

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇANAKKALE' DE (TÜRKİYE) TÜKETİLEN BAZI EZİNE  
PEYNİRLERİNDEKİ *Escherichia coli* O157:H7 SEROTİPİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Pınar KARACA**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Tezin Sunulduğu Tarih: 28/06/2011**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. Başaran DÜLGER**

**ÇANAKKALE**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**PINAR KARACA** tarafından **DOÇ. DR. BAŞARAN DÜLGER** yönetiminde hazırlanan “**ÇANAKKALE’DE (TÜRKİYE) TÜKETİLEN BAZI EZİNE PEYNİRLERİNDEKİ *Escherichia coli* O157:H7 SEROTİPİNİN ARAŞTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Başaran DÜLGER

Danışman

Prof. Dr. Selehattin YILMAZ

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Alper ŞENER

Jüri Üyesi

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 28/06/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

Pınar KARACA

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim süresince, her zaman bilgi ve önerileriyle yol gösteren, bu çalışmayı bana öneren ve yardımlarını esirgemeyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen - Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi değerli hocam Doç. Dr. Başaran DÜLGER' e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, bana öğrettiklerinin yanında değerli arkadaşlığından dolayı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Araş. Gör. Dr. Nurcihan HACIOĞLU' na çok teşekkür ederim.

Tezim süresince yardımlarını ve manevi desteğini hissettiğim çok değerli arkadaşım Elif KÖYATASI' na teşekkür ederim.

Doğduğum günden bugüne sevgilerini her zaman hissettiğim, bana eğitimin ne kadar önemli olduğunu öğreten ve eğitim hayatımın her aşamasında maddi ve manevi her türlü emek ve özveriyi gösteren annem NABİYE KARACA, babam HASAN ALİ KARACA ve ablam ÇİĞDEM KARACA SANDALCI' ya hayatım boyunca teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Pınar KARACA

## SİMGELER VE KISALTMALAR

aw	Su Aktivitesi
°C	Santigrat derece
CDC	ABD Hastalık ve Kontrol Önleme Merkezi
dk	Dakika
DAEC	Difuz-adhering <i>Escherichia coli</i>
EAggEC	EnteroAggregatif <i>Escherichia coli</i>
EC Broth	<i>Escherichia coli</i> Broth
EHEC	Enterohemorajik <i>Escherichia coli</i>
EIEC	Enteroinvaziv <i>Escherichia coli</i>
EMB	Eozin Metilen Blue
EPEC	Enteropatojenik <i>Escherichia coli</i>
ETEC	Enterotoksijenik <i>Escherichia coli</i>
FTS	Fizyolojik Tuzlu Su
G	Gram
GMP	Good Manufacturing Practice (İyi Üretim Uygulamaları)
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktalarının Belirlenmesi)
HC	Hemorajik Kolitis
H <sub>2</sub> S	Hidrojen Sülfür
HUS	Hemolitik Üremik Sendrom
IMVIC	Indol – Metil Red - Voges Proskauer – Citrate Testi
kob	Koloni oluşturan birim
LSTB	Laurly Sulphate Tryptose Broth
mDA	Mega Dalton
mL	Mililitre
MUG	4-methy lumbelliferone glucuronide
N	Normal
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit
nm	Nanometre
pH	Power of hydrogen (Asitlik bazlık derecesi)
SMAC	Sorbitol MacConkey Agar

SO	Sulandırma Oranı
STEC	Shiga Benzeri Toksin Üreten <i>Escherichia coli</i>
Stx	Shiga-like Toksinler
TSB	Tryptic Soya Broth
TTP	Trombotik Trombositopenik Purpura
USDA-FSIS	ABD Tarım Bakanlığı Gıda Güvenliği ve Kontrolü Şubesi
UV	Ultra Viyole
VT	Verotoksin
VTEC	Verotoksin Üreten <i>Escherichia coli</i>
%	Yüzde Oranı
µg	Mikrogram
µm	Mikrometre

## ÖZET

### ÇANAKKALE' DE (TÜRKİYE) TÜKETİLEN BAZI EZİNE PEYNİRLERİNDEKİ *Escherichia coli* O157:H7 SEROTİPİNİN ARAŞTIRILMASI

Pınar KARACA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. Başaran Dülger

28/06/2011, 67

Bu çalışma Çanakkale (Türkiye) ilinde pazar, mandıra ve marketlerde tüketime sunulan Ezine peynirlerinden *E. coli* O157:H7 suşunun izolasyon ve identifikasyonu amacıyla yapıldı. Çalışmada Çanakkale ilinde farklı satış noktalarında tüketime sunulan 100 adet Ezine peyniri numuneleri incelendi. İlk olarak, ön zenginleştirmeye tabi tutulan peynir örneklerinden 4 - methylumbelliferyl -  $\beta$  - D - glucoronide (MUG) içeren lauryl sulphate tryptose broth (LSTB)'a ekimler yapıldı ve 96 adet peynir örneğinde üreme, 77 adet peynir örneğinde ise fekal orijinli *E. coli* gözlemlendi. Üreme olan örneklerden sorbitol macconkey agar (SMAC)' a yapılan ekimler sonucu 19 adet renksiz koloni izole edildi. Bu kolonilerin mikroskopik muayenesi sonucu 14 adet örnekte hareketli etkenler tespit edildi. Bu peynir örneklerinden 12 tanesinde ise indol pozitif sonuç bulundu. Son olarakta *E. coli* O157:H7'nin varlığını saptamak amacıyla 12 adet numuneye latex aglütinasyon testi yapıldı ve 2 adet peynir numunesinde *E. coli* O157:H7 serotipine rastlandı.

Satılan peynir örneklerinin çoğunda saptanan değerlerin Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler tebliğinde bildirilen düzeylerin üzerinde olması, ayrıca *E. coli* O157:H7' ye rastlanması sonucunda, peynirlerin halk sağlığı açısından potansiyel bir tehlike oluşturabileceği kanısına varıldı.

**Anahtar sözcükler:** Ezine peyniri, *E. coli*, *E. coli* O157:H7

## ABSTRACT

### THE INVESTIGATION of *Escherichia coli* O157:H7 SEROTYPE in SOME EZİNE CHEESES CONSUMED in CANAKKALE (TURKEY)

PINAR KARACA

Canakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Biology Thesis of Master of Science

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Basaran DÜLGER

28/06/20101, 67

This research has been carried out for the purpose of isolation and identification of *Escherichia coli* O157:H7 strains offered to consumption in market places, milking barns and stores of Canakkale. 100 samples of Ezine cheese which were offered to consumption in different points of sale of Canakkale were observed in this study. First of all, Culture is applied to laurly sulphate tryptose broht (LSTB) which contained 4 - methylumbelliferyl -  $\beta$  - D - glucuronide (MUG) of the cheese samples which are subjected to fortification during the study; fertility is determined in 96 of the cheese samples and *E. coli* with the fecal origin is determined in 77 of the cheese samples. As a result of culture application to the sorbitol macconkey agar (SMAC), of the samples in which the fertilization is determined, 19 colorless colonies were isolated. As a result of the microscopic examination of the colonies, active factors are determined in 14 cheese samples. 12 of these samples found to be indole positive. Finally, latex agglutination test was applied to these 12 indole positive samples in order to confirm the existence of *E. coli* O157:H7 and it has been observed that in 2 of the samples were seen *E. coli* O157:H7 serotype.

It has been surmised that most of cheese productions may create a potantial risk for the public health, in terms of the observed resultes of most of the cheese are exceeding the levels set forth by the e communiqué of the Turkish Food Codex Microbiological Criteria and *E. coli* O157:H7 is found in some samples.

**Key Words:** Cheese, *E. coli*, *E. coli* O157:H7



<b>İÇERİK</b>	<b>Sayfa</b>
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU .....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>BÖLÜM 1 – GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Peynir Hakkında Genel Bilgiler .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. Peynirin İnsan Beslenmesindeki Önemi ve Besin Özellikleri ....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2. Peynirin Sınıflandırılması .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.3. Peynirde Meydana Gelen Bozulmalar .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2. Gıdalarda <i>Escherichia coli</i> Varlığı .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. <i>Escherichia coli</i> O157:H7 .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1. Tarihçesi .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.2. Kaynağı ve Yayılması .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.3. Gelişmesi ve Canlı Kalması .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.4. Biyokimyasal Özellikleri .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.5. Toksinleri .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.6. Neden Olduğu Hastalıklar .....</b>	<b>25</b>

2.3.7. Gıdalarda Tespiti.....	26
2.3.8. Kontrolü ve Önleme Yolları .....	27
2.3.9. İzolasyon Yöntemleri .....	29
2.3.10. Peynirin Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Yapılan Önceki Çalışmalar .....	33
<b>BÖLÜM 3- MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>37</b>
3. 1. Materyal.....	37
3.1.1. Peynir Numuneleri .....	37
3.1.2. Besiyerleri .....	37
3.1.3. Ayıraçlar .....	39
3.1.4. Solüsyonlar .....	39
3.1.5. Kitler .....	40
3.2. Yöntem.....	40
3.2.1. Ezine Peyniri Numunelerinin Toplanması .....	40
3.2.2. <i>E. coli</i> İzolasyonu .....	40
3.2.3. <i>E. coli</i> İdentifikasyonu .....	41
3.2.4. Mikroskopik İnceleme .....	41
3.2.5. Biyokimyasal Testler .....	42
3.2.6. Latex Aglütinasyon Testi .....	42
3.2.7. Fekal <i>E. coli</i> Sayımı .....	43
<b>BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>44</b>

<b>BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>57</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>59</b>
<b>Çizelgeler.....</b>	<b>I</b>
<b>Şekiller.....</b>	<b>II</b>
<b>Özgeçmiş.....</b>	<b>III</b>

**BÖLÜM 1****GİRİŞ**

Peynir bir yandan doğal niteliklerini kısa süre içinde yitiren sütün değerlendirilmesinde önem taşırken, öte yandan sevilen tat ve aromaya sahip olduğundan yüzyıllardan beri tüketilen en değerli yiyeceklerimiz arasında yer alır (Tekinşen ve Tekinşen, 2005). Peynirin hammaddesi olan süt nötral pH'sı, içermekte olduğu laktoz, azot kaynağı, mineral maddeler, süt yağı ve yüksek su oranı nedeniyle birçok mikroorganizmanın gelişmesi için çok değerli bir besi ortamıdır. Bu nedenle peynirlerde küflenme, gaz oluşumu, kabukta bozulmalar gibi bozulmalara neden olan birçok mikroorganizma üreyebilir. Ayrıca bütün mikroorganizmalar için olduğu gibi hastalık etmeni olan patojenlerin gelişmesi için son derece uygun bir ortamdır (Uğur, 2001; Ünlütürk ve Turantaş, 2003).

*E. coli*, tipik insan ve hayvan kökenli bağırsak bakterisi olup insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak sisteminin doğal florasının bir üyesidir. *E. coli*' altı ana gruba ayrılırlar. Bu gruplar; enteropatojenik *E. coli* (EPEC), enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteroinvaziv *E. coli* (EIEC), entero - agregativ *E. coli* (EAggEC), enterohemorajik *E. coli* (EHEC) ve difuz-adhering (DAEC) olarak adlandırılır (Ünlütürk ve Turantaş 2003; Tayar ve Dokuzlu, 2007).

*E. coli* O157:H7, son zamanlarda üzerinde en fazla durulan ve dikkat çeken enterohemorajik *E. coli* (EHEC) grubuna ait çok önemli bir serotiptir. İlk kez 1975 yılında Kaliforniya'da yaşayan ağır kanamalı diyare geçiren kadın hastadan izole edilmiş olup, serotipin tam anlamıyla bir insan patojeni olarak tanımlanması ise 1982 yılında ABD' de Michigan ve Oregon eyaletlerinde aynı restaurant zincirinden, yetersiz ısı işlem görmüş kontamine hamburgerleri tüketen insanlardan, identifiye edilmesi sonucu gerçekleşmiştir. Daha sonraki yıllarda ise bu serotipin sebep olduğu birçok salgına rastlanmıştır (Özbaş ve Aytac, 1995; Erol, 2007).

Enfeksiyon başta kıyma, hamburger gibi sığır ve diğer ruminantlardan sağlanan, yeterince pişirilmemiş kontamine gıdaların tüketiminden kaynaklanmaktadır. Sığırlar *E. coli* O157:H7 enfeksiyonunun en önemli kaynağı olarak belirtilmektedir. Bunun dışında diğer bulaşma kaynakları ise dışkı ile kontamine olmuş meyve ve sebzelerin tüketilmesi, insandan insana bulaşma ve su kaynaklı bulaşmalardır (Halkman ve ark., 2001; Dunn, 2003; Erol, 2007).

*E. coli* O157:H7 serotipinin yapmış olduğu hastalıklar tipik ve oldukça sert geçen hemorajik kolitis, HUS ve trombotik trombositopenik purpura (TTP) olmak üzere 3 şekilde görülür (Halkman ve ark., 2001).

Gıdalarda bulunan EHEC'i elimine etmek için uygulanan en etkili metodun ısıtma (pişirme veya pastörizasyon) olduğu bildirilmektedir. Uygun pişirme ve gıdanın hijyenik işlenmesi enterobakteriyel enfeksiyonları yüksek oranda engelleyecektir. Pastörize edilmemiş süt ürünleri ve meyve suları ile yetersiz pişirilmiş kıyma, et ürünleri ve hamburgerlerin tüketiminden kaçınılmalıdır. Ayrıca klorlanmamış suların içilmemesi veya gıda işlek yerlerindeki ekipmanların yüzey temizliğinde kullanılmaması, klor veya diğer etkili dezenfektanların uygulandığı suların tüketilmesi gerekmektedir (Halkman ve ark., 2001; Temelli, 2002).

Türkiye' de süt ve süt ürünlerinde *E. coli* O157:H7' nin varlığını araştıran çok az sayıda çalışma yapılmıştır (Aslantaş ve Yıldız, 2002). Ülkemizde henüz *E. coli* O157:H7 serotipinin neden olduğu bir salgın görülmemiştir. Fakat salgının görülmemesi bu serotipin ülkemizde bulunmadığının ve hastalıklara yol açmadığının ya da açmayacağıının göstergesi değildir (Öztelli, 2004).

Bu çalışma ise Çanakkale' de tüketime sunulan Ezine peynirlerinde *E. coli* O157:H7 serotipini belirlemek ve bu peynirlerin halk sağlığı açısından tehlike oluşturup oluşturmadığını tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

## **BÖLÜM 2**

### **ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

#### **2.1. Peynir Hakkında Genel Bilgiler**

Peynir; zararsız organik asitler, peynir mayaları, süt proteini (kazein) ya da starter kültürler ile sütlerin pıhtılaştırılmasından sonra işlenmesi, tuzlanması, yörelerine göre (Erzurum’da ot, Konya’da küf gibi) tat ve koku verici gibi zararsız maddelerin katılmasından sonra, farklı ısı dereceleri ve sürelerde olgunlaştırılması sonucu elde edilen çok önemli bir süt ürünüdür (Eralp 1974; Uğur, 2001). Gıda Maddeleri Tüzüğü’nde ise peynir; “çiğ, pastörize veya 72 °C’de 2 dk ısıtılmış sütlerin peynir mayası ya da organik zararsız bir asit ile pıhtılaştırılıp işlenmesi sonucu elde edilen; tadı, kokusu ve kıvamı kendine özgü bir süt ürünü” olarak tanımlanmaktadır (Ercoşkun, 1984).

Süt, içerdiği zengin besin öğeleri ile insanlar ve mikroorganizmalar için çok önemli bir besin kaynağıdır. Oldukça kısa sürede mikroorganizmalarla kontamine olabilir. Sütün bu kadar kısa sürede kontamine olması ve sütü uzun süre saklamanın çok zor olmasından dolayı, dayanıklılık süresini arttırmak ve sütün taşınmasını kolaylaştırmak için insanoğlu çok uzun zamanlardan beri sütü çeşitli ürünlere dönüştürme yolunu seçmiştir. Peynir bu ürünlerin arasında en çok çeşide sahip olan süt ürünüdür. Peynirin ilk kez ve kimin tarafından yapıldığı hala tam olarak bilinmemektedir ve uzun yıllardır da bu konuyla ilgili çeşitli görüş ayrılıkları yaşanmaktadır (Kamber, 2006, 2008).

Peynirin ilk kez, elde somut tarihsel bir kanıt olmamakla beraber, yaklaşık olarak 8000 - 9000 yıl önce Mezapotamya’da Fırat ve Dicle nehirleri arasındaki bereketli topraklarda keşfedildiği düşünülmektedir (Hayaloğlu ve ark., 2002). İlk üretimi için önerilen tarih M. Ö. 8. binyıl (koyunun evcilleştirildiği tarih) ile 9. binyıla kadar değişir. İlk peynirin Orta Doğu insanları ve Orta Asya göçebe Türkleri tarafından yapıldığı düşünülmektedir. O zamanlar yiyecekleri saklayıcı özelliği olması nedeniyle hayvanın derisi ya da iç organları kullanılmaktaydı. Bu iç organlardan olan midede (işkembe) saklanan sütün buradaki enzimlerle mayalanması üzerine lor haline gelmesi peynirin ilk oluşumu hakkındaki teorilerden birisidir. Bir başka teori ise, peynir üreticiliğinin sütü tuzlamak ve basınç altında tutmak sonucu olduğudur. Hayvan midesinde bekletilen sütün değişimi üzerine de bu karışıma kasıtlı olarak maya eklenmiş olabilir (Kamber, 2006; Sarı, 2008). Türk Tarihini incelediğimizde ise peynirin ilk defa Akdeniz çevresinde yapıldığı fikrine rağmen, Türklerin peynir ile tanışmalarının Anadolu’ya göç etmelerinden önce

olduğu bilinmektedir. Peynir anlamına gelen öz Türkçe sözcüklere ilk defa M. S. 750. yüzyılda Uygur Türklerinde rastlanmaktadır. Kaşgarlı Mahmud'un yazdığı "Divan-ı Lügat-it-Türk adlı eserde; taze peynire udhitma (uyutmak, katılaşmak, peynir yapmak anlamına gelen udhit'tan köken alan) ismi verildiği görülmektedir. Ayrıca Dede Korkut hikayelerinde, Atilla'nın askerlerinin başlıca besin kaynaklarının peynir olması, Yusuf Has Hacib'in Kutadgu Bilig adlı eserinde farklı bir çok peynir çeşidinden bahsedilmesi, Şirazlı Sadi'nin 'Bostan' adlı eserinde peyniri kutsal bir besin olarak nitelendirilmesi, ya da halk ozanı Karacaoğlan'ın şiirlerinde peynir sözcüğünün kullanılması, bu besinin çok eski zamanlardan beri Anadolu'da kullanıldığının kanıtlarıdır (Kamber, 2008).

Yüksek besin değeri ve dayanıklı olmasından dolayı milletlerin tarih ve ekonomilerinde önemli rolü olan peynir, medeniyetin batıya doğru yayılmasıyla birlikte Asya'dan Avrupa'da daha sonra da İngiliz adaları ve Amerika'da yapılmaya başlanmıştır. Peynir, ancak 18. yüzyıl sonlarına doğru elde edilen araştırma sonuçlarının uygulamaya konulmasıyla endüstri düzeyinde üretilmeye başlanmıştır. İlk peynir fabrikaları, 1851 yılından itibaren Amerika Birleşik Devletleri'nde daha sonra da Avrupa'da, 1890'da İngiltere'de üretime başlamıştır. Üretimde 1930'lu yıllarda kısmen mekanizasyona geçilmesi ve mikroorganizmaların rolünün anlaşılmasına başlanmasıyla üretim teknolojisinde önemli gelişmeler olmuştur. Dünyada peynir üretiminin yılda, yaklaşık 17 milyon ton olduğu ve % 4 düzeyinde arttığı tahmin edilmektedir (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

### **2.1.1. Peynirin İnsan Beslenmesindeki Önemi ve Besin Özellikleri**

Yeterli ve dengeli beslenme; toplum ve bu toplumu oluşturan bireylerin tümünün sağlıklı yaşaması, ekonomik ve sosyal yönden gelişmesi, refah düzeylerinin artması, huzur içinde varlıklarını sürdürebilmeleri açısından temel koşullardan birisi belki de en önemlisidir. Büyüme, gelişme, yaşamın sürdürülmesi, sağlığın korunması ve geliştirilmesi için belirli bir düzeyde hayvansal gıdaların tüketilmesi gerekir (İnal, 1990; Sarı, 2008). Yeterli ve dengeli beslenmede, hayvansal kaynaklı gıda maddeleri ilk sıralardadır (Kırdar, 2001). Hayvansal kaynaklı gıdalardan en önemli olanı ise süt ve süt ürünleridir (Evrensel ve ark., 2003). Sütün dayanıklılık süresi kısa olduğu için dayanıklı hale getirilmesi veya ürünlerine dönüştürülmesi gerekmektedir (Öksüztepe ve ark., 2009). Türkiye'de üretilen çiğ süt, içme sütü, tereyağı, peynir, yoğurt, dondurma süt tozu gibi çeşitli süt ürünlerine dönüştürülmektedir. Bu süt ürünleri içerisinde toplam çiğ sütün yaklaşık % 40'ı olmak üzere en önemli payı peynir almaktadır. Yani toplam 4 - 5 milyon ton civarında bir çiğ süt peynir üretimi için ayrılmaktadır (Tan ve Ertürk, 2002).

Peynir, tüketim alışkanlıkları açısından vazgeçilmez bir ürün olduğu gibi, karbonhidrat, protein ve kalsiyum gibi içerdiği besin öğeleri açısından son derece önemli bir gıdadır (Tan ve Ertürk, 2002). İçerdiği yağ ve karbonhidrat bakımından da kalori verici bir süt ürünüdür. Ayrıca yapısındaki esansiyel aminoasitleriyle dengeli beslenmeye katkıda bulunan besin maddelerinden biridir. Yüksek değerli proteinleri içermesi, peynire ayrı bir önem kazandırır. Protein ve yağlar sindirim yolunda karbonhidratlara oranla daha uzun süre kaldıklarından peynirin doyuruculuk özelliği vardır (İnal, 1990).

Peynir içerdiği yağ ve mineral maddelerce zengin olduğu için beslenme değeri çok yüksek ve sindirimi oldukça kolay olan bir besindir. Bundan dolayı hastalarda ve hastalık sonrası dönemlerdeki beslenmede, zayıflayan dokuların güçlendirilmesinde peynir önemli görevler yapar. Zarar gören karaciğer hücrelerinin onarımı ve yenilenmesinde yapı maddesi olarak peynir proteininin çok yararlı olduğu anlaşılmıştır. Böbrek rahatsızlıklarında ve yüksek kan basıncında çoğu kez tuzsuz taze peynir tavsiye edilir (Arıcı, 1988).

Peynirin insan beslenmesindeki önemli özelliklerine tek tek baktığımızda ise;

**Süt Yağı:** Peynirdeki yağ oranları, üretiminde kullanılan sütün yağ oranına bağlı olarak çeşitlilik gösterebilir. Tüketiciler genellikle tam yağlı peynirleri tercih ederler. Bunun sebebi; süt yağının, peynirin duysal kalitesine olan olumlu etkisidir. Peynir olgunlaşırken süt yağı lipaz enzimiyle serbest yağ asitlerine parçalanır. Böylece hem peynirin aroması zenginleşir hem de süt yağı çok daha kolay sindirilebilir bir forma dönüşür (Demirci, 1995).

**Protein:** Peynirin besin olarak önemli olmasını sağlayan, içeriğindeki biyolojik değeri yüksek olan proteinlerdir. Kullanılan sütteki protein oranı, peynirin çeşidi ve işleme metoduna bağlı olarak farklılık göstermektedir. Peynirlerdeki protein oranları % 10 ve % 30 arasında değişebilir. Bu protein “modifiye kazein”den gelmektedir. Olgunlaşma esnasında proteinin büyük bir kısmı oligopeptitlere ve aminoasitlere parçalanır. Peynire yapısını ve lezzetini kazandıran proteinin parçalanmasıdır (Demirci, 1995).

Çok çeşitli faktörlerce etkilenmekle ve kaynaktan kaynağa değişmekle birlikte insan vücudunun günlük 45 - 50 gram proteine ihtiyacı vardır ve belirtilen bu miktarın yaklaşık yarısının hayvansal protein kaynaklarından karşılanması gereklidir. Çünkü bitkisel protein kaynakları tüm esansiyel aminoasitleri içermemektedir. Protein vücutta enerji kaynağı olarak da kullanılabilir ve vücut yağına dönüşebilir. Peynir, bileşimindeki biyolojik değeri



yüksek protein ile günlük diyetinde yer alması gereken bir protein kaynağıdır (Demirci, 1995).

**Laktoz:** Laktoz, süt şekeri olarak da bilinen ve yalnızca sütte bulunan bir disakkarittir. İnek sütü yaklaşık % 4,5 - 4,7 oranında laktoz içerir. Peynir yapımı sırasında laktoz büyük ölçüde laktik aside dönüşür, bir kısmı peynir altı suyuna geçer, içinde kalan da olgunlaşma boyunca laktik aside dönüşür (21 - 28 gün olgunlaştırılan peynirde laktoz yok denecek kadar azdır). Ayrıca peynir az miktarda, yaklaşık 1 - 3 g/100 g, laktoz içerdiğinden, laktoz intolerantlar için rahatsızlık yaratmayacak bir süt ürünüdür (Demirci, 1995).

**Mineraller ve Vitaminler:** Peynir kalsiyum ve fosfor içeriği yönünden önemli bir gıdadır. 100 g yumuşak peynir, günlük kalsiyum ihtiyacının % 30 - 40'ını, günlük fosfor ihtiyacının da % 12 - 20'sini karşılamaktadır. Sert peynirler günlük kalsiyum ihtiyacının tümünü karşılarken, fosfor ihtiyacının da % 40 - 50'sini karşılamaktadır (Demirci, 1995).

Kalsiyum kemik ve diş gelişiminde önemli yaşamsal bir mineraldir. Peynirdeki kalsiyum; biyolojik değeri yüksek olan ve insan vücudu tarafından kolayca kullanılabilen bir formdadır. Ayrıca kalsiyum, kasların kasılması ve sinir iletimi için vücuda gereklidir. Çocukların, hamile ve emziren kadınların ve menopoz dönemindeki kadınların kalsiyum ihtiyacı artar. Peynir ne kadar sert olursa, içerdiği kalsiyum ve fosfor oranı da o kadar artar. Günlük diyetinde yeterli kalsiyum bulunmayan kadınlar menopoz döneminde osteoporoz rahatsızlığına yakalanabilmektedir. Bu nedenle bu anlamda risk grubunda olan kişilerin tüm süt ürünleriyle birlikte özellikle peynir tüketmesi son derece önemlidir (Demirci, 1995).

Fosfor; diş ve kemik formasyonu, kas kasılması, böbrek fonksiyonu ile sinir ve kas aktivitesi için vücuda alınması gereken bir mineraldir. Fosfor vücutta kalsiyum ile birlikte sinerjistik çalışarak fonksiyon göstermektedir. Bu yüzden peynir kalsiyum ve fosforu birlikte ve bunun yanında da yüksek oranda içermesi nedeniyle çok önemlidir (Demirci, 1995).

Peynirde, yağ oranına bağlı olarak değişen miktarlarda yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K) bulunur. Peyniri vitamin yönünden önemli yapan, bileşimindeki B grubu vitaminlerdir; bunlar suda çözünen vitaminlerdir. Beyaz peynir B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> ve B<sub>12</sub> vitaminleri için kaynak sayılabilecek nitelikte bir süt ürünüdür (Demirci, 1995). B kompleks vitaminler, insan sağlığında gerek fiziksel ve gerekse sinir sistemiyle ilgili mental performansı etkileyen en önemli vitaminlerdendir. İnsanlarda günlük B<sub>12</sub> vitamini ihtiyacı ortalama 2,5 µg olup, eksikliğinde pernisiyöz anemi, yorgunluk, halsizlik, konstipasyon,

iştah ve kilo kaybı yanında uyuşukluk, el ve ayaklarda karıncalanma gibi nörolojik bozukluklar gözlenebilmektedir (Anonim 2001, Kasımoğlu ve Ayaz, 2009).

### 2.1.2. Peynirin Sınıflandırılması

Süt ve süt ürünleri arasında en zengin çeşide peynirin sahip olduğu söylenebilir. Her toplum kendilerine özgü bilgi, örf ve adetlerine göre çeşitli tipte peynirler üretmiştir. Bugün dünyada 4000 çeşit peynir yapıldığı ve bunlardan bir kısmının ticari olarak fazla miktarda, bir kısmının da bölgesel olarak üretildiği belirtilmektedir (Yaşar, 2007). Bu durum, peynir yapımında yararlanılan belli başlı unsurların (örn., süt, rennet, mikroorganizma ve tuz) çeşitli olması ve üretim aşamalarındaki parametrelerin farklılığından kaynaklanmaktadır (Tekinşen ve Tekinşen, 2005). Ayrıca bu çeşitliliğin nedenleri arasında peynirin üretildiği sütün çeşidi, üretim teknolojisi, depolama tekniği, süt mikroflorası ve enzim çeşidi gibi birçok etmen sayılabilir. Bu bakımdan, peynirler birçok özelliği ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Bu ayırt edici özelliklerden en önemlilerinden biri de peynirlerin sahip oldukları tat ve kokudur. Çoğu peynir, üretimini takiben, birçok faktör tarafından etkilenen ve birçok biyokimyasal reaksiyonun meydana geldiği kompleks bir olgunlaşma süreci geçirerek kendisine özgü tat ve kokuyu kazanır (Güleryüz, 2009).

Peynirler, kimyasal bileşimlerine, özellikle yüzde rutubet ve kuru maddede yağ oranına göre, tekstürel bakımdan başlıca çok sert, sert, yarı sert ve yumuşak olmak üzere dört tipe ayrılırlar. Bu sınıflandırma, ürünün besleyici değeri hakkında kaba bir fikir verdiğinden yaygın olarak kullanılmaktadır. Çizelge 2.1.'de tam yağlı süttten üretilen peynirlerin kaba kimyasal bileşimlerine göre tiplendirilmesi belirtilmektedir.

**Çizelge 2.1. Tam yağlı süttten üretilen peynirlerin kimyasal bileşimine göre tipleri (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).**

Tip	Kuru Madde Yağ (%)	Rutubet (%)	Rutubet (%) *
Çok sert	>60	<20	<51
Sert	45-60	20-42	51-55
Yarı sert	30-44	43-55	56-61
Yumuşak	>20	>55	>61

\* Peynirin rutubet miktarı, g: (peynirin toplam miktarı, g-peynirin yağ miktarı, g) x 100

Türkiye'de peynirler, kuru maddedeki yağ miktarı dikkate alınarak Çizelge 2.2.'de belirtildiği gibi sınıflandırılır (Tekinşen ve Tekinşen 2005).

**Çizelge 2.2. Kuru maddede yağ miktarına göre peynir sınıfları (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).**

Sınıf	Kuru Maddede Yağ (%)	
	Türkiye	Uluslar arası
Çok yağlı		$\geq 60$
Tam yağlı	$\geq 45$	$\geq 45 - < 60$
Yağlı	$\geq 30$	$\geq 25 - < 45$
Yarım yağlı	$\geq 20$	$\geq 10 - < 25$
Az yağlı, yavan, yağsız	$< 20$	$< 10$

$\geq$  : Eşit veya daha fazla

$<$  : den az

Türkiye’ de başlıca sütün nevi, yöre ve üretiminde uygulanan teknolojik işlemlere bağlı olarak türevleriyle birlikte 130’dan fazla yöresel ve bölgesel peynir çeşidi bulunmaktadır. Çeşitli peynirlerin tüketimindeki tahmin edilen payları Çizelge 2.3.’ de belirtilmektedir (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

**Çizelge 2.3. Türkiye’de çeşitli peynirlerin tüketimdeki payı (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).**

Peynir Çeşidi	Tüketimdeki Pay (%)
Beyaz salamura peynir	60
Kaşar peyniri	17
Tulum ve Mihaliç peyniri	12
Diğer peynirler	11

Türkiye’ de, beyaz salamura, kaşar tulum ve mihaliç peynirlerinden başka, özellikle yöresel ihtiyacı karşılayacak düzeyde ve daha ilkel tekniklerle elde edilen mahalli peynir çeşitleri de bulunmaktadır (Tekinşen ve Tekinşen, 2005). Bu peynir çeşitleri ve üretildiği yöreler şunlardır; Abaza peyniri (Sakarya, Sinop, Bursa), Acı peyniri (Trabzon), Cara peyniri (Hatay), Civil (tel, çeçil) peyniri (Erzurum, Kars, Ağrı), Çamur peyniri (Tire), Çanak peyniri (Yozgat), Çayır peyniri (İstanbul ve civarı), Çerkez peyniri (Bolu, Balıkesir, Gökşun, Pınarbaşı), Cıvık peyniri (Aydın), Çimi tulum peyniri (Serik, Akseki, Manavgat), Çayır peyniri (İstanbul ve çevresi), Çökelek peyniri (Akdeniz ve Güney Anadolu Bölgesi),

Dil peyniri (Bursa ve İç Anadolu Bölgesi), Divle tulum peyniri (Divle), Ezine peyniri (Çanakkale), Golot peyniri (Trabzon ve Rize civarı), Hatay Cara testi peyniri (Hatay ve civarı), Hellim peyniri (Kıbrıs), Islak peyniri (Çorum), İmamsız peyniri (Artvin), İvrindi kelle peyniri (Ayvalık), İvriz tulum peyniri (Konya Ereğlisi), İzmir tulum peyniri (İzmir ve çevresi), Karın kaymağı peyniri (Gümüşhane, Sarıkamış), Kaşar örgüsü (Kars), Kaynatma peyniri (Adana), Kazıklı peyniri (Milas), Kirli hanım peyniri (Ayvalık), Kopanisti peyniri (Karaburun), Kurukeş peyniri (Ordu), Kuzubaşı peyniri (Urfa), Külek peyniri (Doğu Karadeniz Bölgesi), Küp peyniri (Artvin, Sivas), Küpecik peyniri (Çankırı), Lokumlu lüks kaşar (Trakya), Lor peyniri (Doğu Anadolu ve Marmara Bölgesi), Maraş peyniri (Kahramanmaraş), Minci peyniri (Trabzon), Otlı peyniri (Van), Otlı tulumu (Trakya), Örgü peyniri (Gaziantep), Parmak peyniri (Kahramanmaraş), Pişmiş peyniri (Antalya), Selçuklu tulum peyniri (Konya), Sepet peyniri (Karaburun, Foça, Ayvalık), Sıkma peyniri (Şanlıurfa ve civarı), Surki (Hatay), Süne peyniri (Erzurum), Şavak peyniri (Elazığ), Tepti peyniri (Çanakkale), Tel peyniri (Erzurum), Tire çamur peyniri (İzmir ili ve civarında), Urfa peyniri (Şanlıurfa), Uzayan peyniri (Giresun) ve Yufa peyniri (Diyarbakır) (Özalp ve Kaymaz, 1992; Tekinşen ve Tekinşen, 2005; Sarı, 2008).

Çalışmamızın konusu olan Ezine peyniri de ülkemizde üretilen yöresel peynirlerden biri olup, halkımız tarafından sıkça tercih edilen oldukça lezzetli bir peynir türüdür. Yöresel bir peynir çeşidi olan Ezine peyniri, tam yağlı ve salamurada olgunlaştırılan peynirler grubunda olup, beyaz peynir standardına göre üretilmektedir (Anonim, 1995). 05.08.2006 tarihinden itibaren geçerli olmak üzere Türk Patent Enstitüsü tarafından verilen coğrafi işaret tescil belgesine (Menşei işareti) sahip bir ürüne dönüşmüştür. Ezine peyniri Kaz Dağının kuzey ve batı bölgesinde yer alan Ezine, Bayramiç ve Yenice ilçelerinin tamamı ile Çan ve Merkez ilçeye bağlı tüm köyleri kapsayan yörelerde üretilmektedir. Peynir belirtilen bu bölgelerin doğal bitki örtüsü ve su kaynakları ile beslenen koyun, keçi ve ineklerden elde edilen sütlerin mevsimine göre belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilir. Karışım oranı sezona bağlı olarak değişir. Bu oran keçi sütü için en az % 40, koyun sütü için % 45 - 55 ve inek sütü içinde en fazla % 15 olmaktadır. Peynir yapımında starter kültür kullanılmaması ve sütün belirtilen bu bölgeden sağlanıyor olması Ezine peynirinin, diğer peynirlerden farklı karakteristik tat ve aromaya sahip olmasını sağlar (Anonim, 2006).

Ezine peynirinin üretim aşaması incelendiğinde, belirtilen oranlarda keçi, koyun ve inek sütlerinden oluşan karışım süt 67 °C'de 30 dakika pastörize edilir. Sonra pıhtı oluşumunu sağlamak amacıyla buzağuların midelerinden elde edilen

şirden enzimi ile 32 - 34 °C'de mayalanır. Bu işlemlerden sonra oluşan pıhtı kitlesi peyniraltı suyunun ayrılması için kesilir ve içinde cendere bezi serili olan özel peynir kalıplarına konarak süzme işlemini hızlandırmak amacıyla baskı uygulanır. Oluşan teleme kalıplar halinde kesildikten sonra istenen tat ve aromayı kazandırmak amacıyla üretim yönteminin gerektirdiği miktarda deniz tuzu kullanılarak hazırlanan salamurada bekletilir. Salamuradan çıkarılan peynir kalıpları, tenekelere tek sıra halinde dizilerek üzerlerine kuru tuz serpilir ve 10 - 12 saat süreyle dinlenmeye bırakılır. Tüm bu işlemler sonucunda da ayrılan su ortamdan uzaklaştırılarak üzerine salamura ilave edilir ve tenekeler kapatılarak hava almayacak şekilde lehimlenir. Peynirin istenen karakteristik tat ve aromayı kazanması amacıyla peynir tenekeleri 2 - 4 °C sıcaklıktaki soğuk hava depolarında en az 8 ay süreyle olgunlaşmaya bırakılır (Anonim, 2006).

Görünüş ve yapı olarak incelendiğinde Ezine peyniri, beyaza dönük açık sarı renkte olup orta sertlikte ve kırılğan olmayan bir yapıya sahiptir. Az sayıda ve küçük çaplı gözeneklere sahiptir. Ezine peyniri tat ve aroma dikkate alındığında ise, sütün bileşiminde bulunan süt yağından kaynaklanan “kremamsı” tat ve aromaya; uygulanan ısıl işlemde de kaynaklanan “pişmiş süt” tat ve aromasına sahiptir. Ayrıca süt yağında meydana çeşitli tepkimeler sonucu ürünün karakteristik ve temel tat özellikleri olan ‘ransit’, ‘tatlımsı’, ‘tuzlu’ ve ‘ekşi’ tatlar oluşmaktadır (Anonim, 2006).

Ezine peynirinin üretiminde denizden elde edilen tuz kullanılmaktadır. Bu tuzun kullanımı peynirin erimesini ve dağılmasını engelleyerek olgunlaşma sonucunda suyunu kolayca dışarı vermesini sağlamaktadır. Ayrıca üretimde kullanılan maya, peynir altı suyu içerisinde şirden (buzağı) ilave edilerek hazırlanır (Anonim, 2006).

Ezine peynirinin diğer peynirlerden ayırt edici özellikleri; keçi, koyun ve inek sütleri olmak üzere her üç tür sütün mevsimine göre belirli oranlarda karıştırılarak peyniri üretiminde kullanılmasıdır. Üretimin yapıldığı bölge gerek bitki örtüsü ve gerekse iklim olarak Kaz Dağlarından etkilenmektedir. Dağlar bu bölgeye bol yağış, zengin bir bitki örtüsü ve bol miktarda oksijen sağlamaktadır. Bitki örtüsünde Mercan Köşk (*Origanum majorana* L.), Güveyi otu (*Origanum vulgare*), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Tüylü nane (*Mentha longifolia* L.), Oğul otu (*Melisa officinalis* L.) ve Kekik (*Thymus vulgaris* L.) başta olmak üzere değişik yüzlerce kokulu bitki bulunmaktadır. Bölgedeki hayvanlarının tümü doğal olarak beslenmektedir ve yedikleri yemler direkt olarak sütün tat ve aromasını etkilediği için bu özellik peynire de çok özel ve kendine özgü bir tat ve aroma kazandırmaktadır. Ezine peynirinin yapımında kullanılan süt bölgede yetiştirilen ‘Tahirova’, ‘Sakız’, ‘Dağlıç’ ve ‘Sakız + Dağlıç’ ırkı koyunlarından, ‘Holstein’

türü kültür ineklerinden ve 'Karakeçi' adlı keçi ırkından sağlanmaktadır. Özellikle Mart ayından başlayıp Temmuz ayına kadar devam eden sezon içinde elde edilen sütler Ezine peyniri üretiminde kullanılmaktadır (Anonim, 2006).

### **2.1.3. Peynirde Meydana Gelen Bozulmalar**

Özelliklerinden dolayı çok önemli bir gıda olan peynirin hijyenide çok önemli olmak durumundadır. Fakat peynirlerde bulunması istenmeyen mikroorganizmalar ya peynirde bozulmaya neden olur ya da insan sağlığını tehdit eder. Peynirin hammaddesi olan süt nötral pH'sı, içerdiği laktoz, süt yağı, azot kaynağı, mineral maddeler ve yüksek su oranı nedeniyle birçok mikroorganizmanın gelişmesi için mükemmel bir besi ortamıdır. Bu nedenle peynirlerde küflenme, gaz oluşumu, kabukta bozulmalar gibi bozulmalara neden olan mikroorganizmalar üreyebilir. Ayrıca bütün mikroorganizmalar için olduğu gibi, hastalık etmeni olan patojenlerin gelişmesi için de son derece uygun bir ortamıdır. Bu nedenle çeşitli hastalıklar süt veya çeşitli süt ürünleri aracılığıyla yayılabilir (Tunail ve Köşker, 1974; Ünlütürk ve Turantaş, 2003; Uğur, 2001).

Süte mikrobiyal bulaşma sağım ile başlar. En önemli bulaşma kaynakları hayvanın memesi, deri, kıl, insan eli, sağım makineleri, süt kapları ve soğutuculardır. Süte bu çevreden genellikle hava, toz, toprak, su ve gübre kaynaklı mikroorganizmalar bulaşır. Bunun yanında süttten yapılan çeşitli süt mamulleri süte daha önceden bulaşan mikroorganizmalara ilave olarak üretim sırasında insan eli, su, alet ve ekipmanlar, katkı maddeleri ve ambalajlama materyalinden gelen mikroorganizmalarla bulaşır (Ünlütürk ve Turantaş, 2003).

Sütte mikrobiyal bulaşma sonucu ortaya çıkan kusurlar, sütün peynire işlenmesi sonucu üründe de görülür. Peynirde görülen başlıca bozulma tipleri; lezzet kusurları, küflenme, gaz oluşumu, kabukta bozulma ve renk bozukluklarıdır (Ünlütürk ve Turantaş, 2003; Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

**Lezzet Kusurları:** Sütte, özellikle mikroorganizma ve yemden kaynaklanan lezzet ve aroma kusurları oldukça sık gözlemlenir. Yemde bulunan bazı bitkilerin içerdikleri bileşikler, sütle peynire geçerek tat ve koku kusurlarına neden olur. Ayrıca bazı mikroorganizmaların (örneğin, *Klebsiella aerogenes*, koliform bakterileri, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*) metabolizmaları sonucu oluşan bileşikler de peynirde arzu edilmeyen lezzetin başlıca kaynağını oluşturur (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

**Küflenme:** Starter olarak kullanılan küfler dışında, peynirlerde küf gelişmesi istenmez. Peynirde küflenme görünüş ve kokuyu olumsuz etkilediği gibi mikotoksin

oluşturarak sağlık sorunu da yaratabilir. Olgunlaşma esnasında en sık görülen küfler *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Monilia*, *Mucor* ve *Penicillium*’ dur. Bunlara ek olarak yumuşak peynirler ve krem peynirlerde *Geotrichum* türlerinin neden olduğu küf bozulmaları da yaygındır (Ünlütürk ve Turantaş, 2003).

**Gaz Oluşumu:** Peynirde, üretim veya olgunlaşma aşamalarında istenmeyen gaz oluşumu görülebilir. Genellikle olgunlaşmanın ilk günlerinde peynirin iç kısımlarında görülen gaz oluşumuna (erken şişme) koliform bakteriler ve özellikle *Enterobacter* türleri neden olur. Koliform bakterileri, olgunlaşmanın ilk safhalarında çoğunlukla telemede, fazla sayıda çok ufak gözenekler oluşturur. Laktozu fermente eden mayalar ve *Bacillus subtilis* gibi laktozdan karbondioksit, hidrojen, asetik asit ve alkol üreten aerobik sporlu bakteriler de bu tip erken şişmeye neden olabilirler ancak erken şişmenin ortaya çıkmasında laktozu fermente eden mayalar ve *Bacillus* türleri koliform bakteriler kadar yaygın değildir. Mayaların oluşturdukları gözenekler genellikle elips şeklinde ve değişik büyüklüktedir; peynir yapıldıktan sonra birkaç gün içinde meydana gelir. Peynir çoğu kez meyvemsi bir kokuya sahiptir. Daha sonra meydana gelen gözenekler, başlıca propiyonik asit bakterileri ve bazı *Clostridium* türlerinden kaynaklanır (Ünlütürk ve Turantaş, 2003; Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

**Kabukta Bozulma:** Sert peynirlerin kabuklarının uygun şekilde kurutulmaması maya, küf ve proteolitik bakterilerin gelişmesine neden olur ve peynirde yumuşama, renk ve koku bozuklukları ortaya çıkar (Ünlütürk ve Turantaş, 2003). Bazı mayalar, özellikle *Torula* türleri, kabuğun beyaz yağlı bir görünüm almasına neden olur. Sütün etkin bir şekilde ısıtılmaması, zayıf kuvvetteki rennetin kullanılması ve rennet ilave edilecek sütün sıcaklığının düşük olması, kusurun oluşmasına yardımcı olur. Sert peynirlerde daha sık görülen yumuşak ve çürük kabukluluğa, daha çok yetersiz tuzlama, peynir yüzeyinin kurumadan çevrilmesi ve rutubetli yerlerde saklanması neden olur (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

**Renk Bozuklukları:** Peynir yüzeyindeki renk bozuklukları küf gelişmesinden kaynaklanabilir. Örneğin sert peynirlerde *Aspergillus niger* siyah lekeler oluştururken, *Sporendonema casei* kırmızı lekeye neden olur. Peynirin iç kısmında renk bozukluğu daha seyrek ancak çedar ve benzeri peynirlerde *Lactobacillus plantarum* subsp. *rudensis* ve *L.brevis* supsp. *rudensis* ‘in oluşturduğu pigmentler bu tip renklenmeye yol açar. *Propionibacterium rubrum* gibi pigmentli propiyonik asit bakterileri de bazı peynirlerde renklenmeye neden olur (Ünlütürk ve Turantaş, 2003). Güneş ışığına maruz kalan sert peynirlerde yağın oksidasyonu sonucu renk kaybı görülebilir. Ayrıca pıhtının çok fazla

asitli olması da peynirde, genellikle lezzet kusurlarıyla birlikte, açık renkli bölgelerin oluşmasına yol açar (Tekinşen ve Tekinşen, 2005).

## **2.2. Gıdalarda *Escherichia coli* Varlığı**

*Escherichia coli* bütün dünyada üzerinde en çok çalışılan bakteri türlerinden biri olup bakteri genetiğinin pek çok önemli bulgusu bu bakteri ile yapılan çalışmalar sonucu elde edilmiştir. Koli - aerogenes bakterilerin en önemli temsilcisi olan *E. coli*, tipik insan ve hayvan kökenli bağırsak bakterisidir. İnsan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak sisteminin doğal florasının bir üyesidir (Topçu ve ark., 2002; Tayar ve Dokuzlu, 2007).

İlk kez 1895 yılında Alman pediatrist olan Dr. Theodor Escherich tarafından ishali bir çocuğun dışkılarından izole edilerek, *Bacterium coli communune* adıyla tanımlanmıştır. Daha sonra bağırsak dışı infeksiyonlardaki patojenliği tanınmış, 1919 yılında Castellani ve Chalmer tarafından *Escherichia* cins önerilene kadar *Bacterium coli* adı kullanılmıştır (Feng, 1995; Topçu ve ark., 2002; Erol, 2007).

*Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae* familyasında *Escherichia* genusuna bağlı gram negatif, 0,4 - 0,7 µm eninde ve 2 - 6 µm boyunda, uçları yuvarlak çomak şeklinde, peritrik flagellalı, genellikle hareketli, sporsuz, bazı suşları kapsüllü, asidorezistans özellikte olmayan, pH 4,3 - 10 arasında (optimum 6 - 8) çoğalan, gelişme sıcaklıkları 3 - 50 °C (optimum 37 - 41 °C) arasında değişen bir bakteridir (Duffy ve ark.,1999; Erol, 2007; Tayar ve Dokuzlu, 2007).

*Escherichia coli* karışık bir antijenik yapı ve ayrıca değişik antijen tiplerine sahip bir mikroorganizmadır. Günümüzde ise 174 O, 56 H ve 80 K antijeni olduğu belirtilmiştir. *E. coli*' de bulunan bu antijenlerden O antijenleri tipi, H ve K antijenleri ise subtipi belirler (Doyle, 1991; Ewing, 1996; Erdem, 1999;).

**O antijenleri (Somatik veya hücre duvarı antijenleri):** Lipopolisakkaritin polisakkarit kısmında bulunurlar. Bu antijenler sıcağa (100°C), kaynatmaya ve alkole dayanıklı, formaldehite dayanıksızdır. Bu antijenlerden, enterik Gram negatif çomakların çoğunun serolojik tiplendirilmesinde yararlanır (Bilgehan, 1996; Erdem 1999; Anđ, 2006).

**H antijenleri:** Bu antijenler kirpik antijenleridir; bu nedenle *E. coli* gibi sadece kirpikli (hareketli) *Enterobacteriaceae* üyelerinde bulunur. Protein yapısında, ısıya dayanıksız, fakat formaldehite dayanıklıdır (Bilgehan, 1996; Erdem 1999; Anđ, 2006).

**K antijenleri:** K antijenleri genellikle kapsülle veya daha az sıklıkla olmak üzere fimbriyalarla ilişkili antijenlerdir. Polisakkarit yapısında olup, 100 - 200 °C 'deki ısıya duyarlıdır. Bu antijene sahip bakteriler somatik antiserumları ile aglütinasyon



oluşturmazlar. Bu antijenler O antijenlerinin aglütinasyonunun meydana gelmesine engel olurlar. K antijeni birbirinden farklı olan L, A ve B harfleriyle gösterilen bir antijen grubudur. Bir *E. coli* suşunda K antijenlerinin hepsi birden bulunmaz, L, A ve B antijenlerinden biri bulunabilir. Bu antijenlerden L ve B grubu somatik antijenler, A grubu ise kapsül antijenleridir. Kapsül antijenleri içinde ayrıca Vi, A, B, F antijenleride vardır (Bilgehan, 1996; Anđ, 2006).

*E. coli* bakterilerinin sahip oldukları patojenite mekanizmaları, ürettikleri toksin tipleri, neden oldukları klinik sendromlar, epidemiyolojileri ve O:H antijenlerine göre altı ana gruba ayrılırlar. Bu gruplar; enteropatojenik *E. coli* (EPEC), enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), enteroinvaziv *E. coli* (EIEC), entero-agregatif *E. coli* (EAggEC), enterohemorajik *E. coli* (EHEC) ve difuz-adhering (DAEC) olarak adlandırılır (Park ve ark., 1999; Ünlütürk ve Turantaş 2003; Anđ, 2006;).

**Enteropatojenik *E. coli* (EPEC):** Tüm dünyada görülmekle birlikte sanitasyonun yeterli olmadığı gelişmekte olan ülkelerde epidemik öneme sahip olup, 1 yaşın altındaki çocuklarda görülen diyarelerin yaklaşık % 30'unu oluşturmaktadır. Akut sulu diyare, bulantı ve düşük dereceli ateş EPEC infeksiyonlarında görülen en yaygın semptomlardır (Anđ, 2006; Erol, 2007).

**Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC):** Gelişmekte olan ülkelerde biri çocuk ishali, diğeri turist ishali olmak üzere iki önemli klinik sendromla ilişkilendirilmektedirler. Hastalığın oluşmasında insanların ziyaret ettikleri ülkelerdeki hijyenik koşulların yetersizliği çok önemli rol oynamaktadır. ETEC' de semptomlar, sulu diyare, dehidrasyon, abdominal kramp, muhtemel şok ve bazen kusmadır. Diyare kanlı değildir ve lökosit içermez (Anđ, 2006; Erol, 2007).

**Enteroinvaziv *E. coli* (EIEC):** Başlıca belirtisi dizanteri tablosudur. Shigella' lar tarafından oluşturulan dizanteriye benzerlik gösterir. Kolitis, dizanteri, ateş, abdominal kramp ve kanlı diyare, bu hastalığın semptomlarının başlıcalarıdır (Erol, 2007; Özbaş ve Aytaç, 1995).

**EnteroAggregatif *E. coli* (EAggEC):** Özellikle Meksika ve Şili' deki çocuklarda ve bu bölgeye seyahat edenlerde sıkça görülür. Gezgin diyaresi ve küçük çocuklarda persistan diyare etkenidir (Anđ, 2006; Öztelli 2004).

**Difuz-adhering (DAEC):** Çocuklarda süreklilik gösteren diyareye neden olur. Patojenite mekanizması yaygın aderenz yoluylaadır (Erol, 2007).

**Enterohemorajik *E. coli* (EHEC):** *E. coli* tipleri içerisinde en önemlisi olup, ölümle sonuçlanan çoğu gıda kaynaklı infeksiyonlardan sorumlu O157:H7 serotipini içermektedir.

Patojen *E. coli* grupları içinde ciddi hastalıklara neden olan EHEC üç temel sendroma neden olur. Bunlar; hemorajik kolit (HC), hemolitik üremik sendrom (HUS) ve trombotik trombositopenik purpura (TTP)'dir. EHEC' in primer rezervuarı sığırlardır ve bu nedenle infeksiyon oluşturma ihtimali etlerin iyi pişirilmesi ve sütlerin pastörizasyonu ile önemli ölçüde azaltılabilmektedir (Doyle, 1991; Halkman ve ark., 2001; Erol, 2007).

### **2.3. Gıdalarda *Escherichia coli* O157:H7 Varlığı**

#### **2.3.1. Tarihçesi**

*E. coli* O157:H7; gıda güvenliğini tehdit eden, zoonotik ve gerektiğinde bioterörizm için kullanılabilir veya ihmaliyle biyolojik teröre neden olma özelliğinde olan gram negatif bir bakteridir. Yüzlerce *E. coli* serotipleri içerisinde en önemlisi olup, ölümlerle sonuçlanan çoğu gıda kaynaklı infeksiyonlardan sorumludur. İlk kez Kuzey Amerika'da görülmekle beraber, günümüzde 6 kıtada ve en az 16 ülkede giderek artan sayıda vakalara rastlandığı, genelde Mayıs-Ekim aylarında ve kışın vaka sayısında artış olduğu gözlemlenmiştir (Park ve ark., 1999; Alisharlı ve Akman, 2004; Erol, 2007).

*E. coli* O157:H7 ilk kez 1975 yılında Kaliforniya'da yaşayan ağır kanamalı diyare geçiren kadın hastadan izole edilmiştir (Özbaş ve Aytaç, 1995). Bu serotip 1982 yılında ABD' de Michigan ve Oregon eyaletlerinde aynı restaurant zincirinden, yetersiz ısı işlem görmüş kontamine hamburgerleri tüketen 47 kişinin benzer klinik belirtilerle (kramp, karın ağrısı, sulu ve hemorajik ishal) başvurması sonucu, ABD Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (C.D.C) tarafından identifiye edilmesiyle tam anlamıyla bir insan patojeni olarak tanımlanmıştır (Park ve ark., 1999; Tracey ve ark., 1999; Çiçek, 2008). Bu hastalardan ve şüpheli gıdalardan izole edilen izolatlar incelendiğinde, EIEC gibi invaziv olmadıkları ve ETEC gibi enterotoksin üretmedikleri belirlenmiştir. Meydana getirdiği hastalık açısından EPEC'den farklı oldukları saptanmış ve bu nedenle gastrointestinal *E. coli*'nin bir grubu olan enterohemorajik *E. coli* (EHEC) olarak tanımlanmıştır (Padhye ve Doyle, 1992; Öksüztepe ve ark., 2010).

1988 yılında ABD'de öğrencilerin okul kantininden yedikleri sığır kıymasından yapılan ve iyi pişirilmemiş köftelerden meydana gelen salgında 1562 öğrencinin 32'sinde *E. coli* O157:H7 serotipine rastlanmıştır. Benzer şekilde 1989 yılında ABD Montana' da az pişmiş kıymadan meydana gelen salgında ise 243 kişi hastalanmıştır. 1990 yılında İngiltere'nin Tarves Kasaba'sında görülen 4 adet O157:H7 vakasının kaynağının dışkı ile kontamine olmuş su olduğu tahmin edilmiştir (Öztelli 2004; Çiçek, 2008).

1993 yılında Amerika' da görülen ve yine hazır yemek restaurantlarında yetersiz pişirilmiş hamburgerlerin tüketilmesinden kaynaklanan, 732 kişinin etkilendiği, 4 kişinin

de hayatını kaybettiği bir salgından sonra gıda zehirlenmelerinde *E. coli* O157:H7' nin önemi oldukça artmıştır (Semanchek ve Golden, 1998; Taormina ve Beuchat, 1999). O tarihten itibaren *E. coli* O157:H7 HUS' un en önemli nedeni olarak ABD, Kanada, Arjantin, Japonya ve Avrupa ülkelerinde rapor edilmiştir (Dunn, 2003; Çiçek, 2008).

1996'da Japonya'nın Sakai şehrinde iyi yıkanmamış turp filizinden meydana gelen salgında 5,727 kişi ve yine aynı yıl İskoçya UK'de az pişmiş kıymadan kaynaklanan salgında ise 296 kişi bu hastalığa yakalanmıştır. 1998 yılında Batı ve Orta Wisconsin' de 4 adet *E. coli* O157:H7 enfeksiyonunda, şüpheli gıdanın süt imalathanelerinde 60 günden daha az olgunlaştırılan taze peynirler olduğu kabul edilmiştir. 2000 yılında Walkerton, Kanada' da kontamine içme suyundan 2000'den fazla sayıda insan etkilenmiş ve bunların 7 tanesi hayatını kaybetmiştir. Yapılan inceleme sonucunda bu salgının, *E. coli* O157:H7 suşunun içme suyuna karışması ile meydana geldiği saptanmıştır. 2002 yılında ise Pensilvanya, ABD'de, infekte süt hayvanları ile temastan 51 kişi bu hastalığa yakalanmıştır (Öztelli, 2004; Çiçek, 2008; Öksüztepe ve ark., 2010). *Escherichia coli* O157:H7 serotipinin dünya üzerinde neden olduğu bazı önemli enfeksiyonlar Çizelge 2.4.' de verilmiştir (Doyle, 1991; Erol, 2007).

**Çizelge 2.4. *Escherichia coli* O157:H7 serotipinin neden olduğu önemli bazı gıda ve su kaynaklı enfeksiyonlar (Doyle, 1991; Erol, 2007).**

Yıl	Yer	Hasta Sayısı	Şüpheli Etmen
1982	Oregon	26	Sığı eti
1982	Michigan	21	Sığır eti
1982	Ontario	31	Sığır eti, İnsan-insan
1984	Nebraska	34	Sığır eti
1984	Kuzey Carolina	36	İnsan-insan
1985	Ontario	73	Jambon, hindi, peynirli sandviç, insan-insan
1985	İngiltere	24	Patates
1986	Ontario	46	Çiğ süt
1986	Alberto	16	Sığır eti
1986	Washington	37	Sığır eti
1987	İngiltere	26	Hindili sandviç
1987	Utah	51	Sığır eti
1988	Minnesota	30	Sığır eti
1990	Missouri	240	Su

1991	ABD	21	Göl suyu
1981	ABD	18	Taze elma suyu
1991	İngiltere	16	Yoğurt
1994	İngiltere	En az 70	Pastörize süt
1996	Japonya	> 5499	Turp filizi

### 2.3.2. Kaynağı ve Yayılması

*E. coli* O157:H7 serotipinin kaynağı üzerinde farklı görüşler bulunmaktadır. Çeşitli araştırma sonuçları bu bakterinin başta süt inekleri olmak üzere sıcakkanlı hayvanlar olarak tanımlanan memeli ve kanatlı hayvanların dışkıları ile ete, süte, toprağa, suya ve dolayısı ile tüm çevreye yayıldığını göstermiştir (Halkman ve ark., 2001).

Patojen bakterilerin evrimi üzerinde çalışmalar sürekli devam etmektedir. *Escherichia*, *Salmonella* ve *Shigella* türleri üzerinde yapılan genetik analizlerde *E. coli* O157:H7 serotipinin bireysel bir patojen olmadığı, bu serotipin enterik bir bakteriden evrimleştiği şeklindeki teori oldukça benimsenmiştir (Park ve ark., 1999). 16S rRNA ve 5S rRNA dizilişleri ile yapılan filogenetik araştırmalar *Escherichia* ve *Salmonella*'nın memeli hayvanların ilk türeyişi olan 120 - 160 milyon yıl önce ortak bir atadan ayrıldıkları, *Shigella* spp.'nin erken primatların olduğu 80 milyon yıl kadar önce *E. coli*'den türediği, kommensal *E. coli*'lerin memelilerin bağırsağını tercih ederken, patojen *E. coli*'lerin barsak epitelini aşip dolaşım sistemine ve buradan uygun bulunduğu yerlere lokalize oldukları kabul edilmektedir (Fantelli ve Stephan, 2001).

*E. coli* O157:H7 serotipinin genetik çalışmalar sırasında elde edildiği ve bir kaza sonucunda da doğaya salındığı şeklinde görüşler de bulunmaktadır. Griffin ve Tauxe 'ye göre bu serotip muhtemelen enteropatojenik bir atadan genetik çalışmalar sonucu oldukça yakın bir dönemde ortaya çıkmıştır (Halkman ve ark., 2001).

*E. coli* O157:H7, asidik şartlara, soğutma ve dondurmaya karşı dayanıklı olan, uzun süre toprak ve dış ortamda canlı kalabilen, göçmen kuşların sindirim florasında da bulunduğu uzak bölgelere kolayca yayılabilen bir bakteridir. Bu özellikleri sayesinde doğadaki doğal dönüşümünü her zaman korumaktadır. *E. coli* O157'nin prevalansı; coğrafi bölge, mevsim, hayvanın türü, yaşı ve cinsiyeti, beslenme şekli gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Sığırlar, koyunlara ve mısır silajıyla beslenen hayvanlar beslenmeyenlere göre daha yüksek bir kontaminasyon göstermektedir. Yaz aylarında prevalansı daha yüksek çıkmaktadır. Süt inekleri, besiye alınan boğalardan ve genç

hayvanlar, yaşlı hayvanlardan daha yüksek taşıyıcılık göstermektedir. Ayrıca kesim yapılan mezbananın hijyenik şartları ve çalışma koşulları, kesim sonrası etin işlenmesi ve son tüketim aşamasına kadar olan tüm basamaklarda hijyen kurallarına GMP (Good Manufacture Practise) titizlikle uyulmaması tüm tabloyu olumsuz etkilemektedir (Alişarlı ve Akman, 2004).

İnfeksiyon başta kıyma, hamburger gibi sığır ve diğer ruminantlardan sağlanan, yeterince pişirilmemiş kontamine gıdaların tüketiminden kaynaklanmaktadır. Sığırlar *E. coli* O157:H7 enfeksiyonunun en önemli kaynağı olarak belirtilmektedir. Sığırların normal bağırsak mikroflorasının bir parçası olan *E. coli* O157:H7 miktarı sığırların yaşıyla da değişim göstermektedir. Yapılan çalışmalarda genç sığırların dışkılarında özellikle süttten kesildikten sonra erişkinlere göre çok daha yoğun ölçüde bu patojene rastlanmıştır. Ayrıca yapılan bazı çalışmalarda da yaz aylarında *E. coli* O157:H7 sayısında artış görüldüğü bildirilmektedir (Dunn 2003; Erol, 2007; Çiçek, 2008).

*E. coli* O157:H7'ye sığırlar dışında koyun, keçi, domuz, köpek ve at gibi evcil hayvanlarda, ayrıca geyik, kuş gibi vahşi hayvanlarda da rastlanmaktadır. Vahşi hayvanlarla temas eden evcil hayvanlara bulaşmanın olabileceği ileri sürülmektedir. Canlı tavuklarda *E. coli* O157:H7'ye rastlanmamasına rağmen satış yapılan tavuk ve hindilerin intestinal sistemlerinden izole edilmiştir. Deneysel çalışmalarda da civcivlerin çekumunda üreyebildikleri gözlemlenmiştir (Dunn 2003; Çiçek, 2008).

*E. coli* O157:H7 enfeksiyonlarında ilk sırayı, doğrudan veya dolaylı olarak sığır dışkısıyla kontamine olmuş etlerin yeterince pişirilmeden tüketilmesinin aldığı düşünülmektedir. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar diğer bulaşma kaynaklarının da en az yeterince pişirilmemiş etler kadar yaygın olduğunu göstermektedir. Özellikle fast-food gıdalar yeterince ısı işlem görmediği takdirde *E. coli* O157:H7 enfeksiyonu için büyük risk taşımaktadır (Çiçek, 2008).

Diğer bir bulaşma kaynağı ise dışkıyla kontamine olmuş meyve ve sebzelerin tüketilmesidir. Çoğunlukla restoranlarda meyve ve sebzelerin kros-kontaminasyonu sonucu *E. coli* O157:H7 salgınları çıktığı belirtilmektedir. Süt ve süt ürünleri de önemli bir bulaşma kaynağıdır. Özellikle çiğ sütün veya çiğ süt ile yapılan peynir, tereyağı gibi ürünlerin tüketilmesi enfeksiyonlara neden olmaktadır (Çiçek, 2008).

Son yıllarda insandan insana bulaşma ve su kaynaklı salgınların sayısında belirgin artışlar gözlemlenmektedir. Salgınlarda en önemli taşıyıcının insandan insana olduğu, özellikle kontamine olmuş içme suları, halka açık yüzme havuzları, anaokulu ve düşkünler evi gibi kişisel hijyenin yeterli olmadığı yerlerde salgının hızla yayıldığı bilinmektedir. Yine

son yıllarda hayvanat bahçesi veya çiftliklere insanlar tarafından yapılan ziyaretler nedeniyle hayvanlarla temas sonucu ortaya çıkan salgınların sayısında da büyük bir artış görüldüğü belirtilmektedir (Halkman ve ark., 2001; Çiçek, 2008).

### **2.3.3. Gelişmesi ve Canlı Kalması**

Gelişmesi ve canlı kalmasını etkileyen, sıcaklık, pH, su aktivitesi, tuz konsantrasyonu ve antibiyotik duyarlılık özellikleri gibi faktörler vardır.

**Sıcaklık:** *Escherichia coli* O157:H7, minimum 8 °C'de olmak üzere, 30 - 42 °C'ler arasında ürerken, optimum üreme sıcaklığı ise 37 °C'dir. 44 - 45 °C'de ise oldukça yavaş gelişir. Bu nedenle çoğu standart izolasyon prosedüründe *E. coli*'nin gelişimi için seçilen 44 - 45 °C'lik inkübasyon sıcaklığında O157:H7 saptanmaz. Soğuğa dirençli olup, örneğin - 20 °C'de dondurulmuş gıdalarda (kıymalarda) canlılıklarını koruyabilirler (Wang ve ark., 2000; Erol, 2007). Ayrıca - 80 °C'de dondurulan kıyma içinde *E. coli* O157: H7'nin popülasyonunun da önemli bir değişiklik olmadığı da belirtilmiştir (Padhye ve Doyle, 1992).

Yapılan çalışmalarda EC besiyerinde üreme ve gaz oluşumu incelendiğinde *E. coli* O157:H7 serotipi için sıcaklık aralığı 48 saatte 19,3 ve 41 °C olarak bulunmuş ve 16,4 ve 42,5 °C'de ise gaz oluşumu olmaksızın üreme olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle *E. coli*'nin gıdalarda bulunmasına yönelik günümüzde kullanılan klasik yöntemlerin *E. coli* O157:H7 serotipini belirleyemeyeceği bildirilmektedir (Özbaş ve Aytaç, 1995).

Murano ve Pierson (1993), ısı şoku ve gelişme atmosferinin *E. coli* O157:H7 serotipinin ısı direnci üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada bakterilerin normal gelişme sıcaklıklarının birkaç derece üzerindeki sıcaklıklara maruz bırakıldıklarında, hücrelerin yeni bir grup protein sentezlediği ve daha sonra normalde kendileri için öldürücü olabilecek sıcaklıklara karşı daha iyi direnç gösterdikleri gözlemlenmiştir. Aerobik ve anaerobik koşullarda üreyebilen *E. coli* O157:H7 'ye ısı şoku uygulanması sonrasında, ısıl işlemlerde canlı kalan organizma sayısının arttığı gösterilmiştir. Bunun sonucunda, bakteriye uygulanan ılımlı ısı stresi veya ısı şokunun bakterinin inhibisyonu için seçilen proses sıcaklığında, canlı kalabilme yeteneğini arttırabileceği belirtilmiştir.

**pH:** *E. coli* O157:H7, pH değeri 5,7 - 7,5 arasında iyi ürer. Ayrıca yapılan çalışmalarda belirtildiği üzere, pH 3,6'da buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen gıdalarda canlılığını korumakta, pH değeri 4,0 olan sıvı kültürlerde ise üreyebilmektedirler (Erol, 2007).

Patojen *E. coli*'nin pH 5,4'ün altında üreyemediği için *E. coli* O157: H7 serotipinin düşük pH'lı ortamlara da dayanıklı olduğu, bu konuda ortamdaki asit çeşidinin etkili

olduğu ifade edilmektedir. Etkenin aside karşı direnci ortam pH'sı ile birlikte üreme fazına bağlı olup, birçok EHEC suşu için asit tolerans düzeyinin oldukça yüksek olduğu, *E. coli* O157: H7'nin pH'sı 3,0 ve 2,5 olan ortamlarda en az 5 saat canlı kalabildiği bildirilmiştir (Arocha ve ark., 1992; Corner, 1992).

İşlenmiş ve korunmuş gıdalarda bulunan organik asitler, özellikle asidik gıdalarda *E. coli* O157:H7 serotipinin aside adapte olmasına ve daha sonra normalde organizmayı inaktive etmesi gereken pH düzeylerini tolere etmesine neden olabilmektedir. *E. coli* O157:H7'nin aside toleranslı olduğu, hücrelerin hafif asidik ortamda bir süre tutulmaları sonucunda daha düşük pH değerlerini tolere etmelerini sağlayacak proteinlerin sentezlendiği bildirilmektedir (Coşansu ve Ayhan, 2000).

*E. coli* O157:H7'yi diğer patojenlerden ayıran en önemli özelliklerden birisi asidik koşullara dirençli olmasıdır. Etkenin asidik gıdalarda canlılığını koruyabilme özelliği, fermente sucuk ve elma suyu gibi asidik gıdaların tüketiminden kaynaklanan enfeksiyonlara açıklık getirmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda, örneğin pH'sı 3,4 - 4,0 olan elma şarabında 8 °C'de 31 gün canlı kalabildiği, laktik, asetik ve sitrik asit ile yapılan denemelerde de canlı kalabildiği belirtilmiştir. *E. coli* O157:H7 üzerine bazı organik asitlerin baskılayıcı etkileri asetik > laktik > sitrik asit sıralaması şeklindedir. Organik asitlerin karkas yüzeyine püskürtme yöntemiyle uygulanması ancak düşük düzeyde etkili olmaktadır. Etkenin gelişimi % 8,5'lik tuz konsantrasyonu ile baskılanmaktadır (Erol, 2007; Özbaş ve Aytaç, 1995). Çeşitli araştırmalar gıda kaynaklı HC vakalarında anahtar rol oynayan *E. coli* O157:H7'nin aside dirençli olduğunu ve bu toleransın midenin kuvvetli asit ortamından rahatlıkla geçmesini sağladığını göstermiştir. Bu bakterinin aside direnci insanlarda enfeksiyon dozunun çok düşük olmasını etkileyen bir faktör olarak kabul edilmektedir. *Salmonella*'nın tersine olarak 1 - 2 pH olan insan midesinde yaklaşık 3 saat süren sindirim sırasında canlı kalabilmesi ve buradan bağırsağa geçmesi bu ilişkiyi açıklamaktadır (Doyle, 1991; Sarı, 2008).

Bakterinin asite adaptasyonu ve depolanma ısısındaki canlılığının araştırıldığı bir çalışmada, ketçap ve hardal örnekleri, *E. coli* O157:H7'nin 3 farklı suşu ile 10<sup>5</sup> cfu/g seviyesinde kontamine edilerek 5 ve 23 °C'ler de pH 5,0'de depolanmış; hardal örneklerinden farklı olarak ketçapta, asit adaptasyonunun bakterinin suşlarına ve depolama ısalarına bağlı olarak canlılığı arttırdığı ve suşların 5 °C'de 23 °C'den daha uzun süre canlı kaldığı tespit edilmiştir (Tsai ve Ingham, 1997).

**Su Aktivitesi:** *E. coli* O157: H7'nin optimum su aktivitesi (aw) değeri 0,98 olarak belirlenmiştir. Eğer bu değer, 0,95'in altına düşerse etkenin üremesinin engellendiği

bildirilmiştir. *E. coli* O157:H7 hayvan dışkılarında yaşamaya uygun bir organizmadır ve aylarca canlılığını koruyabilir. *E. coli* O157'nin 5 °C'de 0,98 su aktivesinde 70 gün yaşayabildiği, ayrıca 108 hücre/gram *E. coli* O157:H7 taşıyan bir dışkıda 99 gün sonra bile organizmanın canlılığını koruyabildiği tespit edilmiştir. Bu patojenin toprakta bu kadar uzun süre canlılığını devam ettirebilmesi sığır ve insanlardaki enfeksiyonlar için önemlidir (Caprioli ve ark. 2005; Ünsal, 2007).

**Tuz Konsantrasyonu:** NaCl konsantrasyonu yükseldikçe *E. coli* O157:H7 üzerindeki inhibisyon etkisi de artmaktadır. Yapılan bir çalışmada Mısır' a özgü taze bir sosise ilave edilen % 2 ve % 3 NaCl, inokülasyondan hemen sonra patojenin sayısında sırasıyla 0,6 ve 0,9 log birimi azalma meydana getirmiş, 8 saatlik inkübasyon sonucunda ise % 2 NaCl içeriğinde 2,8 log adet/g ve %3 NaCl içeriğinde ise 3,3 log adet/g fark bulunmuştur (Coşansu ve Ayhan, 2000).

*E. coli* O157:H7 serotipinin yüksek tuz konsantrasyonlarına da direnç gösterdiği belirtilmektedir (Kehl, 2002). Glass ve ark. (1992) tarafından yapılan bir araştırmada *E. coli* O157:H7'nin 200 ppm nitrit ve % 4 NaCl içeren ve pH'sı 5,6 olan sıvı besiyerinde gelişebildiği bildirilmiştir.

Farklı bir çalışmada ise *E. coli* O157: H7'nin mTSB sıvı besiyerinde % 3,5 ve % 6,5 NaCl konsantrasyonunda 30-40 saat inkübasyon süresi sonunda 108 kob/ml düzeyine geldiği saptanmıştır (Abdullah ve Davies, 1999).

İnkübasyon derecesi ve tuz oranının *E. coli* O157:H7' nin gelişimi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise etkenin 7 °C'de % 6 NaCl içeren TSB besiyerinde birinci gün üreme gösterdiği, 38. günde ise üremenin görülmediği tespit edilmiştir (Massa ve ark., 1999).

**Antibiyotik Duyarlılık Özellikleri:** *E. coli* O157: H7 serotipi antibiyotiklere dirençli ve/veya giderek direnç kazanmaktadır. *E. coli* O157: H7 serotipinin sefalotin ve kolistin'e karşı dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle hastalıkta antibiyotik ve antikoagulant kullanılması tartışılmaktadır. Konuyla ilgili olarak, İskoçya'da mide asitliğini düşürücü ilaç ve rastgele antibiyotik kullanan hastalarda HUS/ TPP'ye yakalanma riskini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca benzer sonuçlara ABD' de de rastlanmıştır. Japonya'da 1996 yılında görülen ve çoğunluğunun okul dönemi çocuklar olmak üzere 6000 kişinin etkilendiği salgında, enfeksiyonun yedinci gününde alınan antidiyaretik ilaçların hastalık tablosunu ağırlaştırdığı bildirilmiştir (Lin ve ark., 2000; Halkman ve ark., 2001; Ünsal, 2007).



### 2.3.4. Biyokimyasal Özellikleri

*E. coli* O157:H7 serotipi diğer *E. coli* suşlarından 44,5 °C ve üzerinde gelişmemesi, sorbitolü fermente edememesi,  $\beta$  - glucuronidase enzimine sahip olmaması, buna karşılık eae genine sahip olması, 60 mDa plazmid taşıması ve yaygın olarak görülmeyen 5000 - 8000 Dalton moleküler ağırlıkta OMP ekspresyonu ve enterohemolisin üretimi özellikleriyle ayrılmaktadır (Bettelheim, 1995; Hayes ve ark., 1995; Halkman ve ark., 2001; Gümüşsoy ve Gönülalan, 2005). Bu farklılıklardan dolayı gıdalarda *E. coli* tip - 1 aranmasına yönelik olarak kullanılan geleneksel yöntemlerle *E. coli* O157:H7 'nin belirlenmesinin mümkün olamayacağı fakat *E. coli* O157:H7 aranmasına yönelik tüm yöntemlerle *E. coli* tip - 1' in de belirleneceği görülmektedir (Halkman ve Akçelik, 2000).

İnsan kaynaklı *E. coli* izolatlarının % 93'ü sorbitolü 24 saatte fermente edebilirken, *E. coli* O157:H7 serotipi sorbitolü fermente edemez. Yine *E. coli* 'lerin % 97'si  $\beta$  - glucuronidase enzimi içerirken *E. coli* O157:H7 serotipi bu enzimi içermez.  $\beta$  - glucuronidase enzimi *E. coli* 'nin belirlenebilmesi için hızlı fluorojenik bir besiyerinin geliştirilmesinde temel olarak alınmıştır. Bu besiyerinde kullanılan 4 - methy lumbelliferone glucuronide (MUG) indikatörü  $\beta$  - glucuronidase tarafından fluorejenik bir ürün verecek şekilde hidrolize edilmektedir. *E. coli* O157:H7  $\beta$  - glucuronidase üretmediğinden MUG içeren besiyerlerinde floresan vermez. Bu nedenle *E. coli* O157:H7 serotipinde diğer *E. coli* 'lerde tipik olan MUG reaksiyonu negatiftir (Doyle, 1991; Özbaş ve Aytaç, 1995; Erol, 2007).

İlk kez 1982 yılında ortaya konulan MUG tekniği, son yıllarda *E. coli* sayımına yeni bir yaklaşım getirmiştir. Bu tekniğin prensibi; doğrudan besiyerinin ilave edilen ya da selektif katkı olarak ilave edilen 4 - methy lumbelliferone glucuronide (MUG) adlı bileşiğin *E. coli* 'de yapısal bir enzim olarak bulunan  $\beta$  - glucuronidase enzimi tarafından 4 - methy lumbelliferone glucuronide adlı fluorojenik bir ürüne dönüşmesi ve bu ürünün de 366 nm uzun dalga boylu ultraviyole ışık altında floresan ışımaya vermesi esasına dayanmaktadır. MUG, katı ve sıvı besiyerlerinde ve membran filtrasyon yöntemi ile yapılan koliform grup/*E. coli* analizlerinde kullanılmaktadır. Standart yöntemle 6 gün süren koliform grup/*E. coli* aranması ve sayılması MUG sistemi kullanıldığında 24 - 48 saatte yapılmaktadır. Hatta sıvı besiyerlerinde 16 - 18 saatte gelişme olduğu düşünülürse analiz süresi oldukça kısadır. *E. coli* dışında  $\beta$  - glucuronidase pozitif suşların *E. coli* analizlerinde sahte pozitif reaksiyon vermesi indol testi ile önlenir.  $\beta$  - glucuronidase pozitif bakteriler içinde indol pozitif olan tek bakteri *E. coli* 'dir. MUG içeren Lauryl Sulphate Tryptose Broth (LSTB) gibi bazı besiyerleri triptofan içerirler. İnkübasyondan sonra UV ışını ile floresan veren tüplere kovacs ayırıcı damlatılarak indol testi yapılır, floresan pozitif ve indol pozitif tüpler *E.*

*coli* olarak değerlendirilir. Bazı *E. coli* suşları yoğun üremeye bağlı olarak aşırı miktarda asit oluşturabilirler ve bu asitlik fluoresan ışımayı maskeler. Bu gibi durumlarda besiyerine 1 ml 1 N NaOH ilavesi ile fluoresan reaksiyon kesinleştirilir. *E. coli* O157:H7 suşunda MUG, H<sub>2</sub>S oluşturma, Voges - Proskauer, sorbitol testleri negatif, laktoz ve glikozdan gaz oluşturma, indol, Metil Red, hareket ve lizin dekarboksilaz (LD) testleri ise pozitifdir (Leyer ve ark., 1995; Kehl 2002). *Escherichia coli*' nin biyokimyasal özellikleri Çizelge 2.5. 'de belirtilmiştir (Koreman ve ark., 1997).

**Çizelge 2.5. *Escherichia coli*' nin Biyokimyasal Özellikleri (Koreman ve ark., 1997)**

Biyokimyasal Testler	<i>Escherichia coli</i>
İndol	+
Metil Red	+
Voges Proskauer	-
Sitrat	-
Lizin dekarboksilaz	+
Arjinin dihidrolaz	V
ONPG	V
Fermantasyon	
Laktoz	+
Sorbitol	+*
Mannitol	+
Adonitol	-
Sellobioz	-
Sarı pigment	-

\* *E. coli* O157:H7 suşları sorbitol negatiftir. V: Suşların % 11 - 89' unda pozitifdir. (Koreman ve ark., 1997).

### 2.3.5. Toksinleri

Enterohemorajik *E. coli* (EHEC) suşları kanlı diyare ve hemolitik üremik sendroma yol açarlar. EHEC suşları lizojen bir bakteriyofaj tarafından kodlanan, vero hücrelerine toksik etki gösteren, protein sentezini inhibe eden Shiga - toksin benzeri verotoksin salgırlar. Bilinen tek bir EHEC serotipi vardır: O157:H7. 1982 yılında O'Brien ve arkadaşlarının bu verotoksin ile *Shigella dysenteriae* tip 1'in shiga - toksini arasındaki

yakın homolojiyi göstermesiyle, bu mikroorganizma literatüre “Shiga benzeri toksin üreten *E.coli* (STEC)” olarak geçmiştir (Ekşi ve ark., 2007).

*E. coli* O157:H7'nin patojenitesi tam olarak açıklanamamış olmakla beraber önemli virülens faktörleri identifiye edilmiştir. Tüm klinik izolatların 1 ya da 2 verotoksin ürettikleri, bunların doku kültüründe geliştirilen Vero ve HeLa hücrelerine sitotoksik oldukları saptanmıştır. Saflaştırılmış broth toksinleri Verotoksin - 1 (VT - 1) ve Verotoksin - 2 (VT - 2) olarak adlandırılmıştır. Bunlardan VT - 1 immünolojik ve yapısal olarak *Shigella dysenteriae* - 1'in oluşturduğu shiga toksinlerinden ayırt edilemediği için bu toksinler shiga'ya benzer anlamında Shiga - like toksinler (Stx 1 ve Stx 2) olarak da adlandırılmaktadır (Halkman ve ark., 2001; Beutin ve ark., 2004).

Bu toksinlerden birincisi shigatoksin 1 (stx1), *Shigella dysenteriae* tip 1 tarafından oluşturulan stx1 ile *Shigella dysenteriae* 'nin oluşturduğu stx1 sadece A polipeptidindeki tek aminoasit ile ayrılır. Bu özelliğinden dolayı O157:H7 serotipinin ürettiği bu toksin shiga - like toxin1 (SLT - 1) veya Shiga toxin1 (stx1) olarak adlandırılır. İkinci toksin; Shiga toxin 2 (stx2) ise Shiga toxin (stx1) ile % 55 - 60'luk bir homolog benzerliğe sahip olmasına rağmen Shiga like toxin 2 (stx2) olarak adlandırılmıştır. Bu toksinlerin çalışma mekanizmaları tam olarak açıklanamamaktadır. Ciddi klinik semptomların daha çok Stx 2 üreten *E.coli* O157:H7 infeksiyonlarında görülmektedir. Özellikle HUS vakalarında izole edilen toksin Stx 2'dir. Yapısal olarak Stx 'ler shiga toksini gibi , toksik etkiyi gösteren bir A ve hücreye girişi sağlayan beş B alt ünitesi içerir. A ünitesi hücrede 60S ribozomda 28 S rRNA'dan bir adenin molekülünün çıkması ile protein sentezini inhibe ederler. Bu olay geri dönüşüzdür. Hücrenin ölümünü sağlar. Stx'ler intestinal sistemde üretildikten sonra dolaşım sistemine karışarak iç organlarda hasara neden olurlar (Abdullah ve Davies 1999; Halkman ve ark., 2001; Öztelli, 2004).

*E. coli* O157:H7 'nin gıdalarda verotoksin oluşturup oluşturmadığı ya da gıdalarda önceden oluşmuş verotoksinin sindirilmesi ile insanlarda hastalık meydana gelip gelmediği bilinmemektedir. Bununla beraber VT - 1 'in ısıya dayanıklı bir toksin olduğu ve dolayısıyla yetersiz ısıtılan gıdada bu toksinin aktif olarak kalacağı gösterilmiştir. 70 °C'da 60 dakika ısıtım işlemi uygulanan VT - 1 'in önemli ölçüde stabil kaldığı, 80 °C 'da 15 dakika % 90 ve 80 °C 'da 30 dakika % 99 azaldığı, buna karşın 80 °C'da 60 veya 85 °C'da 5 dakika ısıtım işlemi uygulamasının başlangıç aktivitesi 1000 - 2000 Vero CD<sub>50</sub> olan VT - 1 'in tümüyle inaktive olduğu belirlenmiştir. 4,5 pH'da 16 saat içinde aktivitesi % 90 düşen toksinin pH ve ısıtım işlemi olan toleransı gıda endüstrisinde önem taşımaktadır (Doyle ve ark., 1999; Halkman ve ark., 2001).

### 2.3.6. Neden Olduğu Hastalıklar

*E. coli* O157:H7 serotipinin yapmış olduğu hastalıklar tipik ve oldukça sert geçen hemorajik kolitis, HUS ve trombotik trombositopenik purpura (TTP) olmak üzere 3 şekilde görülür (Halkman ve ark., 2001).

**Hemorajik Kolitis (HC):** EHEC için tipik belirti olan hemorajik kolitisin ortaya çıkmasına invaziv bakteriler tarafından oluşturulan sitotoksin neden olur (Erol, 2007).

Hemorajik kolitiste semptomlar kramplı karın ağrıları ile aniden başlar ve bunu 24 saat içinde başlangıçta sulu daha sonra yoğun diyarenin izlediği bir tablo takip eder. Kan miktarı giderek artar ve dışkı zamanla tümüyle kan olur. Genellikle 2 - 9 gün seyreden hastalıkta ya çok düşük ateş olması ya da şiddetli ateşin olmaması tipik özelliiktir. Bu hastalık shigellozis' de tanımlanan dizanteri ve invaziv *E. coli*' nin neden olduğu gastroenteritisten, ateş olmaması ve kanlı dışkı gibi farklılıkları ile ayrılmaktadır. Kolik benzeri karın krampları, sulu diyare ve 1 - 3 gün içinde günde 20 kereden fazla olmak üzere ağrılı, az miktarda ve sıklıkla kanlı diyare görülür. Eğer 6 - 10 gün içinde iyileşme görülmezse "Hemolitik Üremik Sendroma" (HUS) yol açar (Doyle, 1991; Erol, 2007).

**Hemolitik Üremik Sendrom (HUS):** *Escherichia coli* O157:H7, 1982 yılından beri hemorajik kolitis (HC) ve hemolitik üremik sendrom (HUS) nedeni olarak ABD, Kanada, İngiltere, Japonya, Avrupa ve Afrika' da görülmektedir. İnfeksiyon HUS olgularının yaklaşık %85-95' ini oluşturmaktadır (Erol, 2007).

HUS genellikle hemorajik kolit oluşuktan 7 gün sonra oluşur ve tanı konduğunda dışkı kültürlerinde mikroorganizma bulunmayabilir. HUS genellikle bağırsak veya solunum sistemi hastalıklarından birkaç haftada meydana gelen bir sendromdur. *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter* ve çeşitli viral etkenlere bağlı diyarelerden sonra görülebilirse de bu sendromla en büyük ilişkisi olan etken *E. coli* O157:H7'dir (Harris, 1990; Öztelli, 2004). Özellikle çocuklar ve yaşlılar risk grubunu oluşturur, çocuklarda akut böbrek yetmezliğinin en önemli sebebidir. Kan pıhtılarının böbrekteki helezoni tüplerini tıkaması ve artık ürünlerin kanda birikmesi sonucu diyaliz tedavisi ve kan naklini gerektirecek böbrek yetmezliği oluşur. Hemolitik üremik sendromunun; hemolitik anemi, trombositopeni ve akut böbrek yetmezliği olmak üzere 3 karakteristik özelliği bulunmaktadır. Bu sendrom yaşlı insanlarda da görülür. Hastanın hayatta kalması halinde bile sıklıkla kuvvetli kronik böbrek yetmezliği ortaya çıkar ve hasta ömür boyu diyaliz cihazına bağımlı kalabilir. (Ünlütürk ve Turantaş, 2003; Erol, 2007). Klinik olarak HUS gösteren hastalarda ciddi bir hastalık seyri veya bazen sarılık ve sıklıkla yükselen tansiyon oluşmaktadır. Bu hastaların sıklıkla diyaliz ve kan değişimine gerek duydukları ve kalp yetmezliği, koma, kalp

krizi gibi kardiyovaskular ve merkezi sinir sistemi hastalıklarının gelişebildiği bildirilmektedir (Özbaş ve Aytaç, 1995).

HUS semptomları gösteren özellikle okul çağındaki çocuklar ile yaşlı bireylerin yaklaşık % 5'i akut dönemde ölmekte, VTEC O157 ile enfekte olan insanların ise yaklaşık % 50'si hastanelerde tedavi edilmektedir (Alişarlı ve Akman, 2004).

**Trombotik Trombositopenik purpura (TTP):** TTP 'da ise klinik ve patolojik özellikler HUS 'a benzer ancak merkezi sinir sistemi bozukluğu genellikle temel özelliştir. Hastalıkta beyinde kan pıhtısı oluşur ve ölüm genellikle görülür. HUS'tan farklı olarak nörolojik belirtiler daha yüksektir ve beyinde oluşan kan pıhtıları nedeniyle ölüm oranı yüksektir. Bununla beraber *E. coli* O157:H7 enfeksiyonların da TTP 'nin nadir olduğu da bildirilmektedir (Doyle, 1991; Ünlütürk ve Turantaş, 2003).

### **2.3.7. Gıdalarda Tespiti**

Dünya üzerindeki enfeksiyonların çok büyük bir bölümü başta yetersiz pişirilmiş et ve pastörize edilmemiş süt olmak üzere sığır kaynaklı gıdalar ile olmuştur. Diğer hayvanlar ve özellikle ruminantlar da, *E. coli* O157:H7 kaynağı ya da vektörüdür (Halkman ve ark., 2001).

*E. coli* O157:H7 kontaminasyonuna neden olan başlıca aracı gıdalar kıyma, jambon, hindi rulo sandviçi, köfte, hamburger ve fermente salam gibi hayvansal gıdaların neden olduğu çok sayıda salgın bildirilmiştir (Coşansu ve Ayhan, 2000).

İnsanlardaki *E. coli* O157:H7 enfeksiyonlarının önemli başlıca kaynağı infekte sığırlardır. Sığırlar semptom göstermeksizin hastalık etkenini taşırlar ve bunları dışkıları ile çevreye bulaştırırlar. Bu etken başta sığır olmak üzere domuz, koyun, piliç etleri ve yine başta hamburger ve köfte olmak üzere kıyma ile hazırlanan et ürünlerinden sıklıkla izole edilmektedir. Farklı hayvanların dışkılarının etkeni farklı düzeylerde kontamine edebileceği gösterilmiştir. İngiltere 'de yapılan bir seri çalışmada sığır dışkılarında % 15,7; koyun dışkılarında % 2,2 düzeyinde pozitif sonuç bulunmuş iken, sığır eti ürünlerinde % 1,5 buna karşın kuzu eti ürünlerinde % 5,9 pozitif sonuç alınmış olması oldukça ilginç bulunmuştur. Et ürünleri dışında da bulunan ve salgınlara yol açan bu patojen en yaygın olarak çeşitli peynirler, çiğ süt ve genel olarak patojenler açısından güvenilir bir gıda olarak tanımlanmasına karşın yoğurt gibi süt ürünleri; çeşitli su kaynakları, salatalar ve salata sosları, evde yapılan sandviç, turp filizi, pastörize edilmemiş elma şarabı ve taze sıkılmış elma suyu çeşitli enfeksiyonlara neden olmuştur. Suyun potansiyel kontaminasyonuna karşı su kaynaklı enfeksiyonun diğerlerine göre daha az olduğu ve bunun nedeni olarak *E. coli* O157:H7 serotipinin suyun işlenmesi sırasında kolaylıkla öldürülebilmesi olduğu belirtilirken, Afrika ülkelerinde yüzey suyunun içilmesine bağlı olarak binlerce hastalanmanın görüldüğü salgınlar

da göz ardı edilememektedir. Sebze, salata, patates, salata yapımında kullanılan diğer yeşil sebzeler ve suyun kontamine olmasında tarımsal alanların ruminant dışkısı ile gübrenmesi veya çapraz kontaminasyonlar rol oynar. *E. coli* O157:H7' nin *Campylobacter*, *Salmonella* ve *Shigella*'dan sonra 3/100.000 ile Amerika' da en sık rastlanan gıda enfeksiyonu etkenleri arasında yer aldığı rapor edilmektedir. Türkiye' de konu ile ilgili yeterince epidemiyolojik çalışma henüz tam olarak bulunmamaktadır (Halkman ve ark., 2001; Erol, 2007).

Bu bakterinin iceberg salatalarında canlı kalması ve yapraklara penetrasyonu ve klorun etkisi üzerinde de araştırma yapılmış, hücrelerin kesik dokuların 73,5 µm altına penetre olduğu, 200 ppm klorun 5 dakika içinde 0,7 - 1,0 log birimi indirgeme sağlamakla beraber doku içine nüfuz etmiş *E. coli* O157:H7 hücrelerinin klor etkisinden daha fazla korunduğu bulunmuştur. Böylece çiğ yenilen salata türü sebzelerin ne denli tehlikeli olabileceği ortaya konulmuştur (Halkman ve ark., 2001).

Taze sıkılmış elma suyu birçok ülkede yaygın bir tüketim alanına sahiptir. Ağaçtan yere dökülmüş ve dışkı ile temas etmiş elmaların yeterince yıkanmadan ayaküstü büfelerde sıklıkla tüketime sunulması sonunda kayıtlara geçen pek çok enfeksiyon görülmüştür. Yine ABD 'de pastörize edilmemiş elma suyundan yapılan elma şarabı (cider) pek çok enfeksiyona neden olmuştur. Elma şarabına işlenecek elmaya diğer meyve şaraplarında olduğu gibi ısıtma işlemi uygulanmaması ve elma şarabında alkolün % 4 - 5 düzeyinde olması enfeksiyon riskini artırmaktadır (Park ve ark., 1999).

### **2.3.8. Kontrolü ve Önleme Yolları**

Enfeksiyonu önlemek için, tarımsal üretimden, gıdaların işlenmesi ve hazırlanmasına kadar olan prosesin, her basamağında kontrol önlemlerinin alınması gerekmektedir. Hijyenik kesim uygulamaları ile karkasın dışkı ile kontaminasyon riski azaltılmaktadır. Çiftliklerde, gıda işlek yerlerinde ve kreşlerde çalışan personelin, güvenli gıda sağlama teknikleri, çiğ ve pişmiş gıdalardan kaynaklanabilen direkt ve indirekt kros kontaminasyonlar ve personel hijyeni konularında eğitilmesi, bakterinin insanlara geçişini minimuma indirmede önem taşımaktadır (Temelli, 2002).

Enfeksiyonun yayılmasını engellemek için, özellikle çocukların, tuvalet sonrasında, yemek öncesinde, çiftlik hayvanları ve çiğ gıdalarla temastan sonra ellerini sabunla uygun bir şekilde yıkaması sağlanmalıdır. Enfeksiyonun kontrol altına alınmasında, salatalarda ve sandviçlerde çiğ olarak yenen alfa filizlerinde, kullanılmaya başlanan iyonize radyasyon uygulamaları ile HACCP sistem bazlı uygulamaların etkili olduğu bildirilmektedir. Ayrıca koruyucu önlem olarak, etin kesim sonrası hızla 7 °C'nin altında, sütün ise 5 °C ve altında soğutulması gerekmektedir (Rajkowski ve Thayer, 2000; Temelli, 2002).

Gıdalarda bulunan EHEC'i elimine etmek için uygulanan en etkili metodun ısıtma (pişirme veya pastörizasyon) olduğu bildirilmektedir. *Enterobacteria* (*E. coli* dahil), ısıya duyarlıdır ve 70 °C'nin üstünde ısıtma ile yok edilebilir. Asitlik ve tuza olan direncin tersine olarak *E. coli* O157:H7 serotipi yüksek sıcaklığa *Salmonella* 'dan daha fazla duyarlıdır ancak donma sıcaklıklarına kayda değer ölçüde dirençlidir ve - 20 °C 'da 9 ay süre ile sayıda çok az bir azalma ile canlılığını koruyabilmektedir. Çiğ veya az pişmiş gıdalar, çapraz-bulaşma (pişmiş gıdanın hammadde ile veya kontamine olmuş aletle temasa geçmesi) enfeksiyonun başlıca nedenleridir. Uygun pişirme ve gıdanın hijyenik işlenmesi enterobakteriyel enfeksiyonları yüksek oranda engelleyecektir (Çakır, 2000; Halkman ve ark., 2001; Temelli, 2002).

Pastörize edilmemiş süt ürünleri ve meyve suları ile yetersiz pişirilmiş kıyma, et ürünleri ve hamburgerlerin tüketiminden kaçınılmalıdır. Yapılan bir çalışmada araştırmacılar hamburgerlerin merkezine *E. coli* O157:H7 inoküle etmişler, hamburgerleri üretici firmanın önerisine göre pişirmişler ve sonuçta bu pişirme sonunda *E. coli* O157:H7 'nin hamburgerlerde belirlenemediğini, ancak üretici önerisinin altında pişirme sonucunda *E. coli* O157:H7 'nin canlı kalabileceğini göstermişlerdir. Özellikle bu tip gıdalara uygulanan ısı işleminin ürünün her yerinde (merkezi dahil) 70 °C ve üzerinde olması etin pembe renginin kaybolup gri kahverengiye dönüşmesi ve et suyunun tamamen uzaklaşması ile yeterli pişirme sağlanabilmektedir. Et hazırlanırken diğer yiyeceklerden ayrı tutulmalı, çiğ etle temas eden tüm yüzeyler ve aletler tekrar kullanılmadan evvel iyice yıkanmalıdır. Üzerinde çiğ etin bulunmuş olduğu ve yıkanmamış bir tabağa sonradan pişmiş olanları koymak enfeksiyonu aktarır (Phillips ve Roscoe, 1996; Park ve ark., 1999; Halkman ve ark., 2001; Temelli, 2002; Sarı, 2008).

Klorlanmamış suların, içilmemesi veya gıda işlek yerlerindeki ekipmanların yüzey temizliğinde kullanılmaması, klor veya diğer etkili dezenfektanların uygulandığı suların tüketilmesi gerekmektedir. Tahıl, meyve ve sebzelerin sulanmasında kullanılan atık suların belli işlemlerden geçirilmesi önerilmektedir. Şüpheli suların tüketilmeden önce mutlaka kaynatılması sağlanmalı, bunun yanında işlem görmemiş havuz veya göl sularında yüzmenin patojenin geçişi için bir risk olduğu öğretilmelidir. Günümüzde EHEC'e bağlı hastalıklardan korunmak için kullanılan etkin bir aşı bulunmamakta ancak hayvanlarda deneysel uygulamalar devam etmektedir (Temelli, 2002).

Çeşitli bitkilerin *E. coli* O157:H7 üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Ticari ürün olan "protecta one" ve "protecta two" adlı bitki ekstraktları ete aşılansın *E. coli* O157:H7 üzerine % 2,5 konsantrasyonda püskürtülmüş ve ilk gün etki görülmemekle beraber 4 °C'da 7 günlük

depolama sonunda bu bakteride 1,3 log/cm<sup>2</sup> düzeyinde indirgeme sağlanmış ve bitki ekstraktlarının bir miktar indirgeme yapabileceği belirtilmiştir. Buna karşı %1 konsantrasyondaki sarımsak tozu çözeltisinin 6 saat gibi bir süre içinde 10<sup>7</sup> kob/ml düzeyindeki *E. coli* O157:H7 'yi tümüyle öldürdüğü, dolayısı ile sarımsağın gıda korumada etkili olduğu gösterilmiştir. Turpgiller (Crucifera) familyası üyelerinde bulunan ve gerek sıvı ortamlarda gerek buhar formunda kuvvetli bir antimikrobiyal etkisi olduğu bilinen allyl isothicyate' ın *E. coli* O157:H7 üzerindeki etkisinin buhar formunda ve bakteri gelişme fazında iken yüksek düzeyde olduğu bulunmuştur. Benzer bir çalışmada ise % 0,1 asetik asit içeren sirkenin *E. coli* O157:H7 'nin gelişmesini engellediği gösterilmiştir (Halkman ve ark., 2001).

### **2.3.9. İzolasyon Yöntemleri**

*E. coli* O157:H7' nin gıdalarda ve klinik örneklerde aranması ve izolasyonu için birçok yöntem geliştirilmiştir. Fekal koliformların ve *E. coli*'nin aranmasında kullanılan klasik yöntemlerde inkübasyon sıcaklığı olarak 44 - 44,5 °C sıcaklık aralığı kullanılmaktadır. Fakat *E. coli* O157:H7 serotipi bu sıcaklık aralığında çok zayıf gelişmektedir. Bu nedenle bu serotipin spesifik belirlenmesine yönelik alternatif prosedürler geliştirilmektedir (Özbaş ve Aytaç, 1995).

*E. coli* O157:H7 serotipinin çeşitli gıda, klinik ve çevre örneklerinde aranmasına yönelik olarak kısaca klasik ve gelişmiş olarak 2 ana grupta toplanabilecek çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Diğer bakterilerin aranmasında olduğu gibi *E. coli* O157:H7 serotipi aranmasında da klasik yöntemler ile gelişmiş yöntemler kıyaslandığında klasik yöntemler sarf malzemesi gideri açısından avantajlı ancak, iş gücü maliyeti, analizin duyarlılığı ve süre açısından dezavantajlıdır (Halkman ve ark., 2001).

**Klasik Yöntemler:** *E. coli* O157:H7 'nin belirlenmesi için kullanılan bu yöntemlerin büyük çoğunluğu selektif zenginleştirme ve katı besiyerine ekim aşamalarını içeren var/yok testleri şeklindedir. Bu testler ile analiz edilen belirli bir miktar örnekte bu bakterinin varlığı ya da yokluğu araştırılır. Buna göre materyalde öncelikle *E. coli* O157:H7 'nin varlığının gösterilmesi amacıyla selektif bir sıvı besiyerinde zenginleştirme işlemi yapılır. Sonraki aşamada selektif ve ayırt edici bir katı besiyerine ekim gerçekleştirilir. Ekim sonucu izole edilen şüpheli kolonilere biyokimyasal ve lateks aglütinasyon testleri uygulanır. *E. coli* O157 olduğu saptanan izolatların verotoksin analizlerinin de yapılması gerekmektedir (Özbaş ve Aytaç, 1995; Boer, 1999; Tunail, 2000).

Klasik yöntemlerle *E. coli* O157:H7 izolasyonunda yoğun refakatçi flora varlığına bağlı olarak sıklıkla sahte negatif sonuçlar alınabilmektedir. Benzer şekilde analiz edilen diğer



mikroorganizmalarda da olduğu gibi, selektif zenginleştirme ortamı olarak kullanılan besiyerinde *E. coli* O157:H7 serotipi ile aynı düzeyde gelişebilen *E. coli* tip 1, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter* spp., *Hafnia alvei* gibi yakın akraba türler selektif katı besiyerinde de rahatlıkla gelişebilmekte ve eğer başlangıçta *E. coli* O157:H7 sayısı bu flora içinde yeterli bir oranda değil ise bu bakterilerin baskılaması nedeni ile analiz sonucu hatalı olarak negatif alınmaktadır. Burada hedef bakterinin selektif sıvı ve katı besiyerlerinde gelişebilen refakatçi flora içindeki oranı en düşük % 1 olmalıdır. Klasik yöntemlerle yapılan analizlerde yakın akraba refakatçi floranın inhibisyonu üzerinde pek çok çalışma yapılmaktadır. Bunların inhibisyonu için yükseltilmiş inkübasyon sıcaklığı, düşük pH, çeşitli antibiyotiklerin kullanılması, kısa inkübasyon süresi gibi faktörler araştırılmaktadır (Halkman ve ark., 2001).

O157:H7 araştırmalarında zenginleştirici besiyeri olarak en çok kullanılan besiyerleri; TSB agar, EMB agar, violet bile agar, kromojenik rainbow agar ve *E. coli* broth' dur. Yapılan çalışmalarda bu besiyerleri refakatçi floranın baskı altına alınabilmesi için çeşitli kimyasallarla modifiye edilmişlerdir. Bu kimyasallardan en çok kullanılanı novobisisindir (Yavuz ve ark., 2002).

Selektif katı besiyeri olarak bu gün en yaygın kullanılan sorbitol MacConkey (SMAC) agar ve bu besiyerinin çeşitli modifikasyonlarıdır. Bu besiyerinin standart MacConkey agardan farkı bileşiminde laktoz yerine sorbitol bulunmasıdır. *E. coli* O157:H7 serotipi sorbitol negatif olduğu için bu besiyerinde renksiz koloniler oluşturmakta, buna karşı sorbitolu kullanan bakterilerin oluşturduğu asitlik bir pH indikatörü yardımı ile kolonilerin kırmızı görülmesine neden olmakta, böylece *E. coli* O157:H7 serotipi sorbitol pozitif bakterilerden ayırt edilmektedir. Her ne kadar *E. coli* 'lerin çoğu sorbitolu fermente edebilir iken % 6 kadar *E. coli* sorbitol negatiftir. Bu atipik suşlar da gıdalarda bulunabilmektedir. Bu nedenle her sorbitol negatif *E. coli* suşu O157:H7 serotipi olarak değerlendirilmemeli, basit olarak MUG testi ile izolatan *E. coli* tip 1 olup olmadığı kontrol edilmelidir (Halkman ve ark., 2001).

SMAC dışında, phenol red sorbitol (PRS) + MUG agar, L-EMB agar, hemorrhagic colitis (HC) agar, enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) agar, BCM O157 agar, CHROMagar O157, modifiye edilmiş EMB (mEMB) agar, Fluorocult *E. coli* O157 agar, standart enterik agar ve purple agar base + % 1 sorbitol besiyeri kombinasyonu besiyerleri de çeşitli denemelerde kullanılmıştır. HC agar MUG ve sorbitol içermesi ile MUG ve sorbitol negatif kolonilerin izolasyonuna olanak sağlamaktadır. Bununla beraber inkübasyonun uzamasına bağlı olarak floresansın yayılması MUG reaksiyonunun sağlıklı olarak değerlendirilebilmesini olanaksız kılmaktadır. Bu nedenle MUG yerine kolorimetrik bir katkı olan BCIG 'in

kullanılması daha yüksek doğrulukla izolasyon yapılabilme olasılığı vermektedir (Halkman ve ark., 2001).

Klasik yöntemle *E. coli* O157:H7 aranmasında son aşama selektif katı besiyerinden izole edilen şüpheli kolonilerin tanımlanmasıdır. Bu tanımlama O157 serotipi için biyokimyasal testler ile yapılabileceği gibi doğrudan lateks aglütinasyon testi ile de yapılabilmekte, ancak O157 olduğu belirlenen izolatın H7 olup olmadığı H7 antiserumu ile belirlenebilmektedir. *E. coli* O157 suşlarının serolojik esaslarla belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan lateks aglütinasyon kiti iki adet lateks solüsyonu içermektedir. Bunlardan test solüsyonu, *E. coli* O157 antijenine özel tavşan antikorları ile kaplanmış lateks partiküllerinden oluşmakta iken, kontrol solüsyonu ise pre-immun halde tavşan globulinleri içermektedir. Test edilen kültürler SMAC agar üzerinde geliştirildikten sonra, sorbitol negatif olan koloniler, lateks testine tabi tutularak test sonucu 1 dakika içinde tespit edilebilmektedir (Halkman ve ark., 2001).

**Gelişmiş ve Hızlı Testler:** Klasik yöntemlerle birçok enfeksiyon teşhis edilebilmekte ise de bunlar bazen yetersiz kalabilmekte ve özellikle refakatçi floranın maskeleymesi nedeni ile çoğu kez sahte negatif sonuçlar alınabilmektedir. Bu nedenle, giderek gelişen analiz teknikleri içinde başta DNA esaslı testler ve immuno enzimatik yöntemler olmak üzere çeşitli analiz yöntemleri üzerinde çalışılmakta, bunlardan bir kısmı ticari olarak üretilip pazarlanmaktadır. Bu yöntemlere son zamanlarda yeni serolojik metotlar, özellikle, immunoassay, radioimmunoassay (RIA), fluorescent immunoassay (FIA), enzim immunoassay (EIA), immun peroksidaz testleri vs. katılarak bakterilerin belirlenmesinde daha güvenli ve erken sonuçlar alınmaktadır. Ancak, bu testler pahalı olduğu gibi yetişmiş personele ve iyi donatılmış laboratuvarlara gereksinim duymaktadır. Bu kadar duyarlı olmalarına karşı, bazı olgularda da yine çapraz reaksiyonlar ve şüpheli durumlar ortaya çıkmakta ve tanı gecikmektedir. İmmunolojik belirleme ve identifikasyon sistemleri analiz süresinde kayda değer bir kısalma sağlamaktadır. Bunlar arasında latex agglutinasyon, ELISA, koloni immunblot analizleri, direkt immunofloresan filtre ve immun yakalama teknikleri *E. coli* O157:H7 analizlerinde kullanılmaktadır. Bu amaçla O ve H antijenlerine karşı monoklonal ve poliklonal antiserumlar geliştirilmiştir. Bu sistemlerde 1 gecelik inkübasyon sonrasında 1 kob/g 'dan daha az sayıda olan *E. coli* O157:H7 varlığı belirlenebilmektedir (Feng ve ark.,1991; Boer, 1999; Halkman ve ark., 2001).

HGMF 'de gelişen *E. coli* O157 kolonilerinin belirlenmesi için immünolojik yöntemle boyamada H7 dışındaki serotipleri de içeren spesifik MAb kullanılmaktadır. Bu yöntemde HGMF'de gelişen koloniler petride yeniden üretilip işaretli problemlerle

boyanmakta, kullanılan MAb tüm *E. coli* O157 serotipleri ve N grup *Salmonella* suşları ile reaksiyona girdiği için immün pozitif koloniler yine biyokimyasal ve serolojik yöntemlerle kontrol edilmektedir. Enterohemorajik *E. coli* O157:H7 ve O26:H11 için üretilen spesifik bir MAb *E. coli* O157 antijeni ya da O157 poliklonal antikorları ile çapraz reaksiyona giren diğer bakteriler ile çapraz reaksiyon vermemekte, MAb özel olarak sadece enterohemorajik *E. coli* O157:H7 ve O26:H11 serotiplerinde bulunan 2 dış membran proteini ile reaksiyona girmektedir. Bu yüksek spesifikliğinden dolayı MAb gıda ve klinik örneklerde bu *E. coli* serotiplerinin hızlı belirlenmesi için yararlı bir immünoassay olarak tanımlanmaktadır (Doyle, 1991; Halkman ve ark., 2001).

USDA-FSIS (ABD Tarım Bakanlığı Gıda Güvenliği ve Kontrolü Şubesi) etlerden *E. coli* O157:H7 izolasyonu için geliştirdiği yöntem 3M petrifilm *E. coli* petrilere ve poliklonal O157 antikor ile immunolojik boyama esasına dayanmaktadır. Zenginleştirme kültürünün çeşitli dilüsyonları petri film petrilere ekilmekte, oluşan koloniler doğrudan temas ile nitroselüloz kağıtlara alınmakta, buradaki immün pozitif koloni beneklerine uyan petri film petrilindeki koloniler ve zenginleştirme kültüründen bu kez SMAC-BCIG agara ekim yapılmakta, şüpheli koloniler EMB agar ile PRS-MUG agar besiyerlerine sürülmekte, tipik *E. coli* O157:H7 kolonileri lateks aglütinasyon testine alınmakta, ayrıca biyokimyasal ve serolojik olarak doğrulanmaktadır (Halkman ve ark., 2001).

*E. coli* O157:H7 'nin zenginleştirme ve katı besiyeri kullanılmadan antikor-direk epifluorescent filitre tekniği (Ab-DEFT) ile doğrudan sayımı mümkündür. Bu analiz yöntemi ile 15 dakika süre ile tripsin ve Triton X - 100 ile muamele edilen kıyma 5 mm por çaplı ön filtreden sonra 0,2 mm por çaplı siyah polikarbonat filtreden geçirilmekte ve son filtre doğrudan fluorescein ile işaretlenmiş anti - O157 poliklonal antikor ile boyanıp yıkanmakta ve epifloresan mikroskopta incelenmekte, böylece 1 saatten daha az bir süre içinde analiz tamamlanmaktadır (Halkman ve ark., 2001).

Selektif zenginleştirme kültürünün "sandwich" ELISA *E. coli* O157 antijeni için spesifik bir poliklonal antikor ile uygulanmasıdır. Yüksek düzeydeki spesifikliği, duyarlılığı ve hızlı olmasının yanında bu işlem rutin mikrobiyolojik kontroller yapan laboratuvarlar için kullanımı kolay ve uygun bir yöntem olarak tanımlanmıştır. İmmunolipozomlar kullanılarak geliştirilen ve bir kolorimetrik immuno analiz yöntemi olan "immunoliposome sandwich assay" ile *E. coli* O157:H7' nin yıkama ve inkübasyon aşamalarına gerek duyulmadan 8 dakika gibi kısa bir süre içinde belirlenebileceği ve immunopolizomların sadece *E. coli* O157:H7 ile bağlanabileceği ve hiç bir çapraz reaksiyon alınmadığı transmisyon elektron

mikroskopik analizler ile gösterilmiştir (Padhye ve Doyle, 1991; Park ve Durst, 2000; Halkman ve ark., 2001).

*E. coli* O157 'nin hızlı ve basit olarak belirlendiği bir diğer enzim immunoassay sistemi polymacron 'dur. Bu sistemin esası test örneğinin sodyum cholate ile 100 °C 'da 10 dakika ısıtılması ile ekstrakte edilen *E. coli* O157 antijeninin immuno enzimatik yöntemle belirlenmesidir. Yine ticari bir kit olan EZ Coli ise standart mikropipette bulunan *E. coli* O157 için spesifik olan hızlı immunoassay yöntemidir. Bunların dışında immunomanyetik ayırım yöntemi ile çalışan sistemler üzerinde son yıllarda yoğun bir ilgi vardır. İmmunomanyetik ayırım yönteminde O157 spesifik antikorların paramanyetik parçacıklara tutturulması şeklindeki bir selektif zenginleştirme ile dışkıda 10<sup>7</sup> kob/g koliform bakteri bulunurken 10<sup>2</sup> kob/g düzeyindeki *E. coli* O157:H7 belirlenebilmiştir (Halkman ve ark., 2001).

Son zamanlarda toksin oluşturan çeşitli *E. coli* suşlarının belirlenmesinde multipleks PCR tekniği kullanılmaktadır. Bu yöntem ile bifteklerde *E. coli* O157:H7 ve toksinlerinin araştırıldığı bir çalışmada PCR 'ı inhibe eden gıda parçacıkları 2 aşamalı basit bir filtrasyon ile giderilmiştir. Bu yöntem ile genel bir besiyerinde 37 °C'da 6 saat inkübasyon ile 10<sup>3</sup> kob/g, bir gece inkübasyon ile 1 kob/g düzeyinde duyarlık sağlanmaktadır. Benzer şekilde yürütülen bir çalışmada da multipleks PCR tekniği kullanılarak başarılı sonuçlar alınmıştır. "Restriction - site specific - PCR; RSS - PCR" yöntemi ile çevresel örneklerden izole edilmiş çok sayıdaki *E. coli* izolatının *E. coli* O157:H7 olup olmadığının belirlenmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilceği, bunların dışında lazer taramalı konfokal mikroskopik araştırmalar ile de etlerde *E. coli* O157:H7 'nin belirlenebileceği gösterilmiştir (Halkman ve ark., 2001; Erol, 2007).

### **2.3.10. Peynirin Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Yapılan Önceki Çalışmalar**

Protein ve kalsiyum bakımından oldukça zengin bir besin maddesi olan peynirde, farklı kaynaklardan bulaşan birçok mikroorganizma grubu çok hızlı bir çoğalma gösterirler. Bu mikroorganizmalar peynirlerdeki besin kaynaklarını kullanarak kötü tat ve aromaya sebep olan metabolitleri üretip, bunun sonucunda acılaşıma, ekşime gibi bozulmalar oluştururlar. Peynirlere çeşitli kaynaklardan bulaşan mikroorganizmalar içerisinde, en zararlı grubu koliform grubu bakteriler oluşturmaktadır (Dülger ve Gücin, 1999).

Ülkemize peynirlerde bulunan koliform grubu bakterileri izole edip tanımlamak ve mikrobiyolojik kalitelerini saptamak amacıyla çok fazla araştırma yapılmıştır. Kurt ve Akyüz (1984) otlu peynir üzerine yapmış oldukları çalışma sonucunda koliform grubu

bakteri sayısını  $15,1 \times 10^2$  kob/g olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Sert ve Özdemir (1989) ise taze beyaz peynirleri incelemiş ve inceleme sonucunda ortalama koliform grubu bakterileri  $2,8 \times 10^6$  kob/g olarak saptamışlardır.

Kalkan ve ark. (1991) yapmış oldukları çalışmada, marketlerde satılan 50 adet beyaz peynir numunesi incelemişler ve bunun sonucunda numunelerin % 64'ünde  $1,3 \times 10^5$  kob/g koliform bakteri, % 22'inde ise  $2,5 \times 10^3$ /g *E. coli* bulunduğunu belirtmişlerdir. Yalçın ve ark. (1993) inceledikleri beyaz peynir örneklerinde koliform grubu bakteri sayısını ortalama olarak  $3,6 \times 10^7$  kob/g olarak bildirmişlerdir. Dığrak ve Özçelik (1996) yaptıkları çalışmada, 17 adet Erzincan Tulum (Şavak) peyniri ve 21 adet taze beyaz peynir incelemişler ve tüm peynir örneklerinden koliform grup bakteri izole etmişlerdir.

Vatan (1996) Bursa ili merkezinde satışa sunulan kaşar peynirlerinin mikrobiyolojik özelliklerini incelemiş ve bu inceleme sonucunda koliform grup bakteri sayısını 272 adet/g düzeyinde olduğunu saptamıştır. Sancak ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada Van piyasasında tüketime sunulan otlu peynirleri incelemişler ve koliform grubu bakterileri  $8,2 \times 10^5$  kob/g olarak belirlemişlerdir.

Dülger ve Gücin (1999) Bursa ilinde satışa sunulan 20 adet taze beyaz peynir örneğinde koliform grup bakterilerin tanımlanması üzerine çalışma yapmışlardır ve bunun sonucunda tüm numunelerin koliform içerdiğini, izole edilen 264 izolatın % 40,3'ünün *E. coli* olduğunu bildirmişlerdir.

Gönül (1997) 20 adet beyaz peynir ve teneke tulum peyniri örneğini incelemiş ve bu örneklerin 14'ünde koliform, fekal koliform olduğunu belirtmiş ve *E. coli* sayılarını ise  $2,4 \times 10^3$  gr'ın üzerinde saptamıştır. Coşkun ve Öztürk (2000) ise otlu peynirlerde yapmış oldukları çalışmada örneklerinin % 36,7'inde *E. coli* olduğunu bildirmişlerdir.

Soyutemiz ve ark. (2000) çalışmalarında inceledikleri kaşar peynirlerindeki koliform bakteri sayısının  $5,1 \times 10$  kob/g düzeyinde olduğunu belirtmişler, ayrıca peynir yapılacak çiğ süt örneklerinin tamamında ise *E. coli'*ye rastladıklarını bildirmişlerdir. Çalışmalarında ayrıca 70 °C'deki haşlama sonrasında ise sadece bir örnekte *E. coli'*nin (% 20) yıkımlandığı belirtilmiştir.

Şen ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada Bursa'da tüketime sunulan 50 adet Mihaliç peynirini incelemişler ve  $1,7 \times 10^2 - 6,3 \times 10^3$  kob/g koliform grup bakteri olduğunu bildirmişlerdir.

Gülmez ve ark. (2001) çalışmalarında, 50 adet taze ve 50 adet beyaz salamura peynir örneğini incelemiştir. İnceleme sonucunda taze beyaz peynirlerde ortalama  $2,5 \times 10^6$  kob/g,

salamura örneklerinde ise  $4,3 \times 10^6$  kob/g koliform grup bakteri bulunduğunu saptamışlardır.

Uğur (2001) Muğla halk pazarında satışa sunulan ev yapımı peynirlerin mikrobiyolojik kaliteleri üzerine bir çalışma yapmış ve bu amaçla incelediği 26 adet peynir örneğinde  $3,2 \times 10^5$  kob/g koliform grubu bakteri belirlemiştir. Çalışmada incelenen peynir örneklerinde TSE standartlarına göre fazla sayıda koliform grup bakteri ve *E. coli*' ye rastlandığı bildirilmiştir.

Atasoy ve ark. (2003) inceledikleri 9 adet taze Urfa peyniri örneklerinden sadece bir tanesinde koliform grup bakteri sayısı tespit edilememiş, diğer örneklerde ise  $1,80 \times 10^2$  ile  $9,80 \times 10^2$  kob/g arasında değişen sayılarda koliform grup bakteri varlığı saptamışlardır.

Günşen ve Büyükyörük (2003) taze kaşar peynirlerin bakteriyolojik kaliteleri üzerine yapmış oldukları çalışmada 125 adet taze kaşar peynirinin 18 adedinde (% 14,4) ortalama  $3,9 \times 10$  kob/g düzeyinde koliform bakteri tespit ederken, bu örneklerin 5 adedinde (% 27,8) *E. coli* tespit etmişlerdir.

Kaynar ve ark. (2005) Ankara İli Ulus Semti'ndeki marketlerden temin etmiş oldukları 30 adet beyaz peynir örneğini mikrobiyolojik yönden incelenmişler ve bunun sonucunda koliform grup bakteri içeren peynir örneklerinden 18'inde, sayıları  $7,3 \times 10^1$  -  $24 \times 10^2$  kob/g arasında değişen fekal koliform ve *Escherichia coli*' ye rastlanmışlardır.

Şimşek ve Sağdıç (2006) Isparta ve yöresindeki peynirler üzerinde yapmış oldukları çalışma sonucunda, tüm örneklerdeki toplam koliform sayısını  $< 10^1$  log kob/g olarak bulmuşlardır.

Karakaş ve Korukluoğlu (2006) yaptıkları çalışmada sepet peynirlerini incelemişler ve inceleme sonucunda 40 kob/g koliform bakteri saptamışlardır. Keskin ve ark. (2006) ise semt pazarlarından temin ettikleri 20 adet beyaz peynir örneklerini incelemişler ve örneklerin % 96'sında koliform grup bakteri saptamışlardır.

Tekinşen ve Elmalı (2006) çalışmalarında 35 adet taze civil peynirini incelemişler ve bunun sonucunda da % 85,7' sinde koliform grup bakteri mevcut olduğunu ve bunların ortalama sayısının 2,75 kob/g olduğunu belirtmişlerdir.

Ceylan ve Demirkaya (2007) Erzurum ili piyasasından temin edilen 29 adet peynir örneğini incelediklerinde, koliform grup bakteri sayısını  $< 1 - 3,25$  log kob/g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Öksüztepe ve ark. (2009) ise yaptıkları çalışmada Elazığ'da marketlerde satışa sunulan vakum paketli 50 adet kaşar peyniri örneğini incelemişler ve koliform grup bakteri sayısını ortalama  $5,2 \times 10^1$  kob/g değerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Önganer ve Kırbağ (2009) ise Diyarbakır’ da ambalajsız olarak satışı sunulan çökelek peynirlerinin mikrobiyolojik kalitelerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda 30 adet çökelek peyniri örneğinin 7’sinde koliform grup bakteri ve % 23,3 oranında *E. coli* olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan tüm bu çalışmalarda, incelenen peynir örneklerinde koliform bakterilerin sayılarının yüksek olarak bulunması, peynir yapımında çiğ süt kullanımının oldukça yaygın olduğunu veya üretiminde hijyenik koşullardan tamamen uzak durulduğunu düşündürmektedir.

### **BÖLÜM 3**

#### **MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1. 1. Peynir Numuneleri**

Araştırmanın materyalini Çanakkale ili mandıra, market ve pazarlarında, farklı satış noktalarında tüketime sunulan toplam 100 adet Ezine peyniri numunesi oluşturmuştur. Alınan numuneler 250 g olacak şekilde ayrı steril torbalar içinde laboratuara getirilerek aynı gün incelenmiştir.

##### **3.1.2. Besiyerleri**

Besiyeri 1. Tamponlanmış Peptonlu Su (TPS)

Casein enzymic hydrolysate	10 g
Sodium chloride	5 g
Disodium hydrogen phosphate 12H <sub>2</sub> O	9 g
Monopotassium hydrogen phosphate	1,5 g

Besiyeri 1 karışımın pH' sı 7,2 - 7,4'e ayarlandıktan sonra her bir deney tüpüne 9 mL ilave edildi. Tüpler 121 °C'de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra kullanılıncaya kadar + 4 °C' de saklandı (Bridson, 1988).

Besiyeri 2. MUG içeren Laurly Sulphate Tryptose Broth (LSTB)

Casein enzymic hydrolysate	20 g
Lactose	5 g
Sodium chloride	5 g
Dipotassium phosphate	2,75 g
Monopotassium phosphate	2,75 g
Sodium laurly sulphate	0,10 g
4 - Methylumbelliferyl β - D - glucoronide (MUG)	0,05 g

Besiyeri çift güçlü olarak hazırlandı. Karışım pH' sı 6,8 - 7,0 ye ayarlanıp durham tüplü her bir deney tüpüne 9 mL ilave edildi. Tüpler 121 °C' de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra kullanılıncaya kadar + 4 °C' de saklandı (Bridson, 1988).

Besiyeri 3. Nutrient Broth, pH 6,9 w/o NaCl (NB)

Peptic digest of animal tissue	5,0 g
--------------------------------	-------



Beef extract 3 g

Besiyeri 3 karışımın pH' sı 7,4 - 7,6' ya ayarlanıp her bir deney tüpüne 5 mL ilave edildi. Tüpler 121 °C'de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra kullanılıncaya kadar + 4 °C' de saklandı (Bridson, 1988).

**Besiyeri 4. Sorbitol MacConkey Agar (SMAC)**

Peptic digest of animal tissue 17 g  
Proteose peptone 3 g  
Sorbitol 10 g  
Bile salts 1,5 g  
Sodium chloride 5 g  
Neutral red 0,03 g  
Crystal violet 0,001 g  
Agar 13,50 g

Besiyeri 4 karışımın pH' sı 7,1 - 7,3' e ayarlanıp 121 °C' de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra 10 cm çapındaki petri kutularına döküldü ve kullanılıncaya kadar + 4 °C' de saklandı (Bridson, 1988).

**Besiyeri 5. Nutrient Broth, pH 6.9 w/o NaCl (NB)**

Peptic digest of animal tissue 5,0 g  
Beef extract 3 g

Besiyeri 5 karışımın pH' sı 7,4 - 7,6' ya ayarlanıp her bir deney tüpüne 5 mL ilave edildi. Tüpler 121 °C'de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra kullanılıncaya kadar + 4 °C' de saklandı (Bridson, 1988).

**Besiyeri 6. MR - VP Medium (Buffered Glucose Broth)(Glucose Phosphate Broth)**

Buffered peptone 7 g  
Dextrose 5 g  
Dipotassium phosphate 5 g

Besiyeri 6 karışımın pH' sı 7,5 - 7,7' ye ayarlanıp her bir deney tüpüne 5 mL ilave edildi. Tüpler 121 °C'de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra kullanılıncaya kadar + 4 °C' de saklandı (Bridson, 1988).

**Besiyeri 7. Simmons Citrate Agar**

Magnesium sulphate	0,20 g
Ammonium dihydrogen phosphate	1 g
Dipotassium phosphate	1 g
Sodium citrate	2 g
Sodium chloride	5 g
Bromo thymol blue	0,08 g
Agar	15 g

Besiyeri 7 karışımın pH' sı 7,0 - 7,2' ye ayarlanıp ağzı vida kapaklı tüplere 10 mL ilave edildi. Tüpler 121°C' de 15 dakika steril edildikten sonra yatık durumda tutularak besiyeri karıştırıldı ve kullanılıncaya kadar + 4 °C' de saklandı (Bridson, 1988).

**3.1.3. Ayıraçlar****Ayıraç 1. İndol Test Ayıracı (Kovacs)**

β - dimethylaminobenzaldehyde	10 g
Isoamyl alcohol	150 mL
HCl (konsantre)	50 mL

**Ayıraç 2. Metil Red Test Ayıracı**

Metil kırmızısı	0,050 g
Etil akol (% 95'lik)	150 mL
Distile su	100 mL

**Ayıraç 3. Voges Proskauer Test Ayıracı:**

Alpha naphthol	5 g
Absolut ethyl alcohol	100 mL
Distile su	100 mL
Potassium hydroxyde	10 g

**3.1.4. Solüsyonlar****Peptonlu Fizyolojik Su**

Pepton	1 g
NaCL	85 g

Distile su 1000 mL

Karışımın pH'sı 6,8 - 7,0'ye ayarlanıp denet tüplerine 9 mL ilave edildi. Şişeler 121 °C' de 15 dakika otoklavda steril edildikten sonra kullanılmıncaya kadar +4 °C'de saklandı (Bilgehan, 1996).

Fizyolojik Tuzlu Su (FTS)

Distile su

NaCl

### **3.1.5. Kitler**

*E. coli* O157:H7 Latex Test Kiti

Test Latex

Kontrol Latex

Pozitif kontrol süspansiyon

Negatif kontrol süspansiyon

Reaksiyon Kartları

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Ezine Peyniri Numunelerinin Toplanması**

Çanakkale ili market, pazar ve mandıralarında satışa sunulan Ezine peyniri örneklerinden, farklı satış noktaları ve farklı zaman dilimlerinde alınan 100 adet numune toplandıktan sonra, steril poşetler içerisinde muhafaza edilerek incelemenin yapılacağı laboratuara getirilmiştir.

*E. coli*'nin izolasyonu ve identifikasyonu amacıyla her bir kalıp peynirin (200 - 300 g) orta kısmından aseptik koşullarda 25'er gram olacak şekilde iki adet örnek alınıp bu örnekler A ve B harfleri ile adlandırıldı. Mikrobiyolojik analizlerin güvenilirliğini arttırmak ve hata payını minimuma düşürmek amacıyla her bir örnek için çift analiz yapıldı (Vanderzant ve Splittstoesser, 1992).

### **3.2.2. *E. coli* İzolasyonu**

*E. coli* izolasyonu için aynı peynirden alınan 25'er gram iki örnek de ön zenginleştirme işlemine tabi tutuldu. Bu amaçla, içerisinde 225 mL TPS bulunan stomacher torbasına 25 g peynir örnekleri konuldu. Kullanılan numuneye ait bilgiler torba üzerine kayıt edildi. Peynir numunesinin parçalanıp homojen hale gelmesi için stomacher'de 2 dakika homojenize edildi, daha sonra bu olan numune 37 °C'de 1 - 3 saat

etüvde inkübasyona bırakıldı. Bu süre sonunda ön zenginleştirme besiyerinden 1 mL alınıp 9 mL peptonlu fizyolojik su çözeltisi içeren tüpe aktarılarak ana dilüsyon hazırlandı. Daha sonra ise  $10^{-3}$  basamağına kadar numunelerin diğer dilüsyonları yapıldı. Dilüsyonların yapılması sırasında her aktarımda yeni pipet kullanılmasına dikkat edildi (Vanderzant ve Splittstoesser, 1992).

Yapılan her bir dilüsyondan 1 ml olacak şekilde, MUG içeren LSTB'un bulunduğu 3 tüpe ekim yapıldı. Tüpler  $37^{\circ}\text{C}$ 'de, 24 - 48 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra, bulanıklık ve durham tüplerinde gaz oluşumu gözlenen her bir dilüsyona ait tüp uzun dalga boyunda UV lamba (Vilber Lourmat, 6 w - 365 nm tube 12 watt, V02 9309, France) altında floresan oluşumu (mavi röfle) yönünden incelendi (Vanderzant ve Splittstoesser, 1992).

### **3.2.3. *E. coli* İdentifikasyonu**

*E. coli* identifikasyonu amacıyla MUG içeren LSTB tüplerinin her bir dilüsyonundan ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) bir öze dolusu alınarak SMAC agar yayma plak metodu ile paralel ekimler yapıldı. Ekim yapılan petriyerler  $37^{\circ}\text{C}$ ' de 18 - 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda sorbitol (-) renksiz kolonilerden NB' a geçilerek  $44^{\circ}\text{C}$ ' de 18 saat inkübe edildi. NB' da görülen üremelerden, mikroskopik muayene yapıldı (Vanderzant ve Splittstoesser, 1992).

### **3.2.4. Mikroskopik İnceleme**

*E. coli*' nin morfolojik yapısı ve sahip olduğu hareket özelliğinin ortaya konulması amacıyla NB'daki üremelerden hazırlanan preparatlar mikroskop altında incelendi. Bu amaçla, etkenin morfolojik yapısı Gram boyama yöntemi ile saptanırken; hareketli olup olmadığı hareket muayenesi yapılarak tespit edildi (Vanderzant ve Splittstoesser, 1992).

**Gram Boyama Yöntemi:** NB'dan bir öze dolusu kültür alınarak temiz bir lam üzerinde belirli bir alana yayıldı. Preparat havada kurutulduktan sonra üç kez alevden geçirilerek tespit işlemi gerçekleştirildi. Preparat kristal moru çözeltisi ile 2 - 3 dakika boyandı. Boya dökülerek distile su ile yıkandı. Daha sonra iyot çözeltisi ile 1 - 2 dakika boyandı. Yine aynı şekilde boya dökülerek distile su ile yıkandı. Preparatın üzerine damla damla alkol çözeltisi damlatılarak dekolere edildi. Distile su ile yıkandı ve safranin çözeltisi ile 30 saniye boyandı. Preparat distile su ile yıkandı ve kurutulmaya bırakıldı. Son olarak ise immersiyon objektifinde incelendi (Bilgehan 1996).

**Hareket Muayenesi:** Lam - lamel arası muayene yönteminden yararlanıldı. NB'dan bir öze dolusu kültür alınıp temiz bir lam üzerine konuldu. Lamın üzerine lamel kapatıldı. Preparat immersiyon objektifinde incelendi (Bilgehan 1996).

### 3.2.5. Biyokimyasal Testler

Bakterilere, koliform oldukları doğrulandıktan sonra İMVİC testleri uygulandı. İMVİC testi; indol, metil kırmızısı, voges proskauer ve sitrat testleri olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır (Baran ve Gülmez, 2001).

**İndol Testi:** Bu test için Tryptone Water sıvı besiyeri kullanıldı. İzole edilen bakterinin taze kültüründen besiyerine inokülasyon yapılarak 37 °C'de 24 - 48 saat inkübasyona bırakıldı. Daha sonra inkübasyon sonucunda 0,5 mL Kovacs' indol ayıracağı ilave edildi. Birkaç saniye içerisinde tüplerin üst kısmında kalıcı kırmızı halkanın oluşması pozitif (+), sarı-kahverengi halka ise negatif (-) olarak değerlendirildi (Benner, 1984).

**Metil Red - Voges Proskauer (MRVP) Testi:** Bu test için incelenecek saf kültürden içerisinde 5 ml MRVP Broth bulunan tüplere inokülasyon yapıldı ve 37 °C' de 48 - 72 saat süreyle inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon süresi sonunda tüpe birkaç damla MR test ayıracağından ilave edildi. Besiyerinde belirgin renkte kırmızı renk oluşumu pozitif, sarı-turuncu rengi oluşması ise negatif olarak kabul edildi. VP testi için ise MRVP Broth'a ekim yapılarak inkübasyona bırakılan tüpten 24. saatte 1 mL kültür alınarak steril bir tüpe aktarıldı. Daha sonra üzerine 1 mL % 40'lık potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ve 3 mL % 5'lik alfa naftol çözeltisi ilave edildi. Tüpte belirli bir zamandan sonra meydana gelebilecek pembeden parlak kırmızıya kadar değişen renk pozitif, sarı renk oluşumu ise negatif kabul edildi (Bekar, 1995; Benner, 1984).

**Sitrat Testi:** Bu testte kullanılıp, yatık olarak hazırlanan Simmon Citrate Agar' a öze yardımıyla elim yapıldı. Tüpler 37 °C' de 24 - 48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası mavi renk oluşumu pozitif olarak değerlendirildi (Benner, 1984).

### 3.2.6. Latex Aglütinasyon Testi

İndol testi pozitif olan kültürlerle *E. coli* O157 Latex aglütinasyon testi uygulandı. Reaksiyon kartında yer alan dairelerinden biri test diğeri kontrol dairesi olarak belirlendi. Belirlenen bu dairelere birer damla FTS damlatıldı. Steril öze yardımıyla SMAC'da tespit edilen şüpheli renksiz kolonilerden 2 - 5 adet alındı. Test ve kontrol halkasındaki FTS içinde partikül kalmayacak şekilde süspanse edildi. Her iki dairedeki kültür ayrı bir öze ile karıştırıldı. Test halkasının bulunduğu kısma bir damla Test Latex' inden, kontrol halkasının bulunduğu kısma ise bir damla Kontrol Latex' inden damlatıldı. Her iki halka içinde yer alan karışım öze yardımıyla 60 saniye boyunca dairesel olarak karıştırıldı. Süre içinde test halkasında aglütinasyonun görülmesi suşun *E. coli* O157:H7 olduğunu gösterdi (Bridson, 1988).

**3.2.7. Fekal *E. coli* Sayımı**

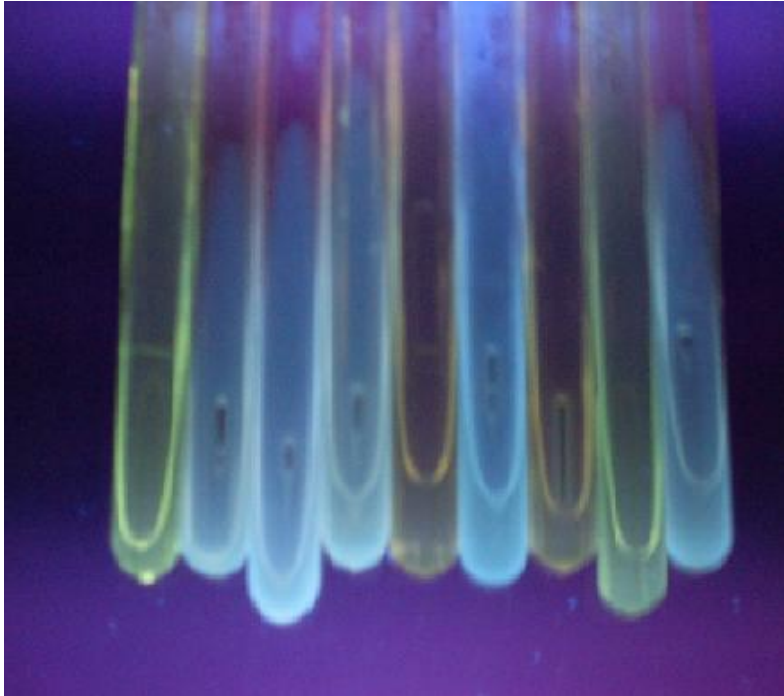
Peynir numunelerinin her birinden MUG içeren LSTB tüplerine ekim yapılarak 37 °C’ de 24 - 48 saat inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda tüplerde meydana gelen gaz oluşumu ile birlikte, UV lamba altında yapılan muayenede mavi röfle veren tüplerde fekal *E. coli*’nin varlığı tespit edildi (Sarı, 2008).

**BÖLÜM 4****ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

Çanakkale ili mandıra, market ve pazarlarında, farklı satış noktalarında tüketime sunulan 100 adet Ezine peynirinde, *E. coli* O157:H7 suşunun izolasyonu ve identifikasyonu amacıyla yapılan çalışma sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

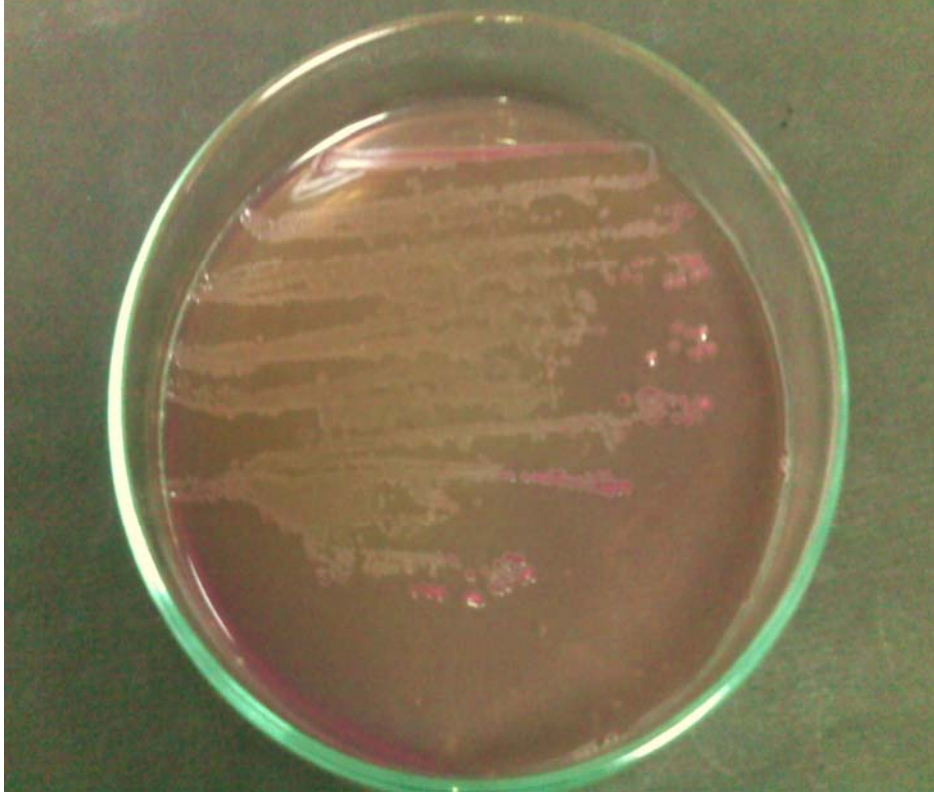
Peynir numunelerinin MUG içeren LSTB' a yapılan ekimleri sonucu elde edilen bulgular Çizelge 4.1'de verilmiştir. MUG içeren LSTB' a yapılan ekimler sonucunda;  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  ve  $10^{-3}$  'deki seyreltmelerde 4 adet peynir numunesinin bulunduğu tüplerde herhangi bir üreme meydana gelmezken, geriye kalan 96 adet numunede ise üreme yani bulanıklık ve gaz oluşumları olduğu gözlenmiştir.

MUG içeren LSTB' un bulunduğu tüplerin UV lamba altında yapılan inceleme sonuçları ve SMAC agarda koloni oluşumu Çizelge 4.2'de verilmiştir. *E. coli* O157:H7  $\beta$  -glucuronidase enzimine sahip olmadığından MUG içeren besiyerlerinde floresan vermez. Bu özellikten yola çıkarak, suşu saptamak amacıyla üremelerin görüldüğü 96 adet numuneye ait MUG içeren LSTB' un bulunduğu tüplerin UV lamba altında yapılan incelemeleri sonucunda, 77 adet numunede mavi röfle oluşumu gözlenirken, 19 adet numunede ise mavi röfle oluşumuna rastlanmamıştır. MUG içeren LSTB' un bulunduğu tüplerdeki mavi röfle oluşumu Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Ayrıca UV lamba altında yapılan incelemelerde mavi röfle veren 77 adet numunede fekal *E. coli*' nin varlığı tespit edilmiştir.



**Şekil 4.1. MUG içeren LSTB' un bulunduğu tüplerdeki mavi röfle oluşumu**

Çalışmada kullanılan ve selektif katı besiyerlerinden biri olan sorbitollü MacConkey (SMAC) agarın standart MacConkey agardan farkı bileşiminde laktozun yerine sorbitolün bulunmasıdır. *E. coli* O157:H7 serotipi sorbitol negatif olduğu için besiyerinde renksiz koloniler oluşturur. MUG içeren LSTB' lu tüplerden SMAC agara yapılan ekimler sonucunda, 81 adet numunede pembe renkli koloni, geri kalan 19 adet numunede ise renksiz koloniler izole edilmiştir. SMAC agardaki renksiz koloni oluşumu Şekil 4.2' de gösterilmiştir.



**Şekil 4.2. SMAC agardaki renksiz koloni oluşumu**

Peynir numunelerinin mikroskopik incelemeleri sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

SMAC agarda renksiz koloni oluşturan 19 adet numunenin, NB' da üremesi sonucu hazırlanan preparatlar Gram boyama yöntemi ile boyanmıştır. Bu boyama işlemi sonucu incelenen tüm preparatlarda Gram negatif, pembe renkli ve çomak bakteriler gözlenmiştir. Daha sonraki basamakta yapılan hareket incelemesinde ise 14 adet numunede hareketli, 5 adet numunede ise hareketsiz etkenler gözlenmiştir.

Peynir numunelerinin biyokimyasal test sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir.

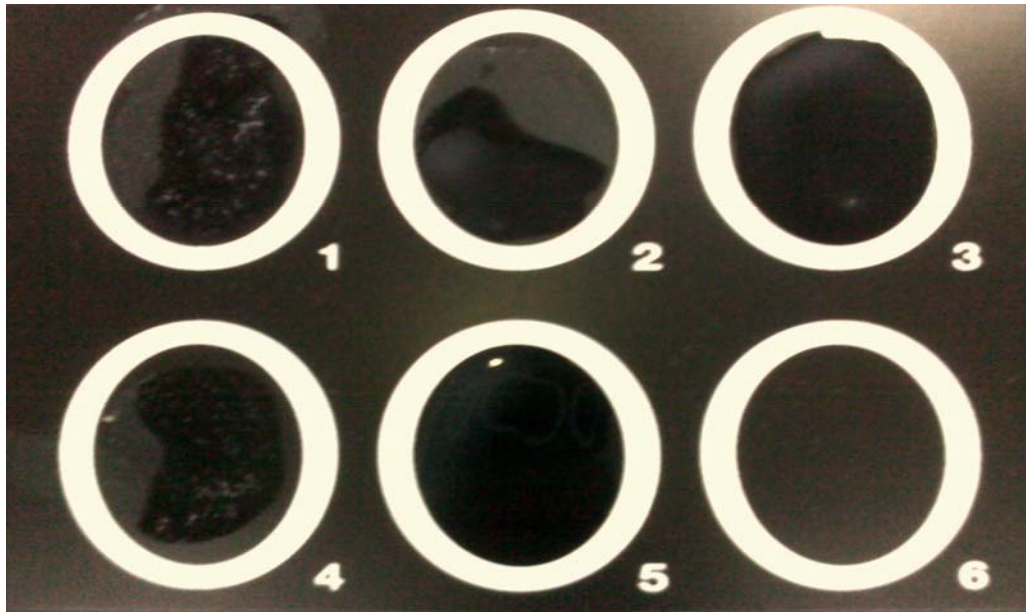
Mikroskopik incelemeler sonucunda ise hareket özelliği saptanan 14 adet örnek, koliform grup bakterilerin ayırt edilmesinde kullanılan biyokimyasal testlere tabi tutulmuş



ve sonuçları incelenmiştir. Biyokimyasal test sonucu örneklerden 12 adeti indol testinde pozitif sonuç vermiştir.

Peynir numunelerinin latex aglütinasyon test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

*E. coli* O157:H7 suşunu içerip içermediği saptamak amacıyla indol testi pozitif sonuç veren örneklere latex aglütinasyon testi uygulanmıştır. Bu testin uygulanabilmesi için izole edilen renksiz kolonilerden, Test ve Kontrol halkalarındaki FTS içine süspansiyon edildi. Bu işlem sonucunda 2 adet peynir numunesinden izole edilen kolonilerde, Test halkasında aglütinasyonun meydana geldiği yani *E. coli* O157:H7 suşuna rastlandığı gözlemlendi. Şekil 4.3’ de Test Halkasında aglütinasyon oluşumu gösterilmektedir.



**Şekil 4.3. Test Halkasında aglütinasyon oluşumu**

Ezine peyniri numunelerinin incelenmesi sonucu elde edilen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde belirtilen değerlere uymadığı gözlenmektedir. Tebliğde bildirilen değerlerde, 25 g numunede *E. coli* O157:H7’nin bulunmaması gerektiği belirtilirken, bu çalışmada incelenen örneklerde *E. coli* O157:H7’nin izole edilmesi sonucu, örneklerin hijyenik kalitelerinin son derece yetersiz olduğu ve halk sağlığı açısından ciddi bir potansiyel tehlike oluşturduğu görülmektedir.

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde belirtilen değerler Çizelge 4.6.’de verilmiştir (Anonim, 2009).

*E. coli* O157:H7, *E. coli* serotipleri arasında en önemlisi olup, insan sağlığını tehdit eden bir bakteridir. Bu yüzden sürekli olarak tüketilen süt ürünlerinde, varlıklarının saptanması açısından birçok çalışma yapılmıştır.

Ansay ve Kapsar (1997) yumuşak ve yarı yumuşak olmak üzere 19 adet peynir numunesini *E. coli* O157:H7 serotipinin varlığı açısından incelemiştir. Bu inceleme sonucunda peynir örneklerinin % 58'inde (11/19) *E. coli* izole edilmiş, fakat örneklerin hiçbirinde O157:H7 suşu izole edilememiştir. Dayıcı (2000) yapmış olduğu çalışmada; inek, koyun ve keçi sütlerinin karışımıyla pastörize edilmeden hazırlanan 4 farklı mihaliç peynirinin belirli günlerde mikrobiyolojik analizini yapmış ve tüm bu analizler sonucunda incelenen peynir örneklerinin *E. coli* O157:H7 suşunu içermediğini tespit etmiştir. Yapılan bir başka çalışmada, Türkiye'de Kars yöresinde satışa sunulan peynirlerde *E. coli* O157:H7 varlığının araştırılmış ve söz konusu suşa rastlanmadığı bildirilmiştir (Baz ve ark., 2003). Kayseri İlinde köy pazarlarında satışa sunulan 100 adet taze peynirde *E. coli* O157:H7'nin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise, ortalama  $2,2 \times 10^1$  KMS/100 g koliform grup bakteri bulunduğu tespit edilirken, hiçbir numunede fekal orijinli bir etken olan *E. coli* O157:H7 suşu izole edilememiştir (Gümüşsoy ve Gönülalan, 2005). Aydın ili farklı satış noktalarından alınan 100 adet beyaz peynir numunesinin incelenmesi üzerine yapılan çalışma sonucunda da, belirtilen diğer çalışmalarda olduğu gibi peynir örneklerinin hiçbirinde fekal orijinli bir etken olan *E. coli* O157:H7 suşunu izole edilemediği bildirilmiştir.

Yapılan bu çalışmaların sonuçlarına baktığımızda, *E. coli* O157:H7 serotipinin izole edilemediği, elde edilen değerlerin çalışmamız sonucu elde ettiğimiz değerlerden farklı ve daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bu araştırmaların sonuçları ile çalışmamız sonucunda ortaya çıkan bu farklılıkların, numunelerin değişik kaynaklardan toplanması, çalışılan bölgelerin değişikliği, mevsimsel farklılıklar, çalışmalarda kullanılan farklı izolasyon metodları ve üretimden satışa kadar tüm peynir üretim aşamalarında meydana gelen farklılıklar gibi birçok faktörden meydana geldiği düşünülebilir.

Gönül (1997) yapmış olduğu çalışmada, 20 adet çiğ süt ve 30 adet peynir olmak üzere toplam 50 örnekte *E. coli* O157:H7 varlığını araştırmıştır. İnceleme sonucunda çiğ süt örneklerinin hiç birinde *E. coli* O157:H7 suşuna rastlamazken, 1 adet peynir örneğinden bu suşu izole etmiştir. Govaris ve ark. (2002) ise feta ve teleme peynirleri üzerinde yaptıkları çalışmada her iki peynir türünde de *E. coli* O157:H7 suşunu izole edebilmişlerdir. Feta peynirlerinde teleme peynirlerine oranla daha yüksek bir bakteri miktarı tespit edilmiştir. Peynirlerin 1-1,5 ay olgunlaşma ve 4 °C'de depolama şartlarında

etkenin canlılığını koruduğunu ve bu peynirlerin ilk 30 - 44 günler arasında tüketilmesi durumunda, bu bakteriden ileri gelen hastalık olgularının ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir. Aslantaş ve Yıldız (2002) Kars yöresinde hayvansal kaynaklı gıdalarda *Escherichia coli* O157:H7 varlığını incelemek üzere yapmış olduğu çalışmada, 100 adet peynir örneğinin incelemiş ve yapılan tüm analizlerin sonucunda örneklerin % 1'inde *E. coli* O157:H7 suşuna rastlandığı bildirilmiştir. Öksüz ve ark. (2004) çiğ süt ve çiğ süttten yapılmış peynirlerde *E. coli* O157:H7 aranmasına yönelik yapmış oldukları çalışma sonucunda, inceledikleri 100 örnekten sadece 1'inde (% 1) *E. coli* O157:H7 izole etmişlerdir. Afyonkarahisar' da tüketime sunulan 100 adet peynir örneklerinin incelendiği çalışmada, yapılan inceleme sonucunda, % 1 oranında *E. coli* O157:H7 bulunduğu bildirilmiştir (Akkaya ve ark., 2007). Konya ilinde pazarlarda açıkta satılan küflü peynirlerde *E. coli* O157:H7 suşunu araştırılmış olduğu bir diğer çalışmada ise, 30 semt pazarındaki 234 adet küflü peynir numunesini incelemiştir. İnceleme sonucunda bu örneklerde 40 adet (% 17) *E. coli* ve incelenen küflü peynirlerin % 34'ünde koliform grup bakteriye rastlanmıştır. Ayrıca tüm *E. coli*' ler içinden 3 adet (% 7,5) *E. coli* O157 ve bunların 1'inde (% 2,5) *E. coli* O157:H7 suşu izole edildiği gözlenmiştir (Akçamlı, 2008). Bu çalışmaların sonuçlarına baktığımızda, her ne kadar *E. coli* O157:H7 suşu izole edilsede, bu değerlerin çalışmamız sonucu elde edilen değerlerden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, suşun izole edilmiş olması tüketilen peynirlerin halk sağlığı açısından potansiyel tehlike oluşturduğu ve hijyenik kurallara uyulmadığı gözlenmektedir. Çalışmalar sonucu elde edilen değerler ile kendi çalışmamız sonucu elde ettiğimiz değerler arasında çok büyük bir fark olmasa da, yinede bu farklılığın birçok nedeni olduğunu belirtebiliriz. Bunlar yetersiz pastörizasyon, pastörizasyon sonrası gıdaya tekrar bulaşma, üretim ve tüketim aşamalarındaki hijyen yetersizliği ve hijyen bilgisinden uzak küçük işletmelerde üretim gibi faktörlerden meydana gelebilir.

*E. coli* O157:H7'nin hayvansal kökenli çeşitli gıda maddelerinde varlığının araştırıldığı bir çalışmada, farklı şehirlerden toplanan 150 çeşit tulum, kaşar, örgü ve beyaz peynir örneğinin incelenmesi sonucu, 50 adet salamura beyaz peynir örneğinden %2 oranında bakteri izolasyonunun gerçekleştiğini bildirilmiştir (Aksu ve ark., 1999). Yapılan bu çalışma ile bizim çalışmamızın sonuçları arasında benzerlik olduğu, paralel değerler elde edildiği ve her iki çalışmada kullanılan peynir örneklerinin de potansiyel tehlike oluşturdukları gözlenmektedir.

Bu çalışmada, elde edilen veriler eşliğinde Ezine peynirlerinde *E. coli* O157:H7 serotipinin bulunabileceği ve hijyen kurallarına dikkat edilmediği sürece bu peynirlerin

halk sağlığı açısından tehlike oluşturabileceği tespit edilmiştir. Literatürde farklı bölgelerde üretilen peynirlerde bu serotipin varlığı açısından çalışmalar yapılmış olsa da, peynirlerin toplandığı bölgelerin farklı olması, iklimlerinin farklı olması, değişik mevsimlerde numunelerin alınması ve üretimden tüketime kadar olan her türlü basamakta farklı işlem ve farklı hijyen kurallarının uygulanmasından dolayı bu çalışmaların büyük önem taşıdığı düşünülmektedir. Şimdiye kadar ülkemizde *E. coli* O157:H7'den kaynaklanan bir salgın meydana gelmemiş olsa bile, bu çalışma ileri çalışmalara yardımcı olacak, insanların tüketeceği ürünler, yakalanabileceği hastalıklar ve dikkat etmeleri gereken noktalar konusunda daha bilinçli olmalarını sağlayacaktır.

**Çizelge 4.1. Peynir numunelerinin MUG içeren LSTB’ a yapılan ekim sonuçları.**

NUMUNE NO																				
SO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10 <sup>-1</sup>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++-	++-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-2</sup>	+++	+++	+++	---	+++	++-	+++	+++	++-	+++	---	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-3</sup>	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++-	++-	+++	---	+++	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

NUMUNE NO																				
SO	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
10 <sup>-1</sup>	+++	+++	+++	+++	+++	+--	++-	+++	+++	+++	+++	++-	+++	+++	++-	++-	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-2</sup>	+++	+++	+++	---	+++	---	---	+++	+++	+++	+++	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-3</sup>	---	+++	+++	+++	++-	---	---	+++	+--	++-	+--	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

NUMUNE NO																				
SO	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
10 <sup>-1</sup>	+++	+++	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-2</sup>	+++	++-	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-3</sup>	+++	---	---	---	+--	+++	+--	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++-	+++	+++

NUMUNE NO																				
SO	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
10 <sup>-1</sup>	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-2</sup>	---	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++-	+++	+++	+--	+++	+++	+++	+++	+++
10 <sup>-3</sup>	---	+++	---	---	---	+++	+++	+--	+++	+++	+++	++-	---	+++	++-	+--	++-	+++	++-	+--

NUMUNE NO																				
SO	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
10 <sup>-1</sup>	+++	+--	+++	+++	+++	---	+++	+++	+++	+++	++-	+--	+++	+++	+++	---	+++	+++	---	+++
10 <sup>-2</sup>	+++	---	++-	+++	+++	---	++-	++-	+++	+--	---	---	+++	+++	++-	---	+++	+--	---	+++
10 <sup>-3</sup>	+++	---	---	+++	++-	---	+++	---	+++	---	---	---	+++	++-	+++	---	+--	---	+--	+++

SO: Sulandırma oranı, +: Bulanıklık ve gaz oluşumu pozitif, -: Üreme ve gaz oluşumu negatif

**Çizelge 4.2. MUG içeren LSTB' un buluşu tüplerin UV' deki sonuçları ve SMAC agarda koloni oluşumu.**

Numune No	MUG Reaksiyonu	SMAC	Numune No	MUG Reaksiyonu	SMAC
1	+	Prk	51	+	Prk
2	+	Prk	52	+	Prk
3	+	Prk	53	+	Prk
4	+	Prk	54	+	Prk
5	+	Prk	55	+	Prk
6	+	Prk	56	+	Prk
7	+	Prk	57	+	Prk
8	-	Rk	58	-	Rk
9	+	Prk	59	+	Prk
10	-	Rk	60	+	Prk
11	-	Rk	61	+	Prk
12	+	Prk	62	+	Prk
13	+	Prk	63	+	Prk
14	+	Prk	64	-	Rk
15	-	Rk	65	+	Prk
16	+	Prk	66	+	Prk
17	+	Prk	67	+	Prk
18	+	Prk	68	+	Prk
19	+	Prk	69	+	Prk
20	+	Prk	70	-	Rk
21	-	Rk	71	-	Rk
22	+	Prk	72	+	Prk
23	+	Prk	73	+	Prk
24	+	Prk	74	+	Prk
25	-	Rk	75	+	Prk
26	+	Prk	76	+	Prk
27	+	Prk	77	-	Rk
28	+	Prk	78	-	Rk
29	+	Prk	79	+	Prk
30	+	Prk	80	+	Prk
31	+	Prk	81	+	Prk
32	+	Prk	82	+	Prk
33	+	Prk	83	+	Prk
34	+	Prk	84	-	Rk
35	+	Prk	85	-	Rk
36	+	Prk	86	+	Prk

37	+	Prk	87	-	Rk
38	+	Prk	88	-	Rk
39	+	Prk	89	+	Prk
40	+	Prk	90	+	Prk
41	+	Prk	91	+	Prk
42	-	Rk	92	+	Prk
43	+	Prk	93	+	Prk
44	+	Prk	94	+	Prk
45	-	Rk	95	+	Prk
46	+	Prk	96	+	Prk
47	+	Prk	97	+	Prk
48	+	Prk	98	+	Prk
49	-	Rk	99	+	Prk
50	+	Prk	100	+	Prk

Prk: Pembe renkli koloni, Rk: Renksiz koloni

**Çizelge 4.3. Peynir numunelerinin mikroskopik inceleme sonuçları.**

<b>Numune No.</b>	<b>Gram Boyama</b>	<b>Hareket Muayenesi</b>
8	Gram(-), çomak	+
10	Gram(-), çomak	-
11	Gram(-), çomak	+
15	Gram(-), çomak	+
21	Gram(-), çomak	+
25	Gram(-), çomak	+
42	Gram(-), çomak	-
45	Gram(-), çomak	+
49	Gram(-), çomak	+
58	Gram(-), çomak	+
64	Gram(-), çomak	+
70	Gram(-), çomak	+
71	Gram(-), çomak	+
77	Gram(-), çomak	-
78	Gram(-), çomak	-
84	Gram(-), çomak	+
85	Gram(-), çomak	+
87	Gram(-), çomak	+
88	Gram(-), çomak	-

+: Hareketli, -: Hareketsiz



**Çizelge 4.4. Peynir numunelerinin biyokimyasal test sonuçları.**

<b>Numune No</b>	<b>İN</b>	<b>MR</b>	<b>VP</b>	<b>ST</b>
8	+	+	+	+
11	+	+	-	+
15	+	+	-	-
21	+	+	-	+
25	+	+	-	-
45	-	-	+	+
49	+	+	-	+
58	+	+	-	+
64	+	+	-	-
70	-	+	-	+
71	+	+	-	-
84	+	+	-	-
85	+	+	-	-
87	+	+	+	+

İN: indol, MR: metil kırmızısı, VP: voges proskauer, ST: sitrat, +: pozitif, -: negatif.

**Çizelge 4.5. Peynir numunelerinin latex aglütinasyon test sonuçları.**

<b>Numune No.</b>	<b>Latex Aglütinasyon Testi Sonucu</b>
8	Negatif
11	Negatif
15	Negatif
21	Negatif
25	Pozitif
49	Negatif
58	Negatif
64	Pozitif
71	Negatif
84	Negatif
85	Negatif
87	Negatif

**Çizelge 4.6. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (Anonim, 2009).**

<b>Mikroorganizmalar</b>	<b>Numune Alma Planı</b>		<b>Limitler</b>	
	<b>N</b>	<b>c</b>	<b>m</b>	<b>M</b>
Maya ve küf (Küfle olgunlaştırılanlar hariç)	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>S. aureus</i>	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i> spp.	5	0	0/25 g/mL	
<i>L. monocytogenes</i>	5	2	0/25 g/mL	
<i>E. coli</i> O157:H7	5	2	0/25 g/mL	

n: Partiden bağımsız rastgele seçilen numune sayısı, c: kusurlu olmasına izin verilen numune sayısı, m: kusurlu numune sayısının geçebileceği değer, M: kusurlu numune sayısının geçemeyeceği değer.

## **BÖLÜM 5**

### **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bu çalışma özellikle süt ve süt ürünlerinde, halk sağlığı açısından büyük risk oluşturan *E. coli* O157:H7'nin, Çanakkale ilinde tüketime sunulan Ezine peynirlerinde varlığı yönünden incelenerek, kontaminasyon seviyesi ve halk sağlığı açısından önemi hakkında bilgi edinilmek istenmiştir.

Ezine peynirleri ile yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda, mikrobiyolojik kalitenin düşük olduğu, halk sağlığı açısından tehlike oluşturduğu, üretimden, pazarlamaya ve tüketime kadar olan tüm aşamalarda kalite güvenlik kurallarına uyulmadığı ve denetimlerin yetersiz şekilde yapıldığını düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışma, Çanakkale ilinde tüketime sunulan Ezine peynirlerinde *E. coli* O157:H7 serotipinin araştırılması üzerine yapılan ilk çalışma olması açısından, ayrıca ileriki dönemlerde de, süt ve süt ürünlerinde *E. coli* O157:H7 serotipi üzerine yapılacak olan çalışmalara yardımcı olması açısından büyük bir öneme sahiptir.

Bu çalışmada Ezine peynirlerinde ilk defa ve % 2 oranında *E. coli* O157:H7 serotipine rastlanmış ve Ezine peynirlerinde de bu suşa rastlanabileceği gösterilmiştir.

Türk Standartları Enstitüsü'nde Ezine peyniri için verilen tanımda koyun, keçi ve inek sütlerinin karışımıyla hazırlandığı bildirilmektedir. Fakat marketlerde satılan vakumlu olan peynirlerin dışında, özellikle pazarlarda satışa sunulan Ezine peynirlerinin verilen tanımların tamamen dışına çıktığı görülmektedir. Gerçek Ezine peynirinin karışık süttten yapılması gerekirken; koyun, keçi ve inek Ezine peyniri olarak ayrılıp, bunların satışa sunulması yanlıştır. Üreticilerin bu konuda bilgilendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca tüketicilerinde bunlara dikkat etmesi gerekmektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda koliform grup bakterilerin sayısının çok yüksek oluşu, peynirlerin üretim aşamasından sonra, satışı sırasındaki sanitasyon koşullarının yetersizliğine bağlanabilir. Bu organizmaların peynirlere bulaşması, satış yerlerindeki hijyenik koşullarının son derece yetersiz olması ve satıcıların elleri ile temas etmeleri sonucu meydana gelebilir. Bu yüzden üreticilerin ve satıcıların hijyen kurallarına son derece dikkat etmesi ve bu konuda bilinçlendirilmeleri ve denetimlerinin daha sık yapılması gerekmektedir. Ayrıca unutulmaması gereken diğer bir konuda tüketicilerin bilinçlendirilmesidir. Tüketici satın aldığı hangi koşullarda, nerede ve ne kadar sürede saklayacağını bilmelidir.

Peynir örneklerinde bakteri sayısının bu kadar yüksek bulunmasının bir diğer sebebi de hijyenik kurallara uyulmamasının yanı sıra, çiğ süt kullanılmasıdır. Bu nedenle peynir yapımı için kullanılacak sütün mutlaka pastörize edilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdullah N. S. ve Davies R., 1999. Growth and Toxin Production of Enterotoxigenic *Escherichia coli* (EPEC) in the Presence of Sodium Chloride. *J. Appl. Microbiol.*, 87: 1-15.
- Akçamlı E., 2008. Konya İlinde Pazarlarda Açıkta Satılan Küflü Peynirlerde Enterohemorajik *Escherichia coli* O157:H7 Suşunun Varlığının Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji (Vet.) Anabilim Dalı, Konya.
- Akkaya L., Alişarlı M., Kara R. ve Telli R., 2007. Afyonkarahisar'da Tüketime Sunulan Çiğ Süt ve Peynirlerde *E. coli* O157:H7 Varlığının Belirlenmesi. *Y. Y. Ü. Vet. Bil. Dergisi*, 18 (1): 1-5.
- Aksu H., Özgen Arun Ö., Aydın A. ve Uğur M., 1999. *E. coli* O157:H7'nin Hayvansal Kökenli Çeşitli Gıda Maddelerinde Varlığı. *Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 30 (2): 77-81.
- Alişarlı M. ve Akman H. N., 2004. Perekende Satılan Kıymaların *Escherichia coli* O157:H7 Yönünden İncelenmesi. *Y. Y. Ü. Vet. Fak. Derg.*, 15 (1-2): 65-69.
- Anğ Ö., 2006. *Mikrobiyoloji*. Nobel Tıp Kitapevleri, Ltd. Şti., 175-179.
- Anonim, 1995. *TS. 591 Beyaz Peynir*. Türk Standartları Enstitüsü, Necatibey Cad. 112, Bakanlıklar, Ankara.
- Anonim, 2001. Facts about dietary supplements. Vitamin B12. <http://www.cc.nih.gov/ccc/supplements/vitb12.html> (5-11-2010).
- Anonim, 2006. *TPE Coğrafi İşaret Tescil Belgesi*, Türk Patent Enstitüsü, Yenimahalle, Ankara.
- Anonim, 2009. *Süt Ürünlerine Ait Mikrobiyolojik Değerler, Peynirler*. Resmi Gazete, Sayı: 27133.
- Ansary S. E. ve Kapsar C. W., 1997. Survey of Cetail Cheeses, Dairy Processing Environments and Raw Milk for *E. coli* O157:H7. *Lett. Appl. Micr.*, 25: 131-134 .
- Arıcı M., 1988. Hellim Peynirlerinin Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ürünleri Teknolojisi Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Arocha M. M. , Mcvey M., Lodgers S. D. ve Rupnow J. H., 1992. Behavior of Hemorrhagic *Escherichia coli* O157: H7 During the Manufacture of Cottage Cheese. *J. Food Prot.*, 55: 379-381.

- Aslantaş Ö. ve Yıldız P., 2002. Kars Yöresinde Hayvansal Kaynaklı Gıdalarda: *Escherichia coli* O157:H7 İzolasyonu. *Vet. Bil. Derg.*, 18 (1-2): 107-111.
- Atasoy F. A., Türkoğlu H. ve Özer B. H., 2003. Şanlıurfa İlinde Üretilen ve Satışa Sunulan Süt, Yoğurt ve Urfa Peynirlerinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri. *HR. Ü. Z. F. Dergisi*, 7 (3-4): 77-83.
- Baran F. ve Gülmez F., 2001. The Occurrence of *Escherichia coli* O157:H7 in the Ground Beef and Chicken Drumsticks. *Internal Journal of Food Safety*, 2: 13-15.
- Baz E., Gülmez M., Güven A., Sezer Ç. ve Duman B., 2003. Kars İlinde Satışa Sunulan Çiğ Süt ve Taze Peynirlerin Koliform Grubu Bakteri, *E. coli* ve *E. coli* O157:H7 Yönünden İncelenmesi. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 9 (2): 165-167.
- Bekar M., 1995. *Enterobacteriaceae Familyası Mikroorganizmaların Genel Karakterleri ve Tanı Yöntemleri*. Etlik Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, Ankara. 8-85.
- Benner D.J., 1984. *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology*. Editors, NR Krieg and JG Holt, Maryland/USA.
- Bettelheim K.A., 1995. Identification of Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* by Means of Their Production of Enterohaemolysin. *J. Appl. Microbiol.*, 79 (2): 178-180.
- Beutin L., Krause G., Zimmermann S., Kaulfuss S. ve Gleier K., 2004. Characterization of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* Strains Isolated from Human Patients in Germany over a 3-year Period. *J. Clin. Microbiol.*, 42: 1099-1108.
- Bilgehan H., 1996. *Klinik Mikrobiyoloji* (9. Baskı). Fakülteler Kitabevi Barış Yayınları, İzmir. 5-15 s.
- Boer E. D., 1999. Methods for Shiga Toksin-Producing *Escherichia coli*. *Suppl. to J. Appl. Micr.*, 87 (1): 19.
- Bridson E. Y., 1988. *The Oxoid Manuel* (8. Baskı). Oxoid Ltd., Hamshire, 32-230.
- Caprioli A., Morabito S., Brugere H. ve Oswald E., 2005. Enterohemorrhagic *Escherichia coli*: Emerging Issues on Virulence and Modes of Transmission. *Veterinary Research*, 36: 289-311.
- Ceylan Z. G. ve Demirkaya A. K., 2007. Erzurum Piyasasından Temin Edilen Salamura Beyaz Peynirlerde *Listeria monocytogenes* Varlığı ve Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 38 (2): 137-141.
- Corner D. E., 1992. Temperature and NaCl Affect Growth and Survival of *Escherichia coli* O157: H7 in Poultry-based and Laboratory Media. *J. Food Sci.*, 57 (2): 532-533.
- Coşansu S. ve Ayhan K., 2000. Enterohemorojik *Escherichia coli* O157:H7 ve Fermente Et Ürünlerindeki Önemi. *Gıda Dergisi*, 25 (1): 33-38.

- Coşkun H. ve Öztürk B., 2000. Otlı Peynir Adı Altında Üretilen Peynirlerin Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 6 (8): 44-48.
- Çakır I., 2000. *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, Sim Matbaacılık Ltd., 403-411.
- Çiçek E., 2008. Ege Bölgesindeki Sığırların Süt ve Dışkı Örneklerinden *Escherichia coli* O157:H7 İzolasyonu ve Verotoksinlerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Aydın.
- Dayıcı R., 2000. İnek, Koyun ve Keçi Sütü Kullanılarak Yapılan Mihaliç Peynirlerinin Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Demirci M., 1995. *Süt Teknolojisine Giriş*. T. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları, Tekirdağ.
- Dığrak M. ve Özçelik S., 1996. Elazığ'da Satışa Sunulan Peynirlerden İzole Edilen Koliform Grubu Bakterilerin Tanımlanması. *Gıda Dergisi*, 21 (1): 3-7.
- Duffy G., Whiting R. ve Sheridan J., 1999. The Effect of Competitive Microflora, pH and Temperature on the Growth Kinetics of *Escherichia coli* O157:H7. *Food Micr.*, 16: 299-307.
- Dunn J. R., 2003. The Epidemiology of Shiga-Toxigenic *Escherichia coli* O157:H7 in Louisiana Dairy Cattle, Beef Cattle and White-Tailed Deer. <http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-0409103-102328/>, 23/03/11.
- Dülger B. ve Gücin F., 1999. Bursa'da Satışa Sunulan Taze Beyaz Peynirlerden İzole Edilen Koliform Grubu Bakterilerin Tanımlanması. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 8 (32): 17-20.
- Doyle P., 1991. *Escherichia coli* O157:H7 and its Significance in Foods. *Int. J. Food Micr.*, 12: 289-302.
- Doyle M. P., Zhao T., Meng J. ve Zhao S., 1999. *Escherichia coli* O157:H7. In "Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. Eds M.P. Doyle, L.R. Beuchat, T.J. Montville. ASM Press Washington D.C., 786: 171-191.
- Ekşi F., Karslıgil T. ve Bayram A., 2007. Çocukluk Yaş Grubu İshallerinde *Escherichia coli* O157:H7'nin Araştırılması. *Van Tıp Dergisi*, 14 (1): 15-18.
- Eralp M., 1974. *Peynir Teknolojisi*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Ankara.
- Ercoskun A., 1984. *Gıda Maddeleri Tüzüğü*. Hemay Yayınları, Ankara. 209 s.
- Erdem B., 1999. *Temel ve Klinik Mikrobiyoloji*. Güneş Kitapevi Ltd. Şti., Ankara. 471-498.



- Erol İ., 2007. *Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi*. Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti. Çamlıca Mah. 12 Sk. No: 10/16, Yenimahalle/Ankara. 392 s.
- Evrensel S. S., Temelli S. ve Anar Ş., 2003. Mandıra Düzeyindeki İşletmelerde Beyaz Peynir Üretiminde Kritik Kontrol Noktalarının Belirlenmesi. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 35: 27-29.
- Ewing W. H., 1996. *Edwards in Ewing's Identification of Enterobacteriaceae* (4. Baskı). Elsevier, New York, Amsterdam, Oxford. 93 s.
- Fantelli K. ve Stephan R., 2001. Prevalance and Characteristics of Shigatoxin-producing *E. coli* and *L. monocytogenes* Strains Isolated from Minced Meat in Switzerland. *J. Food Microbiology*, 70: 63-69.
- Feng, P. C. S., Lum, R. ve Chang G., 1991. Identification of *uidA* Gene Sequence in Beta-D-glucuronidase negative *Escherichia coli*. *Appl. Envr. Micr.*, 57: 320-323.
- Feng P., 1995. *Escherichia coli* Serotype O157:H7 Novei Vehicles of İnfection and Emergence of Phenotypic Variants. *Emerging Infect Dis.*, 1:47-52.
- Glass K. A., Loeffelholz J. M., Ford J. P. ve Doyle M. P., 1992. Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as Affected by PH or Sodium Chloride and in Fermented Dry Sausage. *Applied and Environmental Microbiology*, 58: 2513-2516.
- Govaris A. ve Papageorgiou D. K., 2002. Behavior of *Escherichia coli* O157:H7 During the Manufacture and Ripening of Feta and Teleme Cheese. *J. Food Protect.*, 65(1): 609-615.
- Gönül S. A., 1997. Çiğ Süt ve Peynir Örneklerinin Enterohemorajik *E. coli*'ye (O157:H7) Raslanma Sıklığı. *Kükem Dergisi*, 20 (2): 69-73.
- Gülyüz S., 2009. Cara Peynirinin Aroma Profilinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antakya/Hatay.
- Gülmez M., Güven A. ve Çetinkaya A., 2001. Karsta Tüketime Sunulan Taze ve Salamura Beyaz Peynirlerin Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 7 (1): 55-62.
- Gümüşsoy G. F. ve Gönülalan Z., 2005. Kayseri İlinde Köy Pazarlarında Satılan Taze Peynirlerde *Enterohemorajik Escherichia coli* O157:H7 Suşunun Araştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14 (1): 13-19.
- Günşen U. ve Büyükyörük İ., 2003. Piyasandan Temin Edilen Taze Kaşar Peynirlerinin Bakteriyolojik Kaliteleri ile Aflatoksin M1 düzeylerinin Belirlenmesi. *Türk Vet. J. Anim. Sci.*, 27: 821-825.

- Halkman K. ve Akçelik M., 2000. *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları* (2. Baskı), Sim Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara. 203-208.
- Halkman A. K., Noveir M. R. ve Doğan H. B., 2001. *Escherichia coli O157:H7 Serotipi*. A. Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, Sim Matbaacılık Ltd., Ankara. 53 s.
- Harris A. A., 1990. Haemorrhagic Colitis and *Escherichia coli* O157:H7 Identifying a Messenger While Pursuing the Message. *Mayo. Clin. Proc.*, 65, 884.
- Hayaloğlu A. A., Güven M. ve Fox P. F., 2002. Microbiological, Biochemical and Technological Properties of Turkish White Cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal.*, 12: 635-648.
- Hayes P. S., Blom K., Feng P., Lewis J., Strockbine N. A. ve Swaminathan B., 1995. Isolation and Characterization of a beta - D - glucuronidase - Producing Strain of *Escherichia coli* Serotype O157:H7 in the United States. *J. Clin. Microbiol.*, 33 (12): 3347-3348.
- İnal T., 1990. *Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi*. Final Ofset, İstanbul 1108 s.
- Kamber U., 2006. Peynirin Tarihçesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 77 (2): 40- 44.
- Kamber U., 2008. The Traditional Cheeses of Turkey: Cheeses Common to All Regions. *Food Reviews International*, 24: 1-38.
- Kalkan A., Aktan H. T., Kamber U., Ülgen M. T. ve Mutluer B., 1991. Beyaz Peynirlerde Koliform Bakteriler (*E. coli* ve *K. pneumoniae*)'in Bulunuşu Üzerinde Araştırma. *Ankara Veteriner Fakültesi Dergisi*, 38 (1-2): 108-113.
- Karakaş R. ve Korukluoğlu M., 2006. Geleneksel Bir Peynirimiz: Sepet Peynirinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. *GIDA*, 31 (3): 169-172.
- Kasımoğlu D. A. ve Ayaz N. D., 2009. Farklı Peynir Çeşitlerinde B12 Vitamini ve Folik Asit Düzeyleri. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 56: 187-191.
- Kaynar Z., Kaynar P. ve Koçak C., 2005. Ankara Piyasasında Tüketime Sunulan Beyaz Peynirlerin Hijyenik Kalitelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg.*, 62 (1-2-3): 1-10.
- Kehl S. C., 2002. Role of Laboratory in the Diagnosis of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* Infections. *Journal of Clinical Microbiology*, 40: 2711-2715.
- Keskin Y., Özyaral O., Başkaya R. ve Susur A. M., 2006. Semt Pazarlarında Satılan Beyaz Peynirlerin Mikrobiyolojik Kalitelerinin Araştırılması. *Türk Mikrobiyoloji Cem. Derg.*, 36 (1): 9-19.

- Kırdar S. S., 2001. Sütün Beslenmemizde Yeri ve Önemi. *Süleyman Demirel Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 5: 1-3.
- Koreman E. W., Allen S. D., Janda W. M. , Shchreckerberger P. G. ve Winn W. C., 1997. *Color Atlas and Teret Book of Diagnostik Microbiology, Enteric Gram Negative Rods* (5. Baskı). Lippincott, Philedelphia, Newyork. 196-199.
- Kurt A. ve Akyüz N., 1984. Van Otlu Peynirinin Yapılısı ve Mikrobiyolojik, Fiziksel ve Kimyasal Nitelikleri. *Gıda*, 9 (3): 141-146.
- Leyer G. J., Wang L. L. ve Johnson E. A., 1995. Acid Adaptation of *Escherichia coli* O157:H7 Increases Survival in Acidic Foods. *Appl. Envr. Micr.*, 61 (10): 3752-3755.
- Lin C. M., Preston J. F. ve Wei C. I., 2000. Antibacterial Mechanism of Allyl Isothiocyanate. *J. Food Prot.*, 63 (6): 727-734.
- Massa S., Goffredo E., Altieri C. ve Natola K., 1999. *Escherichia coli* O157:H7 in Unpasteurized Milk Stored at 8 °C. *Lett. Appl. Microbiol.*, 28: 89-92.
- Murano E. A. ve Pierson M. D., 1993. Effect of Heat Shock and Growth Atmosphere on the Heat Resistance of *Escherichia coli* O157:H7. *J. Food Protect*, 56 (4): 330-332.
- Öksüz Ö., Arıcı M., Kurultay S. ve Gümüş T., 2004. Incidence of *Escherichia coli* O157 in Raw Milk and Pickled Cheese Manufactured from Raw Milk in Turkey. *Food Control*, 15, 453-456.
- Öksüztepe G., Patır B., Dikici A. ve İlkah İ. O. , 2009. Elazığ'da Tüketime Sunulan Vakum Paketli Taze Kaşar Peynirlerinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi . *F. Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.*, 23 (2): 89-94.
- Öksüztepe G., Patır B., Çalıcıoğlu M., İlhak İ. O. ve Dikici A., 2010. Elazığ' da Satılan Kremalı Pastalarda *E. coli* O157:H7' nin Varlığı. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 16 (2): 307-311.
- Önganer A. N. ve Kırbağ S., 2009. Diyarbakır'da Taze Olarak Tüketilen Çökelek Peynirlerinin Mikrobiyolojik Kalitesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25 (1-2): 24-33.
- Özalp E. ve Kaymaz S., 1992. *Süt Ürünleri Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Ankara. 184-232.
- Özbaş Z. Y. ve Aytaç S. A., 1995. *Escherichia coli* O157:H7 Epidemiyolojisi, Gıdalarla İlişkisi, Patojenitesi ve İzolasyon Yöntemleri. *Türk Hijyen Biyoloji Dergisi*, 52 (1): 47-53.

- Öztelli Y., 2004. Bayburt İli Merkez İlçede İçme Sularında Enterohemorajik *Escherichia coli* (O157:H7)'nin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta.
- Padhye, N. V. ve Doyle, M. P., 1991. Rapid Procedure for Detecting Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 In Food. *Appl. Envr. Micr.*, 57 (9) : 2693-2698.
- Padhye N. V. ve Doyle M. P., 1992. *Escherichia coli* O157:H7 Epidemiology, Pathogenesis and Methods for Detection in Food. *J. Food Protec.*, 55 (7): 555-565.
- Park S. ve Durst R. A., 2000. Immunoliposome Sandwich Assay for the Detection of *Escherichia coli* O157:H7. *Anal Biochem*, 280 (1): 151-158.
- Park S., Worobo R. ve Durst R., 1999. *Escherichia coli* O157:H7 As an Emerging Foodborne Pathogen: A Literature Rewiew. *Critical Reviews. Food Sci. Nutrition*, 39 (6): 481-502.
- Phillips C. A. ve Roscoe N., 1996. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 in Ground Beef During Normal Cooking Procedures. *Nutrition & Food Sci.*, 2: 23-26.
- Rajkowski K. T. ve Thayer D. W., 2000. Reduction of *Salmonella spp.* and Strains of *E. coli* O157: H7 by Gamma Radiation of Inoculated Sprouts. *J. Food Prot.*, 63 (7): 871-875.
- Sancak Y. C., Kayardı S., Sagun E. ve Ekici K., 1996. Otlu Peynirlerin Kimyasal Kompozisyonu, Su Aktivitesi değeri ve Mikroorganizmalar Arasındaki İlişki. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2 (1-2): 75-79.
- Sarı H. A., 2008. Beyaz Peynirlerde *Escherichia coli* O157:H7 Serotipinin Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Aydın.
- Semanchek J. J. ve Golden D. A., 1998. Influence of Growth Temperature on Inactivation and Injury of *E. coli* O157:H7 by Heat, Acid and Freezing. *Journal of Food Protection*, 61 (4): 395-401.
- Sert S. ve Özdemir S., 1989. Erzurum'da Kış Aylarında Tüketime Sunulan Taze Beyaz Peynir ve Kahvaltılık Tereyağları Üzerinde Mikrobiyolojik Çalışmalar. *Doğa Dergisi*, 13 (3b): 1142-1153.
- Soyutemiz E., Anar S. ve Çetinkaya F., 2000. Kaşar Peyniri Üretim Aşamalarında Görülen Mikrobiyolojik ve Kimyasal Değişiklikler. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19: 87-92.

- Şen C. M. K., Temelli S. ve Evrensel S. S., 2000. Bursa' da Satışa Sunulan Mihaliç Peynirlerinden İzole Edilen Koliform Grubu Mikroorganizmaların Tiplendirilmesi. *Y.Y.Ü.Vet.Fak.Derg.*, 11 (1): 71-73
- Şimşek B. ve Sağdıç O., 2006. Isparta ve Yöresinde Üretilen Dolaz (Tort) Peynirinin Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. *Süleyman Demirel Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 10 (3): 346-351.
- Tan S. ve Ertürk Y. E., 2002. Peynir. TEAE Bakış Dergisi, 1 (11): 1-4.
- Taormina P. J ve Beuchat L. R., 1999. Behavior of Enterohemorrhagic *E. coli* O157:H7 on Alfa Sprouts During the Sprouting Process as Influenced by Treatments with Various Chemicals. *Journal of Food Protection*, 62 (8): 850-856.
- Tayar M. ve Dokuzlu C., 2007. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Marmara Kitabevi, Osmangazi/Bursa. 100-101.
- Tekinşen K. K. ve Elmalı M., 2006. Taze Civil (Çeçil) Peynirinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, 1 (3-4) 78-81.
- Tekinşen O. C. ve Tekinşen K. K., 2005. *Süt ve Süt Ürünleri Temel Bilgiler Teknoloji Kalite Kontrolü*. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya. 349 s.
- Temelli S., 2002. Gıda Zehirlenmesine Neden Olan *E. coli* O157:H7 ve Önemi. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 21: 133-138.
- Topçu A. İ., Söyletir G. ve Doğanay M., 2002. *İnfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyoloji, Cilt I*. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul. 1564-1575.
- Tracey B., Kuntz M. D., Seen T. ve Kuntz M. S., 1999. Enterohemorrhagic *E. coli* Infection. *Fourth Prize Paper*, 6 (6): 192-195.
- Tsai Y. ve Ingham S. C., 1997. Survival of *E. coli* O157:H7 and *Salmonella spp.* In Acidic Condiments. *Journal of Food Protection*, 60 (7): 751-755.
- Tunail N., 2000. *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, Sim Matbaacılık Ltd., Ankara. 81-184.
- Tunail N. ve Köşker Ö., 1974. *Süt Mikrobiyolojisi*. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:1116.
- Uğur A., 2001. Muğla Halk Pazarında Satışa Sunulan Ev Yapımı Peynirlerin Mikrobiyolojik Özellikleri. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10 (40): 3-8.
- Ünlütürk A. ve Turantaş F., 2003. *Gıda Mikrobiyolojisi* (3. Baskı). Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova/İzmir. 606 s.

- Ünsal C., 2007. Erzurum Bölgesinde Satışa Sunulan Etlerde *E. coli* O157:H7' nin Varlığının Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum.
- Vanderzant C. ve Splittstoesser D.F., 1992. *Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods* (3. Baskı), American Public Health Association, NW Washington, DC. 112-360
- Vatan T., 1996. Bursa İl Merkezinde Satışa Sunulan Kaşar Peynirlerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Wang G., Zhao T. ve Doyle M. P., 2000. Survival and Growth of *Escherichia coli* O157:H7 in Unpasteurized and Pasteurised Milk. *J. Food Prot.*, 60 (6): 610-613.
- Yalçın S., Tekinşen O. C., Doğruer Y. ve Gürbüz Ü., 1993. Konya'da Tüketime Sunulan Tereyağlarının Kalitesi. *Selçuk Üniversitesi. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(2): 20-21.
- Yaşar F., 2007. Şanlıurfa'da Satışa Sunulan Taze, Tuzlu ve Beyaz Peynirlerin Mikrobiyolojik Özellikleri (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Yavuz M. T., Berktaş M. ve Güdücüoğlu H., 2002. Detection of *Escherichia coli* O157:H7 in Retail Ground Beef, Raw Ground Beef Patties and Raw meat Balls Sold in Van. *Eastern Journal of Medicine*, 5 (2): 73-75.

<b>ÇİZELGELER</b>	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 2.1. Tam yağlı sütün üretilen peynirlerin kimyasal bileşimine göre tipleri .....	7
Çizelge 2.2. Kuru maddede yağ miktarına göre peynir sınıfları.....	8
Çizelge 2.3. Türkiye’de çeşitli peynirlerin tüketimindeki payı .....	8
Çizelge 2.4. <i>Escherichia coli</i> O157:H7 serotipinin neden olduğu bazı gıda ve su kaynaklı infeksiyonlar .....	16
Çizelge 2.5. <i>Escherichia coli</i> ’ nin biyokimyasal özellikleri .....	23
Çizelge 4.1. Peynir numunelerinin MUG içeren LSTB’ a yapılan ekim sonuçları .....	50
Çizelge 4.2. MUG içeren LSTB’ un bulğu tüplerin UV’ deki sonuçları ve SMAC agarda koloni oluşumu .....	51
Çizelge 4.3. Peynir numunelerinin mikroskopik inceleme sonuçları .....	53
Çizelge 4.4. Peynir numunelerinin biyokimyasal test sonuçları .....	54
Çizelge 4.5. Peynir numunelerinin latex aglütinasyon test sonuçları .....	55
Çizelge 4.6. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği .....	56

## ŞEKİLLER

## Sayfa No

Şekil 4.1. MUG içeren LSTB' un bulunduğu tüplerdeki mavi röfle oluşumu .....	44
Şekil 4.2. SMAC agardaki renksiz koloni oluşumu .....	45
Şekil 4.3. Test Halkasında aglütinasyon oluşumu .....	46



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Pınar KARACA  
Doğum Yeri : Hatay  
Doğum Tarihi : 08.08.1986

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Uludağ Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce, Almanca

### BİLİMSEL FAALİYETLER

28.08.2008- 2. İTÜ Ulusal Moleküler Biyoloji ve Genetik Öğrenci Kongresi  
16.04.2009- 1. Ulusal Biyoloji Toplulukları Kongresi

### İŞ DENEYİMİ

2007- Uludağ Üniversitesi Araştırma Merkezi Hastanesi, Biyokimya ve Mikrobiyoloji Laboratuvarı (Staj)  
2008- Çanakkale Devlet Hastanesi, Mikrobiyoloji Laboratuvarı (Staj)

### İLETİŞİM

E-posta Adresi: [pinarkre@msn.com](mailto:pinarkre@msn.com)