



**PİYASADA SATILAN ETLERDE *SALMONELLA*
SPP. ve *E. COLI* O157:H7 VARLIĞININ
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

Bu tez çalışması 17.FEN.BİL.24 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PİYASADA SATILAN ETLERDE *SALMONELLA* SPP. VE *E. COLI*
O157:H7 VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU

Danışman
Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Mehtap Çevik TELEKOĞLU tarafından hazırlanan “Piyasada Satılan Etlerde *Salmonella spp.* ve *E. coli* O157: H7 Varlığının Araştırılması” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 28/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Başkan : Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
AKÜ, Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Salih KARASU
Yıldız Teknik Üni., Kimya Metalurji Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK
AKÜ, Mühendislik Fakültesi

İmza

.....

.....

.....

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım
bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

28/06/2019

Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU

M. Çevik

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PIYASADA SATILAN ETLERDE *SALMONELLA* SPP. VE *E. COLI* O157: H7 VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Bu araştırmada, Afyonkarahisar il merkezinde çeşitli perakende satış noktalarından, 2018 yılı Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarında 50 adet kıymalık parça sığır eti örnekleri toplanmıştır. Toplanan parça etlerin mikrobiyolojik kalitesini değerlendirmek amacıyla, etlerde *Salmonella* spp. ve *E. coli* O157:H7 aranması yapılmıştır. Ayrıca et numunelerinin pH ve su aktivitesi değerleri tespit edilmiştir. Söz konusu 50 adet örneğin pH değerleri 5,68 ile 6,13 arasında, a_w değerleri ise 0,9595 ile 0,9925 arasında gözlenmiştir. pH ve a_w değerlerine örnek tipinin çok önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. 50 adet kıymalık parça etlerde *E. coli*, *E. coli* O157 ve *Salmonella* spp. tespiti yapılmıştır. Çalışmada 50 adet örnekten 7 sinde (%14) *E. coli*, 1 örnekte (%2) *E. coli* O157, 5 örnekte (%10) *Salmonella* spp. tespit edilmiştir. 50 örnekten hiçbirinde *E. coli* O157:H7 tespit edilememiştir. Sonuçlara göre kıymalık parça etlerde halk sağlığı açısından önemli olan 3 farklı patojen mikroorganizma tespit edilmiştir. Bu bağlamda piyasada satılan etlerin halk sağlığı açısından risk oluşturabileceği değerlendirilmiştir. Sağlık açısından güvenli ürünlerin üretilmesi amacıyla çiftlikten sofraya kadar tüm aşamalarda kontrol programları uygulanmalıdır.

2019, viii + 80 sayfa

Anahtar Kelimeler: Et, *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE RESEARCH OF *SALMONELLA* SPP. AND *E. COLI* O157:H7 EXISTENCE IN COMMERCIALY AVAILABLE MEATS

Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Ramazan ŞEVİK

In this study, 50 pieces of beef samples were collected from various retail outlets in Afyonkarahisar city center in September-October-November-December 2018. *Salmonella* spp. and *E. coli* O157:H7 were investigated in the meats in order to evaluate the microbiological quality of the collected meats. In addition, pH and water activity values of meat samples were determined. The pH values of these 50 samples were between 5.68 and 6.13 and a_w values were between 0.9595 and 0.9925. It was determined that the sample type has a very significant effect on pH and a_w values. 50 pieces of divided meat in *E. coli*, *E. coli* O157 and *Salmonella* spp. detection. In the study, *E. coli* in 7 samples (14%), *E. coli* O157 in 1 sample (2%), *Salmonella* spp. in 5 samples (10%) detected. None of the 50 samples had *E. coli* O157: H7 detected. According to the results, 3 different pathogenic microorganisms which are important in terms of public health have been determined in meat pieces. In this context, it was evaluated that meat sold in the market could pose a risk to public health. In order to produce safe products for health, control programs should be applied at all stages from farm to table.

2019, viii + 80 pages

Keywords: Meat, *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7

TEŞEKKÜR

Araştırmaya 17.FEN.BİL.24 nolu proje ile destek veren Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim. Bilgi ve deneyimleri ile çalışmama katkıda bulunan, desteklerini esirgemeyen ve yol gösterici olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım. Tüm desteklerinden dolayı değerli bölüm başkanımız Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR'a teşekkür ederim. Tez çalışmam boyunca ilgisini ve bilgisini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Gökhan AKARCA'ya ve Araştırma Görevlisi Çiğdem AŞÇI'ya teşekkür ederim.

Bugünlere kadar gelmemi sağlayan ve başarılarımda en büyük role sahip sevgili anneciğim Meryem ÇEVİK'e ve sevgili babacığım Cafer ÇEVİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmalarım boyunca her türlü desteğini esirgemeyen, motivasyonumda en büyük role sahip hayat arkadaşım sevgili eşim Reşit TELEKOĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca araştırmamın uygulama kısımlarında bana destek olan değerli arkadaşım Hüseyin YEŞİLIRMAK'a teşekkür ederim.

Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU
AFYONKARAHİSAR, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.1 Kırmızı Et	4
2.2 Kırmızı Etin Bileşimi.....	4
2.3 Et Tazeliği ve Özelliklerinin Değerlendirilmesi	6
2.4 Kırmızı Et Üretim Verileri.....	6
2.5 Et Üretim Prosesi ve HACCP Uygulamaları	7
2.5.1 HACCP'in Amacı	9
2.5.2 HACCP Çalışmasının Aşamaları	10
2.5.3 Et Üretim Prosesi ve Kontaminasyon Noktaları	11
2.6 Et Hijyeni ve Halk Sağlığı Açısından Önemi	15
2.7 Etin Kontaminasyonu ve Patojen Mikroorganizmalar.....	19
2.7.1 <i>Salmonella</i> spp.	22
2.7.1.1 Sebep Olduğu Hastalıklar.....	25
2.7.1.2 Kaynağı Olan Gıdalar ve Bulaşma Yolları	26
2.7.2 <i>Escherichia coli</i>	30
2.7.2.1 <i>Escherichia coli</i> Suşları.....	30
3. MATERYAL ve METOT	43
3.1 Materyal	43
3.2 Metot.....	43
3.2.1 pH Analizi	43
3.2.2 Su Aktivitesi Analizi	43
3.2.3 <i>E. coli</i> Aranması.....	44

3.2.4 <i>E. coli</i> O157: H7 analizi.....	44
3.2.5 <i>Salmonella</i> spp. Analizi	46
3.2.5.1 Biyokimyasal Testler.....	48
3.2.5.2 Serolojik Testler	49
3.2.6 İstatiksel Analizler	51
4. BULGULAR	52
4.1 Örneklerin pH Değerleri	52
4.2 Örneklerin a_w Değerleri	54
4.3 Örneklerde <i>E. coli</i> , <i>E. coli</i> O157, <i>E. coli</i> O157:H7 ve <i>Salmonella</i> spp. Tespiti..	57
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	60
5.1 Kıymalık Parça Etlerine Ait pH Değerleri.....	60
5.2 Kıymalık Parça Etlerine Ait a_w Değerleri	61
5.3 Kıymalık Parça Etlerde <i>E. coli</i> , <i>E. coli</i> O157, <i>E. coli</i> O157:H7 ve <i>Salmonella</i> spp. Tespiti	62
6. SONUÇ.....	68
7. KAYNAKLAR.....	70
ÖZGEÇMİŞ.....	80

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Derece Santigrat
a _w	Su aktivitesi
Ca	Kalsiyum
cm ²	Santimetre Kare
D	Desimal İndirgeme Süresi
Fe	Demir
g	Gram
H ₂ S	Hidrojen Sülfür
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre
mL	Mililitre
NaCl	Sodyum Klorür
P	Fosfat

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BPLS	Brillant-green Phenol-red Lactose Sucrose
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi)
EAEC	Enteroaggregatif <i>E. coli</i>
EHEC	Enterohemorajik <i>E. coli</i>
EIEC	Enteroinvaziv <i>E. coli</i>
EPEC	Enteropatojenik <i>E. coli</i>
ETEC	Enterotoksijenik <i>E. coli</i>
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point (Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları)
HC	Hemorajik Kolitis
HUS	Hemolitik Üremik Sendrom
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)
KKN	Kritik Kontrol Noktası
Kob	Koloni Oluşturma Birimi
LIA	Lysine Iron Agar
Log	Logaritmik
mKTTn	Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin
RVS	Rappaport Vassiliadis <i>Salmonella</i>
STEC	Shiga-toksin <i>E. coli</i>
TSI	Triple Sugar Iron
TTP	Trombotik Trombositopenik Purpura
XLD	Xylose Lysine Deoxycholate
VTEC	Verotoksin üreten <i>E. coli</i>

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 HACCP uygulama sırası	11
Şekil 2.2 Sığır kesimi, fabrikasyon işleme ve paketlenme akış diyagramı.....	13
Şekil 2.3 <i>Salmonella</i> 'nın bulaşma kaynakları	27
Şekil 2.4 <i>E. coli</i> O157: H7 nin insan vücuduna alındıktan sonraki seyri.....	37
Şekil 3.1 <i>E. coli</i> O157: H7 için ISO 16654-2003 Metodu.	46
Şekil 3.2 Gıda numunelerinde <i>Salmonella</i> analizi için prosedür diyagramı.	50
Şekil 4.1 Parça et örneklerinin pH içeriklerinin, maksimum, minumum ve ortalama değerleri.	53
Şekil 4.2 Çalışmadaki Örneklerin pH dağılımı.	54
Şekil 4.3 Çalışmadaki örneklerin pH dağılımı.	54
Şekil 4.4 Parça et örneklerinin a_w içeriklerinin, maksimum, minumum ve ortalama değerleri.	56
Şekil 4.5 Çalışmadaki Örneklerin a_w değerlerinin dağılımı.	56
Şekil 4.6 Çalışmadaki Örneklerin a_w dağılımı.	57
Şekil 4.7 Çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen sayıları.	59
Şekil 4.8 Çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen oranları (%).	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Bazı ürünlerin biyolojik değerleri	5
Çizelge 2.2 Kırmızı et üretim miktarı (ton).....	7
Çizelge 2.3 Çiğ kırmızı etlerde ve tavuk etlerinde tehlikeli patojen mikroorganizmalar	14
Çizelge 2.4 Et için gıda güvenirliliği kriterleri.....	20
Çizelge 2.5 <i>Salmonella</i> 'ların üreme koşulları	24
Çizelge 2.6 <i>E. coli</i> 'nin üreme koşulları	30
Çizelge 2.7 Patojenik <i>E. coli</i> türlerinin özellikleri	31
Çizelge 2.8 <i>E. coli</i> O157: H7'nin üreme koşulları	32
Çizelge 2.9 Mezbahanede mikrobiyal bulaşma kaynakları ve farklı inkübasyon sıcaklıklarındaki mikroorganizma sayıları	40
Çizelge 4.1 Örneklerin Ph değerlerinin varyans analiz tablosu.	52
Çizelge 4.2 Parça et örneklerin pH değerleri	53
Çizelge 4.3 Örneklerin a_w değerlerinin varyans analiz tablosu.	55
Çizelge 4.4 Parça et örneklerin a_w değerleri.....	55
Çizelge 4.5 Çalışmadaki örneklerde aranan patojenler	58
Çizelge 4.6 Çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen sayıları ve oranları	59
Çizelge 5.1 Türk Gıda Kodeksi mikrobiyolojik kriterler tebliği.....	63

1. GİRİŞ

Dengeli beslenme, bireyin yaşına ve cinsiyetine uygun fiziki yapıya sahip olmasına, sağlığının korunmasına, her türlü metabolik, fizyolojik ve fiziksel faaliyetlerini yapabilmesine ve ruhsal açıdan mutlu olmasına yardımcı olmaktadır (Öztan 2005). Dünya genelindeki insanların; yaşamak, fiziksel ve mental gelişimlerini sağlamak için yeterli ve sağlıklı gıdaya erişimleri temel hak olarak görülmektedir (Erol 2007). Vücudun yapıtaşları olan protein, karbonhidrat, yağ, mineral maddeler ve vitaminlerin yeterince tüketilmesi dengeli beslenme demektir. Yetişkin bir kişinin günde yaklaşık 70 g kadar protein tüketmesi ve bu miktarın da en az yarısının hayvansal kökenli olması gerekmektedir; çünkü hayvansal kökenli proteinlerin bazı aminoasitleri elzem aminoasitler olarak isimlendirilmektedir (Öztan 2005). Yeterli, dengeli ve sağlıklı beslenme, hatta kişi başına düşen hayvansal protein miktarı gelişmişliğin göstergesi olarak değerlendirilmekte ve hayvansal protein tüketimi %40'ın üzerinde olan ülkeler gelişmiş ülke olarak kabul edilmektedir (Arslan 2002, Erol 2007). Kişi başına düşen hayvansal protein tüketim miktarı arttıkça gelişmişlik düzeyi de artmaktadır (Arslan 2002).

Beslenme alışkanlıklarındaki hızlı değişim, toplu gıda üretimi, uluslararası gıda ticaretinin artması sebeplerinden dolayı, patojen mikroorganizmalardan kaynaklı gıda zehirlenmeleri oranı son yıllarda artış göstermiştir ve bu patojen mikroorganizmalar insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedirler (Özbaş 2002). Sokakta satılan gıdalar, gelişmekte olan ülkelerdeki birçok kişinin yiyecek gereksinimlerinin karşılanmasında hayati bir rol oynamakta, tüketiciler tarafından satın alınabilirlik, erişilebilirlik, çeşitlilik ve benzersiz duyuşal özellikleri nedeniyle beğenilmektedir. Sokak gıda sektörü, girişimciler için düzenli bir gelir kaynağı olan iş fırsatları sunmaktadır ve gelişmekte olan ülkelerdeki yerel ve ulusal büyümeye önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Sokak satış yerlerinin gayri resmi niteliği nedeniyle, gıda güvenliğini sağlamak için satıcıların sayılarını ve uygulamalarını kontrol etmek kolay bir iş değildir. Sokakta satılan tüketime hazır etler, sağlık açısından çok tartışmalıdır (Shiningeni *et al.* 2019).

Amerika Birleşik Devletleri'nde Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (CDC), gıda kaynaklı hastalıkların yıllık olarak yaklaşık 76 milyon vaka olduğunu tahmin etmekte ve bunlardan 325.000'i hastaneye yatışla ve 5.000'i ölümlle sonuçlanmaktadır. Bunlardan yaklaşık 14 milyon gıda kaynaklı hastalık vakasından 60.854'i hastanede yatış ve 1.800'ü ölüm olmak üzere gıda kaynaklı bilinen patojenlerden kaynaklanmaktadır. İnsan hastalıklarının maliyeti, tıbbi giderler ve gıdaların en baskın olduğu altı patojenik bakteriyle ilgili verimlilik kayıplarının yıllık 2,9 ile 6,7 milyar dolar arasında olduğu tahmin edilmektedir. Gıda kaynaklı patojenler, gıda endüstrisi için önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yıllardır et endüstrisi, dünya tarihindeki en yüksek mali zararlı salgınların merkezi olmuştur (Ravichandran *et al.* 2011).

Et ve et ürünleri, gıda kaynaklı intoksikasyon ve enfeksiyonlarında önemli bir yer tutmaktadır. Et ve et ürünlerinde gelişebilen mikroorganizmaların bir kısmı farklı şekillerde doğrudan insan sağlığını etkilemeden bozulmalara neden olurken; diğer bir kısmı ise et ve et ürünlerinde herhangi bir bozulma oluşturmaksızın insanlarda intoksikasyon ve enfeksiyonlara neden olmaktadır. Özellikle; et ve et ürünlerinde potansiyel risk kaynağı olarak, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* O157:H7 ve *Salmonella* türleri kabul edilmektedir (Balpetek ve Gürbüz 2010).

Piyasada satılan et; kolay elde edilebilmesi, çeşitliliğinin fazla olması, lezzeti, biyolojik değerlerinin yüksek olması, insan beslenmesinde temel gıda maddesi olması sebeplerinden dolayı tercih edilmektedir. Gıda kaynaklı hastalıkların temel sebepleri patojen mikroorganizmalar ve bunların gıdada üreyen toksinleridir. Piyasada satılan etlerde elverişli muhafaza koşulları, işleme teknikleri, gıda işleme ve üretimine uygun ortamlar sağlanmadığı sürece gıda kaynaklı hastalıklar meydana gelebilmektedir.

Bu çalışmada Afyonkarahisar piyasasında satışa sunulan kıymalık sığır etlerinde *Salmonella* spp. ve *E. coli* O157:H7 varlığının araştırılması hedeflenmiştir. Piyasadaki et satış noktalarından; market, şarküteri ve kasap toplanan 50 adet kıymalık sığır eti örnekleri laboratuvar ortamında analiz edilmiştir. Mikrobiyolojik Kriterler

Yönetmeliği'ne göre; çiğ kırmızı ette 25 g-mL'de bulunmaması gereken *Salmonella* ve *E. coli* O157 patojen mikroorganizmaları için *Salmonella* spp. ve *E. coli* O157:H7 varlığı araştırılarak, piyasadaki etlerin mikrobiyolojik kaliteleri değeriendirilmiştir.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Kırmızı Et

Genel anlamda; belirli olgunluğa erişmiş sağlıklı hayvanlardan uygun teknikler kullanılarak elde edilen yenilebilir hayvansal dokulara et denilebilir (Arslan 2002). Et için birçok tanım olmakla birlikte en çok karşılaşılan tanımı; “et; kasaplık hayvanların iskelet kaslarından elde edilen bir gıda maddesidir.” dır. Reuter etin tanımını; “sıcakkanlı kasaplık hayvanların iskelet kasları ile bu kaslardan ayrılması mümkün olmayan kemik, bağ doku, sinir, kıkırdak, lenf damarları ve lenf düğümü, epitel doku, kan, damar karışımı olarak belirtmiştir (Öztan 2005).

Et başta kas dokusu olmak üzere; kemik, sinir, epitel ve bağ dokularını da içeriğinde bulunduran; birçok önemli vitaminlerin yanında anorganik maddeleri, azotlu besin maddelerini ve biyolojik değeri yüksek hayvansal proteinleri yapısında bulunduran önemli bir gıda kaynağıdır (Yıldız 2007). Yüksek biyolojik değeriyle sahip protein ile yağ, B12 ve diğer B grubu vitaminleri, demir, selenyum, fosfor gibi mineralleri içeren kırmızı etler; beslenme açısından önemli bir yere sahip olan değerli bir besin maddesidir (Durmuşoğlu 2018).

2.2 Kırmızı Etin Bileşimi

Et gerek içeriği gerekse de kimyasal yapısı bakımından hayvansal gıda maddeleri arasında komplike bir üründür. İşlem görmeden ya da işlenerek tüketilebilen et; biyolojik değerinin yüksek olması, B kompleks vitaminleri, çeşitli mineral maddeleri (Fe, P, Ca), eksojen amino asitleri, kollagen, glikojen gibi besin öğelerini içermesinden dolayı beslenmede temel gıda maddesi olma özelliğini taşımaktadır (Başkaya *et al.* 2004).

Et üretimi kolay, lezzetli, iştah açıcı olmasından dolayı beslenmede önemli rol almakta, mineral madde içeriği açısından bünyesinde demir (Fe) ve fosfat (P) bulundurmakta ve günlük beslenmede alınması gereken protein ihtiyacının %50'sinin hayvansal kökenli

olması önerilmektedir. Protein kaynağı olup; hayvansal proteinler (Jelatin hariç), esansiyel aminoasitleri yeterli miktarda içermektedir. Ayrıca A vitamini ve B grubu vitaminlerini de önemli miktarda içermektedir (Anonim 2016).

Etin başlıca bileşenleri; su, protein, yağ ve anorganik maddeler olmakla birlikte yapısında az oranda karbonhidrat, organik asitler, vitaminler ve enzimler, yüksek kalite protein, hayati öneme sahip B grubu vitaminleri ve bazı mineral maddeleri (özellikle demir) bulundurmasından dolayı beslenme hastalıklarını çabuk önleyen bir besindir (Ünsal 2007, Yıldız 2007). Besleyici özellikleri nedeni ile hayvansal proteinlerin değeri her geçen gün daha önem kazanmakla birlikte; hayvansal kaynaklı gıda ürünlerinin halk sağlığını olumsuz etkilememesi için istenilen kalitede ve kesim, depolanma, işleme, taşıma ve tüketim aşamalarında yapısal değeri bozulmadan uygun muhafaza koşullarının sağlanması oldukça önemlidir (Başkaya vd. 2004).

Et proteininin biyolojik değeri yüksek olup, biyolojik değer; 100 gram gıda proteininden kaç gram vücut proteini elde edildiğini ifade eder. Bazı ürünlerin biyolojik değerleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir (Anonim 2016).

$$\text{Biyolojik değer} =$$

$$(\text{organizmada alıkonan azot miktarı/sindirim kanalından emilen azot}) \times 100 \quad (2.1)$$

Sığır eti başta olmak üzere, et ve et ürünleri hayvansal proteinin temel kaynağıdır (Cankurt *et al.* 2010).

Çizelge 2.1 Bazı ürünlerin biyolojik değerleri (Anonim 2016).

Besin Maddeleri	Biyolojik Değer
Yumurta akı	100
Yumurta (tam)	95
Süt	85
Et (sığır)	75
Soya fasulyesi	75
Nohut	65
Mısır	50

2.3 Et Tazeliği ve Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Et tazeliği çeşitli şartlarla tanımlanabilir. Tüketici düzeyinde, tüketici taleplerini karşılamak için et tazeliği, ette yumuşaklık, renk, sululuk ve lezzetin kabul edilebilir organoleptik özelliklerine sahip olması olarak sınıflandırılabilir. Bilimsel olarak bu şartlar, kimyasal, mikrobiyolojik, duysal ve teknolojik özellikler olarak sınıflandırılabilir. Etin lezzeti ve buna bağlı olarak uçucu bileşimi, genellikle et tipi ve cinsi, depolama sıcaklığı ve yem bileşimi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Kesim öncesi işlemlere bağlı olarak hayvan stresinin (taşıma ve besleme alanı dinamiklerini içerebilir) ayrıca kas glikojen metabolizmasını etkilediği ve bu nedenle doğrudan lezzeti etkilemese de et tazeliğini azaltma riskini arttırdığı bilinmektedir. Buna karşılık, hayvanın yaşı et lezzetinde doğrudan bir rol oynamaz. Ayrıca düzenli ve modifiye edilmiş atmosferik ambalajlarda depolanan etler arasında çok az uçucu varyasyon olduğu görölmektedir. Sığır eti olarak, çiğ etle ilişkili olduğu tanımlanan 50'den fazla uçucu bileşiğin olduğu tespit edilmiştir. Bu uçucu bileşiklerin çoğu, özellikle alkan formunda, lipid fraksiyonunun otoksidasyonundan üretilir (Johnson *et al.* 2018).

2.4 Kırmızı Et Üretim Verileri

Dünya genelinde nüfusun artması ile birlikte gıda tüketim verilerinin arttığı, gıda üretim alanlarındaki nüfusun ise azaldığı gözlenmiştir (Erol 2007). Son 3 yılda Türkiye'deki kırmızı et üretim miktarları (ton) Çizelge 2.2.'de verilmiştir (TÜİK 2019).

Sığır eti, tüm dünyada et tüketiminde üçüncü sırada olup, et pazarının yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır (Cui *et al.* 2017).

Çizelge 2.2 Kırmızı et üretim miktarı (ton) (TÜİK 2019).

Kırmızı et	Yıl	Dönem 1	Dönem 2	Dönem 3	Dönem 4
Keçi Eti, Taze Veya Soğutulmuş	2015	7.804	7.468	10.449	8.269
	2016	9.272	4.197	11.391	6.151
	2017	5.719	8.329	14.370	9.107
	2018	4.511	3.041	4.167	1.884
	2015	18.090	24.653	27.499	29.779
Koyun Eti, Taze Veya Soğutulmuş	2016	20.747	22.745	23.519	15.474
	2017	18.668	22.276	33.081	26.033
	2018	27.053	27.337	28.539	17.902
	2015	71	201	24	30
	2016	60	198	28	65
Manda Ve Malak Karkasları, Yarım Veya Çeyrek Kemikli	2017	237	851	142	109
Karkasları, Taze Veya Soğutulmuş	2018	133	52	35	182
Sığır Veya Dana Karkasları, Yarım	2015	184.511	229.549	342.190	258.675
Veya Çeyrek Kemikli Karkasları,	2016	207.698	242.772	359.727	248.999
Taze Veya Soğutulmuş (Manda Ve	2017	207.779	229.227	290.395	260.080
Malak Hariç)	2018	221.617	235.901	306.638	239.703

*Dönem 1: Ocak, Şubat, Mart *Dönem 2: Nisan, Mayıs, Haziran *Dönem 3: Temmuz, Ağustos, Eylül

*Dönem 4: Ekim, Kasım, Aralık

2.5 Et Üretim Prosesi ve HACCP Uygulamaları

Gıda kalitesi, bugünkü tüketiciler ve literatürde ortaya çıkan çok sayıda seçkin çalışmanın da kanıtladığı gibi dünya genelinde gıda endüstrisi için, artan bir endişe kaynağıdır. Et ürünlerinde, gıda kalitesi güçlü kalite sistemi vasıtasıyla sağlanabilir. Kalite sistemi özellikle et ürünleri için çok önemlidir, küresel et tüketiminin 2030'da 2000 yılına göre %72 daha fazla olacağı öngörülmektedir (Johnson *et al.* 2018).

Et, kolay bozulabilen bir gıda maddesi olması ve sıklıkla gıda kaynaklı hastalıkların yayılabileceği araçları oluşturmamasından dolayı en riskli ürün grubunda yer almaktadır (Soyer 2000, Adams 2014). Et işleyen işletmelerde genellikle kesimhane, parçalama, paketleme ve ürün işleme alanları bulunmaktadır. Bu sebeplerle; bu işletmelerde üretilen et ve et ürünlerinin insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde üretilmesini zorunlu kılmaktadır (Soyer 2000).

Hastalıkla sonuçlanan ve kalite sürecindeki yetersizliklerden kaynaklanan zararın sağlık sistemleri ve toplumlar üzerinde belirgin ekonomik ve sosyal etkileri vardır. Bu sebeple

patojen salgınları da imalat açısından zararlıdır. Avustralya Gıda Standartlarına göre, 2008 ve 2017 yılları arasındaki süre zarfında tüm yiyecek geri çekmelerinin %22'sini oluşturan et ürünleri için 135 geri çağırma yapıldığı bildirilmiştir. Ayrıca, müşteri güvenini zayıflatıcı gıda geri çekmeleri yüksek ekonomik maliyet ile de ilişkilidir. Bu nedenle, tüketici güvenliğini garanti altına alabilmek ve geri çekmelerle ilgili maliyetleri önlemek için, et tazeliğine yönelik değerlendirme işlemlerinin her aşamada sağlam olması gerekir (Johnson *et al.* 2018).

HACCP sistemi, gıda endüstrisinde kullanılan temel stratejilerden biridir. Gıda güvenliğini sağlamak, gıda maddelerindeki standart dışı değişiklikleri önlemek ve gıda üretimini kontrol etmek için kullanılan sistematik bir faaliyet kümesidir. Sistem, sağlık tehlikelerinin oluşma ihtimalinin daha yüksek olduğu belirli üretim adımlarında kontrol uygulamalarının kullanılmasına dayanır (Barendsz 1988). Genel olarak, sistemin sağlık üzerinde olumsuz etkisi olmayan işlenmiş ürünler gibi tüketici talepleri ile ilgili hususlar da dahil olmak üzere hammaddeden nihai üründen gıda zincirinin tüm kademelerine uygulanması önerilir (De Oliveira *et al.* 2015). Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) sisteminin doğru uygulanmasının gıda güvenliğine olumlu etkileri ve faydaları olduğu çok iyi belgelenmiştir. Gıda endüstrisinde HACCP sistemi uygulaması, gıda üretiminde tehlike kontrolü bakış açısına hakim olma, anlama ve gerekliliklerini yerine getirme ile değer kazanmaktadır (Milios *et al.* 2017).

Tehlike Analizleri Kritik Kontrol Noktası (HACCP) sistemi, gıda güvenliğini sağlamak için yapılandırılmış, önleyici bir yaklaşımdır. HACCP, gıda üretimindeki potansiyel tehlikeleri tanımlamak, değerlendirmek ve bu tehlikeler için önleyici kontrol prosedürleri oluşturmak için bir araç sağlar. Etkili kontrol önlemlerinin tanımlanabileceği, uygulanabileceği ve izlenebileceği her önemli tehlike için kritik bir kontrol noktası (KKN) tanımlanır. Düzgün bir şekilde uygulanan bir HACCP sistemi artık uluslararası olarak gıda güvenliğini sağlamada etkili bir araç olarak tanınmaktadır. HACCP konsepti, yeni veya mevcut ürün ve işlemlere ve birincil üretimden tüketime gıda zinciri boyunca uygulanabilir. ISO 9000-2000 serisi gibi kalite yönetim sistemleri için mevcut standartlarla uyumludur ve HACCP prosedürleri bu tür sistemlere tam olarak entegre edilebilir. Yeni ISO 22000 gıda güvenliği standardı HACCP'yi resmen

bir kalite yönetim sistemi yapısı içerisinde entegre etmektedir. HACCP, Gıda Güvenliği için İngiliz Perakendeciler Birliği (BRC) Küresel Standardı'na tamamen entegredir ve bu sistemin “temel” şartlarından biridir (Fernandes 2009).

HACCP'nin gıda tedarik zincirinin tüm aşamalarında uygulanması dünya çapında aktif olarak teşvik edilmektedir ve genellikle gereklidir. Örneğin, Codex Alimentarius, "HACCP sistemlerinin uygulanmasının düzenleyici otoriteler tarafından denetlenmesine yardımcı olabilir ve gıda güvenliğine olan güveni artırarak uluslararası ticareti teşvik edebileceğini" beyan etmektedir. Birçok ülkede, tüm gıda işletmecileri için, gıda güvenliğini sağlama aracı olarak HACCP'ye dayanan bir tür tehlike analizi yapmaları için yasal bir zorunluluk vardır. Örneğin, Avrupa Birliği içerisinde, 852/2004 ve 853/2004 sayılı Yönetmelikler, Codex'e göre, tamamen işlevsel ve korunan bir HACCP sistemi gerektirmektedir (Fernandes 2009).

2.5.1 HACCP'in Amacı

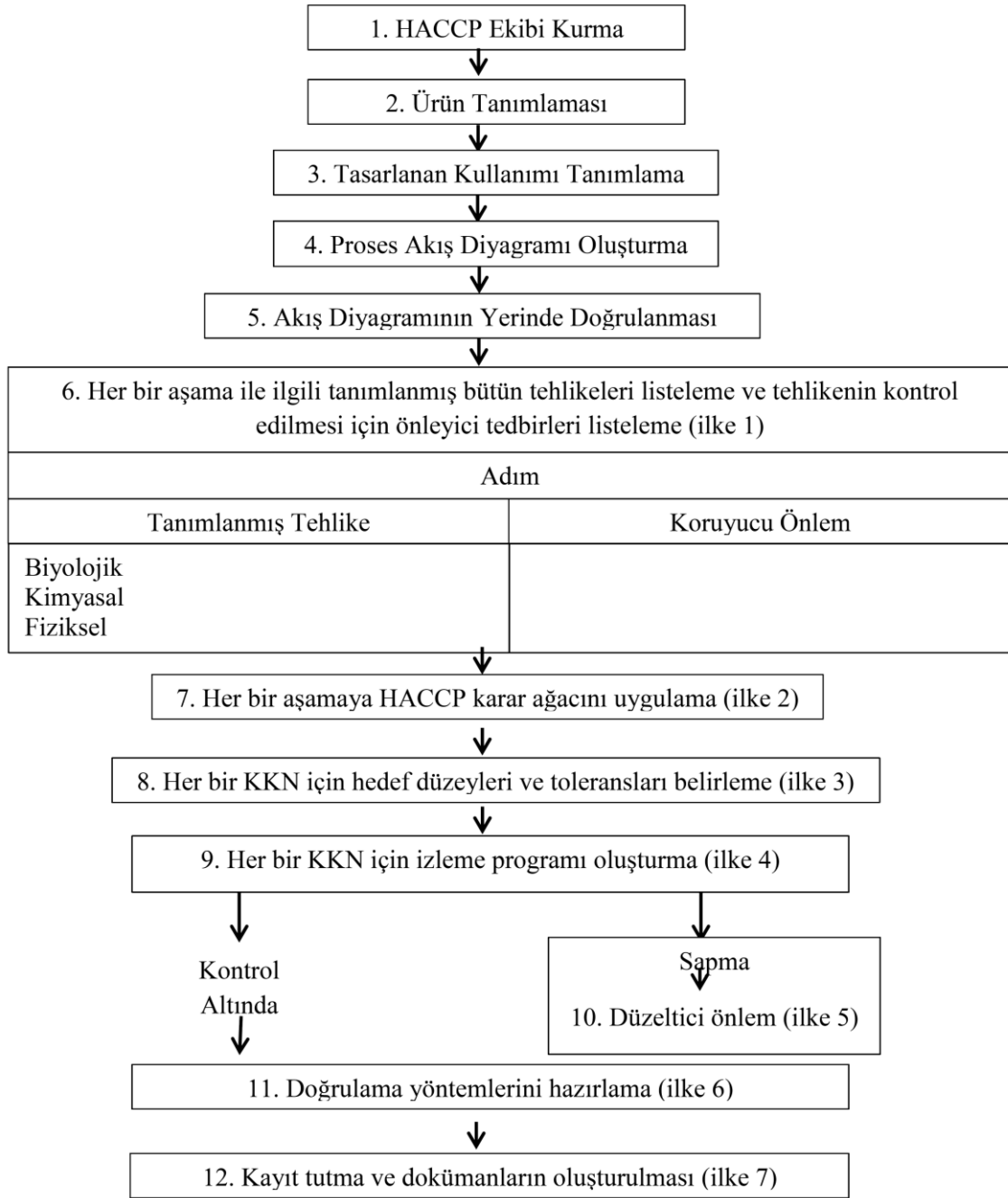
Son zamanlarda yeni bir konu olmasa da, gıda kaynaklı hastalıklar hem genel popülasyon için hem de sağlık sonuçları bakımından giderek büyük önem kazanmaktadır. Tedarik zinciri-demografik durum, yaşam tarzı, sağlık sistemi altyapısı ve her ülkenin çevresel koşullarıyla ilgili faktörler, yaygınlığını etkiler ve bu hastalıkların sıklığını ve sonuçlarını artırır. Bütün bu gerçekler göz önüne alındığında HACCP, gıda endüstrisinde modern kalite yönetiminde önemli bir araçtır; ürünün bütünlüğünü sağlar, gıda kaynaklı hastalıkları önler ve tüketicinin sağlığını korur. Bununla birlikte, HACCP, ancak ilkeleri gıda üretimi zincirinin tüm aşamalarında doğru ve yaygın bir şekilde uygulandığında geçerli olacaktır. Son yıllarda dünyada gıda kaynaklı hastalık sıklığının artmasının nedenlerinden bazıları, özellikle küçük şirketlerde HACCP'nin eksik uygulanması veya sınırlı uygulanması, nihai tüketici hakkında bilgi eksikliği, yetersiz yiyecek işleme uygulamalarının sürdürülmesidir ve sonuçta, gıda kaynaklı hastalık salgınlığının çoğunun görüldüğü gelişmekte olan ülkelerde düşük HACCP oranları bulunmaktadır (De Oliveira *et al.* 2015).

2.5.2 HACCP Çalışmasının Aşamaları

HACCP'nin uygulanmasına ilişkin mantık sistemi, yedi ilkeden önce başlayan sistemin uygulanışı aşağıdaki şekilde ilerlediği gibi şunları içermektedir ve HACCP sistemi aşağıdaki yedi temel ilkeden oluşur:

1. Bir tehlike analizinin oluşturulması.
2. KKN'lerin belirlenmesi.
3. Kritik limitlerin belirlenmesi.
4. KKN'lerin kontrolünü izlemek için bir sistem kurulması.
5. İzleme sonucu bir KKN'nin kontrol altında olmadığını gösterdiğinde yapılması gereken düzeltici eylemin oluşturulması.
6. HACCP sisteminin etkin şekilde çalıştığını doğrulamak için prosedürlerin oluşturulması.
7. Bu ilkelere ve uygulamalarına uygun olan tüm prosedür ve kayıtlarla ilgili belgelerin oluşturulması.

Codex Alimentarius tarafından HACCP ilkelerinin pratik uygulamasına yedi ilkenin 12 aşamalı bir uygulama sırasına bölünmesiyle yaklaşılmaları önerilmektedir. Şekil 2.1 bu konuda 12 aşamalı uygulama sırasını gösteren bir akış şemasıdır. (Gill 1998, Fernandes 2009, De Oliveira *et al.* 2015).



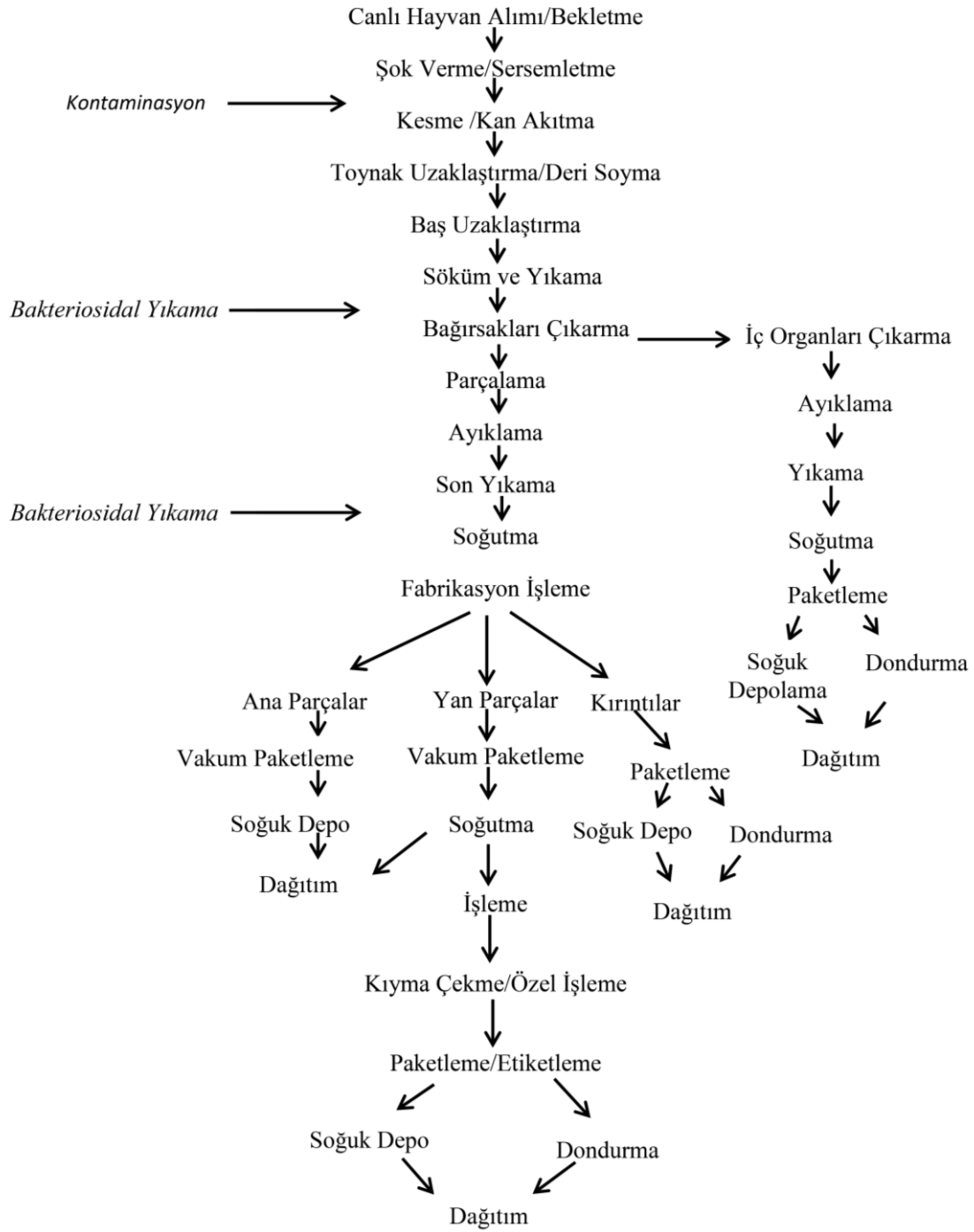
Şekil 2.1 HACCP uygulama sırası (Soyer 2000).

2.5.3 Et Üretim Prosesi ve Kontaminasyon Noktaları

Akış şeması HACCP ekibi tarafından oluşturulmalı ve çalışmanın ilerlemesi için yeterli teknik veri içermelidir. Hammaddeden son ürüne kadar üretim sürecindeki tüm adımların doğru bir sunumunu sağlamalıdır. Fabrika ve ekipman yerleşiminin ayrıntılarını, bileşen spesifikasyonlarını, ekipman tasarımının özelliklerini, zaman /

sıcaklık verilerini, temizlik ve hijyen prosedürlerini ve depolama koşullarını içerebilir. İdeal olarak, bir kez belirlendiğinde KKN adımlarının detaylarını da içermelidir. Birçok et işleme hattının akış şemaları vardır. Şekil 2.2’de sığır kesim ve işleme aşamalarını gösteren akış şeması yer almaktadır. Bunlar, yıkama, tahliye, soğutma ve paketlenme gibi basamakları içerebilir. Akış şemalarında, ürünün akışı ve yeniden kontamine olma olasılıkları her zaman açık değildir. Pompa, boru, vana, soğutma tankları, taşıma bantları, havalandırma ve temizleme sistemleri, et ürünlerinin güvenli bir şekilde üretilmesini zorlaştırabilir (Soyer 2000, Fernandes 2009). Şekil 2.2’de sığır kesimi, işleme ve paketlenme proses şeması ve patojen kontaminasyonu olabilecek noktalar gösterilmiştir (Soyer 2000).

HACCP ekibi, üretim sürecinde her adımda ortaya çıkması beklenen tüm tehlikeleri listelemelidir. Ekip daha sonra hangi tehlikelerin ortadan kaldırılması veya kabul edilebilir bir seviyeye düşürülmesinin güvenli gıda üretimi için gerekli olduğu türünden bir tehlike analizi yapmalıdır (Fernandes 2009). Üretim prosesinde meydana gelebilecek fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik tehlikelerin ilgili proses aşamasında tanımlanarak, tehlikelerin kategorilerinin belirlenmesi ve alınabilecek önlemlerin değerlendirilmesi kapsamını içeren bir analiz hazırlanmalıdır (Soyer 2000).



Şekil 2.2 Sığır kesimi, fabrikasyon işleme ve paketleme akış diyagramı (Soyer 2000).

*İtalik yazılar, patojen kontaminasyonu olabilecek aşamaları göstermektedir.

İlk adım, hangi tehlikelerin hammadde, yani çiğ et ile ilişkili olduğunu belirlemektir. Mikrobiyolojik tehlikeler temel olarak bakterilerden oluşur ve *Salmonella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli* O157: H7, *Yersinia enterocolitica* ve *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens* ve *Bacillus cereus* gibi spor oluşturan patojenleri

içerir (Fernandes 2009). Çizelge 2.3'te çiğ kırmızı etlerde ve tavuk etlerinde potansiyel tehlikeli patojen mikroorganizmalar gösterilmiştir (Soyer 2000).

Çizelge 2.3 Çiğ kırmızı etlerde ve tavuk etlerinde tehlikeli patojen mikroorganizmalar (Soyer 2000).

Et	Patojen Organizma
Kümes Hayvanları Etleri	<i>Salmonella</i>
	<i>Campylobacter jejuni</i>
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>C. perfringens</i>
	<i>C. botulinum</i>
Sığır Eti	<i>Salmonella</i>
	<i>Escherichia coli</i> 0157:H7
	<i>L. monocytogenes</i>
	<i>C. perfringens</i>
	<i>C. botulinum</i>

Etteki kimyasal kontamine maddeler, kontamine yem tüketiminden (hormonlar, böcek ilaçları), veteriner tedavisinden (antibiyotikler) veya çevre kirliliğine (kurşun, radyoaktif elementler) maruz kalmaktan kaynaklanabilir. Bu tehlikelerin kontrolü çiftlikte yapılmalıdır ve bu, HACCP ekibinde tarım sektörünün temsil edilmesinin önemini göstermektedir. İyi tarım uygulamaları, hayvan hastalıklarını kontrol etmenin ana yoludur. Hayvanları mezbahaya taşıma ve kesimden önce ağıllarda tutma, enfeksiyonun hayvandan hayvana yayılmasına neden olabilir. Bu nedenle, iyi sağlık önlemleri almak gerekir ve hayvanların mümkün olduğunca kısa bir süre tutulması tercih edilmelidir. Kesimde kullanılan yöntemler ve kesim sırasında ortaya çıkan çevresel koşullar etin mikroorganizmalarla kontamine olmasına neden olabilir. Bıçakların ve ekipmanın uygun şekilde kullanılması (örneğin hayvanlar arasında bıçakların temizlenmesi), çalışanların mikrobiyal kontrole izin veren bir tesis düzenine sahip olması, her bir görevi yerine getirmesi için yeterli çalışma alanı ve zamanın sağlanması da dahil olmak üzere bu kontaminasyonu en aza indirmek için çeşitli önlemler alınabilir. Kolayca temizlenebilir teçhizat ve organizmaları azaltan veya tahrip eden prosedürlerin kullanılması (yani teçhizata veya mutfak eşyalarına organik asitlerin püskürtülmesi veya buhar kullanılması). Et işleme tesisinin ortamı da bir tehlike kaynağı olabilir. Kirlenme ihtimallerinin farkında olmak önemlidir. Bununla birlikte, üretim teknolojileri geniş çapta değiştiğinden, potansiyel mikrobiyolojik tehlikeler

üründen ürüne değişir. Et ürünlerinde kullanılan çiğ et dışındaki malzemeler de incelenmelidir. Bunlar su, başlangıç kültürleri, tuz, baharatlar, koruyucular ve jelatin olabilir. Bu bileşenlerin kalitesi nihai ürünü etkileyebilir; örneğin, bir etli böreğe jelatin eklenmesi *Salmonella* türleri ile kirlenme riskini taşır ve dolayısıyla jelatin kullanılmadan önce 90 °C'ye ısıtılmalıdır. Metal, kemik, plastik, ahşap veya cam gibi fiziksel tehlikelerin varlığı olasılığı da vardır. Bu tehlikeler, hammadde ve işleme koşulları yoluyla ürüne girişlerini en aza indirerek kontrol edilir. Gıda güvenliği için kontrolün gerekli olduğu, ancak o aşamada hiçbir kontrolün bulunmadığı önemli bir tehlike tespit edilmişse, işlem bir kontrol önlemi içerecek şekilde değiştirilmelidir (Fernandes 2009).

2.6 Et Hijyeni ve Halk Sağlığı Açısından Önemi

Son 25 yılda, gıda kaynaklı enfeksiyonların küresel görülme sıklığı, nüfusun yaklaşık dörtte biri yüksek hastalık riski altındayken belirgin şekilde artmıştır. Dünya Sağlık Örgütü, gıda ve su kaynaklı ishal hastalıklarının birlikte yılda yaklaşık 2,2 milyon kişiyi öldürdüğünü tahmin etmektedir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi'ne (CDC) göre, dünya genelinde her yıl milyonlarca hastalık gıda kaynaklı patojenlere dayandırılabilir (Ahmed and Shimamoto 2014).

Fleetwood ve meslektaşları tarafından önerildiği gibi gıda kaynaklı hastalıkların ortaya çıkabileceği dört ana yol, gıda hijyeni kontrolündeki başarısızlıklar, mikrobiyota varlığı, patojenlerin varlığı ve insan faktörüdür (Johnson *et al.* 2018).

Mikrobiyal gıda güvenliği ve gıda kaynaklı patojenler dünya çapında artan önemli bir halk sağlığı sorunudur (Zhao *et al.* 2001, Kawasaki *et al.* 2005). Son yıllarda, gıda kaynaklı patojenik mikroorganizmaların neden olduğu gıda güvenliği sorunları yılda 350 binden fazla ölüme yol açmıştır. İnsan sağlığına ciddi zararlar veren ve binlerce insanın hastalığına yol açan, tüm dünyaya geniş ölçüde yayılmış ve her yıl çok büyük ekonomik kayıplara yol açan gıda kaynaklı patojenik bakteriler gıda güvenliğini sağlamada birincil risktir (Hu *et al.* 2018). Son zamanlarda, ABD'de Gıda Hastalıkları Aktif Gözetim Ağı (FoodNet), çoğunlukla gıda yoluyla bulaşan seçilmiş patojenlerin

neden olduğu tüm enfeksiyonlara karşı 10 ABD bölgesinde gözetim gerçekleştirmiştir. Sorumlu tutulan yiyecekler arasında çoğunlukla et ve süt ürünleri, yumurta, balık ve çiğ sebzeler bulunur (Ahmed and Shimamoto 2014).

Salmonella, *Listeria monocytogenes* ve *E. coli* O157: H7, başlıca gıda kaynaklı patojenler olarak kabul edilir (Kawasaki *et al.* 2005). Bu nedenle gıdaların patojenler yönünden yapılan mikrobiyolojik analizlerinde *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157:H7 ve *Staphylococcus aureus* üzerinde daha fazla durulmaktadır (Telli 2006).

Patojenler genellikle doğal mikrofloranın arka planında çok düşük miktarlarda bulunur, bu nedenle hedef organizmaların geri kazanılmasını zorlaştırır (Kawasaki *et al.* 2005).

İnsanlarda en önemli enfeksiyon kaynakları arasında, kesim sırasında sığır dışkısı ile kontamine olmuş ve yeterince pişirilmeden tüketilen etler yer almaktadır. Diğer enfeksiyon kaynakları arasında ise; dışkıyla bulaşma olan meyve sebze, meyve suları, içme ve kullanma su kaynakları, pastörize edilmemiş çiğ süt ve süt ürünleri, kanatlı eti, kuzu eti, domuz eti ve bunların ürünleri ile deniz ürünlerinin olduğu bilinmektedir (Sağlam ve Şeker 2016).

E. coli O157: H7 ve *Salmonella*'nın neden olduğu salgınlarla çeşitli et ürünleri ilişkilendirilmiştir (Wang *et al.* 2007). ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri'nin (CDC) bir raporuna göre, *Salmonella* spp. ve *E. coli* O157: H7'nin neden olduğu gıda kaynaklı hastalıklar, Kanada'daki vakaların %33'ünü, Finlandiya ve Macaristan gibi bazı Avrupa ülkelerindeki vakaların yaklaşık %50'sini oluşturmuştur (Hu *et al.* 2018).

E. coli O157: H7 ve *Salmonella*, sığırlar tarafından taşınan ve üretim prosesi sırasında sığır etine kontamine olabilen insan patojenleridir (Barkocy-Gallagher *et al.* 2002). Karkas kontaminasyonu, sığır derileri ve tesis içi işlemlerin uygulamaları ve yöntemlerinden gelen bakteri yükünün bir fonksiyonudur (Rivera-Betancourt *et al.* 2004). Kesim sırasında, patojenik bakteriler karkası kirletebilir ve kirlenmiş et kesme ekipmanı yoluyla bir bütün et ürününe dağıtılabılır (Wang *et al.* 2007). Sığır eti ürünleri

bir kere patojenik bakterilerle kontamine olduğunda, bakteriler ötrofik koşullar altında hızla çoğalacaktır (Cui *et al.* 2017).

E. coli O157: H7 ve *Salmonella spp.* çiğ ve işlenmiş et ve kümes hayvanı ürünlerini kontamine edebilecek, tüketilmeden önce ürünler uygun şekilde işlenmediği ve pişirilmediği takdirde potansiyel olarak gıda kaynaklı enfeksiyonlara yol açabilecek önemli gıda kaynaklı patojenlerdir (Huang *et al.* 2019). Her ne kadar kapsamlı pişirme çoğu patojeni öldürse de, pişmiş et işleme sırasında gıda işleyicileri veya çevreye yayılan bakteriler tarafından tekrar kirlenebilir (Wang *et al.* 2007).

Salmonella, uzun zamandan beri önemli gıda kaynaklı patojenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Salmonelloz görülme sıklığı önemli ölçüde artmaktadır. Enfekte hayvanlar veya onların süt, diğer süt ürünleri, çiğ etler ve yumurtalar gibi ürünleri, insanlarda salmonelloz için ana bulaşma yollarıdır. Enterohemorajik *E. coli* O157: H7, ağırlıklı olarak hemorajik kolit ve hemolitik üremik sendrom gibi daha ciddi komplikasyonlarla ilişkili olan önemli bir insan patojenidir. Her ne kadar *E. coli* O157: H7'nin insandan insana geçişi ispat edilmiş olsa da, çoğu enfeksiyonlar kontamine kıyma, süt, su ve süt ürünlerinin tüketimi ile ilişkilendirilmiştir. Gıdalarda, gıda kaynaklarında ve gıda işleme tesislerinde bu patojen bakterilerin tanımlanması için güvenilir tespit teknikleri ön koşuldur (Kawasaki *et al.* 2005).

Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl yaklaşık 76 milyon gıda kaynaklı hastalık olduğu tahmin edilmektedir. Bu hastalıkların çoğu teşhis edilememekte ve bu nedenle rapor edilememekle birlikte, yaklaşık 325.000 vaka hastaneye yatışla sonuçlanmakta ve 5.000 vaka ölümcül olmaktadır. Yaklaşık 2,4 milyon vaka *Campylobacter spp.*'den, 1,4 milyon vaka nontifoidal *Salmonella* serovarlarından, 270.000 vaka ise *E. coli* O157: H7 gibi patojenik *E. coli*'den kaynaklanmaktadır. Bu patojenler genellikle hafif-orta derecede kendini sınırlayan gastroenterite neden olsa da, daha ciddi vakalarla sonuçlanabilen invaziv hastalıklar ve komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Sistemik salmonelloz enfeksiyonları hayati tehlike oluşturabilir ve Shiga toksin üreten *E. coli* (STEC) özellikle *E. coli* O157: H7, kanlı ishal ve hemolitik üremik sendroma neden olabilir (Zhao *et al.* 2001).

Gıda endüstrisindeki et ve kümes hayvanı ürünlerinde, ısıtma işlemi, gıda güvenliğini sağlamak ve raf ömrünü uzatmak için patojenik ve gıdada bozulma yapan mikroorganizmaların etkisizleştirilmesinde kullanılan en etkili yöntemlerden biridir. Et ve kümes hayvanı ürünlerinde istenmeyen mikroorganizmaları etkisiz hale getirmek için buhar, sıcak su, kızılötesi, radyofrekans ve mikrodalga gibi bir dizi ısıtma yöntemi kullanılabilir. Mikroorganizmaların ısıya direncine bağlı olarak, azami besin kalitesi ve duysal kaliteyi koruyarak, gıda güvenliğini sağlamak ve et ve kümes hayvanı ürünlerinin raf ömrünü uzatmak için ısıtma sıcaklığı ve işlem süresi ayarlanmalıdır. Ürünler genellikle belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır, hedef mikroorganizma için ölümcül olan sıcaklığa ulaşıldığında, bu sıcaklıkta belirli bir süre tutulur ve ısıtma işleminin planlaması, bir ürünün hedef mikroorganizmanın ısıtma direnci ile belirlenir. Mikroorganizmaların ısıya direnci genellikle, ısıtma işlemine maruz kaldıklarında hayatta kalmalarını incelemek için kinetik analizlerle değerlendirilir. Çoğu mikroorganizmanın termal olarak etkisizleştirilmesi genellikle birinci derece kinetiği izler ve termal direnç çoğu zaman D ve z değerleri ile tarif edilir. İzotermal koşullar altında, termal inaktivasyon işlemi, aşağıdaki gibi ifade edilen doğrusal bir denklem ile tanımlanabilir (Huang *et al.* 2019).

$$\log(N) = \log(N_0) - \frac{t}{D} \quad (2.2)$$

Denklem 2.2’de, $\log(N_0)$, bir ürünün başlangıç bakteri sayısının logaritmasıdır (10 tabanlı); $\log(N)$, sabit bir T sıcaklıkta ısıtma süresi olan t zamanda hayatta kalan bakteri sayısının logaritmasıdır. D, ondalık azaltma süresi veya izotermal koşul altındaki bir popülasyondaki bir mikroorganizmanın %90’ını öldürmek için gereken zamandır (Huang *et al.* 2019).

$$\log(D) = \log(D_0) - \frac{T}{z} \quad (2.3)$$

Denklem 2.3’de z, ısıtma işlemi sırasında ondalık azalma süresinde (D) %90’lık bir azalmaya neden olmak için gereken sıcaklık artışıdır ve sıcaklığa duyarlılık için bir göstergedir. Denklem 2.2 ile birlikte denklem 2.3 modern çağda ısıtma işlemi için kinetik analizin temelini oluşturur. Her iki denklemde de, söz konusu patojeni etkin bir şekilde

ortadan kaldırmak ve özel bir gıdada hedef mikroorganizmaya karşı etkinliğini değerlendirmek için bir termal işlem tasarlanabilir. Çeşitli et ve kümes hayvanı ürünlerinde *E. coli* O157: H7, *L. monocytogenes* ve *Salmonella* spp. gibi gıda kaynaklı patojenlerin termal direncini belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır (Huang *et al.* 2019).

D ve z değerleri ile gösterilen bir mikroorganizmanın ısı direnci, hem iç hem de dış etkenlerin yanı sıra ısıtma süresi ve sıcaklığı, bakteri tipleri ve suşları, yağ içerikleri, nem (veya su aktivitesi), pH ve antimikrobiyal varlığı gibi faktörlerden etkilenir. Çoğu durumda, literatürde bildirilen termal direnç parametreleri (D ve z değerleri) bir çalışmadan diğerine değişmektedir. Değişimler, literatürdeki D ve z değerlerinin, termal proses geliştirme ve değerlendirme sırasında farklı yiyeceklere doğrudan uygulanmasını zorlaştırır. Et ve kümes hayvanı ürünlerindeki birçok faktör arasında, yağ, mikroorganizmaların termal direncini etkileyen en bilinen faktörlerden biridir. Et ve kümes hayvanı ürünleri, çeşitli miktarlarda doğal olarak oluşan ve kasıtlı olarak ilave edilen lipid ve yağ içerebilir, bu da mikroorganizmalara koruyucu bir etki sağlayabilir ve daha yüksek ısıtma sıcaklıklarında veya daha uzun ısıtma sürelerinde kalmalarını sağlar (Huang *et al.* 2019).

2.7 Etin Kontaminasyonu ve Patojen Mikroorganizmalar

Gıda kaynaklı patojenler; devam eden salgınlar, yeni patojenlerin ortaya çıkması ve buna bağlı ölümlerden dolayı önemli bir halk sağlığı sorunudur. Gıda kaynaklı patojenler arasında *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes* ve Shiga-toksin üreten *Escherichia coli*, yeni salgınların ve hastaneye yatışların çoğundan sorumludur (Ohk and Bhunia 2013).

Zoonotik enterik patojenik bakteriler, bağırsakta asemptomatik olarak bulunan ve tüketiciler için tehdit oluşturan et hayvanlarının gastrointestinal mikrobiyomlarını kolonize edebilir (Callaway *et al.* 2014). Genellikle çiğ etle ilişkilendirilen 40'ın üzerinde bakteri cinsi vardır. Bununla birlikte, etin kontaminasyonunda en yaygın etiyolojik bakteriler *Escherichia*, *Clostridium*, *Salmonella*, *Staphylococcus* ve

Listeria'dır (Johnson *et al.* 2018).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, gıda kaynaklı patojenlerin yıllık 7 milyon hastalığa ve yılda 9.000 ölüme neden olduğu ve bunun sonucunda altı milyar dolarlık ekonomik bir kayıp olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca, bakteriyel patojenler, gıda kaynaklı bulaşmaya bağlı hastaneye yatışların %60'ını ve gıda kaynaklı ölümlerin tahmini %67'sini oluşturur. Mead vd. (1999)'e göre gıda kaynaklı ölümlerin tahmini %90'ının *Salmonella* (%31), *Listeria monocytogenes* (%28), *Toxoplasma* (%21), Norwalk benzeri virüsler (%7), *Campylobacter* (%5) ve *Escherichia coli* O157: H7 (%3) patojenlerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir (Rivera-Betancourt *et al.* 2004, Li *et al.* 2015).

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği Ek-1 (Çizelge 2.4) de yer alan gıda ürünlerinde gelişebilen mikroorganizmalar ve limitleri referans metodlar ile verilmiştir.

Çizelge 2.4 Et için gıda güvenirliliği kriterleri (Anonim 2011).

Gıda	Mikroorganizmalar/ toksinler/ metabolitler	Limitler	Referans metot
Et ve et ürünleri			
Kıyma	Aerobik koloni sayısı	5x10 ⁵ 5x10 ⁶	ISO 4833
	<i>Salmonella</i>	0/25 g-mL	EN/ISO 6579
	<i>E. coli</i> O157	0/25 g-mL	ISO 16654
Çiğ kırmızı et ve hazırlanmış kırmızı et karışımları	<i>Salmonella</i>	0/25 g-mL	EN/ISO 6579
	<i>E. coli</i> O157	0/25 g-mL	ISO 16654
Çiğ kanatlı eti ve hazırlanmış kanatlı eti karışımları	<i>Salmonella</i> Typhimurium <i>Salmonella</i> Enteritidis	25 g-veya mL'de bulunmayacak	EN/ISO 6579
Mekanik olarak ayrılmış kırmızı et ve mekanik olarak ayrılmış kanatlı eti (MAE)	Aerobik koloni sayısı	5x10 ⁵ 5x10 ⁶	ISO 4833
	<i>Salmonella</i>	0/25 g-mL	EN/ISO 6579
	<i>E. coli</i> O157	0/25 g-mL	ISO 16654

Campylobacter, *Salmonella* ve patojenik *E. coli*'nin hepsi, özellikle insan tüketimi için yetiştirilen hayvanlar olmak üzere, çok çeşitli vahşi ve evcil hayvanların gastrointestinal

sistemlerinde kolonize olur. Bu patojenlerle gıda kontaminasyonu, üretim, işleme, dağıtım, perakende satış ve ambalajlama veya hazırlık da dahil olmak üzere besin zinciri boyunca birçok aşamada meydana gelebilir. Çok sayıda epidemiyolojik rapor, hayvansal kaynaklı gıdaları; gıda kaynaklı patojenlerin neden olduğu hastalıklarla ilişkili ana kaynaklar olarak göstermiştir. Kontamine çiğ veya az pişmiş kümes hayvanları etleri ve kırmızı etler, gıda kaynaklı bu patojenlerin bulaşmasında özellikle önemlidir. *Campylobacter*, *Salmonella* ve STEC ile insan enfeksiyonlarının diğer kaynakları arasında kontamine ürünler, çiftlik hayvanları ve evcil hayvanlar ile temas yer almaktadır (Zhao *et al.* 2001).

Dünya çapındaki çalışmalar *Campylobacter*, *Salmonella* ve *E. coli*'nin genellikle taze et ve kümes hayvanlarında bulunduğunu göstermiştir (Zhao *et al.* 2001). Sığır eti ve ürünleri, onları mikroorganizmaların "doğal ortamı" yapan bol miktarda protein, lipid ve uygun nem içeriğine sahiptir (Cui *et al.* 2017).

İki ana gıda kaynaklı bakteriyel patojen olan *E. coli* O157: H7 ve *Salmonella*, hayvan rezervuarıdır ve et ve et ürünlerinin kontaminasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Bu patojenler, deri yüzme, sağlıklı hayvanların bağırsak sistemi ve ortam ile ilişkilendirilmiştir. Son çalışmalar, derilerin yüzülmesi sırasında potansiyel dolaylı bir karkas kontaminasyon kaynağı olarak işlev gören, yüksek oranda *E. coli* O157: H7 ve *Salmonella* prevalansını göstermiştir. Genel olarak, karkasların kas yüzeyleri sterildir ve kontaminasyon, deri yüzme ve kesim işlemleri sırasında mikrobiyal bulaşma sonrası meydana gelir. Kesim sırasında tesis içi karkas mikrobiyal kontaminasyon kaynakları; işlem uygulamaları, kesim tesisi imkanları ve tesis personeli ile ilgili olanları içerir (Rivera-Betancourt *et al.* 2004, Vardaka *et al.* 2016).

Çiğ et ürünlerinin insan patojenleri tarafından mikrobiyal kontaminasyonu, bir dizi işleme öncesi, işleme sırasında ve işleme sonrası işlemlerin bir sonucu olabilir (Wang *et al.* 2007). Taze karkaslardaki bakteri yoğunluğu, işleme aşamasının sonunda Avustralya sığır karkasına *Salmonella* ve *Escherichia*'nın (özellikle *E. coli*) sırasıyla yaklaşık olarak %0,34 ve %14,8 oranlarında kontamine olduğu bulunan bir çalışmada belirtildiği gibi alışılmamış bir durum değildir (Johnson *et al.* 2018).

Gıda kaynaklarının enterohemorajik *Escherichia coli* O157 (EHEC O157) ve *Salmonella* spp. kontaminasyonu üzerinde kamuoyu ilgisindeki artış, gıda güvenliği konusundaki toplum kaygılarını arttırmıştır (Barham *et al.* 2002). *Salmonella* ve Shiga toksini üreten *Escherichia coli* (STEC; O157: H7 gibi) Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda yaklaşık 15 milyar dolardan fazla bir maliyetle 1,6 milyon insanı enfekte etmektedir. Bu insan patojenleri, doğrudan kontamine olmuş yiyecekler yoluyla veya dolaylı olarak su ve kontamine olmuş ürünler gibi alternatif bulaşma yolları aracılığıyla bulaşabilir (Callaway *et al.* 2014). Örnek olarak *Salmonella* spp. ve *Escherichia coli* O157: H7; zatürree, psödomembranoz kolit, sepsis, diğer pürülan hastalıkları ve bakteriyel besin zehirlenmelerini tetikleyebilen zoonotik gıda kaynaklı patojenlerdir. Böylece, *Salmonella* spp. ve *E. coli* O157: H7, gizli gıda güvenliği riskleri yaratmıştır (Hu *et al.* 2018).

Et ve süt ürünlerinde gıda kaynaklı patojenlerin görülme sıklığını izlemek için gelişmiş ülkelerde ülke çapında birçok araştırma yapılmıştır. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkelerde gıda kaynaklı patojenlerin görülme sıklığı büyük ölçüde bilinmemektedir (Ahmed and Shimamoto 2014). Gıda kaynaklı enfeksiyonları azaltmak için, yüksek riskli ürünler, insan tüketimi için satılmadan önce test edilmelidir (Ohk and Bhunia 2013). Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kesim tesisleri, karkas kontaminasyonu riski taşıyan işlem aşamalarına müdahale ederek gıda kaynaklı hastalık riskini azaltmayı planlayan Tehlike Analizi Kritik Kontrol Noktaları geliştirmiştir. Bu planlar, gıda kaynaklı patojenler için kontrol programlarının etkinliğini değerlendirebilmede yeterli mikrobiyolojik verileri zorunlu kılmaktadır (Rivera-Betancourt *et al.* 2004).

2.7.1 *Salmonella* spp.

Salmonella türleri Enterobacteriaceae familyasında yer alan gram-negatif çubuk şeklinde, spor oluşturmayan, *S. Pullorum* ve *S. Gallinarum* dışında peritrik flagellaları (0.5-0.7x1.0-3.0 µm.) ile hareketli, fakültatif anaerob, katalaz pozitif, oksidaz negatif özellikle bakterilerdir. Genel olarak birçok karbondhidratı fermente ederek asit ve gaz oluşturur, sitratı karbon kaynağı olarak kullanır; ancak laktozu ve sakkarozu fermente

etmezler. *Salmonella*'lar H_2S oluşturur, nitratı nitrite indirger, indol ve üreaz negatiftir. *Salmonella*'lar mezofilik bakteriler olup, 35-37 °C aralığında üremeyi tercih ederler, ancak 5,8 ile 47 °C arasında geniş bir sıcaklık aralığında üreme yeteneğine sahiptirler. Spor oluşturmamalarından dolayı pastörizasyon ve eşdeğerindeki ısısal işlemlere karşı dayanıksızdırlar. Bazı suşlar dayanıklıdır. Isı işlemine duyarlı olup, D65 °C değeri (desimal indirgenme süresi; decimal reduction time) 0.02-0.25 dakika arasındadır. Geniş sıcaklık aralığında üreyebilmesi, *Salmonella*'ya üremek için birçok fırsat sağlar. Neyse ki üremesi için uygun sıcaklıktan daha fazlasına ihtiyacı vardır. Bunun yanında ayrıca, kuvvetli asidik hafif bazik olan 4.0 ile 9.5 pH aralığına da ihtiyaç duyar. Optimum büyüme, bazik veya asidik olmayan, yani nötr olan 6.5-7.5'lik bir pH'ta gerçekleşir. Ayrıca çoğu *Salmonella* serotipi gıdalarda 0.94-0.99 arasındaki su aktivitesi değerlerinde çoğalabilmekte ve %8 tuz konsantrasyonunda canlılığını koruyabilmektedir. *Salmonella* serotipleri somatik (O), flagellar (H) ve kapsüller (K veya Vi) antijen tiplendirmesine bağlı olarak belirlenirler. *Salmonella* ayrıca büyümesi ve bölünmesi için karşılanması gereken beslenme gereksinimlerine de ihtiyaç duymaktadır. Örneğin, *Salmonella*'nın insan vücudunda kolayca bulunabilen glikoza (bir şeker) ihtiyacı vardır. Laboratuvarında, genellikle *Salmonella*'nın tipik olarak yetiştirildiği besiyerinin parçası olan üç ana besin maddesi vardır: oldukça besleyici olan maya (ekmekte hacim artışı sağlamak için kullanılan madde gibi) ekstrakt, sütte bulunan bir protein olan tripton ve sofra tuzu olarak da bilinen sodyum klorür (NaCl). *Salmonella* büyümek için oksijene ihtiyaç duymadan yavaş oranda büyümesine rağmen, oksijeni tercih etmektedir. *Salmonella* nın ihtiyacı olan uygun sıcaklık, pH ve beslenme sağlandığında *Salmonella* çok kolay ürer. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında *Salmonella*'nın üremesi için gerekli olan ihtiyaçların vücudumuzda bulunduğu söylenebilir. Bu durum insan vücudunu *Salmonella* için iyi bir konak yapar (Wray and Wray 2000, Vazgeçer ve Temiz 2005, Danielle 2006, Erol 2007, Fernandes 2009, Erkmén 2010, Sağlam ve Şeker 2016). *Salmonella*'ların üreme koşulları Çizelge 2.5'de verilmiştir (Erol 2007).

Çizelge 2.5 *Salmonella*'ların üreme koşulları (Erol 2007).

	Min.-Maks.	Optimal
Sıcaklık	5.8-47 °C	35-37 °C
pH	4.0-9.5	6.5-7.5
a _w	0.94-0.99	>0.99
D-değeri	65 °C	0.02-0.25 dak.
	60 °C	0.2-6.5 dak.

*D-değeri: desimal indirgenme süresi; decimal reduction time

S. choleraesuis olarak bilinen organizma, Salmon ve Smith (1886) tarafından domuzlardan izole edildiğinde, ilk önce organizmayı domuz kolerası olarak düşünmüşlerdir. Daha sonra, Pfeiffer ve Kolle (1896) ve Gruber ve Durham (1896), tifo basil ile immünize edilmiş bir hayvanın serumunun tifo basilini aglütine ettiğini keşfetmiştir. Aynı zamanda, Widal (1896) ve Grunbaum (1896), bir tifo hastasının serumunun tifo basilini aglütine ettiğini bulmuştur. Bu yeni teste Widal (1896) tarafından “serodiagnostic” adı verilmiştir. Aynı yıl, tifo ve negatif Widal serodiagnosis klinik semptomları olan hastalardan iki izolat elde edilmiştir. Organizmaya 'bacille paratifici' denilmiştir. Sonrasında *Salmonella* olarak adlandırılan türün her yıl yeni serovarları keşfedilmiştir. White (1926) tarafından başlatılan ve Kauffmann (1941) tarafından geliştirilen O ve H antijenlerinin analizi, çok sayıda serovarin tanımlanmasıyla sonuçlanmıştır (Wray and Wray 2000).

Ulusal *Salmonella* Gözetim Sistemi, 1968'den bu yana izole edilen *Salmonella* serotiplerini izlemektedir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (CDC), insanlardan izole edilen *Salmonella* izolatlarını ABD'nin her yerinden toplamaktadır. Bu veriler, salmonellozun salgınlarını, paternlerini ve coğrafi dağılımını izlemek için tüm devlet sağlık laboratuvarlarını birbirine bağlamakta ve Halk Sağlığı Laboratuvarı Bilgi Sistemi (PHLIS) kullanılarak rapor edilmektedir. Tüm bu bilgileri bir araya toplayarak, bilim insanları salgınları izleyebilir, nerede ve ne zaman olduklarını belirleyebilir ve salgının ilk gerçekleştiği yeri belirlemeye çalışabilirler. Bu sistem aynı zamanda uzmanların belirli suşların nerede gerçekleştiği ve belirli bir suşun ne kadar yaygın olduğu ile ilgili istatistikleri derlemesini sağlar (Danielle 2006).

2.7.1.1 Sebep Olduğu Hastalıklar

Salmonella, et üretiminde kullanılan çiftlik hayvanları, özellikle kümes hayvanları ve domuzlar tarafından salgılanan, sonuç olarak bunların et ve et ürünlerinde ve içinde bulunan gıda kaynaklı bakteri salgınlarına neden olan en sık bildirilen en önemli gıda kaynaklı patojenlerden biridir (Ghassan *et al.* 2010, Ducic *et al.* 2016). *Salmonella* serovarları farklı bulaşıcı sendromlara neden olur (Wray and Wray 2000). *Salmonella*, her yıl 40.000'den fazla gıda kaynaklı hastalıktan sorumludur. *Salmonella* enfeksiyonlarının görülme sıklığı, 1980'lerden bu yana önemli ölçüde artmış, bu da yüksek tıbbi maliyetlere, hastalanan işçiler için ücret kaybına ve çalışanları hasta olan şirketler için verimlilik kaybına neden olmuştur. Toplamda, bu finansal zararlar her yıl 3,6 milyar dolardan fazlaya mal olabilmektedir (Danielle, 2006). ABD'de Salmonelloz vakalarının, sayısının 696.000 ile 3.840.000 arasında olduğu 3.840'ı ölümle sonuçlanan ve 600 milyon ile 3,5 milyar dolar arasında maliyeti olduğu tahmin edilmektedir (Ahmed and Shimamoto 2014).

Salmonella kaynaklı salgınların çoğu hafif-orta derecede kendi kendine sınırlı bir hastalığa neden olsa da, yaşlılarda ve bağışıklık sistemi baskılanmış popülasyonlarda ölümle sonuçlanan ciddi hastalıklar ortaya çıkar (Vardaka *et al.* 2016). Bazıları hem hayvanlarda hem de insanlarda hastalığa neden olan birçok farklı *Salmonella* tipi vardır. Bazı türler hayvanlarda hastalığa neden olur ama insanlarda olmaz. Belirli yapısal özellikleri paylaşan çok yakından ilişkili mikroorganizmalar olan, insanları enfekte edebilen çeşitli *Salmonella* formlarına serotipler denir. Bazı serotipler, yalnızca dünyanın belirli bölgelerinde bulunur (Danielle 2006).

Epidemiyolojik yönden *Salmonella*'lar konak spesifik ve konak spesifik olmayanlar olarak 2 grupta incelenebilir. Konak spesifik olan serotipler, insanlarda ve hayvanlarda enfeksiyona neden olanlar olarak gruplandırılırlar (Erol 2007, Erkmen 2010).

İnsanlarda enfeksiyon oluşturan serotipler; bu grupta yer alan serotipler tifo ve paratifo etmeni olan *S. Typhi*, *S. Paratyphi A* ve *S. Paratyphi C* ' dir. Tifo ölüm oranı en yüksek enfeksiyonlardandır. İnkübasyon süresi en uzun serotiptir ve yüksek ateşe neden olur.

Paratifo, tifo ile benzer belirtiler göstermekle birlikte tifodan daha hafif seyreder (Erol 2007, Erkmen 2010, Wray and Wray 2000).

Hayvanlarda enfeksiyon oluşturan serotipler; kanatlılarda *S. Gallinarum*, sığırlarda *S. Dublin*, atlarda *S. Abortus-equi*, koyunlarda *S. Abortus-ovis* ve domuzlarda *S. Choleraesuis*, konakçı türlerle sınırlı bir habitat içeren serotipler bu grupta yer almaktadır. *S. Choleraesuis*'in son zamanlarda insanlarda da enfeksiyona neden olduğu bildirilmiştir. Serovar *Abortus-ovis* AIDS hastalarında abortusyondan sorumludur ve serovar *Dublin*, AIDS hastalarında farklı ekstra-intestinal enfeksiyonlarla ilişkilendirilmiştir. Bu grupta yer alan serotipler aynı zamanda gıdalarda da bulunabilirler (Erol 2007, Erkmen 2010, Wray and Wray 2000).

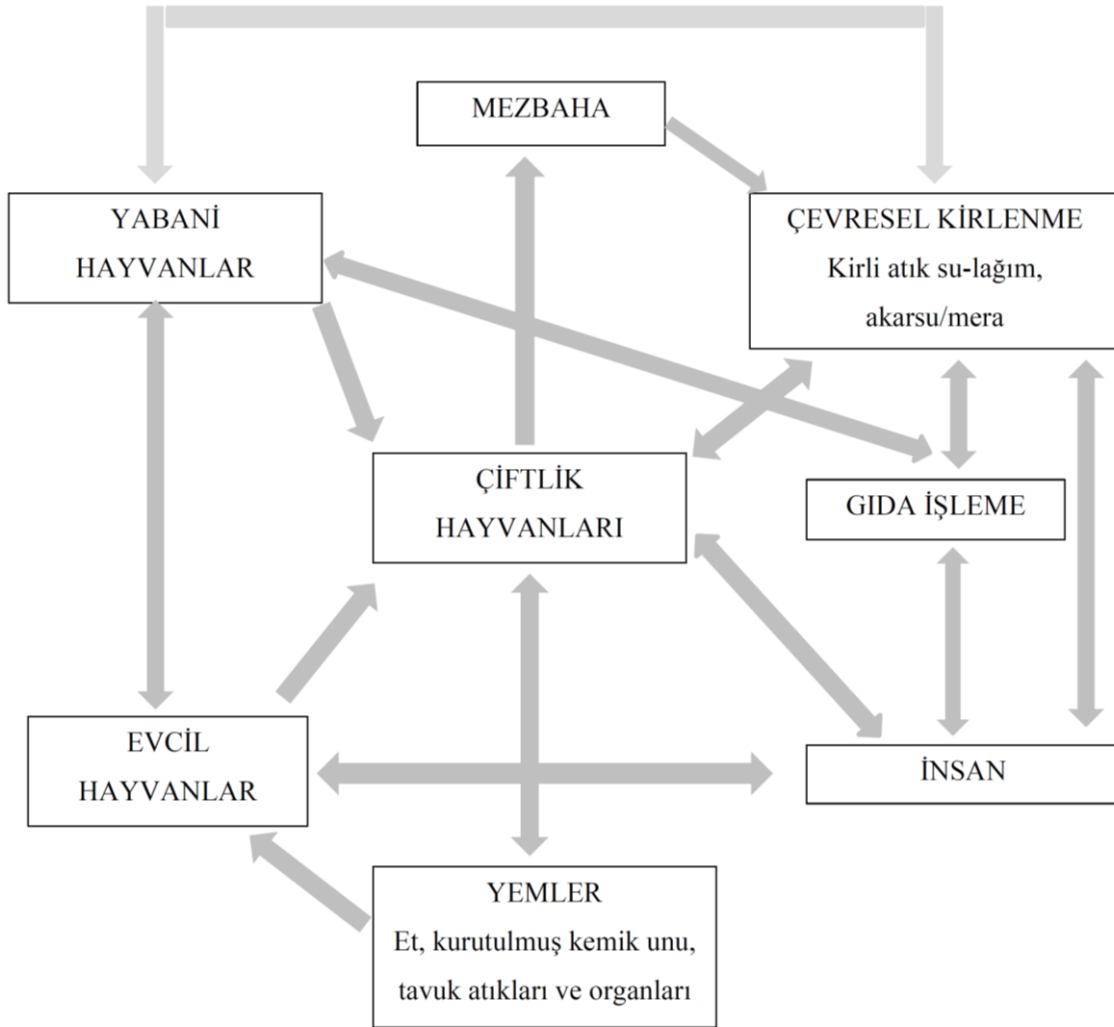
Konak spesifik olmayan serotipler; Bu grupta hem insanlarda hem de hayvanlarda patojen olan ve gıda kaynaklı enfeksiyonlara neden olan serotiplerin çoğu bulunmaktadır. Örnek olarak *S. Typhimurium* ve *S. Enteritidis* verilebilir. Serovar *Typhimurium*, insanlarda ve diğer hayvan türlerinde ishale, farelerde tifo benzeri bir sendroma neden olur (Erol 2007, Erkmen 2010, Wray and Wray 2000).

Salmonella enfeksiyonları uzun zamandır bilim adamları, doktorlar ve ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) için bir endişe kaynağı olmuştur. 1960'ların sonlarında, tifo hastalığının yanında, gıda kaynaklı ya da insandan insana zayıf hijyen uygulamaları yoluyla geçebilecek çok sayıda salgın vardı. Tifo hastalığının belirtileri arasında, ishal ve sepsitemi, bakterilerin veya ürünlerinin kan dolaşımında yayılmasının neden olduğu toksik bir durum bulunur (Danielle 2006). Nadiren, sepsitemi ve artrit ile ilgili ek komplikasyonlar olan mide bulantısı, kusma, sepsitemi, baş ağrısı, diyare, karın krampları ve ateşi içeren klinik hastalıklara neden olur (Ghassan *et al.* 2010).

2.7.1.2 Kaynağı Olan Gıdalar ve Bulaşma Yolları

En sık görülen, insanda gıda kaynaklı patojenlerden biri olan *Salmonella* spp., çoğu memelilerde, kuşlarda ve sürüngenlerde hastalıklarla ilişkilendirilmiştir (Barham *et al.* 2002). *Salmonella* birçok memelilerde, balıklarda, sürüngenlerde, amfibilerde,

eklembacaklılarda, böceklerde ve kuşlarda bulunabilir. Et üretim kaynağı olan hayvanlar genellikle *Salmonella*'nın önemli rezervuarları olarak kabul edilir (Wong *et al.* 2009). *Salmonella*'nın bulaşma kaynakları Şekil 2.3.'te verilmiştir (Erkmen 2010).



Şekil 2.3 *Salmonella*'nın bulaşma kaynakları (Erkmen 2010).

Salmonella yaygın olarak kümes hayvanları ve çiftlik hayvanları ile taşınır, kontamine yumurta, et ve kümes hayvanı ürünleri başlıca salmonelloz kaynaklarıdır. Hesaplamalar, *Salmonella*'nın neden olduğu 1,4 milyon hastalığın Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda bir kez meydana geldiğini göstermektedir (Wang *et al.* 2007). 1994 yılında, ABD Tarım Bakanlığı, insanlarda gıda kaynaklı salgın hastalıkların üçte birinden fazlasının *Salmonella* spp. nedeniyle olduğunu ve *Salmonella* spp. nin hayvanlar tarafından yayılmasının insanlar için gıda kaynaklı bir enfeksiyon kaynağı olabileceğini bildirmiştir (Barham *et al.* 2002).

Salmonella spp., gıda endüstrisi ve halk sağlığı için ciddi güvenlik endişeleri yaratan patojen mikroorganizmadır. Bu patojen, çok çeşitli vahşi ve evcil hayvanların, özellikle de insan tüketimine yönelik olan hayvanların gastrointestinal sistemlerini kolonize eder. Çalışmalar, bakterilerin insanlara bulaşmasında süt, sığır eti gibi diğer hayvansal kaynaklı gıdaların etkili olduğunu göstermektedir (Pamuk and Sırıken 2018). Karkaslar ve taze et dahil olmak üzere hayvansal ürünler, mikroorganizmalarla kolayca kontamine olur ve uygun şekilde kullanılmaz, işlenmez ve korunmazsa, mikroorganizmaların büyümelerini destekler. Hava, su, toprak, dışkı, yem, deriler, bağırsaklar, lenf düğümleri, işleme ekipmanı, kaplar ve insanlar dahil olmak üzere çeşitli kaynaklar, kesim, üretim, işleme ve daha sonraki işlemler sırasında sağlıklı hayvanların steril kaslarının mikrobik kontaminasyonuna katkıda bulunur (Sırıken 2004).

Sığır kırpıntılarının kontaminasyonu, ürün işleme boyuncası öğütme ve parçalama işlemlerinde ilerledikçe artar. Bu, artan ürün sıcaklığı, ürün homojenizasyonu ve daha fazla kontaminasyona maruz kalma gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, bu ürünlerin nihai bakteri popülasyonu, hammaddelerdeki ilk kirlenme ile ilgilidir ve tek bir ciddi kontaminasyon kaynağı, çapraz kontaminasyon ile çok sayıda nihai ürüne bulaşabilir. Kıyma makinesinin yetersiz şekilde temizlenmesi ve sterilize edilmesi aynı zamanda kıyma yapılmış sığır etinin birçok üretim günü boyunca bekletilmesi de kontaminasyona sebep olabilir. Bozulma etkeni mikroorganizmalar ile kontaminasyon, ürün ve ekonomik kayıplara neden olurken, patojenlerin veya toksinlerinin varlığı, insan ölümlerine neden olabilecek gıda kaynaklı hastalıkların nedeni olabilir (Sırıken 2004).

Hayvanlardaki çoğu *Salmonella* enfeksiyonu klinik belirtilere neden olmaz. Nadir durumlarda, *Salmonella* enfekte hayvanların et dokusunda dahili olarak bulunabilir, ancak daha yaygın olarak bakteri kesim ve işleme sırasında dışkı maddesinden et yüzeylerine kontamine olur (Wong *et al.* 2009). Kontamine et ve süt ürünleri, dünya çapında insan Salmonellozunun en yaygın nedenidir (Ahmed and Shimamoto 2014). Bu nedenle, hayvanlardan elde edilen et ve diğer ürünler, insan salmonellozunun önemli araçları olabilir. Ayrıca, bazı serotipler, belirli hayvan türlerinde daha yaygındır. Örneğin, *S. Brandenburg*, Yeni Zelanda'nın güney bölgelerindeki koyun ve buzağı, *S.*

Dublin İngiltere'deki sığırlar ve *S. Enteritidis* PT4 Avrupa ve Kuzey Amerika'daki kümes hayvanları ve yumurtaları ile ilişkilidir (Wong *et al.* 2009).

Gıda kaynaklı hastalık, Amerika Birleşik Devletleri'nde hem yıllık vaka sayısında hem de ortaya çıkan ekonomik maliyetlerde büyük bir sorundur (Danielle 2006). Salmonelloz, gıda kaynaklı en yaygın hastalıklardan biridir. Bir asırdan fazla bir süredir insan ve hayvan patojeni olarak kabul edilmektedir (Pamuk and Sırıken 2018). Yılda yaklaşık 76 milyon gıda kaynaklı hastalık vakası vardır; bu vakaların 325.000'i hastaneye yatış ve 5.000'i ölümle sonuçlanmaktadır (Danielle 2006). Verilere göre, ABD'de insanlarda yılda yaklaşık 1,03 milyon non-tifoidal enfeksiyona neden olduğu tahmin edilen *Salmonella* spp.'nin, yaklaşık 378 ölüm ve hastaneye yatış gerektiren 19.000'den fazla kişi ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu vakaların yaklaşık %96'sının gıda kaynaklı olduğuna inanılmaktadır. *Salmonella*, doğal olarak insan ve diğer hayvanların bağırsaklarında yaşar ve bu nedenle fekal materyal genellikle bu bakterilerin nihai kaynağıdır. *Salmonella* ayrıca bazı sağlıklı sığır ve diğer hayvanların lenf düğümlerinde de bulunur ve bu, kıyma etinde *Salmonella* kontaminasyon kaynağı olabilir. Etin bilinen bir araçla tüm salgınların %29'unu, ABD ve Kanada'daki salgınların %33'ünü oluşturduğu bildiriliyor. Bazı çalışmalar, *Salmonella* spp.'nin farklı prevalans oranlarının, Türkiye'den ve dünyanın dört bir yanından sığır etlerinde, sütünde ve diğer sığır orjinli ürün örneklerinde bulunduğunu göstermiştir (Pamuk and Sırıken 2018).

Deniz ürünleri, tifoya neden olan önemli bir bakteri kaynağı olduğu için, FDA tarafından, deniz ürünleri üreticileri için kurallar koyulmuş; balıkçıların denizde olduğu süre boyunca, deniz ürünlerinin bozulmalarını önlemek için ne kadar süre denizde kalabileceklerini düzenleyen düzenlemeler yapılmıştır. Düzenlemelere istinaden; tüm deniz mahsulleri buzda tutulmalı ve yakalandıktan birkaç saat sonra bir distribütöre gönderilmelidir. FDA ayrıca, hasat ve balıkçılık için kullanılan suların, katı insan atığında bulunan hastalığa neden olan mikroorganizmalar ve dışkı patojenleri için test edilmesini gerekli kılmıştır. Bu düzenlemeler, tifo hastalığının yıllık vaka sayısında önemli bir düşüşe yol açmıştır (Danielle 2006).

2.7.2 *Escherichia coli*

Escherichia coli, Enterobacteriaceae familyasına aittir. *Escherichia coli*, gram negatif, kısa çomak şeklinde fakültatif anaerofilik, sporsuz, 4 °C ile 45 °C arasında üreyebilen mezofilik bir bakteri olup, bazı suşları peritrik flagelları ile hareketlidir, sıcakkanlı hayvanların ve insanların doğal bağırsak florasında bulunan bir bakteridir (Tosun ve Gönül 2003, Alişarlı ve Akman 2004, Sağlam ve Şeker 2016, Yalçın *et al.* 2017). *E. coli*'nin üreme koşulları Çizelge 2.6'da verilmiştir (Erol 2007). *E. coli* omurgalılar arasında, özellikle memelilerde gastrointestinal kanallarının ortak bir sakinidir ve tipik olarak zararsız kabul edilir (Barham *et al.* 2002, Saeedi *et al.* 2017).

Çizelge 2.6 *E. coli*'nin üreme koşulları (Erol 2007).

	Min.-Maks.	Optimal
Sıcaklık (°C)	7-45	37
pH	4.4-9.0	6-7
a _w	0.95-	0.99

E. coli hijyen ve fekal kontaminasyon indikatörü olarak besinlerde oldukça önemlidir. Bundan dolayı gıda güvenliği ve gıda hijyeninde indikatör bakteri olarak değerlendirilir. Bir gıdada enterik bir patojen varlığı *E. coli* varlığını, *E. coli* varlığı ise enterik bir patojen varlığını göstermez (Alişarlı ve Akman 2004).

E. coli suşlarının çoğu normal bağırsak florasında apatojen olarak bulunmasına rağmen, bağışıklık sistemi baskılanmış konaklarda veya bakterinin gastrointestinal bariyeri aşması halinde bu suşlar da enfeksiyona sebep olabilirler (Erol 2007). Suşlarının çoğu zararsızdır ve aslında insan bağırsak florası için gereklidir. Bununla birlikte, *E. coli*'nin patojenik suşları insanlarda ve hayvanlarda ciddi enfeksiyonlara neden olmaktadır (Yalçın *et al.* 2017). *E. coli*'ye ait çeşitli suşlar, sıcak kanlı hayvanlarda farklı enfeksiyon tiplerine yol açabilir (Saeedi *et al.* 2017).

2.7.2.1 *Escherichia coli* Suşları

Genellikle insanların ve sıcakkanlı hayvanlar ile kuşların bağırsak sisteminin doğal florasında bulunan *E. coli*, zararsız bir bakteri olmakla birlikte; insanlarda hastalıklara

neden olan patojen türleri de bulunmaktadır. *E. coli*'nin insanlar için patojen olan türleri; patojenite mekanizmaları, klinik sendromlar, virülans özellikleri ve O: H serotiplerine göre; Enteropatojenik *E. coli* (EPEC), Enteroinvaziv *E. coli* (EIEC), Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), Enterohemorajik *E. coli* (EHEC), Enteroaggregatif *E. coli* (EAEC) veya (EAggEC), Diffuz adeziv *E. coli* (DAEC) olmak üzere 6 grupta sınıflandırılmaktadır (Tosun ve Gönül 2003, Erol 2007, Aslan *et al.* 2016). Etken *E. coli* O157 suşlarının virülansı, vücutta asemptomatik kolonizasyondan ölümcül HUS hastalığına kadar değişen enfeksiyonun hastalık şiddetini belirler (Saeedi *et al.* 2017). Farklı tip *E. coli*'lerin bazı karakteristik özellikleri Çizelge 2.7'de verilmiştir (Erol 2007).

Çizelge 2.7 Patojenik *E. coli* türlerinin özellikleri (Erol 2007).

Tip	Klinik Tablo	Patojenite Mekanizması
EPEC	Sulu diyare, akut ya da kronik, özellikle 1 yaştan altındaki çocuklarda	Lokelize aderenz (LA), “attaching ve effacing” lezyonlar
EIEC	Mukozalı, kanlı diyare (dizanteri), şigelloz benzeri	İnvazyon ve bağırsak epitel hücrelerinde üreme
ETEC	Sulu diyare (kolera benzeri), seyahat ishali	Isıya duyarlı (LT) ve ısıya dirençli (ST) enterotoksin oluşumu, konak spesifik bağlanma faktörü
EHEC	Hemorajik kolitis (HC), hemolitik üremik sendrom (HUS)	Shiga-like toksin (stx ₁ ve stx ₂) oluşumu, aderenz, “attaching ve effacing” lezyonlar
EAEC	Sulu diyare, bazen 14 günden daha uzun süreli	Aggregatif aderenz, ısıya dirençli toksin EAST-1
DAEC	Sulu diyare	Yaygın aderenz

E. coli'nin toksin üreten türleri; Shiga-toksin *E. coli* (STEC), Enterohemorajik *E. coli* (EHEC), Verotoksin üreten *E. coli* (VTEC) veya Shiga-toksin *E. coli* (STEC) olarak isimlendirilir ve enterohemorajik *E. coli* (EHEC) gurubunda yer alan *E. coli* O157: H7, toksin üreterek ciddi enfeksiyonlara, çoğu kez letal etkili enfeksiyonlara neden olarak halk sağlığı açısından büyük bir tehlike oluşturmakta ve dünya genelinde gıda ile bulaşan patojenler arasında en önemlisi olarak kabul edilmektedir (Aslan *et al.* 2016, Sağlam ve Şeker 2016). Meydana gelen çoğu gıda kaynaklı *E. coli* enfeksiyonlarından *E. coli* O157: H7 etkeninin sorumlu tutulmasından ve enfeksiyonun önemi nedeniyle *E. coli* O157: H7'ye gıda kaynaklı enfeksiyonlarda daha geniş yer verilmiştir (Erol 2007).

E. coli'nin bu patojenik varyantları, esas olarak kontamine et ve et ürünleri, çiğ süt, meyveler, sebzeler, su ve çevresel kaynaklar tarafından bulaşabilir. Enterohemorajik *E. coli* (EHEC), Shigatoksin veya Verotoksin üreten *E. coli* (STEC / VTEC) olarak da bilinir (Yalçın *et al.* 2017).

Günümüzde verotoksin üreten 100'den fazla *E. coli* serotipi olduğu bilinmekte ve *E. coli* O157: H7 verotoksin üreten en önemli suş olup bilinen en tehlikeli gıda kaynaklı patojen bakteriler arasında değerlendirilmektedir. H7 dışındaki diğer H tipleri verotoksijenik değildir (Tosun ve Gönül 2003).

***E. coli* O157: H7**

E. coli O157: H7, Shiga toksijenik *E. coli*'nin (STEC) bir alt kümesi olarak enterohemorajik bir *E. coli* (EHEC) olup, 37 °C'de pH 7,2'de optimum üreyen, hareketli, %6,5 NaCl içeren ortamda gelişebilen, ışınlama ve ısısal uygulamalara dirençsiz, donma sıcaklığına dirençli bir bakteridir. Diğer *E. coli* suşlarından, β -glukuronidaz enzim aktivitesine sahip olmaması, 24 saatte sorbitolü fermente edememesi ve 44-45 °C'de gelişmemesi veya zor gelişmesi ile ayrılmaktadır (Tosun ve Gönül 2003, Ahmed and Shimamoto 2014, Sağlam ve Şeker 2016). *E. coli* O157: H7'nin üreme koşulları Çizelge 2.8'de verilmiştir (Erol 2007).

Çizelge 2.8 *E. coli* O157: H7'nin üreme koşulları (Erol 2007).

	Min.-Maks.	Optimal
Sıcaklık (°C)	6-42	37
pH	4.4-9.0	5.7-7.5
a _w	0.95/-	0.99

E. coli O157: H7 EHEC sınıfı içerisinde yer almakta olup, ilk kez 1975 yılında kanlı ağır ishal geçiren Kaliforniyalı bir kadından izole edildiği, 1982 yılının başlarında ise Oregon ve Michigan'da kanlı kolit ile seyreden iki salgında hastalığa yol açan etmen olduğunun bulunması ile gıda kaynaklı bir patojen olarak tanımlanmıştır (Aytaç *et al.* 2001, Tosun ve Gönül 2003). *E. coli* O157: H7 ilk olarak 1982 yılında kıyma ile ilişkili gıda kaynaklı bir patojen olarak tanınmış ve 1993'te dört ölümle sonuçlanan çok aşamalı bir salgının ardından yaygın olarak kötü ün kazanmıştır (Barkocy-Gallagher *et al.*

2003). Enterohemorajik *E. coli* O157: H7 şu anda birçok ülkede gıda kaynaklı bir bakteri olarak kabul edilmektedir (Wong *et al.* 2009).

Genellikle, sığırlar, klinik göstergeleri olmayan *E. coli* O157: H7'nin doğal taşıyıcılarıdır (Saeedi *et al.* 2017). Sığır ve diğer hayvanların bağırsak sistemlerinde bulunabilen *E. coli* O157: H7, ABD'de her yıl yaklaşık 73.500 enfeksiyona neden olmaktadır (Wang *et al.* 2007). 1982'den beri belgelenen 100'den fazla EHEC O157 salgınlarının %52'si sığırlardan elde edilen gıdalarla ilişkilendirilmiş veya yorumlanmıştır (Barham *et al.* 2002). Bununla birlikte, organizma 1992 ve 1993 yıllarında örnek olarak alınan işlenmiş (müdahale sonrası) sığır eti karkaslarının yalnızca %0,2'sinde (4/2.081) bulunmuştur ve en muhtemel sayı (MPN) analizi, bunun çok düşük seviyelerde bulunduğunu ortaya koymuştur (Barkocy-Gallagher *et al.* 2003). *E. coli* O157: H7'nin insan vakalarında görülme sıklığı, sığır yoğunluğu ve sığırların insanlara bağlı oranı ile olumlu yönde ilişkilidir. Birkaç çalışma, en yüksek yıllık insidansın Kanada, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri, İskoçya ve Almanya'dan bildirildiğini göstermektedir. İskoçya'nın raporları, dünya çapında *E. coli* O157: H7 enfeksiyonunun en yüksek vakalarından birini göstermektedir ve 100.000 kişi başına oranı, 1999'dan 2005'e kadar 3,0 ile 5,73 arasında değişmiştir (Saeedi *et al.* 2017).

Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) O157: H7, Shiga'yı toksin gibi üretebilir, dolayısıyla Shiga toksini üreten *E. coli* (STEC) olarak da bilinir (Saeedi *et al.* 2017). O157: H7 dışında Shiga toksini üreten *E. coli* (STEC) suşları insan hastalığı, sığır ve sığır eti üretimi ile ilişkilendirilmiştir (Barkocy-Gallagher *et al.* 2003). Her ne kadar verositotoksik *E. coli* (VTEC) suşları domuz etinde de tespit edilmiş olsa da, ana rezervuarın sığırların bağırsakları olması ve Kuzey Amerika çiftliklerinde oldukça yüksek bir taşıyıcı sıklığının görülmesinden dolayı domuz etinde risk çok daha düşük görünmektedir (Stampi *et al.* 2004). Shiga toksini üreten *E. coli* (STEC) kaynaklı oluşan gıda kaynaklı enfeksiyonlar, bu organizmaların neden olduğu çok sayıda büyük hastalık salgını ışığında çok önemli hale gelmiştir. *E. coli* O157: H7, dünyadaki insan hastalıklarında en sık görülen serogrup, ancak son yirmi yıldaki raporlar, non-O157 STEC hemolitik-üremik sendromlu vakaların %20 ile %50'sinden sorumlu olduğunu ve bazı ülkelerde non-O157 STEC enfeksiyonların görülme sıklığının STEC O157'ninkini

geçebileceğini göstermektedir (Balamurugan *et al.* 2017). *E. coli* O157: H7'nin neden olduğu gıda kaynaklı hastalık vakalarının, sayısının 8.000 ile 16.000 arasında olduğu 400'ü ölümlle sonuçlanan ve 200 ile 600 milyon dolar arasında maliyeti olduğu tahmin edilmektedir. EHEC'nin virölansına bağlı ana özelliği, bir veya iki Shiga toksinini üretmesidir (Stx1, Stx2) (Ahmed and Shimamoto 2014).

E. coli O157 (VTEC O157) suşu sığır ve koyunda önemli kaynak olarak gösterilmekte olup, enterohemorajik *E. coli* (EHEC) grubunda sıklıkla rastlanmakta ve en çok zehirlenmeye neden olan serotiplerden biri olarak kabul edilmektedir (Alişarlı ve Akman 2004). Aside toleranslı olduğu ve düşük su aktivitesine direnç gösterdiği bildirilen *E. coli* O157: H7, fermente sucuklar ve jambonların işlenmesinde hayatta kalabilir (Gordillo *et al.* 2011).

Gıda zehirlenmesine ve hastalık salgınlarına neden olan diğer bakterilerle karşılaştırıldığında, *E. coli* O157: H7, birçok yerde birçok mevcut gıda kaynaklı patojenlerden sorumlu değildir; bununla birlikte, *E. coli*'nin O157: H7 serotipinin neden olduğu karmaşık klinik enfeksiyonlarla ilgili endişeler vardır. Salgının coğrafi dağılım şablonu, ABD ve İngiltere'den Afrika, Avrupa, Uzak Doğu ve Avustralya ülkelerine kadar pek çok ülke arasında yaygınlığı gösterirken, Orta Doğu ülkelerinde daha az rapor kaydedilmiştir (Saeedi *et al.* 2017).

***E. coli* O157: H7 Patojenitesi**

Verotoksin üreten *E. coli* (VTEC) 1970'lerde ilk kez Konowalchuk ve Kanada'daki iş arkadaşları tarafından tanımlandı. 1983 yılında O'Brien ve LaVeck tarafından tanımlanan polipeptit yapısındaki HeLa hücreleri için öldürücü toksin, verotoksin üreten *E. coli* suşlarından elde edildi. Toksin, *Shigella dysenteriae* tip 1 toksin ile yapısal ve antijenik özelliklerinde benzerlik gösterdiğinden shiga benzeri toksin olarak adlandırılır (Yalçın *et al.* 2017). *E. coli* O157: H7, *Shigella dysenteriae* tip 1'in ürettiği "shiga toksin" ile homolog yapıda "shiga benzeri toksin 1 (stx 1)" ve "shiga benzeri toksin 2 (stx 2)" olarak adlandırılan iki ayrı toksin üretir ve bu toksinler HeLa (Henrietta Lacks servikal kanser hücreleri-servikal adenokarsinom hücresi) ve Vero doku hücrelerinde

toksik etki gösterirler (Tosun ve Gönül 2003, Aslan *et al.* 2016).

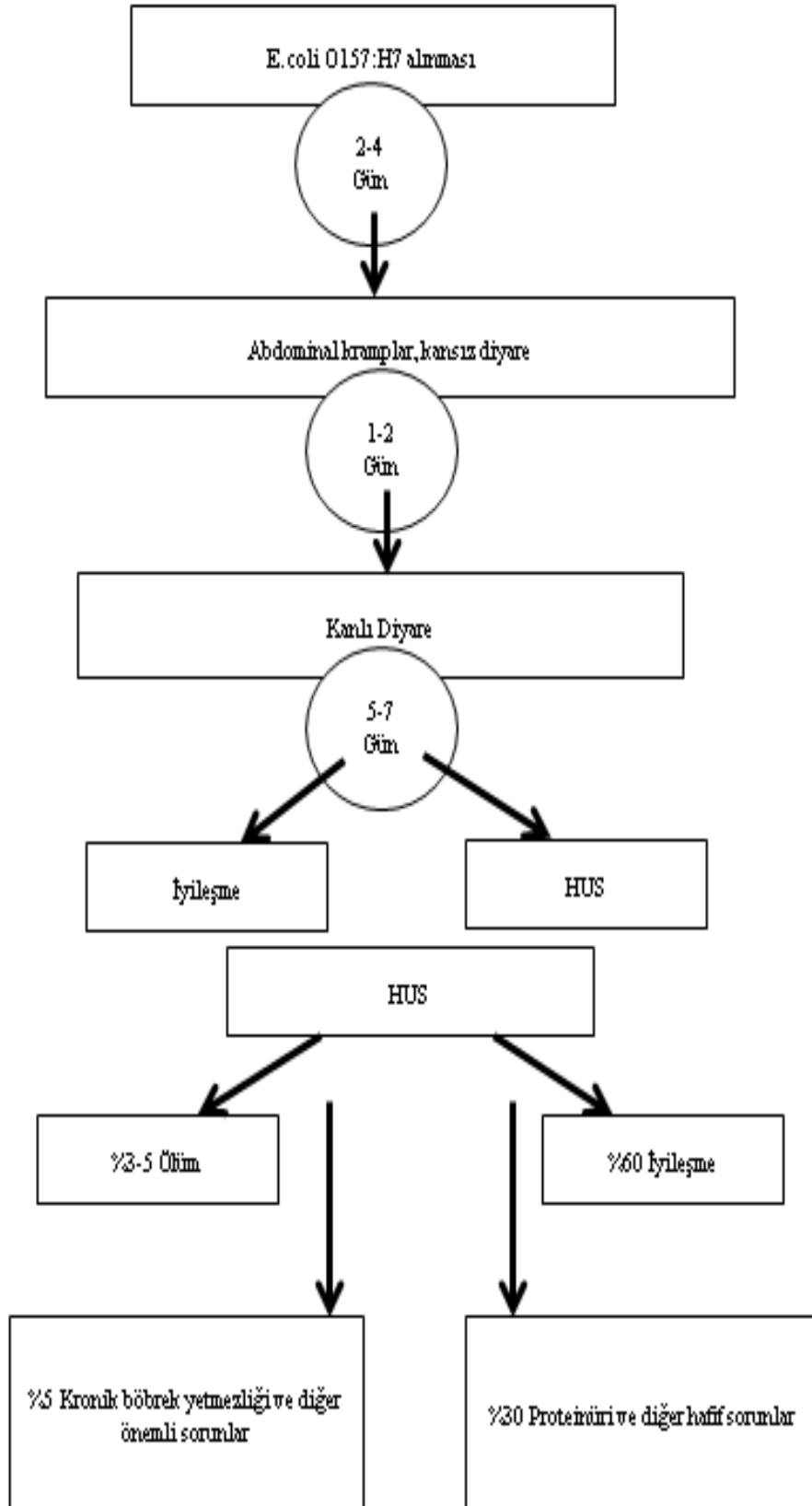
Virülans faktörleri, bakteriyofaj ile kodlanmış verositotoksinlerin (vtl ve vt2) üretilmesini, hly geninin aracılık ettiği hemolizinin üretilmesini ve kısmen eae A geninin aracılık ettiği bağırsak mukozasına yakından yapışma yeteneğini içerir (Stampi *et al.* 2004).

E. coli'nin (VTEC) 380'den fazla OH serotipi vardır. Bununla birlikte, insanlarda ciddi enfeksiyonlara neden olan serotipler sınırlı olup, O26, O91, O103, O111, O113, O121, O145 ve O157 serotipleri önemli enfeksiyon kaynaklarıdır. Bunlar arasında, enfeksiyona neden olan en yaygın serotip, *E. coli* O157: H7 serotipidir. Bu nedenle, VTEC serotipleri *E. coli* O157 ve non-*E. coli* O157 olarak sınıflandırılır (Karmali *et al.* 2010, Yalçın *et al.* 2017).

***E. coli* O157: H7 Sebep Olduğu Hastalıklar**

E. coli'nin verositotoksijenik grubuna dahil edilen *E. coli* O157: H7'nin insanlarda enfeksiyon meydana getirebilmesi için gerekli minimal enfektif doz 10^1 olarak bildirilmektedir. İnsanlarda, hemolitik üremik sendrom (HUS), trombotik trombositopenik purpura (TTP) ve kramplı karın ağrıları ile başlayan 24-48 saat içinde sulu diyare ile devam eden ve dışkının tamamen kan olması ile sonuçlanan hemorajik kolitis (HC) olarak isimlendirilen insanlarda ölümle sonuçlanabilen üç temel klinik bulguya neden olur. Ayrıca hemorajik sistitis, sepsis ve anemi gibi komplikasyonlar da görülebilmektedir. Hastalık belirtisi olarak hastaların tümünde kusma görülürken, ateş pek görülmez ve *E. coli* O157: H7'nin neden olduğu enfeksiyonlar arasında HUS en tehlikeli olanıdır. Shiga toksin, kan damarlarına ve endotelial hücrelerin protein sentezine etki ederek, trombotik mikroanjyopati, hemoliz, trombositopeni, insanlarda böbrek yetmezliği ve hemolitik üremik sendrom (HUS) gibi ciddi hastalıklara neden olabilmektedir. Böbrek yetmezliğine neden olan hastalarda diyaliz ve kan nakli gerekebilir. Sarılık, kalp yetmezliği, yüksek tansiyona neden olabilir ve merkezi sinir sistemini olumsuz etkileyebilir (Tosun ve Gönül 2003, Gordillo *et al.* 2011, Ahmed and Shimamoto 2014, Aslan *et al.* 2016, Sağlam ve Şeker 2016). Enterohemorajik *E. coli*

O157: H7'nin ciddi hastalıklara neden olması ve enfeksiyon için düşük bir enfektif dozun yeterli olması nedeniyle, gıda kaynaklı en önemli patojenlerden biri olarak kabul edilir (Gordillo *et al.* 2011). Özellikle çocuklar ve yaşlılar yüksek enfeksiyon riski altındadır (Vardaka *et al.* 2016). *E. coli* O157: H7 nin insan vücuduna alındıktan sonraki seyri Şekil 2.4'de verilmiştir (Erol 2007). EHEC enfeksiyonundaki semptomlar şiddetli karın ağrısı ve kanlı ishaldir. Genellikle 38,5 °C'yi geçmeyen ateş ve kusma görülebilir. Hemolitik üremik sendrom (HUS) hastaların %10'undan fazlasında gelişebilir ve bu vakaların % 3-5'i ölümüyle sonuçlanabilir. Çocuklarda akut böbrek yetmezliği görülebilir. Hastalığın semptomları maruz kalındıktan 3-4 gün, ortalama 7 gün sonra ortaya çıkar. Kuluçka süresi 1-10 gün arasında değişebilir (Yalçın *et al.* 2017).



Şekil 2.4 *E. coli* O157: H7 nin insan vücuduna alındıktan sonraki seyri (Erol 2007).

E. coli O157: H7, Shiga-toksin üreten *E. coli* suşları (STEC) arasında dünya çapında HUS ile en güçlü ilişkiye sahiptir. Hayati tehlike oluşturan en yaygın etiyoloji hemolitik üremik sendrom (HUS) enfeksiyonudur. HUS hemolitik anemi, trombositopeni ve akut böbrek yetmezliği bulguları ile karakterize bir hastalıktır. İshal ile ilişkili HUS sıklıkla patojenik *E. coli* tarafından üretilen Shiga toksine (Stx) dayandırılır ve ishal ve ateş gibi semptomlardan önce gelir (Saeedi *et al.* 2017). Stx 1 toksininin neden olduğu HUS ölümle sonuçlanabilir. TTP ise beyinde kan pıhtısına neden olarak, genellikle ölümle sonuçlanır ve HUS ve HC'ye göre az görülür. *E. coli* O157: H7'nin neden olduğu hastalıklarda HUS ve TTP görülme oranı %20'dir. HUS'un neden olduğu enfeksiyonlarda %5 oranında ölüm gerçekleşmektedir ve bu oran 65 yaş üzerindeki yaşlı insanlar veya okul öncesi çocuklarda %50'ye kadar çıkmaktadır (Tosun ve Gönül 2003). HUS vakalarının çoğu Güney Amerika'da belirgin bir şekilde Arjantin'de yayılmış durumdadır. Bununla birlikte, en azından belirli dönemlerde, non-O157: H7 STEC, Avustralya, Almanya ve Avusturya'da HUS'un daha yaygın nedenleri gibi görünmektedir. *E. coli* O157: H7 kaynaklı şiddetli salgınlarda, etkilenen hastaların %50'sine kadarı hastaneye yatabilir. Akut kanlı ishali olan bazı hastalarda HUS gelişebilir ve bu hastaların %2 - 7'si bu hastalıktan ölebilir. Önceki araştırmalar 100'den az bakteri hücresinin sığırlarda ve insan konaklarında ciddi enfeksiyonlara yol açabileceğini göstermektedir. Bu karakterizasyon, konaklar arasında enfeksiyonların yüksek oranda görülme nedenini açıklayabilir (Saeedi *et al.* 2017).

***E. coli* O157: H7'nin Kaynağı Olan Gıdalar ve Bulaşma Yolları**

1994 yılında, ABD Gıda Güvenliği ve Denetimi Servisi (FSIS), *E. coli* O157: H7'nin, kıymada bozucu bir etken olduğunu kesinleştirdiğini ve Federal Et Muayene Yasası uyarınca böyle bir statü verilen ilk mikroorganizma olduğunu açıklamıştır. FSIS bu tebliği, mekanik olarak parçalanmış veya bunlardan elde edilen ürünler gibi "işlem görmüş" sığır eti içerecek şekilde genişletmiştir (Barkocy-Gallagher *et al.* 2003). EHEC'in insan nüfusu arasındaki ana kontaminasyon kaynağı kirli gıda veya sudur. Bu patojenik bakterinin insan konaklarına kontamine gıdalar, su ve hatta toprak yoluyla bulaşabileceği kanıtlanmıştır (Saeedi *et al.* 2017). Hayvansal gıdalar başta olmak üzere, *E. coli* O157'nin insanlara bulaşmasında en önemli etken kontamine gıdalardır. Bu

sebeple, ilk VTEC O157'den kaynaklı gıda zehirlenmesine, az pişmiş hamburger etinin neden olduğu, az pişmiş sığır eti ve et ürünlerinin de ölümle sonuçlanabilen gıda zehirlenmelerine neden olduğu bildirilmiştir (Alişarlı ve Akman 2004).

E. coli O157: H7, genellikle sığır eti ve ürünlerinde bulunan önemli gıda patojenlerinden biridir (Cui *et al.* 2017). *E.coli* O157: H7'nin başlıca bulaşma kaynağı sığırlar olmakla birlikte, koyun, geyik, domuz, kedi, köpek ve kuşlar gibi diğer sıcakkanlı hayvanlarda da bulunabilmektedir. *E. coli* O157: H7, bulaşkanı olan gıda ürünlerinin tüketimi, taşıyıcı veya hasta hayvanla temas ve kişiden kişiye temas sonucunda insanlara bulaşabilir (Tosun ve Gönül 2003). Sığırlar uzun zamandır *E. coli* O157: H7'nin ana rezervuarı olarak kabul edilmiş olsa da, domuzlar gibi diğer evcil hayvanlar ve onların karkasları da bu mikroorganizmayı içerir (Gordillo *et al.* 2011, 2014).

İstatistiklere göre, Amerika Birleşik Devletleri'nde *E. coli* O157: H7'ye bağlı olarak gerçekleşen 63.153 gıda kaynaklı hastalık vakası ve 20 ölüm her yıl yaklaşık 255 milyon dolar zarara neden olmuştur (Cui *et al.* 2017). Bu patojen, özellikle ABD'deki burgerler gibi kıyılmış et ürünleri ve kurutulmuş sığır eti, baklagiller, pastörize edilmemiş süt, elma suları ve marul gibi salata sebzeleri ve çeşitli diğer yiyeceklerle ilişkilidir. Sığırlarda ve koyunlarda prevalans genellikle diğer hayvanlardan daha yüksektir. ABD'de 1995-1996 yılları arasında toplanan mikrobiyolojik temel veriler, 2.112 pazar domuzu örneğinde herhangi bir *E. coli* O157: H7 bulamamıştır. Buna karşılık, *E. coli* O157: H7 enfeksiyonu, Yeni Zelanda'da çiğ sığır eti, koyun eti, işlenmemiş dana eti, çiğ domuz eti ve çiğ sütte tespit edilmesine rağmen, hiçbir zaman yiyecek tüketimi ile ilişkilendirilmemiştir (Wong *et al.* 2009).

Ruminantlar, özellikle de sığırlar dışkılarında yoğun düzeyde *E. coli* O157: H7 patojenini bulundurmalarından dolayı önemli bir rezervuar kaynağıdır ve sığır dışkısı ile bulaşma olan gıda maddeleri arasında başta yetersiz pişirilmiş etler ve pastörize edilmemiş çiğ sütler olmak üzere bu patojen açısından potansiyel tehlike taşımaktadır (Aslan *et al.* 2016, Sağlam ve Şeker 2016). Bu durum, üretim sonrası pişirmeden tüketilen hazır pişmiş ve kürlenmiş-kurutma işlemi yapılmış ürünler gibi dilimlenmiş

tüketime hazır (RTE) et ürünlerinin hazırlanmasında ciddi bir sağlık tehlikesini teşkil eder (Gordillo *et al.* 2011, 2014). Salgınlar genellikle doğranmış sığır eti (köfte, hamburger) ve bazen sosis ya da baharatlı sosislerin tüketiminden sonra ortaya çıkar ve özellikle Kuzey Amerika ülkelerinde yaygındır (Stampi *et al.* 2004). Geçmiş yıllarda *E. coli* O157: H7 kaynaklı meydana gelen gıda kaynaklı hastalıklara, yetersiz ısıl işlem görmüş et ve et ürünleri, sosis, çiğ süt, yoğurt, peynir, taze sıkılmış meyve suları, elma cideri, mayonez ve beyaz turp filizi gibi gıdaların neden olduğu bildirilmiştir (Tosun ve Gönül 2003).

E. coli O157: H7 birçok çiftlik hayvanının bağırsak sistemini kolonize edebilir ve kesim sırasında karkasa, çalışma yüzeylerine ve et ürünlerinin imalatı için kullanılan malzemelere bulaşabilir. Çeşitli araştırmalar, et ürünlerinin çok düşük seviyelerde *E. coli* O157: H7 içerebileceğini ve kurutma işlemi yapılmış fermente sucuklar gibi bazı asitli yiyeceklerin özel geri kazanım prosedürleri gerektiren zarar görmüş *E. coli* O157: H7 içerebileceğini göstermiştir. Her ne kadar *E. coli* O157: H7 ısıl işlem vasıtası ile imha edilmiş olsa da (4.4 dakika boyunca 62.5 °C), pişmiş et ürünleri ısıl işlemden sonraki işlemler sırasında bu patojen tarafından tekrar kirlenebilir (Gordillo *et al.* 2011, 2014). Mezbahanedeki mikrobiyal bulaşma kaynakları, kaynaklardaki mikroorganizma sayıları ve bu kaynakların farklı inkübasyon sıcaklıklarındaki mikroorganizma sayıları Çizelge 2.9'da verilmiştir (Öztürk 2007).

Çizelge 2.9 Mezbahane mikrobiyal bulaşma kaynakları ve farklı inkübasyon sıcaklıklarındaki mikroorganizma sayıları (Öztürk 2007).

Bulaşma kaynakları	İnkübasyon sıcaklığı (°C)	Bakteri sayısı
Deri cm ²	20	3,3x10 ⁶
	-1	1,5x10 ⁴
Yüzeydeki kıllar (g kuru ağırlık)	20	1,1x10 ⁸
	-1	2,8x10 ⁴
Dışkı (g kuru ağırlık)	20	9,0x10 ⁷
	-1	2,0x10 ⁵
İşkemde (g kuru ağırlık)	20	5,3x10 ⁷
	-1	2,0x10 ⁵
Mezbahane tabanında akan su (kob/ml)	20	1,6x10 ⁵
	-1	10 ³

Çiftliklerdeki yalaklar, *E. coli* O157: H7'nin mikrobiyal maddesinin bir hayvandan diğerine taşınması için önemli araçlardır. EHEC çevrede uzun süre kalıcı olduğundan (sığır gübresinde yedi haftadan fazla bir süre boyunca), EHEC'nin bulaşma riski, kontamine otlaklar ve ağıllar aracılığıyla artar. Benzer şekilde, nakliye sistemi koşulları da enfeksiyonu tüketicilere taşımada önemli bir role sahiptir. EHEC için en önemli rezervuar, insan enfeksiyonlarının ana kaynağı olarak kabul edilen sığırlardır. Bu mikroorganizmanın yetişkin ruminantlarda kolonizasyonu, sığır gastrointestinal sistemindeki (GI) vasküler endotel üzerinde EHEC toksini, Gb3 (Globotriaosylceramides) reseptörünün eksikliği nedeniyle asemptomatiktir. Bu nedenle, Stx toksini diğer organlara ulaşmak ve sığırlarda hastalığa neden olmak için kanda özümsemez ve dolaşımda olamaz. Bir gram dışkı başına 10^4 CFU *E. coli* O157: H7 yayan bazı sığırlar, Chase-Topping ve ark. tarafından “süper yayıcılar” olarak adlandırılmıştır. Süper yayıcılar, ana kaynak olarak büyükbaş hayvanlarda EHEC dağılımı için belirgin sonuçlara sahiptir ve daha sonra çevresel etkileşimler ile insan enfeksiyonu riskini arttırmaktadır. Diğer araştırmalar, *Acanthamoeba*'nın tek hücreli bir amipinde *E. coli* O157: H7'nin varlığını göstermiştir. Bu nedenle, *Acanthamoeba*, *E. coli* O157: H7'yi insanlar ve otlayan sığırlar dahil olmak üzere diğer konakçılara yaymak için tatlı su ve toprak içinde önemli bir rezervuardır (Saeedi *et al.* 2017).

Genel olarak, toprak, sığırlar dahil, ruminantların dışkısı ile kirlenebilir. Birçok araştırmaya göre, kontamine gıdalar, *E. coli* O157: H7'nin neden olduğu enfeksiyonların insanlar arasında yayılmasında ilk faktördür. Bunu sırasıyla kontamine süt ürünleri üretimi, hayvan kaynakları ile ilişki, kontamine su, çevre şartları ve şüpheli kaynaklar izlemektedir. Bazı araştırmalar, *E. coli* O157: H7'nin insan nüfusu arasında kişiden kişiye temas ile yayıldığını gösterir. Bildirilen diğer bulaşma yolları pastörize edilmemiş elma içecekleri, sebzeler, ruminant olmayan et ve et ürünleri, ruminantlarla doğrudan temas ve laboratuvarla ilgilidir. Ayrıca mevsimler (İlkbahar ve Yaz), düşük seviyeli melatonin üretimi (İlkbahar ve Yaz aylarında), sıcak iklim, kentsel sanayileşmiş yaşam tarzı, yağışlar, ıslak hayvancılık, yüksek sıcaklık, güneş ışınlarına uzun süre maruz kalınması gibi *E. coli* O157: H7 enfeksiyonları ile birlikte yüksek oranda insidans ve prevalansa yol açabilen *E. coli* O157 için birçok risk faktörü vardır. Bununla birlikte, bu enfeksiyonlar, sığır rezervuarlarındaki bakteriyel yayılımla karşılaştırıldığında daha düşüktür (Saeedi *et al.* 2017).

Önleme

EHEC’de antibiyotik direnci genellikle farklı mutasyon türleri yoluyla ortaya çıkar. *E. coli* O157 potansiyel bir tehdit edici ajan olduğundan, bu patojene karşı etkili bir aşı zorunludur ve can güvenliği sağlayıp, maddi kaybı önleyebilir. Antibiyotiklerin bu bakteriyel toksinin neden olduğu hemolitik üremik sendromu arttırabileceği açıklanmıştır. Enterosit Etkilenme Noktası (LEE) toksinler ve fimbrialar gibi Shiga, aşı gelişimi için belirlenmiş olan virülans faktörlerinin en iyi bilinenleridir. Bu konuyu kavramak için bir açıklama gösterilmesine rağmen, bu bakteriler tarafından enfekte olduktan sonra insan konakçıda HUS'un önlenmesi konusunda kesin bir yaklaşım yoktur. Stx segmentleri veya bakteriyel yüzey antijeni ile aşılama yoluyla enfeksiyonu önlemek için bazı ön çalışmalar yapılmıştır (Saeedi *et al.* 2017).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

2018 yılında Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarında, Afyonkarahisar il merkezinden market, şarküteri ve kasap olmak üzere farklı perakende satış noktalarından 50 adet kıymalık parça sığır et örnekleri toplanmıştır. Mikrobiyoloji laboratuvarına örnekler; steril kaplarda veya kilitli poşetlerde, ağızları sıkıca kapatılmış olarak ve dışarıdan herhangi bir kontaminasyon riskini önleyecek ambalaj formunda ulaştırılmıştır. Mikrobiyoloji örnekleri, sıcaklık değişimlerine duyarlı olduğu için numunelerde soğuk zincirin kırılmamasına özen gösterilmiştir. Laboratuvara ulaşan numuneler, steril koşullarda bütünü temsil edecek düzeyde küçük parçalara ayrılarak, homojen hale getirildikten sonra analize alınmıştır.

Gıdalardan patojen mikroorganizmaların klasik kültürel teknikler ile saptanması genellikle, ön zenginleştirme, seçici zenginleştirme, seçici katı besiyerine ekim, doğrulama amaçlı biyokimyasal ve serolojik testlerin yapılması işlemlerini kapsamaktadır (Özbaş 2002). ABD Gıda ve İlaç İdaresi Bakteriyolojik Analitik El Kitabında belirtilen *E. coli* O157: H7, *Salmonella* için geleneksel tespit yöntemleri, organizmaların seçici ortamda kültürlenmesini ve izolatların morfolojik, biyokimyasal ve immünolojik özelliklerine göre tanımlanmasını içermektedir (Wang *et al.* 2007).

3.2 Metot

3.2.1 pH Analizi

Piyasadan toplanan et numunelerinin pH analizi Hanna HI 2225 model pH metre ile ölçülmüştür. Örnekler distile su ile 1/10 oranında karıştırılıp homojenize edilmiş ve pH değerleri pH metrede belirlenmiştir.

3.2.2 Su Aktivitesi Analizi

Numunelerde su aktivitesi analizi su aktivitesi ölçüm cihazı Novasina LabTouch a_w yardımı ile yapılmıştır.

3.2.3 *E. coli* Aranması

Steril kaplarda mikrobiyoloji laboratuvarına getirilen et numuneleri, steril stomacher poşetleri içerisine hassas terazide 10 g tartılmıştır. Tartılan numunelerin her birine hazırlanan 90 mL steril ringer's çözeltisi ilave edilmiştir ve bag mixerde (BagMixer® 400 P-080921247) 2-3 dakika boyunca homojenize edilmiştir (Balpetek ve Gürbüz 2010). *E. coli* aranması için hazırlanan, selektif katı besiyeri olan Tryptone Bile X-glucuronide (TBX) Agara (1.16122.0500) steril ringer's çözeltisi ve numune karışımından 0.1 mL alınarak ekim yapılmıştır. Ekim yapılan petriler 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gelişen metalik mavi-yeşil koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. TBX agarda oluşan metalik mavi-yeşil koloniler yuvarlak uçlu öze ile alınarak β -glukoronidaze aktivitesini belirlemek amacıyla VRB-MUG (Fluorocult VRB Agar) Agara (1.04030.0500) çizme plak yöntemi ile geçilmiştir. Daha sonra petriler 37 °C'de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında uzun dalga boylu UV el lambası (Merck 1.13203) ile ışıma veren şüpheli koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. β -D glukuronidaze pozitif olan bakteriler içerisinde *E. coli* indol pozitif olan tek bakteridir. Bu aşamadan sonra ışıma veren kolonilere IMVIC doğrulama testleri uygulanmıştır. İndol testi +, Metil Red testi +, Voges Proskauer testi -, Sitrat testi – olan koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir (Halkman 2005).

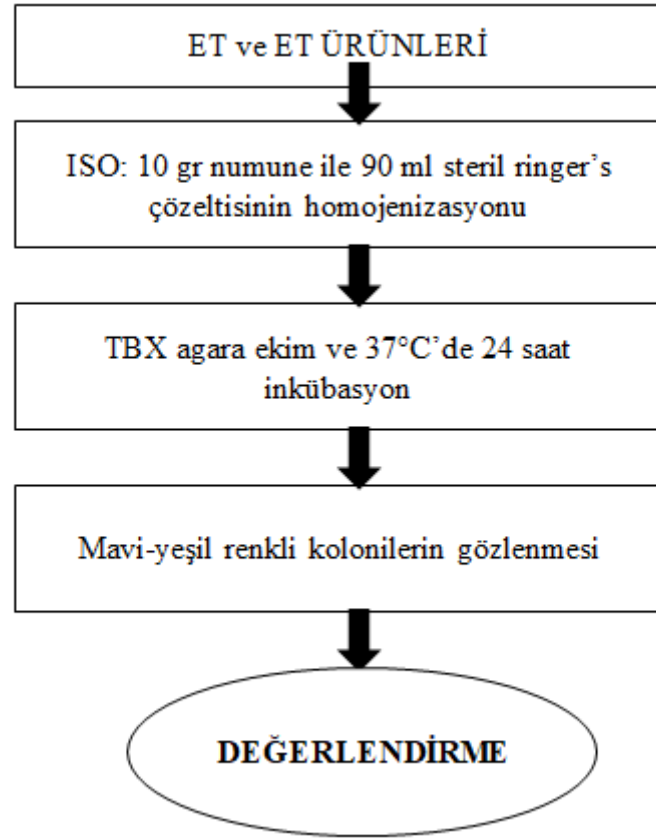
3.2.4 *E. coli* O157: H7 analizi

E. coli O157: H7'yi tespit etmek için geleneksel yöntemler kullanılmıştır (Gordillo *et al.* 2011). Hala, sefiksim ve tellürit direnci ile mannitol fermantasyon eksikliğine dayalı uluslararası standart ISO 16654:2003, gıdada *E. coli* O157: H7 tespiti için önerilmektedir. Geleneksel olarak, *E. coli* O157: H7'nin gıda, hayvan ve çevresel örneklerden izole edilmesinde selektif zenginleştirmeler kullanılmıştır. Ek olarak, pozitif numuneler, güvenilir bir tanımlama için hangi moleküler tarama teknikleri kullanıldığına bakılmaksızın kültür tarafından daima *E. coli* O157: H7 olarak doğrulanmalıdır (Barkocy-Gallagher *et al.* 2002, Gordillo *et al.* 2011).

E. coli O157:H7'nin izolasyon ve identifikasyonu ISO 16654:2003 ve Halkman (2005) tarafından önerilen yöntemle göre yapılmıştır.

Uygulanan analiz yöntemi *E. coli* O157 serotipi üzerine kurulmuş olup, gıdada *E. coli* O157 tespit edildikten sonra H7 antijeni olup olmadığının anlaşılması için H7 antiserumu kullanılmıştır. Analizde selektif zenginleştirme, selektif katı besiyerine sürme, izolasyon, biyokimyasal identifikasyon ve serolojik yöntemlerle doğrulama aşamaları vardır. Bu serotipin standart kültürel yöntemlerle analiz edilmesinde; serotipin iki önemli özelliği olan sorbitolü kullanamaması ve MUG reaksiyonunun negatif olması yararlanılmaktadır (Halkman 2005).

Steril stomacher poşetleri içerisine hassas terazide 25 g örnek tartılarak üzerine 225 mL ön zenginleştirme besiyeri olan mEC Broth with Novobiocin (1.14582.0500) ilave edilmiş ve bagmixerde 2-3 dakika homojenize edilmiştir. Homojenizat 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında oda sıcaklığına getirilen zenginleştirme sıvısından 150 µL damla alınarak, Singlepath *E. coli* O157 (1.04141.0001) test kitinin penceresine damlatılmış ve sonuç gözlemlemesi için 20 dakika beklenmiştir. Test kontrol penceresinde (C) kısmında belirgin bir kırmızı çizgi görülmesi kitin doğru çalıştığını göstermektedir ve aynı zamanda örnekte *E. coli* O157 olmadığının göstergesidir. Kit penceresinin aynı zamanda (T) kısmında belirgin kırmızı çizgi oluşması örnekte *E. coli* O157 olduğunun göstergesidir. Test kitinde negatif sonuç veren numuneler için *E. coli* O157 bulunamamıştır diye yorumlanmıştır. Singlepath *E. coli* O157 test kiti analizden önce oda sıcaklığına getirilerek kullanılmıştır. *E. coli* O157 pozitif çıkan numuneler için zenginleştirme işlemlerine devam edilmiştir. Zenginleştirme kültüründen 0.1 mL alınarak CT-Supplement katkılı SMAC (CT-SMAC) agar (besiyerine ekim yapılmıştır. Petriler 37 °C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda kırmızı renkli besiyerinde meydana gelen sorbitolü kullanamayan renksiz koloniler şüpheli *E. coli* O157: H7 olarak değerlendirilmiştir. *E. coli* O157: H7 serotipi doğrulaması için H7 antiserumu kullanılmıştır. *E. coli* O157 olduğu belirlenen kolonilere H7 antiserumu kullanılarak tüp aglütinasyon testi yapılmıştır. H7 antiserumu ile aglütinasyon veren koloniler *E. coli* O157: H7 pozitif olarak değerlendirildi. Şüpheli kolonilerin H7 antiserumu ile reaksiyonu incelendiğinde hiçbir koloni pozitif reaksiyon vermemiştir. Hiçbir numunede *E. coli* O157: H7 tespit edilmemiştir (ISO 2003, Halkman 2005). *E. coli* O157: H7 için ISO 16654-2003 metodu Şekil 3.1’de verilmiştir (ISO 2003).



Şekil 3.1 *E. coli* O157: H7 için ISO 16654-2003 Metodu (ISO 2003).

3.2.5 *Salmonella* spp. Analizi

Salmonella'nın gıda ve dışkı örneklerinden izole edilmesinde kullanılan geleneksel yöntemler, genel olarak bir veya iki selektif zenginleştirmeden önce selektif olmayan ön zenginleştirme uygulanmasından dolayı; *E. coli* O157: H7'nin izole edilmesinde olanlardan farklıdır (Barkocy-Gallagher *et al.* 2002).

Salmonella, selektif olmayan ön zenginleştirme, selektif zenginleştirme, selektif katı besiyerine ekim ve kolonilerin biyokimyasal testlerle doğrulanması olan standart varyok yöntemiyle analiz edilir. Gıda ürünlerinin 25 g-mL'sinde *Salmonella* bulunmamalıdır. Bu nedenle gıdalarda serotipe bakılmaksızın *Salmonella* aranır. Halkman (2005); “selektif katı besiyerlerinden herhangi birisinden izole edilen tipik kolonilerden 1 adedi dahi *Salmonella* olarak tanımlanırsa “analiz edilen 25 g-mL gıdada *Salmonella* “vardır şeklinde yorumlanır” demiştir (Halkman 2005).

Et örneklerindeki *Salmonella* spp. nin klasik kültür tekniği ile analizi yapılmıştır. Çalışmada *Salmonella* spp. izolasyonu ve identifikasyonu için ISO 6579 yöntemi kullanılmıştır.

Klasik kültür tekniğinde, her bir et numunesi küçük parçalara ayrılarak steril stomacher poşetlerde hassas terazide 25 g tartılmıştır. Tartılan numunelerin üzerine önceden hazırlanmış steril ringer's çözeltisi 225 mL eklenmiştir. Karışım bag mixerde (BagMixer® 400 P-080921247) 2-3 dakika homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler ön zenginleştirme amacıyla 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (Balpetek ve Gürbüz 2010, Atasever ve Atasever 2014). Ön zenginleştirmede, düşük sayıdaki veya zarar görmüş *Salmonella*'nın tespiti amaçlanmıştır. İnkübe edilen ön zenginleştirme sıvısından 0.1 mL miktarında, 10 mL tüplere alınmış olan Rappaport Vassiliadis *Salmonella* (RVS) Broth (Merck 1.07700) üzerine ve 1 mL miktarında da 10 mL Muller-Kauffmann Tetrathionate-Novobiocin (MKTTn) Broth (Merck 1.05878.0500) içeren tüpler üzerine inoküle edilmiştir. RVS broth içeren tüpler 42 °C'de, MKTTn broth içeren tüpler ise 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmış ve selektif zenginleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon sonrası elde edilen RVS broth ve MKTTn broth kültürlerinden ayrı ayrı Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) Agar (1.05287.0500) ve ona tamamlayıcı olabilecek Brilliant-green Phenol-red Lactose Sucrose (BPLS) Agar'a (Merck 1.10747.0500) yuvarlak uçlu öze yardımı ile bir öze dolusu sürme yapılmıştır. Ekimleri yapılan petriler 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İdentifikasyon için XLD agarda oluşan siyah merkezli pembe renkli ve BPLS agarda oluşan kırmızı pembe renkli tipik *Salmonella* kolonilerinden en az 3 adet alınarak öze yardımıyla çizme plak yöntemi ile Nutrient Agar'a (1.05450.0500) geçiş yapılmıştır. Petriler 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Seçici olmayan Nutrient agar besiyerindeki kültür basamağı, seçici agar besiyerinden alınan koloninin saflık kontrolü için biyokimyasal testlere paralel olarak gerçekleştirilebilir. Bundan sonraki aşamada muhtemel *Salmonella* kolonilerini doğrulamak amacıyla biyokimyasal testler uygulanmıştır (ISO 2017).

3.2.5.1 Biyokimyasal Testler

İnkübasyon sonunda Nutrient Agar'da üreyen kolonilerden bir tanesi seçilerek Triple Sugar Iron (TSI) Agar'a (Merck 1.03915.0500) inokule edilmiştir. TSI besiyerinin yüzey kısmına çizgi ekimi yapılarak sürülmüş ve ardından öze besiyeri içerisine dik bir şekilde tüp dibine kadar batırılmıştır. TSI tüpleri 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin bitiminde TSI tüplerinde oluşan reaksiyonlar gözlenmiştir. *Salmonella* kültürleri tüp yüzeyinde alkali bir reaksiyon gösterir ve tüp yüzeyi kırmızı renktedir ya da renk değişmez; tüp dibi ise asit laktoz ve/veya sukroz pozitif üretimi nedeniyle sarı renge döner. H₂S üretimi var ise (%90 oranında *Salmonella*'lar H₂S üretir.) siyah renk oluşumu gözlenir. Glukoz negatifler için tüp dibi kırmızı ya da renk değişimi olmayabilir, gaz oluşumu görülür. Ayrıca laktoz pozitif *Salmonella* serotiplerinin neden olacağı reaksiyondan dolayı yüzey sarı gözlenebilir. Bu nedenle *Salmonella* kültürlerinin ön konfirmasyonu yalnızca TSI agar testi ile yapılmaz. Biyokimyasal ve serolojik konfirmasyon testlerine geçilir (Halkman 2005, ISO 2017).

Üre testi amacıyla Urea Agar'a (Merck 1.08492.0500) dibe daldırarak yatay yüzeye sürme şeklinde çizgi ekim yapılmıştır. Agar 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda Urea agar tüplerindeki değişimler gözlenmiştir. Tipik *Salmonella* kültürleri, üre hidrolize etmez, böylece üre agarının renginin değişmeden kalması üre negatif, gül pembesine dönüşmesi üre pozitif olarak değerlendirilmiştir. Reaksiyon pozitifse, üre hidrolize edilmiş ve amonyak serbest kalmıştır (Halkman 2005, ISO 2017).

L-Lisin dekarboksilasyon testi için Lysine Iron Agar'a (LIA, Merck 1.11640.0500) dibe daldırma ve yüzeye sürme şeklinde ekim yapılmıştır. Agar 37 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda; dipte siyah-menekşe renk oluşumu ve yüzeyde menekşe renk oluşumu pozitif olarak değerlendirilmiştir. Dipte H₂S oluşumu siyah rengin gözlenmesi ile yorumlanır. Sarı renk oluşumu negatif reaksiyonu gösterir. Tipik *Salmonella* kültürlerinin çoğu pozitif reaksiyon verir (Halkman 2005, ISO 2017).

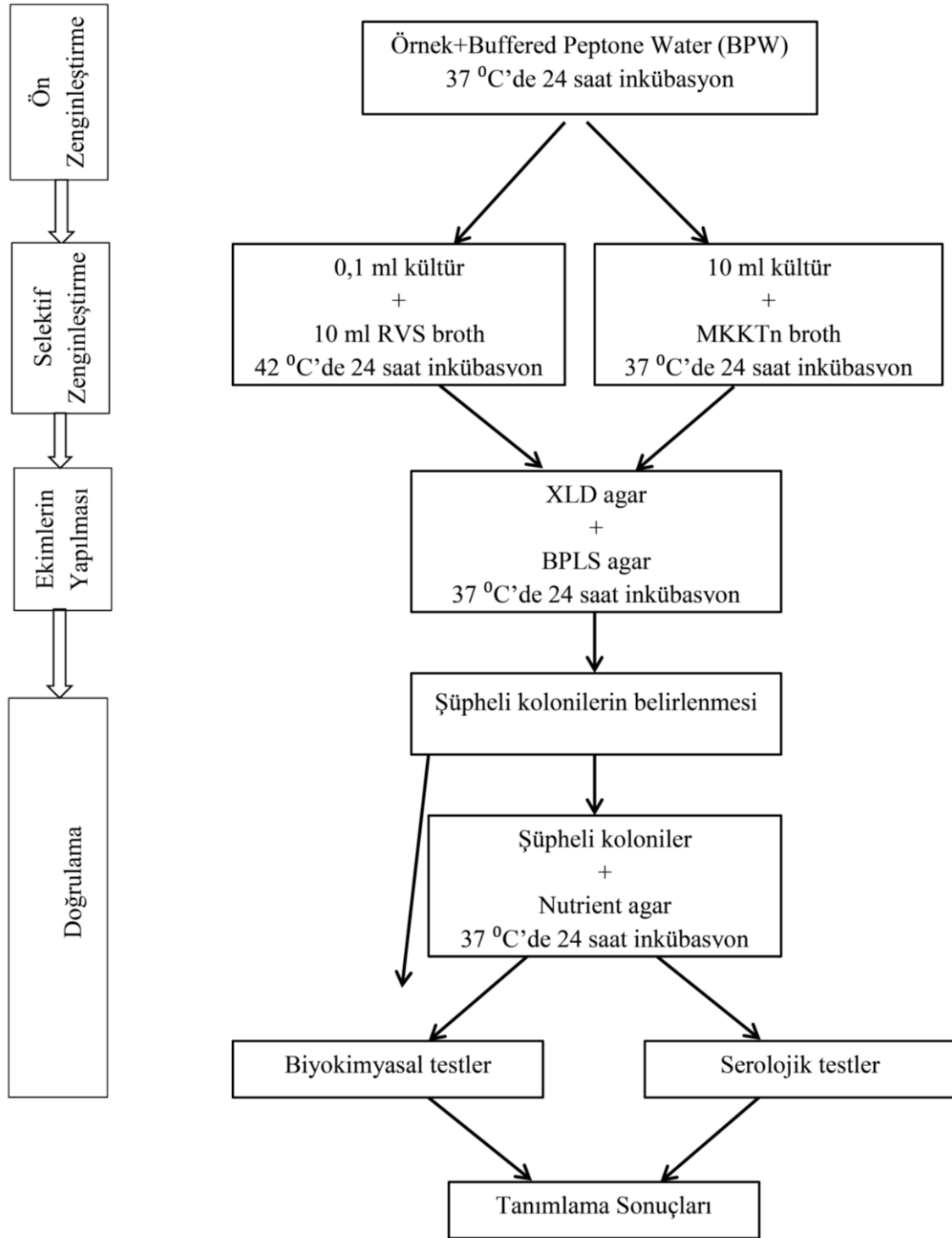
Sonuçlara göre; TSI agar pozitif, üre negatif ve LIA pozitif olan koloniler *Salmonella* şüpheli olarak değerlendirilmiştir. Bu aşamadan sonra serolojik teste geçiş yapılmıştır (Halkman 2005, ISO 2017).

3.2.5.2 Serolojik Testler

Salmonella için tipik biyokimyasal reaksiyonları gösteren koloniler *Salmonella* O-, H- ve Vi- antijenlerinin varlığı için polivalan antiserum kullanılarak lam aglütinasyonla test edilmiştir. Lam aglütinasyon testinde eğer bakteri farklı birimlerde kümelenmiş ise süşun oto-aglütinasyon özelliği olduğu kabul edilir ve bu durumda antiserumlar ile testlere geçilmez. Bu tip oto-aglütinasyon yapan türlerin antiserumlar ile serolojik doğrulamaların yapılması mümkün değildir. Eğer oto-aglütinasyon tür değil ise teste devam edilir. *Salmonella* serolojik doğrulama testleri için O, H ve Vi antiserumları kullanılmıştır (Halkman 2005, ISO 2017).

O-, Vi-, H- Antijenlerinin İncelenmesi: Oto aglütinasyon yapmayan saf koloniler O antijeni için bir damla *Salmonella* Polyvalent O Antiserum, Vi antijeni için bir damla *Salmonella* Polyvalent Vi Antiserum ve bir damla *Salmonella* Polyvalent H Antiserum kullanılarak yapılmıştır. Aglütinasyon meydana gelirse, bu pozitif bir reaksiyon olarak kabul edilir (Halkman 2005, ISO 2017).

ISO 6579 yöntemine göre gıda numunelerinde *Salmonella* analizi için prosedür diyagramı Şekil 3.2’de verilmiştir (ISO 2017).



Şekil 3.2 Gıda numunelerinde *Salmonella* analizi için prosedür diyagramı (ISO 2017).

3.2.6 İstatiksel Analizler

Araştırmada örneklerin pH ve a_w analizlerinin sonuçları SPSS 20.0 (SPSS Inc, USA) istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin analizlerinden elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi tekniği (ANOVA) uygulanarak değerlendirilmiştir. Örnekler arasındaki farkı belirleyebilmek için en küçük anlamlı fark (LSD) testi ($p<0,05$ güven aralığında) kullanılmıştır. Varyans analizi iki ya da daha fazla gruba ait ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ile ilgili hipotezleri test etmek için kullanılmaktadır. İki'den fazla grubun ortalamaları karşılaştırılacak ise F Testi diğer bir ismiyle Varyans Analizi (ANOVA, Analysis Of Variance) uygulanır. İki'den fazla grubun ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını belirlemek için F testinden elde edilen F değeri/oranı kullanılmaktadır. F değeri arttıkça örnekler arasındaki farklılık önemli derecede artmaktadır. Yapılan çalışmada örnekler arası pH ve a_w değerleri arasındaki fark $p<0,001$ yani çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. $p<0,05$ ise LSD hesaplamalarında kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu araştırmada 2018 yılında Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarında, Afyonkarahisar il merkezinden çeşitli perakende satış yerlerinden alınan 50 adet kıymalık parça sığır et örnekleri toplanmıştır. Söz konusu parça etlerin mikrobiyolojik kalitelerini belirlemek amacıyla örneklerde *E. coli*, *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. aranması yapılmıştır. Söz konusu örneklerin ayrıca pH ve su aktivitesi değerleri tespit edilmiştir.

4.1 Örneklerin pH Değerleri

Farklı zamanlarda çeşitli satış yerlerinden alınan kıymalık et parça örnekleri pH değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4,1’de, örneklerin pH değerleri Çizelge 4.2, Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Örneklerin Ph değerlerinin varyans analiz tablosu.

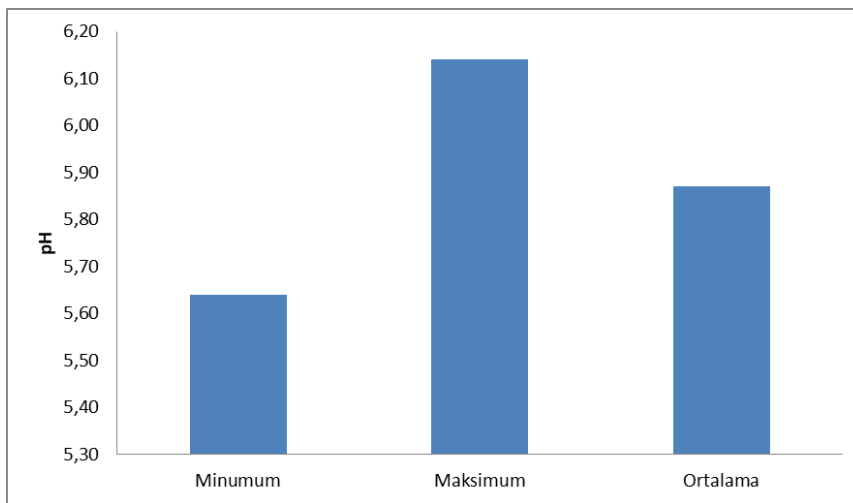
Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Gruplar Arası	49	0,046	31,035***
Grup içi	50	0,001	
Toplam	99		

*** $p < 0,001$: Çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı

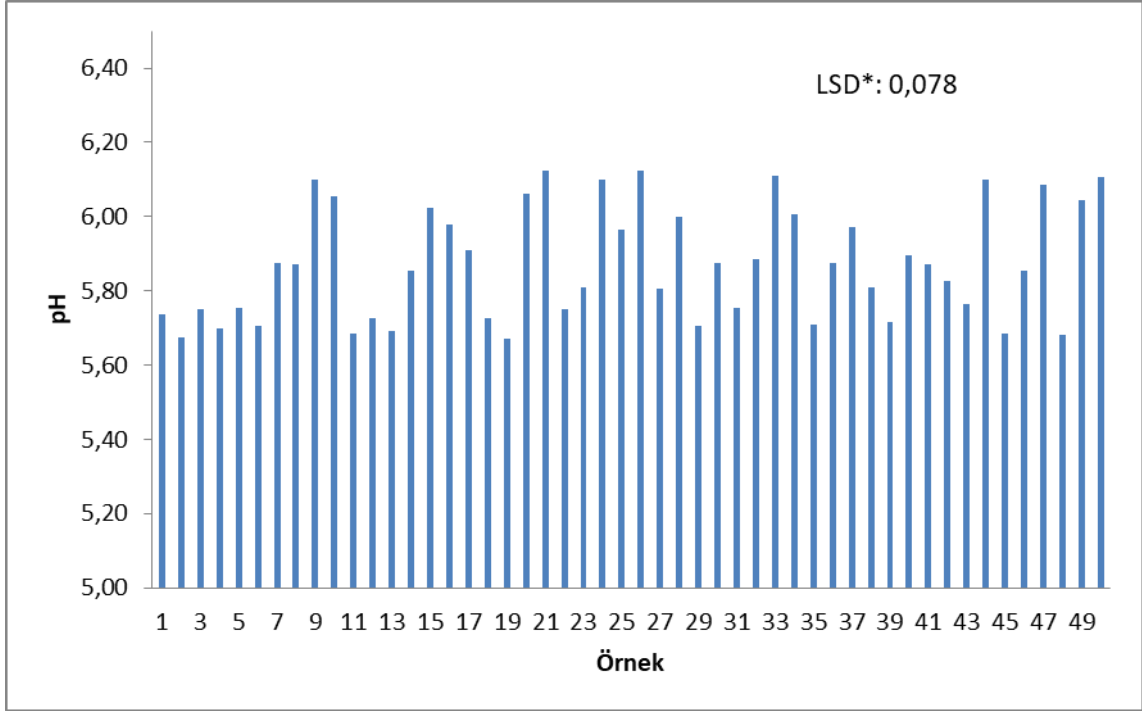
Çizelge 4.2 Parça et örneklerin pH değerleri.

Örnek No	pH	Std. Sapma	Örnek No	pH	Std. Sapma
1.	5,74	,03536	26.	6,13	,00707
2.	5,68	,02121	27.	5,81	,03536
3.	5,75	,02828	28.	6,00	,04243
4.	5,70	0,0000	29.	5,71	,04950
5.	5,76	,00707	30.	5,88	,07778
6.	5,71	,00707	31.	5,76	,03536
7.	5,88	,03536	32.	5,89	,03536
8.	5,87	,01414	33.	6,11	,01414
9.	6,10	,02828	34.	6,01	,02121
10.	6,06	,00707	35.	5,71	,05657
11.	5,69	,03536	36.	5,88	,04950
12.	5,73	,00707	37.	5,97	,04243
13.	5,69	,01414	38.	5,81	,02828
14.	5,86	,03536	39.	5,72	,02121
15.	6,03	,02121	40.	5,90	,04950
16.	5,98	,04243	41.	5,87	,07071
17.	5,91	,04243	42.	5,83	,04950
18.	5,73	,04950	43.	5,77	,04950
19.	5,67	,02828	44.	6,10	,02828
20.	6,06	,04243	45.	5,69	,06364
21.	6,13	,02121	46.	5,86	,03536
22.	5,75	,05657	47.	6,09	,02121
23.	5,81	,05657	48.	5,68	,05657
24.	6,10	,01414	49.	6,05	,02121
25.	5,97	,06364	50.	6,11	,02121
LSD*			0,078		

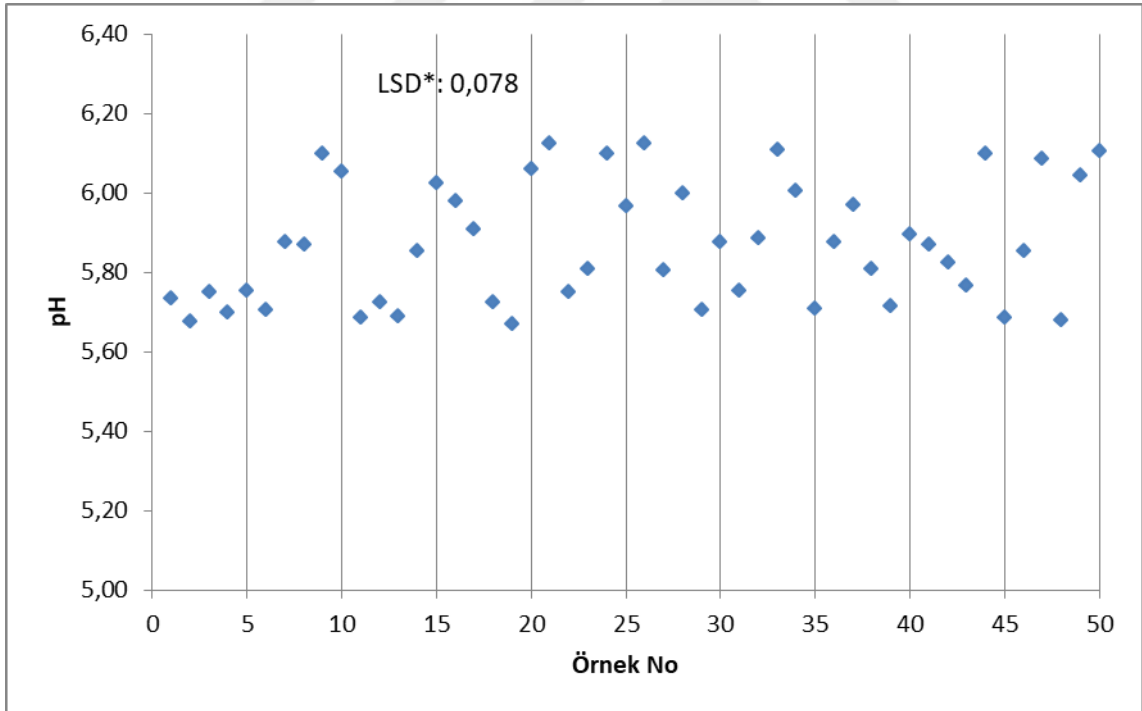
*LSD: En küçük anlamlı fark ($p < 0.05$)



Şekil 4.1 Parça et örneklerinin pH içeriklerinin, maksimum, minumum ve ortalama değerleri.



Şekil 4.2 Çalışmadaki Örneklerin pH dağılımı *LSD: En küçük anlamlı fark ($p < 0.05$).



Şekil 4.3 Çalışmadaki örneklerin pH dağılımı *LSD: En küçük anlamlı fark ($p < 0.05$).

4.2 Örneklerin a_w Değerleri

Farklı zamanlarda çeşitli satış yerlerinden alınan et parça örneklerin a_w değerlerinin

varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de, örneklerin a_w değerleri Çizelge 4.4, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Örneklerin a_w değerlerinin varyans analiz tablosu.

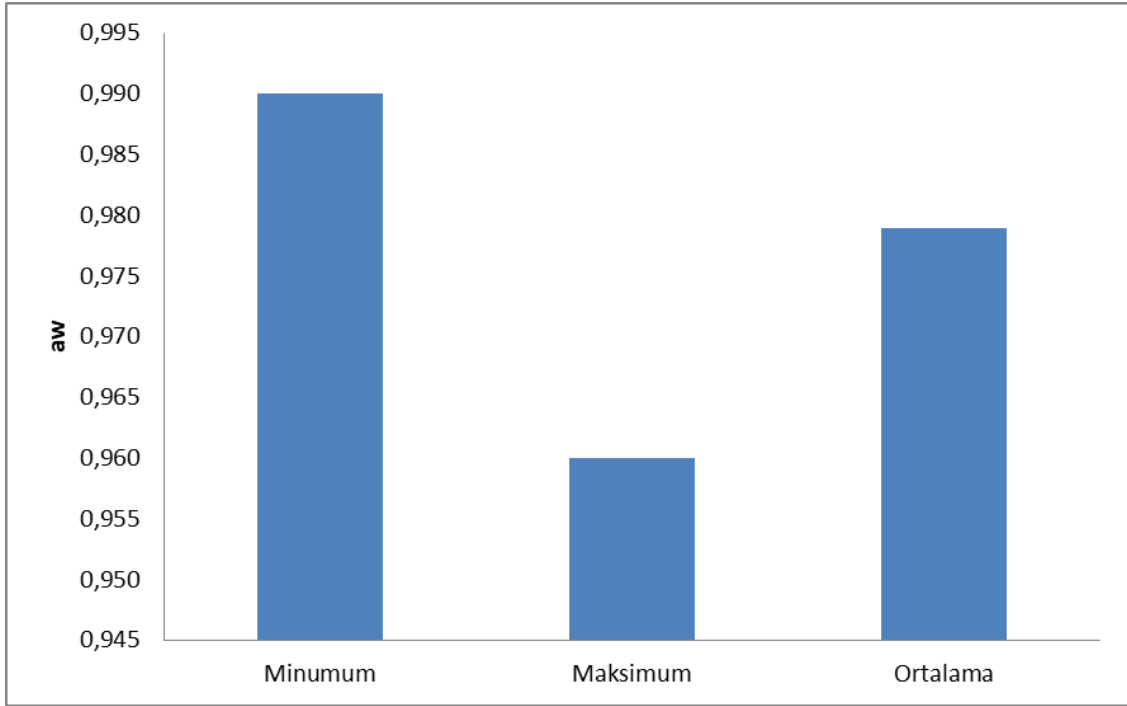
Kaynak	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri
Gruplar Arası	49	0,0003	16,419***
Grup içi	50	0,0001	
Toplam	99		

*** $p < 0,001$: Çok yüksek düzeyde istatistiksel olarak anlamlı

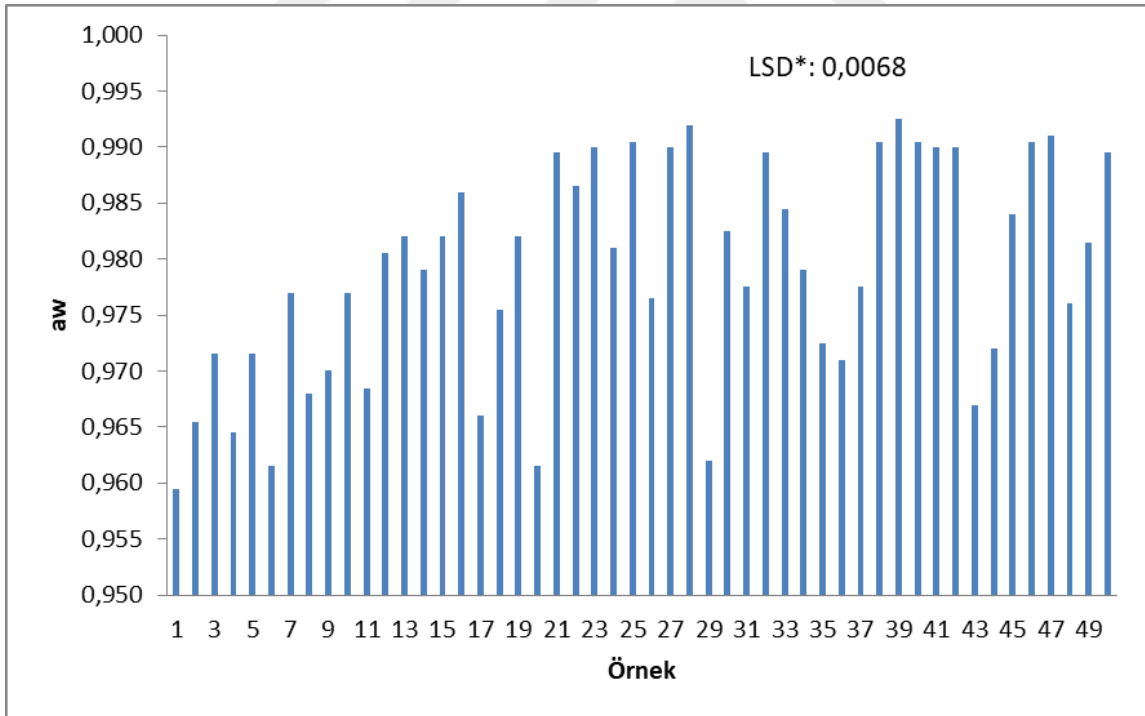
Çizelge 4.4 Parça et örneklerin a_w değerleri.

Örnek No	pH	Std. Sapma	Örnek No	pH	Std. Sapma
1.	0,9595	0,00354	26.	0,9765	0,00495
2.	0,9655	0,00495	27.	0,9900	0,00141
3.	0,9715	0,00071	28.	0,9920	0,00141
4.	0,9645	0,00495	29.	0,9620	0,00424
5.	0,9715	0,00212	30.	0,9825	0,00495
6.	0,9615	0,00354	31.	0,9775	0,00495
7.	0,9770	0,00424	32.	0,9895	0,00354
8.	0,9680	0,00424	33.	0,9845	0,00495
9.	0,9700	0,00283	34.	0,9790	0,00566
10.	0,9770	0,00283	35.	0,9725	0,00636
11.	0,9685	0,00212	36.	0,9710	0,00283
12.	0,9805	0,00212	37.	0,9775	0,00354
13.	0,9820	0,00141	38.	0,9905	0,00071
14.	0,9790	0,00283	39.	0,9925	0,00071
15.	0,9820	0,00424	40.	0,9905	0,00071
16.	0,9860	0,00283	41.	0,9900	0,00141
17.	0,9660	0,00424	42.	0,9900	0,00141
18.	0,9755	0,00636	43.	0,9670	0,00283
19.	0,9820	0,00283	44.	0,9720	0,00283
20.	0,9615	0,00212	45.	0,9840	0,00141
21.	0,9895	0,00212	46.	0,9905	0,00071
22.	0,9865	0,00354	47.	0,9910	0,00424
23.	0,9900	0,00000	48.	0,9760	0,00424
24.	0,9810	0,00283	49.	0,9815	0,00212
25.	0,9905	0,00212	50.	0,9895	0,00354
LSD*				0,0068	--

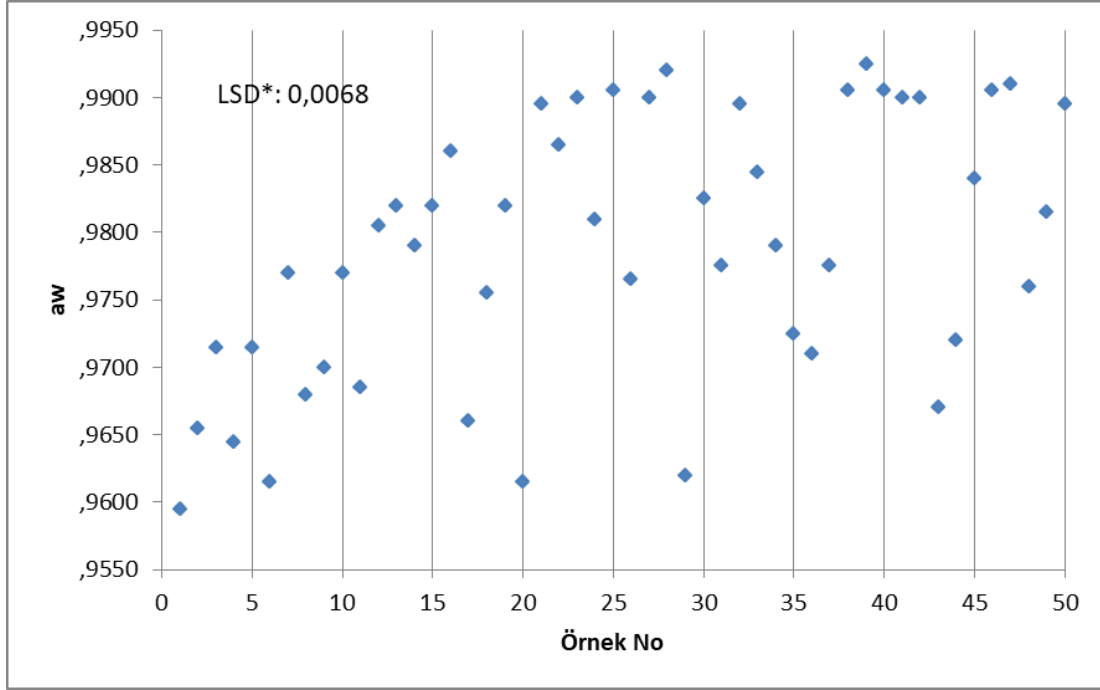
*LSD: En küçük anlamlı fark ($p < 0.05$)



Şekil 4.4 Parça et örneklerinin a_w içeriklerinin, maksimum, minumum ve ortalama değerleri.



Şekil 4.5 Çalışmadaki Örneklerin a_w değerlerinin dağılımı *LSD: En küçük anlamlı fark ($p < 0.05$).



Şekil 4.6 Çalışmadaki Örneklerin a_w dağılımı *LSD: En küçük anlamlı fark (p<0.05).

4.3 Örneklerde *E. coli*, *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. Tespiti

Yapılan bu çalışmada 50 örnekte aranan *E. coli*, *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. ait değerlendirme Çizelge 4.5’de; Çalışma örneklerde pozitif çıkan patojen sayıları ve oranları Çizelge 4.6’da, çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen sayıları Şekil 4.7’de, çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen oranları ise Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

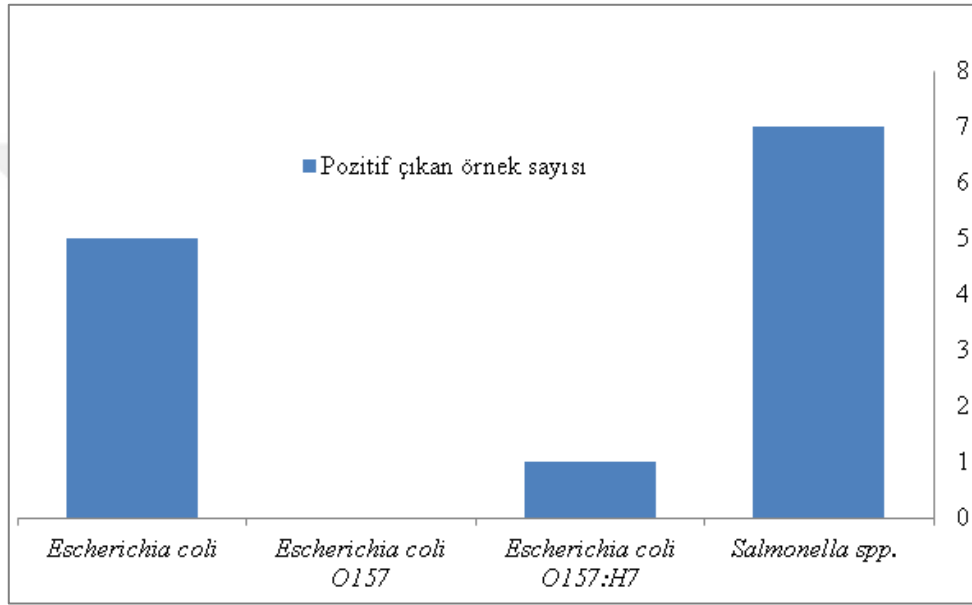
Çizelge 4.5 Çalışmadaki örneklerde aranan patojenler (n: 50).

Örnek No	Patojen			
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Escherichia coli</i> O157	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>Salmonella</i> spp.
1	+	-	-	+
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
13	-	-	-	-
14	-	-	-	-
15	-	-	-	-
16	+	+	-	-
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	-	-	-	-
22	-	-	-	-
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	+	-	-	+
32	-	-	-	-
33	-	-	-	-
34	-	-	-	-
35	-	-	-	-
36	+	-	-	+
37	+	-	-	+
38	+	-	-	+
39	-	-	-	-
40	-	-	-	-
41	-	-	-	-
42	-	-	-	-
43	-	-	-	-
44	-	-	-	-
45	-	-	-	-
46	-	-	-	-
47	+	-	-	-
48	-	-	-	-
49	-	-	-	-
50	-	-	-	-

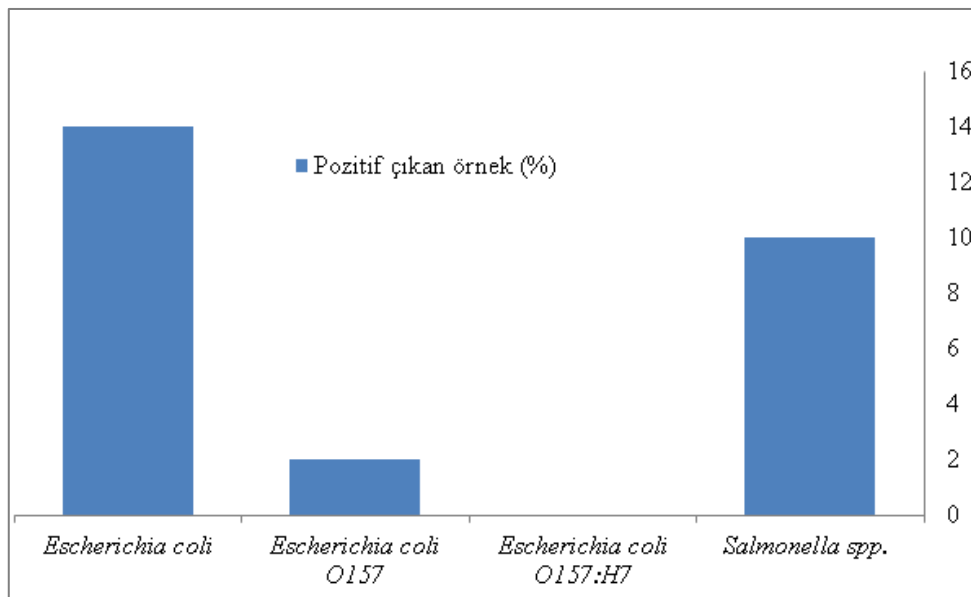
(-): Tespit edilememiştir, (+): Tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6 Çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen sayıları ve oranları.

Patojen	Örnek Sayısı (n)	Pozitif Çıkan Örnek	
		Sayı	%
<i>Escherichia coli</i>	50	7	14
<i>Escherichia coli</i> O157	50	1	2
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	50	0	0
<i>Salmonella spp.</i>	50	5	10



Şekil 4.7 Çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen sayıları (n: 50).



Şekil 4.8 Çalışmadaki örneklerde pozitif çıkan patojen oranları (%) (n: 50).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Kıymalık Parça Etlerine Ait pH Değerleri

Afyonkarahisar ilinde market, şarküteri ve kasap olmak üzere farklı satış noktalarından 50 adet kıymalık parça etlere ait pH değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Söz konusu 50 adet örneğin pH değerleri 5,68 ile 6,13 arasında tespit edilmiştir (Şekil 4.1). pH değerlerine örnek tipinin çok önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$) (Çizelge 4.1). En yüksek pH değeri ($p<0,05$) 6,13 ile 21 ve 26 no’lu örneklerde saptanmıştır, en düşük değerler ise 5,68 ile 2 ve 48 no’lu örneklerde saptanmıştır.

Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarında farklı satış noktalarından toplanan 50 adet kıymalık parça sığır etlerinin farklı pH değerlerinde olabildiği görülmüştür.

Taze etlerde pH değeri önemli kalite kriteridir. Et kaynağı hayvanların gerek kesim öncesi ve gerekse de fizyolojik durumları etlerin pH değerini önemli ölçüde etkilemektedir. Normal bir canlı kasta pH yaklaşık 7,2’dir (Swatland 2002). Kesim sonrası kasın ete dönüşüm reaksiyonlarında glikojen laktik aside parçalanmaktadır. Etin pH’ı, 5,2 ile 7,0 arasında değişebilmektedir. En yüksek kalitede taze et ürünlerin pH değerleri 5,7 ile 6,0 aralığında düşme eğilimindedir. Ölüm sonrası pH düşüşünün hızı ve derecesi taze etin kalite özelliklerini etkilemektedir (Greaser 2001). Taze etlerdeki son pH değeri, kesimden 24 saat sonra pH düşüşünün derecesi ile belirlenir. Son pH’daki değişim, renk ve etin su tutma kabiliyeti gibi çeşitli faktörleri etkiler. Düşük pH, düşük su tutma kapasitesine ve daha açık bir renk ile sonuçlanır. Tersine, daha yüksek bir son pH daha koyu bir renk ve daha az damla kaybı sağlayacaktır (Mach *et al.* 2008).

Węglarz (2010) dana, düve, inek ve boğaların kalite kriterlerini incelediği çalışmasında etlerin pH değerlerinin yaz aylarında 6,61-6,10 arasında, kış aylarında ise 3,63-6,13 arasında değiştiğini ve en düşük değerlerin düvelerde en yüksek değerlerin ise genç danalarda tespit ettiklerini belirtmiştir. Węglarz (2010) yaz aylarında gözlenen daha yüksek pH değerini erkeklerin yüksek hava sıcaklığı gibi farklı stres faktörlerine daha duyarlı olmalarından kaynaklanabileceğini rapor etmiştir.

Benzer şekilde Kadim vd. (2004) çevresel faktörlerin etlerin kalitesine önemli bir etkisinin olduğunu ve araştırmacılar kış mevsiminde son pH değerinin 5,54 iken yaz aylarında 6.24 olduğunu belirtmişlerdir.

Sallam ve Samejima (2004) çeşitli sodyum laktat (NaL) and sodyum kloridin (NaCl) kıymalarda çeşitli kalite kriterlerine etkisini incelediği çalışmalarında kontrol örneğinde başlangıç pH değerinin 5,80 olduğunu ve 21 günlük depolama sonunda 5,72 değerine düştüğünü tespit etmişlerdir.

Benzer şekilde Gök et al. (2009) vakum paketlenmiş kıyma örneklerinin pH değerlerinin 45 günlük depolama sonunda 6,08'den 5,90'a düştüğünü tespit etmişlerdir.

5.2 Kıymalık Parça Etlerine Ait a_w Değerleri

Afyonkarahisar ilinde çeşitli noktalarından 50 adet kıymalık parça etlere ait su aktivitesi değerleri Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Söz konusu 50 adet örneğin a_w değerleri 0,9595 ile 0,9925 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). a_w değerlerine örnek tipinin çok önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$) (Çizelge 4.3). En yüksek a_w değeri ($p<0,05$) 0,9925 ile 39 no'lu örneklerde saptanmıştır, en düşük değerler ise 0,9595 ile 1 no'lu örneklerde saptanmıştır ($p<0,05$) (Şekil 4.5).

Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarında farklı satış noktalarından toplanan 50 adet kıymalık parça sığır etlerinin farklı a_w değerlerinde olabildiği görülmüştür.

Su aktivitesi ve pH, bir gıda ürünüde mikroorganizmanın büyümesini destekleyip desteklemediğini belirleyen en önemli iki faktördür. Su aktivitesi ve pH'nin sinerjik etkileri, bireysel etkilerinden daha güçlü olduğu bilinmektedir. Bu sinerjik etki, mikrobiyal kontrol için engeller teknolojisi (hurdle technology) ile ayrıntılı olarak açıklanmaktadır (Shimokomaki *et al.* 1998, Leistner 2000).

Tüm organizmalar gibi, mikroorganizmalar da gelişip çoğalabilmek için suya ihtiyaç duymaktadırlar (Alzamora *et al.* 2018). Mikroorganizmalar suyu hücre zarından

geçirerek alırlar. Bu su hareketi mekanizması, bir su aktivitesi derecesine (hücre dışındaki yüksek su aktivitesi ortamından hücre içindeki daha düşük su aktivitesi ortamına hareket eden suya) bağlıdır. Her mikroorganizmanın büyümemesinin sınırlandırılacağı belirli bir su aktivitesi bulunmaktadır (Singh and Shalini 2016).

Bu çalışmaya benzer şekilde Li et al. (2018) kıyma örneklerinde su aktivitesi değerlerini 0,992 olduğunu ve pişirmeyle beraber bu değerin kısmen düştüğünü tespit etmişlerdir.

5.3 Kıymalık Parça Etlerde *E. coli*, *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. Tespiti

Çiğ kırmızı et ve ürünleri biyolojik ve kimyasal bileşimleri nedeniyle mikrobiyal bozulmaya çok yatkındırlar. Özellikle taze et zengin besin bileşimi yüksek pH (5.5 - 6.5) ve su aktivitesi (0.98 ile 0.99) nedeniyle mikroorganizmaların yaşaması ve çoğalması için çok uygundur (Lawrie and Ledward 2006). Çiğ etlerin mikroorganizmalarla kontaminasyonu kesimle beraber deriden, gastrointestinal yoldan ve lenf düğümlerinden ve kesimhane çevresinden olur (Kotula and Kotula 2000). Ete bulaşan mikroorganizmalar insanlarda hastalığa neden olabilen patojen mikroorganizmalar, indikatör mikroorganizmalar ve bozulmaya neden olan saprofit mikroorganizmalar olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş 1998). Etlere gastrointestinal kanaldan bulaşan patojenik mikrobiyal türler *Salmonella* enterik suşları, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter jejuni*, *Aeromonas hydrophila*, *Listeria monocytogenes* ve *E. coli*'dir (Gill 1998).

Afyonkarahisar ilinde farklı aylarda ve farklı satış yerlerinden 50 adet kıymalık parça etlerde *E. coli*, *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. tespiti yapılmıştır (Çizelge 4.5). Çalışmada 50 adet örnekten 7 sinde (%14) *E. coli*, 1 örnekte (%2) *E. coli* O157, 5 örnekte (%10) *Salmonella* spp. tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). 50 örnekten hiçbirinden *E. coli* O157:H7 tespit edilememiştir (Şekil 4.7 ve Şekil 4.8).

Söz konusu sonuçlara göre kıymalık parça etlerde halk sağlığı açısından önemli olan 3 farklı patojen mikroorganizma tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik

Kriterler Tebliği (Anonim 2011)’ne göre kıyma ve çiğ kırmızı et ve hazırlanmış kırmızı et karışımlarının 25 g-mL’inde *Salmonella* ve *E. coli* O157 bulunmamalıdır (Çizelge 5.1). Çalışmada elde edilen mikrobiyolojik sayımlara göre 6 örnek Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği’ne uymamaktadır.

Çizelge 5.1 Türk Gıda Kodeksi mikrobiyolojik kriterler tebliği (Anonim 2011).

Gıda	Mikroorganizmalar		Numune Alma Planı		Limitler	
			n	c	m	M
1.3.1.Kıyma	Aerobik Koloni Sayısı		5	2	5×10^5	5×10^6
	<i>Salmonella</i>		5	0	0/25 g-mL	
	<i>E. coli</i> 0157		5	0	0/25 g-mL	
1.3.2. Çiğ Kırmızı et ve hazırlanmış kırmızı et karışımları	<i>Salmonella</i>		5	0	0/25 g-mL	
	<i>E. coli</i> 0157		5	0	0/25 g-mL	

Benzer şekilde Özer (2010) İstanbul ilinde satışa sunulan kıyma örneklerinde *Salmonella* cinsi bakterileri tespit ettiği çalışmalarında 50 örnekten geleneksel kültür yöntemi ile 5 inden, İMA (immünomanyetik ayırma) yöntemi ile 3’ünden *Salmonella* cinsi bakteri izole edilmiştir. Araştırmacı incelenen 50 kıyma örneğinin 37’sinde ise FISH (floresanlı yerinde hibritleme) yöntemi ile *Salmonella* cinsi bakterilerin varlığı tespit ettiğini bildirmiştir.

Yıldırım vd. (2016) sığır kıyma örneklerinden *Salmonella* spp. tespiti için alan çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar 50 kıyma örneklerinden 4’ünde (%8) *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir.

Başkaya vd. (2004) ise İstanbul’da satışa sunulan 27 kıyma örneğinin 3’ünde (%11,1) *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca örneklerin *E. coli* sayılarını ortalama 7.2×10^3 kob/g olduğunu rapor etmişlerdir.

Khalafalla et al. (1993) kıyma örneklerinde patojen bulaşmasının çoğunlukla hazırlama basamağında meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar et satış yerlerinde

hazırlanan kıymaların aerob mezofilik genel canlı, enterobakteri ve stafilokok sayılarının evde hazırlananlara göre sırasıyla 12.5, 20 ve 2.5 kat daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Ahmed and Shimamoto (2014) Mısır'da yaptıkları geniş çaplı araştırmada 1.600 süt ve et ürünlerinde *S. enterica*, *E. coli* O157:H7 and *Shigella* spp. araması yapmışlardır. Araştırmacılar 69 adet örnekte (%4.3) *S. enterica*, 54 örnekte (%3.4) *E. coli* O157:H7 ve 27 örnekte (%1.7) *Shigella* spp. patojenlerini tespit etmişlerdir.

Bayar (2007) yaptığı çalışmada çeşitli et ürünlerinde *E. coli* O157:H7 tespiti yapmaya çalışmıştır. Söz konusu araştırmada kuzu kıyma örneklerinin %20 (2 adet) oranında *E. coli* O157:H7 tespit edilmiştir. Dana kıyma örneklerinde ise *E. coli* O157:H7 %40 (4 adet) oranında tespit edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada Direkel vd. (2010) Mersin ilinde 86 farklı satış yerinden kıyma örnekleri toplamıştır. Toplanan kıyma örneklerinin mikrobiyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam koliform bakteri, *E. coli*, *Stapylococcus* spp., *Stapylococcus aureus*, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. sayımları ve tespit yapılmıştır. Araştırmada *E. coli*, *Stapylococcus* spp., *Stapylococcus aureus* sayıları sırasıyla $2,8 \times 10^3$ kob/g, $3,2 \times 10^5$ kob/g ve $5,8 \times 10^4$ kob/g bulunmuştur. Araştırmada ayrıca örneklerin 6'sında (%6,9) *E. coli* O157:H7 tespit edilmişken hiçbir örnekte *Salmonella* spp. tespit edilmemiştir.

Sallam et al. (2014) Mısır'da yaptıkları araştırmada taze sığır etinden (27 adedinde, %30), sığır kıymasından (24 adedinde, %26,7) ve sığır burger köftesinden (15 adedinde, %16,7) izole edilen *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir.

Abbassi-Ghozzi et al. (2012) ise Tunus'ta yaptıkları çalışmada 144 sığır eti ve 56 kıyma örneklerinden *Salmonella* spp. araştırmışlardır. Araştırmada sığır etinin %29,8'inde (43 adet) ve kıyma örneklerinin ise %10,7'sinde (6adet) *Salmonella* spp. izole edildiğini araştırmacılar rapor etmişlerdir.

Stampi ve et al. (2004) yaptıkları çalışmada ise 149 sığır kıyması ve ürünlerinde *E. coli* ve *E. coli* O157 taraması yapmışlardır. Araştırmacılar söz konusu kıyma örneklerin 45 adedinde (%30,2) *E. coli*, 3 örnekte ise (%2,0) *E. coli* O157 tespit etmişlerdir. Araştırmacıların sonuçlarıyla yapılan bu çalışmanın sonuçları benzerlik göstermektedir. Yapılan başka çalışmada ise Zhao et al. (2001), çeşitli satış yerlerinden elde edilen parça etlerin %19,4'ünde *E. coli* ve %1,9'unda ise *Salmonella* spp. izole etmişlerdir.

Görüldüğü gibi araştırmalarda çeşitli patojenler saptanmıştır. Daha önceden bahsedildiği gibi patojenler kesimden parçalamaya çeşitli basamaklarda bulaşma olmaktadır. Bu amaçla Akkaya et al. (2008) 5 farklı mezbahadan 250 adet karkas örneğinde *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* spp aramışlardır. Çalışma sonunda araştırmacılar 8 örnekte (%3,2) *E. coli* O157, 1 örnekte (%0,8) *E. coli* O157:H7, 17 örnekte (%6,8) *Listeria monocytogenes* ve 25 örnekte (%10) *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir. Mevcut bu çalışmada da kıyma örneklerin %10'nunda *Salmonella* spp. tespit edilmiştir.

Kuplulu (1999) ise yaptığı çalışmada %5 oranında *Salmonella* spp. tespit etmişken, Madden et al. (2001) %1.5 oranında *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir.

Al (2015) ise yaptığı çalışmada kıyma ve köfte örneklerinin %20'sinde *Salmonella* spp. izole etmiştir. Bizim çalışmamızdaki *Salmonella* spp. sayıları daha yüksek bulunmuştur. Et ve et ürünlerinde *Salmonella* spp. bulunmasını etkileyen bir çok faktör vardır. Çeşitli çalışmalarda özellikle dışkı örneklerinde yaygın bir şekilde tespit edilmiştir. Özellikle çalışmalarda etler kesim sırasında deriden veya dışkıdan bulaşmaktadır. Ayrıca kesme, parçalama veya işleme sırasında personelden bulaşmaktadır (Gay et al. 1994).

Sallam et al. (2014) Mısır'da yaptıkları araştırmada taze sığır etinden (27 adedinde, %30), sığır kıymasından (24 adedinde, %26,7) ve sığır burger köftesinden (15 adedinde %16,7) izole edilen *Salmonella* spp. tespit etmişlerdir.

Atasever ve Atasever (2014) kıyma örneklerinde patojen taraması yapmışlardır. Araştırmacılar 100 kıyma örneğinin 5 adedinde *S. aureus*, %24'ünde *L. monocytogenes*

ve kıymaların üçünden de *E. coli* O157:H7 saptamışlardır. Söz konusu araştırmada örneklerde *Salmonella* spp. tespit edilmemiştir. Buna karşın Gökmen ve Alişarlı (2003) 100 adet sığır ve 100 adet koyun kıymalarında çeşitli patojenleri araştırdıkları çalışmada sığır kıymalarının %3'ünde, koyun kıymalarının %4'ünde *Salmonella* spp. izole etmişlerdir.

İlk olarak 1982'de izole edilmiş ve shiga toksin üreten *E. coli* O157:H7, insanlarda ishal, hemorajik kolit ve hemolitik-üremik sendroma (HUS) neden olan önemli bir gıda ve su kaynaklı patojen olarak bilinmektedir. Enterohemorajik bir bakteri suşu olan *E. coli* O157: H7, beslenme yolunu enfekte eder ve hemorajik diyare ile karın kramplarına neden olmaktadır. *E. coli* O157: H7'nin bulaşması, kirli, az pişmiş sıvıların ve yiyeceklerin tüketiminden sonra fekal-oral yolla gerçekleşmektedir. Ayrıca *E. coli* O157:H7 fekal bulaşma şeklinde kişiden kişiye bulaşabilir ve enfeksiyonların yaklaşık % 11'ini oluşturmaktadır (Erickson 2019).

Kesim yerlerinde hayvan derisinin yüzülmesi veya hatalı işlemlerle iç organların çıkarılması aşamalarında et kontaminasyona maruz kalabilmektedir. Taze etlerin parçalanması, boyutunun küçültülmesi sırasında dış yüzeyden iç yüzeye göç eden bakteri, yetersiz pişirme işlemleriyle canlılığını devam ettirmekte ve tüketici sağlığı için çok büyük risk taşımaktadır (Temelli 2002). Leung et al. (2001) *E. coli* O157:H7 sığırlarda kesim sırasında bağırsak içeriğinden veya kesim sonrası taşıma, işleme veya depolama sırasında kontaminasyondan kaynaklanabileceğini açıklamışlardır.

Yapılan bu çalışmada hiçbir örnekte *E. coli* O157:H7 bulunmaması halk sağlığı açısından olumlu bir durumdur. Buna karşın Balpetek ve Gürbüz (2010) çeşitli et ürünlerinde *E. coli* O157:H7 araştırdıkları çalışmalarında kıymaların 4 tanesinde *E. coli* O157 (%11.1) ve 2 adedinde (%8.1) ise *E. coli* O157:H7 tespit etmişlerdir. Aksu vd. (1999) yaptıkları çalışmada ise 50 dana kıymasının 3 tanesinde (%6.0) *E. coli* O157:H7 izole etmişlerdir. Benzer şekilde Baran ve Gülmez (2002) 50 kıyma örneğinin %6'sında *E. coli* O157:H7 izole etiklerini rapor etmişlerdir.

35 kıyma örneğinde patojenlerin tespit edildiği çalışmada Kaya (2003) 6 örnekte (%7,5) *E. coli* O157 saptandığı rapor edilmiştir. Bir başka çalışmada ise Halkman vd. (1998) 255 çiğ kıyma örneğinde *E. coli* O157'yi tespit ettiklerini belirtmişlerdir.



6. SONUÇ

Bu çalışmada 2018 yılında Eylül-Ekim-Kasım-Aralık aylarında, Afyonkarahisar il merkezinden çeşitli perakende satış yerlerinden alınan 50 adet kıymalık parça sığır et örneklerinde mikrobiyolojik kalitelerini belirlemek amacıyla *E. coli*, *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. araması yapılmıştır.

Bu çalışmada aşağıdaki temel bulgulara erişilmiştir.

1. Çalışmada örneklerin pH değerleri 5,68 ile 6,13 arasında tespit edilmiştir. pH değerlerine örnek tipinin çok önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir.
2. Söz konusu 50 adet örneğin a_w değerleri 0,9595 ile 0,9925 arasında tespit edilmiştir. a_w değerlerine örnek tipinin çok önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir.
3. Çalışmada 50 adet örnekten 7 sinde (%14) *E. coli*, 1 örnekte (%2) *E. coli* O157, 5 örnekte (%10) *Salmonella* spp. tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). 50 örnekten hiçbirinden *E. coli* O157:H7 tespit edilememiştir.

Piyasadan toplanan 50 adet kıymalık parça sığır etinin 7'sinde (%14) *E. coli* ve 1'inde (%2) *E. coli* O157: H7 tespit edilmesi; et üretimi ve satışı yapan işletmelerde hijyenik şartların sorgulanması gerektiğini göstermektedir. Aynı zamanda *E. coli*'nin tespit edildiği 7 örnekte ve *E. coli* O157'nin tespit edildiği 1 örnekte fekal kontaminasyon olduğunun göstergesidir. *E. coli*'nin indikatör bakteri olmasından dolayı tespit edildiği 7 örnekte diğer patojen mikroorganizmaların bulunabileceğinin göstergesidir. Etlerde *E. coli* ve *E. coli* O157 kontaminasyonunu önlemek amacıyla; kesimden satışa kadar tüm aşamalarda fekal kontaminasyonu önleyici hijyen şartları sağlanmalıdır. Özellikle kesim aşamasında gastrointestinal sistemden ete kontaminasyon olmamasına özen gösterilmelidir. İşleme ve satış aşamalarında da personellerden kaynaklı kontaminasyon süreci kontrol altında tutulmalıdır. Etin temas ettiği muhafaza malzemelerinin, alet-ekipmanların ve işlemenin yapıldığı tezgahların dezenfeksiyonu sağlanarak, farklı parti ve /veya çeşit etlerin birbirleri ile kontamine olması önlenmelidir. Toplanan örneklerin hiç birinde *E. coli* O157: H7 tespit edilmemesi sevindirici olmakla birlikte bu sonuç;

piyasadaki perakende satış noktalarındaki hijyen eksikliklerinin planlı bir çalışma dahilinde giderilebileceğinin işaretidir. Ayrıca piyasadan satın alınan etlerin tüketiciler tarafından etkin ısıda ve sürede pişirilmesi sonucu bu patojen mikroorganizmaların etkisiz hale getirilebilmesi insan sağlığını olumsuz etkilememesi için önemli bir önlemdir.

Piyasadan toplanan 50 adet kıymalık parça sığır etinin 5'inde (%10) *Salmonella* spp. tespit edilmesi en başta et üretimi ve satışı yapılan işletmelerde hijyenik şartların sorgulanması gerektiğinin göstergesidir. Bu patojen mikroorganizmanın tespiti fekal kontaminasyonunun göstergesi olmakla birlikte; kanatlı eti üretimi ve işleme yapan satış noktalarında çapraz kontaminasyonun da göstergesi olabilir. Tespit edildiği satış noktalarında kanatlı eti üretimi ve işleme alanlarının kırmızı et üretimi ve işleme alanlarından ayrılması sağlanmalıdır veya aynı çatı altında kırmızı ve kanatlı etlerinin üretim, işleme ve satışının önlenmesi sağlanmalıdır. Tüm önleyici çalışmaların uygulanması noktasında *E. coli*, *E. coli* O157 ve *E. coli* O157: H7 için bahsedilen yukarıdaki hijyen şartları sağlanmalıdır.

Et ve et ürünlerinin satış yerlerinde *E. coli* O157, *E. coli* O157:H7 ve *Salmonella* spp. tespit edilmesi önemli bir halk sağlığı sorunudur. Halk sağlığı için güvenli et ürünleri üretmek için çiftlikten-çatala kadar kontrol programları uygulanmalıdır. Kesimhaneye gelen canlı hayvandan son tüketiciye kadar bütün aşamalar kontrol edilmelidir. Bu amaçla kesimhanelerde veya et işleme, et satış yerlerinde iyi hijyen uygulamaları (GHP), iyi üretim uygulamaları (GMP) ve tehlike analizleri ve kritik kontrol noktaları (HACCP) sistemleri uygulanmalıdır.

7. KAYNAKLAR

- Abbassi-Ghozzi, I., Jaouani, A., Hammami S., Martinez-Urtaza J., Boudabous A. and Gtari M. (2012). Molecular analysis and antimicrobial resistance of *Salmonella* isolates recovered from raw meat marketed in the area of “Grand Tunis”, Tunisia. *Pathologie Biologie*, **60**: 49-54.
- Adams, M.R. (2014). Disciplines Associated With Food Safety: Food Microbiology. *Encyclopedia of Food Safety*, **1**: 28-32.
- Ahmed, A.M. and Shimamoto, T. (2014). Isolation and molecular characterization of *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Shigella* spp. from meat and dairy products in Egypt. *International Journal of Food Microbiology*, **168**: 57-62.
- Akkaya, L., Çetinkaya Z., Alisharlı M., Telli R. and Gök V. (2008). The prevalence of *E. coli* O157/O157:H7, *L. Monocytogenes* and *Salmonella* spp. on bovine carcasses in Turkey, *Journal of Muscle Foods*, **19**: 420-429.
- Aksu, H., Arun Ö.Ö., Aydın A. ve Uğur M. (1999). *Escherichia coli* O157:H7'nin hayvansal kökenli gıda maddelerinde varlığı. *Pendik Veteriner Mikrobiyolojisi Dergisi*, **30**: 77-81.
- Al, G. (2015). Sığır kıyma ve köftelerinde *Salmonella* spp. varlığı ve antibiyotik dirençlilik profilleri. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Alisharlı, M. ve Akman, H.N. (2004). Perakende satılan kıymaların *Escherichia coli* O157 yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **15**: 65-69.
- Alzamora, S.M., López-Malo, A., Guerrero, S.N. and Tapia, M.S. (2018). The hurdle concept in fruit processing. In: Rosenthal A., Deliza R., Welte-Chanes J., Barbosa-Canovas G.V., (Eds.), *Fruit Preservation*, Springer, New York, 93-126.
- Anonim, (2011). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği, Yönetmelik No: 15690, Resmi Gazete Tarihi: 29.12.2011, Resmi Gazete Sayısı: 28157, Ek-1, Gıda Güvenilirliği Kriterleri.
- Anonim, (2016). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

- Arslan, A. (2002). Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Medipres Yayıncılık, Elazığ.
- Aslan, S., Altındış, M. ve Yaman, H. (2016). Sığır ve İshalli İnsan Dışkıları ile Bazı Gıdalarda *Escherichia Coli* O157: H7 ve stx1/stx2 Gen Varlığının Araştırılması. *Nobel Medicus Journal*, **12**: 17-23.
- Atasever, M.A. ve Atasever, M. (2014). Kıymalarda Bazı Patojenlerin İzolasyon ve İdentifikasyonu. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **41**: 60-68.
- Aytaç, S.A., Mercanoğlu, B. ve Özbaş, Z.Y. (2001). Tampon Çözeltide İmmunomanyetik Ayırma ve ATP Biyoluminesans Yöntemleri ile *Escherichia Coli* O157: H7 Sayımı. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, **58**: 49-52.
- Balamurugan, S., Ahmed, R., Gao, A. and Strange, P. (2017). Comparison of the fate of the top six non-O157 shiga-toxin producing *Escherichia coli* (STEC) and *E. coli* O157: H7 during the manufacture of dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, **259**: 14-21.
- Balpetek, D. ve Gürbüz, Ü. (2010). Bazı et ürünlerinde *E. Coli* O:157:H7 varlığının araştırılması. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, **26**: 25-31.
- Baran, F. and Gülmez, M. (2002). The occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 in the ground beef and chicken drumsticks. *Internet Journal of Food Safety*, **2**: 13-15.
- Barendsz, A. W. (1998). Food Safety and Total Quality Management. *Food Control*, **9**: 163-170.
- Barham, A.R., Barham, B.L., Johnson, A.K., Allen, D.M., Blanton Jr, J.R. and Miller, M.F. (2002). Effects of the Transportation of Beef Cattle from the Feedyard to the Packing Plant on Prevalence Levels of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* spp. *Journal of Food Protection*, **65**: 280-283.
- Barkocy-Gallagher, G.A., Berry, E.D., Rivera-Betancourt, M., Arthur, T.M., Nou, X. and Koohmaraie, M. (2002). Development of methods for the recovery of *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* from beef carcass sponge samples and bovine fecal and hide samples. *Journal of Food Protection*, **65**: 1527-1534.

- Barkocy-Gallagher, G.A., Arthur, T. M., Rivera-Betancourt, M., Nou, X., Shackelford, S.D., Wheeler, T.L. and Koohmaraie, M. (2003). Seasonal prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, including O157: H7 and non-O157 serotypes, and *Salmonella* in commercial beef processing plants. *Journal of Food Protection*, **66**: 1978-1986.
- Başkaya, R., Karaca, T., Sevinç, İ., Çakmak, Ö., Yıldız, A. ve Yörük, M. (2004). İstanbul'da Satışa Sunulan Hazır Kıymaların Histolojik, Mikrobiyolojik ve Serolojik Kalitesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **15**: 41-46.
- Bayar, S. (2007). İzmir ilinde satışa sunulan et ve et ürünlerinde *Escherichia coli* O157:H7 aranması ve saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Callaway, T.R., Edrington, T.S. and Nisbet, D.J. (2014). Isolation of *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* from migratory brown-headed cowbirds (*Molothrus ater*), common grackles (*Quiscalus quiscula*), and cattle egrets (*Bubulcus ibis*). *Foodborne Pathogens and Disease*, **11**: 791-794.
- Cankurt, M., Miran, B. ve Şahin, A. (2010). Sığır eti tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma: İzmir ili örneği. *Hayvansal Üretim*, **51**: 16-22.
- Cui, H., Yuan, L. and Lin, L. (2017). Novel chitosan film embedded with liposome-encapsulated phage for biocontrol of *Escherichia coli* O157: H7 in beef. *Carbohydrate Polymers*, **177**: 156-164.
- Danielle, A.B. (2006). Deadly Diseases and Epidemics: *Salmonella*. Chelsea House Publishers, First Printing, Geneva, Switzerland.
- De Oliveira, C. A. F., Da Cruz, A. G., Tavolaro, P. and Corassin, C. H. (2015). Food Safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). In: Barros-Velázquez, J., (Ed.), Antimicrobial Food Packaging, Academic Press, USA, 129-140.
- Direkel, Ş., Yıldız, Ç., Aydın, F.E. ve Emekdaş, G. (2010). Mersin İli Yenişehir İlçesi'nde Satışa Sunulan Çiğ Kıymaların Mikrobiyolojik Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, **3**: 8-14.

- Ducic, M., Klisara, N., Markov, S., Blagojevic, B., Vidakovic, A. and Buncic, S. (2016). The fate and pasteurization-based inactivation of *Escherichia coli* O157, *Salmonella* Typhimurium and *Listeria monocytogenes* in dry, fermented sausages. *Food Control*, **59**: 400-406.
- Durmuşoğlu, H. (2018). Mezbaha Personeli Hijyeninin Küçükbaş Hayvan Karkaslarının Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Erickson, M.C., Liao, J.Y., Payton, A.S., Cook, P.W., and Ortega, Y.R. (2019). Survival and internalization of *Salmonella* and *Escherichia coli* O157: H7 sprayed onto different cabbage cultivars during cultivation in growth chambers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Basımda.
- Erkmen, O. (2010). Gıda Mikrobiyolojisi. Elif Yayınevi, Ankara.
- Erol, İ. (2007). Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Pozitif Matbaacılık, Ankara.
- Fernandes, R. (2009). Microbiology Handbook Meat products. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Gay, J.M., Rice, D.H. and Steiger, J.H. (1994). Prevalence of fecal *Salmonella* shedding by cull dairy cattle marketed in Washington state. *Journal of Food Protection*, **57**: 195–197.
- Ghassan, I., Kahraman, T. and Kahraman, B. (2010). Prevalence of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157: H7 in Raw Milk. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **36**: 57-63.
- Gill, C.O. (1998). Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. In: Davies, A., Board, R., (Eds.), The Microbiology of Meat and Poultry, Blackie Academic and Professional, London, 118–157.
- Gordillo, R., Córdoba, J.J., Andrade, M.J., Luque, M.I. and Rodríguez, M. (2011). Development of PCR assays for detection of *Escherichia coli* O157: H7 in meat products. *Meat Science*, **88**: 767-773.
- Gordillo, R., Rodríguez, A., Werning, M. L., Bermúdez, E. and Rodríguez, M. (2014). Quantification of viable *Escherichia coli* O157: H7 in meat products by duplex real-time PCR assays. *Meat Science*, **96**: 964-970.
- Gök, V., Kayaardi, S. and Obuz, E. (2009). Extending the chilled shelf life of vacuum-

- packaged ground beef using ascorbic acid, nitrite or salt. *Journal of Muscle Foods*, **20**: 211-226.
- Greaser, M.L. (2001). Postmortem Muscle Chemistry. In: Hui, Y.H., Nip, W.K., Rogers, R.W., Young, O.A., (Eds.), Meat science and applications, CRC Press, New York.
- Gökmen, M. ve Alişarlı, M. (2003). Van İlinde Tüketime Sunulan Kıymaların Bazı Patojen Bakteriler Yönünden İncelenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, **14**: 27-34.
- Halkman, A.K., Noveir, M.R. ve Doğan, H.B. (1998). Çeşitli hayvansal gıda ürünlerinde *E. coli* O157:H7 aranması. Tübitak-VHAG-1192 nolu proje raporu, İstanbul.
- Halkman, A.K. (2005). Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. Başak Matbaacılık, Ankara.
- Hu, J., Huang, R., Wang, Y., Wei, X., Wang, Z., Geng, Y., Jing, J., Gao, H., Sun, X., Dong, C. and Jiang, C. (2018). Development of duplex PCR-ELISA for simultaneous detection of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* O157: H7 in food. *Journal of Microbiological Methods*, **154**: 127-133.
- Huang, L., Hwang, C.A. and Fang, T. (2019). Improved estimation of thermal resistance of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella* spp., and *Listeria monocytogenes* in meat and poultry–The effect of temperature and fat and A global analysis. *Food Control*, **96**: 29-38.
- International Organization for Standardization – ISO, (2003). ISO 16654: Gıda ve Hayvan Yemlerinin Mikrobiyolojisi-*Escherichia coli* O157'nin Tespiti İçin Yatay Yöntem. Ankara.
- International Organization for Standardization – ISO, (2017). ISO 6579-1: microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. Switzerland: ISO.
- Johnson, J., Atkin, D., Lee, K., Sell, M. and Chandra, S. (2018). Determining meat freshness using electrochemistry: Are we ready for the fast and furious?. *Meat Science*, **150**: 40-46.
- Kadim, I.T., Mahgoub, O., Al-Ajmi, D.S., Al-Maqbaly, R.S., Al-Mugheiry, S.M.,

- Bartolome, D.Y. (2004). The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef *m. longissimus thoracis*. *Meat Science*, **66**: 831-836.
- Karmali, M. A., Gannon, V. and Sargeant, J. M. (2010). Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC). *Veterinary Microbiology*, **140**: 360-370.
- Kawasaki, S., Horikoshi, N., Okada, Y., Takeshita, K., Sameshima, T. and Kawamoto, S. (2005). Multiplex PCR for simultaneous detection of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and *Escherichia coli* O157: H7 in meat samples. *Journal of Food Protection*, **68**: 551-556.
- Kaya, M.Y. (2003). Kırmızı et ve et ürünlerinde *Escherichia coli* O157 izolasyonu. Yüksek Lisans Tezi Gebze İleri teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Gebze. 2003.
- Khalafalla, F., Gergis, A.F. and El-Sherif, A. (1993). Effect of freezing and mincing technique on microbial load of minced meat. *Die Nahrung*, **37**: 422-427.
- Kotula, K. L. and Kotula, A.W. (2000). Fresh red meats. In: Lund, B. M., Baird-Parker, T. C., Gould, G. W., The Microbiological Safety and Quality of Foods, Gaithersburg, MD, Aspen Publishers, 361–388.
- Kuplulu, O. (1999). The contamination and serovar distribution of *Salmonella* in cattle carcasses. *Veteriner Fakültesi Dergisi Ankara Üniversitesi*, **46**: 25–34.
- Lawrie, R. A. and Ledward, D. A. (2006). Lawrie's Meat Science, Woodhead Publishing Limited, Seventh Edition, Cambridge, England.
- Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, **55**: 181-186.
- Leung, P.H.M., Yam, W.C., NG, W.W.S. and Peiris, J.S.M. (2001). The prevalence and characterization of verotoxin-producing *Escherichia coli* isolated from cattle and pigs in an abattoir in Hong Kong. *Epidemiology and Infection*, **126**: 173–179.
- Li, S., Kundu, D. and Holley, R.A. (2015). Use of lactic acid with electron beam irradiation for control of *Escherichia coli* O157: H7, non-O157 VTEC *E. coli*, and *Salmonella* serovars on fresh and frozen beef. *Food Microbiology*, **46**: 34-39.
- Li, K., McKeith, A.G., Shen, C. and McKeith, R. (2018). A Comparison Study of

- Quality Attributes of Ground Beef and Veal Patties and Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157: H7 after Double Pan-Broiling Under Dynamic Conditions. *Foods*, **7**: 1.
- Mach, N., Bach, A., Velarde, A. and Devant, M. (2008). Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Science*, **78**: 232–238.
- Madden, R.H., Espie, W.E., Moran, L., McBride, J. and Scates, P. (2001). Occurrence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on beef carcasses in Northern Ireland. *Meat Science*, **58**: 343–346.
- Milios, K., Drosinos, E.H. and Zoiopoulos, P.E. (2017). Factors influencing HACCP implementation in the food industry. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, **63**: 283-290.
- Ohk, S.H. and Bhunia, A.K. (2013). Multiplex fiber optic biosensor for detection of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* from ready-to-eat meat samples. *Food microbiology*, **33**: 166-171.
- Özbaş, Z.Y. (2002). Gıda Mikrobiyolojisiinde İmmuno Manyetik Ayırma Sistemleri. *Gıda*, **27**: 193-200.
- Özer, D. (2010). İstanbul İlinde Satışa Sunulan Kıyma Örneklerinde *Salmonella* Cinsi Bakterilerin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztan, A. (2005). Et Bilimi ve Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları No:1, Ankara.
- Öztürk, U. (2007). Antalya'da tüketime sunulan kıyma ve kırmızı et preparatlarının mikrobiyolojik kalitesi. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Pamuk, Ş. and Sırıken, B. (2018). Investigation of the Presence of *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in Bovine Origin Foods. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University*, **15**: 22-29.
- Ravichandran, M., Hettiarachchy, N.S., Ganesh, V., Ricke, S.C. and Singh, S. (2011).

- Enhancement of antimicrobial activities of naturally occurring phenolic compounds by nanoscale delivery against *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* Typhimurium in broth and chicken meat system. *Journal of Food Safety*, **31**: 462-471.
- Rivera-Betancourt, M., Shackelford, S.D., Arthur, T.M., Westmoreland, K.E., Bellinger, G., Rossman, M., Reagan, O.J. and Koohmaraie, M. (2004). Prevalence of *Escherichia coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* in two geographically distant commercial beef processing plants in the United States. *Journal of Food Protection*, **67**: 295-302.
- Saeedi, P., Yazdanparast, M., Behzadi, E., Salmanian, A.H., Mousavi, S.L., Nazarian, S. and Amani, J. (2017). A review on strategies for decreasing *E. coli* O157: H7 risk in animals. *Microbial Pathogenesis*, **103**: 186-195.
- Sağlam, D. ve Şeker, E. (2016). Gıda Kaynaklı Bakteriyel Patojenler. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, **9**: 105-113.
- Sallam, K.I. and Samejima, K. (2004). Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, **37**: 865-871.
- Sallam, K.I., Mohammed, M.A., Hassan, M.A. and Tamura, T. (2014). Prevalence, molecular identification and antimicrobial resistance profile of *Salmonella* serovars isolated from retail beef products in Mansoura, Egypt. *Food Control*, **38**: 209-214.
- Shimokomaki, M., Franco, B.D.G.D.M., Biscontini, T.M., Pinto, M.F., Terra, N.N. and Zorn, T.M.T. (1998). Charqui meats are hurdle technology meat products. *Food Reviews International*, **14**: 339-349.
- Shiningeni, D., Chimwamurombe, P., Shilangale, R. and Misihairabgwi, J. (2019). Prevalence of pathogenic bacteria in street vended ready-to-eat meats in Windhoek, Namibia. *Meat Science*, **148**: 223-228.
- Singh, S. and Shalini, R. (2016). Effect of hurdle technology in food preservation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **56**: 641-649.
- Sırıken, B. (2004). The microbiological quality of ground beef in Aydin and Afyon Provinces, Turkey. *The Revue de Medecine Veterinaire*, **155**: 632-636.
- Soyer, A. (2000). Et İşletmelerine HACCP Programının Yerleştirilmesi. *Gıda*, **25**: 413-

- Stampi, S., Caprioli, A., De Luca, G., Quaglio, P., Sacchetti, R. and Zanetti, F. (2004). Detection of *Escherichia coli* O157 in bovine meat products in northern Italy. *International Journal of Food Microbiology*, **90**: 257-262.
- Swatland, H.J. (2002). On-Line Monitoring of Meat Quality. In: Kerry, J.P., Kerry, J.F., Ledward, D., (Eds.), Meat processing: improving quality, CRC Press, New York.
- Telli, R. (2006). Afyon'da Tüketime Sunulan Tavuk Karkas ve Tavuk Eti Örneklerinde *Salmonella* spp. Varlığının Klasik Kültür Tekniği İle Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Temelli, S., (2002). Gıda Zehirlenmesine Neden Olan *E. coli* O157:H7 ve Önemi. *Uludag University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, **21**: 133-138.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F. (1998). Gıda Mikrobiyolojisi, Mengi Tan Basımevi, İzmir.
- Ünsal, C. (2007). Erzurum Bölgesinde Satışa Sunulan Etlerde *E. coli* O157:H7'nin Varlığının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Tosun, H. ve Gönül, Ş.A. (2003). *E. coli* O157: H7'nin Aside Tolerans Kazanması ve Asidik Gıdalarda Önemi. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, **1**: 10-17.
- TÜİK, (2019). Kırmızı Et Üretim Miktarı (Ton), <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>, 26.05.2019
- Vardaka, V.D., Yehia, H.M. and Savvaidis, I.N. (2016). Effects of Citrox and chitosan on the survival of *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella enterica* in vacuum-packaged turkey meat. *Food Microbiology*, **58**: 128-134.
- Vazgeçer, B. ve Temiz, A. (2005). *Salmonella* İzolasyonu ve Tanımlanması. *OrLab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, **3**: 1-27.
- Wang, L., Li, Y. and Mustapha, A. (2007). Rapid and simultaneous quantitation of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella*, and *Shigella* in ground beef by multiplex real-time PCR and immunomagnetic separation. *Journal of Food Protection*, **70**: 1366-1372.
- Węglarz, A. (2010). Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle

- category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science*, **55**: 548-556.
- Wong, T.L., MacDiarmid, S. and Cook, R. (2009). *Salmonella*, *Escherichia coli* O157: H7 and *E. coli* biotype 1 in a pilot survey of imported and New Zealand pig meats. *Food Microbiology*, **26**: 177-182.
- Wray, C. and Wray, A. (Eds.). (2000). *Salmonella* in domestic animals. Cabi Publishing, London, UK.
- Yalçın, S., Alçay, A.Ü., Yüzbaşıoğlu, G., Çakmak, B. and Sağlam, A. (2017). A Study on Prevalence of *Escherichia coli* O157 with a Verified Method in Foods. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, **5**: 294-298.
- Yıldırım, T., Sırken, B. ve Yavuz, C. (2016). Sığır kıyma ve köftelerinde *Salmonella* spp. varlığı. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, **87**: 11-23.
- Yıldız, D. (2007). Ağrı İlinde Hazır Olarak Satışa Sunulan Kıyma Örneklerinin *Salmonella* spp. Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kars.
- Zhao, C., Ge, B., De Villena, J., Sudler, R., Yeh, E., Zhao, S., White, D.G., Wagner, D. and Meng, J. (2001). Prevalence of *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, and *Salmonella* serovars in retail chicken, turkey, pork, and beef from the Greater Washington, DC., area. *Applied and Environmental Microbiology*, **67**: 5431-5436.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehtap ÇEVİK TELEKOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Osmangazi / 01.09.1989
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 0537 529 23 40 / mehtap.cevik@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Nuri Erbak Lisesi, (2003-2007)
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, (2008-2013)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,
(2016-2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

Afyon Kocatepe Üniversitesi Hastanesi: (2013-2014)
Özdilek Alışveriş Merkezleri ve Tekstil Sanayi A.Ş.: (2014-Devam ediyor.)