



T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

VBH-YL-2013-0002

**AYDIN'DA TÜKETİME SUNULAN KIYMA VE HAMBURGER
KÖFTELERDE *Escherichia coli* O157:H7 VARLIĞININ
ARAŞTIRILMASI**

Evren SEZGİN

DANIŞMAN

Doç. Dr. Filiz KÖK

AYDIN-2013

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
VBH-YL-2013-0002

AYDIN'DA TÜKETİME SUNULAN KIYMA VE HAMBURGER
KÖFTELERDE *Escherichia coli* O157:H7 VARLIĞININ
ARAŞTIRILMASI

Evren SEZGİN

DANIŞMAN

Doç. Dr. Filiz KÖK

AYDIN-2013

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Evren SEZGİN tarafından hazırlanan “Aydın’da Tüketime Sunulan Kıyma ve Hamburger Köftelerde *Escherichia coli* O157:H7 Varlığının Araştırılması” başlıklı tez, 04/06/2013 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı ve Soyadı :

- 1- Prof. Dr. Ergün Ömer GÖKSOY
- 2- Prof. Dr. Mustafa ATASEVER
- 3- Doç. Dr. Filiz KÖK

Üniversitesi :

- Adnan Menderes Üniversitesi
Atatürk Üniversitesi
Adnan Menderes Üniversitesi

İmzası:



Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans Enstitü Yönetim Kurulunun..... Sayılı kararıylatarihinde onaylanmıştır.

Prof.Dr.Sacide KARAKAŞ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Besinlerle bulaşan hastalıklar, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler dahil olmak üzere tüm dünyada önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Gıda kökenli patojenlerden biri olan *E. coli* O157:H7, ilk kez 1982 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde hamburger tüketimi neticesi salgın şeklinde görülen hemorajik kolitis ile tanınmıştır. *E. coli* O157:H7 enfeksiyonu; abdominal kramp, diare ve neticede iyileşme gösteren bir tablo gösterebileceği gibi hemorajik kolit (HC), hemolitik üremik sendrom (HUS) ve trombotik trombositopenik purpura (TTP) gibi semptomlarla seyredabilmekte ve bazen de ölümlere neden olabilmektedir. A.B.D' nin yanı sıra Kanada, İngiltere, İskoçya ve Japonya'da da bu etkenin ciddi salgınlara neden olduğu görülmüştür.

E. coli O157:H7, insanlarda gıda enfeksiyonları ve intoksikasyonlarına neden olan önemli etkenlerden biri olup; vero hücre kültürlerinde verotoksin ürettiği için verotoksin üreten *E. coli* (VTEC) veya shiga toksine benzer toksin ürettiği için de shiga toksin üreten *E. coli* (STEC) olarak da adlandırılmaktadır.

Sığır dışkısı başta olmak üzere doğrudan veya dolaylı olarak hayvanların dışkısının bulaştığı her türlü gıda maddesi *E. coli* O157:H7 enfeksiyonu bakımından potansiyel tehlike taşımaktadır. Nitekim yapılan birçok araştırma ile çeşitli gıda maddelerinde, içme ve kullanma sularında hatta kontamine göllerde yüzen insanlarda *E. coli* O157:H7 varlığı tespit edilmiştir. Başta sığır olmak üzere domuz, koyun, piliç etleri ile özellikle hamburger ve köfte gibi kıyma ile hazırlanan et ürünlerinden sıklıkla izole edilmektedir. Kıyma ve hamburger gibi et ürünlerinin; kolay hazırlanması, evlerde, lokanta ve büfe gibi servis sunan yerlerde çoklukla tercih edilmesi, halk sağlığını korumak ve hijyenik üretimin sağlanması ve devamlılığı açısından; birçok gıda kökenli patojen gibi *E. coli* O157:H7'nin de düzenli olarak taranmasını zorunlunlu hale getirmektedir.

Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projelerince desteklenen bu çalışma, Aydın ili ve çevresinde satışa sunulan kıyma ve hamburger köftelerde, halk sağlığı açısından önemli problemlere neden olabilen *E. coli* O157:H7 varlığını araştırmak amacıyla planlanmıştır.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA NO
KABUL VE ONAY.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
KISALTMALAR.....	vi
TABLolar.....	viii
GRAFİKLER.....	ix
RESİMLER.....	x
ŞEKİLLER.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Enterobacteriaceae.....	3
1.1.1. <i>Escherichia coli</i>	4
1.1.1.1. Enterotoksijenik <i>E. coli</i> (ETEC).....	5
1.1.1.2. Enteropatojenik <i>E. coli</i> (EPEC).....	6
1.1.1.3. Enteroinvazif <i>E. coli</i> (EIEC).....	7
1.1.1.4. Enteroagregatif <i>E. coli</i> (EAEC veya EAggEC).....	7
1.1.1.5. Diffuz adherent <i>E. coli</i> (DAEC).....	8
1.1.1.6. Enterohemorajik <i>E. coli</i> (EHEC).....	8
1.2. <i>Escherichia coli</i> O157:H7.....	9
1.2.1. <i>E. coli</i> O157:H7'nin epidemiyolojisi.....	10
1.2.2. <i>E. coli</i> O157:H7'nin virülens faktörleri ve patojenite.....	11
1.2.3. <i>E. coli</i> O157:H7'nin neden olduğu sendromlar.....	13

1.2.4. <i>E. coli</i> O157:H7 enfeksiyonuna aracı olan gıdalar.....	17
1.2.5. <i>E. coli</i> O157:H7 enfeksiyonundan korunma yolları.....	18
2. MATERYAL VE METOD.....	19
2.1. Materyal.....	19
2.1.1. Et ürünleri.....	19
2.1.2. Besiyerleri.....	19
2.1.2.1. Tryptone Soya Broth (Oxoid CM0129).....	19
2.1.2.2. Novobiocin supplement (Oxoid SR0181E).....	19
2.1.2.3. Sorbitol Macconkey agar (SMAC, Oxoid CM0813).....	19
2.1.2.4. Cefimixte Tellurit Selective supplement (Oxoid SR0172E).....	20
2.1.2.5. Violet Red Bile (VRB) agar (Oxoid CM0107).....	20
2.1.2.6. MUG supplement (Oxoid BR0071E).....	20
2.1.2.7. Nutrient Broth (Oxoid CM0001).....	20
2.1.2.8. Tryptone Water (Oxoid CM0087).....	20
2.1.2.9. Kovacs' indol ayracı (Merck 1,09293).....	21
2.1.2.10. MR / VP Medium (Oxoid CM0043).....	21
2.1.2.11. Metil Red indikatörü.....	21
2.1.2.12. % 40'lık Sodyum Hidroksit (NaOH) çözeltisi (Merck B187162).....	21
2.1.2.13. % 5'lik α -Naftol çözeltisi.....	21
2.1.2.14. Simmons Citrate agar (Oxoid CM0155).....	21
2.1.2.15. Wellcolex <i>E. coli</i> O157:H7 aglutinasyon test kiti (Remel ZC61).....	21
2.1.2.16. UV lamba (Merck UV lamp 366 nm).....	22

2.2. METOD.....	22
2.2.1. Örneklerin hazırlanması.....	22
2.2.2. Homojenizasyon.....	22
2.2.3. Zenginleştirme.....	22
2.2.4. <i>E. coli</i> O157:H7'nin katı besiyerinde izolasyonu.....	22
2.2.5. Biyokimyasal testler.....	23
2.2.5.1. İndol testi.....	23
2.2.5.2. Metil Red testi.....	23
2.2.5.3. Voges Proskover (VP) testi.....	24
2.2.5.4. Sitrat testi.....	24
2.2.5.5. β -glukuronidaz testi.....	24
2.2.6. Serolojik testler.....	24
2.2.6.1. <i>E. coli</i> O157:H7 testi.....	24
3. BULGULAR.....	26
4. TARTIŞMA.....	32
5. SONUÇ.....	37
ÖZET.....	38
SUMMARY.....	39
KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ.....	49
TEŞEKKÜR.....	50

KISALTMALAR

CDC: The Centers for Disease Control and Prevention

NARMS: National Antimicrobial Resistance Monitoring System

FDA: Food and Drug Administration

ETEC: Enterotoksijenik *E. coli*

EPEC: Enteropatojenik *E. coli*

EIEC: Enteroinvaziv *E. coli*

EAEC: Enteroagregatif *E. coli*

DAEC: Diffuz Adesif *E. coli*

EHEC: Enterohemorajik *E. coli*

EAggEC: Enteroagregatif *E. coli*

STEC: Şiga Toksin Üreten *E. coli*

VTEC: Verotoksijenik *E. coli*

MdA: Megadalton

LT: Labil Toksin

ST: Stabil Toksin

Stxs: Shiga Toksin

SLT: Shiga Like Toksin

Stx 1: Shiga Like Toxin 1

Stx 2: Shiga Like Toxin 2

HC: Hemorajik Kolitis

HUS: Hemolitik Üremik Sendrom

TTP: Trombotik Trombositopenik Purpura

VT1: Verotoksin 1

VT2: Verotoksin 2

g: Gram

Gb3: Globotriosylceramide

GMP: Good Manufacture Practis

HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point

MUG: 4-Methylumbelliferyl-B-D-Glucuronide

GAP: Good Agricultural Practise

MID: Minimal Enfeksiyon Dozu

µm: Mikrometre

T3SS: Tip 3 Sekresyon Sistemi

IL1: İnterlökin 1

°C: Santigrad Derece

L: Litre

TABLÖLAR

SAYFA NO

Tablo 1: <i>E. coli</i> 'nin üreme koşulları	4
Tablo 2: Bazı patojenik <i>E. coli</i> alt grublarının virulens faktörleri, klinik tablo ve diare tipleri	9
Tablo 3: <i>E. coli</i> O157:H7'nin neden olduğu gıda kaynaklı hastalıklar ve olası bulaşma nedenleri	11
Tablo 4: Et numunelerinde <i>E. coli</i> O157:H7 sonuçlarının dağılımı	26
Tablo 5: Et numunelerinde UV lamba (366 nm) test sonuçlarının dağılımı	27
Tablo 6: Et numunelerinde biyokimyasal test sonuçlarının dağılımı	28

GRAFİKLER

SAYFA NO

Grafik 1: Et numunelerinde <i>E. coli</i> O157:H7 sonuçlarının yüzdelik dağılımı	27
Grafik 2: Et numunelerinde UV lamba (366 nm) test sonuçlarının yüzdelik dağılımı	28
Grafik 3: Et numunelerinden biyokimyasal test sonuçlarının yüzdelik dağılımı	29
Grafik 4: Analize alınan toplam et numunelerindeki <i>E. coli</i> O157:H7 sonuçları	31

RESİMLER

SAYFA NO

Resim 1: <i>E. coli</i> O157 antiserum test sonucu oluşan aglutinasyon	29
Resim 2: <i>E. coli</i> H7 antiserum test sonucu oluşan aglutinasyon	30

ŞEKİLLER

SAYFA NO

Şekil 1: <i>E. coli</i> O157:H7 verotoksinin epitelyum hücrelerinde oluşturduğu komplikasyonlar	13
Şekil 2: <i>E. coli</i> O157:H7'nin klinik seyri	14
Şekil 3: <i>E. coli</i> O157:H7'nin semptomları ve süreçle ilgili seyri	16

1.GİRİŞ

Nüfusun hızlı bir şekilde artış gösterdiği ülkemizde de sağlıklı ve dengeli beslenmenin sağlanabilmesi için kırmızı et ve et ürünleri tüketimi büyük önem taşımaktadır (Tosun ve Demirbaş 2012). Et ve et ürünleri; B grubu vitaminleri özellikle B₁₂ vitamini, demir, fosfat, kalsiyum gibi mineral maddeleri ve esansiyel aminoasitleri tam, yeterli ve dengeli bir oranda bulundurması, kısaca biyolojik değerliklerinin yüksek olması nedeniyle beslenmede oldukça önemli yere sahiptirler (Direkel ve ark 2010). Et ve Balık Kurumu tarafından yapılan 2011 yılı sektör değerlendirme raporuna göre ülkemizde kişi başına tüketilen kırmızı et miktarı 7 kg/yıl olarak belirlenirken bu oranın AB ülkelerinde 24 kg/yıl ABD’de ise 46 kg/yıl olarak belirlendiği bildirilmiştir (Anonim 2011).

Ancak besleyici özelliği son derece yüksek olan et ve et ürünleri; hijyenik şartlarda üretilmediğinde ve muhafaza edilmediğinde çeşitli mikroorganizmaların üremelerine uygun bir ortama dönüşmektedir (Öztürk ve ark 2006). Hazır olarak tüketime sunulan bu ürünler, üretimin çeşitli evrelerinde patojen mikroorganizmalarla kontamine olma riski taşımaktadırlar (Yıldız ve ark 2004). Et ve et ürünlerinde gelişebilen mikroorganizmaların bir kısmı, doğrudan insan sağlığını etkilemeden farklı şekillerde bozulmalara neden olurken; diğer bir kısmı ise, herhangi bir bozulma oluşturmaksızın insanlarda enfeksiyon ve intoksikasyonlara neden olabilmektedir (Balpetek ve Gürbüz 2010). Bu nedenle gıda kaynaklı enfeksiyon ve intoksikasyonlarda et ve et ürünleri, önemli bir yer tutmaktadır (Yıldız ve ark 2004).

Teknolojik gelişmelere ve yemek alışkanlıklarının değişmesine bağlı olarak gelişmiş ve gelişmekte olan toplumlarda taze kıyma, çiğ sucuk ürünleri ve hamburger gibi hazır veya yarı hazır et ürünlerinin tüketimi büyük ölçüde artış göstermektedir (Yıldız ve ark 2004). Kolay hazırlanabildiği için daha çok tercih edilen hazır kıyma ve hamburger köftesi gibi ürünler, pazarlama süresine kadar çiğ olarak bekletildiklerinden, muhafaza sırasında kolayca bozulabilmektedirler (Kök ve ark 2007). Aynı zamanda primer ve sekonder olarak patojen mikroorganizmalarla kontamine olma durumu nedeniyle halk sağlığı açısından risk oluşturmaktadır (Çetin ve Bostan 2002, Yıldız ve ark 2004).

Kıymaların mikrobiyolojik kalitesi, kıyma yapılacak etin mikrobiyolojik kalitesine, üretim sırasında alınacak hijyenik önlemlere, paketlenme tipine ve saklama koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Gökmen ve Alişarlı 2003).

Türk gıda kodeksi çiğ kırmızı et ve hazırlanmış kırmızı et karışımları tebliğine göre (Anonim 2009); kıyma, “kasaplık hayvanların kemiklerinden ayrılmış çiğ kırmızı etin kıyma makinesinden geçirilmesiyle veya manuel olarak bıçak veya satırla kıyılmasıyla elde edilen kırmızı et” olarak tanımlanmaktadır.

TS 10580’e göre (Anonim 2010), hamburger köfteleri ise “kasaplık dana gövde etleri, kasaplık koyun gövde etleri, kasaplık kuzu gövde etlerinin bir veya birkaçı kemik, tendon, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ve sinirlerden ayıklandıktan sonra, tavuk gövde eti, hindi eti ayrı ayrı veya ikisi bir arada olmak üzere iç organlardan ayrıldıktan sonra, yemeklik tuz, gerektiğinde iç yağı, böbrek yağı, hindi yağı, kuyruk yağlarından bir veya birkaçı ile galeta unu, patates unu, yenilebilir soya fasulyesi unu, nişasta, soya proteinlerinden bir veya birkaçı ile birlikte lezzet verici maddelerle, gerektiğinde de, katkı maddelerinden bir veya birkaçı ilave edilip çekilerek, kıyma haline getirilmesi ve homojen hale gelinceye kadar karıştırılmasıyla hazırlanan bir karışım” şeklinde tanımlanmaktadır.

Sürekli artış gösteren gıda kaynaklı hastalıklar günümüzde önemli halk sağlığı sorunları arasında bulunmaktadır (Güner ve ark 2012). Son yıllarda gıda zehirlenmelerine bağlı hastalıklar artmakta ve büyük bir kısmı kayıt altına alınamamaktadır (Tauxe 2001). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gıda kontrol servisleri ve gıda güvenlik sistemleri yeterli ve etkin olmadığından gıda zehirlenmelerine bağlı şekillenen hastalıkların % 10’unun hatta % 1’den az bir kısmının kayıt altına alındığı bildirilmektedir (Venter 2000). Ülkemizde de gıda kaynaklı hastalık vakalarının çok azında sağlık kuruluşlarına başvurulmakta ve vakaların çok az bir kısmı da tür düzeyinde tespit edilebilmektedir (Güner ve ark 2012).

Amerika Birleşik Devletler’inde her yıl 76 milyon kişinin gıda zehirlenmesi geçirdiği, bunların 325000’inin hastanelere başvurduğu, 5000 kişinin ise öldüğü bilinmektedir (Mead ve ark 1999). Enterik bakterilerin sebep olduğu hastalıkların kontrolü amacıyla, Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (The Centers for Disease Control and

Prevention, CDC); Eyalet Halk Sağlığı Bölümleri ve Federal Gıda Mevzuatı Kurumları (Department of Agriculture, Food and Drug Administration, FDA'yı kapsayan) ile işbirliği yaparak, FoodNet, PulseNet ve National Antimicrobial Resistance Monitoring System (NARMS) kurmuştur (Tauxe 2001).

Gıda kaynaklı hastalıkların epidemiyolojisinde, patojen bakterilerin doğal seleksiyona adaptasyonu ve dirençlilik kazanması; ekonomik ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni gıdaların üretilmesi; gıda üretim zincirinin kompleks ve uzun olması sebebiyle kontaminasyon riskinin artması; yoksulluk ve çevre kirliliği; kültürel inançlar ve yeme alışkanlıkları; seyahat ve göçler ile hastalık etkenlerinin taşınması; gıda, hayvan yemi ve hayvan ticaretinin küreselleşmesi ve ısı işlemi uygulanmamış hayvansal gıdaların tüketimi önemli rol oynamaktadır (Venter 2000).

Et ve et ürünlerinin mikrobiyolojik kaliteleri üzerinde yapılan çalışmalarda sıklıkla izole edilen patojen bakteriler arasında yer alan *Escherichia coli* 0157:H7 günümüzde halk sağlığı açısından risk faktörü olarak kabul edilmektedir (Balpetek ve Gürbüz 2010, Hajian ve ark 2011, Güner ve ark 2012).

1.1. Enterobacteriaceae

Enterobacteriaceae familyasında bulunan tüm bakteriler; gram negatif, basil şeklinde (Weintraub 2007), spor oluşturmeyen, aerobik veya fakültatif anaerobik üreme özelliklerine sahip olan, nitratları nitritlere redükte edebilen, katalaz testi pozitif, genellikle hareketli olmalarının yanı sıra hareketsiz bakterileri de (*Salmonella gallinarum*, *S. pullorum*) içerisinde barındıran bakteriler olup laboratuvar besiyerlerinde kolaylıkla üreyebilmektedirler (İzgür 2006). Bu familyada *Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* ve *Proteus* gibi cinsler mevcuttur (Abbott 2003, İzgür 2006).

Escherichia cinsi içerisinde iki tür mevcuttur, bunlar *E. coli* ve *E. blattae* türleridir. *E. coli*'nin bazı suşları özellikle küçük yaş gruplarında hafif veya şiddetli diarelerle seyreden gastroenteritise neden olmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş 1999).

1.1.1. *Escherichia coli*

Bu mikroorganizma, ilk defa 1185'te *Bacterium coli commune* daha sonra ise, *Escherichia coli* olarak isimlendirilmiştir (Bell 2002, Chen ve Frankel 2005, Eklund 2005). *Escherichia coli* (*E. coli*), bakteriyolojik boyalarla kolay boyanan, gram negatif, basil şeklinde bir bakteridir (Natora ve Kaper 1998, Weintraub 2007). Bu düz görünümlü çomakların boyu yaklaşık 2-6 µm kadardır. Ancak *E. coli* suşları bazı kültürlerde kokoid görünümlü, kısa ve küçük yapıda iken; bazı kültürlerde çok fazla uzun, bazen dallanmalar yapabilen filamentöz şekillerde polimorfizm gösterebilmektedir. Peritrik kirpikleri sayesinde hareketli bakterilerdir (Natora ve Kaper 1998).

Serolojik tiplendirmelerinde kapsüler (K), somatik (O) ve flagellar (H) antijenlerinden yararlanır. *E. coli* DNA yapısıyla *Shigella* ile büyük benzerlik gösterir. Yetişkin ve çocuklarda *Shigella* semptomlarına benzeyen enfeksiyonlara neden olmaktadır. Ayrıca, *E. coli*'nin *Salmonella*'dan ayrımındaki temel özelliklerden birisi, laktoz ve sakkaroz'u fermente ederek asit ve gaz oluşturmastır (Erol 2007, Vieria ve ark 2007). *E. coli*'nin üreme koşulları Tablo 1'de gösterilmiştir (Erol 2007).

Tablo 1: *E. coli*'nin üreme koşulları

	Minimum-Maximum	Optimal
Sıcaklık (°C)	7-45	37
pH	4.4–9.0	6–7
a _w	0.95-	0.99

E. coli; bakteri metabolizması, hücre duvarı biyosentezi, hücrelerin bölünme süreçleri, bakteri genetiği ve farklı bilimsel çalışmalarda en çok incelenen bakteri türüdür. Yapılan bu çalışmalar bakterinin genomunun tamamen belirlenmesini sağlamıştır. Genom sekanslamasında mobil genetik elemanlarının % 2'sinin *E. coli* DNA'sını oluşturduğu bilinmektedir. Faj, plazmid ve transpozonlardan oluşan bu genetik elemanların bakteri genomunun evriminden ve *E. coli* suşlarının farklılığından sorumlu olduğu düşünülmektedir (Willke 2008).

E. coli, insan barsak florasında bulunabilen bir bakteri olup dışkı kültürlerinden en çok üretilen bakteridir (Willke 2008). Kommensal halde bulunan *E. coli*'lerin memelilerin bağırsaklarını tercih ettikleri bilinirken, patojen *E. coli*'lerin bağırsak epitelini aşp dolaşım sistemine ve buradan da uygun bulunduğu doku ile organlara lokalize oldukları bilinmektedir (Halkman ve ark 2001, Park ve ark 2010).

Besin hijyeninde indikatör mikroorganizma olarak kabul edilen ve fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilen *E. coli*, bazı serotiplerinin hastalıklara neden olduğunun ortaya çıkmasıyla potansiyel bir patojen olarak tanımlanmıştır (Uğur ve ark 1998).

E. coli suşları sekretuar toksinler, sitotoksik toksinler, invazyon ve patojenik adherens gibi diareler oluşturan tüm bilinen mekanizmalara sahip olduğundan dolayı değişik klinik sendromlara neden olabilir (Arslan 2008). Klinik, biyokimyasal ve moleküler/genetik özelliklerine göre 6 farklı grup enterik *E. coli* diare etkeni belirlenmiştir. Bunlar enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteropatojenik *E. coli* (EPEC), enteroinvaziv *E. coli* (EIEC), enteroagregatif *E. coli* (EAEC), diffuz adherent *E. coli* (DAEC) ve enterohemorajik *E. coli* (EHEC) olmak üzere 6 farklı gruptur (Reitsma ve Henning 1996, Estrada-Garcia ve ark 2005, Irino ve ark 2005, Weintraub 2007).

1.1.1.1. Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC)

Turist diarelerinin yaygın etkeni olarak bilinen enterotoksijenik *E. coli*'nin 1960'lı yıllarda insan diareyel hastalıkları ile bağlantısı anlaşılmıştır. Bu tarihten itibaren özellikle gelişmekte olan ülkelerde ETEC vakalarının yüksek, bu ülkelerdeki tüm çocuk ölümlerinin sebepleri arasında ikinci sırada yer aldığı, endüstrileşmiş ülkelerde ise nadiren salgınlara neden olduğu bildirilmektedir (Eklund 2005, Qadri ve ark 2005). İnsan dışkısıyla kontamine olmuş su ile muamele edilen gıdalar, gıda sektöründe çalışan enfekte kişiler ile enfeksiyon etkeni yayılır. Özellikle yarı yumuşak peynir gibi süt ürünlerinde sıklıkla izole edilmiştir. Yolculuk yapan kişilerde görülme sıklığı yüksektir (FDA 2012). Minimum enfeksiyon dozunun 10^8 bakteri olduğu belirtilmiştir (Atasever 2007). İnkübasyon süresi ortalama 26 saat olup 8-44 saat arasında değişmektedir. Enfeksiyon pirinç suyu görünümünde sulu diareye ve dehidrasyona neden olmakta ve hastalık süresi ise 24-30 saate kadar sürmektedir (Karapınar ve Gönül 1998).

ETEC suşları ısıya duyarlı- heat labile (LT) veya ısıya dayanıklı-heat stable (ST) enterotoksin salgılayan bazı suşlar hem LT hem de ST salgılayabilmektedir. Isıya dirençli olan toksin (ST); proteolitik enzimlere, nükleazlara, lipazlara ve organik çözücülere de dirençlidir (Roy ve ark 2011). Isıya duyarlı olan toksin (LT)'in aminoasit yapısı % 75 oranında kolera toksin ile benzerlik göstermektedir (Eklund 2005). ETEC suşları en çok (% 35) stabile toksin salgılamaktadırlar (Willke 2008).

1.1.1.2. Enteropatojenik *E. coli* (EPEC)

EPEC enfeksiyonlarında, bol miktarda sulu, kansız, mukuslu diareye ek olarak kusma ve hafif ateş sık görülen semptomlardır (Arslan 2008). Anne sütünün EPEC'ye bağlı diareye karşı koruyucu olduğunu gösteren çok sayıda çalışma vardır (Kaplan ve Keusch 2004, Ochoa ve Cleary 2007).

EPEC genellikle sıcak yaz aylarında artış göstermektedir. EPEC enfeksiyonlarında bulaşma; kontamine el, bebek maması ve servis araçları ile fekal-oral yolla olmaktadır. Minimal enfektif dozunun çok düşük olmasının yanı sıra hastaneler veya günlük bakım merkezleri de enfeksiyonun yayılmasında rol oynamaktadır (Erol 2007). Kontamine olan içme suyu, pastörizasyon işlemi uygulanmamış elma suyu, çiğ süt, hayvan dışkılarıyla kontaminasyona uğramış meyve ve sebzeleri tüketen kişilerde kanlı diare ve abdominal kramplar şekillendiği bildirilmiştir (Marouani-Gadri ve ark 2010).

EPEC enfeksiyonunun histopatolojik olarak en önemli özelliği “tutunma ve bozma etkisi”dir (attaching and effacing effect). Bu etkinin oluşması; bakterinin enterosite lokal aderensi, enterosit sinyal sistemini uyarması ve enterositle arasında sıkı bir bağlanmanın gerçekleşmesi basamaklarıyla gerçekleşir. Tam olarak bilinmemekle birlikte enterositler arasında sıkı bağın zayıflaması, mikrovillusların kaybolması ve doğrudan sıvı kaybı ile ishal şekillendiği düşünülmektedir. EPEC virulens faktörleri, kromozom ve plazmidler üzerinde bulunan genlerin kontrolündedir (Willke 2008, Park ve ark 2010).

1.1.1.3. Enteroinvazif *E. coli* (EIEC)

Enteroinvasif *E. coli* serotiplerinin yetişkinler ve çocuklarda meydana getirdikleri hastalık tablosu genetik düzeyde *Shigella* türleriyle benzerlik göstermektedir (Bessesen 1991, Kotloff ve ark 1999, Vieria ve ark 2007). Kontamine gıdaların tüketilmesiyle alınan etken, alındıktan sonra M hücreleri ve makrofajlar ile mücadele ederek kolon epitel hücrelerine nüfuz eder ve hücrelerin ölümüne sebep olur (Santapaola ve ark 2002).

Enfektif dozu yüksek olup 10^6 - 10^8 hücre arasındadır. Bu anlamda shigellozdan farklıdır. Çünkü *Shigella* suşları hastalık oluşturmak için 10^4 den az bakteri gerektirir (Nataro ve Kaper 1998, Arslan 2008). Kontamine gıdanın sindirimini takibeden 12-72 saat sonunda dizanteri meydana gelir. Hastalık abdominal kramplar, diare, kusma, ateş, üşüme ve halsizlikle karakterizedir (FDA 2012).

EIEC suşları enterositleri kaplamakta ve o hücrelerin şekillerini değiştirerek ölümüne sebep olmaktadır. Aynı zamanda EIEC *Shigella*'ya benzer şekilde Tip III sekresyon sistemi'ni (T3SS) kodlayan büyük bir invazyon plazmidi taşır. EIEC'in invaziv karakteri 140 MDa'lık bir invazyon plazmidi tarafından yönetilmektedir. T3SS efektör proteinleri *Salmonella* ve *Yersinia* ile homolog yapıdadır (Eklund 2005). EIEC, epiteli T3SS'i kullanarak invaze eder, fagozomdan kaçarak hücre sitoplazmasında aktin kamçıların hareketi ile komşu hücre içerisine girer. Aynı şekilde taşınarak submukozaya ulaşır ve buradaki makrofajları apoptoza uğratar. İnterlökin 1'in (IL1) makrofajdan dışarı çıkması inflamatuvar yanıtı başlatır. Böylece lökosit göçü başlar, lökositler hücreler arasından geçerek olay yerine gelirler ve bakteri geçişi için de ikinci bir yol açarlar. Bakteriler epiteli her iki yolla aştıktan sonra epitelyum hücrelerini artık bazolateral yüzden kolayca infekte ederler (Willke 2008).

1.1.1.4. Enteroagregatif *E. coli* (EAEC veya EAggEC)

EAEC, yolculukla ilişkili diarelerin başta gelen nedenidir. İlk defa 1985 yılında yolcu diaresinin sebebi olarak izole edilmiştir (Adachi ve ark 2001). Gelişmiş ülkelerden, gelişmekte olan tropikal ve subtropikal bölgelere seyahat eden kişilerde, % 40-% 50 oranında akut persistant diarenin nedeni olduğu bildirilmektedir (Adachi ve ark 2001,

Weintraub 2007). İmmun sistemi baskılanmış kişilerde özellikle AIDS ile ilişkili diarelerde çoklukla izole edilmektedir (Weintraub 2007). HIV ile enfekte insanlardaki diarelerin % 60-90 oranında sebebidir ve immün sistemi baskılanmış bu kişilerdeki diarelerin % 30-60'ı tıbbi müdahale gerektirecek şiddette olduğu bildirilmektedir (Mathewson ve ark 1995).

1.1.1.5. Diffüz adherent *E. coli* (DAEC)

Daha önceleri EPEC grubunda yer alan ve Hep-2 hücre modeline göre diffüz adhesyon ile karakterize edilen (Halkman ve ark 2001) diffüz adherent *E. coli* grubu da çocuklarda süreklilik gösteren diarelere neden olur. Hücreye adhezyon yolu ile yapıştıkları gibi diffüze olurlar (Tunail 1999). İki ayrı adhesin geninin varlığı, ayrıca son olarak intimin varlığı da saptanmış olup patogenezi tam olarak açıklanamayan DEAC suşlarında, epitelyum hücreler üzerlerine yaygın yapışma durumları, α -hemolizin üretimi ve sitotoksik nekroz faktör 1 ile karakterize edilmektedir (Tunail 1999, Eklund 2005).

1.1.1.6. Enterohemorajik *E. coli* (EHEC)

EHEC insanlar üzerinde ciddi enfeksiyonlara sebep olan patojen bir bakteri olup, tüm dünyayı etkileyen küresel bir problemdir. EHEC salgınlarının yüksek bir potansiyelinin olması enfeksiyon oluşturma dozunun oldukça düşük olmasına bağlanmaktadır (Bell 2002).

EHEC enfeksiyonunda, karın ağrısı ve diare sık görülen semptomlar arasındadır. Başlangıçta sulu olan diare birkaç gün içerisinde kanla bulaşık ve tamamen kanlı hale gelebilir. Bu tablo shigellozis veya EIEC'ye benzemekle birlikte ateş nadiren görülmektedir. EHEC ile enfekte hastaların çoğu bir komplikasyon olmadan iyileşir. Ancak çocukların % 5-10'u birkaç gün içinde hemolitik üremik sendrom (HUS) gibi sistemik komplikasyonlara yakalanabilmektedir. Yaşlılarda etken HUS'a veya trombotik trombositopenik purpura (TTP)'ya neden olabilir (Arslan 2008). Bazı patojenik *E. coli* alt gruplarının virulens faktörleri, klinik tablo ve diare tipleri Tablo 2' de gösterilmiştir (Karapınar ve Gönül 1998).

Tablo 2: Bazı patojenik *E. coli* alt gruplarının virulens faktörleri, klinik tablo ve diare tipleri

<i>E. coli</i>	Virulens Faktörleri	Klinik Tablo	Diare Tipi
ETEC	Enterotoksinler: LT1a, LT1b, LT2a, LT2b, ST1a, ST2b, ST2, Spesifik adhezyon fimbria	Sulu diare (kolera benzeri), yolcu diare	Pirinç suyu görünümünde
EIEC	Bağırsak epitelyum hücreleri üzerine nüfuz	Shigellosis benzeri diare	Kanlı, mukuslu
EPEC	Bağırsak epitel hücrelerine lokalize bazı suşlarında SLTI ve/veya SLTII	1 yaşın altındaki çocuklarda akut ya da kronik sulu diare	Pirinç suyu görünümünde, mukuslu
EHEC	Shiga-benzeri toksinler: SLTI ve/veya SLT II (VTI ve/veya VT II) Kolonizasyon faktörleri	Hemorajik kolitis (HC), hemolitik üremik sendrom (HUS)	Ağrılı diare, HUS (kanlı diare veya yalnızca kan şeklinde)
DAEC	Yaygın aderenz	Sulu diare	Pirinç suyu görünümünde

1.2. *Escherichia coli* O157:H7

Escherichia coli O157:H7, ilk kez 1982 yılında Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada’da aynı zincire bağlı fast food restoranlarında yeterince pişirilmemiş hamburgerlerin yenmesi sonucu meydana gelen iki diare salgınıyla ortaya çıkmıştır (Öz ve ark 2002, Varela-Hernandez ve ark 2007, Park ve ark 2010).

E. coli O157:H7, optimal 37 °C’de olmak üzere, 30-42 °C’ler arasında ürerken, 44-45 °C’de oldukça yavaş gelişir. Bu nedenle çoğu standart izolasyon prosedüründe *E. coli*’nin gelişimi için seçilen 44-45 °C’lik inkübasyon sıcaklığında O157:H7 saptanamaz (Erol 2007).

E. coli O157:H7, kendine ait 157 adet somatik (O) antijenine ve 7 adet flageller (H) antijenine sahip olmasını temsilen isimlendirilmiştir (Karmali ve ark 1983). Sorbitolü fermente edememesi, β glukoronidaz enzimine sahip olmaması, 44,5 °C’de ve üzerinde üreyememesi, enterohemolizin üretimi, 60 mDa plazmid taşıması, *eae* genine sahip olması

gibi özellikleri bakımından diğer *E. coli* türlerinden farklılık göstermektedir (Halkman ve ark 2001, Dontorou ve ark 2004, Park ve ark 2010).

E. coli O157:H7 dondurulmuş veya soğukta saklanan ürünlerde, düşük su aktivitesine sahip ürünlerde ve asidik gıdalarda uzun süre canlılığını sürdürebilir. Bu ortamlarda karşılaştığı olumsuz çevre koşullarına adapte olarak direnç kazanabilir. Yapılan çalışmalar *E. coli* O157: H7'nin, pH 4,5- 5,5 değerlerinde bir ortama maruz kalması durumunda aside adapte olarak direnç kazandığını göstermektedir. Aside direnç kazanma özelliği *E. coli* O157: H7'nin enfektif dozunun çok düşük olmasına neden olan bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Tosun ve Gönül 2003).

1.2.1. *E.coli* O157:H7'nin epidemiyolojisi

E. coli O157:H7'nin başlıca kaynağı sığırlar olmakla birlikte koyun, geyik, domuz, kedi, köpek ve kuşlar gibi diğer sıcakkanlı hayvanlarda da bulunabilmektedir (Tosun ve Gönül 2003). Etkeni taşıyan hayvanların dışkıları (süt, sebzeler vb.) ve suları kontamine ederek hastalığın yayılmasına neden olabilmektedir (Hajian ve ark 2011). Bulaşmanın hayvanlarla direk temasla olabileceği gibi insandan insana da geçebildiği bilinmektedir (Caprioli ve ark 2005, Hajian ve ark 2011).

E. coli O157:H7, göçmen kuşların sindirim floralarında yaşayabilen, asidik ortamlara, soğutma ve dondurmaya karşı dayanıklı olup (Boyse ve ark 1997), uzun süre toprak ve dış ortamda canlı kalabildiği için uzak bölgelere kolayca yayılabilen bir bakteridir (Maulle 1997, Alisharlı ve Akman 2004).

E. coli O157:H7'nin prevalansı; coğrafi bölge, mevsim, hayvanın türü, yaşı ve cinsiyeti, beslenme şekli gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Yaz aylarında prevalansı daha yüksek oranlara çıkmaktadır. Sığırlar, koyunlara ve mısır silajıyla beslenen hayvanlar beslenmeyenlere göre daha yüksek bir kontaminasyon oranına sahip olduğu bildirilmektedir (Chapman ve ark 2001). *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu gıda kaynaklı hastalıklar ve olası bulaşma nedenleri Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3: *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu gıda kaynaklı hastalıklar ve olası bulaşma nedenleri

Yıl ve Ülke	Organizma ve Toksin	Ürün	Olası Bulaşma Nedeni	İlgili Literatür
2004 İrlanda	<i>E. coli</i> O157:H7	Hazır kıyma ve hamburger köftesi	Süpermarketlerde ve kasaplarda bekletilen ürünlerde <i>E. coli</i> O157:H7'nin tüketime kadar canlı kalması	(Cagney ve ark 2004)
2007 Brezilya	STEC <i>E. coli</i>	Sığır eti	<i>E. coli</i> O157:H7'nin tüketim süresine kadar üründe canlı kalması	(Bergamani ve ark 2007)
2007 Mexico	<i>E. coli</i> O157 ve <i>E. coli</i> O157:H7	Sığır karkası	Kesim sırasında dışkı ile meydana gelen kontaminasyon	(Koohmaraie ve ark 2007)
2010 Türkiye (Samsun)	<i>E.coli</i> O157:H7	Taze et ve hazır köfte	Analize alınan numune sayısı, iklim, sığırların farklı coğrafi kökenleri.	(Çadircı ve ark 2010)
2010 ABD	<i>E. coli</i> O157:H7	Sığır karkası	Kesim sırasında dışkı ile meydana gelen kontaminasyon	(Arthur ve ark 2010)

1.2.2. *E. coli* O157:H7'nin virulens faktörleri ve patojenite

E. coli O157:H7 virulensi çeşitli faktörlere bağlı olup bu faktörler arasında shiga toksin, hemolizin, adhesin, intimin, tip III sekresyon sistemi ve O157 lipopolisakkaritlerinin yer aldığı bilinmektedir (Park ve ark 2010).

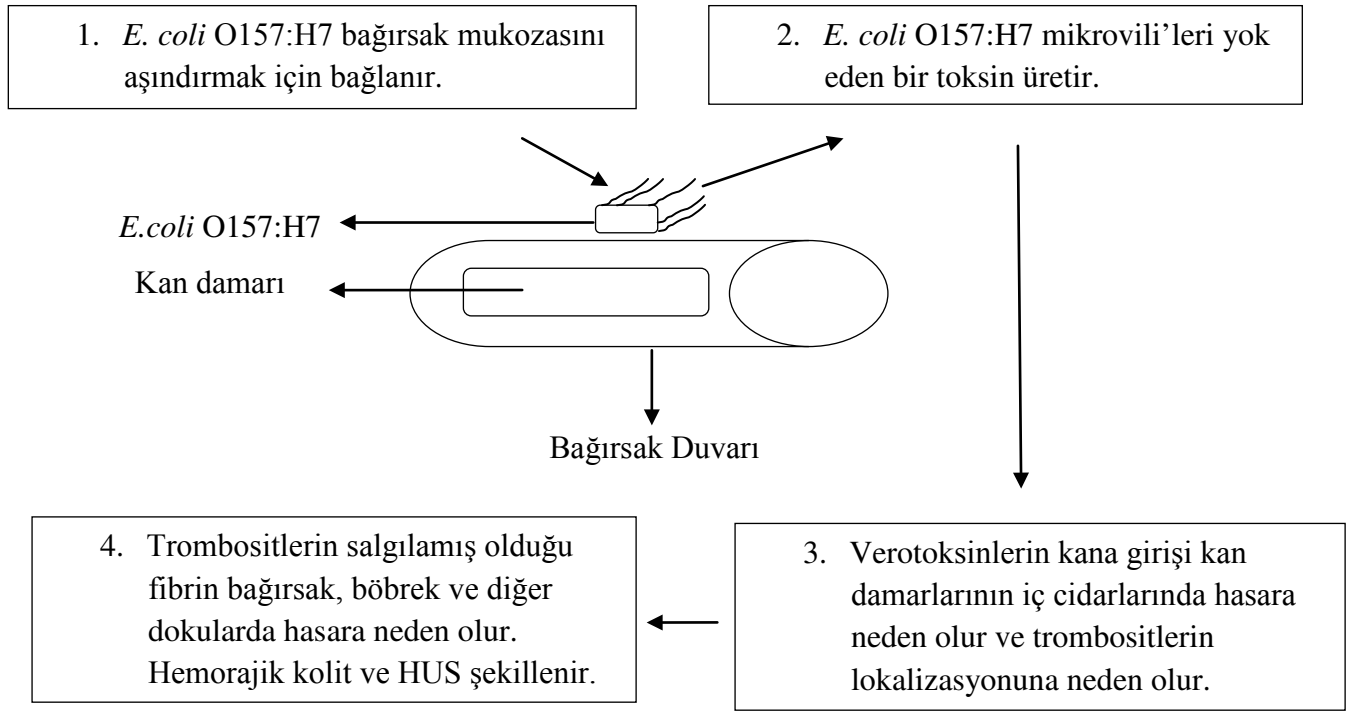
E. coli O157:H7'nin önemli virulens faktörleri tanımlanmıştır. Klinik izolatlarının 1 ya da 2 verotoksin ürettikleri bilinmekte olup bu verotoksinlerin doku kültürlerinde geliştirilen Vero ve HeLa hücrelerine karşı sitotoksik özellikte oldukları saptanmıştır. Shiga toksin (Stxs)'nin genetik yapısı incelendiğinde, toksinler Verotoksin-1

(VT-1) ve Verotoksin-2 (VT-2) olarak adlandırılmıştır. Verotoksinler, immunolojik ve yapısal olarak *S. dysenteriae*'nin oluşturduğu shiga toksinlere benzedikleri için Shiga-like toksinler (SLT-I=VT-1; SLT-II=VT-2) olarak da adlandırılmaktadır. SLT-1'in nükleotid dizilişi shiga toksine benzemektedir (Beutin ve ark 2004, Eklund 2005, Jamshidi ve ark 2008).

Toksinlerin reseptörü glikolipid yapıda olan globotriosylceramide (Gb3)'dür. Gb3 böbrek epitelyum hücrelerinde bulunur. *E. coli* O157:H7 içerdiği spesifik demir transport sistemi ile hem beta-hemoglobini demir kaynağı olarak kullanabilmektedir (Erol 2007, Palermo ve ark 2009).

Salmonella, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio cholerae* ve *Vibrio parahaemolyticus* gibi bakteriler tarafından da immunolojik olarak VT-1'e benzer toksinler üretilmektedir. ELISA, immundifüzyon vb. yöntemler kullanılarak bu verotoksinlerin shiga toksine benzerliği tespit edilmesine rağmen izoelektrik noktası ve molekül ağırlığı gibi özelliklerden yararlanılarak *E. coli* verotoksinleri shiga toksinlerinden ayırt edilebilmektedir (Halkman ve ark 2001, Estrada-Garcia ve ark 2005).

Shiga toksinler hemorajik kolit ve hemolitik üremik sendrom enfeksiyonlarının patogenezinde rol alırlarken, intimin intestinal kanala tutunmayı kolaylaştırmaktadır (Normanno ve ark 2004). Hemolitik üremik sendrom, sadece Stxs üreten bakteriler tarafından şekillenmektedir. EPEC serotipleri EHEC serotiplerine benzemelerine rağmen, Stxs içermedikleri için HUS enfeksiyonuna neden olmamaktadırlar (Park ve ark 2010). Stx 2 böbrek endothelial hücrelerine karşı toksik özelliktedir. HUS gösteren hastalarda sadece Stx 2 üreten suşların izole edilmiş olması bu görüşü desteklemektedir (Park ve ark 2010). Stxs, Stx 1 ve Stx 2 olarak 2 serogruba ayrılır. Stx 2'nin aminoasit dizilişi ise Stx 1 ile % 60 oranında homolog yapıdadır (Caprioli ve ark 2005, Park ve ark 2010). Stxs 1 A polipeptidi ve 5 B polipeptidinden oluşmaktadır (Park ve ark 2010). *E. coli* O157:H7'nin epitelyum hücrelerinde oluşturduğu komplikasyonlar Şekil 1'de gösterilmiştir (Akçamlı 2008).



Şekil 1: *E. coli* O157:H7 verotoksinin epitelyum hücrelerinde oluşturduğu komplikasyonlar

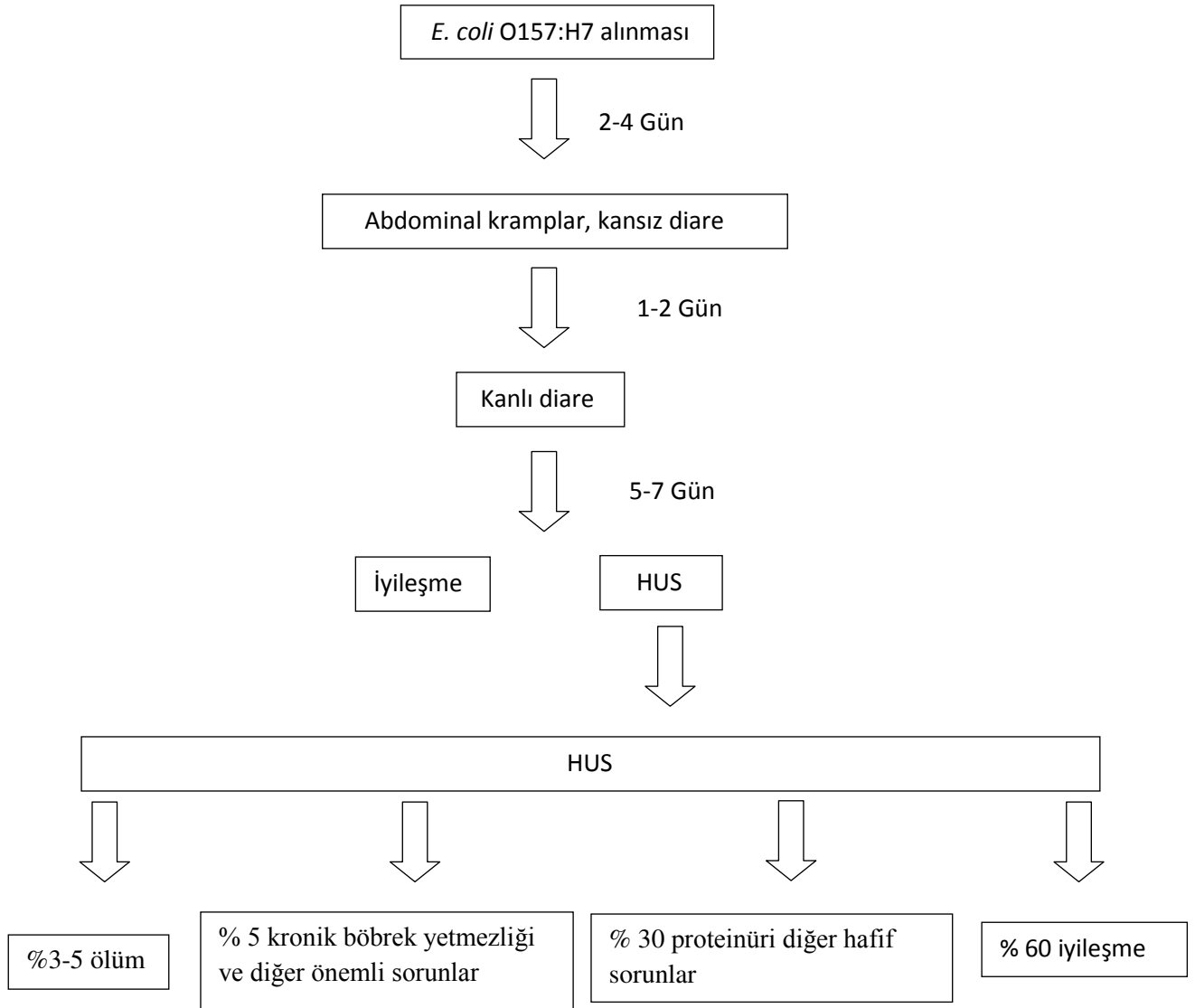
E. coli O157:H7'nin besinler içerisinde SLT üretip üretmediği ya da içerisinde önceden bu toksinlerin bulunmuş olduğu besinlerin tüketilmesiyle insanların hastalanıp hastalanmadıkları tam olarak bilinmemektedir (Doyle ve ark 1997, Ünsal 2007).

1.2.3. *E. coli* O157:H7'nin neden olduğu sendromlar

Halk sağlığı açısından önemli bir patojen olarak bilinen *E. coli* O157:H7 enfeksiyonlarında hastalığın şekillenebilmesi için en az 10 adet etkenin alınmasının yeterli olabileceği (Cagney ve ark 2004), minimal enfeksiyon dozunun (MID) 10-100 kob/g gibi çok düşük değerlerde olduğu bildirilmektedir (Reitsma ve Henning 1996, Chang ve Fang 2007).

Hastalıkta septomlar şiddetli diare ve karın ağrısıyla başlar ve daha sonra kanlı diareye dönüşür. *E. coli* O157:H7 enfeksiyonları; etkenin alınmasını takibeden genellikle 2-4 günde krampla seyreden karın ağrısı, kusma, mide bulantısı, gastroenteritis, kanlı diare

gibi klinik semptomlara neden olurken bazen hiçbir semptom göstermeden veya sadece orta şiddette diarelerle de seyredebilmektedir (Pedritis ve ark 2002). Bunların dışında sepsisemi, menenjit ve idrar yolları enfeksiyonları görülebilmekte ve *E. coli* O157:H7 enfeksiyonları çocuklarda ve yaşlılarda daha şiddetli semptomlarla seyretmektedir (Erkoç ve Türkmenoğlu 2007). Hemolitik anemi, trombositopeni ve akut nefropati hastalıkta görülen önemli klinik bulgular arasında yer almaktadır (Palermo ve ark 2009, Park ve ark 2010). *E.coli* O157:H7'nin klinik seyri Şekil 2'de gösterilmiştir (Erol 2007).

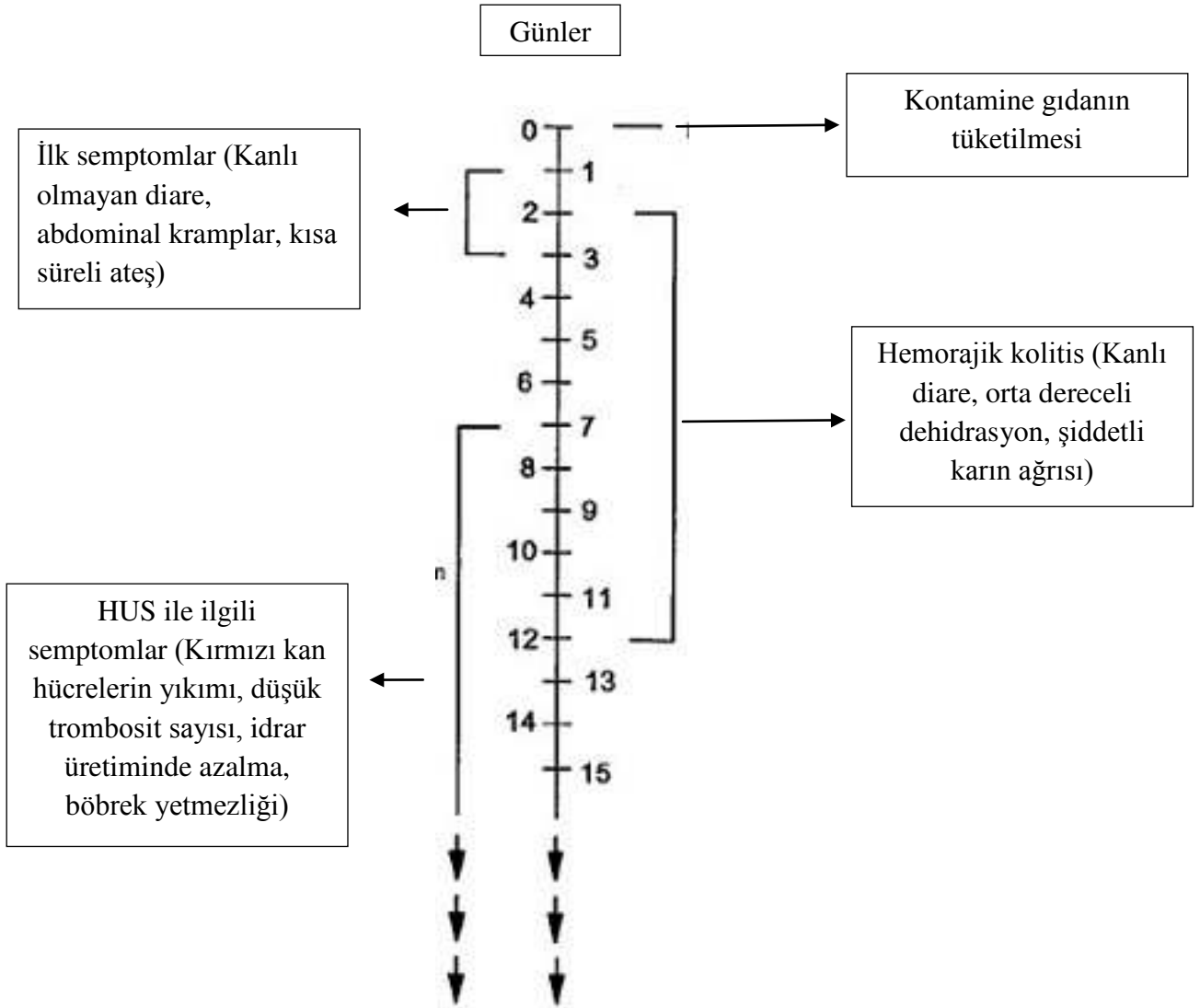


Şekil 2: *E.coli* O157:H7 klinik seyri

E. coli O157:H7, insanlarda hemorajik kolitis (HC), hemolitik üremik sendrom (HUS) ve trombotik trombositopenik purpura (TTP) olarak adlandırılan ve ölümler

sonuçlanabilen hastalıklara neden olur (Maulle 2000, Yuk ve Marshal 2003, Varela-Hernandez ve ark 2007, Çadırcı ve ark 2010).

Hemorajik kolit'in (HC) ilk belirtileri, etkenle kontamine gıdaların tüketimini takip eden 1-2 gün (en fazla 3-5 gün) içerisinde şekillenmeye başlar. Hafif, kanlı olmayan diareyi şiddetli bir karın ağrısı ve kısa süreli ateş takip edebilir. Diarenin şiddeti 24-48 saat içerisinde artarak 4-10 günlük süreçte dehidrasyon ve şiddetli karın ağrısı ve kanlı diare gözlenir (Reitsma ve Henning 1996). Karın ağrısının şiddetinin doğum esnasında meydana gelen karın ağrılara benzemesi ve apandisit ağrısından daha kuvvetli olması nedeniyle bazı durumlarda apandisit ile karıştırılabilmektedir. Ateş şekillenmemesi ve kanlı dışkı görülmesi ile shigellozisten ayrılmaktadır (Halkman ve ark 2001). Hemorajik kolit hastalarında yaşamı tehlikeye sokan bazı komplikasyonlar da görülebilmektedir. Bu komplikasyonlar, başta HUS olmak üzere mikroangiopatik hemolitik anemi, trombositopeni, oligo-anuri, ödem ve akut renal yetmezlik gibi semptomlardır. HUS sıklıkla 10 yaşın altındaki çocuklarda görülmekte, hastalar genellikle diyalize ihtiyaç duymaktadır. Mortalite % 3-5 oranında görülmektedir (Reitsma ve Henning 1996). *E. coli* O157:H7'nin hastalık semptomları ve süreçte bağlı seyri Şekil 3'de gösterilmiştir (Buchanan ve Doyle 1997).



Şekil 3: *E. coli* O157:H7'nin semptomları ve süreçle ilgili seyri

Hemolitik üremik sendrom (HUS), ilk kez 1955 yılında akut böbrek yetmezliği, mikroangiopatik hemolitik anemi ve trombositopeni'den oluşan üçlü klinik bulgularla tanımlanmıştır (Palermo ve ark 2009, Park ve ark 2010). HUS semptomları, gastrointestinal semptomlarının ortaya çıkışını takibeden süreçte ortalama bir hafta sonra görülmektedir. Sıklıkla 10 yaşın altındaki çocuklarda görülmekte, hastalar genellikle diyalize ihtiyaç duymaktadır. Mortalite % 3-5 oranında görülmektedir (Reitsma ve Henning 1996). Enfeksiyonun akut dönemlerinde birçok hastada % 20 oranında nörolojik semptomlar (uyuşukluk, kasılma, baş ağrısı, nöbet ve koma), % 30-50 oranında

hipertansiyon, % 8-10 oranında pankreatik yetersizlik ve/veya gastrointestinal bozukluklar gözlenmektedir (şiddetli kolitis ve rektal prolaps). HUS'un şiddetli seyrettiği olgularda sinir sistemi etkilendiği için genellikle koma ve ölümler görülmektedir (Palermo ve ark 2009). HUS sıklıkla 10 yaşın altındaki çocuklarda görülmekte, hastalar genellikle diyalize ihtiyaç duymaktadır. Mortalite % 3-5 oranında görülmektedir (Reitsma ve Henning 1996).

Trombotik-trombositopenik purpura (TTP), HUS'un aksine esas olarak yetişkinlerde gözlenir. Hastalık hemoliz, trombositopeni, böbrek yetersizliği, nörolojik bozukluklar ve dalgalı ateş ile karakterizedir. TTP, HUS'tan merkezi sinir sistemine etki etmesi ve ilk belirtinin diare olmaması ile ayrılır. Hastalarda sıklıkla beyinde kan pıhtısı oluşur ve ölümle sonuçlanır. (Proesmans 1996, Park ve ark 2010).

1.2.4. *E. coli* O157:H7 enfeksiyonuna aracı olan gıdalar

Dünya çapındaki enfeksiyonların çok büyük bir bölümü başta yetersiz pişirilmiş et, pastörize edilmemiş süt ve meyve suları olmak üzere sığır kıyması, sığır etinden üretilen burger ve rosto, sandviç, çiğ süt, yoğurt, çiğ süttten üretilen peynir, mayonez, elma suyu ve elma şarabı gibi gıda maddelerinden kaynaklanmıştır (Venter 2000, Jamshidi ve ark 2008, Farajzadeh Sheikh ve ark 2012).

Dışkı ile kontamine su ve gıdalar *E. coli* O157:H7 salgınlarında önemli risk faktörleridir (McClure 2000). Etken; sığır kıyması, çiğ süt, et ve süt ürünleri, sebzeler pastörize edilmemiş meyve suları ve su ile insanlara geçebilmektedir (Hajian ve ark 2011).

ABD'de ve Batı Avrupa ülkelerinde taze sıkılmış elma suyu yaygın bir tüketim alanına sahiptir. Dışkıyla kontamine olmuş elmaların ve pastörize edilmemiş elma sularından yapılan elma şaraplarının tüketilmesi sonucunda pek çok vakanın meydana geldiği bilinmektedir. Elma şarabına işlenecek elmaya diğer meyve şaraplarında olduğu gibi ısıt işlem uygulanmaması ve elma şarabında alkolün % 4-5 düzeylerinde olması enfeksiyon riskini artırmaktadır (Halkman ve ark 2001, Park ve ark 2010).

Çiğ olarak tüketilen salata benzeri ürünlerin *E. coli* O157:H7 yönünden riskini araştırmak amacıyla etkenin iceberg salatalarında canlı kalma durumu ile yapraklara penetrasyonu ve klorun etken üzerindeki etkisiyle ilgili araştırmalar yapılmıştır. *E. coli*

O157:H7 etkeninin, hücrelerin kesik dokularının 73,5 µm altına penetre olduğu, 200 ppm klorun 5 dakika içerisinde 0,7-1,0 log birimlik bir indirgeme sağladığı ve doku içerisine nüfuz etmiş *E. coli* O157:H7 etkeninin klorun etkisinden daha az etkilendiği tespit edilmiştir (Halkman ve ark 2001).

1.2.5. *E. coli* O157:H7 enfeksiyonundan korunma yolları

Enfeksiyon kaynağının, sığır başta olmak üzere ruminantların intestinal sistemi olması, öncelikle korunmada çiftlikten tüketiciye kadar olan tüm aşamalarda gerekli hijyenik tedbirlerin alınması zorunlu kılmaktadır. Sığır işletmelerinde kontaminasyonun azaltılması amacıyla çalışan personeller bu konularda bilinçlendirilmeli ve tesislerde yeterli hijyen koşulları sağlanmaya çalışılmalıdır. Kesimden önce hayvanlar iyice temizlenmeli ve kasaplar kesim sırasında karkasa fekal bulaşmayı ve çapraz kontaminasyonu engelleyecek iyi kesim tekniklerini uygulanmalıdır. Özellikle, derinin yüzülmesi ve iç organların çıkarılması (eviserasyon) aşamasında karkas kontaminasyonun engellenmeye çalışılmalıdır. Karkasların taşınmasında kullanılan araçların ısı muhafazalarına dikkat edilmeli ve araçların düzenli olarak dezenfeksiyonu sağlanmalıdır (Bell 2002).

E. coli O157:H7'nin elimine edilebilmesi için et ve et ürünlerine 68,3 °C'de 15 saniye pişirme işleminin uygulanması gerekmektedir. Kürlenmiş et ürünlerinde, fermentasyon, kurutma ve depolama boyunca etkenin canlı kalmasından dolayı ısı işlem görmemiş geleneksel ürünlerin üretim ve tüketiminden kaçınılmalıdır (Massa ve ark 1997, Park ve ark 2010).

Sığır etinin *E. coli* O157:H7 kontaminasyonun minimal düzeye indirilmesi için, tedarik zincirinin her aşamasında, Good Manufacture Practice (GMP), Good Agricultural Practise (GAP) ve Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) kontrolünde takip edilmesi gerekmektedir (Cagney ve ark 2004).

Günümüzde EHEC'e bağlı hastalıklardan korunmak için kullanılan etkin bir aşı bulunmamakta ancak hayvanlar üzerinde deneysel uygulamalara devam edilmektedir (Ünsal 2007).

2.MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

2.1.1. Et ürünleri

Bu araştırmada materyal olarak, 2012 Eylül-Aralık tarihleri arasında Aydın ili ve çevrelerindeki çeşitli kasap, market ve büfelerden temin edilen, 50 adet kıyma ve 30 adet hamburger köfte olmak üzere toplam 80 adet numune kullanılmıştır. Laboratuvara steril poşetler ile soğuk zincir altında getirilen örnekler getirildikleri gün mikrobiyolojik analize alınmış ve *E. coli* O157:H7 içerip içermediği yönünden incelenmiştir.

2.1.2. Besiyerleri

2.1.2.1. Tryptone Soya Broth (Oxoid CM0129)

Ticari olarak satışa sunulan besiyerinden 30 g/L konsantrasyonunda distile su içerisinde eritilerek 225 ml'lik besiyeri şişelerine alınan homojenizasyon 121 °C'de 15 dakika sterilize edildi. Otoklav sonrası 50 °C'ye soğutulan besiyeri içerisine Novobiocin supplement ilave edildi. Hazırlanmış olan besiyeri son derece berrak ve sarımsı renktedir (Bridson 1998, Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.2. Novobiocin supplement (Oxoid SR0181E)

500 ml Tryptone Soya Broth (Oxoid CM0129) besiyeri içerisine 2 ml distile su içerisinde eritilmiş olarak Novobiocin supplement (Oxoid SR0181E) katıldı (Bridson 1998).

2.1.2.3. Sorbitol Macconkey agar (SMAC, Oxoid CM0813)

Sorbitol MacConkey agar (SMAC) besiyerinden 51,5 g/L tartılarak distile su içerisinde eritildi. Daha sonra 121 °C'de 15 dakika otoklavda sterilizasyonu sağlandı. Otoklav sonrası 50 °C'ye soğutulan besiyeri içerisine Cefimixe Tellurite Selective supplement katılarak aseptik koşullarda steril petrilere döküldü (Bridson 1998, Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.4. Cefimixe Tellurit Selective supplement (Oxoid SR0172E)

500 ml SMAC (Oxoid CM0813) besiyerine 2 ml distile su içerisinde eritilmiş olarak 1 vial Cefimixe Tellurite Selective supplement (Oxoid SR0172E) katıldı (Bridson 1998).

2.1.2.5. Violet Red Bile (VRB) agar (Oxoid CM0107)

Ticari olarak satılan Violet Red Bile agar besiyeri 38,5 g/L olacak şekilde distile su içerisinde karıştırılarak kaynatıldı ve kaynama başladıktan sonra en çok 4 dakika daha kaynama sıcaklığında tutuldu. Yaklaşık 50 °C'ye kadar soğutulduktan sonra MUG supplement (Oxoid BR0071E) eklenerek, aseptik ortamda steril petri kutularına döküldü. Otoklava girdiği durumlarda selektivite oranı azalan bu besiyerinin sterilizasyon işlemi otoklavda yapılmadı. Sterilizasyon işlemi kaynar su banyosunda besiyeri eritilirken yapıldı (Bridson 1998, Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.6. MUG supplement (Oxoid BR0071E)

Ticari olarak satılan 4-Methylumbelliferyl-B-D-Glucuronide (MUG) supplementinin 2 ml distile su ile homojenizasyonu sağlandıktan sonra, daha önceden 50 °C'ye soğutulmuş olan 500 ml Violet Red Bile (Oxoid CM0107) agara ilave edildi ve hazırlanan besiyeri aseptik koşullarda steril petri kutularına döküldü (Bridson 1998).

2.1.2.7. Nutrient Broth (Oxoid CM0001)

Nutrient Broth besiyerinden 13 g/L tartılarak distile su ile eritildi. Hazırlanan besiyeri 10 ml olacak şekilde tüplere aktarıldı. Daha sonra içerisinde Nutrient Broth (Oxoid CM0001) besiyeri bulunan tüpler otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edildi (Bridson 1998, Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.8. Tryptone Water (Oxoid CM0087)

Tryptone Water (Oxoid CM0087) besiyerinden 15 g/L tartılarak distile su ile eritildi. Hazırlanan Tryptone Water besiyeri 5'er ml olacak şekilde tüplere aktarıldı. Daha sonra içerisinde Tryptone Water besiyeri bulunan tüplere otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilizasyon işlemi uygulandı (Bridson 1998, Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.9. Kovacs' indol ayracı (Merck 1,09293)

Ticari olarak satışa sunulan Kovacs' indol ayracı kullanılmıştır (Baden 2011).

2.1.2.10. MR / VP Medium (Oxoid CM0043)

MR / VP Medium besiyerinden 17 g/L tartılarak distile su ile eritildi. Hazırlanan homojenizattan 5'er ml lik olacak şekilde tüplere aktarıldı. Daha sonra içerisinde MR / VP medium besiyeri bulunan tüplere otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilizasyon işlemi uygulandı (Bridson 1998, Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.11. Metil Red indikatörü

Ticari olarak satılan Metil Red indikatörü kullanılmıştır (Baden 2011).

2.1.2.12. % 40'lık Sodyum Hidroksit (NaOH) özeltisi (Merck B187162)

40 g NaOH 50 ml distile su ile eritildi ve 100 ml'lik balon jojeye aktarıldı. Distile su ile hacim çizgisine kadar tamamlanarak hazırlandı (Baden 2011).

2.1.2.13. % 5'lik α -Naftol özeltisi

5 g α -Naftol özeltisi 50 ml % 95'lik etil alkol içerisinde eritildi ve 100 ml'lik balon jojeye aktarıldı. Daha sonra hacim çizgisine kadar distile su ilave edilerek hazırlandı (Baden 2011).

2.1.2.14. Simmons Citrate agar (Oxoid CM0155)

Simmons Citrate Agar besiyeri 23 g/L tartılarak distile su ile eritildi. Hazırlanan besiyeri 7'şer ml olacak şekilde tüplere aktarılarak içerisinde Simmons Citrate agar (Oxoid CM0155) bulunan tüplere otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilizasyon işlemi uygulandı. Daha sonra tüplere yatık bir pozisyon verilerek besiyerlerinin katılaşması sağlandı (Bridson 1998, Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.15. Wellcolex *E.coli* O157:H7 aglutinasyon test kiti (Remel ZC61)

Ticari olarak satışa sunulan test kitleri prosedürüne uygun olarak kullanıldı (Halkman ve Sağdaş 2011).

2.1.2.16. UV lamba (Merck UV lamp 366 nm)

Ticari olarak satışa sunulan 366 nm’lik dalga boyunda ultraviyole (UV) test lambası kullanıldı (Halkman ve Sağdaş 2011).

2.2. METOD

Bu araştırmada 2012 Eylül-Aralık tarihleri arasında Aydın ili ve çevrelerindeki çeşitli kasap, market ve büfelerden temin edilen, 50 adet kıyma ve 30 adet hamburger köfte olmak üzere toplam 80 adet et numunesi *E. coli* O157:H7 varlığı bakımından incelenmiştir. Örnekler steril poşetlerde, kısa sürede ve soğuk zincir altında Aydın-Adnan Menderes Üniversitesi/Veteriner Fakültesi-Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalına getirilerek aynı gün analize alınmıştır.

2.2.1. Örneklerin hazırlanması

Mikrobiyolojik analiz uygulamaları için her et ürünü örneği aseptik şartlarda hassas terazide steril stomacher torbalarında 25’er g olacak şekilde tartıldı ve tartılan örneklerin üzerine 225’er ml Tryptone Soya Broth (Novobiocin supplement içeren) besiyeri ilave edildi (Koneman ve ark 1997).

2.2.2. Homojenizasyon

Tartım işlemi tamamlanan ve 225 ml Tryptone Soya Broth (Novobiocin supplement içeren) ilave edilen örnekler 4 dakika boyunca homojenizasyon işlemine tabi tutuldu (Koneman ve ark 1997).

2.2.3. Zenginleştirme

Tryptone Soya Broth besiyerinde homojenizasyon işlemleri tamamlanan numunelere 37 °C’de 24 saat inkubasyon işlemi uygulandı (Koneman ve ark 1997).

2.2.4. *E. coli* O157:H7'nin katı besiyerinde izolasyonu

Zenginleştirme işlemi tamamlanan numunelerin Cefimixte Tellurite Selective supplement içeren Sorbitol MacConkey agar besiyerine öze yardımıyla geçişleri yapılarak 42 °C’de 48 saat süreyle inkubasyona bırakıldı. Bu sıcaklık uygulaması; hedef bakteri olan *E. coli* O157:H7 serotipini minimal düzeyde etkilerken, rekabetçi flora içerisinde yer alan

Escherichia coli tip 1, *Hafnia alvei*, *Enterobacter spp.*, *Citrobacter freundii* ve *E. coli* O157:H7'nin maksimum düzeyde inhibisyonu sağlamaktadır (Doğan ve ark 2003). İnkubasyon sonunda sorbitol negatif veren renksiz, grimsi renkte olan şüpheli kolonilerden 3-4 adet seçilerek Nutrient Broth besiyerine geçildi ve 37 °C'de 24 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon süresi sonunda Nutrient Broth besiyerinden öncelikle Violet Red Bile agar (MUG supplement içeren) besiyerine daha sonra ise IMVIC test uygulaması için Tryptone Water, MR-VP Medium ve Simmon Citrat agar besiyerlerine öze yardımı ile ekim işlemleri gerçekleştirildi. Bu işlemler sonunda VRB+MUG besiyeri 42 °C'de 48 saat'lik inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonunda UV test lamba (366 nm) altında floresan göstermeyenler (β -glukuronidaz negatif) *E. coli* O157:H7 şüpheli kabul edilip, biyokimyasal testler uygulanarak doğrulamaya gidildi (Benner 1984, Koneman ve ark 1997).

2.2.5. Biyokimyasal testler

Mikroorganizmaların izolasyonu ve identifikasyonunda; İndol, Metil Red (MR), Voges Proskover (VP), Sitrat ve β -glukuronidaz testlerinden yararlanılmıştır (Benner 1984).

2.2.5.1. İndol testi

Tryptone Water (Oxoid CM0087) sıvı besiyeri kullanılan bu test uygulaması için izole edilen bakterinin bu besiyerine inokulasyonu yapılarak 44 °C'de 24 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonucu 0,5 ml Kovacs' indol ayracı ilave edildi. Tüplerin üst kısmında kalıcı kırmızı halkanın oluşması pozitif, sarı-kahverengi halka ise negatif olarak değerlendirildi (Benner 1984).

2.2.5.2. Metil Red testi

MR/VP Medium (Oxoid CM0043) sıvı besiyeri kullanılan bu test uygulaması için izole edilen bakterinin bu besiyerine inokulasyonu yapılarak 37 °C'de 24 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonucu üzerine birkaç damla metil red indikatörü ilave edildi. Besiyerinde belirgin kırmızı bir renk oluşumu pozitif, sarı veya turuncuya yakın bir renk oluşumu ise negatif olarak değerlendirildi (Benner 1984, Koneman ve ark 1997).

2.2.5.3. Voges Proskover (VP) testi

MR/VP Medium (Oxoid CM0043) sıvı besiyeri kullanılan bu test uygulaması içinde izole edilen bakterinin bu besiyerine inokulasyon yapılarak 37 °C’de 24 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonrası üzerine 5 ml % 40’lık sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi ve 1-2 ml % 5’lik α -Naftol çözeltisi ilave edildikten sonra iyice karıştırarak 2 dakika içerisinde kırmızı pembe halka oluşumu pozitif, sarı halka oluşumu ise negatif olarak değerlendirildi (Benner 1984, Koneman ve ark 1997).

2.2.5.4. Sitrat testi

Simmons Citrate agar (Oxoid CM0155) besiyeri kullanılan bu test uygulaması için şüpheli bakterinin, dibe daldırma ve yüzeye çizme yöntemleriyle ekim işlemi yapılarak 37 °C’de 24 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonucunda mavi renk oluşumu pozitif olarak değerlendirilirken, yeşil renk oluşumu negatif olarak değerlendirildi (Benner 1984, Koneman ve ark 1997).

2.2.5.5. β -glukuronidaz testi

β -glukuronidaz test uygulaması için mikroorganizmanın taze kültüründen VRB+MUG agar besiyerine öze yardımıyla ekimler yapıp 42 °C’de 48 saat inkubasyona bırakıldı. İnkubasyon sonrasında karanlık bir ortamda 366 nm dalga boyundaki UV el lambası ile floresan kontrolü yapıldı. Floresan ışığa gösteren numuneler β -glukuronidaz reaksiyonu (MUG) pozitif, ışığa göstermeyenler ise β -glukuronidaz reaksiyonu negatif olarak değerlendirildi (Benner 1984, Koneman ve ark 1997).

2.2.6. Serolojik testler

2.2.6.1. *E. coli* O157:H7 testi

E. coli O157:H7 test uygulaması amacıyla Wellcolex *E. coli* O157:H7 aglutinasyon test kiti kullanıldı. MUG supplement içeren Violet Red Bile agar besiyerinde, UV lamba altında floresan göstermeyen (β -glukuronidaz negatif) ve biyokimyasal test uygulamaları sonucunda İndol testi pozitif, Metil Red testi pozitif, Voges Proskover testi negatif ve Sitrat testi negatif sonuç veren şüpheli numunelere *E. coli* O157:H7 aglutinasyon testi uygulandı. VRB+MUG agar besiyerinde şüpheli görülen kolonilere test prosedür kurallarına uygun olarak önce *E. coli* O157 antiserum testi uygulandı. Test sonucu

aglutinasyon gözlemlenmesi pozitif sonuç olarak değerlendirildi ve *E. coli* O157 antiserum testine pozitif veren numunelere de test prosedür kurallarına uygun olarak *E. coli* H7 antiserum testi uygulandı. Üçer defa tekrarlanan uygulamalar sonucunda *E. coli* O157 ve *E. coli* H7 antiserum testlerine pozitif sonuç veren numuneler *E. coli* O157:H7 olarak değerlendirildi (Koneman ve ark 1997).

3. BULGULAR

Bu araştırmada 2012 Eylöl-Aralık tarihleri arasında Aydın ili ve çevrelerindeki çeşitli kasap, market ve büfelerden temin edilen, 50 adet kıyma ve 30 adet hamburger köfte olmak üzere toplam 80 adet et numunesi *E. coli* O157:H7 izolasyonu bakımından incelenmiştir.

İncelemeye alınan toplam 80 adet numunenin 32 adeti (% 40) UV lamba altında floresan gösterirken, floresan göstermeyen 48 adet (% 60) numune *E. coli* O157:H7 yönünden şüpheli kabul edilmiştir. Floresan göstermeyen numunelere yapılan biyokimyasal test uygulamaları sonucu toplam 80 adet numunenin 12 adetinin (% 15) *E. coli* O157 olduğu ve 10 adet (% 12,5) örneğın ise *E. coli* O157:H7 yönünden pozitif olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada incelenen kıyma ve hamburger örneklerindeki *E. coli* O157:H7 dağılımı Tablo 4’de ve yüzde dağılımı ise Grafik 1’de gösterilmiştir. Toplam et numunelerindeki *E. coli* O157:H7 dağılımı ise Grafik 4’de gösterilmektedir.

Tablo 4: Et numunelerinde *E. coli* O157:H7 sonuçlarının dağılımı

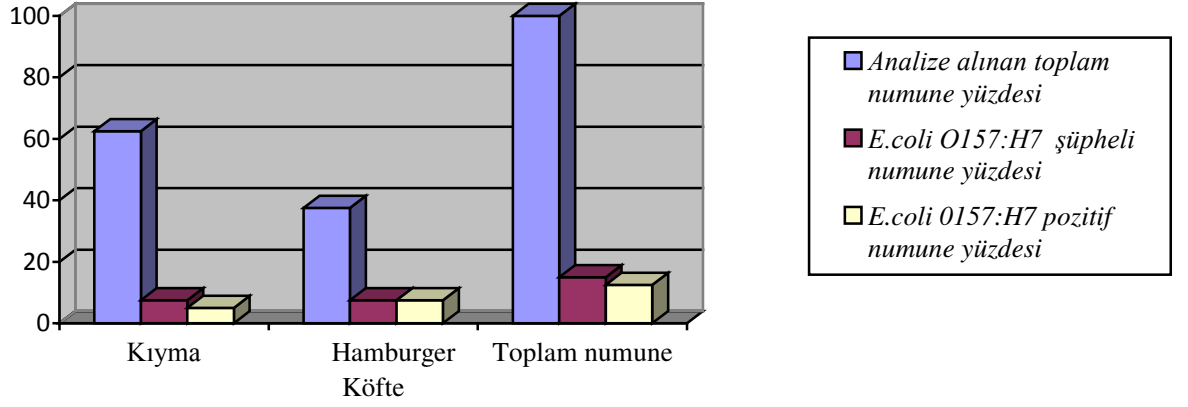
Et Ürünü	n	n ₁	n ₂	n ₃
Kıyma	50 (% 62,5)	6 (% 7,5)	6 (% 7,5)	4 (% 5)
Hamburger Köfte	30 (% 37,5)	6 (% 7,5)	6 (% 7,5)	6 (% 7,5)
Toplam numune	80 (% 100)	12 (% 15)	12 (% 15)	10 (% 12,5)

n: Analize alınan numune sayısı

n₁: Biyokimyasal test sonuçları yönünden şüpheli kabul edilen numune sayısı

n₂: *E. coli* O157 pozitif numune sayısı

n₃: *E. coli* O157:H7 pozitif numune sayısı



Grafik 1: Et numunelerinde *E. coli* O157:H7 sonuçlarının yüzdelik dağılımı

UV test uygulaması sonucunda toplam 80 adet numunenin 32 adeti (% 40) UV lamba altında floresan gösterirken, floresan göstermeyen 48 adet (% 60) numune *E. coli* O157:H7 yönünden şüpheli kabul edilmiştir. 50 (% 62,5) adet kıyma numunesinin 22 adeti (% 27,5) ve 30 adet (% 37,5) hamburger köfte numunesinin 10 adeti (% 12,5) floresan gösterirken, floresan göstermeyen kıyma örneklerinin 28 adeti (% 35) ve hamburger köfte örneklerinin 20 adeti (% 25) *E. coli* O157:H7 yönünden şüpheli kabul edilmiştir. Yapılan bu çalışmada incelenen numunelerdeki UV test sonuçları Tablo 5’de yüzde dağılımı ise Grafik 2’de gösterilmiştir.

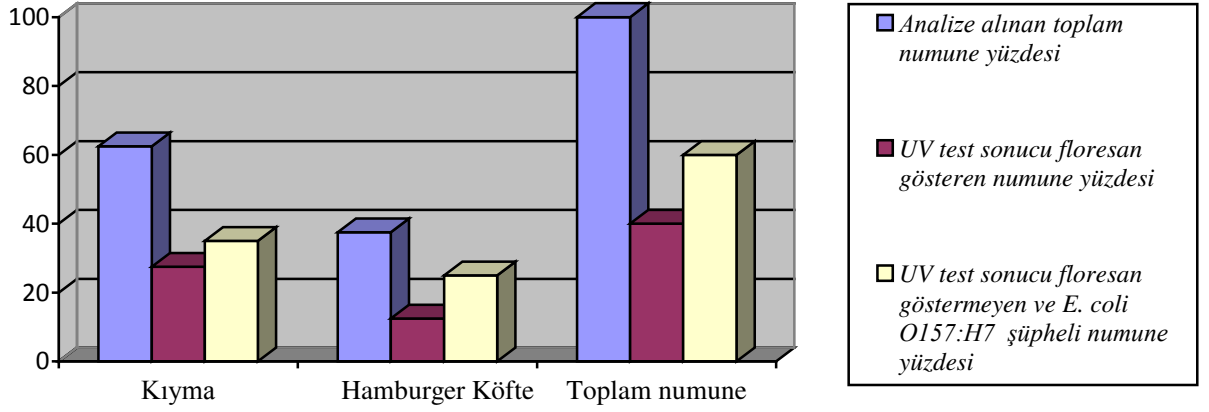
Tablo 5: Et numunelerinden UV lamba (366 nm) test sonuçlarının dağılımı

Et Ürünü	n	n ₁	n ₂
Kıyma	50 (% 62,5)	22 (% 27,5)	28 (% 35)
Hamburger Köfte	30 (% 37,5)	10 (% 12,5)	20 (% 25)
Toplam numune	80 (% 100)	32 (% 40)	48 (% 60)

n: Analize alınan numune sayısı

n₁: UV test sonucunda floresan gösteren numune sayısı

n₂: UV test sonucunda floresan göstermeyen ve *E. coli* O157:H7 yönünden şüpheli numune sayısı



Grafik 2: Et numunelerinde UV lamba (366 nm) test sonuçlarının yüzdelik dağılımı

E.coli O157:H7 yönünden şüpheli görünen ve UV test (366 nm) sonucu floresan göstermeyen numunelere, yapılan çalışmayı desteklemek amacıyla İMVİC (İndol, Metil Red, Voges Proskover ve Sitrat) testleri uygulandı. Yapılan İMVİC testi sonucunda İndol (+), Metil Red (+), Voges Proskover (-) ve Sitrat (-) veren numuneler *E. coli* O157:H7 yönünden şüpheli görüldü. Bu numunelere *E. coli* O157:H7 aglütinasyon testi uygulandı. İncelenen numunelerdeki biyokimyasal test sonuçları Tablo 6’da ve yüzde dağılımı da Grafik 3’de gösterilmiştir.

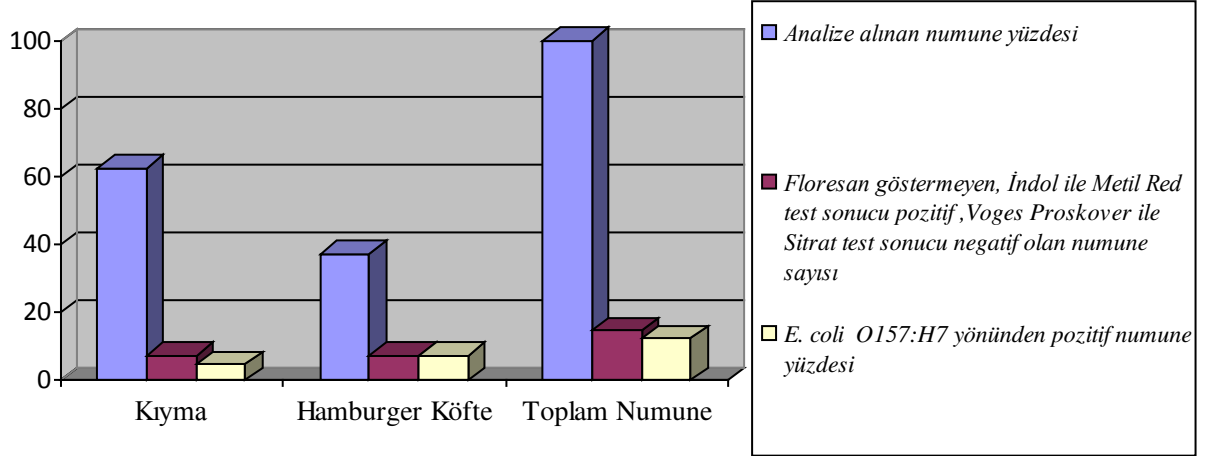
Tablo 6: Et numunelerinden biyokimyasal test sonuçlarının dağılımı

Et Ürünü	n	n ₁	n ₂
Kıyma	50 (% 62,5)	6 (% 7,5)	4 (% 5)
Hamburger Köfte	30 (% 37,5)	6 (% 7,5)	6 (% 7,5)
Toplam numune	80 (% 100)	12 (% 15)	10 (% 12,5)

n: Analize alınan numune sayısı

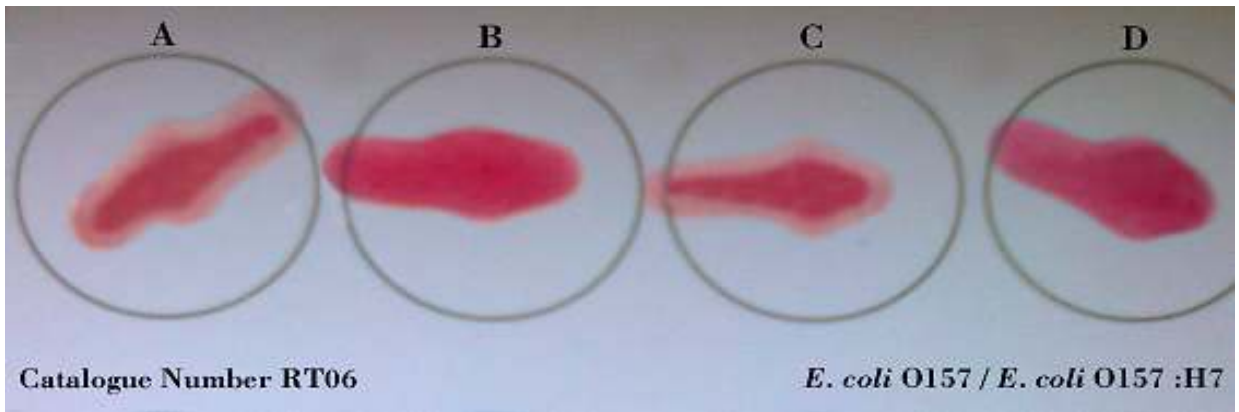
n₁: Floresan göstermeyen, İndol ile Metil Red test sonucu pozitif , Voges Proskover ile Sitrat test sonucu negatif olan numune sayısı

n₂: *E. coli* O157:H7 yönünden pozitif numune sayısı



Grafik 3: Et numunelerinden biyokimyasal test sonuçlarının yüzdelik dağılımı

E. coli O157:H7 yönünden şüpheli görülen numunelere sırasıyla *E. coli* O157 antiserum ve *E. coli* H7 antiserum aglutinasyon testleri uygulandı. Toplam 80 adet (% 100) numunenin 12 adeti (% 15) *E. coli* O157 pozitif ve 10 adet (% 12,5) örneğin de *E. coli* O157:H7 pozitif olduğu tespit edilebilmiştir. *E. coli* O157 antiserum aglutinasyon test uygulaması sonucu; 6 adet (% 7,5) kıyma ve 6 adet (% 7,5) hamburger köfte numunelerinin tamamında *E. coli* O157 pozitif olarak tespit edilmiştir. Test sonucu oluşan aglutinasyon Resim 1’de gösterilmiştir.

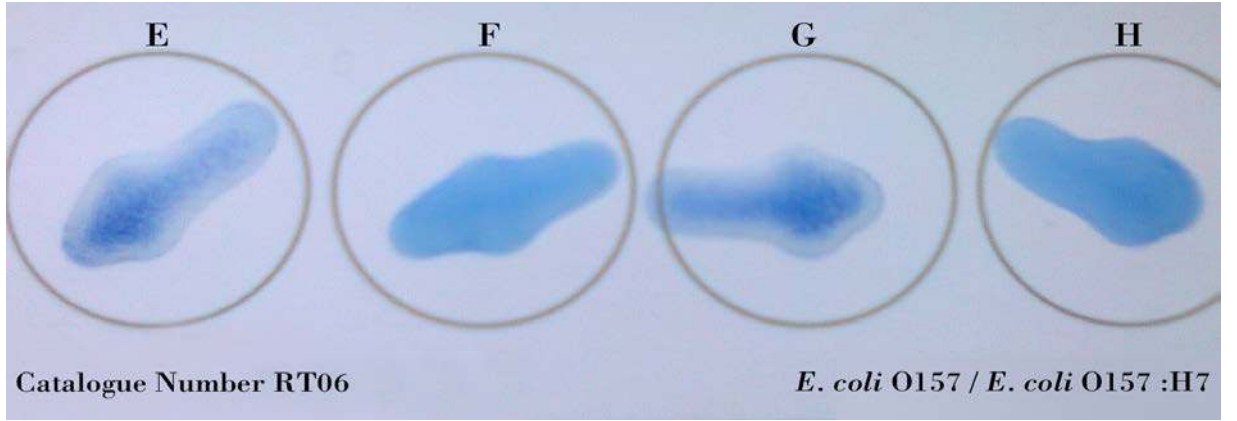


Resim 1: *E. coli* O157 antiserum test sonucu oluşan aglutinasyon

A, C: Test latex *E. coli* O157 antiserum uygulama

B, D: Control latex *E. coli* O157 antiserum uygulama

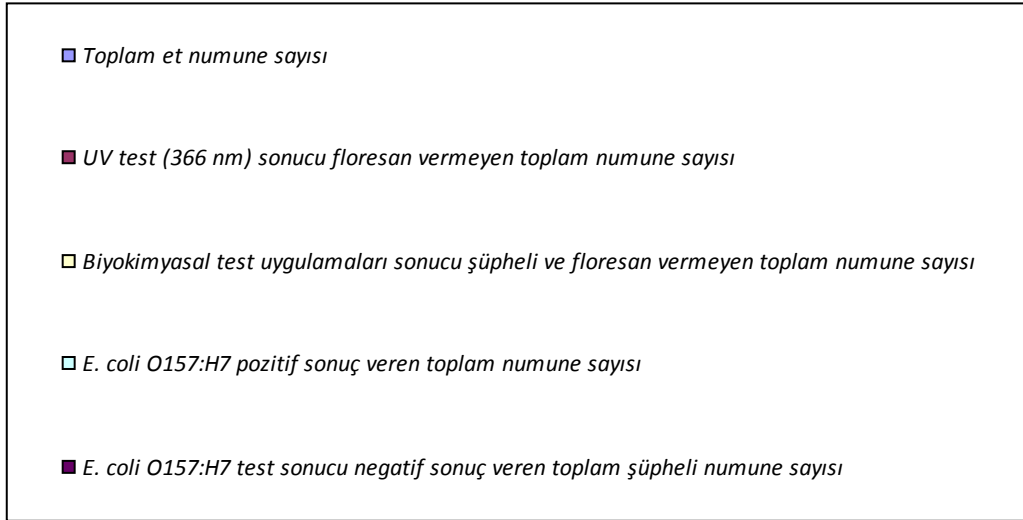
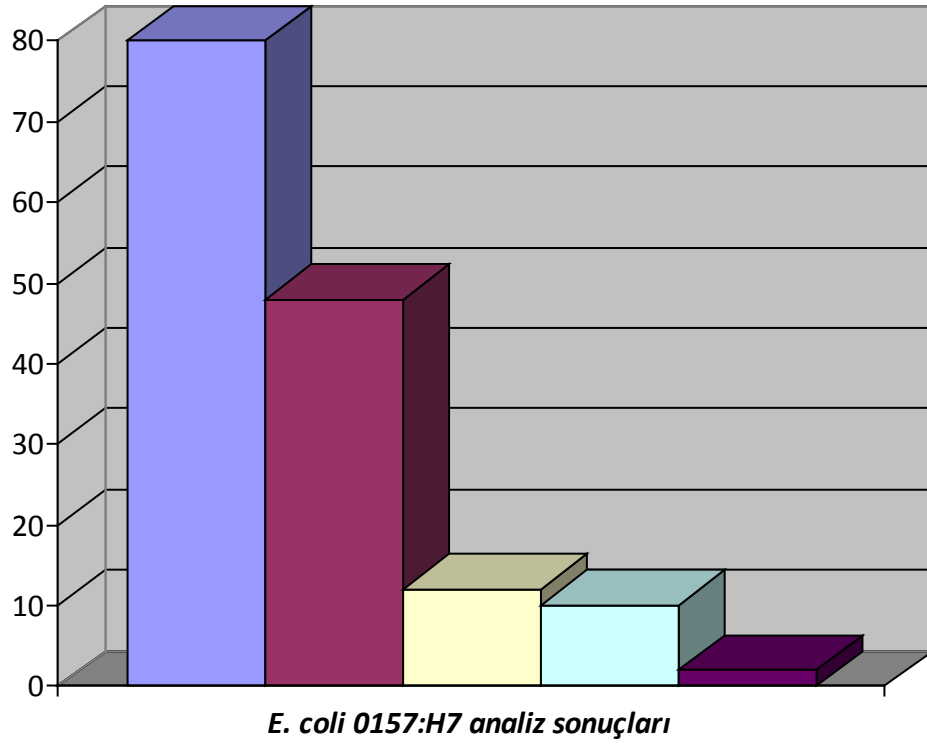
E. coli O157 pozitif sonuç veren numunelere, *E. coli* O157 antiserum testinden sonra flagellar hareketin kontrolü amacıyla *E. coli* H7 antiserum aglutinasyon testi uygulandı. *E. coli* O157 yönünden pozitif sonuç veren 6 adet (% 7,5) kıyma numunesinin 4 (% 5) adetinde, hamburger köfte numunelerinin ise 6 adetinde (% 7,5) *E. coli* H7 aglutinasyon testinin pozitif olduğu görüldü. Test sonucu oluşan aglütinasyon Resim 2’de gösterilmiştir.



Resim 2: *E. coli* H7 antiserum test sonucu oluşan aglutinasyon

E, G: Test latex *E. coli* H7 antiserum uygulama

F, H: Control latex *E. coli* H7 antiserum uygulama



Grafik 4: Analize alınan toplam et numunelerindeki *E. coli* O157:H7 sonuçları

4. TARTIŞMA

Hijyenik olmayan koşullarda üretilen hazır ve yarı hazır gıdaların neden olduğu enfeksiyon etkenlerinden biri olan ve son zamanlarda ciddi halk sağlığı sorunlarına yol açması nedeniyle de araştırmacıların dikkatini çeken patojenlerden *E. coli* O157:H7 ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur (Dontoru ve ark 2003, Cagney ve ark 2004, Varela-Hernandez ve ark 2007, Farajzadeh Sheikh ve ark 2012). Başta sığır dışkısı ve deri, karkasın *E. coli* O157:H7 kontaminasyonunda önemli bir kaynaktır. (Varela-Hernandez ve ark 2007). Sığır karkaslarının *E. coli* O157:H7 ile kontaminasyonunu ve gelişimini önlemek 20 yılı aşkın bir süredir araştırmacıların üzerinde durduğu bir konudur (Arthur ve ark 2010).

Bu çalışma, Aydın ili ve çevresinde satışa sunulan kıyma ve hamburger köftelerinde, halk sağlığı açısından ciddi risk oluşturan *E. coli* O157:H7 varlığını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla farklı market, kasap vb. satış noktalarından elde edilen ve satışına izin verilen 50 adet kıyma ve 30 adet hamburger köftesi olmak üzere toplam 80 adet örnek incelenmiş olup; incelenen kıyma örneklerinin 4'ünde, hamburger köfte örneklerinin ise 6'sında *E. coli* O157:H7'ye rastlanılmıştır.

Abdul-Raouf ve ark (1996), Mısır'da yaptıkları bir çalışmada mezbahalardan elde ettikleri 50 sığır kıyma, 50 tavuk ve 25 kuzu eti örneklerinde *E. coli* O157:H7'nin varlığını araştırmış; sığır kıyma örneklerinin 3'ünün, tavuk eti örneklerinin 2'sinin ve kuzu eti örneklerinin ise 1'inin *E. coli* O157:H7 ile kontamine olduğunu bildirmişlerdir.

Ankara'da yapılan bir araştırmada çeşitli satış yerlerinden elde ettikleri 100'er adet hamburger ve İnegöl köfte örneklerinin hiçbirinde *E. coli* O157:H7'ye rastlanılmadığı, ancak İnegöl köftelerinin 5'inin, hamburger köftelerinin ise 2'sinin *E. coli* O157 ile kontamine olduğu vurgulanmıştır (Sarımehmetoğlu ve ark 1998).

E. coli O157:H7'nin varlığının araştırıldığı bir çalışmada; büyük ve küçük sanayi kuruluşlarından toplandığı bildirilen, 76'sı dondurulmuş, 15'i dondurulmamış hamburger ile 51'inin dondurulmuş ve 13'ünün dondurulmamış olmak üzere toplamda 155 adet köfte numunesi incelenmiş, toplam 91 hamburger köftesinin 3'ünde, küçük işletmelerden

alındığı bildirilen taze köftelerin ise 1'inde *E. coli* O157:H7'ye rastlanıldığı belirtilmiştir (Cebiroğlu ve Nazlı 1999).

Chinen ve ark (2001), Arjantin'de 160 hazır kıyma, 83 taze sosis ve 30 kuru sosis üzerine yapmış oldukları bir çalışma sonucunda; hazır kıyma örneklerinin 6'sında, taze sosis örneklerinin 4'ünde, 30 kuru sosis örneklerinin ise 1'inde *E. coli* O157:H7'ye rastladıklarını belirtmişlerdir.

Ruşen (2001), hazır kıyma numuneleriyle yaptığı bir araştırmada incelediği 45 adet numunenin 5'inde *E. coli* O157:H7 serotipini izole ettiğini bildirmiştir.

Costa Rica'da süpermarketlerden ve farklı süt üreticilerinden 150'şer adet alınan tavuk sakatatı ve inek sütü örnekleri *E. coli* O157:H7'nin teşhisi amacıyla incelenmiş, incelenen sakatat örneklerinin 3'ünde, süt örneklerinin ise 2'sinde *E. coli* O157:H7'ye rastlanıldığı ve bu araştırmanın bölgede bildirilen ilk rapor olduğu vurgulanmıştır (Reuben ve ark 2002).

Baran ve Gülmez (2002), Kars bölgesinde yaptıkları bir çalışmada, çeşitli satış noktalarından aldıkları 50 adet hazır kıymanın 3'ünde *E. coli* O157:H7'ye rastladıklarını, 50 adet tavuk butu örneğinin hiçbirinde etkene rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

İrlanda'da çeşitli süpermarket ve kasaplardan elde edilen toplam 1533 adet kıyma ve köfte örneği *E. coli* O157:H7 bakımından incelenmiş, bu örneklerin 43 adetinde *E. coli* O157:H7 tespit edildiği, araştırmanın ocak-aralık ayları arasında yapıldığı ve *E. coli* O157:H7 insidensinin mart ayında toplanan örneklerde diğer aylara göre yüksek olduğu, kontamine 43 örneğin 32'sinin kasaplardan, 11'inin ise süpermarketlerden alınan köftelerden izole edildiği ve 41 örnekten izole edilen *E. coli* O157:H7'nin verotoksin üreten genlere (VT1 ve VT2'ye) sahip olduğu bildirilmiştir (Cagney ve ark 2004).

Yunanistan'da yapılan bir çalışmada ise; farklı süt çiftliklerinden, askeri kafeteryalardan, süpermarketlerden ve parakende dükkânlardan temin edilmiş 114 et ürünü (ısıl işlem görmemiş 50 hamburger, 64 sığır kıyması, 61 domuz veya hindi eti, marul, karışık salata içeren sandviç), 300 süt (100'er adet inek, koyun, keçi sütü) ve 125 geleneksel ürün (75 adet taze yunan sosisi, 50 adet domuz bağırsağından üretilmiş

kokoreç) *E. coli* O157:H7 varlığının araştırılması amacıyla kullanılmış; inceleme sonucunda 75 sosis, 50 kokoreç ve 100 koyun sütü örneklerinde 1'er adet *E. coli* O157:H7'ye rastlanıldığı bildirilmiştir (Dontoru ve ark 2003).

Kaya (2003), incelemeye aldığı 35 adet kıyma numunesinin 6 (% 7,5) tanesinde *E. coli* O157 serotipini izole edebildiğini, incelediği et, köfte ve döner örneklerinde *E. coli* O157 bulunamadığını belirtmiştir.

E. coli O157 varlığının araştırıldığı bir çalışmada; kasap ve marketlerden alınmış 150 dana ve 150 koyun kıyması örnekleri incelenmiş, dana kıymalarının 7'sinde, koyun kıyma örneklerinin ise 3'ünde etkenin tespit edildiği belirtilmiştir (Alişarlı ve Akman 2004).

Keleş ve ark (2006); 41 hazır kıyma, 46 inegöl ve 32 hamburger köfte örneklerinde *E. coli* O157:H7 varlığını araştırdıklarını; hazır kıyma ve inegöl köfte örneklerinin 1'inde, soğutulmuş inegöl ve dondurulmuş hamburger köftelerinin 3'ünde *E. coli* O157:H7 serotipini tespit ettiklerini; soğutulmuş hamburger köftelerinde ise etkene rastlamadıklarını bildirmişlerdir.

Amerika Birleşik Devletlerinde farklı mezbahalarda sığır karkasları üzerinde yapılan bir araştırmada; incelenen 258 sığır karkasının 13'ünde *E. coli* O157, 7'sinde ise *E. coli* O157:H7'nin varlığının tespit edildiği bildirilmiştir (Varela-Hernandez ve ark 2007).

İstanbul'da 5 farklı mezbahada 28 mandadan alınan rektal ve kesim sonrası karkastan elde edilen swaplarda *E. coli* O157:H7 serotipi araştırılmış, mikrobiyolojik analizler sonucunda örneklerin hiçbirinde *E. coli* O157:H7'nin bulunmadığı bildirilmiştir (Yılmaz ve Gün 2007).

Jamshidi ve ark (2008), İranda 100 hamburger köftesini *E. coli* O157:H7 serotipinin varlığı yönünden incelemiş ve örneklerin 7'sinin etkenle kontamine olduğunu vurgulamışlardır.

Samsun'da çeşitli kasap ve süpermarketlerden temin edilen 100 hazır kıyma ve 100 çiğ köfte numunesinde immunomagnetik seperasyon ve PCR metoduyla *E. coli* O157 ve

O157:H7 varlığı araştırılmış ve yapılan analizler sonucunda 1 hazır kıyma ve 4 çiğ köfte numunesinde *E. coli* O157 suşuna rastlanıldığı ve örneklerin H7 yönünden negatif olduğu bildirilmiştir (Çadırcı ve ark 2010).

Ertaş ve Gönülalan (2010), Kayseride yaptıkları bir araştırmada, beş farklı satış noktasından, eylül-kasım ayları arasında, ikişer haftalık periyodlarla aldıkları 100 adet çiğ köfte numunesi üzerine yapmış oldukları bir araştırmada sonucunda 70 adet fekal *E. coli* tespit ettiklerini fakat *E. coli* O157:H7 varlığını tespit edemediklerini bildirmişlerdir.

Mersin ili Yenişehir ilçesinde farklı kasaplardan temin edilen 86 adet hazır kıyma örneğinde *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7 etkenlerinin varlığını araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, 6 adet kıymanın *E. coli* O157:H7 içerdiği belirtilirken, incelenen numunelerde *Salmonella* etkenine rastlanılmadığı bildirilmiştir (Direkel ve ark 2010).

Balpetek ve Gürbüz (2010), farklı kasap ve marketlerden topladıkları 173 et ve et ürünü örneklerinde (dondurulmuş ve soğutulmuş hamburger ve inegöl köfteler ile sucuk, sosis, salam, kanatlı göğüs, but etleri ve kıyma) *E. coli* O157:H7 varlığını araştırdıklarını; mikrobiyolojik analizler neticesinde, kıymaların 4'ünde *E. coli* O157, 2'sinde *E. coli* O157:H7, soğutulmuş hamburger köftelerinin 1 adetinde *E. coli* O157:H7 izole ettiklerini, incelenen diğer et ürünlerinde *E. coli* O157:H7'yi izole edemediklerini bildirmişlerdir.

İran'da yapılan bir araştırmada; sığır, deve, keçi, tavuk eti ve sığır kıyması olmak üzere toplam 484 adet et numunesi *E. coli* O157:H7 analizi amacıyla incelemeye alınmış, incelenen numunelerin 23'ünde *E. coli* O157 ve 5 sığır kıyması, 2 sığır eti, 1 deve eti olmak üzere 8 adet örnekte ise *E. coli* O157:H7'nin izole edildiği, bu araştırmanın ise İran'da *E. coli* O157:H7 ile ilgili ilk çalışma olduğu bildirilmiştir (Hajian ve ark 2011).

İran'da mart ve ekim ayları arasında 200 adet taze hamburger köfte numunesi üzerinde yapılan bir araştırmada 8 adet numunenin *E. coli* O157:H7 bakımından şüpheli bulunduğu, 1'nin *E. coli* O157 ve 1'inin *E. coli* O157:H7 pozitif sonuç verdiği bildirilmiştir (Farajzadeh Sheikh ve ark 2012).

Rahimi ve ark (2012), İranda sığır, keçi, su aygırı, kuzu ve deve eti üzerinde yapmış oldukları bir araştırmada 295 adet et ürününü analize almışlar, inceledikleri numunelerin 14'ünde *E. coli* O157'yi, 1'inde ise *E. coli* O157:H7 varlığını tespit etmişlerdir.

Elazığ'da farklı mezbahalardan aralık-nisan ayları arasında elde edilen 540 adet rectal swap örneği ile 100 adet hazır kıyma örneği üzerinde *E. coli* O157 varlığının araştırılması amacıyla yapılan bir araştırmada, rectal swap örneklerinden 18 adetinde *E. coli* O157 izole edilirken hazır kıyma örneklerinin ise 2'sinde *E. coli* O157 izole edildiği bildirilmiştir (Kalender 2013).

Aydın ili ve çevresinde yapılan bu araştırma sonucu bulunan değerlerin; Abdul-Raouf ve ark (1996), Ruşen (2001), Baran ve Gülmez (2002), Kaya (2003) ve Direkel ve ark (2010)'nın yaptıkları çalışmalarda bulduğu değerlerle benzerlik gösterdiği tespit edilirken; Sarımeahmetoğlu ve ark (1998), Cebiroğlu ve Nazlı (1999), Chinen ve ark (1999), Cagney ve ark (2003), Alişarlı ve Akman (2004), Keleş ve ark (2006), Jamshidi ve ark (2008), Çadircı ve ark (2009), Balpetek ve Gürbüz (2010), Hajian ve ark (2011), Farajzadeh Seikh ve ark (2012), Rahimi ve ark (2012) ve Kalender (2013) bulmuş oldukları değerlerden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Araştırmalar arasında görülen farklılıkların, ham madde, işleme şekli, muhafaza süresi, personel ve işletme hijyenindeki yetersizlikler, çalışan personelin yeterince bilinçlendirilmemesi, çapraz kontaminasyon olasılıkları, bölge ve iklim değişiklikleri ve bölgeler arasındaki *E. coli* O157:H7'nin bulunma durumu ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

5.SONUÇ

Enterobacteriaceae ailesinde yer alan ve ilk kez 1982 yılında yeterli bir şekilde pişirilmemiş sığır eti hamburgerlerin tüketilmesi sonucu ortaya çıkan *Escherichia coli* türü bakterinin patojen bir serotipi olan EHEC O157:H7 halk sağlığı açısından önem derecesi yüksek bir bakteridir. Zoonoz olan bu bakteri insanlarda hafif semptomlu belirtiler oluşturup iyileşmeyle sonuçlanabildiği gibi, hemorajik kolitis, hemolitik üremik sendrom, trombotik trombositopenik purpura gibi semptomlara neden olabilmekte veya şiddetli enfeksiyonlarda % 3-5 oranında ölüme de yol açabilmektedir.

Gerek tropik, subtropik ve gelişmekte olan ülkelerde gerekse gelişmiş ülkelerde salgınlara neden olduğu verilerle ortaya konulmuş insan patojenlerinden *E. coli* O157:H7 hakkında ülkemizde bazı araştırmalar ile varlığı çokça ortaya konulmuş olmakla birlikte yeterli epidemiyolojik çalışmalar yapılmamıştır.

Halk sağlığının korunması açısından *E. coli* O157:H7'nin elimine edilmesi, riskli gıdalardan olan hazır veya yarı hazır et ve et ürünlerinin süt ve süt ürünlerinin, sebzeler ve meyve sularının sağlıklı üretimi, muhafazası ve servisi gibi tüm aşamalarında kontrollerinin HACCP kurallarınca sağlanmasını zorunlu kılmaktadır.

Sonuç olarak yapılan araştırmamızda, Aydın ili ve çevresinde satışa sunulan kıyma ve hamburger köftelerinin hijyenik kalitesinin iyi olmadığını, üretimin herhangi bir aşamasında kontaminasyona uğradığını ve halk sağlığının *E. coli* O157:H7 açısından risk altında olduğunu göstermiştir. Bu anlamda, kıyma ve hamburger köftelerinin hijyenik üretiminin sağlanması, üretim sonrası muhafazasının uygun şartlarda yapılması ve pişirmede etkin ısıl işlemin uygulanması halk sağlığı açısından oldukça önemlidir.

Sadece kıyma ve hamburger köfteleri değil, *E. coli* O157:H7 açısından riskli olan diğer tüm gıdalar hijyenik kullara uygun üretilmeli ve muhafaza edilmelidir. Süt ve süt ürünleri, elma suları pastörize edilmeli, içme suları klorlanmalı, sığırların kullandıkları göllerde kesinlikle yüzülmemeli, gıda işletmelerinde çalışan personel ve halk gıda hijyen konularında bilinçlendirilmelidir.

ÖZET

Sezgin E. Aydın'da tüketime sunulan kıyma ve hamburger köftelerde *Escherichia coli* O157:H7 varlığının araştırılması

Escherichia coli insanların ve hayvanların bağırsaklarında yaşayan, çoğunluğu zararsız olmakla birlikte hastalık yapan bazı türlere sahip bir bakteridir. En tehlikeli tipi olarak bilinen *E. coli* O157:H7 kanlı ishale, böbrek yetmezliğine ve ölümlere neden olabilir. *E. coli* O157:H7, shiga toksin denilen bir toksin üretir ve shiga toksin üreten *E. coli* (STEC) olarak bilinir.

Sığırlar *E. coli* O157:H7'nin ana rezarvuarıdır ve sığır et ürünleri sıklıkla gıda kökenli enfeksiyonlardan sorumludur. *E. coli* O157:H7 insanlar için patojen olduğu ilk 1982'de anlaşılmıştır. Daha sonraları etken birçok ülkede hemorajik kolitis'in ve sonradan şiddetlenerek ölümlerin, hemorajik üremik sendrom'un (HUS) ve trombotik-trombositopenik purpura (TTP) predominant nedenleri olarak identifiye edilmiştir.

Bu çalışma, Aydın ili ve çevresinde satışa sunulan hazır kıyma ve hamburger köftelerinde, halk sağlığı açısından ciddi risk oluşturan *E. coli* O157:H7 varlığını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla farklı market, kasap vb. satış noktalarından elde edilen ve satışına izin verilen 50 adet kıyma ve 30 adet hamburger köftesi olmak üzere toplam 80 adet örnek incelenmiştir. İncelenen örneklerin 12'si *E. coli* O157, 10'u *E. coli* O157:H7 pozitif olduğu gözlenmiştir. İncelenen örneklerden *E. coli* O157:H7 pozitif olanların 4'ü kıymadan ve 6'sı hamburger köftelerinden izole edilmiştir.

Sonuç olarak *E. coli* O157:H7'nin kıyma ve köftelerde bulunması, üretimin herhangi bir aşamasında kontamine edilmiş olduğunu göstermiştir. Kıyma ve hamburger köftelerde patojen mikroorganizmaların eliminasyonu için yeterli ısı uygulaması zorunludur. Kıyma ve hamburger köftelerinin iyi pişirilmesi ve etin iç ısısının en az 72°C olması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Kıyma, hamburger, *E. coli* O157:H7, köfte

SUMMARY

Sezgin E. Invastigating of the presence of *Escherichia coli* O157:H7 in minced beef and hamburger meatballs which consumed in Aydin region.

Escherichia coli is the name of a type of bacteria that lives in human intestines and in the intestines of animals. Although most types of *E. coli* are harmless, some types can cause diseases. The worst type of *E. coli*, known as *E. coli* O157:H7, causes bloody diarrhea and also sometimes causes kidney failure and even death. *E. coli* O157:H7 makes a toxin called Shiga toxin and is known as a shiga toxin-producing *E. coli* (STEC).

Cattle are thought to be the main source of *E. coli* O157:H7, and bovine products have often been implicated in food borne infections. *E. coli* O157:H7 was first recognised as a human pathogen in 1982. Since then, this serotype has been identified in many countries as the predominant cause of haemorrhagic colitis and subsequent severe and sometimes fatal conditions, haemolytic uremic syndrome (HUS) and thrombotic thrombocytopenic purpura (TTP).

This study was carried out to investigate the presence of *Escherichia coli* O157:H7 serotype in minced beef and uncooked beef burgers collected from butcher shops and supermarkets located in Aydin region. For this purpose, 30 minced beef and 50 uncooked hamburger meatballs purchased from different supermarkets and butcher shops were analyzed for the presence of *Escherichia coli* O157:H7 serotype. A total of 12 samples were isolated as *E. coli* O157 serotypes from 6 minced beef and 6 uncooked hamburger meatballs by conventional culture techniques. A total of 10 samples were identified as the H7 serotype isolated from 4 minced beef and 6 uncooked hamburger meatballs.

In conclusion, presence of *E. coli* O157:H7 in minced beef and hamburger is indicated that the product might be contaminated with *E. coli* O157:H7 in any stages of the production line. Edequate heating process for all ground beef and hamburger meat balls during cooking should be applied in order to eliminate this pathogen organism. Ground meat and hamburger meatballs should be cooked properly and internal temperature of meat products should be at least 72°C.

Keywords: Minced beef, hamburger, *E. coli* O157:H7, meatball

KAYNAKLAR

Abbott S. Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, Serratia, Plesiomonas and Other Enterobacteriaceae. Manual of Clinical Microbiology, 8th ed. Murray PR et al (editors). ASM Press, 2003.

Abdul-Raouf UM, Ammar MS, Beuchat LR. Isolation of *E. coli* O157:H7 from some Egyptian foods. International of Journal Food Microbiology 1996; 29: 423-426.

Adachi JA, Jiang ZD, Mathewson JJ, Verenkar MP, Thompson S, Martinez-Sandoval F, Steffen R, Ericsson CD, DuPont HL. Enteroaggregative *Escherichia coli* as a major etiologic agent in traveler's diarrhea in 3 regions of the world. Clinical Infectious Disease 2001; 32: 1706-1709.

Akçamlı E. Konya ilinde pazarlarda açıkta satılan küflü peynirlerde Enterohemorajik *E. coli* O157:H7 suşunun varlığının araştırılması. Selçuk Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi. Konya. 2008.

Alişarlı M, Akman NH. Perakende satılan kıymaların *Escherichia coli* O157 yönünden incelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2004; 15(1-2): 65-69.

Anonim. Türk Standartları Enstitüsü, TS 10580 Köfte, Hamburger Köfte- Pişmemiş. 2010.

Anonim. Türk Gıda Kodeksi, çiğ kırmızı et ve hazırlanmış kırmızı et karışımları tebliği. 2009; Tebliğ no: 2009/13.

Anonim. Et ve Balık Kurumu 2011 yılı sektör değerlendirme raporu, <http://www.ebk.gov.tr/database/attachment/7406146a.pdf> Erişim tarihi: 09.06.2013. 2011.

Arslan D. İshal oluşturan *Escherichia coli* enfeksiyonları; epidemiyoloji, klinik, tedavi. ANKEM Dergisi 2008; 22(2): 192-196.

Arthur TM, Brichta-Harhay DM, Bosilevac JM, Kalchayanand N, Shackelford SD, Wheeler TL, Koohmaraie M. Super shedding of *Escherichia coli* O157:H7 by cattle and the impact on beef carcass contamination. Meat Science 2010; 86: 32-37.

Atasever M. Besin Hijyeni ve Teknolojisi Ders Notu. Erzurum. 2007.

Baden W. Merck kimyasallar ve reaktifler kataloğu. 2011; 1159-1480.

- Balpetek D, Gürbüz Ü. Bazı et ürünlerinde *E.coli* O157:H7 varlığının araştırılması. Eurasian Journal of Veterinary Science 2010; 26(1): 25-31.
- Baran F, Gülmez M. The occurrence of *E. coli* O157:H7 in the ground beef and chicken drumsticks. Internet Journal of Food Safety 2002; 5: 13-15.
- Bell C. Approach to the control of Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC). International Journal of Food Microbiology 2002; 78: 197-216.
- Benner DJ. Bergey's manual of systemic bacteriology. Editors, NR Krieg and JG Holt. Maryland, USA 1984.
- Bessesen M, Wang E, Echeverria P, Blaser MJ. Enteroinvasive *Escherichia coli*: a cause of bacteremia in patients with aids. Journal of Clinical Microbiology 1991; 29(11): 2675-2677.
- Beutin L, Krause G, Zimmermann S, Kaulfuss S, Gleier K. Characterization of shiga toxin-producing *Escherichia coli* strains isolated from Human Patients in Germany over a 3-Year Period. Journal of Clinical Mikrobiology 2004; (3): 1099-1108.
- Boyse J, Thomson-Carter F, Carter P, Booth IR. Acid tolerance in VTEC. SCIEH Weekly Report 1997; 97(13): 19-20.
- Bridson EY. The Oxoid Manuel 8th Edition, Typeset and Produced by Alphaprint, Alton, Hants.1998.
- Buchanan RL, Doyle MP. Foodborne disease signifiacnce of *Escherichia coli* O157:H7 and other Enterohemorajik *E. coli*. 1997; 51(10): 69-76.
- Cagney C, Crowley H, Duffy G, Sheridan JJ, Brien SO, Carney E, Anderson W, McDowell DA, Blair IS, Bishop RH. Prevalence and numbers of *Escherichia coli* O157:H7 in minced beef and beef burgers from butcher shops and supermarkets in the Republic of Ireland. Food Microbiology 2004; 21: 203-212.
- Caprioli A, Morabito S, Brugère H, Oswald E. Enterohemorrhagic *Escherichia coli*: emerging issues on virulence and modes of transmission. Veterinary Reserch 2005; 36: 289-311.
- Cebiroğlu H, Nazlı B. Dondurulmuş hamburger köfte ve diğer köfte çeşitlerinde Enterohemorajik *E. coli* O157:H7 suşunun varlığı üzerine araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1999; 25: 107-121.

- Chang JM, Fang TJ. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovars Typhimurium in iceberg lettuce and the antimicrobial effect of rice vinegar against *E. coli* O157:H7. *Food Microbiology* 2007; 24: 745-751.
- Chapman PA, Cerdan Malo AT, Ellin M, Asthon R, Harkin MA. *E.coli* O157 in cattle and sheep at slaughter, on beef and lamb carcasses and in raw beef and lamp products in South Yorkshire. UK. *International Journal of Food Microbiology* 2001; 64: 139-150.
- Chen HD, Frankel G. Enteropathogenic *Escherichia coli* unravelling pathogenesis. *FEMS Microbiology Reviews* 2005; 29: 83-98.
- Chinen I, Tanaro JD, Miliwebsky E, Lound LH, Chillemi G, Ledri S, Baschkier A, Scarpin M, Manfredi E, Rivas M. Isolation and characterization of *Escherichia coli* O157:H7 from retail meats in Argentina. *Journal of Food Protection* 2001; 64(9): 1346-1351.
- Çadırcı Ö, Sırıken B, İnat G, Kevenk TO. The prevalence of *Escherichia coli* O157 and O157:H7 in ground beef and raw meatball by immunomagnetic separation and the detection of virulence genes using multiplex PCR. *Meat Science* 2010; 84: 553-556.
- Çetin B, Bostan K. Hazır köftelerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine sodyum laktatın etkisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 2002; 26: 843-844.
- Direkel Ş, Yıldız Ç, Aydın E, Emekdaş G. Mersin ili Yenişehir ilçesi'nde satışa sunulan çiğ kıymaların mikrobiyolojik kalitesinin değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 2010; 3(2): 8-14.
- Doğan B, Kuleaşan H, Çakır İ, Halkman K. Kıymadan *Escherichia coli* O157:H7 izolasyonunda yükseltilmiş inkubasyon sıcaklığı ve Sefiksim-Tellurit uygulaması. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi* 2003; 12(1): 22-23.
- Dontorou A, Papadopoulou C, Filioussis G, Apostolou I, Economou V, Kansouzidou A, Levidiotou S. Isolation of a rare *Escherichia coli* O157:H7 strain from farm animals in Greece Comparative Immunology. *Microbiology & Infectious Diseases* 2004; 27: 201-207.
- Dontorou A, Papadopoulou C, Filioussis G, Economou V, Apostolou I, Zakkas G, Salamoura A, Kansouzidou A, Levidiotou S. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from foods in Greece. *International Journal of Food Microbiology* 2003; 82: 273-279.

Doyle MP, Beuchat LR, Montville TJ. *Escherichia coli* O157:H7 in food microbiology fundamentals and frontiers. ASM pres Washington, 1997; 171-191.

Eklund M. Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) Findings from Humans in Finland. Publications of the National Public Health Institute 2005; 97-98.

Erkoç F, Türkmenoğlu F. Familia *Enterobacteriaceae* genel özellikleri, Gazi Üniversitesi ANKARA 2007.

Erol İ. Gıda Hijyeni ve Teknolojisi, Ankara üniversitesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilimdalı. Ankara 2007; 78-92.

Ertaş N, Gönülalan Z. Kayseri ilinde satışa sunulan çiğ köftelerde Enterobactericea grubu bakterilerin Enterohemorajik *E. coli* O157:H7 varlığının araştırılması. Erciyes üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2010; 7(1): 1-6.

Estrada-García T, Cerna JF, Paheco-Gil L, Velázquez RF, Ochoa TJ, Torres J, DuPont HL. Drug-resistant Diarrheogenic *Escherichia coli*, Mexico. Emerging Infectious Diseases 2005; 11: 8-9.

Farajzadeh Sheikh A, Rostami S, Amin M, Abbaspour A, Goudarzi H, Hashemzadeh. Isolation and identification of *Escherichia coli* O157:H7 from ground beef hamburgers in Khuzestan Province, Iran. African Journal of Microbiology Research 2012; 7(5): 413-417.

Food and Drug Administration. Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Second Edition. [Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC)], 2012; 76-77.

Gökmen M, Alişarlı M. Van ilinde tüketime sunulan kıymaların bazı patojen bakteriler yönünden incelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2003; 14 (1): 27-34.

Güner A, Atasever M, Atasever Aydemir M. Yeni ortaya çıkan ve tekrar önem kazanan gıda kaynaklı bakteriyel patojenler. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2012; 18(5): 883-892.

Hajian S, Rahimi E, Mommtaz H. A-3year study of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle, camel, sheep, goat, chicken and beef minced meat. International Conference on Food Engineering and Biotechnology 2011; 9:5-6.

Halkman AK, Noveir MR, Doğan HB. *Escherichia coli* O157:H7 serotipi. Sim Matbaacılık Limited Şirketi ANKARA 2001; 1-36.

Halkman AK, Sağdaş AÖ. Merck Mikrobiyoloji el kitabı (Hızlı Erişim) II. Baskı ANKARA 2011; 83-234.

Irino K, Kato MAMF, Vaz TMI, Ramos II, Souza MAC, Cruz AS, Gomes TAT, Vieira MAM, Guth BEC. Serotypes and virulence markers of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) isolated from dairy cattle in Sao Paulo State, Brazil. *Veterinary Microbiology* 2005; 29-36.

İzgür M. Veteriner Mikrobiyoloji Bakteriyel Hastalıklar. İlke Emek Yayınları ve Matbacılık ANKARA 2006; 109-127.

Jamshidi A, Bassami MR, Rasooli M. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from ground beef samples collected from beef markets, using conventional culture and polymerase chain reaction in Mashhad, northeastern Iran. *Iranian Journal of Veterinary Research Shiraz University* 2008; 9(1): 22.

Kalender H. Isolation, virulence genes and antimicrobial susceptibilities of Shiga Toxin-producing *Escherichia coli* O157 from slaughtered cattle in Abattoirs and ground beef Sold in Elazığ. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2013; 19(3): 461-467.

Kaplan SL, Keusch GT. Diarehae and dysenterycausing *Escherichia coli*. *Textbook of Pediatric Infectious Diseases*, 5.baskı, 2004; 1431-1449.

Karapınar M, Gönül SA. Gıda kaynaklı hastalıklar, ‘Gıda Mikrobiyolojisi, Eds. Ünlütürk A. ve Turantaş, F. 1. Baskı, Mengi Tan Basımevi 1998; 109-164.

Karmali MA, Steele BT, Petric M, Lim C. Sporadic cases of haemolytic-uraemic syndrome associated with faecal cytotoxin and cytotoxin-producing *Escherichia coli* in stools. *Lancet* 1983; 619-620.

Kaya MY. Et ürünlerinde *Escherichia coli* O157 izolasyonu. Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Gebze. 2003.

Keleş A, Uçar G, Güner A. İnegöl köfte ve hamburgerlerde *Escherichia coli* O157:H7 varlığının araştırılması. *Veteriner Bilimleri Dergisi* 2006; 22: 51-57.

Koneman EW, Allen SD, Janda WM, Srechenberger PC, Winn WC. Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology. Pennsylvania, USA. 1997.

Kotloff KL, Winickoff JP, Ivanoff B, Clemens JD, Swerdlow DL, Sansonetti PJ, Adak GK, Levine MM. Global burden of Shigella infections: implications for vaccine development and implementation of control strategies. Bulletin of the World Health Organization 1999; 77(8): 653-666.

Kök F, Keskin D, Büyükyörük S. Çine köftelerinin mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2007; 4(1): 29-33.

Marouani-Gadri N, Firmesse O, Chassaing D, Sandris-Nielsen D, Arneborg N, Carpentier B. Potential of *Escherichia coli* O157:H7 to persist and form viable but non-culturable cells on a food-contact surface subjected to cycles of soiling and chemical treatment. International Journal of Food Microbiology 2010; 144: 96-103.

Massa S, Altieri C, Quanta V, DePace R. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in yogurt during preparation and storage at 4°C. Letters in Applied Microbiology 1997; 24: 347-350.

Mathewson JJ, Jiang ZD, Zumla A. HEp2 cell adherent *Escherichia coli* in patients with human immunodeficiency virus-associated diarrhea. Journal of Infectious Disease 1995; 171: 1636-1639.

Maulle A. Survival of verotoxigenic strain *E.coli* O157 in laboratory-scale microcosms. In: Coliforms and *E.coli* Problem or solution. The Royal Society of Chemistry 2000: 61-65.

McClure P. The impact of *E.coli* O157 on the food industry. World Journal Microbiology and Biotechnology 2000; 16: 749-755.

Mead P, Slutsker L, Dietz V, McCaig L, Bresee J, Shapiro C. Food-related illness and death in the United States. Emerging Infectious Diseases 1999; 5(5): 607-625.

Nator JP, Kaper JB. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Clinical Microbiology 1998; 11: 142-201.

Normanno G, Paris A, Dambrosio N C, Quaglia D, Montagna D, Chiocco D, Celano GV. Typing of *Escherichia coli* O157 strains isolated from fresh sausage. Food Microbiology 2004; 21: 79-82.

Ochoa TJ, Cleary TG. *Escherichia coli*, Nelson textbook of pediatrics, 18. Baskı, 2007; 1193-1196.

Öz F, Kaya M, Aksu M. Sucuk üretiminde farklı nitrit dozlarının ve starter kültür kullanımının *Escherichia coli* O157:H7'nin gelişimi üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science 2002; 26: 651-657.

Öztürk U, Gürbüz Ü, Çalım HD. Et ve et ürünlerinde mikrobiyolojik kriterler ve halk sağlığı açısından önemi. Türkiye 9. Gıda kongresi; 24-26 Mayıs, Bolu. 2006; 617-620.

Palermo MS, Exeni RA, Fernández GC. Hemolytic üremic syndrome: pathogenesis and update of interventions. Expert Review of Anti Infective Therapy 2009; 7(6): 697-707.

Park S, Worobo R, Durst R. *Escherichia coli* O157:H7 as an emerging foodborne pathogen: A Literature Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 2010; 39(6): 481-502.

Pedritis H, Kidder G, Ogram A. *E.coli* O157:H7, A potential health concern. University of Florida 2002; 1-4.

Proesmans W. Typical and atypical hemolytic üremic syndrome. Kidney and Blood Pressure Research 1996; 19: 205-208.

Qadri F, Svennerholm AM, Faruque ASG, Bradley Sack R. Enterotoxigenic *Escherichia coli* in developing countries: Epidemiology, microbiology, clinical features, treatment and prevention. Clinical Microbiology Reviews 2005; 18(3): 465-483.

Rahimi E, Kazemeini HR, Salajegheh M. *Escherichia coli* O157:H7/NM prevalence in raw beef, camel, sheep, goat, and water buffalo meat in Fars and Khuzestan provinces, Iran. Veterinary Research Forum 2012; 3(1): 13-17.

Reitsma CJ ve Henning DR. Survival of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture and curing of Cheddar Cheese. Journal of Food Protection 1996; 59(5): 460-464.

Reuben A, Treminio H, Arias ML, Villalobos L. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 from Costa Rican food. Review of Biomedical Engineering 2002; 13: 273-276.

Roy K, Kansal R, Bartels SR, Hamilton DJ, Shaaban S, Fleckenstein JM. Adhesin degradation accelerates delivery of heat labile toxin by Enterotoksijenik *Escherichia coli*. The Journal of Biological Chemistry 2011; 286(34): 29771-29779.

Ruşen İH. Tekirdağ ilinde tüketime sunulan kıymaların mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. Tekirdağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Edirne. 2001.

Santapaola D, Casalino M, Petrucca A, Presutti C, Zagaglia C. Enteroinvasive *Escherichia coli* virulenceplasmid- carried apyrase (*apy*) and *ospB* genes are organized as a bicistronic operon and are subject to differential expression. Microbiology 2002; 148: 2519-2529.

Sarımehmetoğlu B, Küplülü Ö, Kaymaz Ş. Hamburger ve İnegöl Köftelerinden *E.coli* O157:H7 izolasyonu. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1998; 45: 221-227.

Tauxe RV. Surveillance and investigation of foodborne diseases, roles for public health in meeting objectives for food safety. Food Control 2001; 13: 363-369.

Tosun D, Demirbaş N. Türkiye’de kırmızı et ve et ürünleri sanayinde gıda güvenliği sorunları ve öneriler. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2012; 26(1): 93-101.

Tosun H. , Gönül Aktuğ Ş. *E.coli* O157:H7’nin aside tolerans kazanması ve asidik gıdalardaki önemi. Orlab On-line Mikrobiyolojisi Dergisi 2003; 10(1): 10-17.

Tunail N. Mikrobiyel enfeksiyonlar ve intoksikasyonlar. Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları, Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Ankara 1999.

Uğur M, Nazlı B, Bostan K. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD Ders Notları. İstanbul 1998.

Ünlütürk A, Turantaş F. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basım Evi, İzmir 1999; 25-30.

Ünsal C. Erzurum Bölgesinde satışa sunulan etlerde *E. coli* O157:H7’nin varlığının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi Erzurum 2007.

Varela-Hernández JJ, Cabrera-Díaz E, Cardona-López MA, Ibarra-Velázquez LM, Rangel-Villalobos H, Castillo A, Torres-Vitela MR, Ramírez-Álvarez A. Isolation and characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 and non-O157 from beef carcasses at a slaughter plant in Mexico. International Journal of Food Microbiology 2007; 113: 237-241.

Venter TVD. Emerging food-borne diseases: A global responsibility. 2000; 4-13.

Vieria N, Bates SJ, Solberg D, Ponce K, Howsmon R, Cevallos W, Trueba G, Riley L, Eisenberg NSJ. High prevalence of enteroinvasive *Escherichia coli* isolated in a remote region of Northern Coastal Ecuador. *Amerikan Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 2007; 76(3): 528-533.

Weintraub A. Enteraggregative *Escherichia coli*: epidemiology, virulence and detection. *Journal of Medical Microbiology* 2007; 56: 4-8.

Willke A. *Escherichia coli* ishallerinde etiyoloji ve patogenez. *Ankem dergisi* 2008; 22(2): 188-191.

Yıldız A, Karaca T, Çakmak Ö, Yörük M, Baskaya R. İstanbul'da tüketime sunulan köftelerin histolojik, mikrobiyolojik ve serolojik kalitesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2004; 15(1-2): 53-57.

Yılmaz A, Gün H. Manda karkaslarında ve rectal swablarında *Escherichia coli* O157:H7 varlığının araştırılması. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine İstanbul Üniversitesi* 2007; 33(3): 59-65.

Yuk HG, Marshall DL. Heat adaptation alters *Escherichia coli* O157:H7 membrane lipid composition and verotoxin production. *Applied and Enviromental Microbiology* 2003; 5: 115-119.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Manisa-Soma’da doğdum. İlköğretimimi Naciye Evren İlköğretim okulunda, lise öğrenimimi Soma Linyit Lisesi’nde tamamladıktan sonra, 2006 yılında Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesini kazandım ve 2011 yılında mezun oldum. Aynı yıl Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsünün Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilimdalında yüksek lisansa başladım.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım boyunca ilgi, yardım ve desteklerini üzerimden eksik etmeyen danışman hocam Doç. Dr. Filiz KÖK'e, başta anabilim dalı başkanı Prof. Dr. Ergün Ömer GÖKSOY olmak üzere tüm Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı çalışanlarına, eğitim hayatım boyunca her zaman yanımda olmaları ve bana verdikleri desteklerinden dolayı aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.