



T.C.
TUNCELI ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YOĞURDUN YAPIMI VE MUHAFAZASI SIRASINDA SHİGA TOKSİN ÜRETEEN
ESCHERICHIA COLI (STEC) SEROGRUPLARININ YAŞAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gonca ÇELİK

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

I. DANIŞMAN:

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ

II. DANIŞMAN

Doç. Dr. Ahmet KOLUMAN

HAZİRAN – 2016

T.C.
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YOĞURDUN YAPIMI VE MUHAFAZASI SIRASINDA SHİGA TOKSİN ÜRETEN
ESCHERICHIA COLI (STEC) SEROGRUPLARININ YAŞAMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gonca ÇELİK
(11874705)

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

I. DANIŞMAN:

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ

II. DANIŞMAN

Doç. Dr. Ahmet KOLUMAN

HAZİRAN – 2016

T.C.
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YOĞURDUN YAPIMI VE MUHAFAZASI SIRASINDA SHİGA TOKSİN ÜRETEN
ESCHERICHIA COLI (STEC) SEROGRUPLARININ YAŞAMI**

Gonca ÇELİK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez / / 2016 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği/ oyçokluğu** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ
(U.Ü)

Prof. Dr. Mehmet
ÇALICIOĞLU (F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Alper
GÜVEN (T.Ü)

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Durali DANABAŞ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Escherichia coli, sıcakkanlı hayvanların intestinal sisteminin doğal bir üyesidir ve bu özelliği ile özellikle süt ürünlerinde fekal kontaminasyonun indikatörü olarak kabul edilmiştir. Son zamanlarda farklı non-O157 Shiga Toksikjenik *E. coli* (STEC) serogruplarından kaynaklanan salgınlar bu grup üzerine dikkatlerin çekilmesine neden olmuştur. Yoğurt, ülkemiz de dâhil olmak üzere dünyada en çok tüketilen süt ürünleri arasındadır. *E.coli*'nin süt ürünlerini kolaylıkla kontamine edebilme ihtimali, bu tip asidik ürünlerde uzun süre hayatta kalabilmesi, *E.coli* O157:H7 dışında son yıllarda non-O157 STEC serogruplarına bağlı hastalıkların artış göstermesi, İngiltere'de görülen yoğurt kaynaklı salgın ve süt ürünlerinde olası bir kontaminasyondan sonra bu ürünlerde yaşamsal faaliyetlerinin incelendiği çalışmaların oldukça az olması bilim çevrelerinin dikkatini çekmeye başlamıştır.

Bu çalışmada yoğurt üretimi ve muhafazası esnasında *E.coli* O157:H7 ve non-O157 STEC serogruplarından O26, O111, O103, O145' in yaşamaı incelendi. Bu amaçla patojenler pastörizasyon işleminden sonra starter kültür inokülasyonu esnasında ayrı ayrı inoküle (yaklaşık $7.00 \pm 1.00 \log_{10}$ kob/g) edildi. 44 °C'de inkübasyon işleminden sonra yoğurt örnekleri kapaklandı ve 4 °C'de 20 gün muhafaza edildi. Muhafazanın 0., 5., 10., 15., ve 20. günlerinde patojen sayımları yapıldı. Ayrıca aynı günlerde pH ve % laktik asit miktarı belirlendi. Bunun yanında yoğurt üretimi esnasında Mezofil *Lactococcus* spp. ve Mezofil *Lactobacillus* spp. sayımı yapıldı.

Yoğurtların inkübasyonu sonucu *E. coli* O157, O26, O111, O103, O145 sayısı sırasıyla 4.11 ± 0.06 , 4.05 ± 0.09 , 4.03 ± 1.11 , 4.16 ± 0.04 , 4.06 ± 0.02 bulundu. Yoğurt örneklerinin 4 °C'de muhafazası esnasında tüm gruplarda istatistiksel anlamda önemli derecede azalma tespit edildi ($p < 0.05$). Muhafazanın 20. günü itibariyle *E. coli* O157:H7 ve non-O157 STEC serogruplarda O103 ve O145 canlılığını koruyamadan tespit edilebilir seviyenin altına düştü. Ancak O26 ve O111 sırasıyla 1.51 ± 0.98 ve $1.18 \pm 0.62 \log_{10}$ kob/g ile canlılığını sürdürmeye devam etti. Bu sonuçlara göre *E. coli* O15:H7 ve non-O157 STEC serogruplarından O26, O111, O103, O145' in yoğurdun üretimi ve muhafazası esnasında halk sağlığı riski oluşturduğu tespit edildi. Özellikle *E. coli* O26 ve O111 in yoğurdun 20 günlük muhafazası esnasında 1 log üzerinde canlı kalması, bu tip asidik süt ürünlerine daha iyi adaptasyon sağladığını gösterebilir. Yoğurt ve benzeri ürünlerde HACCP uygulamalarında kritik kontrol noktalarındaki seviyeler belirlenirken, O26 ve O111 gibi patojen bakterilerin sahip oldukları özelliklere dikkat edilmesi ve bu patojenlere göre seviyelerin belirlenmesi tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *E.coli* O157:H7, non-O157, STEC, Yoğurt, Süt ürünleri, Halk sağlığı

ABSTRACT

Survival of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* (STEC) Serogroups During Production and Stored of Yogurt

Escherichia coli is a natural member of a warm-blooded animal's intestinal system and it has been identified as an indicator of fecal contamination especially in the dairy products with this feature. Outbreaks occurred by other non-O157 Shiga Toxigenic *E. coli* (STEC) than *E. coli* O157:H7 took all attention on those groups. Yogurt is the amongst the most consumable products in the world including our country. It catches all scientists attention that *E. coli* can easily be contaminated in products and can be alive long term in those acidic products and recent increases of the diseases related to on-O157 STEC serogroups rather than *E. coli* O157:H7.

In this reseach, the lives of *E. coli* O157:H7 and non-O157 STEC serogroups were examined during the production and conservation of yogurt. For this purpose, after the pasteurization pathogens were inoculated separately during the inoculation of starter cultures (approximately $7.00 \pm 1.00 \log_{10}$ cfu/g). After the incubation process at 44°C, yogurt samples were capped and kept at 4 °C for 20 days. On the days of conservation 0, 5, 10, 15, 20, pathogens were counted. Furthermore, on the same days pH values and % lactic acid amount were determined. Moreover, Mezofil *Lactococcus spp.* and Mezofil *Lactobacillus spp.* count is calculated during production of yogurt.

In result of incubation, the counts of *E. coli* O157, O26, O111, O103, O145 were found 4.11 ± 0.06 , 4.05 ± 0.09 , 4.03 ± 1.11 , 4.16 ± 0.04 , 4.06 ± 0.02 respectively. A statistically significant decrease was seen in all groups during the conservation of yogurts at 4 degrees ($p < 0.05$). On the 20th day of conservations of *E. coli* O157:H7 ve non-O157 STEC serogroups it is found out that O103 and O145 dropped under the detectable level without keeping itself alive. Yet O26 and O111 stayed alive with 1.51 ± 0.98 and $1.18 \pm 0.62 \log_{10}$ cfu/g respectively. According to these results, it is found that O26, O111, O103 and O145 from *E. coli* O15:H7 and non-O157 STEC serogroups pose a risk on health of people during the production and conservation of yogurt. It is concluded that, *E. coli* O26 and O111 adapts to acidic milky products better because they stay alive above the 1 log during the production and conservation of yogurt. It is recommended that more attention should be put on the characteristics of pathogen bacterias such as O26 and O111 and pathogen levels should be determined while the levels on critical points HACCP applications in yogurt and likewise products are determined.

Key words: *E. coli*, O157:H7, non-O157:H7, STEC, Yogurt, Dairy products, Public health

TEŞEKKÜRLER

Lisans ve lisansüstü eğitimim boyunca, tezimin hazırlığında bilgisini, önerilerini, emeğini ve teşviklerini esirgemeyen, her konuda sabırla destekçim olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ' ye, eğitim hayatım boyunca desteklerini, güvenlerini ve fedakârlıklarını esirgemeyip her daim yanımda olan annem ve kardeşime, laboratuvar sürecinde yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Ali EROĞLU'na, Araş. Gör. Burcu KURTULGAN'a, Araş. Gör. Kadir BAYRAMBAŞ'a, Araş. Gör. Emrah KARAKAVUK'a, Araş. Gör. Yasal ÖZDEMİR'e, Araş. Gör. Deniz DEMİRBİLEK'e, her daim yanımda olup sıkıntılara ortak olan ve yüksek lisans eğitimim boyunca yardımlarını eksik etmeyen dostlarım Mecit ŐEN'e, Gülnur ÇELİK'e, Eren AŐAM'a, Yusuf GÜNDÜZ'e, Ece BALKAN' a, Aycan DEMİR'e ve Emrah YUMLU' ya teşekkürü bir borç bilirim.

Gonca ÇELİK
TUNCELİ-2016



Sevgili annem *Sakine HASDEMİR*' e ithafen...

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜRLER	III
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	VII
RESİMLER LİSTESİ	IX
KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
1.1. EHEC (Enterohaemorrhagic <i>E.coli</i>).....	1
1.2. STEC (Shigatoxin-producing <i>E.coli</i>)	2
1.2.1. <i>E.coli</i> O157 ve Diğer STEC Serogrupları Arasındaki Fark	3
1.2.2. STEC' den Etkilenenler.....	3
1.2.3. Semptomlar	3
1.2.4. Komplikasyonlar	3
1.2.5. Maruziyet Sonrası Semptomların Gelişme Süresi.....	4
1.2.6. STEC' in Kaynağı	4
1.2.7. Enfeksiyonun Yayılması	4
1.3. O157:H7 ve Non-O157:H7	5
1.4. Bilinen Salgınlar	7
1.5. Gıdalarda ve Hayvanlarda STEC/VTEC İzlenmesi	14
1.5.1. Sebze ve Meyveler	14
1.5.2. Et, Süt, Sığır ve Koyun	17
2. MATERYAL ve METOD	20
2.1. Materyal	20
2.1.1. Süt Örnekleri	20
2.1.2. Deneysel Gruplar	20
2.1.3. Denede Kullanılan Patojen Suşlar	20
2.2. Metot	21
2.2.1. Kontamine Yoğurt Üretimi	21
2.2.2. STEC Suşlarının İnokulum İçin Hazırlanması	22
2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler	24
2.2.3.1. <i>E.coli</i> O157:H7 ve STEC non-O157 Serogruplarının Sayımı	24
2.2.3.2. Mezofil <i>Lactobacillus spp.</i> Sayımı.....	25
2.2.3.3. Mezofil <i>Lactococcus spp.</i> Sayımı	25
2.2.4. Kimyasal Analiz	26
2.2.4.1. Ph.....	26
2.2.4.2. Asitlik Tayini.....	27

2.2.5.	İstatistiksel Analiz	27
3.	BULGULAR	28
3.1.	Deneysel Yoğurdun Yapımı ve Muhafazası Boyunca Kimyasal Parametreleri ...	28
3.1.1.	Kimyasal Değerler.....	28
3.1.1.1.	Ph Değeri.....	28
3.1.1.2.	Asitlik Değeri	30
3.2.	Deneysel Yoğurt Yapımı ve Muhafazası Boyunca Mikrobiyolojik Değerler.....	30
3.2.1.	Mikrobiyolojik Değerler.....	31
3.2.1.1.	<i>E.coli</i> O157:H7 Sayısı.....	31
3.2.1.2.	Non-O157 STEC O26 Sayısı	32
3.2.1.3.	Non-O157 STEC O103 Sayısı	33
3.2.1.4.	Non-O157 STEC O145 Sayısı	34
3.2.1.5.	Non-O157 STEC O111 Sayısı	35
3.2.1.6.	Mezofil <i>Lactobacillus spp.</i> Sayısı	36
3.2.1.7.	Mezofil <i>Lactococcus spp.</i> Sayısı	36
4	TARTIŞMA	37
5	SONUÇ	42
6	ÖNERİLER.....	43
	KAYNAKLAR.....	44
	ÖZGEÇMİŞ	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. 2009’ da teyit edilmiş 2005-2009 yılları arasında VTEC vakası bildirim oranı...	7
Şekil 2. 2008-2009 yılları arasında insanlarda teyit edilen VTEC vakaları.....	8
Şekil 3. EU (AB)/EEA (AÇA) tarafından 2007-2009 yılları arasında bildirilen STEC/VTEC kaynaklı HUS vakaları.....	9
Şekil 4. 2007-2009 yılları arasında HUS’ a neden olan serogrupların verileri.....	10
Şekil 5. 2004-2009 yılları arasında, 2003/99/EC sayılı yönergeye göre EFSA’ nın gıda ve su kaynaklı <i>E.coli</i> raporu.....	10
Şekil 6. 2004-2009 yılları arasında 2003/99/EC sayılı yönergeye göre üye devletler tarafından meyve-sebze ürünlerinde rapor edilen STEC/VTEC.....	14
Şekil 7. 2004-2009 yılları arasında 2003/99/EC sayılı yönergeye göre sebze-meyve ürünlerinde STEC/VTEC verileri.....	16
Şekil 8. 2007-2009 yılları arasında AB’ de 2003/99/EC sayılı yönergeye göre taze sığır ve koyun etinde bildirilen STEC/VTEC.....	17
Şekil 9. Pastörizasyondan sonra kontamine edilmiş inek sütünden üretilen yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası sırasında pH değerlerindeki değişimler.....	28
Şekil 10. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında asitlik değerindeki değişimler.....	30
Şekil 11. <i>E.coli</i> O157:H7 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler.....	31
Şekil 12. STEC O103 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler.....	32
Şekil 13. STEC O26 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler.....	33
Şekil 14. STEC O145 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler.....	34
Şekil 15. STEC O111 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler.....	35

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. 2006-2015 yılları arasında CDC' nin bildirdiği ABD' de görölen STEC/VTEC.....	11
Tablo 2. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında pH değerindeki değişimler.....	29
Tablo 3. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında % laktik asit değerindeki değişimler.....	30
Tablo 4. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında mikrobiyolojik değişimler.....	36



RESİMLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Resim 1. Pastörize edilmiş süt ve 250 ml' lik kaplar.....	22
Resim 2. Deneysel kontamine yoğurt numuneleri.....	22
Resim 3. Mikrobiyolojik ekim hazırlığı.....	23
Resim 4. Steril ortamda numunelerin stomach poşetlerine aktarılması.....	24
Resim 5. Kullanılan besiyerleri.....	25
Resim 6. Ekimi tamamlanmış SMAC ve MRS-M17 besiyerleri.....	26
Resim 7. Asitlik tayini.....	27



KISALTMALAR

CDC : Centers for Disease Control and Prevention

ECDC : European Centre for Disease Prevention and Control

EFSA : European Food Safety Authority

EU : European Union

EEA : European Environment Agency

FSIS : Food Safety and Inspection Service

USDA : United States Department of Agriculture



1. GİRİŞ:

Escherichia coli ilk olarak 1885'te Dr. Theodor Escherich tarafından sıcakkanlı organizmaların intestinal sisteminde fekal kontaminasyonun indikatörü olarak tespit edilmiştir (Levine, 1987).

E.coli, tüm insanlar ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasının doğal bir parçası olup zararsızdır. Bununla beraber birkaç tip *E.coli* suşu insanlarda gastrointestinal hastalıklara yol açabilmektedir (ECDC ve EFSA, 2011):

- Enteropathogenic *E.coli* (EPEC)
- Attaching and Effacing *E.coli* (A/EEC)
- Enterotoxigenic *E.coli* (ETEC)
- Enteroinvasive *E.coli* (EIEC)
- Enterohaemorrhagic *E.coli* (EHEC)
- Enteroaggregative *E.coli* (EAaggEC)

Gıda kaynaklı *E.coli* enfeksiyonunun zoonotik açıdan önemli karakteristik özelliklerinden biri multidrug direncine (MDR) sahip olmasıdır. Bu özelliği ile genellikle geniş bir yelpazedeki antimikrobiyal bileşiklere karşı direnç kazanmasını sağlayan farklı mekanizmalara sahiptir (Carattoli, 2013).

1.1. EHEC (Enterohaemorrhagic *E.coli*)

Escherichia coli türlerinin güçlü sitotoksinler ürettiği ilk kez 1977'de rapor edilmiştir. Doku kültürlerindeki vero hücreleri üzerine etkili sitotoksinler üreten bu türler Verotoksijenik *Escherichia coli* (VTEC) veya Enterohemorajik *E.coli* (EHEC) olarak tanımlanmıştır. Shiga toksin benzeri yapıda olan bir toksin ürettikleri için aynı zamanda Shiga benzeri toksin üreten *E. coli*'de (STEC) de denilmektedir. Araştırmalar tüm EHEC'lerin sitotoksin ürettiğini gösterse de sitotoksin üreten tüm türlerin EHEC olmadığını göstermektedir (Erkan ve ark., 2009).

Enterohemorajik *E.coli* kıyma, sebze ve süt ürünleri de dahil olmak üzere çeşitli gıda ekipmanları aracılığıyla iletilmektedir (Karmali ve ark., 2010; Tzschoppe ve ark., 2012; Farrokh ve ark., 2013). STEC suşlarına çiğ süt ve çiğ süttten yapılan peynirde sıklıkla rastlanılmıştır (Farrokh ve ark., 2013).

Piştirilmemiş veya pastörize edilmemiş süt ve süt ürünleri VTEC/EHEC O157 veya O26, O111, O103, O145 gibi non O157 serogrupları açısından ciddi gıda kaynaklı salgınların kaynağıdır (EFSA, 2013; ECDC, 2014).

Verotoksijenik *Escherichia coli*'nin majör virulans faktörü olan verotoksin (VT), Shiga toksin (Stx) olarak da adlandırılmaktadır. Shiga toksinin ilk tanımlanan grubu Stx1, Stx2 ile aminoasitlerinin % 60'dan daha azını paylaşırken yapı olarak Shigella dysantheria tip1 toksini ile neredeyse aynıdır. Ayrıca; Stx1 ve Stx2 üretiminden sorumlu genler, VTEC' in kromozomuyla entegre olmuş lambdoid profajların genomu içinde taşınmaktadırlar. Epidemiyolojik çalışmalar; Stx2'nin, Stx1'den daha sık ve daha ciddi hastalıklarla ilişkili olduğunu göstermiştir (Boerlin ve ark., 1999). Verotoksijenik *Escherichia coli*'nin diğer önemli virulans faktörleri arasında intestinal mukozada kolonizasyonu kolaylaştıran adhesinlere sahip olmasıdır. Bu önemli adhesinlerden biri, bakteri ve memeli epitel hücre membranları arasında yapışmayı sağlamaya aracılık eden eae geni tarafından kodlanan intimindir. İntimin üreten VTEC suşları Enterohemorrhagic *E.coli* (EHEC) olarak belirlenmiştir (Kaper ve ark., 2004) .

1.2. STEC (Shigatoxin-Producing *E.coli*)

Toksin oluşturarak hastalık yapan bazı *E.coli* türlerinin toksini, Shiga toksin üreten *E.coli* veya kısaca STEC olarak adlandırılmaktadırlar. İşlevsel olarak aktif Shiga toksinler, vero hücre toksisite testi ile tespit edilebilmektedir. Bu nedenle bu bakteriye Verotoksin veya Verositotoksin üreten *E.coli* (VTEC) de denmektedir (EFSA, 2011). Bu bakteriler Verocytotoxic *E.coli* (VTEC) veya Enterohemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) olarak adlandırılrsa da genel olarak hepsi aynı bakteri grubudur. Avrupa'da 2011 yılında büyük bir salgına neden olan STEC *E.coli* O104:H4 suşundan sıklıkla EHEC olarak bahsedilmiştir (*E.coli* O157 veya sadece O157 olarak kısaltılmaktadır). *E.coli* O145 de dâhil diğer STEC grupları bazen 'non-O157 STECs' olarak adlandırılırlar. Halen STEC O145 dâhil non-O157 STEC gruplarının halk sağlığı sürveyansına ilişkin tanı konulmamış veya raporlanmamıştır. Shigatoxin-Producing *E.coli* O157 enfeksiyonlarına kıyasla non O157 STEC enfeksiyonlarının identifikasyonu daha komplekstir. ABD'de hastalığa neden olan diğer non-O157 STEC serogrupları arasında O26, O103 ve O111 yer almaktadır. Bazı STEC türleri sıklıkla kanlı diyare, hemolytic uremic sendrome (HUS) ve böbrek yetmezliği olmak üzere ciddi hastalıklara neden olmaktadır (CDC, 2015).

1.2.1. *E.coli* O157 ve Diğer STEC Serogrupları Arasındaki Fark

Shigatoxin-Producing *E.coli* hakkında bilinenlerin çoğu *E.coli* O157'nin ilk kez 1982'de bir patojen olarak tespit edilmesiyle başlamıştır. Eski laboratuvar uygulamaları O157 enfeksiyonlarını tespit etmede kısmen yetersiz kaldığı için non-O157 STEC hakkında da daha az bilgi mevcuttur. Bir bütün olarak bakıldığında *E.coli* O157'ye kıyasla non-O157 serogruplarının daha az ciddi hastalıklara neden olduğu tahmin edilmektedir. Ancak; O26'ya bakıldığında *E.coli* O157 ile aynı tip toksini üretmekte ve genellikle böbrek sorunlarına (HUS) yol açma olasılığı daha az olsa da *E.coli* O157 ile benzer hastalıklara yol açabilmektedir (CDC, 2015).

1.2.2. STEC' den Etkilenenler

Herhangi bir yaşta her insan STEC ile enfekte olabilir. Çok küçük çocuklarda ve yaşlılarda hastalık daha ciddi seyrete de (HUS gelişme olasılığı yüksektir) daha büyük çocuklar ve genç erişkinlerde de hastalık seyri ciddidir (CDC, 2015).

1.2.3. Semptomlar

Enfeksiyon belirtileri kişiden kişiye değişse de genellikle şiddetli mide krampları, diyare (genellikle kanlı) ve kusma şeklinde görülmektedir. Ateş varsa da çok yüksek değildir (38.5 civarı). Çoğu birey 5-7 gün içerisinde iyiye gitmektedir. Bazı enfeksiyonlar çok hafif seyrlidir, fakat bazıları ciddi ve hayatı tehdit edicidir (CDC, 2015).

1.2.4. Komplikasyonlar

STEC enfeksiyon tanısı konulanların % 5-10'u civarında HUS olarak bilinen ve potansiyel olarak hayati risk taşıyan bir komplikasyon gelişebilmektedir. HUS belirtileri arasında kişide aşırı yorgunluk, yanaklarda ve gözkapaklarındaki pembeliği yitirme, idrar sıklığında azalma vardır. HUS olan kişiler hastanelerde kontrol altında tutulmalıdır. Çünkü böbrekler iflas edebilir ve daha ciddi komplikasyonlarla karşılaşılabilir. HUS olan kişilerin

çoğu birkaç hafta içerisinde iyileşse de kalıcı hasarlar veya ölüm dahi gelişebilmektedir (CDC, 2015).

1.2.5. Maruziyet Sonrası Semptomların Gelişme Süresi

Maruziyet sonrası kuluçka süresi genellikle 3-4 gün arasındadır, fakat 1 gün kadar kısa, 10 gün kadar uzun sürebilmektedir. Semptomlar hafif karın ağrısı veya kansız diyare ile başlayıp, birkaç gün içerisinde yavaş yavaş kötüye gitmektedir. Diyareden ortalama bir hafta sonra HUS gelişmektedir (CDC, 2015).

1.2.6. STEC' in Kaynağı

STEC sığır, keçi, koyun, geyik ve elk dâhil geviş getiren hayvanların bağırsaklarında apatojen olarak yaşarken insanlar için patojendir. İnsanlarda STEC kaynaklı hastalıklarda majör kaynak sığırdır. Domuz ve kuşlar dâhil diğer hayvanlar çevreden STEC alıp yayabilmektedirler (CDC, 2015).

1.2.7. Enfeksiyonun Yayılması

Hastalığa maruz kalanlar dışkı ile kontamine olmuş gıda, pastörize edilmemiş (çiğ) süt, dezenfekte edilmemiş su tüketen veya sığır ile temas eden kişileri kapsamaktadır.

Bazı gıdalar *E.coli* O157 enfeksiyonu açısından yüksek risk taşımaktadır. Bu gıdalar arasında; pastörize edilmemiş çiğ süt ve elma suyu, çiğ süttten yapılmış yumuşak peynir yer almaktadır. STEC yutulduğunda, yani küçük veya görülmez miktarlarda oral yolla alındığında enfeksiyon gelişimi başlamaktadır. Bazen direkt temasla (süt inekleriyle çalışma veya bebek bezi değiştirme) bazen de indirekt temasla (az pişmiş hamburger veya kontamine marul tüketmek vb.) bulaşmaktadır. İnsanlar gölde yüzerken su yuttuklarında, hayvanat bahçesinde veya pet shoplarda hayvanlara temas ettiklerinde veyahut tuvalet kullanımından sonra eller yıkanmadan yiyecek servisi yapıldığında (evde veya restoranda) enfekte olabilirler. Dolayısıyla hemen hemen herkesin enfekte olma riski mevcuttur (CDC, 2015).

1.3. O157:H7 ve non-O157:H7

Gıda kaynaklı patojenler ABD’de her yıl 48 milyon vakadan, 128000 kişinin hastaneye yatışından, 3000 kişinin ölümünden (Scallan ve ark., 2011; CDC, 2014) ve tahminen yılda 152 milyar dolar sağlık giderinden sorumludurlar (Scharff, 2010).

Escherichia coli O157:H7 ilk kez 1982 yılında tespit edilmiş ve o tarihten itibaren Antartika hariç tüm kıtalarda rapor edilmiştir. Kıtalar arası iletimin hayvan hareketleri ve/veya yemlerin transportu yoluyla olduğu düşünülmektedir (Davis, 2003). O157:H7, Shiga toksin veya vero (cyto) toksin üreten *E.coli* (STEC/VTEC) serotipleri arasında en yaygın olanıdır. Bu suşların önemli bir özeliği ‘‘Attaching (tutunma) ve Effacing (düzleştirme) (AE)’’ lezyonları üretmeleridir (Rauw ve ark. 2014). 2010 yılında Avrupa’ da raporlanan tüm STEC serogrupları kaynaklı salgınların % 40.7’sinden O157 sorumludur. O26 ise %11’ lik oranla en yaygın raporlanan non-O157 serogrubudur (ECDC, 2013). Her ne kadar O103, O111, O145, O26 non-O157 serogruplarını içeren enfeksiyonlar daha çok rapor edilse de insanlarda görülen klinik enfeksiyonlar, en önemli serotip olan *E.coli* O157:H7 kaynaklıdır (Kaspar ve ark., 2010).

Son yıllarda Non-O157 STEC serogruplarından O26, O103, O111, O121, O145 ve O45 gıda kaynaklı hastalıklarda artış göstermesine bağlı olarak bu serogruplar USDA ve FSIS tarafından kıymada saflık bozucu ‘‘Big Six’’ non-O157 STEC olarak listelenmişlerdir (USDA ve FSIS, 2010). Gould ve ark. (2013); 2000-2010 yılları arasında 2006 non-O157 STEC, 5688 O157 STEC vakasının olduğunu, 2000 yılında 100 bin popülasyon başına non-O157 STEC insidansının 0.12’den 0.95’e artarken O157 STEC insidansının ise 2.17’den 0.95’e gerilediğini bildirmişlerdir.

ABD’ de her yıl 265.000 STEC enfeksiyonu meydana gelmekte, bu sayının % 36’sı STEC O157, kalanı ise non-O157 STEC kaynaklıdır (CDC, 2014). ABD’ de her yıl STEC suşları kaynaklı 265.000 vakanın (96.534 STEC O157 ve 168.698 non-O157) 3600’ü hastaneye yatmakta ve 30’u yaşamını yitirmektedir. AB’ye üye devletlerde 2005-2009 yılları arasında toplamda 16.263 STEC vakası rapor edilmiştir (Scallan ve ark., 2011; CDC 2012a). 24 üye devlet 2009’da, toplamda 3.573 vakanın olduğunu teyit etmiştir. O103, O111, O145 ve O26 serogrupları dışında kalan vakaların % 51.7’sinde etken *E.coli* O157 olarak tespit edilmiştir. ABD’de non-O157 serogruplarından en sık O103, O111, O145, O26, O121 ve O118’e rastlanmaktadır (CDC, 2012b). ‘‘Top six’’ olarak adlandırılan O26,

O111, O103, O145, O45 ve O121, 2000-2010 yılları arasında ABD’de görülen enfeksiyonların % 83’üne neden olmuştur (Gould ve ark., 2013).

Bu patojenler ruminantlarda hastalık oluşturmadan taşınırken sığır eti ve süt gibi kontamine oldukları yiyeceklerle insanlarda uzun süren enfeksiyonlara neden olmaktadır. Ancak, son yıllarda sığır dışkısı ile kontamine olmuş taze ürünlerin tüketimine bağlı insanlarda görülen enfeksiyonların sayısı artmıştır (Kaspar ve ark., 2010; ECDC ve EFSA, 2011). Taze ürünlere hayvan dışkısıyla ve buradan da gıda ürünlerine patojen kontaminasyonu gerçekleşir. Dünyanın dört bir yanında görülen epidemiyolojik kanıtlara dayanılarak, taze ürünlerin tüketiminde *E.coli* enfeksiyonu risk faktörü olarak görülmektedir. Örneğin, 2006’da ABD’ de STEC ile kontamine olmuş ambalajlı ıspanak kaynaklı görülen 205 vakadan birinin öldüğü rapor edilmiştir (CDC, 2006). Yine ABD’ de çiğ yonca filizinde *E.coli* O26 kaynaklı 29 vakayı kapsayan bir salgın görüldüğü bildirilmiştir (CDC, 2012c). Avrupa’da 2005-2006 yılları arasında görülen en az 3 salgının salata ve sebzeyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir (ECDC-EFSA, 2011). İsveç’te marul tüketimine bağlı 135 vakayı etkileyen salgın gözlemlendiği bildirilmiştir. Taze ürünlerin tüketimine bağlı salgınların giderek arttığı kanıtlanmıştır. Taze ürünlerde patojenlerin yok edilmesi için birçok kimyasal ve farklı emniyet ölçümleri değerlendirilmiştir (ECDC ve EFSA, 2011).

Sığır ve koyun, *E.coli* O157’nin doğal asemptomatik rezervuarları olarak kabul edilmektedir (Ferens ve Howde, 2011). Ayrıca keçi, geyik, domuz, yabani kuşlar ve omurgasızlarda bu rezervuarlar arasında yer alabilmektedir (Pennigton, 2010). Dolayısıyla *E.coli* O157:H7 ve O26:H11 süt ürünleri kaynaklı STEC salgınlarında en sık rastlanan serotiplerdir (Espîe ve ark., 2006; Baylis, 2009; Farrokh ve ark., 2013).

1.4.Bilinen Salgınlar (CDC, 2015)

Şekil 1’de AB’ye üye devletlerde, 2005-2009 yılları arasında toplamda 16.263 teyit edilen vaka gösterilmiştir. 24 üye devlette 2009 yılında toplamda 3573 vaka rapor edilmiştir. Vaka sayısı 2008’e göre % 13 artış göstermiştir. 2009 yılında AB’de 100.000 nüfus başına onaylanmış 0.75 vaka bildirilmiştir. 2006-2009 yılları arasında STEC/VTEC enfeksiyonları nedeniyle 2-6 ölüm vakası yıllık olarak rapor edilmiştir.

Country	Report type ¹	2009			2008	2007	2006	2005
		Cases	Confirmed cases	Confirmed cases/100 000	Confirmed cases			
Austria ²	C	91	91	1.09	69	82	41	53
Belgium	C	96	96	0.90	103	47	46	47
Bulgaria	U	0	0	0	0	0	-	-
Cyprus	U	0	0	0	2	-	-	-
Czech Republic ³	-	-	-	-	-	-	-	-
Denmark	C	173	160	2.90	161	156	146	154
Estonia	C	4	4	0.30	3	3	8	19
Finland	C	29	29	0.54	8	12	14	21
France	C	93	93	0.14	85	57	67	-
Germany	C	878	878	1.07	876	870	1 183	1 162
Greece	-	-	-	-	0	1	1	-
Hungary	C	1	1	<0.1	0	1	3	5
Ireland	C	240	237	5.33	213	115	153	125
Italy	C	71	51	0.08	24	27	17	-
Latvia	U	0	0	0	0	0	0	0
Lithuania	U	0	0	0	0	0	0	-
Luxembourg	C	5	5	1.01	4	1	2	8
Malta	C	8	8	1.93	8	4	21	23
Netherlands	C	313	313	1.90	92	88	41	64
Poland	U	0	0	0	3	2	4	4
Portugal	- ²	-	-	-	-	-	-	-
Romania	U	0	0	0	4	-	-	-
Slovakia	C	14	14	0.26	8	6	8	61
Slovenia	C	12	12	0.59	7	4	30	-
Spain	C	14	14	<0.1	21	18	13	16
Sweden	C	228	228	2.46	304	262	265	336
United Kingdom	C	1 339	1 339	2.19	1 164	1 149	1 294	1 171
EU Total		3 609	3 573	0.75	3 159	2 905	3 357	3 269
Iceland	C	8	8	2.50	4	13	1	-
Liechtenstein	-	-	-	-	0	-	-	-
Norway	C	108	108	2.25	22	26	50	18
Switzerland	C	42	42	0.54	67	53	47	52

Source: [14]

¹ A: aggregated data report; C: case-based report; -: No report; U: unspecified.

² No surveillance system exists.

³ New electronic reporting system in place since 2009.

Şekil 1. 2009’ da teyit edilmiş 2005-2009 yılları arasında VTEC vakası bildirim oranı (EFSA, 2011)

Şekil 2’de, son iki yıl içinde doğrulanan vakaların % 52’sinin bilinen serotiplerden O157 kaynaklı olduğu gösterilmiştir. Hangi sıklıkta STEC/VTEC O157’e rastlanıldığı laboratuvar tanımlarının odağı olmuştur.

2009			2008		
Serogroup	N	% total	Serogroup	N	% total
O157	1 848	51.7	O157	1 673	53.0
NT ¹	1 008	28.2	NT	819	25.9
O26	192	5.4	O26	166	5.3
O103	82	2.3	O103	88	2.8
O91	48	1.3	O145	49	1.6
O145	47	1.3	O91	50	1.6
O146	31	0.9	O111	43	1.4
O128	26	0.7	O128	28	0.9
O111	25	0.7	O146	25	0.8
O113	22	0.6	O117	20	0.6
Other ²	244	6.8	Other	198	6.3
Total	3 573		Total	3 159	

Source: [14]

¹ NT = untyped/untypeable.

² 'Other' includes 12 confirmed cases where antigen O was reported as unknown.

Şekil 2. 2008-2009 yılları arasında insanlarda teyit edilen VTEC vakaları (EFSA, 2011)

2009 yılında, en fazla 5 yaş altındaki çocuklarda STEC/VTEC bildirilmiştir (100.000 nüfus başına 7.2 vaka). Bu yaş grubundaki 242 vakanın neredeyse 3'te 2'sinde (%63), STEC/VTEC enfeksiyonlarına bağlı HUS görülmüştür. 2007 ve 2009 yılları arasında, ECDC (Avrupa Hastalıkların Önlenmesi ve Kontrolü Merkezi) tarafından, 23 AB/AÇA ülkesinde 9637 VTEC vakasının 548'inde (% 6) HUS görüldüğü bildirilmiştir.

Country	2007	2008	2009
Austria	0	0	13
Belgium	10	11	21 ¹
Cyprus	-	0	-
Denmark	1	4	6
Estonia	0	0	0
Finland	- ²	-	-
France	36	43	62
Germany	31	41	52
Greece	1	-	-
Hungary	1	1 ³	0
Iceland	0	0	0
Ireland	5	11	24
Italy	25	24	35
Luxembourg	0	0	0
Malta	0	0	0
Netherlands	6	6	4
Norway	4	2	14
Poland	0	1	-
Slovakia	0	0	0
Slovenia	1	0	1
Spain	0	0	0
Sweden	0	0	6
United Kingdom	23	4	26
Total	144	148	264

Source: TESSy data as of 4 June 2011 (update from countries 8 June 2011).

¹Data from Belgium.

²Data from Finland.

³Data from Hungary.

Şekil 3. EU(AB)/EEA (AÇA) Tarafından 2007-2009 yılları arasında bildirilen STEC/VTEC kaynaklı HUS vakaları (EFSA, 2011)

O serogroup	N	%
O157	282	71
O26	60	15
O145	19	5
O111	17	4
O103	6	2
O121	6	2
O128	3	1
O55	3	1
O114	2	1
O126	2	1
Total	400	100

Source: TESSy data as of 8 June 2011.

Şekil 4. 2007-2009 yılları arasında HUS'a neden olan serogrupların verileri (EFSA, 2011)

EFSA'nın raporuna göre Şekil 5'de, 2007-2009 yılları arasında AB'ye üye devletler tarafından, toplamda 211 gıda kaynaklı ve su bazlı salgının 13'üne STEC/VTEC de dâhil patojenik *E.coli*'nin neden olduğu raporlanmıştır. Bunların dışında gıda araç-gereçlerinden kaynaklı 40 salgın tespit edilmiştir.

STEC/VTEC/EHEC outbreaks	2009	2008	2007	2004-2006
Food-borne outbreaks	75	75	61	195
Waterborne outbreaks	5	4	4	5
Human cases in food-borne outbreaks	595	339	479 (includes only verified outbreaks)	2 345 (data missing from some outbreaks)
Human cases in waterborne outbreaks	12	22	62	26

Şekil 5. 2004-2009 yılları arasında, 2003/99/EC sayılı yönergeye göre EFSA'nın gıda ve su kaynaklı *E.coli* salgınları raporu (EFSA, 2011)

Bu salgınlara neden olan araç-gereçlerin 16'sı etle (özellikle sığır eti), 9'u sütle ve 15'i diğer gıdalarla kontamine olmuştur. Bu salgınların hiçbiri meyve-sebze kaynaklı olmamıştır. 2004-2006 döneminde AB'de gıda kaynaklı salgınların raporlaştırılması henüz uyumlaştırılmış olmadığı için verileri mukayese etmek ve yorumlayabilmek zordur. Ancak son yıllarda, üye devletler tarafından 195 gıda kaynaklı salgın rapor edilmiştir ve bu şekil 7'de gösterilmektedir. Bu salgınların üçünün salata ve sebze kaynaklı olduğu belirtilmiş olup; bunların ikisi 2006'da İsveç'te, diğeryse 2006'da Portekiz'de

görülmüştür. 2006’da yine İsveç’te bir anaokulunda sebze kaynaklı görülen salgında 10 kişi etkilenmiştir. Portekiz’de ise bir kurumun kantininden kaynaklanan salgında 10 kişi hasta olmuştur.

2005’de İsveç’de 135 kişinin etkilendiği salgında bu bireylerin bir kısmı restoranda bir kısmıysa evde tükettikleri marul dolayısıyla hastalanmışlardır.

Ayrıca, 2006’da Danimarka’da, otlar ve baharatlardan kaynaklanan salgında 250 kişi etkilenmiştir ve bu salgın bir okulda gerçekleşmiştir. Bu veriler, 2004-2009 yılları arasında zoonozlar, eğilimleri ve gıda kaynaklı salgınlar özet raporunda yer almaktadır. 2007-2009 dönemi boyunca HUS vakalarının çoğunun O157’e bağlı olduğu ve vakaların %86’sında serogrup O121’in görüldüğü bildirilmiştir.

Tablo 1. 2006-2015 yılları arası CDC’ nin bildirdiği ABD’de görülen STEC/VTEC:

Tarih	Suş	Kaynak	Görülen eyalet sayısı	Etkilenen kişi sayısı	Yaş aralığı	Hastanelik olan kişi sayısı	HUS	Ölüm
6 Ekim 2006 (CDC, 2006)	<i>O157</i>	Taze ıspanak	26	199		102	31	3
14 Aralık 2006 (CDC, 2006)	<i>O157</i>	Taco bell	5	71	1-65	8	4	-
1 Kasım 2007 (CDC, 2007)	<i>O157</i>	Dondurulmuş pizza	10	21	1-65	8	4	-
18 Temmuz 2008 (CDC, 2008)	<i>O157</i>	Sığır eti (dana kıyma)	7	49	4-78	27	1	-
1 Temmuz 2009 (CDC, 2009)	<i>O157</i>	Sığır eti (dana kıyma)	9	23			2	-

30 Temmuz 2009 (CDC, 2009)	O157	Soğuk paketli çiğ kurabiye hamuru	30	72	2-65	34	10	-
24 Kasım 2009 (CDC, 2009)	O157	Sığır eti	8	26			5	2
21 Mayıs 2010 (CDC, 2010)	O145	Kıyılmış marul	5	20		12	3	-
24 Kasım 2010 (CDC, 2010)	O157	Gouda peyniri	5	38	1-85	15	1	-
6 Ocak 2010 (CDC, 2010)	O157	Biftek ve tavuk salatası	16	21		9	1	-
23 Mart 2011 (CDC, 2011)	O157	Lübnan sosisi	5	14	1-70	3	-	-
7 Nisan 2011 (CDC, 2011)	O157	Kabuklu fındık	3	8	15-78	4	-	-
8 Temmuz 2011 (CDC, 2011)	O104 :H4	Almanya'ya seyahat					852	32
23 Mart 2012 (CDC, 2012)	O157	Kıyılmış marul	9	58	1-94	33	3	-
3 Nisan 2012	O26	Çiğ clover lahanası	11	29	9-57	7	-	-

(CDC, 2012)								
20 Temmuz 2012 (CDC,2012)	O145	Bilinmiyor	9	18	1-79	4	-	1
10 Aralık 2012 (CDC, 2012)	O157	Organik ıspanak ve karışık bahar yeşillikleri	5	33	4-66	13	2	-
30 Mayıs 2013 (CDC, 2015)	O121	Dondurulmuş gıda	19	35	1-75	9	2	-
20 Haziran 2014 (CDC, 2015)	O157	Dana kıyma	4	12	16-46	7	-	-
1 Ağustos 2014 (CDC, 2015)	O121	Çiğ lahana	6	19	11-52	16	-	-
21 Kasım 2015 (CDC, 2015)	O157	Chipotle Mexican Grill Restoranları	9	53	1-94	20	-	-
22 Kasım 2015 (CDC, 2015)	O157	Rotisserie tavuk salatası	7	19	5-84	5	2	-

Tabloda verilen 8 Temmuz 2011 Almanya'ya yolculuk sırasında *E.coli* O104:H4 salgınına dair biraz daha bilgi vermek gerekmektedir. Çünkü sorumlu suş Enteroagregatif *E.coli*'nin virulans özelliklerine sahip O104:H4 suşu olarak tespit edilmiştir. Salgına neden olan suş, STEC/VTEC'in virulans faktörleriyle sıra dışı bir kombinasyon

oluşturmuştur. Bu kombinasyon, daha önce Fransa'da (çocuklarda) küçük HUS salgınıyla ilişkili nadir görülmüş O111:H2 serotipiyle tanımlanmıştır (EFSA, 2011). Bu kombine suş Agg-STECS olarak adlandırılmıştır (Frank ve ark., 2011; Pierard ve ark., 2012) Almanya'daki salgınla ilgili olarak Robert Koch Enstitüsünün onayladığı 852 vakada HUS görülmüştür. 32 HUS'lu vaka yaşamını yitirmiştir. Federal Risk Değerlendirme Enstitüsü, Tüketici Koruma ve Gıda Güvenliği Federal Ofisi'nin raporuna göre aşağı Saksonya'da bir çiftlikte üretilen taze filizlerin salgından sorumlu olduğu bildirilmiştir. Almanya'daki salgınla eş zamanlı olarak Fransa'da da Agg-STECS O104 salgını patlak vermiştir. Salgına Mısır'dan ihraç edilen buyotu tohumlarının sebep olduğu düşünülse de salgın suşu tohumlardan izole edilememiştir (EFSA, 2011). Aynı kombine suş Belçika ve Arjantin'de de salgına sebep olmuştur. 2013 yılında Belçika'daki salgında ilk vaka 42 yaşında bir kadın, ikinci vaka ise 14 yaşında bir kız çocuğu olup kız çocuğunda HUS gelişmiştir. Her iki vakanın dışkısında STECS O104:H4'e rastlanılmıştır. Bu vakalardaki Agg-STECS O104:H4 enfeksiyonunun Türkiye ve Tunus'a seyahat sırasında edinildiği düşünülmüştür. ECDC'ye göre 2004-2010 yılları arasında AB üyesi ülkelerde görülen STECS O104 vakalarında enfeksiyonun kaynağı Afganistan, Mısır, Tunus ve Türkiye olarak bildirilmiştir (ECDC, 2011).

1.5. Gıdalarda ve Hayvanlarda STECS/VTECS İzlenmesi (EFSA, 2011):

1.5.1. Sebze ve Meyveler

EFSA'nın raporuna göre Şekil 6 ve 7'de 2004-2009 dönemi arasında 14 üye devlet tarafından meyve ve sebze ürünlerinde tespit edilen VTECS raporlanmıştır.

Toplamda 5910 örnek incelenmiş, bu örneklerin 11 adedinde (% 0.19) VTECS, 8 adedinde (% 0.14) ise VTECS O157 pozitif bulunmuştur. Pozitif olan numunelerin çoğu sebzeler olmuştur ve bunların % 0.50'sinde VTECS pozitif çıkmıştır.

Food category	Number of samples	STEC positive	STEC O157 positive
Fruits and vegetables	691	1* (0.14%)	0
Vegetables	2 019	10 (0.50%)	8 (0.40%)
Fruits	2 774	0	0
Juice	317	0	0
Sprouts	104	0	0
Spices and herbs	3	0	0
Ready-to-eat salads	2	0	0
Total	5 910	11 (0.19%)	8 (0.14%)

*STEC non-O157.

Şekil 6. 2004-2009 yıllarında 2003/99/EC sayılı yönergeye göre, üye devletler tarafından meyve-sebze ürünlerinde rapor edilen STEC/VTEC (EFSA, 2011)

2008 yılında Hollanda'da 947 adet sebze örneğinin 5'inde VTEC'in pozitif, Portekiz'de hazır yemek sektöründen alınan meyve-sebze numunelerinde O157 olmayan VTEC'in pozitif ve İspanya'da 23 sebze numunesinde VTEC'in pozitif bulunduğu rapor edilmiştir. 2009 'da İsveç'te alınan 57 sebze numunesinde ise VTEC O157 pozitif tespit edilmiştir.

Country	Food category	2004		2005		2006		2007		2008		2009	
		N	Po	N	Po	N	Po	N	Po	N	Po	N	Po
Austria	Vegetables			7	0	3	0	1	0				
	Fruits and vegetables									96	0		
	Juice					118	0						
Belgium	Vegetables			76	0								
	Fruits and vegetables			114	0								
Czech Republic ¹	Vegetables					11	0			10	0	5	0
	Fruits					1	0			1	0		
Estonia	Vegetables	4	0										
	Fruits and vegetables	5	0										
	Ready-to-eat salads							2	0				
Germany	Vegetables					179	0						
Italy	Vegetables					9	0	27	0	1	0		
	Fruits ¹									3	0		
Ireland	Vegetables			6	0	3	0						
	Fruits and vegetables	337	0					3	0	7	0	29	0
	Juice			3	0			172	0	5	0	1	0
	Fruits			1	0	2	0						
	Spices and herbs											3	0
Latvia ¹	Sprouted seed			29	0								
Netherlands	Fruits					816	0	1 852	0				
	Vegetables									947	5		
Portugal	Fruits	2	0										
	Fruits and vegetables										1		
Romania ¹	Vegetables									49	0	30	0
	Fruits											7	0
Slovenia	Vegetables					50	0	150	0				
	Fruits and vegetables	100	0										
	Juice	18	0										
	Fruit			67	0	20	0						
	Sprouted seed			45	0	30	0						
Spain	Vegetables	120	0	50	0	51	0	54	0	23	2	2	0
Sweden	Vegetables	75	0	19	0							57	3
	Fruits											2	0
Total		661	0 0%	417	0 0%	1 293	0 0%	2 261	0 0%	1 142	8 0.7%	136	3 2.2%

N=number of samples; Po=number of positive samples

¹ Batch-based data:

Spain, 2008: 2 positive for VTEC, unspecified;

Portugal, 2008: 1 positive for VTEC non-O157;

Netherlands, 2008: 5 positive for VTEC O157;

Sweden, 2009: 3 positive for VTEC O157.

Şekil 7. 2004-2009 yılları arasında 2003/99/EC sayılı yönergeye göre sebze-meyve ürünlerinde STEC/VTEC verileri (EFSA, 2011)

1.5.2. Et, Süt, Sığır ve Koyun

European Food Safety Authority Biyolojik Tehlike Paneli 2007’de, AB’de VTEC O157’nin ciddi insan enfeksiyonları oluşturması nedeniyle (HUS dâhil) hayvanlar ve gıdalarda STEC/VTEC varlığının izlenmesi gerektiğini tavsiye etmiştir. Avrupa insan hastalıkları ve epidemiyolojik verilerinin, STEC/VTEC izlenmesi sonrasında, periyodik analizlerle tespit edilmiş, en sık hastalıklara neden olan diğer serotiplerden O26, O103, O91, O145 ve O111’ in de izlenmesi gerektiğine karar kılmıştır. AB üyesi her devlette gıda ve hayvanlarda tespit edilen her STEC/VTEC verisi EFSA tarafından zorunlu olarak raporlanmaktadır. Örneğin 2009 yılında AB’ye üye 23 devlet ve Norveç, gıda ve hayvanlarda görülen STEC/VTEC verilerini EFSA’ya bildirmişlerdir ve EFSA 2009 yılında gıda ve hayvanlarda VTEC’in izlenip raporlanması için teknik bir şartname olan bir rapor hazırlamıştır.

VTEC/STEC verilerinin çoğu hayvanlardan ve hayvanların et ve sütlerinden elde edilmiştir ve bunlar insan enfeksiyonlarının ana kaynakları olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte diğer bulguların vahşi geviş getiren ve av hayvanlarından geldiği bildirilmektedir.

Son yıllarda ABD’ de 1.8 milyon poundluk kıyma STEC ile kontamine olduğu gerekçesiyle geri çağırılmıştır (USDA ve FSIS, 2014).

Şekil 8’de; 2007-2009 döneminde üye devletler, taze sığır eti örneklerinin % 0.3–2.3’ de VTEC pozitif ve bu örneklerin de % 0.1-0.7 ‘si O157 pozitif olarak raporlanmıştır. Üye devletler arasında pozitif örneklerin oranı % 0 ile % 14 arasında değişmektedir.

Animal/food category	N of MS	2007			2008			2009		
		N	VTEC	VTEC O157	N	VTEC	VTEC O157	N	VTEC	VTEC O157
Fresh bovine meat	13–14	14 115	0.3%	0.1%	14 598	0.3%	0.1%	9 285	2.3%	0.7%
Fresh sheep meat	4–5	285	1.8%	0%	1 263	0.7%	0%	248	3.2%	0%
Cattle – animals	9–11	5 154	3.6%	2.9%	5 368	2.2%	0.5%	5 555	6.8%	2.7%
Sheep – animals	4	533	0.9%	0.4%	671	3.1%	1.6%	324	20%	0.3%

**Only investigations with ≥ 25 samples included.*

N=number of samples; N of MS=number of Member States reporting data.

Şekil 8. 2007-2009 yılları arasında AB’de, 2003/99/EC sayılı yönergeye göre, taze sığır ve koyun etinde bildirilen STEC/VTEC

AB düzeyinde, taze koyun eti numunelerin % 0.7-3.2'sinde VTEC pozitif iken VTEC O157'nin pozitif olduğu örnek yoktur.

AB tarafından 2007-2009 dönemi içerisinde hayvan numunelerinin % 2.2-6.8'inde VTEC, bu numunelerin de % 0.5-2.9'unda VTEC O157 tespit edildiği bildirilmiştir. Üye devletler arasında, sığırlarda VTEC prevalansı % 0'dan % 48'e kadar farklılık göstermektedir. Yine 2007-2009 yıllarında, üye devletlerde koyunlardan alınan örneklerin % 0.9-20'sinde VTEC, bu örneklerinse % 0.3-3.1'inde VTEC O157 pozitif olduğu tespit edilmiştir. Üye devletler arasında koyunlardan alınan örneklerde VTEC prevalansı %0-70,5 arasında değişiklik göstermektedir. Ancak, üye devletlerin koyun vakaları için rapor sayısı az olmuştur. Ve üye devletler arasında hayvanlardan alınan numuneler dışkı, kulak, yün gibi farklı kısımlardan olmuştur.

Bu çalışmada ise ürün olarak yoğurt tercih edilmiştir. Yoğurt, sütün bakteriyel fermentasyonu ile oluşan bir süt ürünüdür. Süt şekerinin fermentasyonu ile oluşan laktik asit, süt proteini üzerinde etkili olup yoğurdun karakteristik tekstürel ve duyuşal özellikler kazanmasında etkilidir (Arıcan ve Andıç, 2011). Ortadoğu kökenli olduğuna inanılan yoğurt, çağlar boyunca göçebe yaşayan halkların mutfak becerileriyle ilişkilendirilen fermente üründür (Tamime ve Robinson, 1985). Yoğurt üretiminin esası çabuk bozulan sütün daha uzun süre muhafaza edilmesi fikridir. Süte göre daha uzun süre dayanabilen yoğurt, ülkemiz süt ürünleri tüketiminin çok büyük bir kısmını oluşturmaktadır (SETBİR, 2012).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre yoğurt; "fermentasyonda spesifik olarak *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbureckii* subsp. *bulgaricus*' un simbiyotik kültürlerinin kullanıldığı fermente süt ürünü" olarak tanımlanmaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2009). Türk Standartları Enstitüsü Yoğurt Standardında (TS 1330) ise yoğurt; " inek sütü (TS1018), koyun sütü (TS 11044), manda sütü (TS 11045), keçi sütü (TS 11046) veya karışımlarının pastörize edilmesi veya pastörize sütün (TS 1019) gerektiğinde süt tozu ilavesiyle (TS 1329) homojenize edilip veya edilmeden *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbureckii* subsp. *bulgaricus*'dan oluşan yoğurt kültürünün ilave edilmesi ve Yoğurt Yapım Kuralları Standardında (TS 10935) uygun işlemlerden sonra elde edilen mamuldür" şeklinde tanımlanmaktadır (Türk Standartları Enstitüsü, 2006).

Yoğurt Türkiye'deki en önemli süt ürünlerinden biri olup yılda yaklaşık 2.293.431 ton üretilmektedir (AERI, 2005). Birçok araştırmacı *E.coli* O157:H7' nin yoğurt, colby,

romano ve feta peyniri, kaşar peyniri, ekşi krema, ayran, beyaz peynir ve keçi peyniri gibi birçok süt ürününde birkaç gün ile hafta arasında değişen sürelerde hayatta kaldığını bildirmişlerdir (Arocha ve ark., 1992). Dikici (2008)'nin şavak tulum peyniri ile yaptığı çalışmada peynirin olgunlaşma süresi boyunca *E.coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*'ya kıyasla daha uzun süre hayatta kalabildiği, bunun peynirin üretimi esnasında oluşan subletal ortamın *E.coli* O157:H7 ve *Listeria monocytogenes*'te aside direnç kazanma mekanizması geliştirmiş olabileceğine bağlı olduğunu bildirmiştir. Arıcan ve Andıç (2011)'in set yoğurtta yaptıkları çalışmada 4 ve 4.6 pH' larda depolama süresi boyunca her iki pH değerinde de *E.coli* O157:H7'nin canlı kaldığını tespit etmişlerdir. Tosun ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmada sinbiyotik, set tipi ve süzme yoğurt ile kefirde aside adapte edilen ve edilmeyen *E.coli* O157:H7'nin gelişimleri izlenmiş, kefir ve süzme yoğurtta aside adapte *E.coli* O157:H7'nin canlılığının arttığı, set tipi yoğurtta ise fermentasyon aşamasında ilave edilen *E.coli* O157:H7'nin canlılığının arttığını gözlemlemişlerdir. Çeşitli çalışmalarda bu bakterinin farklı süt ürünlerinde birkaç hafta canlı kalabilmesi, düşük miktarlardaki post kontaminasyonun bile potansiyel sağlık risklerini ortaya koymaktadır (Arocha ve ark., 1992).

Yoğurt kaynaklı bir *E.coli* O157:H7 salgınının bildirilmesi (Morgan ve ark., 1993) bulaşma olasılığının varlığını ortaya koymaktadır (Massa ve ark., 1997). Yoğurt tüketimine bağlı salgında; 8'i aynı kasaba çevresinden olmak üzere, 1 Kasım-1Eylül 1991'de İngiltere'de (North West) 22 kişiyi etkileyen Faj tip 49 enfeksiyon üreten VTEC O157:H7'ye rastlanılmıştır. Vakaların 11'i 10 yaş ve altı olup 5 çocukta HUS görülmüştür. Yapılan araştırmada yerel bir firmanın ürettiği yoğurt tüketimi ile salgın arasında güçlü bir ilişki tespit edilmiştir. Bu salgın yoğurt kaynaklı ilk VTEC O157 salgını olup salgına neden olan yoğurt tam yağlı, pastörize edilmiş inek sütünden elde edilen ve özellikle çocuklar için pazarlanan aromalı yoğurttur.

Türkiye'de üretilen yoğurtların pH değerleri yaklaşık 3.5-4.6 arasında değişmektedir (Glass ve ark., 1992; Ocak, 1996). *E.coli* O157:H7'nin nispeten asit toleransı olduğu tespit edilmiş ve minimal enfektif dozu 50 hücreden az olarak belirlenmiştir (Turkoğlu, 2003). Bu nedenle bu çalışmada belirli bir pH değerinde (4.77) yoğurt ile çalışmak tercih edilmiştir. Bu çalışmada; istenen pH değerinde +4°C'de 20 gün depolanmış yoğurtta *Escherichia coli* O157:H7 ve non-O157 STEC serogruplarının yaşamsal davranışlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT:

Bu çalışma Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yapıldı.

2.1. Materyal

2.1.1. Süt Örnekleri

Çiğ süt, köy ürünleri satan lokal bir işletmeden satın alındı. Her tekrarda yaklaşık 5.5 lt, toplamda ise yaklaşık 16.5 lt süt kullanıldı. Starter kültür olarak pastörize süt örneklerine direkt % 2 yoğurt ilave edildi. Bu amaçla kullanılan yoğurtlar yine Tunceli bölgesinde satış yapan lokal bir firmadan (Simge Süt Ürünleri LTD. ŞTİ.) temin edildi. Sütler kısa süre içinde (15-30 dakika) laboratuara getirildi. Çalışma 3 kere farklı zamanlarda tekrar edildi.

2.1.2. Deneysel Gruplar

Çalışmamızda toplam 5 deneysel grup oluşturuldu.

- *E.coli* O157:H7 ile kontamine +4 °C’de muhafaza edilen yoğurt örnekleri
- Non-O157 STEC O26 ile kontamine +4 °C’de muhafaza edilen yoğurt örnekleri
- Non-O157 STEC O111 ile kontamine +4 °C’de muhafaza edilen yoğurt örnekleri
- Non-O157 STEC O103 ile kontamine +4 °C’de muhafaza edilen yoğurt örnekleri
- Non-O157 STEC O145 ile kontamine +4 °C’de muhafaza edilen yoğurt örnekleri

2.1.3. Deneyde Kullanılan Patojen Suşlar

- *E.coli* O157:H7 (ATCC 43894)
- STEC non-O157:H7 suşları:
- *E.coli* O26
 - *E.coli* O111

- *E.coli* O103
- *E.coli* O145

ATCC 43894 kodlu suş American Type Culture Collection (USA)'dan satın alındı. Diğer STEC serogrupları ise (O26, O111, O103, O145) Istituto Superiore di Sanita (ISS) (Italy)'dan temin edildi.

2.2. Metot

2.2.1. Kontamine Yoğurt Üretimi

Laboratuvara getirilip +4°C'de muhafaza edilen 5.5 litrelik çiğ süt pastörizasyon işlemi için yeterince büyük bir çelik tencereye alındı ve 95 °C'de 5 dakika pastörize edildi. Pastörizasyon işleminden sonra su banyosunda kontrollü soğutma ile 48 °C'ye kadar soğutma işlemi uygulandı. Bu aşamada asitlik tayini için 100 mL süt numunesi alındı ve analiz yapılana dek +4°C'de saklandı. % 2 oranında yoğurt örneği (toplam 110 g) tencere içerisindeki süt örneğine inoküle edildi. Bu aşamadan sonra mayalanmış süt 5 adet steril 1500 mL'lik beherlere, aseptik şartlar altında her bir steril beherde 1500 mL mayalı süt örneği olacak şekilde bölüştürüldü. Her bir beherde bulunan süt örneklerine aşağıda belirtilen şekilde hazırlanan STEC serogrupları O157:H7 (ATCC 43894), O26, O111, O103 ve O145 ayrı ayrı kontamine edilip yaklaşık 5'er dakika steril kaşıklar yardımıyla karıştırıldılar. İnokülasyon işlemi yapılmış her bir beherden kontaminasyon seviyesinin belirlenmesi amacıyla mikrobiyolojik analiz için 2×25 mL numune alınıp stomach poşetlerine aktarıldı. Aynı zamanda beherlerdeki kontamine numuneler, her bir suş için beşer adet hazırlanmış 250 mL'lik plastik kaplara yaklaşık 200 mL kadar aktarıldı. Bu kaplar 44 °C'de inkübasyona bırakıldı. Inkübasyon sonunda pH 4.7'ye ulaşan kontamine yoğurt örnekleri +4 °C'de muhafazaya alındı. Bu esnada yine 2×25 g örnek alınarak inkübasyon sonrası patojen sayımları yapıldı. Bu aşamadan sonra muhafazanın 5., 10., 15. ve 20. günlerinde mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapıldı.



Resim 1. Pastörize edilmiş süt ve 250 mL'lik kaplar



Resim 2. Deneysel kontamine yoğurt numuneleri

2.2.2. STEC Suşlarının İnokulum İçin Hazırlanması

Istituto Superiore di Sanita (ISS), İtalya'dan temin edilen ve yatık agarda +4°C'de muhafaza edilen STEC serogrupları Tryptic Soy Broth (LABM, UK)'a inoküle edilip (10 ml.) 37°C'de 24 saat bekletildi. Bu işlem soğuk muhafaza esnasındaki yaralanmaları

önlemek amacıyla 3 kez tekrar edildi. Ardından nihai kültürler 5 dk. 3500 rpm'de santrifüj edildi. Süpernatant kısımları çıkarılıp topakları süspansiyon haline getirmek ve organik kalıntıları çıkarmak için 9 mL % 0.9'luk steril NaCl ile yıkama yapıldı. Her suş tek tüp içerisinde toplandı. Bu kültürlerden 10^7 - 10^8 kob/ml elde etmek için % 0.1'lik steril peptonlu su (LABM, UK) ile seyreltme yapıldı. Kültürler pastörize süt örneklerine kontamine edilmek üzere hazır hale getirildi.



Resim 3. Mikrobiyolojik ekim hazırlığı



Resim 4. Steril ortamda numunelerin stomach poşetlerine aktarılması

2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Aseptik şartlarda her bir yoğurt numunesi, örnek alınmadan önce steril bagetler yardımı ile iyice karıştırıldılar. Her bir suş için 25 g örnek stomach poşetlerine tartılıp üzerine steril % 0.1'lik peptonlu sudan (LABM, Lancashire, UK) 225 mL ilave edilip bag mixerde 2 dakika boyunca homojen karışımları sağlandı. Analizler yüzey yayma yöntemiyle yapıldı.

2.2.3.1. *E.coli* O157:H7 ve STEC non-O157 Serogruplarının Sayımı:

E.coli O157:H7 ve STEC non-O157 Serogruplarının sayımı amacıyla Sorbitol MacConkey Agar (LABM, Lancashire, UK) kullanıldı. Örnekler 35°C'de 24 saat inkübasyona bırakıldı. 30-300 arasındaki beyaz renkli koloniler sayıldı (Dikici ve ark., 2015).

2.2.3.2. Mezofil *Lactobacillus* spp. Sayımı

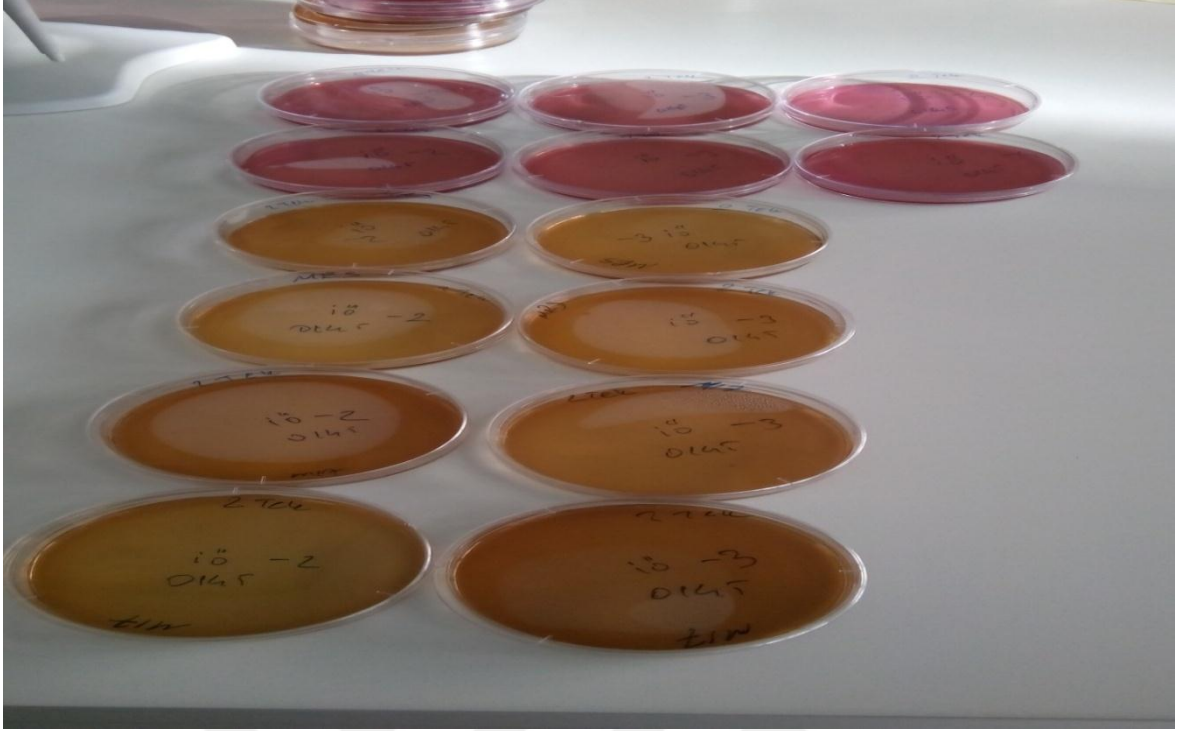
Mezofil *Lactobacillus* spp. sayımı için MRS (LABM, Lancashire, UK) agar kullanıldı. Yüzey yayma tekniğiyle ekim yapıp 35 °C’de 24 saat inkübasyona bırakıldı (Rogga ve ark., 2005).

2.2.3.3. Mezofil *Lactococcus* spp. Sayımı

Mezofil *Lactococcus* spp. sayımı için M17 (LABM, Lancashire, UK) agar kullanıldı. Yüzey yayma tekniğiyle ekim yapıldı ve 35 °C’de 24 saat inkübasyona bırakıldı (Rogga ve ark., 2005).



Resim 5. Kullanılan besiyerleri



Resim 6. Ekimi tamamlanmış SMAC ve MRS-M17 besiyerleri

2.2.4. Kimyasal Analizler

2.2.4.1. pH

Her deney grubu için, yapım ve muhafazanın 5., 10., 15. ve 20. günlerinde, mikrobiyolojik analiz için numune alındıktan sonra yoğurt numunelerinin pH'ları, pH metre (Termo Scientific, Orion3Star, Singapur) ile daldırma yöntemiyle ölçüldü.

2.2.4.2. Asitlik Tayini

Her deney grubu için, deneyin 5., 10., 15. ve 20. günlerinde ve çiğ süt örneğinden mikrobiyolojik analiz için numune alındıktan sonra yoğurt numunelerinden 10 g alındı ve 10 ml distile su ile karıştırıldı. 0.5 mL % 1'lik fenol fitaleyn eklendi ve 0.25 N NaOH ile kalıcı pembe renk görülene kadar titre edildi. Asitlik SH cinsinden bulunup laktik asite çevrildi. Analiz AOAC 920.124 metoduna göre titrimetrik olarak yapıldı (AOAC, 1990).



Resim 7. Asitlik tayini

2.2.5. İstatistiksel Analiz

Bakteri sayıları \log_{10} kob/g'a çevrildi. Her patojene ait veriler tekerrür x, örnek sayısı x zaman modeline uygun olarak ANOVA testine tabi tutuldu ve değişkenler arası interaksiyonlar hesaplandı. Ortalamalar General Linear Models (GLM) prosedürlerine göre Fisher'in en küçük kareler metodu kullanılarak ayrıldı ve bunda istatistiksel önem seviyesi %5 olarak kabul edildi. Verilerin analizi, Statistical Analysis System (SAS) kullanılarak yapıldı (SAS, 1999).

3. BULGULAR

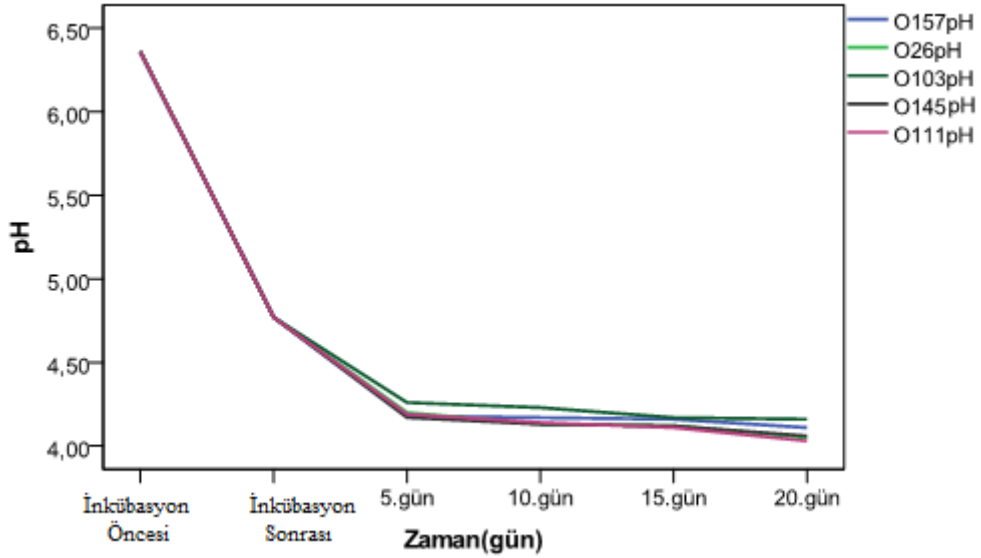
3.1. Deneysel Yoğurdun Yapımı ve Muhafazası Boyunca Kimyasal Parametreleri

Yoğurt üretimi ve 20 günlük muhafaza süresi boyunca analiz edilen kimyasal parametreleri tablo 2 ve tablo 3’de verildi.

3.1.1. Kimyasal Değerler

3.1.1.1 pH Değeri

Yapılan istatistiksel analizde deneysel yoğurt üretimi ve muhafazası sırasında pH’daki değişimler tablo 2 ve şekil 9’da verildi.



Şekil 9. Pastörizasyondan sonra kontamine edilmiş inek sütünden üretilen yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası sırasında pH değerlerindeki değişimler

Tablo 2 incelendiğinde inkübasyon sonrası tüm suşlar için yoğurt örneklerinin pH değeri 4.77 ± 0.01 olup çalışmamızda hedeflenen ortalama değere ulaşıldı. Muhafazanın 20.gününe kadar tüm örneklerin pH değerinde azalma görülse de istatistiki olarak 5., 10., 15.ve 20. günler arasında önemli bir fark görülmedi ($p > 0.05$). Suşlardan *E.coli* O157:H7 ile kontamine olan yoğurt örneğinin pH değeri 4.11 ± 0.06 ile, non-O157 STEC O26 ile

kontamine olan örneğinki 4.05 ± 0.09 ile, non-O157 STEC O103 ile kontamine olan örneğinki 4.16 ± 0.04 ile, non-O157 STEC O145 ile kontamine olan örneğinki 4.06 ± 0.02 ile ve non-O157 STEC O111 ile kontamine olan örneğin pH değeri 4.03 ± 0.11 ile sonlandı.

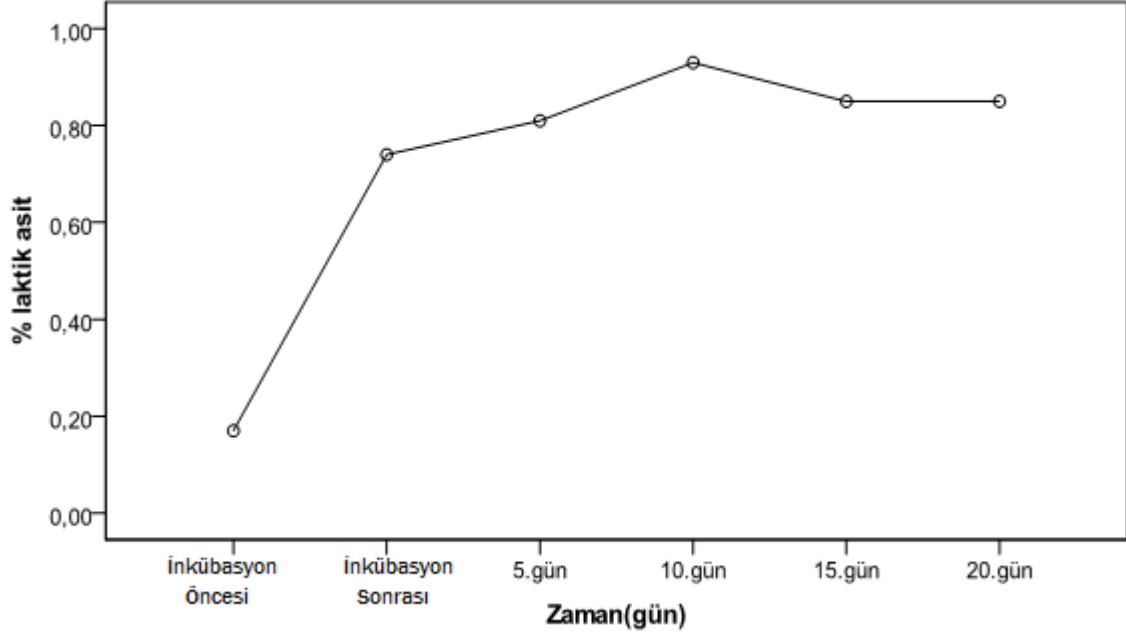
Tablo 2. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında pH değerindeki değişimler (n:&)

Serogrup	Yapım ve Muhafaza Süresince pH Değerleri					
	İnkübasyon Öncesi	İnkübasyon sonrası	5	10	15	20
O157	6.36 ± 0.11^A	4.77 ± 0.01^B	4.18 ± 0.05^C	4.17 ± 0.06^C	4.16 ± 0.06^C	4.11 ± 0.06^C
O26	6.36 ± 0.11^A	4.77 ± 0.01^B	4.20 ± 0.05^C	4.13 ± 0.04^C	4.12 ± 0.05^C	4.05 ± 0.09^C
O103	6.36 ± 0.11^A	4.77 ± 0.01^B	4.26 ± 0.07^C	4.23 ± 0.03^C	4.17 ± 0.04^C	4.16 ± 0.04^C
O145	6.36 ± 0.11^A	4.77 ± 0.01^B	4.17 ± 0.03^C	4.13 ± 0.03^C	4.12 ± 0.05^C	4.06 ± 0.02^C
O111	6.36 ± 0.11^A	4.77 ± 0.01^B	4.19 ± 0.08^C	4.14 ± 0.05^C	4.11 ± 0.06^C	4.03 ± 0.11^C

A, B, C: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($p < 0.05$).

3.1.1.2. Asitlik Değeri

Yapılan istatistiksel analizde deneysel yoğurt üretimi ve muhafazası sırasında asitlik miktarındaki değişimler tablo 3 ve şekil 10’da verildi.



Şekil 10. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında asitlik değerindeki değişimler

Şekil incelendiğinde inkübasyon sonrası tüm suşlar için % laktik asit değeri 0.74 ± 0.01 bulundu. İnkübasyon sonrası ile muhafazanın 10.günü arasında bir artış ve 10.gün ile 20.gün arasında bir azalış görülse de istatistiksel olarak önemli bir fark görülemedi ($p > 0.05$)

Tablo 3. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında % laktik asit değerindeki değişimler

	İ.Ö	İ.S.	5. gün	10. gün	15.gün	20.gün
Asitlik	0.17 ± 0.04^A	0.74 ± 0.01^B	0.81 ± 0.12^B	0.93 ± 0.01^B	0.85 ± 0.15^B	0.85 ± 0.11^B

A, B, C: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir ($p < 0.05$).

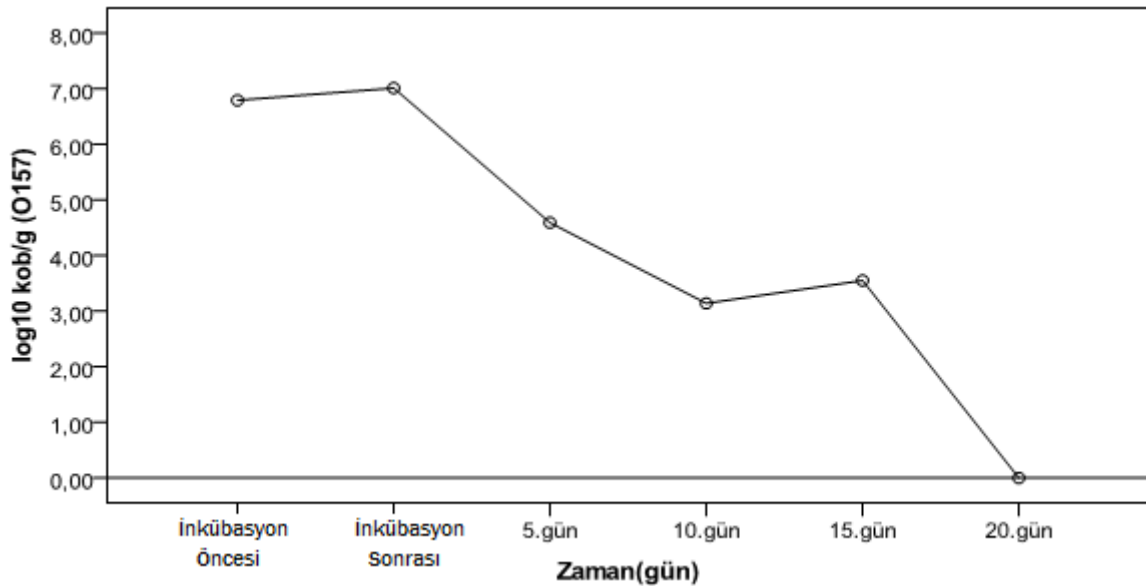
3.2. Deneysel Yoğurt Yapımı ve Muhafazası Boyunca Mikrobiyolojik Değerler

Deneysel yoğurt yapımı ve 20 günlük muhafazası boyunca elde edilen mikrobiyolojik veriler Tablo 4’ de verildi.

3.2.1. Mikrobiyolojik Değerler

3.2.1.1. *E.coli* O157:H7 Sayısı

Yapılan istatistiksel analizde deneysel kontamine yoğurt üretimi ve muhafaza süresinin, *E.coli* O157:H7 üzerinde önemli bir etkisi olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Tablo 4’de görüldüğü gibi inkübasyon öncesi patojen sayısı yaklaşık $6.79\pm 0.45 \log_{10}\text{kob/g}$ iken inkübasyon sonrası yaklaşık $7.01\pm 0.31 \log_{10}\text{kob/g}$ tespit edildi. Kıyaslama yapıldığında inkübasyon sonrasında bir artış meydana gelse bile bunun istatistiksel olarak önemli olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Tablo 4). *E.coli* O157:H7 sayısı muhafazanın 5., 10. ve 15. günlerinde sürekli bir azalış izlense de istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$).



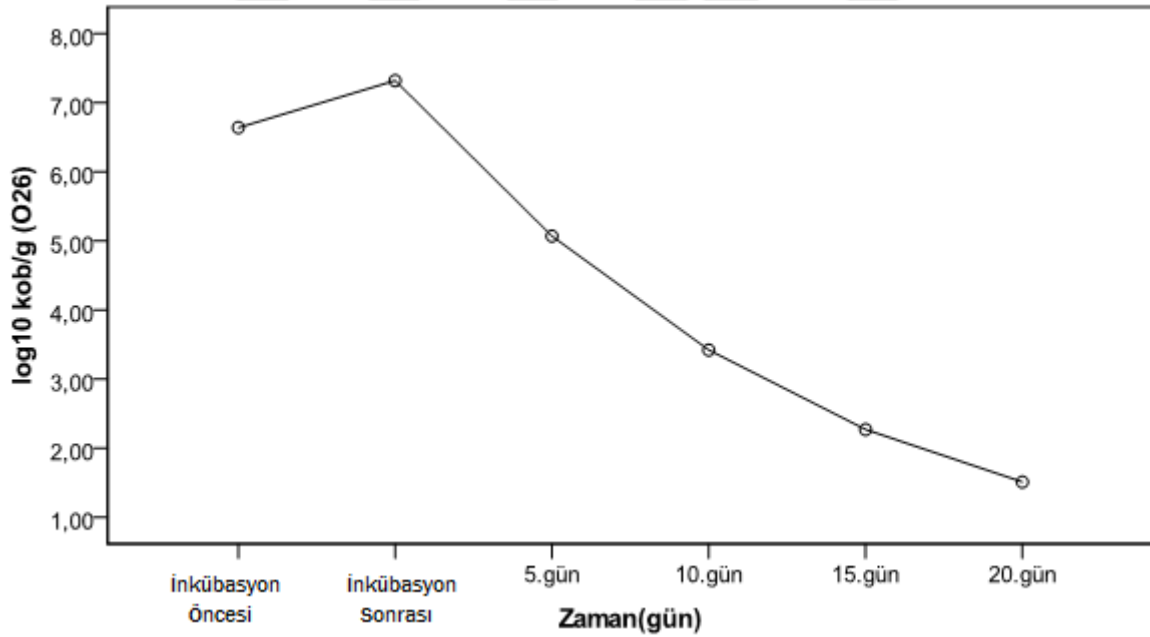
Şekil 11. *E.coli* O157:H7 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler

Şekil 11. incelendiğinde 10. gün ile 15. gün arasında bir artış meydana geldiği görüldü. Fakat 20. güne bakıldığında tespit edilebilir seviyenin ($< 0.9 \log_{10}\text{kob/g}$) altında

bulundu (Tablo 4). *E.coli* O157:H7'nin yoğurt yapımının ilk günü inkübasyon sonrası sayısı ile muhafazanın 5., 10., 15. ve 20. günlerdeki sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir azalma görüldü ($p<0.05$). Deneysel kontamine yoğurt örneklerinin üretimi ve muhafazası esnasında *E.coli* O57:H7 sayısında 6 \log_{10} kob/g seviyesinden daha fazla bir azalma gerçekleşti.

3.2.1.2. Non-O157 STEC O26 Sayısı

Yapılan istatistiksel analizde deneysel kontamine yoğurt üretimi ve muhafaza süresinin, non-O157 STEC O26 üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulundu ($p<0.05$). Tablo 4'de görüldüğü gibi yoğurt yapımının ilk günü inkübasyon öncesi patojen sayısı yaklaşık $6,64\pm 0,53 \log_{10}$ kob/g iken inkübasyon sonrası yaklaşık $7,32\pm 0,37 \log_{10}$ kob/g tespit edildi. Kıyaslama yapıldığında inkübasyon sonrasında bir artış meydana gelse bile istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$).



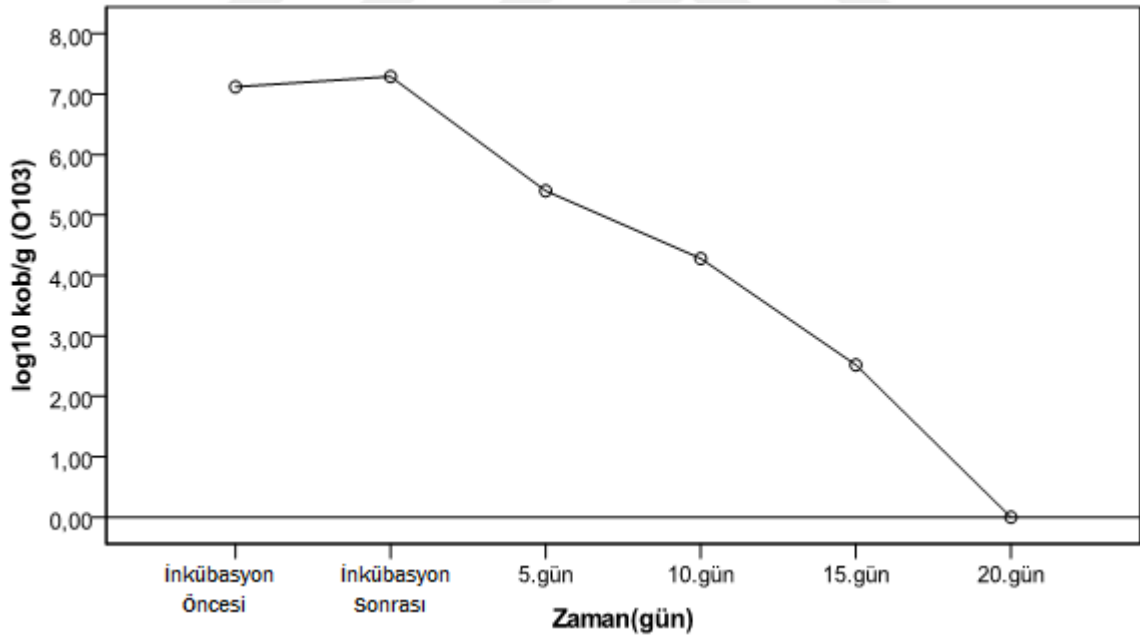
Şekil 12. STEC O26 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler

Non-O157 STEC O26'nın yoğurt yapımının ilk günü inkübasyon sonrası sayısı ile muhafazanın 5., 10., 15. ve 20. günlerdeki sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir azalma görüldü ($p<0.05$). Non-O157 STEC O26 sayısında muhafazanın 5. gününden 20.

gününe kadar sürekli bir azalış izlense de 10., 15. ve 20. günler istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$). Fakat 20.güne bakıldığında $1.51\pm 0.98 \log_{10}\text{kob/g}$ ile sonuçlandı (Tablo 4). Deneysel kontamine yoğurt örneklerinin üretimi ve muhafazası esnasında non-O157 STEC O26 sayısında $5 \log_{10} \text{ kob/g}$ seviyesinden daha fazla bir azalma gerçekleşti. Görüldüğü üzere STEC O26' nın yoğurt üretimi ve muhafaza koşullarına karşı O157:H7, O103 ve O145' e kıyasla daha dayanıklı olduğu tespit edildi.

3.2.1.3. Non-O157 STEC O103 Sayısı

Yapılan istatistiksel analizde deneysel kontamine yoğurt üretimi ve muhafaza süresinin, non-O157 STEC O103 üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulundu ($p<0.05$). Tablo 4'de görüldüğü gibi yoğurt yapımının ilk günü inkübasyon öncesi patojen sayısı yaklaşık $7.12\pm 0.43 \log_{10}\text{kob/g}$ iken inkübasyon sonrası yaklaşık $7.29\pm 0.43 \log_{10}\text{kob/g}$ tespit edildi.



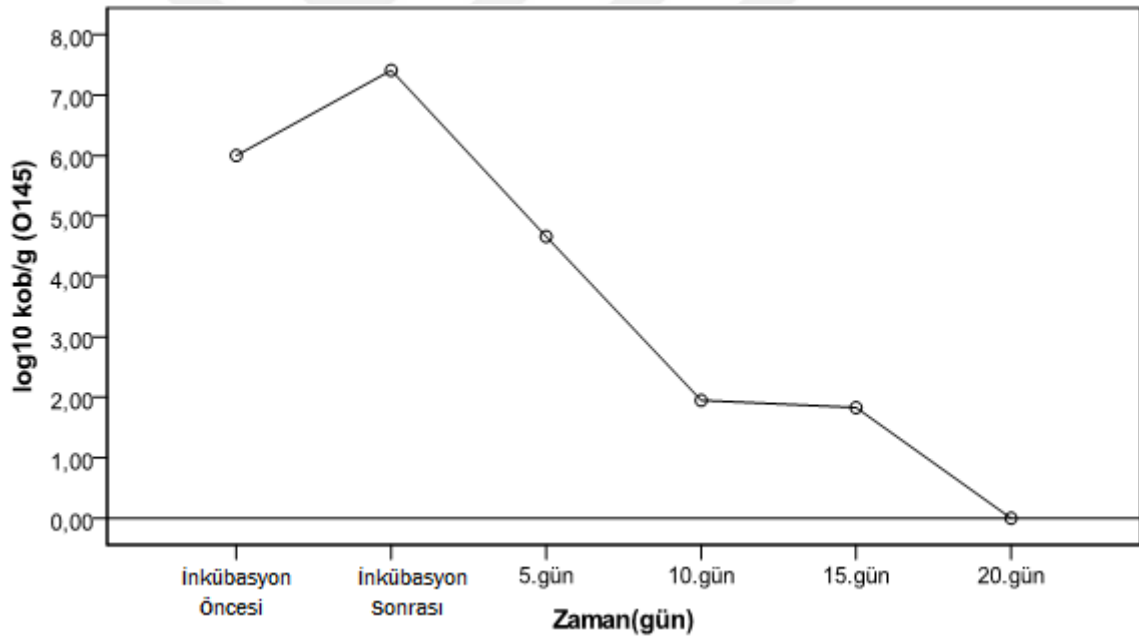
Şekil 13. STEC O103 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler

Kıyaslama yapıldığında inkübasyon sonrasında bir artış meydana gelse bile istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$). Non-O157 STEC O103'ün inkübasyon sonrası sayısı ile muhafazanın 5., 10., 15. ve 20. günlerdeki sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir azalma görüldü ($p<0.05$). Non-O157 STEC O103 sayısı muhafazanın 5.

gününden 20. gününe kadar sürekli bir azalış izlese de istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$). Fakat 20. güne bakıldığında tespit edilebilir seviyenin ($<0.9 \log_{10} \text{kob/g}$) altında bulundu (Tablo 4). Deneysel kontamine yoğurt örneklerinin üretimi ve muhafazası esnasında non-O57 STEC O103 sayısında $5 \log_{10} \text{kob/g}$ seviyesinden daha fazla bir azalma gerçekleşti.

3.2.1.4. Non-O157 STEC O145 Sayısı

Yapılan istatistiksel analizde deneysel yoğurt üretimi ve muhafaza süresinin, non-O157 STEC O145 üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulundu ($p<0.05$). Tablo 4’de görüldüğü gibi yoğurt yapımının ilk günü inkübasyon öncesi patojen sayısı yaklaşık $6.00 \pm 1.39 \log_{10} \text{kob/g}$ iken inkübasyon sonrası yaklaşık $7.41 \pm 0.35 \log_{10} \text{kob/g}$ tespit edildi.



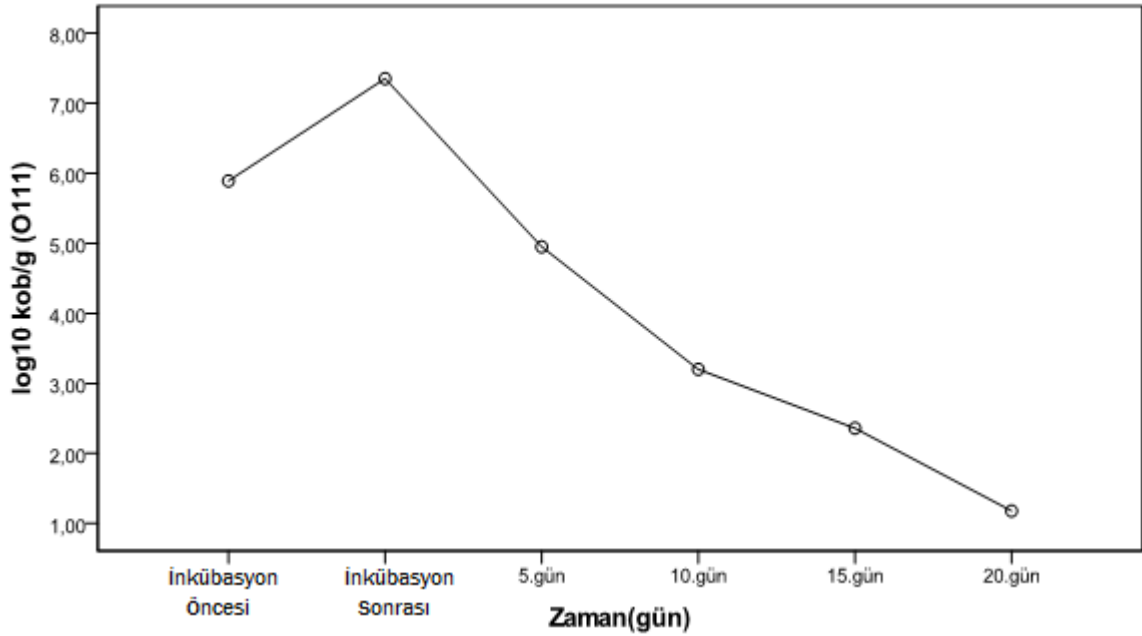
Şekil 14. STEC O145 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler

Kıyaslama yapıldığında inkübasyon sonrasında bir artış meydana gelse bile istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$). Non-O157 STEC O145’ in inkübasyon sonrası sayısı ile muhafazanın 10., 15. ve 20. günlerdeki sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir azalma görüldü ($p<0.05$). Non-O157 STEC O145 sayısı muhafazanın 5. gününden 20.gününe kadar sürekli bir azalış izlese de 10. ve 15. günler istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$). Fakat 20. güne bakıldığında tespit edilebilir seviyenin (<0.9

\log_{10} kob/g) altında bulundu (Tablo 4). Deneysel kontamine yoğurt örneklerinin üretimi ve muhafazası esnasında non-O57 STEC O145 sayısında $5 \log_{10}$ kob/g seviyesinden daha fazla bir azalma gerçekleşti.

3.2.1.5. Non-O157 STEC O111 Sayısı

Yapılan istatistiksel analizde deneysel yoğurt üretimi ve muhafaza süresinin, non-O157 STEC O111 üzerinde önemli bir etkisi olduğu bulundu ($p<0.05$). Tablo 4’de görüldüğü gibi yoğurt yapımının ilk günü inkübasyon öncesi patojen sayısı yaklaşık $5.89\pm 1.37 \log_{10}$ kob/g iken inkübasyon sonrası yaklaşık $7.35\pm 0.45 \log_{10}$ kob/g tespit edildi.



Şekil 15. STEC O111 ile kontamine yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında sayısındaki değişimler

Kıyaslama yapıldığında inkübasyon sonrasında bir artış meydana gelse bile istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$). Non-O157 STEC O111’in inkübasyon sonrası sayısı ile muhafazanın 5., 10., 15. ve 20. günlerdeki sayısı arasında istatistiksel olarak önemli bir azalma görüldü ($p<0.05$). Non-O157 STEC O111 sayısı muhafazanın 5. gününden 20. gününe kadar sürekli bir azalış izlese de istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($p>0.05$). Fakat 20. güne bakıldığında $1.18\pm 0.62 \log_{10}$ kob/g ile sonuçlandı (Tablo 4). Deneysel kontamine yoğurt örneklerinin üretimi ve muhafazası esnasında non-O57 STEC O111 sayısında yaklaşık $5 \log_{10}$ kob/g seviyesinde bir azalma gerçekleşti.

Görüldüğü üzere STEC O111'in yoğurt üretimi ve muhafaza koşullarına karşı O157:H7, O103 ve O145'e kıyasla daha dayanıklı olduğu tespit edildi.

Tablo 4. STEC serogrupları ile kontamine deneysel yoğurt örneklerinin yapımı ve muhafazası esnasında mikrobiyolojik değişimler (n:6)

Serogrup	İnkübasyon Öncesi	İnkübasyon Sonrası	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
O157	6.79±0.45 ^A	7.01±0.31 ^A	4.59±1.59 ^B	3.14±0.47 ^B	3.55±1.24 ^B	< 1.0
O26	6.64±0.53 ^A	7.32±0.37 ^A	5.07±0.98 ^B	3.42±0.73 ^C	2.27±0.72 ^{CD}	1.51±0.98 ^D
O103	7.12±0.43 ^A	7.29±0.43 ^A	5.47±1.18 ^B	4.28±1.08 ^{BC}	2.52±1.32 ^C	<1.0
O145	6.00±1.39 ^A	7.41±0.35 ^A	4.66±1.03 ^A	1.95±1.15 ^B	1.83±1.47 ^B	<1.0
O111	5.89±1.37 ^A	7.35±0.45 ^A	4.95±1.03 ^{AB}	3.20±1.87 ^B	2.36±1.04 ^B	1.18±0.62 ^B

A, B, C: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî olarak önemlidir (p<0.05).

3.2.1.6. Mezofil *Lactobacillus spp.* Sayısı

İnkübasyon sonrasında alınan örneklerde Mezofil *Lactobacillus spp.* sayısı yaklaşık 7.04±0.51 log₁₀ kob/g tespit edildi.

3.2.1.7. Mezofil *Lactococcus spp.* Sayısı

İnkübasyon sonrasında alınan örneklerde Mezofil *Lactococcus spp.* sayısı yaklaşık 7.42±0.21 log₁₀ kob/g tespit edildi.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, piyasada üretilen yoğurtların üretim prosedürleri kullanılarak *E.coli* O157:H7 ve non-O157 STEC serogrupları ile kontamine edilmiş, pastörize inek sütünden yapılan yoğurtların yapımı ve muhafazası boyunca belirtilen patojenlerin yaşamı araştırıldı.

Çalışmada yaşam süresi en kısa patojenler *E.coli* O157:H7, non-O157 STEC O103 ve O145 olarak belirlendi. İnokülasyon aşamasında süte ilave edilen *E.coli* O157:H7 sayısı $6.79 \pm 0.45 \log_{10}$ kob/mL iken muhafaza boyunca sayısında önemli azalmalar ($p < 0.05$) görüldü ve muhafazanın 20. gününde *E.coli* O157:H7 sayısı tespit edilebilir seviyenin altına düştüğü tespit edildi (Tablo 4). İnokülasyon aşamasında süte ilave edilen non-O157 STEC O103' ün sayısı $7.12 \pm 0.43 \log_{10}$ kob/mL iken iken muhafaza boyunca sayısında önemli azalmalar ($p < 0.05$) görüldü ve muhafazanın 20.gününde tespit edilebilir seviyenin altına düştüğü görüldü (Tablo 4). Non-O157 STEC O145'e baktığımızda inokülasyon aşamasında süte ilave edilen miktarı $6.00 \pm 1.39 \log_{10}$ kob/ml iken muhafaza boyunca sayısında önemli azalmalar ($p < 0.05$) görüldü ve muhafazanın 20. gününde tespit edilebilir seviyenin altına düştüğü görüldü (Tablo 4). Çalışmamızda zenginleştirme işlemi yapılmadı.

20 günlük muhafaza sonunda canlılığını sürdüren patojenlerin non-O157 STEC O26 ve O111 olduğu tespit edildi. İnokülasyon aşamasında süte ilave edilen STEC O26 ve O111 sayıları sırasıyla $6.64 \pm 0.53 \log_{10}$ kob/mL ve $5.69 \pm 1.37 \log_{10}$ kob/mL olarak tespit edildi. Muhafaza boyunca sayılarında önemli azalmalar görüldü ($p < 0.05$) ve muhafazanın 20. günü non-O157 STEC O26 ve O111 sayıları sırasıyla $1.51 \pm 0.98 \log_{10}$ kob/g ve $1.18 \pm 0.62 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edildi (Tablo 4). Bu durumda yoğurt üretimi ve muhafaza süreci boyunca non-O157 STEC O26 ve O111'in diğer suşlara göre daha dayanıklı olduğu söylenebilir.

Patojenlerin yoğurdun üretimi ve muhafazası süresince azalması veya tespit edilebilir seviyenin altına inmesinin nedeni starter kültür miktarındaki artış ile ilişkili olarak rekabetçi floradaki artış, bakteri sayısındaki artışa bağlı olarak metabolik madde birikimi, pH'daki düşüş ve asit miktarındaki artışın oluşturduğu metabolik yorgunluk olduğu düşünülmektedir (Leistner, 2000; Rogga ve ark., 2005; Dikici, 2008). Ancak STEC non-O157 O111 sayısında meydana gelen azalma FDA tarafından belirtilen, insan sağlığı açısından risk teşkil eden *E.coli* O157:H7 gibi patojenlerin seviyelerinde 5 log'luk azalma

şartını yoğurt için karşılamamıştır (Samelis ve Sofos, 2003). Bu durum, olası bir Pre/post kontaminasyonun ürünün güvenilirliği açısından ne denli risk taşıdığını gözler önüne sermektedir.

Arıcan ve Andıç (2011)'in yoğurtla ilgili yapmış oldukları çalışmada *E.coli* O157:H7 sayısı, 42°C'de fermantasyon aşamasında hafif bir artış göstermiştir. Benzer olarak bizim çalışmamızda da 44 °C'de inkübasyon sonrası *E.coli* O157:H7 sayısında artış oldu (Tablo 4), fakat bu artış istatistikî olarak önemli bulunmadı ($p < 0.05$). Arıcan ve Andaç (2011)'in çalışmalarında, başlangıç pH'sı 4.6 seçilen yoğurt örneklerine kontamine edilen *E.coli* O157:H7 10^5 kob/mL olup 14 gün boyunca canlı kalmış ve 14 günlük depolama sonucunda $2.6 \log_{10}$ kob/ml azalma olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise inokülasyon aşamasında yaklaşık $7 \log_{10}$ kob/mL *E.coli* O157:H7 kontamine edildi, inkübasyon öncesi yaklaşık $6.79 \pm 0.45 \log_{10}$ kob/ml tespit edildi ve muhafazanın 15. gününe kadar canlılığını korudu ($3.55 \pm 1.24 \log_{10}$ kob/g). 20. gün ise tespit edilebilir seviyenin altına düştü (Tablo 4). Tosun ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmada, aside adapte edilen ve edilmeyen *E.coli* O157:H7'nin fermente süt ürünlerinde canlılığına etkisi incelenmiştir. Çalışmada aside adapte edilen hücreler ve kontrol hücreleri sinbiyotik ve set tipi yoğurt örneklerine fermantasyondan önce ve sonra olmak üzere iki farklı aşamada kontamine edilmiştir ve 4°C'de muhafaza boyunca canlılığı araştırılmıştır. Çalışmada, aside adapte edilmemiş ve başlangıç sayısı $6 \log$ kob/g olan *E.coli* O157:H7 4°C'de 26 günlük muhafaza boyunca sinbiyotik yoğurtta canlılığını korurken (26. gün sayısı 2.7×10^4 kob/g ve pH 4.5) aside adapte edilmiş *E.coli* O157:H7 aynı günün sonunda tespit edilebilir seviyenin altına düşmüştür. Bu yoğurt çeşidine bakteri, fermantasyondan önce kontamine edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise O157:H7'nin inkübasyon öncesi sayısı Tosun ve ark. (2007)'nin çalışmasıyla benzer olarak $6.79 \pm 0.45 \log_{10}$ kob/ml iken fermantasyon sonrasında (inkübasyon sonrası) $7.01 \pm 0.31 \log_{10}$ kob/g'a yükselmiş 15 gün boyunca canlılığını korumuş, fakat 20. gün tespit edilebilir seviyenin altına düşmüştür. Tosun ve ark. (2007)'nin çalışmasında da görüldüğü gibi pastörizasyon sonrası olası bir kontaminasyonda, *E.coli* O157:H7 asidik ortam koşullarına tolerans geliştirebilmektedir.

Akdemir ve Evrendilek (2007)'in çalışmalarında sade yoğurt, tuzlu yoğurt ve ayrana 10^6 - 10^7 kob/mL *E.coli* O157:H7 kontamine edildikten sonra 4 ve 22°C'de 45 gün boyunca bu ürünlerde canlılığını koruduğunu tespit etmişlerdir.

E.coli O157:H7, pH 4.5-9 aralığında gelişebilirken optimum ürediği pH değeri 7.0'dır (Glass ve ark., 1992). Bu patojenin tatlı turşu (pH: 2.8) (Tsai ve Ingham, 1997),

yoğurt (pH:4.5) (Massa ve ark., 1997) ve mayonez (pH:3.65) (Weagant ve ark, 1994) gibi asitli gıdalarda hayatta kalabildiği tespit edilmiştir. Yoğurt sahip olduğu asidik ortam ile birçok gıdaya kıyasla doğası gereği güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Ancak düşük pH değerlerine karşı direnç gösterebilmesi nedeniyle bu patojen, yoğurt gibi asidik gıdalarda hayatta kalabilmeyi başarmaktadır (Bracket ve ark, 1994; Conner ve Kotrola, 1995; Dineen ve ark., 1998).

Yoğurt, ısıtılmış işlem görmüş bir süt ürünü olmasına rağmen, ısıtılmış işlem sonrası olası bir post kontaminasyon ürünün güvenilirliğini etkilemekle beraber tüketici açısından da ciddi sağlık tehlikesi oluşturabilir. Dehkordi ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada; topladıkları 600 adet süt ürününün 50'sinin *E.coli* ile kontamine olduğunu ve en çok kontamine olan ürünün yoğurt olduğunu, en çok tespit edilen serogrupların ise O157 (%26) ve O26 (%12) olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla yoğurt gibi asidik gıdaların güvenilirliği tartışılmalıdır. Çünkü *E.coli* O157:H7 gibi asidik ortama karşı dirençli bir patojenin birçok süt ürününde birkaç hafta ile birkaç aya kadar yaşamını sürdürebildiği çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir.

Massa ve ark. (1997)'nin yaptıkları çalışmada bizim çalışmamızla benzer olarak; çiğ inek sütü 90°C' de 10 dakika pastörize edilip ardından 42 °C'ye soğutulmuş, iki farklı starter kullanılarak geleneksel ve bifido olmak üzere iki farklı çeşit yoğurt üretilmiştir. Mayalamadan hemen sonra 10^3 kob/mL ve 10^7 kob/mL olmak üzere iki farklı miktarda O157:H7 kontamine edilmiş ve inkübasyona bırakılmıştır. Beş saatlik inkübasyon sonucunda örnekler +4 °C'de depolamaya alınmıştır. Buzdolabına kaldırılan yoğurtların bu aşamadaki pH değerleri geleneksel ve bifido yoğurtlar için sırasıyla 5.1 ve 5.2 olarak ölçülmüştür. 7 günlük depolama sonundaki pH değerleri yine sırasıyla 4.5 ve 4.6 olmuştur. 10^7 kob/ml inoküle edilen O157:H7 sayısı 4. gün sonunda 1 log₁₀ kadar azalmış 7. günün sonunda ise geleneksel yoğurtta 2.1×10^5 , bifido yoğurtta 2.6×10^5 kob/g olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise buzdolabına kaldırılan yoğurtların pH değeri tüm suşlar için 4.77 olup O157:H7 inoküle edilmiş yoğurt numunesinin 20 günlük muhafaza sonundaki pH değeri 4.11 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. İnkübasyon sonrasında O157:H7 sayısı 7.01 ± 0.31 log₁₀ kob/g iken 20. günün sonunda tespit edilebilir seviyenin altına düşmüştür. Ancak, Massa ve ark. (1997)'nin çalışmasıyla kıyaslandığında, bizim çalışmamızda depolamanın 10. günü pH değeri 4.17 ± 0.06 olup pH değeri daha düşük olmasına rağmen O157:H7 sayısı 3.14 ± 0.47 log₁₀ kob/g olarak tespit edildi. Dolayısıyla Massa ve ark. (1997)'nin çalışmaları da dâhil olmak üzere birçok çalışmada belirtildiği

gibi *E.coli* O157:H7 asidik ortamlarda yaşamsal faaliyetlerini sürdürebildiği gibi bu ortama karşı direnç kazanabilen bir patojendir.

Literatürde süt ürünlerinde, özellikle yoğurtta kendi çalışmamızla kıyaslayabileceğimiz STEC non O157 serogruplarının yaşamının incelendiği çalışmalara çok az rastlanmaktadır. Bu çalışmalardan Miszczycha ve ark. (2012)'nin yapmış oldukları çalışmada çiğ süttten yapılan beş farklı peynir ve beş farklı aşamaya göre olgunlaştırılan peynirlerde STEC serogruplarının yaşamı incelenmiştir. Suşlar, süte rennet katılmadan önce çiğ süte kontamine edilmiştir. Peynirin yapımı, olgunlaşması ve depolamanın farklı aşamalarında peynirlerden numune alınıp STEC takibi yapılmıştır. Çiğ koyun sütünden yapılan mavi tip peynirde, peynir yapımının ilk 24 saatinde O157:H7 1 log₁₀ kob/g, STEC O26 3 log₁₀ kob/g ve O103 2 log₁₀ kob/g artmıştır. Depolamadan 7 gün sonra *E.coli* O157:H7 sayısı hızla düşmüş ve 240 gün sonrasında zenginleştirme yapıldığında tespit edilebilmiştir. STEC O103 seviyesi olgunlaşma süresince azalmış ve 240 gün sonunda zenginleştirme yapılmasına rağmen tespit edilememiştir. Depolama boyunca diğer serotiplere kıyasla *E.coli* O26 önemli ölçüde daha yüksek seviyede bulunmuş ve daha kalıcı olmuştur. Bizim çalışmamızda ise bu çalışmayla benzer olarak, depolamanın 20.gününde STEC O26 1.51±0.98 log₁₀ kob/g tespit edildi ve diğer suşlara kıyasla (O111 hariç) daha kalıcı oldu. Miszczycha ve ark. (2012)'nin çalışmasında peynirlerin merkezindeki pH seviyesi ilk 3 gün içerisinde 6,6'dan 4,9'a düşmüş, 90. güne ulaştığında artmış ve daha sonra tekrar azalmıştır. Farklı bir çeşit olan ısıtılmış preslenmiş çiğ inek sütünden yapılan peynirde, ilk 24 saat içerisinde STEC O26 sayısı 6 log₁₀ kob/g, O157:H7 ise 4 log₁₀ kob/g tespit edilmiştir. STEC konsantrasyonu bu peynir çeşidinde 1-60 gün arasında sabit kalmıştır. Depolamanın 210. gününde O157:H7 peynirin iç ve dış kısmında, O26 ise dış kısmında tespit edilebilir seviyenin altına düşmüştür. O26 peynirin dış kısmına göre iç kısmında daha yavaş azalmıştır ve 240. günde bile 3 log₁₀ kob/g olarak tespit edilmiştir. O26 seviyesi, peynirin hem iç hem dış kısmında O157:H7'ye kıyasla önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Peynirin iç kısmında yapımın ilk günü pH 6.79'dan 5.19'a düşmüş ve sonrasında 240. güne kadar yavaş yavaş 5.52'ye yükselmiştir. Bir diğer ısıtılmış preslenmiş çiğ inek sütünden yapılan peynirde, yapımın 1. günü O103 ve O145 5 log₁₀ kob/g seviyesine ulaşmıştır. O26 4 log₁₀ kob/g'dan 5 log₁₀ kob/g'a yükselmiştir. O157:H7 ise 3.3 log₁₀ kob/g'a yükselmiştir. Bizim çalışmamızda ise STEC O103 inkübasyon öncesi 6.79±45 log₁₀ kob/mL'den inkübasyon sonrasında 7.01±0.31 log₁₀ kob/g'a, O145 6.00±1.39 log₁₀ kob/ml'den 7.41±0.35 log₁₀ kob/g'a, O26 6.64±0.53

\log_{10} kob/mL'den $7.32 \pm 0.37 \log_{10}$ kob/g'a, O157:H7 ise $6.79 \pm 0.45 \log_{10}$ kob/mL'den $7.01 \pm 0.31 \log_{10}$ kob/g'a yükseldi. Miszczycha ve ark. (2012)'nin çalışmasında STEC suşları muhafazanın 40. gününün sonuna kadar sabit kalmıştır. Serotip ne olursa olsun, geleneksel (20 günlük sürede) ve endüstriyel (12 günlük sürede) koşullarda üretilen peynirin iç ve dış kısmında önemli bir fark bulunmamıştır. O26 seviyesi, iç kısımdaki O145 ve hem iç hem de dış kısımdaki O103'e göre önemli derecede düşük bulunmuştur. O157:H7 seviyesi ise iç ve dış kısımdaki O26, O103 ve O145'e göre önemli ölçüde düşük bulunmuştur. STEC serotipi fark etmeksizin peynirin iç kısmındaki pH değeri ilk gün 6.6'dan 5.3'e düşmüştür. 40. güne kadar yavaş yavaş 5.8'e yükselmiştir. Bizim çalışmamızda da 20 günlük depolamanın sonunda O26 ve O111; sırasıyla $1.51 \pm 0.98 \log_{10}$ kob/g ve $1.8 \pm 0.62 \log_{10}$ kob/g bulunurken O157, O103 ve O145 tespit edilebilir seviyenin altına düştü. Miszczycha ve ark. (2012)'nin çalışmasında STEC serogruplarının yaşamını birçok faktörün etkilediği, bu faktörlerin başında da hızlı asitlik artışı geldiği tespit edilmiştir. Yine bu çalışmada, bu suşların strese maruz kalıp zarar görmelerine rağmen optimum koşullarda (37°C) gördükleri hasarı onarabildikleri ve 7°C'de muhafaza edildiklerinde üremeye ve büyümeye başladıkları bildirilmiştir.

Çalışmamızdaki % laktik asit değeri Saltoğlu, (2014)'ün çalışmasıyla benzer bulunmuştur.

Çalışmamızdaki *Lactobacillus* spp. ve *Lactococcus* spp. sayısı Dikici (2008)'in çalışmasıyla benzer bulunmuştur.

Kontamine gıdalardaki non-O157 STEC serogruplarının davranışları üzerine çalışma sayısı oldukça azdır. Özellikle süt ürünleri üzerine yapılmış çalışmalara nadir rastlanmaktadır. Ancak herhangi bir üründe ısıl işlem sonrasında gerçekleşebilecek olası bir post kontaminasyonun gıdanın güvenilirliğini dolayısıyla halk sağlığını ciddi şekilde tehdit edebileceği unutulmamalıdır. Bu hususta, bizim çalışmamızda, post kontaminasyonun yoğurt güvenilirliğini nasıl etkileyeceği ortaya konmuştur.

5. SONUÇ

Escherichia coli'nin, sıcakkanlı hayvanların intestinal sisteminde doğal olarak yaşadığı ve süt ürünlerinde fekal kontaminasyonun indikatörü olarak tespit edildiği bilinmektedir. Dolayısıyla yoğurt, *E.coli* ile kolaylıkla kontamine olabilecek bir üründür. Pastörizasyon aşamasında ya da pastörizasyon sonrası kontaminasyon riski muhtemeldir.

Bu çalışma sonuçlarına göre, deneysel yoğurdun üretimi ve 20 günlük muhafazası boyunca incelenen *E.coli* O157:H7 ve non-O157 STEC serogrupları, yaşamsal faaliyetleri farklılık göstermiştir. Isıl işlemden sonra kontamine edilen *E.coli* O157:H7 ve non-O157 STEC serogruplarından üretim ve muhafaza boyunca non-O157 STEC O26 ve O111 hayatta kalırken STEC O157:H7, O103 ve O145 tespit edilebilir seviyenin altına düşmüştür. Bu sonuçlara göre, yoğurt üretim prosesine STEC O26 ve O111'in O157:H7, O103 ve O145'e göre daha dayanıklı oldukları söylenebilir. Bu duruma neden olarak yürütülebilecek en mantıklı tahmin, yoğurtta oluşan ortamın O26 ve O111' in aside dirençlilik mekanizmalarını aktif hale getirmiş olabileceğidir. Şunu da belirtmek gerekir ki, fermantasyon aşaması patojen sayısına etki etmemiş, aksine bu aşamada tüm patojenlerin sayısı artmıştır. Olası bir pre-kontaminasyonun doğurabileceği riskler, O157:H7 ve non-O157 STEC serogruplarının yoğurdun muhafaza süresince hayatta kalması ve 20 günlük muhafaza sonunda STEC O26 ve O111'in sağ kalımıyla görülmektedir. Enfektif dozunun 10^1 olduğu göz önünde bulundurulduğunda kontamine yoğurdun muhafaza süresi içerisinde tüketilmesi sonucu doğabilecek tehlikeler dikkate alınmalıdır. Özellikle asidik ortam gibi ortamlara karşı adaptasyon kabiliyeti artmış patojenlerin hastalık oluşturma kabiliyetlerini arttırdığı da çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur. Bu durum gıdaların üretimi esnasında patojenlerin maruz kaldığı stres ortamları karşısında uyarılan adaptasyon mekanizmalarının, gıda güvenliği açısından oluşturduğu tehlikeyi ortaya koymaktadır.

Bu tür ürünlerde, geleneksel veya endüstriyel olması fark etmeksizin, düşük miktarda patojenin varlığı bile, bu patojenlerden kaynaklanabilecek riskleri ortadan kaldırmaya yeterli olmayabilir.

6. ÖNERİLER

Bu çalışma, hayvansal gıdaların *E.coli* ile kontamine olması sonucu oluşacak tehlikelere dikkat çekmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmamızda, yoğurdun dünyada en çok tüketilen hayvansal gıda olduğu bilincinden yola çıkılarak İngiltere’de patlak veren yoğurt kaynaklı salgın ve literatürde hayvansal gıdalara olası bir pre/post kontaminasyon sonucu patojenlerin canlılığının araştırıldığı çalışmalara nadiren denk gelinmesi dikkate alınmıştır.

Gıdalar, üretim ve muhafaza boyunca STEC açısından gözlenmelidir. Her ne kadar STEC O157:H7 için sıfır tolerans gözetilse de, son yıllarda artış gösteren ve ölümlerle sonuçlanan STEC non-O157 kaynaklı salgınlar göz önünde bulundurulduğunda, gıdalarda STEC non-O157 taranabilmeli ve sıfır tolerans gözetilmelidir. Ürünlerin prosesleri hazırlanırken 5 log’luk inaktivasyonun mutlaka değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. STEC non-O157 serogruplarının mevzuatlarda mutlaka yer alması gerektiği, hayvanlarda izlenmesi, izolasyon ve identifikasyon prosedürlerinin iyileştirilerek hızlı ve güvenilir kitlerin geliştirilmesi gerekliliği göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

- Abu-Elyazeed, R., Wierzba, T.F., Mourad, A.S., Peruski, L.F., Kay, B.A., Rao, M., Churilla, A.M., Bourgeois, A.L., Mortagy, A.K., Kamal, S.M., Savarino, S.J., Campbell, J.R., Murphy, J.R., Naficy, A., Clemens, J.D.,** 1999. Epidemiology of enterotoxigenic *Escherichia coli* diarrhea in a pediatric cohort in a periurban area of lower Egypt. *The Journal of Infectious Disease*, 179: 382-9.
- AERI, 2005.** Agricultural Economics Research Institute of Turkey, Dairy situation and outlook: 2007-2008 Publication, No: 132, p. 22, Ankara, Turkey.
- AOAC, 1990.** AOAC Official Methods, 15th Ed. Methods 948.12, 920.124, 983.14, 947.05, 920.123.
- Arıcan, A., Andic, S.,** 2011. Survival of *E.coli* O157:H7 in yogurt incubated until two different Ph values and stored at 4°C. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (4): 537-542.
- Arocha, M.M., McVey, M., Loder, S.D., Rupnow, J.W., Bullerman, L.,** 1992. Behaviour of hemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 during the manufacture of Cottage cheese. *Journal of Food Protection*, 55: 379-381.
- Baylis, C.L.,** 2009. Raw milk and raw milk cheeses as vehicles for infection by Verocytotoxin-producing *Escherichia coli*. *International Journal of Dairy Technology*, 62: 293–307.
- Binsztein, N., Jouve, M.J., Viboud, G.I., López Moral, L., Rivas, M., Orskov, I., Ahrên, C., Svennerholm, A.M.,** 1991. Colonization factors of enterotoxigenic *Escherichia coli* isolated from children with diarrhea in Argentina. *Journal of Clinical Microbiology*, 29: 1893-8.
- Boerlin, P., McEwen, S.A., Boerlin-Petzold, F., Wilson, J.B., Johnson, R.P., Gyles, C.L.,** 1999. Associations between virulence factors of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* and disease in humans. *Journal of Clinical Microbiology*, 37: 497–503.
- Brackett, R.E., Hao, Y.Y., Doyle, M.P.,** 1994. Ineffectiveness of hot acid sprays to decontaminate *Escherichia coli* O157:H7 on beef. *Journal of Food Protection*, 57: 198-203.
- Brussels-Capital Region, Belgium,** in 2008–2010, 2012. *Journal of Clinical Microbiology*, 50: 1336–1345.
- Carattoli, A.,** 2013. Plasmids and the spread of resistance. *International Journal of Medical Microbiology*, 303: 298–304.

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC)**, 2006. Update on multi-state outbreak of *E. coli* O157:H7 infections from fresh spinach, October 6, 2006 <http://www.cdc.gov/foodborne/ecolispinach/100606.htm>., 5 Mayıs 2014.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2010. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2010. <http://www.cdc.gov/ecoli/2010-outbreaks.html>., 5 Haziran 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2011. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2011. <http://www.cdc.gov/ecoli/2011-outbreaks.html>., 5 Haziran 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2011. Reports of *E. coli* outbreak Investigations from 2011. <http://www.cdc.gov/ecoli/2011/hazelnuts-4-7-11.html>., 7 Nisan 2011.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2011. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2011. <http://www.cdc.gov/ecoli/2011/travel-germany-7-8-11.html>., 9 Temmuz 2011.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2012. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2011. <http://www.cdc.gov/ecoli/2011/romaine-lettace-3-23-12.html>., 23 Mart 2012.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2012. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2012. <http://www.cdc.gov/ecoli/2011-outbreaks.html>., 5 Haziran 2012.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2012. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2012. <http://www.cdc.gov/ecoli/2012/o26-02-12/index.html>., 3 Nisan 2012.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2012. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2012. <http://www.cdc.gov/ecoli/2012/o145-06-12/index.html>., 20 Temmuz 2012.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2012. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2012. <http://www.cdc.gov/ecoli/2012/O157H7-11-12/index.html>., 10 Kasım 2012.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2012. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2013. <http://www.cdc.gov/ecoli/2013/O121-03-13/index.html>., 30 Mayıs 2013.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC)**, 2012. Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2013. <http://www.cdc.gov/ecoli/2013/O157H7-11-13/index.html>., 11 Kasım 2013.

- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2014. <http://www.cdc.gov/ecoli/2014/o121-05-14/index.html>., 1 Agustus 2014.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak Investigations from 2013. <http://www.cdc.gov/ecoli/2013-outbreaks.html>., 11 Kasim 2013.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2013. <http://www.cdc.gov/ecoli/2013/O157H7-11-13/index.html>., 11 Kasim 2013.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak Investigations from 2013. <http://www.cdc.gov/ecoli/2013/O121-03-13/index.html>., 30 Mays 2013.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2014. <http://www.cdc.gov/ecoli/2014-outbreaks.html>., 20 Haziran 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2014. <http://www.cdc.gov/ecoli/2014/O157H7-05-14/index.html>., 20 Haziran 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* Outbreak investigations from 2015. <http://www.cdc.gov/ecoli/2015-outbreaks.html>., Kasim 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2015. <http://www.cdc.gov/ecoli/2015/o26-11-15/index.html>., 1 Şubat 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2015. <http://www.cdc.gov/ecoli/2015/o157h7-11-15/index.html>., 22 Kasim 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** Reports of *E. coli* outbreak investigations from 2006-2009. <http://www.cdc.gov/ecoli/2006-2009-outbreaks.html>., 11 Haziran 2015.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC), 2015.** *E.coli* (*Escherichia coli*) general information. <http://www.cdc.gov/ecoli/general/index.html>., 6 Kasim 2015.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2012a.** National Shiga toxin producing *Escherichia coli* (STEC) surveillance overview. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, CDC.

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC)**, 2012b. National Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) surveillance annual summary, 2009. Atlanta, Georgia: US Department of Health and Human Services, CDC.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC)**, 2012c. Multistate outbreak of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O26 infections linked to raw clover sprouts at Jimmy John's restaurants, April 3, 2012. <http://www.cdc.gov/ecoli/2012/O26-02-12/index.html>, 6 Mayıs 2014.
- Conner, D.E., Kotrola, J.S.**, 1995. Growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 under acidic conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 382-385.
- Dikici, A.**, 2008. Şavak tulum peynirinin üretimi ve olgunlaştırılması sırasında *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella*'nın yaşam ve asit adaptasyon kabiliyetinin incelenmesi. *TUBİTAK, TOVAG-106O330*, 37: 177-182.
- Daniels, N.A., Neimann, J., Karpati, A., Parashar, U.D., Greene, K.D., Wells, J.G.**, 2000. Traveler's diarrhea at sea: three outbreaks of waterborne enterotoxigenic *Escherichia coli* on cruise ships. *Journal of Infection Disease*, 181: 1491-5.
- Davis, M., Hancock, D.D., Besser, T.E., Rice, D.H., Hovde, C.J., Digiacomo, R., Samadpour, M., Call, D.R.**, 2003. Correlation between geographic distance and genetic similarity in an international collection of bovine faecal *Escherichia coli* O157 : H7 isolates. *Epidemiology and Infection*, 131: 923–930.
- Dehkordi, F.S., Yazdani, F., Mozafari, J., Valizadeh, Y.**, 2014. Virulence factors, serogroups and antimicrobial resistance properties of *Escherichia coli* strains in fermented dairy products. *BMC Research Notes*, 7: 217.
- Dineen, S.S., Takeuchi, K., Soudah, J.E., Boor, K.J.**, 1998. Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 in dairy fermentation systems. *Journal of Food Protection*, 61: 1602-1608.
- Erkan, M.E., Vural, A., Güran, H.Ş.**, 2009. Diyarbakır örgü peynirinde aflatoksin M1 ile Verotoksin 1 ve 2 varlığının araştırılması. Dicle Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Diyarbakır, 1 (1): 19-25.
- Espié, E., Mariani-Kurkdjian, P., Grimont, F., Pihier, N., Vaillant, V., Francart, S., Capek, I., DeValck, H.**, 2006. Shiga-toxin producing *Escherichia coli* O26 infection and unpasteurized cows cheese, France, 2005. In: Sofronidis, J. (Ed.), *Abstract of the 6th International Symposium on Shigatoxin (Verocytotoxin)-producing Escherichia coli Infections*. Cambridge Scholars Publishing, West Leederville, WA (Melbourne, Australia).
- European Centre for Disease Prevention and Control and European Food Safety Authority (ECDC-EFSA)**, 2011. Shiga toxin/verotoxin-producing *Escherichia coli* in humans, food and animals in the EU/EEA, with special reference to the German outbreak strain STEC O104. Stockholm: ECDC.

- European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)**, 2013. Annual epidemiological report 2012. Reporting on 2010 surveillance data and 2011 epidemic intelligence data. Stockholm, Sweden: European Centre for Disease Prevention and Control.
- EFSA, European Food Safety Authority and ECDC, European Centre for Disease Prevention, Control**, 2015. EU Summary Report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2013. *EFSA Journal*, 13: 4036.
- Farrokh, C., Jordan, K., Auvray, F., Glass, K., Oppegaard, H., Raynaud, S., Thevenot, D., Condron, R., De Reu, K., Govaris, A., Heggum, K., Heyndrickx, M., Hummerjohann, J., Lindsay, D., Miszczycha, S., Moussiégt, S., Verstraete, K., Cerf, O.**, 2013. Review of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and their significance in dairy production. *International Journal of Food Microbiology*, 162: 190–212.
- Ferens, W. A., Hovde, C. J.**, 2011. *Escherichia coli* O157:H7: animal reservoir and sources of human infection. *Foodborne Pathogens and Disease*, 8: 465–487.
- Frank, C., Werber, D., Cramer, J.P.**, 2011. Epidemic profile of Shiga-toxin-producing *Escherichia coli* O104:H4 outbreak in Germany. *The New England Journal of Medicine*, 365: 1771–1780.
- Fratamico, P.M., Crawford, C.G.**, 1999. Detection by commercial immuno-genetic particle-based assays. In, Robinson RK, Batt CA, Patel PD (Eds): *Encyclopedia of Food Microbiology*, 1: 654-661, Academic Press, San Diego, California, USA.
- Glass, K.A., Loeffelholz, J.M., Ford, J.P., 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.
- Gould, L., Mody, R., Ong, K., Clogher, P., Cronquist, A., Garman, K., Lathrop, S., Medus, C., Spina, N., Webb, T., White, P., Wymore, K., Gierke, R., Mahon, B., Griffin, P.**, 2013. Increased recognition of non-O157 Shiga toxin producing *Escherichia coli* infections in the United States during 2000-2010: epidemiologic features and comparison with *E. coli* O157 Infections. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10 (5): 453-460.
- Huerta, M., Grotto, I., Gdalevich, M., Mimouni, D., Gavrieli, B., Yavzori, M.**, 2000. A waterborne outbreak of gastroenteritis in the Golan Heights due to enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Infection*, 28: 267-71.
- Kaper, J.B., Nataro, J.P., Mobley, H.L.**, 2004. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 2: 123–140.
- Karmali, M.A., Gannon, V., Sargeant, J.M.**, 2010. Verocytotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC). *Veterinary Microbiology*, 140: 360–370

- Kaspar, C., Doyle, M. E., Archer, J.**, 2010. White paper on non-O157:H7 Shiga toxin producing *E. coli* from meat and non-meat sources. Frifood Safety Review. http://fri.wisc.edu/docs/pdf/FRI_Brief_NonO157STEC_4_10.pdf. Kasim 2009.
- Leistner, L.**, 2000. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55: 181-186.
- Levine, M. K.**, 1987. *Escherichia coli* that cause diarrhoea: Enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic and enteroadherent. *The Journal of Infectious Diseases*, 155 (3): 377–389.
- Massa, S., Altieri, C., Quaranda, V., De Pace, R.**, 1997. Survival of *E. coli* O157:H7 in yoghurt during preparation and storage at 4°C. *Letters in Applied Microbiology*, 24: 347-350.
- Miszczucha, S.D., Perrin, F., Ganet, S., Jamet, E., Tenenhaus-Aziza, F., Montel, M.C., Thevenot-Sergentet, D.**, 2012. Behavior of different shiga toxin-producing *Escherichia coli* serotypes in various experimentally contaminated raw-milk cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 79: 150-158.
- Morgan, D., Newman, C.P., Hutchinson, D.N., Walker, A.M., Rowe, B. ve Majid, F.**, 1993. Verotoxin-producing *Escherichia coli* O157:H7 infections associated with consumption of yoghurt. *Epidemiology and Infection*, 111: 181-187.
- Nataro, J.P., Kaper, J.B.**, 1998. Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Review*, 11: 142-201.
- Nirdnoy, W., Serichantalergs, O., Cravioto, A., LeBron, C., Wolf, M., Hoge, C.W.**, 1997. Distribution of colonization factor antigens among enterotoxigenic *Escherichia coli* strains isolated from patients with diarrhea in Nepal, Indonesia, Peru, and Thailand. *Journal of Clinical Microbiology*, 35: 52730.
- Ocak, E.**, 1996. A study on the physical, chemical, microbiological, and sensory characteristics of winter yoghurt produced in Van province. *MSc Dissertation*, University of Yuzuncu Yil, Turkey, 14 (2):10-14.
- Paniagua, M., Espinoza, F., Ringman, M., Reizenstein, E., Svennerholm, A.M., Hallander, H.**, 1997. Analysis of incidence of infection with enterotoxigenic *Escherichia coli* in a prospective cohort study of infant diarrhea in Nicaragua. *Journal of Clinical Microbiology*, 35: 1404-10.
- Pennington, H.**, 2010. *Escherichia coli* O157. *Lancet*, 376: 1428–1435.
- Pierard, D., De Greve, H., Haesebrouck, F., Mainil, J.**, 2012. O157:H7 and O104:H4 Vero/Shiga toxin-producing *Escherichia coli* outbreaks: respective role of cattle and humans. *Veterinary Research*, 43: 13.

- Qadri, F., Das, S.K., Faruque, A.S., Fuchs, G.J., Albert, M.J., Sack, R.B., 2000.** Prevalence of toxin types and colonization factors in enterotoxigenic *Escherichia coli* isolated during a 2-year period from diarrheal patients in Bangladesh. *Journal of Clinical Microbiology*, 38: 27-31.
- Qadri, F., Svennerholm, A.M., Faruque, A.S.G., Sack, R.B., 2005.** Enterotoxigenic *Escherichia coli* in developing countries: Epidemiology, microbiology, clinical features, treatment, and prevention. *Clinical Microbiology Reviews*, 18: 465-83.
- Rogga, K.J., Samelis, J., Kakouri, A., Katsiari, M.C., Savvaidis, I.N. ve Kontominas, M.G., 2005.** Survival of *Listeria monocytogenes* in Galotyri, a traditional Greek soft acid-curd cheese, stored aerobically at 4°C and 12°C. *International Dairy Journal*. 15: 59-67.
- Rauw, K., Vincken, S., Garabedian, L., Levtchenko, E., Hubloue, I., Verhaegen, J., Craeghs, J., Glupczynski, Y., Mossong, J., Piérard, D., 2014.** Enteroaggregative Shiga toxin-producing *Escherichia coli* of serotype O104:H4 in Belgium and Luxembourg. *New Microbe and New Infections*, 2: 138-143.
- Rigobelo, E.C., Gamez, H.J., Marin, J.M., Macedo, C., Ambrosin, J.A., Avila, F.A., 2006.** Virulence factors of *Escherichia coli* isolated from diarrheic calves. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária E Zootecnia*, 58: 305-310.
- Rogga, K.J., Samelis, J., Kakouri, A., Katsiari, M.C., Savvaidis, I.N., Kontominas, M.G., 2005.** Survival of *Listeria monocytogenes* in Galotyri, a traditional Greek soft acid-curd cheese, stored aerobically at 4°C and 12°C. *International Journal of Dairy Technology*, 15: 59-67.
- Saltoğlu, B.S., 2014.** Kokulu kara üzümde yeni teknolojilerle elde edilen biyoaktif ekstraktların ayran üretiminde kullanılması. *Yüksek lisans Tezi*, Ondokuz mayıs üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Samelis, J., Sofos, J.N., 2003.** Organic acids. Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods. pp. 98–132, eds. Roller, S., CRC Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, UK.
- Sánchez, J., Holmgren, J., 2005.** Virulence factors, pathogenesis and vaccine protection in cholera and ETEC diarrhea. *Current Opinion in Immunology*, 17: 388-98.
- SAS, 1999.** Version 6.1. SAS Institute. Cary, North Carolina, USA.
- Scallan, E., Hoekstra, R. M., Angulo, F. J., Tauxe, R. V., Widdowson, M. A., Roy, S. L., 2011.** Foodborne illness acquired in the United States major pathogens. *Emerging Infectious Diseases*, 17: 7-15.
- Scharff, R., 2010.** Health related costs from foodborne illness in the United States. Produce Safety Project at Georgetown University. Available online at: <http://www.producesafetyproject.org/admin/assets/files/Health-Related-Foodborne-Illness-Costs-Report-1.pdf>. 10 Aralık 2010.

- SETBİR.** Yoğurt hakkında. <http://www.setbir.org.tr/ana/duyuru.asp?id=46>. 24 Nisan 2012.
- Su, C., Brandt, L. J.,** 1995. *Escherichia coli* O157:H7 infection in humans. *Annals of Internal Medicine*, 123(9): 698–714.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K.,** 1985. *Yoghurt science and technology*. Second ed., Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, UK.
- Tosun, H., Seçkin, A.K., Gönül-Aktuğ, Ş.,** 2007. Acid adaptation effect on survival of *Escherichia coli* O157:H7 in fermented milk products. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 31(1): 61-66.
- Tsai, Y.W., Ingham, S.C.,** 1997. Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* spp. in acidic condiments. *Journal of Food Protection*, 60: 751-755.
- Turkoğlu, H., Atasoy, F., Ozer, B.,** 2003. Some chemical properties of raw milk, yogurt and unripened Urfa cheese produced and sold in Şanlıurfa province. *Journal of Agriculture Faculty of Harran University*, 7: 69-76.
- Türk Standardları Enstitüsü.** TS 1330 Yoğurt standardı, Nisan 2006.
- Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği.** T.C. Resmi Gazete, sayı: 27143, 16 Şubat 2009.
- Tzschoppe, M., Martin, A., Beutin, L.,** 2012. A rapid procedure for the detection and isolation of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC) serogroup O26, O103, O111, O118, O121, O145 and O157 strains and the aggregative EHEC O104:H4 strain from ready-to-eat vegetables. *International Journal of Food Microbiology*, 152: 19–30.
- USDA Food Safety and Inspection Service (FSIS),** 2010. Detection and isolation of non-O157 Shiga-toxin producing *Escherichia coli* strains (STEC) from meat products. In: *Microbiological Laboratory Guidebook*, version 5B.00. USDA, Food Safety Inspection Service, Washington, DC. Available at: www.fsis.usda.gov/PDF/Mlg_5B_00.pdf, 22 Ağustos 2011.
- USDA Food Safety and Inspection Service (FSIS),** 2014. Recall and public health alerts. Available at: <http://www.fsis.usda.gov/wps/portal/fsis/topics/recallsand-public-health-alerts>, 9 Nisan 2014.
- Weagant, S.D., Braynt, M.L., Park, D.H.,** 1994. Survival of *E. coli* 157:H7 in mayonnaise-based sauces at room and refrigerated temperatures. *Journal of Food Protection*, 57: 629-631.

ÖZGEÇMİŞ

19/08/1988 tarihinde İstanbul ili Şişli ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi İstanbul'da tamamladım. 2010 yılında Trakya Üniversitesi Gıda Teknolojisi Bölümü ve 2014 yılında Tunceli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldum. Aynı yıl Tunceli Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisansa başladım ve mezun oldum.

