, 5, ISSN 2222-1727.
- Toshima, Y., Ojima, M., Yamada, H., Mori, H., Tonomura, M., Hioki, Y., Koya, E., 2001, Observation of everyday hand-washing behavior of Japanese, and effects of antibacterial soap, *International journal of food microbiology*, 68 (1-2), 83-91.
- Uçar, A., Yılmaz, M.V., Çakıroğlu, F.P. (2016), Food safety–Problems and solutions, *Significance, prevention and control of food related diseases*, (Eds), Makun, H.A., ISBN: 978-953-51-2277-7.
- Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O., Hung, Y.C., Doyle, M.P., 1999, Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* on plastic kitchen cutting boards by electrolyzed oxidizing water, *Journal of food protection*, 62 (8), 857-860.
- Vorst, K.L., Todd, E.C., Ryser, E.T., 2006, Transfer of *Listeria monocytogenes* during slicing of turkey breast, bologna, and salami with simulated kitchen knives, *Journal of food protection*, 69 (12), 2939-2946.
- Wachtel, M.R. and Charkowski, A.O., 2002, Cross-contamination of lettuce with *Escherichia coli* O157: H7, *Journal of food protection*, 65 (3), 465-470.
- Werlang, G.O., Vieira, T.R., Cardoso, M., de Freitas Costa, E., 2021, Application of a predictive microbiological model for estimation of *Salmonella* behavior throughout the manufacturing process of salami in environmental conditions of small-scale Brazilian manufacturers, *Microbial risk analysis*, 19, 100177.
- Wilks, S.A., Michels, H. T., Keevil, C.W., 2006, Survival of *Listeria monocytogenes* Scott A on metal surfaces: implications for cross-contamination, *International journal of food microbiology*, 111(2), 93-98.
- World Health Organisation (WHO) <https://www.who.int/activities/assessing-microbiological-risks-in-food> Erişim tarihi 01.03.2022
- Yoon, H., Lee, J.Y., Suk, H.J., Lee, S., Lee, H., Lee, S., Yoon, Y., 2012, Modeling to predict growth/no growth boundaries and kinetic behavior of *Salmonella* on cutting board surfaces, *Journal of food protection*, 75 (12), 2116-2121.

Zhao, P., Zhao, T., Doyle, M.P., Rubino, J.R., Meng, J., 1998, Development of a model for evaluation of microbial cross-contamination in the kitchen, *Journal of food protection*, 61 (8), 960-963.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Elinda SALLA
 Doğum Yeri
 Doğum Tarihi Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.
 Uyruğu ☐ T.C. ☒ Diğer: KOSOVA
 E-Posta Adresi
 Web Adresi

Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite Universiteti i Prishtinës
 Fakülte Fen Fakültesi
 Bölümü Biyoloji
 Mezuniyet Yılı 21.03.2011

Yüksek Lisans

Üniversite İstanbul Üniversitesi
 Enstitü Adı Fen Bilimleri Enstitüsü
 Anabilim Dalı Biyoloji Anabilim Dalı
 Programı Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Programı