T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL ANADOLU YAKASINDA İÇME-KULLANMA SULARINDAN MEMBRAN FİLTRASYON YÖNTEMİ İLE İZOLE EDİLEN *Escherichia coli* SUŞLARINDA O157 VARLIĞININARAŞTIRILMASI

Filiz KANKUR

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

ŞANLIURFA
2016

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL ANADOLU YAKASINDA İÇME-KULLANMA SULARINDAN MEMBRAN FİLTRASYON YÖNTEMİ İLE İZOLE EDİLEN *Escherichia coli* SUŞLARINDA O157 VARLIĞININARAŞTIRILMASI

Filiz KANKUR

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

ŞANLIURFA
2016

Yrd. Doç. Dr. Şahin TOPRAK danışmanlığında Filiz KANKUR'un hazırladığı "**İstanbul Anadolu Yakasında İçme-Kullanma Sularından Membran Filtrasyon Yöntemiyle İzole Edilen *Escherichia coli* Suşlarından O157 Varlığının Araştırılması**" konulu bu çalışma 21/07/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Şahin Toprak …….

Üye : Prof. Dr. Ali SATAR ……:…….

Üye : Yrd. Doç. Dr. Arif PARMAKSIZ ……..…...

Bu Tezin Biyoloji Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. Recep GÜNDOĞAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
KISALTMALAR DİZİNİ viii
1. GİRİŞ 1
2. KURAMSAL TEMELLER 3
2.1. Önceki Çalışmalar 3
2.2. Suyun Önemi 4
2.2.1. Su hijyeninin önemi 5
2.2.2. Doğada bulunan su kaynakları 6
2.2.3. Suyun mikrobiyel kontaminasyonu 6
2.2.4. Mikroorganizmaların suda yaşaması 8
2.2.5. Suların kirlenme sebepleri 8
2.2.6. Suların temizlenmesi 9
2.2.7 Suda bulunan bakteriler 9
2.2.7.1. Suyun doğal mikroflorası 9
2.2.7.2. Topraktan suya karışan mikroorganizmalar 10
2.2.7.3. İnsan ve hayvan dışkısı ile kirlenme sonucu suda bulunabilen bakteriler 10
2.2.8. Sulardaki mikrobiyolojik kirliliğin insan sağlığı üzerine etkisi 11
2.2.9. Suyun mikrobiyolojik analizi 13
2.2.9.1. İndikatör mikroorganizmalar 13
2.2.9.2. Çoklu tüp yöntemi 13
2.2.9.3. Membran filtrasyon yöntemi 14
2.3. *Escherichia coli* 15
2.3.1. Tarihçesi 17
2.3.2. Mikrobiyolojik özellikleri 17
2.3.2.1. Morfoloji 18
2.3.2.2. Antijenik yapısı 18
2.3.2.3. Biyokimyasal özellikleri 19
2.3.2.4. Patojenik özellikleri 19
2.3.2.5. Üreme özellikleri 20
2.3.3. *Escherichia coli* tipleri 21
2.3.3.1. Enteropatojenik *E.coli* (EPEC) 21
2.3.3.2 Enterotoksijenik *E.coli* (ETEC) 22
2.3.3.3. Enterohemorajik (Verotoksijenik) *E.coli* (EHEC-VTEC) 23
2.3.3.4. Enteroinvazif *E.coli* (EIEC) 24
2.3.3.5. Enteroagregativ *E.coli* (EAggEC) 24
2.3.4. *Escherichia coli*'nin neden olduğu enfeksiyonlar 25
2.3.5. *E.coli* enfeksiyonlarından korunma 28
2.4. O157:H7 Serotipi 28
2.4.1. Yaptığı hastalıklar 30
2.4.1.1. Hemolitik üremik sendromu (HUS) 31
2.4.1.2. Hemorajik kolit (HC) 31
2.4.1.3. Trombotik trombositopenik purpura (TTP) 31
2.4.2. Toksinleri 32
2.4.3. Biyokimyasal özellikleri ve antijenik yapısı 32
2.4.4. Gelişimi ve Canlılığı 33
2.4.5. O157:H7 araştırmalarında kullanılan yöntemler 34
2.4.5.1. Klasik yöntemler 34
2.4.5.2. Gelişmiş yöntemler 36
2.5. Membran Filtrasyonu 38

2.5.1.Membran sistemler 39
2.5.2. Membran filitrasyon yönteminin uygulanışı 40
2.5.3. Membran filtrasyon için kullanılan malzemeler 41
2.5.3.1. Besiyerler 41
2.5.3.2. Filtrasyon manifoltları 42
2.5.3.3. Analitik huniler 42
2.5.3.4. Membran filtreler 44
2.5.3.5. Membran filtre dispenseri 45
2.5.3.6. Vakum pompaları 45
3. MATERYAL ve YÖNTEM 47
3.1. Materyal 47
3.1.1. Membran filtrasyon cihazı 47
3.1.2. *E. coli* tayini için kullanılan besiyerler 48
3.1.2.1. Tergithol besiyeri 48
3.1.2.2. TSA besiyeri 50
3.1.2.3. Lauryl sulfat broth besiyeri 51
3.1.2.4. Kovak ayıracı 52
3.1.3. O:157 Serotipi tayini için kullanılan besiyer ve solüsyonlar 53
3.2. Yöntem 54
3.2.1. Su numunelerinin toplanması 54
3.2.2. Bakteri tayini için uygulanan yöntem 54
3.2.3. *E. coli* tayini .çin uygulanan analizler 55
3.2.4. O: 157 serotipi tayini için kullanılan analizler 55
3.2.5. İstatistiksel Analizler 55
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 57
4.1. *E. coli* Varlığına İlişkin Bulgu ve Yorumlar 57
4.2. *E. coli* O157 Serotipi Varlığına İlişkin Bulgu ve Yorumlar 61
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 64
5.1. Sonuçlar 64
5.2. Öneriler 65
KAYNAKLAR 67
ÖZGEÇMİŞ 75
EKLER 76

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İSTANBUL ANADOLU YAKASINDA İÇME-KULLANMA SULARINDAN MEMBRAN FİLTRASYON YÖNTEMİ İLE İZOLE EDİLEN *Escherichia coli* SUŞLARINDA O157 VARLIĞININARAŞTIRILMASI

Filiz KANKUR

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyololoji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Şahin Toprak
YIL: 2016, Sayfa: 77

Bu çalışma ile İstanbul İli Anadolu yakasında bulunan 14 ilçesindeki içme ve kullanma sularında *E.coli* O:157 varlığı araştırılmıştır. Çalışmada 1 Nisan 2015 ile 1 Ağustos 2015 tarihleri arasında toplam 1875 adet içme ve kullanma suyu numunesi toplanmıştır. Koliform bakterilerden olan *E. coli* O:157'nin araştırılması için membran filtrasyon metodu kullanılmıştır. Her bir numuneden 100 ml'lik porsiyon 0,45µm gözenekli selülöz membran filtrelerden süzüldükten sonra *E. coli* analizi ilk olarak Tergitol besiyerinin bulunduğu petrilere yerleştirilmiştir. Petri kutuları 44 °C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası sarı ve turuncu koloniler *E.coli* olarak kabul edilmiştir. Tergitol besiyerine ekildikten sonra şüpheli olarak görülen numuler TSA besiyerine ekilmiş ve 36±2 °C'de etüve alınıp 24 saat inkübasyona alınmıştır. İnkübasyon sonrası Oksidaz testi yapılmıştır. Oksidaz testi negatif olan numuneler, Lauryl Sulfat Broth (MUG'lu) besiyerine ekilmiş ve 44 °C'de 24 saat inkübasyona alınmıştır. İnkübasyon sonrası UV test lamba (366 nm) altında floresan göstermeyenler *E. coli* olarak şüpheli kabul edilmiş ve Kovak ayıracı (İndol) uygulamasıyla doğrulama yoluna gidilmiştir. Kovaks ayıracı (İndol) uygulanan numelerde pembe-mor halka oluşumu gözlenen numuneler *E. coli* olarak kabul edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre toplanan 1875 adet içme ve kullanma su numunesinin 30 adedinde (%1.6) *E. coli* tespit edilirken, *E. coli* O:157 serotipi tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler**:** İçme suyu, *Escherichia coli,* membran filtrasyon, İstanbul

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EVOLUTION OF O157 IN ESCHERICHIA COLI WHICH ISOLATED WITH MEMBRANE FILTRATION METHOD IN DRINKING-USE WATERS IN ISTANBUL ANATOLIA

Filiz KANKUR

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Şahin Toprak
Year: 2016, Page: 77

In this study, 14 district in the province Anatolian side of Istanbul, drinking and using water on the *E. coli* O: 157 were investigated. In this study, the total drinking water study 1875 samples were collected between in the 2015 April 1, 2015 August 1. Coliform bacteria is *E. coli* of O:157, the method of membrane filtration is used for the investigation. After filtration 100 ml of a porous cellulose membrane filter 0,45µm portions of each sample were placed in petri dishes containing the *E. coli* analysis Tergitol medium first. Petri dishes were left at 44 ° C for 24 hours incubation. After incubation, the colonies were yellow and orange acceptable *E. coli*. After planting the Tergitol medium nummular seen as suspect planted the TSA medium and received 36 ± 2 ° C in the oven has been to 24 hours of incubation. After incubation oxidase tests. Oxidase test negative samples Lauryl Sulfate Broth (MUG) Not planted in the media and was taken to 44 ° C for 24 h of incubation. After incubation the test lamp UV (366 nm) under fluorescent who show suspicious accepted as *E. coli* and Kovak reagent (indole) were encouraged to validate the application. Kovaks reagent (indole) applied nude studies pink-purple ring formation was observed in the samples treated as *E. coli*. According to the results of the analyzes collected 1875 samples of drinking water and use in 30 (1.6%) were detected *E.coli*, *E.coli* O:157 serotype has been identified.

Keywords: drinking water, *Escherichia coli*, membrane filtration, İstanbul

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının her aşamasında akademik tecrübelerini benimle paylaşan, araştırmanın yürütülmesi ve yazıya dökülmesi aşamasında çalışmama yol gösterici katkılarda bulunan değerli danışmanım Yrd. Doç. Dr. Şahin TOPRAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca bana yardımcı olan, desteğini esirgemeyen sevgili eşim Levent KANKUR'a ve varlıklarıyla bana mutluluk veren hayatıma girdiklerinden bu yana hayatımı güzelleştiren oğlum Kadir Emre KANKUR ve kızım Başak Ceyda KANKUR'a sonsuz teşekkür ederim.

Bana çalışma ortamı sağlayan araştırmamdaki laboratuvar çalışmalarının yapılması için teçhizat desteği veren İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğü 3 Nolu Halk Sağlığı Laboratuvarı birimi yöneticilerine, laboratuar ortamındaki çalışmalarımda bana yardımcı olan Laboratuvar Sorumlusu Gani ORHAN'a, Su Mikrobiyoloji Laboratuvarı Birim Sorumlusu Gülcan TURAN'a ve birim çalışma arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. *E. coli* bakterisinin elektron mikroskobunda görünümü ……..…… 18
Şekil 3.1. Sartorıus Stedım Bıotech MFC model membran filtrasyon cihazı ……..…… 48
Şekil 3.2. Tergithol besiyeri ekimi ……...……..……..... 49
Şekil 3.3. Tergitolden şüpheli besiyerlerin TSA besiyerine alınması ……..……...…..... 50
Şekil 3.4. TSA Besiyerinde Oksidaz Testi ……...…….…..... 51
Şekil 3.5. Oksidaz negatif olanların Lauryl Sulfat Broth besiyerine ekilmesi …….…..... 52
Şekil 3.6. MUG'lu besiyere Kovak Ayıracı damlatma ……..... 53
Şekil 3.7. NaCl, Kontrol ve 0157 Solusyonlarının damlatılması (1 NaCl, 2 Control, 3 0157 Solusyonu) …….. 53
Şekil 4.1. Alınan numumelerin ilçelere göre dağılım oranı …….. 59
Şekil 4.2. Tergitol besiyerine ekim yapıldıktan sonra *E. coli* olarak değerlendirilen numunelerin ilçelere göre dağılım oranı …… 60
Şekil 4.3. Tergitol besiyeri uygulanmasından sonra şüpheli olarak kabul edilen numunelerin ilçelere göre dağılım oranı …… 60
Şekil 4.4. UV test lamba altında floresans göstermeyen ve kovaks ayıracı (İndol) uygulaması sonrası *E. coli* olduğu tespit edilen numunelerin ilçelere göre dağılım oranı …….. 61

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Numune Alınan İlçeler ……..……..... 47
Çizelge 3.2. Tergithol 1 Litre Saf Su için Yaklaşık Formül ……..... 49
Çizelge 3.3. Trypticase Soy Agar 1 Litre Saf Su için Yaklaşık Formül ……..... 50
Çizelge 3.4. Lauryl Sulfat Broth 1 Litre Saf Su için Yaklaşık Formül ……..... 51
Çizelge 4.1. Alınan Su Numunelerinin İlçelere Göre Dağılımı ve *E.coli* Olduğu Tespit Edilen Bakteri İçeren Numunelerin İlçelere Göre Dağılımı ……..... 57
Çizelge 4.2. Alınan Su Numunelerinin İlçelere Göre Dağılımı Bakteri İçeren Numunelerin Sayıları 62
Çizelge 4.3. Alınan Su Numunelerinin İlçelere Göre *E.coli* Olup Olmadığına İlişkin Dağılımı ……. 63

SİMGELER DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CAMP	Cyclic Adenosine Monophosphate (Siklik Adenozin Monofosfat)
DAEC	Diffusely-Adhering *Escherichia coli*
E. coli	*Escherichia coli*
EA-AggEC	Entero Adherent-Aggregatif *Escherichia coli*
EAEC	Enteroadheran *Escherichia coli*
EHEC	Enterohemorajik *Escherichia coli*
EIEC	Enteroinvazif *Escherichia coli*
EMB	Eozin Metilen Blues (Eozin Metilen Mavisi)
EMS	En Muhtemel Sayı
EPEC	Enteropatojenik *Escherichia coli*
ETEC	Enterotoksijenik *Escherichia coli*
FDA	Food and Drug Administrotion
HC	Hemorajik Kolit
HUS	Hemolitik Üremik Sendromu
IMS	İmmunomanyetik ayırım
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilâtı)
İMVC	İndol Metil-Voges-Proskauer- Carbon
LST	Laruyl Sülfat Triptoz
LT	Labil Toksin
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
PFGE	Pulsed- Field Gel Electroforesis
PTFE	Polytetrafluoroethylene
SMAC	Sorbitollü Mac Conkey
ST	Stabil Toksin
TSA	Tryptic Soy Agar
TSB	Triptik Soy Broth
TSE	Türk Standarlar Enstitüsü
TTP	Trombotik Trombositopenik Purpura
UV	Ultra Viole
VRB	Violet Red Bile Agar
VTEC	Verotoksijenik *Escherichia coli*
WHO	World Health Organization: (Dünya Sağlık Örgütü)

1. GİRİŞ

Hayat için gerekli ve vazgeçilmez olan temiz su temini giderek günümüzde önem kazanmaktadır. Tatlı su kaynaklarının giderek tükenmesi mevcut su kaynaklarının hijyenik ve akılcı kullanımını gerektirmektedir. Günümüzde kaynağı suya bağlı birçok hastalık görülmektedir. Suların dışkı ve lağım sularıyla kirlenmesi halk sağlığını tehdit eder duruma getirmiştir. Dışkı ile kontamine olmuş sularda patojen mikropların sayısı suyun miktar olarak fazla olmasından dolayı sulandırılmış, yani az sayıda bulunmaktadır. Dolayısıyla patojenlerin içme ve kullanma sularından izolasyonu ve teşhisi zordur. Bu amaçla dışkı ile kirlenme olup olmadığının incelenmesi için indikatör olarak kabul edilen bakteriler; *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* ve *Clostridium perfingens*'tır (Öztelli, 2004).

Escherichia coli bakterisi; enterohemorajik *Escherichia coli* (EHEC), enteropatojenik *Escherichia coli* (EPEC), enteroinvazif *Escherichia coli* (EIEC), enterotoksijenik *Escherichia coli* (ETEC) ve enteroadheran *Escherichia coli* (EAEC) olmak üzere beş ana gruba ayrılır. Bu beş grubun dışında verotoksijenik *Escherichia coli* (VTEC), entero adherent-aggregatif *Escherichia coli* (EA-AggEC) ve diffusely-adhering *Escherichia coli* (DAEC) grupları da vardır (Söyletir ve Topçu, 1996).

Son zamanlarda en çok dikkati çeken *Escherichia coli* serotipi enterohemorajik *Escherichia coli* grubundan O157:H7 serotipidir. İlk kez 1982 yılında Amerika ve Kanada'da *Escherichia coli*'nin oluşturduğu bir salgın sonucunda O157:H7 serotipi tanımlanmış, bunun hemen arkasından çeşitli ülkelerde de benzeri salgınlar izlenmiştir. Bugün için süt ineklerinin bağırsakları O157:H7 serotipinin muhtemel kaynağı olarak kabul edilmiştir. İnek dışkısı ile süte, ete, toprağa, suya ve dolayısıyla her yere bulaşan bu serotip Japonya'da 1996-1997 yıllarında görülen ve hala etkisini sürdüren salgında olduğu gibi bitkisel ürünlerle de insanlara taşınabilmektedir (Öztelli, 2004).

O157:H7 salgınları gıda kaynaklı olabildiği gibi, bu serotipin su kaynaklı da olabileceğini gösteren literatürlere rastlanmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucunda aşırı yağışlar sonucunda yağmur suyuyla birlikte hayvan dışkısının içme suyu şebekesine karıştığı ve klorlamanın da yetersiz kalması sonucu bu salgının patlak verdiği tespit edilmiştir. Ülkemizde ise henüz O157:H7 serotipinin neden olduğu bir salgın görülmemiştir. Fakat bu, O157:H7 serotipinin ülkemizde bulunmadığının ve hastalıklara yol açmadığının ya da açmayacağının bir göstergesi değildir. Sularda bulunan O:157 serotipi basit bir klorlama işlemiyle baskı altına alınabilmektedir. Bu sebepten ötürü ülkemizde su kaynaklı O:157 serotipi salgınlarına rastlanmaması, bu serotipin sularda bulunmaması anlamına gelmez.

Bu araştırmanın amacı, İstanbul ili Anadolu yakasında bulunan 14 ilçedeki içme ve kullanma sularındaki *E. coli* O:157 serotipinin varlığının araştırılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda İstanbul ili Anadolu yakasında bulunan Adalar, Ataşehir, Beykoz, Çekmeköy, Kadıköy, Kartal, Maltepe, Pendik, Sancaktepe, Sultanbeyli, Şile, Tuzla, Ümraniye ve Üsküdar İlçelerinde toplanan 1875 adet içme ve kullanma suyu için Membran filtrasyon yöntemi uygulanarak *E. coli* O:157 serotipi varlığının tespiti yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Önceki Çalışmalar

Bopp v.d. (2003) yaptıkları bir araştırmada 100, 250 ve 500 ml su örneklerini membran filtrasyon tekniğiyle süzdükten sonra novobiosin ile modifiye edilmiş EC broth'a ekim yapmışlardır. Pozitif çıkan sonuçları buradan SMAC ve CT-SMAC agara ekmişlerdir. Yine pozitif çıkan kolonilere IMS metoduyla muamele edip, ardından son olarak PCR metoduyla pozitif kolonilerin tiplendirilmesini yapmışlardır.

Hsu ve Tsen (2001) sularda yaptıkları bir O157:H7 araştırmasında PCR metodunu kullanmışlar ve bu yöntemi su araştırmalarında duyarlı ve güvenilir bulmuşlardır.

Afrika' da sularda O157:H7 konulu bir araştırmada Müller v.d. (2001) topladıkları 204 adet su numunesini filtreden geçirdikten sonra kromojenik rainbow agar O:157' ye ekmişlerdir. İnkübasyon süresi sonucunda oluşan koyu mavi, gri ve siyah koloniler şüpheli koloniler olarak değerlendirilmişlerdir. Bu koloniler buradan alınarak SMAC agar' a ekilmişlerdir. Son olarak da O:157 antiserumuyla muamele edilmişlerdir. Yapılan bu araştırmada O157:H7 serotipine rastlanamamıştır.

Ülkemizde sularda O157:H7 araştırmalarına rastlanmasa da bir çok koliform bakteri ve *E.coli* bakterisi aranması çalışmalarına rastlanmaktadır.

Hadse v.d. (2002) kuyu sularının bakteriyolojik incelenmesini içeren çalışmalarında membran filtrasyon tekniğini kullanmışlardır. Aldıkları su numunelerini 45 nm naylon filtreden geçirdikten sonra 10 ml'lik steril tüplere aktarılarak üzerine 1ml distile su eklemişlerdir. Tüpler 30' ar saniye vortex cihazıyla çalkalandıktan sonra mikropipet aracılığıyla tüplerde bulunan suları 1,5 ml'lik steril mikrosantrifuj tüplerine aktarmışlardır. Daha sonra dondurma çözdürme metoduyla

bakterilerin DNA' larını izole etmişler ve PCR yöntemiyle muamele etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda aldıkları 28 su numunesinden 14 tanesinde koliform bakterilere rastlamışlar ve bu koliform bakterilerin tamamının *E.coli* oldukları tespit edilmiştir.

Acar v.d. (2002) ise akvaryum suyunda canlı koliform bakterilerin incelenmesi konulu araştırmalarında, çoklu tüp metodunu kullanmışlardır. Zenginleştirici besi yeri olarak da violet red bile agarı tercih etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda inceledikleri 5 akvaryumdan 4' ünün koliform bakteri açısından kirliliğinin yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

2.2. Suyun Önemi

Bütün gezegende bulunan suyun ancak %1'i insan tüketimi için kullanılabilmektedir. Geri kalan suyun %97"si tuzlu su, %2'si ise buz halindedir (Van Rooy, 2003). Su yaşam için en zorunlu bileşenlerden birisidir. Canlı organizmayı meydana getiren hücrelerin yaşamaları ve faaliyetlerini sürdürebilmeleri ancak su ile mümkün olabilmektedir. Su biyolojik, fiziksel ve kimyasal görevleriyle canlı organizmaların vazgeçilmez gıdasıdır. Daha henüz hayatın başlangıcında olan 3 aylık bir fetüsün %95'inin su olduğu düşünüldüğünde bu önem çok daha iyi anlaşılır. İnsan vücudunun %62-67'si, hayvan vücudunun %60-70'i, sebze ve meyvelerin %70- 90'ı sudan ibarettir. Bir insan gıda almadan yalnız su içerek 60 ila 80 gün hayatını sürdürebildiği halde, susuz ancak 7 ila 12 gün yaşayabilir (Demirer, 1988). Doğada devamlı sirkülasyon halinde bulunan sular tüketim noktasına ulaşıncaya kadar bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik ajanlarla kirlenmektedir (Günşen ve ark., 2000). Diğer taraftan yeteri kadar su alamayan genç hayvan ve bitkilerin iyi gelişemedikleri ve hatta gelişmelerinin durduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık içmeleri için bol ve temiz su sağlanan hayvanların iyi geliştikleri ve verimlerinin arttığı gözlenmiştir. Örneğin istedikleri zaman bol su içebilen ineklerin süt verimlerinin arttığı görülmüş, bu amaçla da hayvanların her arzu ettikleri anda su içebilmelerini sağlayan otomatik sulaklar yapılmıştır (Demirer, 1988).

Su, çevrenin bir düzenleyicisidir. Suyun bulunduğu yerde sağlıklı hayat ve uygarlık en mükemmel şekilde göze çarpar. Canlı hayatı üzerindeki derin etkilerinden dolayı su, organizmanın ve uygarlığın esas maddesi olarak bilinir. Hayat su içinde doğduğu gibi, uygarlıklar da ancak su kenarlarında doğar ve gelişirler. Buna örnek olarak ilk uygarlıkların suya dayanmaları gösterilebilir. Nitekim eski kasabalar, şehirler ve uygarlıklar hep su kenarlarında kurulmuşlardır. Şehirlerin gelişmesi ve su gereksiniminin artması, suyun halkın ayağına getirilmesi zorunluluğunu doğurmuştur. Eski Türk, Roma ve Bizans eserleri bunu açık olarak gösterirler. Bunların yapmış oldukları su kanalları, su sarnıçları, su depoları, su havuzları, diğer su tesisleri, çeşmeler ve hamamlar bunun en güzel örnekleridir (Demirer, 1988).

2.2.1. Su hijyeninin önemi

Su hijyeninin öneminin iyi bilinmediği zamanlarda, suyun temizliğine yeterince önem verilmemiştir. Her akan suyun temiz olduğuna, renksiz, kokusuz, serin ve içimi hoş bir suyun iyiliğine inanılırdı. Herhangi birisinin tavsiyesi üzerine rastgele bir su, gözü kapalı olarak içilmesinden çekinilmezdi. Bunun sonucu olarak da birçok hastalığın su ile geçmesi ve salgınların çıkması kaçınılmaz olurdu. İnsanların en önemli görevi, kendi fizyolojik ve diğer bütün ihtiyaçları için gerekli olan suyu temin etmek, bu suyun sıhhi anlamda temiz olmasını sağlamak ve bunun için de suyun temizliğini araştırmak ve temiz olmayan suları temizleme metotları uygulayarak suyun içilebilir hale getirilmesini sağlamaktır. Günümüz şartlarında içme ve kullanma suları nüfusun ve endüstrinin yoğunlaşması sebebiyle çeşitli kimyasal maddelerle, radyoaktif serpintilerle ve çeşitli mikroorganizma, parazit ve mantarlardan kaynaklanan biyolojik kirleticilerle her geçen gün daha fazla kirlenme tehlikesiyle karşı karşıyadır (Demirer, 1988; Uğur ve ark., 2001; Golas ve ark., 2002).

2.2.2. Doğada bulunan su kaynakları

Doğada su, daimi bir devir halindedir. Buna "hidrolojik devir" denir. Denizlerden, göllerden, diğer su yüzeylerinden ve ıslak topraklardan güneş enerjisi vasıtasıyla buharlaşarak arınıp havaya karışan su buharları, havanın nem ve sıcaklık dereceleriyle ilgili olarak yer yer bulut kümelerini teşkil ederler. Bu bulutlar, rüzgarlarla sürüklenerek sıcaklığı düşük bölgelere gelince yağmur, kar ve dolu halinde yeryüzüne düşerler. Toprak yüzeyine düşen suyun bir kısmı atmosfere buharlaşma yolu ile yeniden döner. Bir kısmı ise toprak içerisine nüfuz ederek yeraltı sularını, geriye kalanlar da toprak üzerinden akarak, dereleri, ırmakları, nehirleri meydana getirerek nihayet denizlere dönerler. Böylece bu hidrolojik devir bu şekilde sürüp gider. Denizler, göller, nehirler ve ırmaklardan ibaret olan yeryüzü sularından başka, dünyanın toprak kısmı içinde de bir miktar su bulunmaktadır (Demirer, 1988; Tekinşen ve Yalçın, 1990).

2.2.3. Suyun mikrobiyel kontaminasyonu

Bir su kaynağının içilebilirliği veya kullanılabilirliğinin saptanabilmesi için kimyasal ve fizikswl özelliklerinin yanında mikrobiyolojik kalitesininin de belirlenmesi gerekmektedir. Genel olarak temiz sular, mikropların üremesine ve üreyebilenlerinde uzun süre yaşamasına pek elverişli değildir. Ancak içinde besleyici unsurları ve organik maddeleri çok miktarda içeren sularda mikroplar kolayca üreyebilirler (Uğur ve ark., 2001). Şehirlerin su ihtiyacı genelde göl, dere ve baraj gibi yüzeysel su kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu suların mikroorganizmalarla kontaminasyonu için çok sayıda bulaşma kaynağı bulunmaktadır. Ancak bunlar içinde insan ve hayvan orijinli kullanım sularından ve özellikle kanalizasyon sularından kaynaklanan kontaminasyon çok önemlidir. Bu şekilde kontamine olmuş sularda yoğun olarak mikroorganizma bulunur ve bunların birçoğu *E. coli, Vibrio Cholera, Salmonella typhi, Salmonella paratyphi ve Shigella dysanteriae* gibi patojen karakterlidir. Böyle sularda aynı zamanda enteroviruslar (polio, cocksackie ve echo virus), enfeksiyöz hepatit virusu, rota virus, reo virus, adeno virus ve norwalk virus gibi tehlikeli viral etkenler de mevcut bulunabilir. Koliform grubu

mikroorganizmaların varlığı, sulara kanalizasyon karıştığının en önemli göstergesidir (Uğur ve ark., 2001; WHO, 1996).

İçme sularıyla ilgili bilinen en yaygın sağlık riski, suların hayvan ve insan atıklarıyla özellikle dışkı ile doğrudan ya da dolaylı olarak kirlenmesidir. Dışkı ile bulaşma yeni ise ve bulaşan dışkı enterik patojenleri içeriyorsa, böyle sularda bulunabilen patojen mikroorganizmalardan bazıları hastalıklara neden olmaktadır. İçme suyu olarak veya gıdaların hazırlanmasında kullanılan kontamine sular, yeni enfeksiyonların oluşmasına neden olur. Sularda bulunan patojenik bakteriler, viruslar ve protozoonlar bazen hafif, bazen ciddi, bazen de ölüme neden olan diare, dizanteri, hepatitis veya tifo gibi enfeksiyonlara yol açabilmektedirler. Bazı durumlarda, suda bulunan ve toksin üretebilen Cyanobacterler kendileri suda olmadıkları halde ürettikleri toksinleri ile sağlık problemlerine neden olabilirler (WHO, 1996). Yapay göl ve barajlardan elde edilen sular her ne kadar arıtma işleminden geçirildikten sonra şebekeye verilse de çeşitli kimyasal ve mikrobiyolojik kontaminasyonlara maruz kalabilmektedir. Bu sebepten dolayı günümüzde içme suyu olarak şişenlenme işlemi yapılmış sulara olan arzunun artığını söylemek mümkündür. Toprağın en derin kısımlarından süzülerek dünya yüzeyine ulaşan kaynak suları mikrobiyel açıdan güvenli olarak kabul edilebilir. Fakat bu suların elde edildiği bölgelerin fekal atıklar içermesi veya dolum tesislerinde hijyene gereği kadar önem verilmemesi durumunda, bu sularda da mikrobiyel bulaşmalar her zaman söz konusu olabilmektedir. Şişeleme tesislerinde en önemli bulaşma kaynakları su depoları, boru sistemi, dolum ekipmanları ve yeterince temizlenmemiş dönüşümlü şişeler olarak gösterilmektedir (Uğur ve ark., 2001).

Türk Standartlarına göre içme ve kaynak sularının 100 ml'sinde koliform, fekal koliform, *E. coli*, fekal streptokok, salmonella, *Pseudomonas aeruginosa*, patojen stafilokoklar, parazitler, yosunlar ve diğer mikroskobik canlıların bulunmaması gerekirken, örneklerin 50 ml'sinde aerob sporlu sülfat redükte eden bakteriler bulunmaması gerektiği bildirilmiştir (İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, 2005).

2.2.4. Mikroorganizmaların suda yaşaması

Sulara bulaşan patojen birçok mikroorganizmanın, sularda kısa veya uzun bir süre yaşamaları, suyun içindeki maddelerin cins ve miktarına bağlıdır. Çünkü su, mikroorganizmaların üremesine ve uzun zaman yaşamalarına pek elverişli bir ortam değildir. Ancak besleyici unsurları ve organik maddeleri çok fazla içeren sularda mikroorganizmalar kolaylıkla üreyebilirler. Patojen mikroorganizmaların sularda üremesi ve yayılması, salgın hastalıkların ortaya çıkışının başlıca sebebidir. Bu bakımdan patojen mikroorganizmalarla kontamine sular halk sağlığı yönünden büyük tehlikeler doğurabilirler (Demirer, 1988; Golas ve ark., 2002).

2.2.5. Suların kirlenme sebepleri

Doğada buharlaşıp havaya karışmış su, havada buhar halindeyken temiz olduğu söylenmektedir. Ancak yeryüzüne su olarak düşerken veya düştükten sonra hava tabakasında bulunan, tozlar, gazlar, dumanlar, mikroplar ve radyoaktif maddeler gibi zararlı maddeleri içine alması sonucu kirlenmektedir. Yeryüzüne ulaşan su toprak yüzeyi ile temas ettikten sonra suyun mikroorganizmalar, organik ve anorganik maddeler bakımından içeriği artmaktadır. Suyun kirlenmesine neden olan maddelerin başlıca kaynakları, insan, hayvan ve onların yaşam alanlarından gelen artıklar olarak sıralanmaktadır. Onun için bir suyun kirlenme derecesi ilk düştüğü ve sonradan toplandığı veya aktığı yerlerdeki insan topluluğuna ve çeşitli kaynaklardan gelen diğer kirliliklerin varlığına bağlıdır. İnsan, hayvan ve kirletici tesisler bulunmayan boş yerlerin suları genellikle temizdir. İnsan, hayvan ve çeşitli kirletici tesislerin olduğu yerlerde bulunan sular potansiyel olarak kirlenme tehlikesiyle karşı karşıyadır (Temiz, 2000).

Doğada tamamen temiz ve saf bir suya rastlamak imkansızdır. Çünkü su gaz, sıvı ve katı olmak üzere birçok maddeyi bünyesinde erittiği gibi birçoklarını da süspansiyon halinde ihtiva eder. Bu yüzden sudaki maddeler de suyun temas ettiği cisimlere, geçtiği yollara ve bulunduğu yere ve kaba göre, az veya çok değişebilmektedir (Demirer, 1988; Tekinşen ve Yalçın, 1990).

2.2.6. Suların temizlenmesi

Gıda üretimi yapan organizasyonlarda bulunan suların kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik açıdan tamamen sağlığa uygun olmalıdır. Bu sular kokusuz, berrak, normal lezzet ve sertlikte olmalı, sağlığa zararlı hiçbir maddeyi, patojen mikroorganizmaları ve toksinleri içermemelidir. Su içerisinde bulunabilecek yabancı maddelerin çıkarılması ve dezenfekte edilerek sağlığa zararsız, güvenilir ve içilebilir bir nitelik kazandırılması için uygulanan işlemlere 'suyun temizlenmesi' adı verilir. Bu işlemler ile önce koku ve bulanıklık gibi suyun fiziksel özelliklerindeki bozukluklar giderilir, sonra da sudaki patojen mikroorganizmaların öldürülmesi için dezenfeksiyonu yapılır ve böylece toksik ve zararlı maddelerden arındırılarak güvenilir ve sağlıklı hale getirilir (Uğur ve ark., 2001; Egemen ve Sunlu, 1999). Suya fena koku veren ve erimiş halde bulunan kükürtlü hidrojen, karbondioksit ve diğer bazı kokulu gazlar, havalandırma ile giderilebilir. Bu gazlar sularda organik maddelerin ve planktonların çözünmesiyle oluşur. Aynı şekilde, suda süspansiyon ve kolloidal halde bulunan ve bulanıklığa sebep olan maddeler, çeşitli süzgeç sistemleriyle sudan uzaklaştırılabilir (Tekinşen ve Yalçın, 1990; Uğur ve ark., 2001). Suyun fiziksel olarak dezenfeksiyonunda, basit olarak ısıtma işlemi (100 °C'de 10 dakika) ile bakterisi etkili ultraviyole ışınları kullanılır. Suların kimyasal olarak dezenfeksiyonunda ise iyot, potasyum permanganat, ozon, kireç ve klor gibi dezenfektanlardan yararlanılır (Uğur ve ark., 2001).

2.2.7. Suda bulunan bakteriler

2.2.7.1. Suyun doğal mikroflorası

Spirillum, Vibrio, Pseudomonas, Achromobacter, Chromobacterium cinsi bakterilerdir. Bunların çoğu basit besi yerlerinde kolay ürerler ve optimum üreme ısıları 22-25°C' dir (Coşkun, 1993).

2.2.7.2. Topraktan suya karışan mikroorganizmalar

Bacillus, Streptomyces, Enterobacteriaceae'nin saprofit türleridir (Coşkun, 1993).

2.2.7.3. İnsan ve hayvan dışkısı ile kirlenme sonucu suda bulunabilen bakteriler

Fekal Koliformlar, *Enterococcus faecalis, Clostridium perfringens* ve diğer bağırsak patojenleridir (Özdemir ve Johonsson, 1985). İçme ve kullanma suları açısından tehlike yaratan en önemli faktörlerden biri direkt olarak veya dolaylı yol ile olan kontaminasyondur. Bu kontaminasyonların oluşmasına neden olan en önemli etkenlerin başında lağım, insan ve hayvan dışkıları ve çeşitli atıklardır. Bu şekilde kirlenmiş olan suyun içme suyu olarak kullanılması ya da gıda maddelerinin hazırlanması işlenmesi için kullanılması, ileriki dönemlerde hastalıklara oluşmasına neden olmaktadır. (Coşkun ve ark., 1990; WHO, 1977; Yumuturuğ ve Sungur, 1980).

Su kirliliğine neden olan bakteriler:

- *Salmonella* tipleri
- *Shigella dysenteriae*
- *Vibrio cholerae*
- *Bacillus anthracis*
- *Francisella tularensis*
- *Pasteurella* tipleri
- *Leptospirae* tipleri
- *Chlamydiae psittaci*' dır (Tekbaş, 2006).

Su insanların sağlığı için oldukça önemli olduğundan, sularda yapılan analizler ile hijyen derecesinin araştırılması ve içerdiği minarelerin insan sağlığı açısından uygunluk derecesinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Kaynak sularında toprağın yapısından veya havadan kaynaklı gazlar, erimiş tuzlar, yabancı maddeler, hastalığa neden olan organizmalar, kil, toprak gibi maddeler bulunmaktadır. Bu maddelerin

bazıları mikroskop yardımıyla veya bakteriyolojik analizler ile bir kısmı gözle, bir kısmı kokuyla veya tat ile ve bir kısmı da kimyasal deneyler ile tespit edilmektedir. Bu işlemlerin hepsine su analizi denilmektedir (Şeker ve ark., 2006).

2.2.8. Sulardaki Mikrobiyolojik Kirliliğin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

İnsan sağlığı açısından uygun kalitede olmayan suların, içerdiği ve taşıdığı birçok canlı veya cansız maddelerin çeşitli hastalıklara sebep olduklarını söylemek mümkündür. Sular içerisinde taşıdığı çözünmüş ya da çözünmemiş inorganik maddeler, mikroorganizmalar ve bitkisel materyallerle birçok hastalığın meydana gelmesinde rol oynar. İnsan topluluklarını tehdit eden kolera, tifo ve dizanteri gibi salgınlarla hayvan sürülerini tehdit eden sığır vebası, şap ve anthrax gibi büyük epidemilerde suyun oynadığı rolün ne kadar önemli olduğu artık herkes tarafından bilinmektedir. İçme, kullanma ve plaj sularının polymiyelit, epidemik hepatit ve bruselloz hastalıklarının bulaşması ve yayılmasında rol oynadıkları dikkati çekmektedir (Demirer,1988; Tekinşen ve Yalçın, 1990).

Çeşitli kontaminasyonlar sonucunda, çözünmüş veya çözünmemiş inorganik tuzları ihtiva eden içme ve kullanma suları, insan ve hayvanlarda birçok tehlikeli hastalık oluşturabilir. Örneğin, suda çözünebilir inorganik tuzlardan sülfatlar, suda fazla miktarda bulunursa, ishallere ve sindirim sistemi bozukluklarına, fazla flor florozise, fazla nitrat siyanoza, pestisitler, deterjanlar ve radyoaktif maddeler ise çeşitli zehirlenme ve hastalıklara sebep olabilirler. Sularda bulunabilecek kimyasal kirleticilerden olan civa, kadmiyum, kurşun gibi ağır metaller çok düşük miktarlarda alındığında zararlı değildirler. Ancak bunlar vücutta metabolize olmazlar ve sürekli alındığında çeşitli doku ve organlarda tehlikeli düzeylere kadar birikebilirler. Sularda mevcut olabilen küçük yosunlara bağlı zehirlenmeler ve ishallerde sıkça görülen rahatsızlıklardandır (Uğur ve ark., 2001). Kişilerin ve toplumların sağlığını korumak için temiz içme suyunun hem kalite hem de miktar bakımından güvenli bir şekilde sağlanması esastır. Halk sağlığı açısından yeterli miktarda suyun sağlanması birinci derecede önemlidir. Çünkü su yetersizliği nedeniyle yeterli hijyenin uygulanamadığı durumlarda, bulaşmış gıdalar yoluyla da hastalıklar kolayca kişiden kişiye

geçmektedir. Tifo, kolera ve gastroenteritis gibi birçok ciddi hastalık, kontamine olmuş sular yoluyla bulaşabilmektedir. Ayrıca kimyasal bulaşanlar da tüm toplumun sağlığını önemli derecede etkilemektedir (WHO, 2002). Ancak en sık rastlanılan su ile bulaşan hastalıklar mikrobiyel ve paraziter kökenlidir. Bunların başlıcaları kolera *(Vibrio cholera),* tifo ve paratifo *(Salmonella typhi* ve *Salmonella paratyphi),* dizanteri *(Shigella dizanteriae),* turist ishali *(E. coli),* polimiyelit, hepatit A, viral gastroenteritis (enteroviruslar), ameobiasis *(Entomoeba histolytica),* giardiasis *(Giardia intestinalis)* ve cryptosporidiosis'dir. Kimyasal dezenfektanlara dayanıklı, kurutmaya ve UV ışınına duyarlı olan *Cryptosporidium parvum* tarafından oluşturulan gastroenteritis vakalarında son yıllarda önemli bir artış kaydedilmiştir. Bu mikroorganizma özellikle içme sularının geleneksel yöntemlerle arıtıldığı yerlerde potansiyel bir tehlike olarak görülmektedir (Uğur ve ark., 2001).

Bütün bunların dışında; gerek doğadan ve endüstriden ve gerekse çeşitli sebeplerle suya karışmış bulunan kurşun, arsenik, yapay gübre, pestisitler, herbisitler, radyoaktif maddeler, deterjanlar v.s gibi kimyasal maddelerin, suda bulunmasına kabul edilebilir sınırları aşması halinde, böyle sular içme ve kullanma suyu olarak kullanılamazlar (WHO, 1996; Uğur ve ark., 2001; Golas ve ark., 2002).

Kanada'da 2000 yılı Mayıs ve Haziran aylarında belediye su şebekelerinde yapılan bir çalışmada *E.coli* O157:H7'den kaynaklanan kontaminasyonlar tespit edilmiştir (Toraman-Selçuk, 2011). Vahaboğlu ve ark. (2000), Kocaeli"de yaz mevsiminde meydana gelen depremden dolayı altyapıların hasar görmesi ve güvenli su sağlanamamasına bağlı olarak su kaynaklı ishal olaylarının arttığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar Kocaeli'de 1999 yılı 20 Ağustos ve 22 Eylül aylarında yaptıkları çalışmada deprem sonrası artan ishal olaylarında inceledikleri toplam 1468 dışkı örneğinden, 72 dışkı örneğinde (%4.9) *Shigella* spp., 7 dışkı örneğinde (%0.48) salmonella türlerini, 1 dışkı örneğinde (%0.07) *Aeromonas* spp., 29 dışkı örneğinde (%1.98) *Giardia intestinalis* ve 6 dışkı örneğinde de (%0.41) *Blastocystis hominis'i* izole etmişlerdir. Berktaş ve ark. (2003), 115 akut ishalli hastanın dışkı örneklerinin dördünde (%3.5) *A. caviae* izole etmişlerdir.

2.2.9. Suyun Mikrobiyolojik Analizi

Suların mikrobiyolojik analizi yapılırken genel olarak üç yöntem uygulanmaktadır. Bu analiz yöntemleri, çoklu tüp yöntemi, indiktör mikroorganizmalar ve membran filtrasyon yöntemidir.

2.2.9.1. İndikatör Mikroorganizmalar

Sularda hastalık etkeni bakterilerin varlığı sadece testle anlaşılabilmektedir. Su insan hayatı için önemli maddelerin başında geldiğinden sulara uygulanan testler yılda en bir tekrarlanması gerekmektedir. Sularda yapılan testlerin yapıldığı en iyi zamanlar genelikle sonbahar sonu veya yaz başı olduğu söylenmektedir. Hastalığa neden olan mikroorganizmaların tespiti bakteriyolojik analizler ile çok zordur. Bu sebepten dolayı zararlı mikroorganizmaların tespiti için indikatör mikroorganizmalar analiz yönremi kullanılabilmektedir (Uçar, 1990).

E.coli gibi insan sağlığına olumsuz etkisi olan bir maddenin sularda bulunması zararlı organizmanın sularda bulunduğuna işarettir. İnsan veya haycan dışkısının 1 gr'ında ortalama 108-109 adet *E.coli* bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı içme sularının tahlili sonucu *E.coli* varlığı tespit edilmişse, su kaynağında insan veya hayvan dışkısıyla kirlenmiş olduğu anlamına gelmektedir(Robins-Browne, 1987).

2.2.9.2. Çoklu Tüp Yöntemi

Sularda mikrobiyolojik analiz yöntemlerinden olan çok tüp yönteminde ard arda yapılan üç farklı deneyi kapsayan bir yöntemdir. Çoklu tüp yönteminde ilk olarak tahmin deneyi uygulanmaktadır tahmin deneyi olarak adlandırılan yöntemde besiyer olarak Laktozlu Buyyon kullanılmaktadır. Tahmin deneyinde Laktozlu Buyyon besiyeri içeren üç farklı denet tüpününü içerisine daha önceden toplanmış su örneklerinden 0,1cc, 1cc ve son olarak 10cc ekim yapılmaktadır. Ekim yapılan su örnekleri Laktozlu Buyyon besiyerine 36 veya 37^{o}C'de 24-48 saat beklemeye alındıktan sonra tüplerde gaz oluşturanlarda koliform bakteri olabileceği tanısı

koyularak tekrar değerlendirmeye alınmaktadır. Çoklu tüp yönteminde tahmin deneyinden hemen sonra uygulanan deney yöntemi doğrulama deneyidir. Doğrulama deneyinde tahmin deneyi sonucunda koliform bakteri olabileceği örneklere Brillant Gren Bile Broth besiyeri uygulanmaktadır. Tahmin deneyi sonucunda gaz oluşturan su örnekleri öze yardımıyla doğrulama deneyi için tüplerde bulunan Brillant Gren Bile Broth besiyerine ekim yapılmaktadır. Brillant Gren Bile Broth besiyerine 36 veya 37^{o}C'de 24-48 saat beklemeye alındıktan sonra tüplerde gaz oluşturanlar koliform bakteri olabileceği tanısı koyularak tekrar değerlendirmeye alınmaktadır (Ünlütürk ve Turantaş, 1988).

Çoklu tüp yönteminde son olarak tamamlama deneyi uygulanmaktadır. Tamamlama deneyinin besiyeri olarak indol kullanılmaktadır. Doğrulama deneyi sonucunda gaz oluşumu görülen tüplerden örnekler öze yardımıyla indol besiyerine ekilmektedir. Daha sonra 44-45ºC'de 48 saat beklemeye alınmaktadır. Bekleme sonrası elde edilen veriler T.C Sağlık Bakanlığı'nın İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliği'ne değerlendirmeye alınmaktadır.

2.2.9.3. Membran Filtrasyon Yöntemi

Membran filtrasyon yöntemi, içme ve kullanma sularına veya diğer sıvılara mikrobiyolojik analiz uygulanması amacını gütmektedir. Membran filtrasyon yöntemiyle sulardaki veya sıvılardaki mikrobiyolojik yükün belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Membran filtrasyon yöntemi yüksek haicimli sıvılarla çalışmaya, koliform grubunu belirlemeye ve sayısını tespit etmeye elverişli bir yöntemdir. Ayrıca membran filtrasyon yöntemi klasik analiz yöntemlerine oranla daha hızlı ve güvenilir sonuçlar verdiğinden rağbet görmektedir. Membran filtrasyon yönteminde örnek sıvı, mikroorganizmaların geçmesine izin vermeyecek por çapına sahip membran filtreden vakum yardımıyla süzülmektedir. Temiz bir emici ped üstüne emdirilmiş mikroorganizmanın türünü belirleyici ve seçici bir besiyer üzerine ekim yapılmaktadır. Bekleme sonrası membran filtre üzerindeki kareler yardımı ile sayım yapılır (Ünlütürk ve Turantaş, 1988).

Fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analiz için su örneklerini almada; cam veya pet şişe, temiz kap (HCl ve numune alınacak su ile çalkalanmış) kullanılır. Bakteriyolojik analiz için; koyu renkli steril cam şişe, kapak veya plastik tıpa kullanılır. Bu teknik analizi yapılacak örneklerin içerdiği mikroorganizmadan daha küçük por genişliğine sahip membran filtre üzerinden örneğin vakumla filtre edilmesi, filtrasyon işlemi tamamlandıktan sonra filtre üzerinde tutulmuş olan mikroorganizmaların türüne özgü besi yeri üzerinde ve uygun ısı derecesinde inkübe edilmesi ile inkübasyon sonunda oluşan kolonilerin sayılması esasına dayanır (Akman, 1975; Erdem, 1995). Membran filtre tip ve çapları ile ilgili olarak yapılan eş zamanlı analizlerde 0,45µm ± 0,02 µm por çapındaki filtre kağıtlarının mikrobiyolojik analizlerde çok daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Brenner ve Rankin, 1990).

2.3. *Escherichia coli*

E. coli Enterobacteriaceae ailesinin *Escherichia* cinsine ait, katalaz pozitif, oksidaz negatif, fermentatif özelliğe sahip sporsuz, kısa, çubuk şeklinde gram-negatif bakterilerdir (Adams ve Moss, 1999). *E. coli*, optimum 37°C civarı olmak üzere, 10°C - 50°C arası gelişebilen tipik bir mesofil mikroorganizmadır. Gelişmesi için nötrale yakın pH'lar optimum olsa da, optimal koşullarda pH 4,4'e kadar gelişim mümkün olmaktadır. Bakterinin gelişimi için minimum su aktivitesi değeri (aw) 0,95'tir (Chapelle, 2001).

E. coli insanların ve diğer sıcakkanlı hayvanların bağırsaklarında bulunan fakültatif anaerob mikroorganizmadır. Dışkıda doğal olarak bulunması, genel olarak patojen olmayan karaktere sahip olması ve suda canlı kalması nedeniyle *E. coli* fekal kontaminasyonun indikatörü olarak kabul edilmektedir (Bitton, 1999). Koliform grubunda yer alan bakteriler insan ve sıcakkanlı hayvanların sindirim sistemlerinde doğal olarak bulunduğundan başlangıçta fekal kontaminasyonun en önemli indikatörü olarak değerlendirilmektedirler. Ancak bazı koliform bakterilerin sadece fekal orijinli olmaması, gıda güvenliğinin bir indikatörü olarak fekal koliform bakterilerin ön plana çıkmasına neden olmaktadır (Ray, 1996). Fekal koliformlar 44 -

46°C arasında *Escherichia coli* broth (ECB) besiyerinde laktozu fermente ederek gaz oluşturabilen koliformlar olarak tanımlanmaktadır. Fekal koliform terimi, fekal orijinli koliformların 46°C'ye yükseltilmiş inkübasyon sıcaklığında glukozdan gaz oluşturmalarını, sadece fekal orijinli olmayanların ise bu ortam koşullarında gelişemediklerinin bulunmasıyla ortaya çıkmıştır. Bazı *Citrobacter* ve *Klebsiella* suşları fekal koliform tanımına uymakla birlikte fekal koliformlar büyük oranda *E. coli*'den oluşmaktadır (Temiz, 1999).

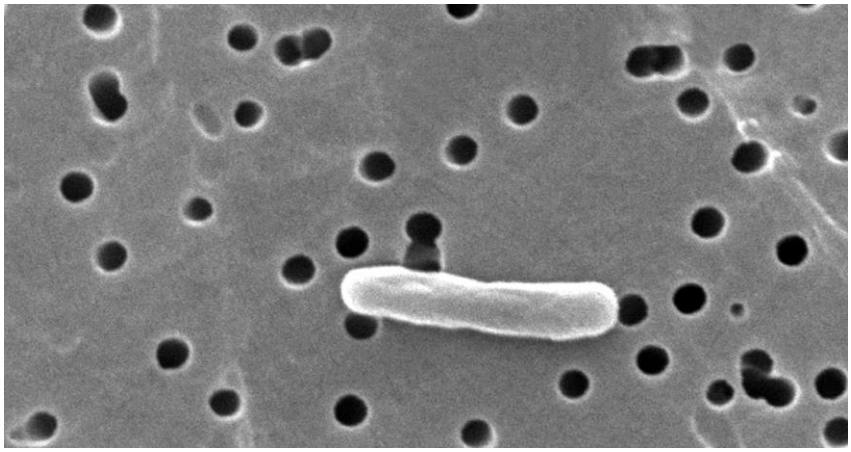
Fekal orijinli olması nedeniyle bazı mikrobiyologlar gıdalarda ve sularda fekal kontaminasyonun indikatörü olarak yalnızca *E. coli*'yi dikkate almaktadırlar. (Adams ve Moss, 1999). *E. coli*'nin sularda fekal kontaminasyonun indikatörü olarak kabul görmesinin en önemli nedenlerinden bir tanesi ise bu bakterinin sularda canlılığını uzun süre sürdürebilmesidir (Adams ve Moss, 1999). Bazı patojenlerin sularda *E. coli*'den daha uzun süre canlılığını koruduğuna ilişkin raporlar bulunmasına karşılık, genellikle *E. coli*'nin suda canlılığını devam ettirme süresi, sularda çok yaygın olarak bulunan bazı enterik patojen bakterilerin suda canlı kalma süresiyle hemen hemen aynıdır. Ancak, diğer birçok patojen mikroorganizma, *E. coli* ölüp yok olduktan sonra bile canlılığını sürdürebilmektedir. Örneğin, bazı virüsler sularda *E. coli*'ye kıyasla daha uzun süre canlılıklarını sürdürmektedirler (Bitton, 1999). *E. coli*'nin patojenik suşları, ishale yol açan enfeksiyonlar, idrar yolları enfeksiyonu, menenjit, septisemi gibi çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. *E. coli*'nin ishale neden olan suşları ilk defa 1940'ların başlarında çocuklarda yaz ishalini araştıran İngiliz bilim adamları tarafından fark edilmiştir (Adams ve Moss, 1999). Bu suşlar oluşturdukları hastalık ve serolojik farklılıkları gözönüne alınarak dört gruba ayrılmaktadır. Bu gruplar; enteropatojenik *E. coli* (EPEC), enteroinvasif *E. coli* (EIEC), enterotoksijenik *E. coli* (ETEC) ve enterohemorajik *E. coli*'dir (EHEC) (Adams and Moss, 1999). Patojen olan bu grupların biyokimyasal özellikleri, genelde diğer *E. coli* suşlarına benzemekle birlikte, bazı özellikleri farklılık göstermektedir. Örneğin, EIEC suşları hareketsizdir ve birçok suşu glukozdan gaz oluşturmamaktadır. EHEC ise atipik olarak β-D-glukronidaz aktivitesine sahip değildir ve 48 saat içinde 44.5-45.5°C' de gelişememektedir (Temiz, 1999).

2.3.1. Tarihçesi

Escherichia coli ilk kez 1885 yılında Thedor Escherich tarafından bir çocuğun dışkısından izole edilmistir ve *Bacterium coli commune* olarak adlandırılmıştır. Barsak dısı infeksiyonlardaki patojenligi tanımlandıktan sonra 1919'da Costellani ve Chalmer tarafından *Escherichia* cins adı önerilmistir. 1945'de serogrup O:111 suşlarının bir bakımevindeki çocuklarda ishal salgınına yol açtığı anlaşılmış ve barsak patojeni *E.coli* (EPEC) suşları tanımlanmıştır. 1969'da orta doğudaki İngiliz askerlerindeki ishal olgularında enterotoksijenik *E.coli* (ETEC) susları; Japonya ve Brezilya'da basilli dizanteriden ayırt edilemeyen ve barsak infeksiyonlarına yol açan enteroinvazif *E.coli* (EIEC) suşları izole edilmiştir. Daha sonra 1982'de A.B.D' de salgın şeklinde enterohemorajik *E.coli* susları (EHEC) izole edilmiştir. Son yıllarda ise turist ishali olarak bilinen ve özellikle küçük çocuklarda perzistan seyirli ishale sebep olan enteroagregatif *E.coli* (EAggEC)'de önem kazanmıştır. Böylece bugüne kadar mekanizmalarına göre en az beş grupta toplanabilecek *E.coli* tanımlanmıştır. *E.coli* bugün üzerinde en çok çalışılan ve genetik yapısı en iyi bilinen canlı türüdür (Töreci, 2002; Söyletir ve Topçu, 1996).

2.3.2. Mikrobiyolojik Özellikleri

E.coli, Escherichia cinsinde tıbbi öneme sahip olan bir türdür. *E.coli* insan ve bütün sıcakkanlı hayvanların bağırsaklarında kommensal olarak bulunan, bazı suşları insanlarda ve hayvanlarda bağırsak enfeksiyonlarına yol açabilen, ayrıca bağırsak dışında da çok çeşitli enfeksiyonlar oluşturabilen bir bakteridir. Bunun dışında besinlerde, suda, doğada, dışkı kontaminasyonunun indikatörü olarak araştırılan *E.coli* genetik çalışmalarda en çok kullanılmış olan bakteridir ve bakteri genetiğinin pek çok önemli bulgusu *E.coli* ile yapılan çalışmalar sonucu elde edilmiştir (Topçu vd., 2002).



Şekil.2.1. *E. coli* bakterisinin elektron mikroskobunda görünümü (https://tr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli#/media/File:Escherichia_coli_(SEM).jpg)

2.3.2.1. Morfoloji

E.coli yaklaşık olarak 2-6 µm. boyunda ve 1.0-1.5 µm. eninde düz, uçları yuvarlak çomak şeklinde bir bakteridir. Bazı kültürlerde koka benzer ve kısa, bazı kültürlerde de normalden uzun Y harfi şeklinde dallanan filamentli şekillerde bulunabilir. Peritrik kirpikleriyle hareketlidir, fakat hareketleri yavaştır. Hareketsiz suşları da vardır. Bazı suşları kapsüllüdür. Bakteriyolojik boyalarla iyi boyanırlar ve gram negatiflerdir (Bilgehan, 1990; Ustaçelebi, 1999).

2.3.2.2. Antijenik Yapısı

E.coli'nin somatik (O), kirpik (H) ve kapsül (K) antijenleri vardır. *E.coli* suşlarının serotiplendirilmesi, Kuaffmann tarafından geliştirilen şemaya göre yapılabilir. 164 O grubu, 57 H grubu ve 90 K grubu vardır. Serotiplendirmede öncelikle O ve H antiserumları kullanılır. Suşların kapsül antijenleri de olabilir, fakat kapsül antijeni nadir olarak değerlendirilir. Serotiplendirme sonucunda bakterinin sahip olduğu antijenler yan yana yazılır (026:H1, 018:K1:H7, 078:H20 gibi). Bakteride bulunmayan antijenler kaydedilmez (Baron ve Finegold, 1990). *E.coli* suşlarının antijenik yapılarının belirlenmesi özellikle, epidemiyolojik çalışmalarda yararlıdır. *E.coli*'nin oluşturduğu çeşitli hastalık tabloları ile özel antijen tipleri

arasında ilişkiler vardır. Örneğin serotip O157:H7, verotoksin oluşturur, hemorajik diyareye ve hemolotik üremik sendroma yol açar (Ustaçelebi, 1999).

2.3.2.3. Biyokimyasal Özellikleri

E.coli katı ve sıvı besiyerlerinde kolayca ürer. Fakültatif anaerop olup optimal üreme ısısı 7^{o}C'dir. 15-45 ^{o}C aralığında da üreyebilirler. Özellikle 44^{o}C' de üreyebilmeleri benzer bazı bakterilerden (*Enterobacter* ve *Serratia*) ayırt edici bir özelliktir. Optimum pH: 7.2'de iyi ürerler. Sıvı besiyerinde homojen bulanıklık yaparlar. Katı besiyerinde hafif kabarık, yuvarlak 1.2 mm çapında, parlak, S tipi koloniler yaparlar. Bazı kökenleri mukoid koloniler şeklindedir. Yine bazı türleri kanlı besiyerinde hemoliz yapabilirler. Koli basilleri birçok şekeri asit ve gaz meydana getirerek parçalarlar. Laktoza olan etkileri, bu şekere etki etmeyen diğer bağırsak bakterinden ve özellikle *Salmonella* ve *Shigella*'dan ayırt edici bir özelliktir. Bu nedenle *E.coli*'nin dışkıda birlikte bulunduğu laktoz olumsuz bakterilerden ayırt edilmesinde içinde laktoz ve bir ayıraç bulunan besiyerleri kullanılır. *E.coli* için İMVC testleri +,+,-,- 'dir. Üreyi parçalayamazlar ve KCN besiyerinde üreyemezler (Erensoy, 1990; Baron ve Finegold, 1990).

2.3.2.4. Patojenik Özellikleri

Enterik patojen *E.coli;* patogenez, klinik ve epidemiyolojik özellikleri farklı olan gruplarda aşağıdaki şekilde toplanabilirler.

- Enterotoksijenik *E.coli* (ETEC): Gelişmekte olan ülkelerde, infant ve turist diyarelerinin başlıca nedenleri arasındadır. Bakteri, kontamine su ve gıdalarla alınır. Enfektif dozu 10^{8} dir. Bakteri önce kolonize olur, sonra toksinlerini salgılar. Klinik tablo; basit rahatsızlık hissi şeklinde olabileceği gibi, bol sulu, kolera benzeri diyare ile de seyredebilir (Kılıçturgay ve ark., 1993).

- Enteropatojenik *E.coli* (EPEC): Daha çok süt çocuklarında görülür ve salgınlara yol açar. Çoğu antibiyotiklere karşı çoklu dirençli olan serotipleri yer alır (Bilgehan, 2000).
- Enteroinvazif *E.coli* (EIEC): Distal ileum ve kolonda epitel hücrelerine penetre olarak *Shigella* benzeri bir patoloji ve klinik tabloya neden olur. İnvazyon yeteneği plazmid kontrolündedir. Korunma ile tedavisi şigellozdakine benzer.

- Enterohemorajik *E.coli* (EHEC): *E.coli* O157:H7 serotipi *Shigella* ve EIEC'e benzer diyareye neden olur. En önemli yönü böbreklere yaptığı toksik etki ile hemolitik üremik sendroma neden olmasıdır. İnvazyon yeteneği ve toksinleri yoktur, fakat plazmid kontrolünde olan bir virulans faktörü ve bakteriyofaj kontrolünde olan

- *Shigella* toksinine benzeyen sitotoksini vardır. Bu toksinlerin vero hücrelerine olan sitotoksik etkileri nedeniyle verotoksin 1 ve 2 ismi verilmiştir. Bu toksinler hemolitik üremik sendrom ve trombotik trombositopenik purpuraya neden olmaktadır (Kılıçturgay ve ark., 1993).

- EnteroAggregatif *E.coli* (EAEC): Barsak epiteline bağlanıp tuğla gibi dizilmiş bakteriler şeklinde görünürler. Bu gruba has bakterilerin salgıladığı toksinler mukozaya zarar verip kronik diyareye yol açarlar.

- *Diffusely Adherent E.coli* (DAEC): Bir yaşından küçük çocuklarda diyareye yol açar. Özelleşmiş fimbiralar sayesinde epitele bağlanırlar ve hücre içi sinyal mekanizmasını etkinleştirirler. Bu grup hakkında bilgi azdır (Kolter, 1998).

2.3.2.5. Üreme Özellikleri

Aerob veya fakültatif anaerob ürerler. Optimal üreme ısıları 37°C' dir. Logaritmik üreme fazında *E.coli* bakterisi 20 dakikada ikiye bölünebilir. 20–44° C, pH 5–8 arasında yavaş da olsa üreme gözlenir. 44° C'de laktozu fermente edebilmesi ve indol oluşturması diğer koliform (laktozu fermente eden) bakterilerden ayırt

edilmesinde kullanılır. Kullanabildiği karbonhidrat ilave edilmiş besiyerinde üreme hızlanır. Kanlı agarda beta hemolitik koloniler oluşturabilirler. *E.coli* dış koşullara, özellikle soğuğa karsı oldukça dirençlidir. 60°C' de 30 dakika bırakıldığında canlılığını muhafaza edebilir. Malasit yeşili, brillant yeşili, fuksin gibi boyalara bağırsak patojeni olan *Salmonella* ve *Shigella* cinsi bakterilerden daha duyarlıdır. Dolayısıyla bu maddelerin belirli oranlarda katıldığı besiyerine ekilen dışkı örneklerinde *Salmonella* ve *Shigella* cinsi bakterilerin izolasyonu daha kolaydır. Sıvı besiyerlerinde homojen bulanıklık meydana getirirler. Katı besiyerlerinde 18 saatte 3–4 mm çaplı, düzgün kenarlı, ortası kalkık koloniler oluştururlar (Bozkaya, 2005; Erdem, 1999).

E.coli en iyi Mac Conkey ve Eozin Metilen Mavisi (EMB) agar gibi seçici besiyerlerinde ürer. Mac Conkeyde laktozu fermente ettiğinden kırmızı-pembe renkte ve safrayı presipite ettiğinden etrafında zon olan koloniler oluşturur. Mac Conkeyde laktoz negatif koloniler ise şeffaf görünümdedir. EMB agar üzerinde *E.coli* suşları genellikle karakteristik olarak metalik refle veren yeşil siyah koloniler oluştururlar (Töreci, 2002).

2.3.3. *Escherichia coli* Tipleri

E.coli nin enterovirülan türlerinin tayin etmede biyolojik, immünolojik ve moleküler metotlar mevcuttur. Fakat bu metotların rutin tanı laboratuvarlarında uygulanması zor olduğundan kullanımı kısıtlıdır. *E.coli* suşları antimikrobik etki gösteren kolisin sentezler. Tiplendirmeleri belirli kolisinler ve özgül bakteriyofajlarla yapılır. *E.coli* suşları, oluşturdukları hastalık ve serolojik farklılıkları göz önüne alınarak beş gruba ayrılmaktadır (Bozkaya, 2005).

2.3.3.1. Enteropatojenik *E.coli* (EPEC)

E.coli suşlarından en çok tanınanı Enteropatojenik *E.coli* (EPEC)'dir. Enteropatojenik *E.coli* suşları enterotoksin oluşturmaz ve invaziv değildir. Bulaşma insandan insana fekal- oral yolla veya bebek mamalarının bu suşlar ile kontamine

edilmesi ile olur. Daha çok yeni doğanlarda ve 2-3 yaş grubu çocuklarda görülen diyareye neden olur. Erişkinlerde farinkste kolonize olan suşlar da kaynak olabilir. Süt bebeklerinde EPEC infeksiyonlarına nadiren rastlanır ve memeden kesilme sonrasındaki aylarda hastalanma riskleri artar. Çeşitli salgınlarda ölüm oranı %0-%70 arasında, ortalama ise %6'dır. Yeni doğanlarda ise %16'dır. Bütün dünyada görülüyor olsa da son 20 yılda gelişmiş ülkelerde çok daha az görülmektedir. Geri kalmış ülkelerde ise hala önemini korumakta ve özellikle yaz aylarında daha sık salgınlara yol açmaktadır. İnce bağırsak mukoza hücrelerine plazmit kontrolündeki pililer yardımı ile tutunarak o bölgedeki hücrelere (mikrovililere) zarar verir. Mikrovillusların harabiyeti sonucu barsak emilimi bozulur, barsak sekresyonunda rol oynayan enzimler aktive olur ve ishal gözlenir (Gürdoğan ve Arslan, 1999).

EPEC tanısında, 10 veya daha fazla laktoz pozitif *E.coli* kolonisi kan kültürüne pasaj yapılır. Polivalan ve Monovalan anti serumları ile aglünitasyon yapılır. Monovalan OK antiserumu ile aglütinasyon görülürse antiserum 30-60 dakika 100° C' de ısıtılır ve aynı O grubundan olduğu bilinen bir referans kültür örneği ile paralel olarak titre edilir. 50° C' de bir gecelik inkübasyondan sonra aglütinasyon değerlendirilir. O grubunun varlığı her iki testte de mevcut olduğunda referans O antijenleri aynı titrede belirlenirse tanı doğrulanır. EPEC suşlarının belirlenmesi için floresan aktin boyama metodu ve HEp-2 veya HeLa hücrelerinde lokalize olan hücre kültürü testleri ve polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile diğer moleküler tanı yöntemleri de kullanılmaktadır (Töreci, 2002; Bozkaya, 2005, Günaydın, 2004).

2.3.3.2. Enterotoksijenik *E.coli* (ETEC)

ETEC, diğer barsak patojeni *E.coli* suşları gibi fekal- oral yolla, kontamine su ve besinler ile bulaşır. Gelişmemiş ülke çocuklarında ve başka ülkeye seyahat edenlerde diyareye neden olur. Yalnız insanda bulunur ve gastroenterite neden olur.

A.B.D'den Güney ve Orta Amerika'ya gidenlerdeki ishal olgularının %40-%60'ı ETEC suşlarından ileri gelir. Hastalık geri kalmış ülkelerde daha çok çocuklarda gözlenmektedir. Bu ülkelerde 2 yaşına kadar olan çocuklarda yılda 1-2

defa ETEC ishali geçirdiği belirtilmiştir. Yaş ilerledikçe ETEC toksinlerine karşı antikor oranı artar ve ishal olguları azalır. Bakterinin ısıya dirençli stabil toksin (ST) ve ısıya duyarlı labil toksin (LT) olmak üzere iki farklı toksini vardır ve bu toksinler plazmit genleri tarafından kontrol edilir. Daha önceleri ETEC suşlarının tanımlanmasında LT ve ST enterotoksinlerin kullanıldığı hücre kültürü teknikleri tercih edilirdi. Fakat şimdi ticari olarak mevcut olan lateks aglütinasyon testleri kullanılmaktadır. Ayrıca LT ve ST üretimini kodlayan genler PCR ve DNA probları ile tanımlanabilmektedir. LT *Vibrio cholerae* toksini ile benzer özelliktedir ve altı alt üniteden oluşmuştur. cAMP'i aktive ederek fonksiyon gösterir. 100° C' ye 30 dakika dayanıklı ST, guanilat siklazı aktive ederek hücre içinde cGMP'ın toplanmasına, dolayısıyla sulu bir diyareye neden olur ve etki yeri ince bağırsaklardır (Töreci, 2002; Bozkaya, 2005, Günaydın, 2004).

2.3.3.3. Enterohemorajik (Verotoksijenik) *E.coli* (EHEC-VTEC)

EHEC suşları etli besin maddeleri, süt ve su ile bulaşır. Hamburger, salam, çiğ süt ve pastörize edildikten sonra kontamine edilmiş süt ile salgınlara yol açabilir. *E.coli* O:157 etli konserve besinlerin korunmasında katkı maddesi olan organik asitlere (sitrik asit, asetik asit, laktik asit) diğer *E.coli*'lerden daha dayanıklıdır. Genellikle toplu yemeklerden faydalanan bakımevleri, okullar ve işyerlerinde salgınlar halinde ortaya çıkar. Oluşturduğu infeksiyon yaşlılarda ölüm ile sonuçlanabilir. 5 yaşından küçük çocuklarda ve 65 yaş üzeri bireylerde daha fazla olgu görülür (Tabak ve ark., 1993).

İnvazyon yeteneği yoktur. Plazmit kontrolünde bir virülans faktör ile bakteriyofaj kontrolünde olan ve *Shigella* toksinine benzeyen sitotoksin sentezler. O157: H7 serotipi hemorajik diyare ve kolite sebep olur ve EHEC suşlarının yaklaşık %80'i serotip O157:H7'dir. Dışkı lökosit içermez ve bu özelliği ile *Shigella* EIEC diyareden ayrılır. Verotoksin üreten *E.coli* O157:H7 sorbitolü fermente edemez. Tanıda Sorbitollü Mac Conkey (SMac) agar kullanmanın büyük önemi vardır. SMac besiyerinde şeffaf renksiz koloniler yoğun olarak ürerler. Bu besiyeri ticari olarak mevcuttur. Bununla birlikte sadece SMac kullanıldığında karıştırılabilme ihtimali

olan sorbitol negatif *E.coli* ve *Proteus* suşlarını inhibe etmek için, ortama sefiksim veya sefiksimtellürit ilavesi yapılmalıdır. O:157 antijenini tespit etmek için serum aglütinasyon ve lateks koaglütinasyon testleri mevcuttur. Ayrıca *E.coli* O157:H7 izolatlarının saptanmasında "Pulsed- Field Gel Electroforesis (PFGE)", Southern analizleri, İnsertion dizi (IS) probları değişik çalışmalarda uygulanmaktadır. EHEC senenin sıcak aylarında genellikle 5 yaşından küçük çocuklarda yaygındır (Töreci, 2002; Bozkaya, 2005).

2.3.3.4. Enteroinvazif *E.coli* (EIEC)

Kalın barsak epitel hücrelerini istila ve tahrip etme özelliğine sahiptirler. Kalın barsak epitel hücrelerinin istilası büyük bir plazmitte kodlanan çeşitli hücre dış duvarı proteinleriyle sağlanır. Suşlarının çoğu hareketsizdir. Genellikle laktozu fermente edemezler veya geç fermente ederler, lizin dekarboksilaz negatiftir (Singh, 2001).

Klinik tablo *Shigella* benzeri bir patoloji ile ortaya çıkar. *Shigella* ve *E.coli* O arasında çapraz reaksiyon gösterilmiştir. *Shigella'ya* benzer bulguların saptanmasına rağmen, EIEC suşlarının hastalık yapabilecek infektif dozu *Shigelld* ya göre çok daha yüksektir. Daha çok besin kaynaklı diyareye neden olurlar. Ateş, karın krampları ve kanlı dışkı görülür. Serotipler Sereny deneyi ile belirlenir. Bu testte şüpheli *E.coli* kobay gözüne şırınga edildiğinde keratokonjunktivit oluşması pozitif reaksiyon olarak değerlendirilir. Shiga toksini oluşturmazlar. Endemik veya Epidemik olarak tüm dünyada görülürler (Töreci, 2002; Bozkaya, 2005, Günaydın, 2004).

2.3.3.5. Enteroagregativ *E.coli* (EAggEC)

EAggEC, eskiden EPEC suşları arasında kabul edilirlerdi. İnsan kolon mukozasındaki hücrelere yığın halinde yapışma gösterebilirler. Suşların çoğunda plazmit tarafından kodlanan toplu halde fimbria oluşturma özelliği gözlenir. Bazı suşları enterotoksin oluşturabilir ve invaziv özelliği yoktur (Töreci, 2002; Bozkaya, 2005, Günaydın, 2004).

2.3.4. *Escherichia coli*'nin Neden Olduğu Enfeksiyonlar

E.coli, klinik mikrobiyoloji laboratuarında hem en sık izole edilen hem de hemen her doku ve organda infeksiyon oluşturabilen bir patojendir (Koneman ve ark., 1997).

E.coli, insan ve hayvanların normal bağırsak florasında bulunmakla birlikte, birçok hastalık vakasında primer veya sekonder etmen olarak izole edilmektedir. Bakteri sahip oldugu flagella, kapsül, hücre duvarı, fimbria antijenleri, sentezlediği kolisinler, enterotoksinler, sitotoksinler, hemolizinler ve aerobaktin gibi virulans faktörleriyle hastalıklara neden olmaktadır (Holt ve ark., 1994; Emery ve ark.; 1992).

*E.coli'*nin bazı patojenik tipleri insan ve hayvanlarda sonucu ölüme kadar giden diyareye, yara infeksiyonlarına, solunum yolları enfeksiyonlarına, menenjit, septisemi, artheriosklerosis, hemolitik üremik sendrom, safra ve idrar yolları enfeksiyonları, karaciğer apsesi ve çeşitli immünolojik hastalıklara neden olur (Strohl ve ark., 2006; Günaydın, 2004).

Bağırsak dışı *E.coli* enfeksiyonlarından en sık görüleni, idrar yolu enfeksiyonlarıdır. *E.coli* hastane ve toplum kökenli idrar yolu enfeksiyonlarından en sık izole edilen patojen olup olguların yaklaşık %80-95'inde etken olarak saptanmıştır (Kaygusuz ve ark., 2001; Kaya ve ark., 2001).

İdrar yolu enfeksiyonları tüm dünyada önemli bir morbidite nedenidir. Enfeksiyon gelişiminde, üropatojen bakterinin virülansı yanında cinsiyet, gebelik, sonda kullanımı, diyabet ve yaslılık gibi konağa ait faktörlerde rol oynamaktadır (Hooton, 1997).

İdrar yolları enfeksiyonları çocuklarda solunum sistemi enfeksiyonlarından sonra en sık ortaya çıkan enfeksiyonlardır (Mc Millan ve ark., 1999). Komplike olmayan sistit genellikle seksüel olarak aktif olan kadınlarda görülür. *E.coli*'nin özellikle O:4, O:6, O:75 gibi serotipleri, daha sık idrar yolu enfeksiyonlarına neden

olmaktadır. Bu serotipler vaginal kanal veya periüretral bölgede kolonize olabilme, üretral kanaldaki epitel hücrelerine tutunabilme ve dokulara invazyon yeteneğine sahiptirler. Cinsel temas ile de idrar kesesine ulaşırlar (Wilson ve Henry, 2001; Procop ve Cocker, 2001).

Hastada sık sık idrara çıkma isteği ve idrar yaparken de yanma hissi belirir. Ateş çoğunlukla yoktur. Erkekteki idrar yolları enfeksiyonları ise sistoskopi ve sonda uygulanması gibi cerrahi bir girişim ile böyle bir girişim bulunmaması durumunda ise, idrar akımını zorlaştıran böbrek tası, idrar kesesi tası, anatomik darlık gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkar. Enfeksiyonun idrar kanalını geçip böbreğe yayılmasında ise ateş, lökositoz, sedimantasyon yükselmesi, CRP pozitifliği ve bel ağrıları ile seyreden piyelonefrit oluşabilir (Özsüt, 2002).

20–40 yaş arası kadınların yaklaşık %25-35'inin idrar yolları enfeksiyonu geçirdiği bilinmektedir. Ülkemizde ise her yıl yaklaşık 5 milyon sistit atağı gözlenmektedir ve bu enfeksiyonların etkeni de %50–90 *E.coli*'dir (Eraksoy ve Özsüt, 1994; Stamm ve Stapleton, 1998).

E.coli prematürelerde ve neonatal (doğumdan sonraki ilk dört hafta) evredeki bebeklerde menenjite neden olmaktadır. Etken *E.coli* suşları çoğunlukla K1 antijeni içerirler ve serumun bakterisidal etkisine dayanıklıdırlar. Enfeksiyon ateş, bas ağrısı, uyku hali, ense sertliği ve BOS bulguları ile kendini belli eder. Ölüm oranı yüksektir (Söyletir ve Topçu, 1996).

E.coli'nin neden olduğu bakteriyemi daha çok hastane enfeksiyonlarında ortaya çıkmaktadır. Bakterinin kana ulaşması; damar içi veya endotrakeal kateter uygulanması, solunum yollarında kolonize olması, idrar yolu enfeksiyonları veya bağırsaktan kaynaklanabilir. Nozokomiyal kökenli olduğu için kana karısan suşlar çoğu antibiyotiklere dirençlidir ve tedavisi güçtür. Dolayısı ile ölüm riski vardır (Söyletir ve Topçu, 1996).

E.coli'nin neden olduğu solunum yolları enfeksiyonları da genellikle hastane kaynaklıdır. Fakat, kronik akciğer rahatsızlığı olanlarda, yaslılarda ve diyabetlilerde toplum kaynaklı olarak da gözlenebilir. Çünkü bu hastaların vücut dirençleri düşüktür (Söyletir ve Topçu, 1996).

Enteropatojenik *E.coli* (EPEC), özellikle çocuklarda infeksiyona neden olur. 1940–1960 yılları arasında ishal salgınlarına yol açmış, 1970'li yıllardan sonra gelişmiş ülkelerde sıklığı azalmış, halen gelişmekte olan ülkelerde önemli oranda çocuk ishali etkenidir. Erkek çocuklarda daha sık görülmektedir. 6 aylıktan küçük ve anne sütü almayan çocuklar bu enfeksiyona daha yatkındırlar. Genellikle 1 hafta içerisinde kendiliğinden iyileşebilir. Nadiren kanlı hale dönüşür. O111 serotipi yeni doğanlarda ölüme sebep olabilir (Söyletir ve Topçu, 1996).

Enterotoksijenik *E.coli* (ETEC), gelişmekte olan ülkelerde çocuklarda ve turistlerde (%11–72) ishal etkenidir. Gelişmiş ülkelerde ise zaman zaman salgınlar yapabilmektedir. Bu enfeksiyonlar genellikle 4–5 gün sürer ve günde 8–12 defa dışkılama gözlenir. Hafif koleraya benzeyen bir enfeksiyondur (Söyletir ve Topçu, 1996; Günaydın, 2004).

Enteroinvazif *E.coli* (EIEC), dizanterik formda ishal etkenidir. Kanlı, mukuslu dışkılama, karın ağrısı ve ateşe sebep olur. Ölüm oranı çok düşüktür. Sporadik olgular ve zaman zaman da salgınlar yapabilir (Söyletir ve Topçu, 1996; Günaydın, 2004).

Enterohemorojik *E.coli* (EHEC) suşu ile oluşan enfeksiyonlar genellikle şiddetli karın ağrıları ve kansız ishal seklinde baslar. Fakat 2–3 gün içinde dışkı bol kanlı hale gelir. Bu yüzden hastalık hemorojik kolit olarak adlandırılır. Ateş yok veya hafiftir. Özellikle *E. coli* 0157:H7 her yıl dünyada 20.000 gıda enfeksiyonuna ve 250 kişinin ölümüne neden olmaktadır. Ayrıca bu hastalık çocuklarda böbrek yetersizliğine neden olur. *E. coli* 0157:H7 hemorojik ishale ve böbrek yetersizliğine sebep olan kuvvetli ekzotoksin üretir. Kaynaklar daha çok hayvansal gıdalardır (Söyletir ve Topçu, 1996; Günaydın, 2004).

Etken, vücuda alındıktan sonra inkübasyon periyodu 3–8 gün arasında değişmekte ve genellikle krampla seyreden karın ağrısı, kusma, mide bulantısı, gastroenteritis, ishal, kanlı ishal ve hemorojik kolit gibi klinik semptomlara neden olmaktadır (Chapman, 2000).

Bu enfeksiyonlarda hemorajik kolit, yaklasık 5–10 gün sonra ilerleyerek hemorajik üremik sendroma dönüşebilmekte, bu da şiddetli anemi ve böbrek yetmezliği ile komplike olabilmektedir (Eileen ve ark., 2001).

2.3.5. *E. coli* Enfeksiyonlarından Korunma

E.coli'nin neden olduğu barsak enfeksiyonlarının önüne temiz su ve temiz besin kullanılması ile geçilebilir. Özellikle sebzeler bol su ile yıkanmalı toprak patojenlerinden ayrılmalıdır. *E.coli* dışkı ile kontamine olmuş su ve besinlerin tüketilmesi ile hastalık yapmaktadır. *E.coli* enfeksiyonları yeterli temiz su ve besine sahip olmayan geri kalmış veya gelişmekte olan ülkelerde daha yaygın olarak görülmektedir. Hastane, bakım evleri ve yuvalarda yemek ve mamalar hazırlanırken besinlerin kontamine olmamasına dikkat edilmelidir. ETEC suşlarının sebep olduğu seyahat diyaresini önlemek için seyahat eden birey gittiği yerdeki suları kaynatıp içmelidir ve mümkünse yemekleri kendisi hazırlamalıdır. Hatta 2 haftadan kısa sürmek üzere siprofloksasin veya trimetprim-sulfametoksazol ile kemoprofilaksi önerilmektedir. Ayrıca verotoksin oluşturan bazı suşlar hayvanların etleri ile de bulaşabilmektedir. EPEC ve ETEC suşları için ası hazırlama çalışmaları devam etmekte ise de *E.coli* enfeksiyonları için henüz kullanımda bir ası bulunmamaktadır (Söyletir ve Topçu, 1996).

2.4. O157:H7 Serotipi

E. coli O157:H7'nin kaynakları sığırlar, koyun, domuz, geyik, köpek, kuş ve kedi gibi sıcakkanlı hayvanlar olmaktadır (Tosun ve Gönül 2003). *E. coli* O157:H7 taşıyan veya kaynak olan hayvanların dışkıları, gıdaları (süt, yoğurt, et vb.) ve sulara bulaşmasıyla hastalığa sebebiyet verebilmektedir (Hajian ve ark 2011). O157:H7

serotipinin neden olduğu hastalıklar, hayvanlara direk temas ile bulaşabileceği gibi insandan insana da bulaşabilmektedir (Caprioli ve ark 2005, Hajian ve ark 2011).

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

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

İlk olarak 1975 yılında, daha sonra 1978-1982 yılları arasında diyarenin gözlendiği hastalardan izole edilen O157:H7 serotipinin tam anlamıyla bir insan patojeni olarak tanımlanması, 1982 yılında yetersiz ısıl işlem görmüş kontamine hamburgerlerin tüketilmesi sonucu ortaya çıkan bir salgın sonucunda gerçekleşmiştir 1993 yılında Amerika'da görülen ve yine hazır yemek restaurantlarında yetersiz pişirilmiş hamburgerlerin tüketilmesinden kaynaklanan, 732 kişinin etkilendiği, 4 kişinin de hayatını kaybettiği bir salgından sonra gıda zehirlenmelerinde O157:H7'nin önemi oldukça artmıştır (Semanchek ve Golden, 1998).

Dünyadaki en geniş çaplı O157:H7 salgını 1990-1995 yılları arasında Kanada'da görülmüştür. 7000'in üzerinde insanı etkileyen bu salgın sonucunda 7 kişi hayatını kaybetmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda bu salgının, O157:H7 serotipinin içme suyuna karışması sonucunda ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Mackay, 2002).

1996 yılında Japonya'nın Sakai şehrinde meydana gelen bir salgında 5700'ün üzerinde vaka görülmüş ve bu salgına iyi yıkanmamış turp filizinin neden olduğu tespit edilmiştir. Salgının bu denli büyük çapta olmasının nedeni ise bu iyi

yıkanmamış turp filizlerinin merkezi bir mutfak tarafından salata olarak hazırlanıp bazı okullarda öğrencilere öğle yemeğiyle birlikte servis edilmesi olarak saptanmıştır (Takeda, 1997).

Yine 1988 yılında ABD'de görülen bir salgında 1562 öğrencinin 32'sinde O157:H7 serotipin neden olduğu görülmüş ve kaynak olarak öğrencilerin okul kantininden yedikleri sığır kıymasından yapılmış ve iyi pişirilmemiş köfteler gösterilmiştir (Belongia vd., 1991).

1990 yılında İngiltere'nin Tarves Kasabası'nda görülen 4 adet O157:H7 vakasının kaynağı dışkı ile kontamine olmuş su olarak tahmin edilmiştir (Dev vd., 1991). ABD'de de suyun *E.coli* O157:H7 enfeksiyonlarından sorumlu olduğu düşünülmüştür. Salgından önce normal soğuk ve yağışlı bir hava nedeniyle şehir çevresindeki su kaynakları şehrin ana suyuna karışmıştır. Ayrıca şehrin dışındaki su kaynağından da bu bakterinin izole edilmesi *E.coli* O157:H7'nin su kaynaklarıyla bulaştığını gündeme getirmiştir (Noveir, 1998).

Bugün için başta süt inekleri olmak üzere çeşitli hayvanların ve hayvansal gıdaların *E.coli* O157:H7 enfeksiyonlarının taşıyıcıları oldukları kabul edilmektedir. Ancak süt ineklerinin bu bakterinin ana kaynağı olup olmadığı sağım ve kesim gibi işlemler ya da nakliye sırasında kontamine olup olmadığı veya gıda üretiminde kullanılan diğer hayvanların O157:H7 serotipini taşıyıp taşımadıkları kesin olarak bilinmemektedir (Weir, 2000).

2.4.1. Yaptığı Hastalıklar

E.coli O157:H7'nin neden olduğu hastalıklar hemolitik üremik sendrom, hemorajik kolit ve trombotik trombositopenik purpura olmak üzere 3 şekilde görülür (Şalcıoğlu, 1991).

2.4.1.1. Hemolitik Üremik Sendromu (HUS)

1985 yılında Karmali ve arkadaşları HUS ile shiga benzeri toksin üreten *E.coli* arasında bir bağlantı kurmuştur (Aksungur ve Yaman, 1995). HUS genellikle hemorajik kolit oluştuktan 7 gün sonra oluşur ve tanı konduğunda dışkı kültürlerinde mikroorganizma bulunmayabilir. HUS genellikle bağırsak veya solunum sistemi hastalıklarından birkaç hafta sonra oluşan bir sendromdur. Salmonella, Shigella, Campylobacter ve çeşitli viral etkenlere bağlı diyarelerden sonra görülebilirse de bu sendromla en büyük ilişkisi olan etken *E.coli* O157:H7'dir (Haris, 1990). HUS, mikroanjiopatik hemolitik anemi, trombositopeni ve akut renal yetmezlik ile karakterize edilir. Çoğu kez hastalara diyaliz ve kan nakli gerekir. Bu sendromda nöbet ve koma ile karakterize edilen merkezi sinir sistemi hastalıkları görülür ve sonunda ölüm meydana gelebilir (Griffin ve Tauxe, 1991).

2.4.1.2. Hemorajik Kolit (HC)

İlk belirtileri karın krampları ve kansız diyaredir. Hemorajik kolit, aniden ortaya çıkar kramplı karın ağrılarıyla başlar ve 24 saat içinde sulu diyare ile devam eder. Diyare sırasında görülen kan artar ve dışkı zamanla tümüyle kan olur. Hastalığın ortaya çıkması genellikle 3-9 gün (ortalama 4 gün), hastalık süresi ise 2-9 gündür (Riley v.d, 1983). Kramplı karın ağrılarının doğum sancısına benzer yoğunlukta olduğu ve apandist ağrısından daha şiddetli olduğu bilinmektedir. Bu hastalık shigellosis olarak tanımlanan dizanteri ve invaziv *E.coli*'nin neden olduğu gastroentertisten, ateş olmaması ve kanlı dışkı ile ayrılmaktadır (Barbara ve Delano, 1996).

2.4.1.3. Trombotik Trombositopenik Purpura (TTP)

Klinik ve patojenik özellikler HUS'a benzer ancak merkezi sinir sistemi bozukluğu genellikle temel özelliktir. Hastalıkta beyinde kan pıhtısı oluşur ve genellikle ölüm görülür (Doyle, 1991).

2.4.2. Toksinleri

O157:H7 serotipinin en önemli virülens faktörlerinin başında bir veya daha fazla shigatoksin üretme yeteneği gelir. Bu toksinlerden birincisi shigatoksin 1 (stx1), Shigella dysenteriae type 1 tarafından oluşturulan stx1 ile Shigella dysenteriae'nin oluşturduğu stx1 sadece A polipeptitindeki tek aminoasit ile ayrılır. Bu özelliğinden dolayı O157:H7 serotipinin ürettiği bu toksin shiga-like toxin1 (SLT-1) veya Shiga toxin1 (stx1) olarak adlandırılır (Griffin ve Tauxe, 1991).

İkinci toksin; Shiga toxin 2 (stx2) ise Shiga toxin (stx1) ile %56'lık bir homolog benzerliğe sahip olmasına rağmen Shiga like toxin 2 (stx2) olarak adlandırılmıştır. Bu toksinlerin çalışma mekanizmaları tam olarak açıklanamamaktadır. Her iki toksinde de 5 adet B polipeptidi (alt birimi) ve 1 adet A polipeptidi (alt birimi) bulunmaktadır. B alt biriminin globotriaosylceramide adlı glikolipid reseptörüne bağlanıp içeri girdikten sonra A alt biriminin 60 S ribozomal alt birimini inaktive ettiği ve bu olayın da protein sentezini engellediği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (Mead ve Griffin, 1988).

Shiga toksin oluşumu tek başına patojenik olmak için yeterli değildir. *E.coli* O157:H7'nin taşıdığı 60 MDa'lık plazmidin de patojenitede önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Her iki toksin de HeLa ve Vero doku kültürü hücrelerinde toksik etki yaparlar. Bu nedenle stx1;VT1, stx2; VT2 olarak da adlandırılırlar. Her ne kadar ELİSA, immunodifüzyon vb. yöntemler kullanılarak verotoksinlerin shiga toksinlere benzerliği gösterilmiş ise de izoelektrik noktası ve molekül ağırlığı gibi özelliklerinden yararlanılarak *E.coli* verotoksinleri, shiga toksinlerinden ayırt edilebilmektedir (Halkman vd., 2001).

2.4.3. Biyokimyasal Özellikleri ve Antijenik Yapısı

E.coli O157:H7 serotipi diğer *E.coli* suşlarından 44,5oC ve üzerinde gelişmemesi, sorbitolü fermente edememesi, ß-glukuronidaz enzimine sahip olmaması, buna karşılık eae genine sahip olması, 60 mDa plazmid taşıması taşıması

gibi özellikleriyle ayrılmaktadır. *E.coli* O157:H7, sorbitolü 48 saat içinde fermente edememektedir. Bununla beraber Birleşmiş Milletler Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre SLTEC O157 suşları arasında soribitol pozitif olanlara da rastlanmaktadır. *E.coli* O157:H – suşları sorbitol pozitiftir. Yine *E.coli* suşlarının % 97'si ß-glukuronidaz enzimi içerirken *E.coli* O157:H7 serotipi ß-glukuronidaz negatiftir. Yeni bir tip hemolisin olarak kabul edilen enterohemolisin, verotoksin pozitif *E.coli* O157:H7 ve *E.coli* O157:H7 serotipleri tarafından üretilirken, bu özellik diğer *E.coli* suşlarında yoktur (Hayes v.d., 1995).

E.coli'nin florojenik MUG belirteci uidA geni tarafından kodlanan ß-glukuronidaz enziminin aktivitesine bağlıdır. *E.coli* O157:H7'de de bu genin varlığı gösterilmiş olmakla beraber, yapılan sekans analizleri bu serotipte uidA geninde birkaç kez mutasyon olduğunu göstemiştir. Bu nedenle *E.coli* O157:H7 serotipinde diğer *E.coli*'lerde tipik olan MUG reaksiyonu negatiftir (Halkman vd., 2001). *E.coli* O157:H7'nin O:157 antijenik determinantı bakterinin selüler lipoplisakkaritinin polisakkarit kısmında bulunur (Park vd., 1999).

E.coli'nin somatik O antijenleri ile *Salmonella, Shigella, Citrobacter* ve *Providencia* cinsi bakteriler arasında önemli çapraz reaksiyonlar bulunmaktadır. *E.coli O157* ile *Escherichia* cinsi içindeki diğer 4 sorbitol negatif türün antijenik ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada 24 *E. hermanii* izolatı serolojik olarak çapraz reaksiyon vermiştir (Ronner ve Cliver, 1990). Bunlara ilaveten *C.freundii* suşlarının da *E.coli O157* antiserumu ile aglütinasyon verdiği bildirilmektedir (Hitchins vd., 1998).

2.4.4. Gelişimi ve Canlılığı

E.coli O157:H7 serotipi 44-45 oC ' lerde zayıf gelişmektedir. Optimum gelişme pH'ı 7.0 olan *E.coli* O157:H7*'* nin pH 4.5-9.0 aralığında da geliştiği ortaya konulmuştur (Tsai ve İngham 1997).

E.coli O157:H7'nin gıdalarda ısı, soğutma, dondurma, asit ortam ve düşük pH' a maruz bırakılarak yıkımlanabildiği bilinmektedir. Doyle ve Padhye yaptıkları bir çalışmada -80 ve -20 ^{o}C' lerde dondurulmuş kıymalarda, 9 ay boyunca canlılığını sürdürebildiği tespit etmişlerdir (Temelli, 2002).

Yapılan araştırmalarda aktif klorun $Ca(OCl)_2$, asitlendirilmiş $NaClO_2$, ClO_2, Na_3PO_4, klorin (NaOCl), C_2H_3OH, $_{H2O2,}$ trisodyum fosfat gibi kimyasalların belli doz, ısı ve zamanlarda Alfalfa tohum ve filizlerinde bulunabilen patojenlerin sayısını azalttığı sonucuna varılmıştır (Taormina ve Beuchat, 1999).

Bakterinin asite adaptasyonu ve depolanma ısısındaki canlılığının araştırıldığı bir çalışmada, ketçap ve hardal örnekleri, *E.coli* O157:H7*'* nin 3 farklı suşu ile 105 cfu/g seviyesinde kontamine edilerek 5 ve 23 ^{o}C' lerde pH 5.0' de depolanmış; hardal örneklerinden farklı olarak ketçapta, asit adaptasyonunun, bakterinin suşlarına ve depolama ısılarına bağlı olarak canlılığı arttırdığı ve suşların 5 ^{o}C' de 23 ^{o}C' den daha uzun süre canlı kaldığı tespit edilmiştir (Tsai ve Ingham, 1997).

Yapılan geniş araştırmalar sonucu O157:H7 serotipinin 7-10 ^{o}C'lerden 50 ^{o}C'lere kadar geniş bir aralıkta gelişebildiği, fakat optimal üreme ısısının 37 oC olduğu tespit edilmiştir (Temelli, 2002).

2.4.5. O157:H7 Araştırmalarında Kullanılan Yöntemler

2.4.5.1. Klasik Yöntemler

Günümüze dek O157:H7 araştırılması, identifikasyonu ve izolasyonu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Klasik yöntemlerde alınan numuneler öncelikle zenginleştirici bir besiyerine ekilerek, olası bakterilerin çoğalmaları sağlanır. İnkübasyon süresinin sonucunda pozitif kolonilerden alınarak seçici ve ayırt edici besiyerlerine ekim yapılır. Yine inkübasyon süresinin sonunda şüpheli koloniler buradan alınarak biyokimyasal testlere veya lateks aglütinasyon testine tabi

tutulurlar. Bu yolla O:157 olup olmadıkları anlaşılır. Son olarak da H7 antijeni içerip içermedikleri kontrol edilerek çalışma tamamlanır (Boer, 1999).

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

Seçici ve ayırt edici besiyeri olarak ise en çok sorbitol MacConkey agar kullanılmaktadır. Bu besiyerinin MacConkey agarından farkı laktoz yerine sorbitol ihtiva etmesidir. *E.coli* O157:H7 serotipi, sorbitolü fermente etmemesi nedeniyle bu besiyerlerinde meydana getirdiği renksiz kolonilerle kolayca ayırt edilebilmektedir (Smith ve Scotland, 1993).

Ayrıca sorbitol MacConkey (SMAC) agar, içeriğinde bulunan safra tuzları ve kristal viyole ile gram (+) bakterilerin üremelerini de engeller. Günümüzde O157:H7 araştırmalarında SMAC agarın kullanıldığı çalışmalarda, bu besiyeri cefixime ve tellurite ile modifiye edilmektedir. Bu yolla refakatçi floranın baskı altına alınması sağlanmaktadır (Özbaş ve Aytaç, 1995).

Kimi araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda seçici ve ayırt edici besiyeri olarak SMAC agar yerine Fluorocult agarı tercih etmişlerdir. Fluorocult agar, gram (+) refakatçi floranın gelişmesini engelleyen sodyum deoxychote isimli bir madde içerir. Sorbitol pozitif bakteriler bu besiyerinde sarı renkli koloniler oluştururlar. Fluorocult agar da SMAC agar gibi sorbitol ihtiva eder ve bakterinin sorbitolü fermente edip edememesi mantığına göre çalışır. Noveir ve Halkman (2000) yaptıkları bir çalışmada SMAC agarın Fluorocult agara göre daha iyi sonuç verdiğini göstermişlerdir.

2.4.5.2. Gelişmiş Yöntemler

Sularda *E.coli* ve *E.coli* O157 araştırmalarında ilk önce sularda koliform bakteri olup olmadığına bakılır (Rothmaier v.d., 1997). Koliform grubu bakteriler olarak tanımlanan organizmalar; gram negatif, fakültatif anaerop, spor oluşturmayan 35-37 ^{o}C' de laktozdan gaz oluşturan çubuk bakterilerdir. Koliformlar insan ve hayvan dışkısındaki bakterilerin çoğunluğunu teşkil eder. Tifo ve diğer su enfeksiyonu etkenleri sulara çoğunlukla dışkı ile karışacaklarına göre dışkı ile bulaşmış bir suda patojen bakteri veya virüslerle birlikte daima koliformlar da bulunacak demektir. Yapılan bazı hesaplara göre bir suya tifolu bir hastanın dışkısının bulaşması halinde bile bu su, tifo basillerinden daha fazla sayıda koliform bakteri ihtiva eder. Şu halde bir suda koliform bakteri bulunmaması o suyun temiz olduğuna, belli bir sayıdan daha fazla bulunması ise tehlike olduğuna delil sayılabilir. Bu halleri ile koliform grubu bakteriler bir tehlike ziline benzetilmişlerdir (Akman, 1961).

Koliform grubu bakteriler Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi'ne (Food and Drug Administrotion, FDA) göre muhtemel ve doğrulanmış olarak iki grupta incelenmektedir. Buna göre LST broth besiyerinde 35-37 ^{o}C' de 48 saat içinde gaz oluşturarak gelişen bakteriler muhtemel koliform grubu bakteriler olarak 24-48 saat içinde gaz oluşturarak gelişenler doğrulanmış koliform grubu bakteriler olarak tanımlanırlar. (Hitchins vd., 1998). ISO ve TSE' de aynı tanımlamayı yapmaktadır. 1904 yılında Eijkman dışkı kökenli koliformların 45^{o} C' de glikoz broth' da gaz oluşturabildiklerini, diğerlerinin ise bu sıcaklıkta gelişemediklerini göstermiştir. Daha sonra fekal koliformlar 45 ^{o}C' de laktozdan gaz ve asit oluşturan bakteriler olarak tanımlanmıştır. Yapılan çalışmalarda fekal koliformların çok büyük bir bölümünün *E.coli* olduğu tespit edilmiştir. Sularda yapılan fekal koliform analizlerinde izolatlar %96,69 *E.coli*, %2,2 *Enterobacter cloace*, %0,66 *Klebsiella pneumoniae*, %0,33 *Citrobacter freundii* olarak identifiye edilmiştir (Akbaş, 1998).

Sularda *E.coli* araştırmalarında katıbesiyeri, membran filtrasyon ve en muhtemel sayı (EMS) metodu olmak üzere 3 çeşit yöntem kullanılmaktadır. Katı

besiyeri yönteminde en çok tercih edilen besiyerleri Violet red bile agar (VRB) ve Triptik soy broth (TSB) besiyerleridir. Membran filtrasyon tekniğinde alınan numuneler önce bir membran filtreden geçirilerek mikroorganizmalar filtre üzerinde tutulmaktadır. Daha sonra bu filtreler uygun bir besiyeri üzerine arada hava kabarcığı kalmayacak şekilde yerleştirilmekte ve oluşan koloni sayısından materyaldeki mikroorganizma sayısı hesaplanmaktadır. Filtre üzerinde bulunan, birbirini dik kesen hidrofobik hatlar, oluşan kolonilerin dağılmalarını önlemekte ve böylece sayım yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Membran filtrasyon tekniğinin bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri örnekte az sayıda mikroorganizmanın bulunması durumunda bile belirleme imkanı vermesi ve inkübasyondan sonra filtrelerin kurutularak saklanabilmesidir (Akça, 1994).

EMS yöntemi, çoklu tüp fermantasyon metodu olarak da adlandırılmaktadır. EMS yönteminde tüplere farklı dilüsyonlarda ekim yapılır. Bunun sebebi bakterilerin her dilüsyonda suyun her yanında eşit olarak bulunmasıdır. Her ne kadar katı besiyerinde yapılan sayımlar matematiksel bazda daha doğru sonuç verse de EMS yönteminin pek çok yasal kuruluş tarafından analiz yöntemi olarak verilmesindeki nedeni, EMS yönteminin pek çok avantajının olmasıdır. Bazı mikroorganizmaların katı besiyerinde üretilme olanağı yok ise ya da çok zayıf ise sıvı besiyeri ve dolayısıyla EMS kullanılır. Hasar görmüş (stres altındaki) mikroorganizmalar sıvı besiyerinde daha rahat gelişirler. Teknolojik işlem görmüş gıdalardaki EMS tekniği ile alınan sayım sonuçlarının katı besiyerindekine oranla daha yüksek olmasının temel nedeni budur. Bir diğer değiş ile, katı besiyerlerine sadece aktif hücreler sayılırken sıvı besiyerlerinde aktif hücreler ile zarar görmüş hücreler sayılır. Hasar görmüş hücrelerin bir seri enzimatik faaliyetlerine devam ettiği, uygun ortamlarda kendilerini onararak aktif hücre haline geldikleri dikkate alınırsa bir anlamda EMS yöntemi katı besiyerine göre daha iyi sonuç verir. Ayrıca sıvı besiyerleri, katı besiyerlerine göre daha uzun süre kullanılmadan saklanabilir. Sayım yapılacak materyalde 1ml' de 1' den daha az, 1 gramda 10' dan daha az sayıda mikroorganizma varsa katı besiyeri kullanımı söz konusu olamaz. Burada ya EMS yöntemi ya da membran filtrasyon yöntemi kullanılır. Materyal membran filtreden geçirilemiyorsa kullanılabilecek tek pratik yöntem EMS' dir. EMS tekniği, bu

üstünlükleri nedeniyle yasal kontrol yöntemleri arasında yer almıştır. EMS yönteminin uygulanışı konusunda çok çeşitli görüşler vardır. Bu yöntemde en çok durulan konu kaç tüpe ekim yapılacağıdır. Kuşkusuz ekim yapılan tüplerin sayısı arttıkça daha doğru bir sayım sonucu alınacaktır (Barbara ve Delano, 1996).

EMS yönteminde her dilüsyondan 3;5 ve 10 tüpe ekim yapılan sistemler ve bunlara uygun EMS çizelgeleri geliştirilmiştir. TSE ve Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı İl Kontrol Laboratuar Müdürlüğü her dilüsyondan 3' er tüpe ekim yapılmasını uygun görmüşlerdir (Coşkun, 1993). EMS yöntemi, tahmin deneyi, doğrulama deneyi ve tamamlama deneyi olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır. Tahmin deneyinin amacı ilk ekimde fazla miktarda suyu deneye sokmak suretiyle bunlardan bir kısmına daha ileri bir incelemeye lüzum kalmaksızın temiz cevabının verilebilmesi ve numunede az sayıda bulunabilecek koliformların rahatça çoğalmalarının sağlanmasıdır. Tahmin deneyinde en çok kullanılan besiyerleri laruyl sülfat triptoz (LST) broth ve laktoz broth besiyerleridir. Ekim yapıldıktan sonra tüpler 37 oC' de 24-48 saat bekletilirler. İnkübasyon süresinin sonucunda tüplerde gaz veya oluşturan bakteriler pozitif olarak değerlendirilirler ve muhtemel koliform bakteriler olarak kabul edilirler (Arısoy vd.,1999).

2.5. Membran Filtrasyonu

Membran filtre, Göttingen Üniversitesi'nden Prof. Richard Zsigmondy tarafından icat edilmiş, 20. yüzyılın en önemli buluşlarından biridir. Prof. Zsigmondy, "inorganik ve kolloid kimya" üzerinde yaptığı çalışmalar nedeniyle 1925 yılında Nobel ödülü kazanmıştır. Ölümünden 2 yıl önce 1927 yılında Sartorius desteği ile kurduğu Membranfiltergesellschaft m.b.H. firması membran filtreye teknik gelişim yanı sıra, ticari anlamda fırsatlar doğurmuştur. İkinci Dünya Savaşı sonrası, yıkılan alt yapının yarattığı içme suyunda kontaminasyon ve özellikle kolera riski nedeni ile membran filtrenin mikrobiyolojik analizlerde kullanılma olanağı doğmuş, bu olanak membran filtreyi günümüzde de halen işlev gören ilk amacına ulaştırmıştır (Andrews ve Hammack, 2003). Bugün su dolumu yapan işletmelerin

çok büyük bir bölümü, kaynak sularını mikroorganizmalardan arındırmak için membran filtrasyon sistemi kullanmaktadırlar.

2.5.1. Membran Sistemler

Gelişen teknolojik ilerlemelere bağlı olarak membran filtrasyon teknolojisi uygulama alanını, kimyasal, petrokimyasal, mineral, biyoteknoloji, fermakoloji, kağıt ve su gibi bir çok endüstriyel sektöre genişletmiştir. Membran ünitelerinin ve özellikle membranların fiyatları üretici firmalar tarafından gerçekleştirilen araştırmalar ve firmalar arasındaki rekabetin etkisi ile önceki fiyatlarına oranla yaklaşık % 50 oranında bir indirim göstermiştir. Günümüzde, düşük operasyon basınçları ile ayırmanın mümkün olabilmesi nedeni ile azalan enerji ihtiyacına paralel olarak düsen işlem maliyeti, membran teknolojisinin uygulama alanını arttıran bir faktör olarak öne çıkmaktadır (Kurama, 2002).

Membran, iki farklı fazı veya ortamı birbirinden ayıran ve bir tarafından diger tarafa maddelerin seçici bir şekilde taşınmasını sağlayan geçirgen bir tabakadır (Öztürk, Timur ve Koskan, 2005). Membran, bir maddenin diğer maddelere nazaran daha kolay gözeneklerinden geçebildiği ve bu yüzden ayırma prosesinin temelini oluşturan materyal olarak da düşünülebilir (Hasar, 2001).

Tüm membranla ayırma teknolojilerinde membrandan geçme yönünde akış sağlamak üzere itici bir kuvvet ve bazı maddelerin geçişini engelleyen ayırma faktörü, temel iki prensiptir. Kütle transferi; konsantrasyon farkı, basınç farkı ve elektriksel potansiyel fark gibi itici güçler yardımıyla gerçekleşmektedir. Membran proseslerinde en yaygın itici kuvvet basınçtır (Öztürk, Timur ve Koskan, 2005).

Membran proseslerde iki faz vardır. Bunlar besleme ve süzüntü akımlarıdır. Arıtma işlemi, birinci fazdaki bir bileşenin membran tarafından belli bir oranda tutulması esasına dayanır. Membrandan geçen akım iki kısma ayrılır. Bunlar, membrandan geçen ve geçmeyen akımlardır. Membrandan geçen süzüntü akım, geçmeyen ise konsantre akım olarak adlandırılır (Hasar, 2001). Membranın por

aralığından daha ufak olan partiküller membranı geçerek süzüntüye karışır. Bu esnada daha büyük parçalar veya çözünmüş maddeler tutularak konsantre akımında kalırlar.

2.5.2. Membran Filitrasyon Yönteminin Uygulanışı

Öncelikle işlem başlamadan önce membran filtrasyon cihazı ve sistemi temizlenmesi gerekmektedir. Temizleme işlemi, ekipman özelliğinden dolayı otoklav olarak yapılabildiği gibi, uygun kimyasallar ile pratik olarak yapılabilmektedir. Kimyasal dezenfektanlar uygulanması sonrasında kimyasal dezenfaktanların kolaylıkla uzaklaştırılması gerekmektedir. Kimyasal dezenfektanların sistemde kalması sonucu analizi yapılan mikroorganizmanın olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, alkol uzaklaştırıldıktan sonra kalan kısmının yakılarak giderilmesine ek olarak, analiz öncesinde 50 mL kadar steril damıtık suyun filtre edilmesi, sistemde kalabilen dezenfektanın yıkanması için etkili bir uygulamadır (Crespo, Böddeker ve Karl, 1994).

Standart yöntemde aseptik koşullara uyularak filtrenin yerleştirileceği taban steril su ile ıslatılır ve filtre buraya yerleştirilir. Koruyucu plastik tabaka kendiliğinden kalkar, bu kısım filtreden ayrılır. Sonra süzme haznesi yerine takılır. Beklenen ya da hedef sayıya uygun miktarda sıvı analitik huniye konulur, pompa çalıştırılır ve numune membran filtreden geçirilir. Filtre;

-Steril sıvı besiyeri ile ıslatılmış absorban pet üzerine,

-Steril su ile ıslatılmış besiyeri içeren absorban pet üzerine,

-Agarlı besiyeri üzerine mikroorganizmaların tutunduğu yüzey üstte olacak şekilde yerleştirilip, hedef mikroorganizmaya uygun sıcaklık ve sürede inkübasyona bırakılır (Osada ve Nakagava, 1992).

55-Plus Monitör Membran Filtrasyon yönteminde ise numunenin filtrasyonu sonrasında kullanılacak steril sıvı besiyeri filtre üzerine ilave edilir, kısa süreli (~1 sn) vakum uygulanır ve monitör alttan tıpa ile kapatılır. Huni çıkarılır ve kapağı Petri

kutusu üzerine yerleştirilip, hedef mikroorganizmaya uygun sıcaklık ve sürede inkübasyona bırakılır (Salt ve Dinçer, 2006).

2.5.3. Membran Filtrasyon İçin Kullanılan Malzemeler

2.5.3.1. Besiyerler

Kullanıma Hazır Ampul (Sıvı) Besiyeri: Kullanıma hazır Millipore ampul besiyerleri, mikrobiyoloji laboratuarlarında sıklıkla yaşanan zaman, ekipman ve eğitimli personel sorunlarını çözer.

• Tek kullanımlık besiyerleri 2 mL'lik plastik ampuller şeklinde olup, kullanımı pratiktir.

• Besiyerinin stabilitesini ve performansı etkileyen tüm faktörler üretim işlemi boyunca dikkatle analiz edilip, kalite açısından kontrol edilmekte ve bu şekilde optimal koloni gelişmesi ve maksimum raf ömrü sağlanmaktadır (Büyükerkek-Tor, 2004).

Kullanıma Hazır Petri Kutusunda Besiyeri: Petri kutusunda kullanıma hazır besiyerleri, mikrobiyoloji laboratuarlarında sıklıkla yaşanan zaman, ekipman ve eğitimli personel sorunlarını çözer.

• 60 ve 90 mm çaplı Petri kutusu seçenekleri ile kullanıcıların farklı taleplerine cevap verir.

• Esnek depolama sıcaklık opsiyonu ile besiyerinin stabilitesini ve performansı etkilemeden her ortamda rahatlıkla depolama imkânı sağlar.

• Maksimum raf ömrü ile tedarik ve stok sorununu çözer (Eykamp, 1995).

Dehidre Besiyeri: ISO 11133 "Kültür Besiyeri Hazırlama ve Üretme Talimatları" standardına uyumlu MERCK dehidre besiyerlerinin her partisi performans testinden geçirilerek analiz doğruluğu güvence altına alınmıştır.

• Dehidre besiyerleri sadece BSE değil, bu gibi diğer tüm olumsuzluklardan arındırılmış olup kullanıcı güvenliği ön planda tutulmaktadır.

• Kullanıma hazır besiyerlerine göre oldukça uzun depolama imkânı sağlarken, yoğun analiz yapan laboratuvarlarda maksimum analiz ekonomisi de sağlar (Büyükerkek-Tor, 2004).

2.5.3.2. Filtrasyon Manifoltları

Farklı filtrasyon başlıkları sayesinde hem paslanmaz çelik ve cam filtre tutucular ile hem de tek kullanımlık Microfil filtrasyon hunileri ile kullanıma uygundur. Microfi manifoldunun kenarı membranın pensetle kolay ve güvenli bir şekilde alınabilmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmiştir.

• Tekli, 3'lü ve 6'lı seçenekleri mevcuttur.

• Bütün bileşenler el ile kolayca sökülebilir ve otoklavlanabilir.

• Kompakt tasarımı sayesinde aşılama kabininde (laminar flow) kullanımı kolaydır.

• Sağ ya da sol taraftan vakum bağlantısı mümkündür.

• Vana kullanımı kolaydır.

• Vana ve kulplar alüminyum, bağlantı parçaları, boru ve vana gövdesi paslanmaz çeliktir.

• Otoklavlanabilir (121 °C'ta 30 dakika) (Büyükerkek-Tor, 2004).

2.5.3.3. Analitik Huniler

Microfil Tek Kullanımlık Huni: Steril Microfil huniler, PP malzemeden imal edilmiş olup tek kullanımlık, istiflenebilir ve hafiftir.

• Microfil huniler patentli esnek mühür sistemi sayesinde, manifoldu sıkıca kavrar ve klamp ya da conta kullanım ihtiyacını ortadan kaldırır.

• 100 mL ve 250 mL huni seçeneği vardır.

• Microfil filtrasyon sistemi, tek kullanımlık huni ve analiz edilecek mikroorganizmaya uygun gözenek çapında steril 47 mm'lik filtre kâğıdından oluşmaktadır (Çakır ve Doğan, 2000).

55-Plus Monitor Tek Kullanımlık Huni: 55-Plus Monitor sistemi, içeceklerin ve diğer sıvıların daha hızlı ve kolay analizini sağlar.

• 55-Plus Monitor sistemi; tek kullanımlık steril huni, büyüteçli huni kapağı ve huni üzerine entegre edilmiş 55 mm'lik filtre kâğıdı ile absorban petten oluşmaktadır.

• Sistem, ilave bir Petri kutusuna gerek duymaz ve kolay kullanım imkânı sağlar.

• Otoklavlama işlemi ile zaman kaybını önler.

• Filtrasyon işlemi sonrası sadece selüloz pede besiyeri emdirilerek inkübasyona hazır hale getirilir, zaman tasarrufu ve kişisel hataları ortadan kaldırma imkânı sağlar. İnkübasyon sonrası kapak üzerindeki büyüteç sayesinde oluşan koloniler daha iyi gözlemlenebilir (Büyükerkek-Tor, 2004).

Paslanmaz Çelik Filtre Tutucu Huni: Mikrobiyolojik veya partikül kontaminasyonu analizi için sıvıların vakumla filtrasyonuna uygundur.

• Huni paslanmaz çelik malzemeden imal edilmiştir.

• Otoklavlanarak ya da alevle sterilize edilerek tekrar tekrar kullanılabilir.

• 50 mL; 100 mL ve 250 mL huni seçeneği mevcuttur.

• 100 mL ve 250 mL'lik hunilerde herhangi bir conta kullanımı ihtiyacı yoktur.

• Analitik filtre tutucu; paslanmaz çelik huni, filtre desteği ve vakum tabanı, klamp ve silikon tıpadan oluşmaktadır.

Cam Filtre Tutucu Huni: Mikrobiyolojik, askıda katı madde analizi, partikül kirliliği analizi ve sitoloji uygulamaları için uygundur.

• 300 mL'lik huni, borosilikat cam malzemeden imal edilmiştir.

• Cam, PTFE veya çelik elekli filtre desteği seçenekleri ile farklı uygulamalar için özelleştirilebilir.

• Analitik filtre tutucu cam huni ve tabandan, farklı malzeme seçenekli (cam,

PTFE, çelik) filtre desteği, klamp ve silikon tıpadan oluşmaktadır (Çakır ve Doğan, 2000).

2.5.3.4. Membran Filtreler

Membran Filtre, Steril, Tek Tek Ambalajlı: S-Pak membran filtreler steril ve tek tek paketlenmiş, membran filtrelerdir.

• Karışık selüloz ester (%80-100 selüloz nitrat ve % 0-20 selüloz asetat) yapıdadır.

• Ambalajlama sırasında yapıştırıcının filmden membrana geçişini önlemek amacıyla mavi koruyucu tabaka bulunmaktadır. Mavi kâğıt aynı zamanda hidrofobik nokta oluşumunu önler ve böylece mikroorganizmaların tüm yüzeyde gelişebilmesini sağlar.

• Her bir filtre paketi üzerinde izlenebilirliğini sağlamak amacıyla katalog no ve LOT no bulunmaktadır.

• Oluşabilecek karışıklıkları engellemek amacıyla her bir filtre ambalajı üzerinde gözenek çapı ve filtre çapı bilgileri bulunmaktadır.

• Membran filtrelerde beyaz, siyah ve yeşil olmak üzere 3 farklı renk, 47 ve 50 mm olmak üzere 2 farklı filtre çapı ve 0,22; 0,45; 0,7; 0,8 ve 1,2 μm olmak üzere 5 farklı gözenek çapı ile düz ve kareli olmak üzere 2 farklı tip seçeneği mevcuttur (Crespo, Böddeker ve Karl, 1994).

EZ-Pak Şerit Membran Filtre, Steril: EZ-Pak membran filtreler steril, şerit (bant) formlu, kareli membran filtrelerdir.

• EZ-Pak membran filtreler, EZ-Pak filtre dispenseri ile kullanıma uygundur.

• Karışık selüloz ester (%80-100 selüloz nitrat ve % 0-20 selüloz asetat) yapıdadır.

• Üretimdeki farklı kapatma tekniği ile koruyucu kâğıt kullanımına gerek duyulmaz.

• EZ-Pak membran filtre ve dispenseri, büyük miktarda membran filtre kullanan ve sterilite konusunda hassas davranan kullanıcılara yönelik ürünlerdir.

• Filtre ambalajını açmak için harcanan zamandan tasarruf sağlanırken, kontaminasyon riski de azalmış olur.

• Membranlar, 150'lik paketler şeklinde ambalajlanmıştır.

• Her bir filtre paketi üzerinde izlenebilirliğini sağlamak amacıyla katalog no ve LOT no bulunmaktadır.

• Oluşabilecek karışıklıkları engellemek amacıyla her bir filtre ambalajı üzerinde gözenek çapı ve filtre çapı bilgileri bulunmaktadır.

• Membran filtrelerde beyaz, siyah ve yeşil olmak üzere 3 farklı renk, 47 ve 50 mm olmak üzere 2 farklı filtre çapı ve 0,22; 0,45; 0,7 ve 0,8 µm olmak üzere 4 farklı gözenek çapı seçeneği mevcuttur (Baker v.d., 1990).

2.5.3.5. Membran Filtre Dispenseri

EZ-Pa Curve membran filtre dispenseri, EZ-Pak membran filtreler ile kullanıma uygundur.

• Dispenser hafiftir, bu sayede kolayca taşınabilir.

• 30 sn'den daha kısa bir sürede membran kartuşunun yerleştirilmesine imkân sağlar.

• İnfraret sensör sayesinde elle temasa gerek duyulmadan membran filtre kullanıma hazır hale gelir.

• Dispenser üzerindeki yazılım, membran filtrenin birden fazla gönderilmesini önleyecek şekilde geliştirilmiştir.

• Kablolu veya kablosuz kullanılabilme imkânı sayesinde laboratuarda istenilen her yerde kullanılabilir (Osada ve Nakagava, 1992).

2.5.3.6. Vakum Pompaları

EZ-Stream Vakum Pompası: Çalışma zamanından kazanç sağlamak ve konforu artırmak için tasarlanmıştır.

• Her türlü manifolt ile kullanılabilir

• Atık sıvıyı tutmak için ek bir kaba ihtiyaç yoktur. Dolayısı ile çalışma tezgâhında önemli bir alan tasarrufu sağlar.

• Laboratuvar tezgâhında fazla yer kaplamaz.

• EZ-Stream pompası, birçok laboratuvar uygulamalarında hem sıvıların hem de gazların filtrelenmesinde kullanılabilir.

• Her bir pompa, ISO 8199 "Su kalitesi-Mikroorganizmaların kültür yoluyla sayımı genel kurallar" standardında önerilen maksimum 700 mbar vakum değerini aşmaması için tek tek test edilir ve bu sayede daha güvenilir bir analiz akış hızı sağlanır.

• Pompanın pürüzsüz yapısı, yüzeylerin dekontaminasyonuna ilişkin işlemleri kolay ve verimli kılar.

• Sessiz tasarım; gürültü seviyesi 60 dB'nin altına düşecek şekilde optimize edilmiştir.

• Diyafram, kimyasal maddelere dirençli politetrafloroetilenden (PTFE) yapılmış olup bakım gerektirmez (Xu, 2005).

Millivac Vakum Pompası: Millivac; su ve sulu çözeltilerin filtrasyonu ve diğer laboratuvar uygulamaları için sürekli vakum sağlayan, kompakt ve bakım gerektirmeyen vakum pompalarıdır.

• Patentli diyafram dizaynı ile pompaların kapladığı alan azaltılmıştır.

• Mini ve Maxi olmak üzere iki tipi vardır.

• Millivac Mini Vakum Pompası su ve sulu çözeltilerin filtre edilmesinde; Millivac Maxi Vakum Pompası ise büyük hacimlerin ve viskoz çözeltilerin filtrelenmesinde kullanılır (Eykam, 1995).

Vakum / Basınç Pompası: Yüksek Verim Pompası daha fazla güç sağlamak amacıyla pistonla çalışan bir dizayna sahiptir ve maksimum akış hızı 34 L/dk'dır. Kimyasal Analiz Pompası ise korozif etkili kimyasallar ile kullanım için uygundur. Kimyasala dayanıklı baş ve diyaframa sahiptir ve maksimum akış hızı 37 L/dk'dır. Her iki pompa CE belgelidir ve Ø 1/4 inç x 70 cm hortum ile Millex FA50 hat içi nem koruyucu filtre ile beraber temin edilmektedir (Osada ve Nakagava, 1992).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan ana materyaller, su numuneleri, membran filtrasyon cihazı, sularda *E. coli* ve O:157 Serotipi'nin tespit edilebilmesi için kullanılan besiyerler ve bazı solüsyonlardan oluşmuştur. Çalışmada 1 Nisan 2015- 1 Ağustos 2015 tarihleri arasında İstanbul İli Anadolu Yakasında bulunan 14 İlçeden alınan su örnekleri üzerinde yapılmıştır. Numune alınan ilçeler Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Numune Alınan İlçeler

1. İstasyon	1-Adalar
2. İstasyon	2-Ataşehir
3. İstasyon	3-Beykoz
4. İstasyon	4-Çekmeköy
5. İstasyon	5-Kadıköy
6. İstasyon	6-Kartal
7. İstasyon	7-Maltepe
8. İstasyon	8-Pendik
9. İstasyon	9-Sancaktepe
10. İstasyon	10-Sultanbeyli
11. İstasyon	11-Şile
12. İstasyon	12-Tuzla
13. İstasyon	13-Ümraniye
14. İstasyon	14-Üsküdar

3.1.1. Membran Filtrasyon Cihazı

Su örneklerinin bakteriyolojik incelemeleri Membran Filtrasyon Yöntemi ile yapılmıştır. Araştırmada SARTORIUS STEDIM BIOTECH MFC model membran filtrasyon cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.1.). Bu yöntemin prensibi, bilinen süzme

işlemi uygulanarak, suda asılı halde bulunan mikroorganizmaların membran fitrelerle süzülmesidir. Bu metot, suda mevcut bütün bakteriler 0,45 um por çaplı membran üzerinde alıkonması, filtrenin uygun vasat üzerinde ve sıcaklıklarda inkübasyona tabii tutulması ve sonra membran yüzeyinde üreyen kolonilerin sayılması prensibine dayanır. Kolonilerin sayımında koloni büyüklüğü ve besiyerinde oluşturduğu renk dikkate alınır.



Şekil 3.1. Sartorıus Stedım Bıotech MFC model membran filtrasyon cihazı

3.1.2. *E. coli* Tayini İçin Kullanılan Besiyerler

Araştırmada *E. coli* tayini için ilk olarak tergitol besiyeri kullanılmıştır (Şekil 3.1). Daha sonra şüpheli olan *E. coli* kolonileri için TSA (Tryptic Soy Agar) besiyeriyle (Şekil 3.2) oksidaz testi yapılmıştır (Şekil 3.3). Daha sonra oksidaz testi sonucu negatif çıkan numunelere Lauryl Sulfat Broth (MUG'lu) besiyerine ekim yapılmıştır (Şekil 3.4). Lauryl Sulfat Broth (MUG'lu) besiyeri uygulanan numunelere kovaks ayıracı (İndol) uygulanarak (Şekil 3.5) *E. coli* tayini için yapılan analizler sonlandırılmıştır.

3.1.2.1. Tergithol Besiyeri

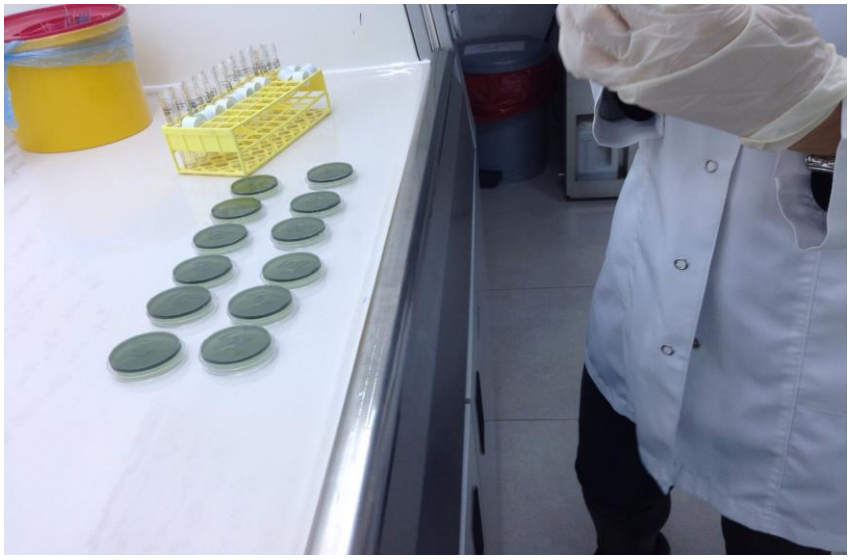
ISO 9308-1 ve AFNOR norm NF 90-414 standardına uygundur. In vitro (canlı hücre dışında) yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde özellikle su analizlerinde

koliform bakterilerin membran filtrasyon yöntemi ile sayılması için selektif katı besiyeri olarak kullanılır. Aşağıdaki tabloda Tergithol besiyerinin 1 litre su içerisindeki bileşikleri bulunmaktadır.

Çizelge 3.2. Tergithol 1 Litre Saf Su için Yaklaşık Formül

Lactose	20,0 g
Peptone	10,0 g
Yeast extract	6,0 g
Meat extract	5,0 g
Bromothymol Blue	0.05 g
Tergitol 7	0,1 g
Agar-agar	12,7 g

Etki şekli: Laktozun parçalanması sonunda oluşan asit, bromothymol blue indikatörü ile membran altında sarı renk oluşumu ile belirlenir. Selektivite sodium heptadecylsulfate (Tergitol 7) ve 2,3,5-Triphenyl-tetrazoliumchloride (TTC) ile sağlanır. TTC aynı zamanda tanımlama için de etkilidir. TTC'nin laktoz negatif bakteriler tarafından indirgenmesi sonucunda koyu kırmızı koloniler oluşur. Laktoz pozitif *E. coli* ve koliform bakteriler TTC'yi zayıf olarak indirgerler ve dolayısı ile koloni rengi sarı-turuncu olur.



Şekil 3.2. Tergithol Besiyeri Ekimi

3.1.2.2. TSA Besiyeri

Trypticase Soy Agar, anaeroblar için tercih edilen besiyeri olmamasına rağmen, anaerobik ve aerobik bakterileri de kapsayan, güç üreyen ve güç üremeyen mikroorganizmaların izolasyonu ve kültivasyonu için kullanılır.

Trypticase Soy Agar'daki kazein ve soya peptonları, organik nitrojen, özellikle amino asitler ve daha uzun zincirli peptidler sağlayarak besiyerini oldukça besleyici kılar. Sodyum klorür ozmotik dengeyi korur. Aşağıdaki tabloda TSA besiyerinin 1 litre su içerisindeki bileşikleri bulunmaktadır.

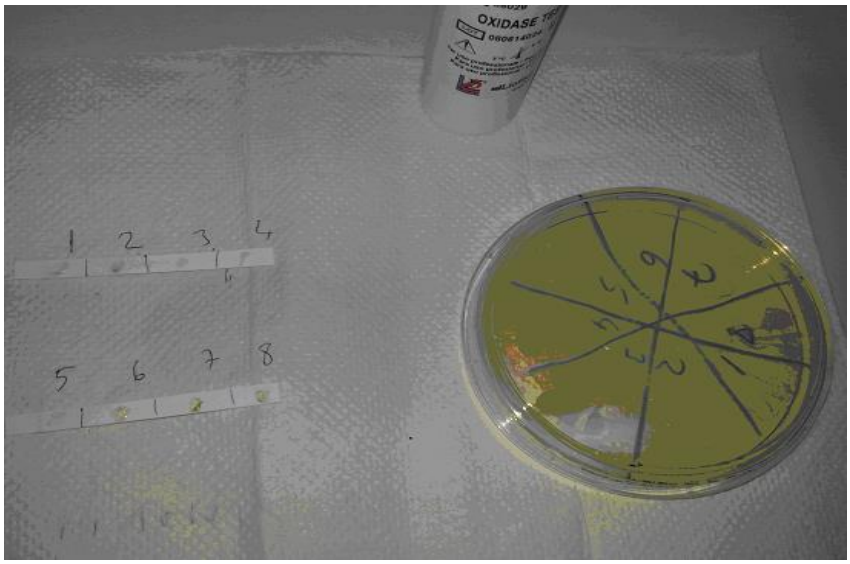
Çizelge 3.3. Trypticase Soy Agar 1 Litre Saf Su için Yaklaşık Formül

Kazeinin Pankreatik Dijesti	15,0 g
Soya Fasulyesi Yemeği Papaik Dijesti	5,0 g
Sodyum Klorür	5,0 g
Agar	15,0 g

Performans kriterlerini karşılamak üzere gereken şekilde ayarlanmış ve/veya desteklenmiştir. Uyarılar ve Önlemler: In vitro Diyagnostik Kullanım içindir.



Şekil 3.3. Tergitolden Şüpheli Besiyerlerin TSA Besiyerine Alınması



Şekil 3.4. TSA Besiyerinde Oksidaz Testi

3.1.2.3. Lauryl Sulfat Broth Besiyeri

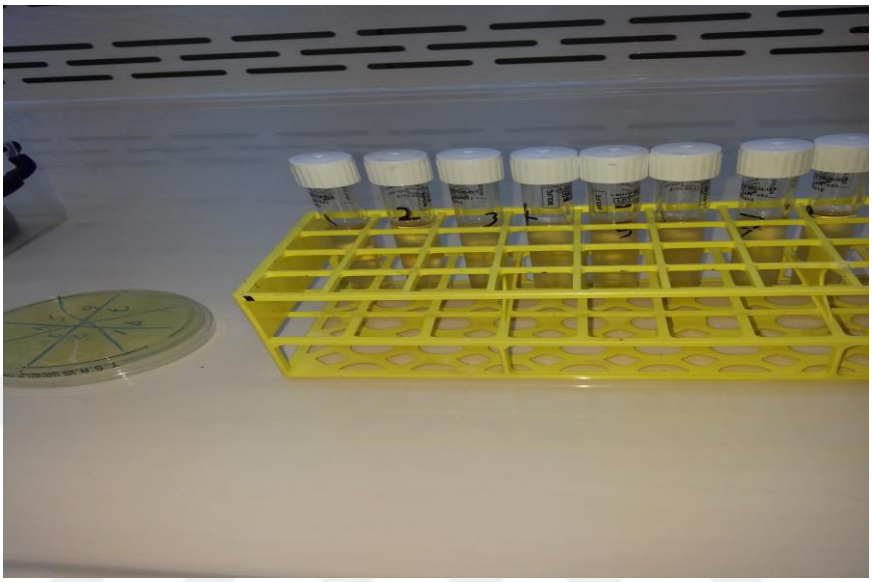
ISO 11886, DIN Norm 10183 ve EWG 76/1604 standartlarına uygundur. In vitro (canlı hücre dışında) yapılan standart mikrobiyolojik analizlerde koliform grup bakteriler ve özellikle *Escherichia coli* 'nin aranması ve sayılması için selektif sıvı besiyeri olarak kullanılır.

Çizelge 3.4**.** Lauryl Sulfat Broth 1 Litre Saf Su için Yaklaşık Formül

Tryptose	20,0 g
Lactose	5,0 g
Sodyum Klorür	5,0 g
Sodium Laurlyl Sulfate	0,1 g
K_2HPO_4	2.75 g
KH_2PO_4	2,75 g
Trytophane	1,0 g
MUG	0,1 g

Bileşimde bulunan lauryl sulfate refakatçi floranın gelişimini baskılarken yüksek düzeyde bulunan besin maddeleri ve fosfat tampon "laktozu yavaş kullanan" koliform bakterilerin dahi hızlı gelişimini ve fazla miktarda gaz çıkışını sağlar. Gaz çıkışı Durham tüplerinde gaz birikmesi ile belirlenir.

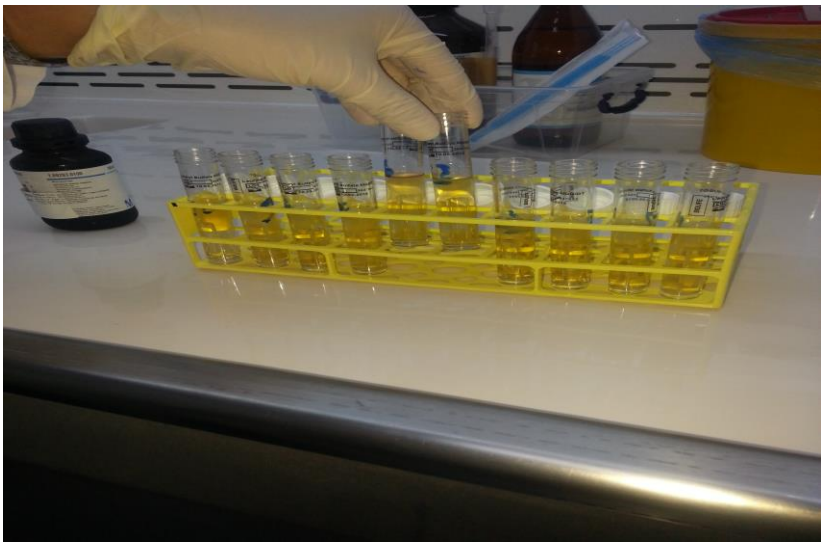
Gaz pozitif olan tüpler koliform grup olarak işaretlenir, bunlar 366 nm uzun dalga boylu UV el lambası ile loş bir ortamda kontrol edilir. Floresan ışıma görülen tüpler *E. coli* olarak işaretlenir. Besiyeri bileşiminde bulunan triptofan nedeni ile doğrudan indol testi yapmak mümkündür.



Şekil 3.5. Oksidaz Negatif Olanların Lauryl Sulfat Broth Besiyerine Ekilmesi

3.1.2.4. Kovaks Ayıracı

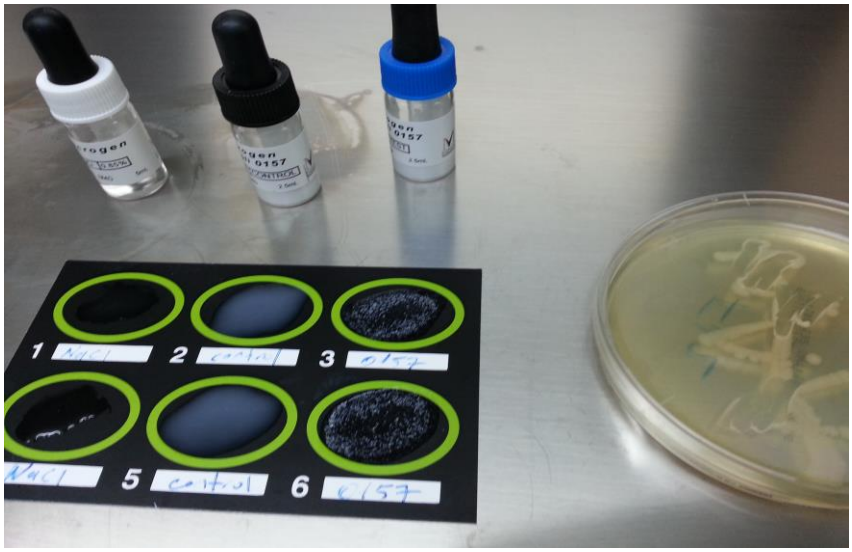
İndol testi, besiyerine 1 mL Kovacs Indol Reagent ilavesi ile yapılabilir. İndol testi sadece floresan ışıma veren kültürlere uygulanır ve bu şekilde sahte MUG pozitif sonuçlardan sakınılmış olunur. Floresanın belirginleştirilmesi için tüpe ilave edilen NaOH indol testini etkilemez.



Şekil 3.6. MUG'lu Besiyere Kovak Ayıracı Damlatma

3.1.3. O:157 Serotipi Tayini İçin Kullanılan Besiyer ve Solüsyonlar

E. coli analizleri sonucunda pozitif olan kolonilere O:157 Latex Aglütinasyon test kiti (mıkrogen marka) kullanılarak aglütinasyon testi yapılarak O:157 serotipi varlığı belirlenmiştir. NaCl, Kontrol, 0:157 solusyonları damlatılarak O:157 serotipi belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.7. NaCl, Kontrol ve 0157 Solusyonlarının Damlatılması (1 NaCl, 2 Kontrol, 3 0157 Solusyonu)

3.2. Yöntem

1 Mart- 1 Temmuz 2015 tarihleri arasında İstanbul İli Anadolu Yakasında 1875 içme ve kullanma sularından toplanan örneklerde *E. coli* uygunsuzluğu araştırıldı.

3.2.1. Su Numunelerinin Toplanması

Öncelikle su numuneleri düzenli bir şekilde toplandı. Numune alınacak muslukların ağız kısımları temiz bir bezle kurulandı. Musluklar sonuna kadar açıldı ve su 1-2 dakika boşa akıtıldı. Musluklar kapatıldıktan sonra ağız kısımları bir dakika süre ile alevden geçirildi ve musluklara değdirilmeden boyun hizalarında 1-2 cm hava boşluğu kalana kadar doldurulduldular. Dolumu takiben yedekte bulundurulan ve daha önce sterilize edilerek kullanıma hazır hale getirilen tıpalar ambalajlarından çıkartıldı. Şişelerin ağzı sıkıca kapatıldı ve incelenmek üzere laboratuvara getirildi.

3.2.2. Bakteri Tayini İçin Uygulanan Yöntem

İçme ve kullanma suyu örneklerinin mikrobiyolojik incelemeleri için Membran Filtrasyon Yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada öncelikle membran filtrasyon cihazı süzme hunisi alev ile temizlenmiştir. Petri kabındaki Nutrient pedler 3.0 -3.5 ml steril distile su de nemlendirilmiştir. 0,45 um por çaplı membran filtre kağıdı, filtre tutucusuna forsep aracılığıyla yerleştirilmiştir. Membran filtre kağıdının koruyucu tabakası çıkarılmış ve filtre tutucusunun klipsi kapatılmıştır. Petri kabı ters çevrilmeden mikroorganizmaların üremesi için uygun besiyerinde ve sıcaklıkta inkübe edilmiştir. Su örneğinin 100 ml'si membran filtreden elektrikli vakum pompası yardımıyla geçirilmiştir. Filtre tutucusundan alınan membran filtre kağıdı, hava kabarcığı olmamasına dikkat edilerek önceden ıslatılan pedin üzerine yerleştirilmiştir.

3.2.3. *E. coli* Tayini İçin Uygulanan Analizler

Membran filtrasyondan geçirilen su numunelerinin *E.coli* analizi için ilk olarak tergitol besiyerine ekildi ve 44 °C'de 24 saat bekletildi. 24 saat sonra sarı-turuncu koloniler *E. coli* olarak kabul edildi.

Tergitol besiyerine ekim yapılan koloniler arasında şüpheli olan koloniler TSA besiyerine ekildi. 36±2 °C'de etüve alınıp 24 saat bekletildi. TSA besiyerine ekim yapılan kolonilere Oksidaz testi yapıldı. Oksidaz testi sonucu koliform bakteriler için pozitif değildir. Oksidaz testi sonucunda negatif olan koloniler Lauryl Sulfat Broth (MUG'lu) besiyerine ekildi ve 44 °C'de 24 saat bekletildi. Bekleme sonunda UV test lamba (366 nm) altında floresan göstermeyenler *E. coli* olarak şüpheli kabul edilip, biyokimyasal testler uygulanarak doğrulamaya gidildi. Daha sonra besiyerin bulunduğu tüpe 3 damla Kovaks ayıracı (İndol) damlatıldı ve tüp çalkalandı. Besiyerin üst tarafında pembe-mor halka oluşumu gözleniyorsa *E. coli* olarak kabul edildi.

3.2.4. O: 157 Serotipi Tayini İçin Kullanılan Analizler

İnkübasyon süresinin sonucunda pozitif kolonilerden alınarak seçici ve ayırt edici besiyerlerine ekim yapıldı. Yine inkübasyon süresinin sonunda şüpheli koloniler buradan alınarak biyokimyasal testlere veya lateks aglütinasyon testine tabi tutuldu. Bu yolla O:157 serotipi varlığı belirlendi. *E. coli* analizi sonucu pozitif olan kolonilere uygulanan O:157 Latex Aglütinasyon kiti (NaCl, Control, O:157 Solusyonu) sonucunda aglütinasyon gözlemlenmesi O:157 serotipinin varolduğunu göstermektedir.

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Çalışma verileri değerlendirilmesinde verilerin yüzde(%) ve frekansları(f) alınarak, veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22.0 paket yazılımı programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırmanın analiz

çalışmalarında, elde edilen verilerin yüzde (%) değerleri bulunmuştur. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde; çapraz tablo analizi ile $\chi 2$ testi, $P< 0.05$ anlamlı olarak kabul edilmiştir. Çalışma alanında E. coli varlığı tespit edilen numuler ile E coli olmayan numuleri arasında ilişkinin tespiti için χ^2 testi uygulanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu araştırmada 1 Nisan 2015- 1 Ağustos 2015 tarihleri arasında İstanbul İli Anadolu Yakasında bulunan 14 İlçeden alınan 1875 içme ve kullanma suyu örneği *E. coli* O:157 serotipi bakımından incelenmiştir.

4.1. *E. coli* Varlığına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Membran filtreden geçirilen su numuneleri arasında besiyer uygulamaları ve biyokimyasal uygulamalar sonrası *E. coli* olduğu tespit edilen numunelerin ilçelere göre sayısal ve yüzdesel dağılımı Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Alınan Su Numunelerinin İlçelere Göre Dağılımı ve *E.coli* Olduğu Tespit Edilen Bakteri İçeren Numunelerin İlçelere Göre Dağılımı

SIRA NO	İLÇE	a	a_1	a_2	a_3
1.	ADALAR	104 (%5,5)	0	0	0
2.	ATAŞEHİR	142 (%7,5)	2 (%0,11)	3 (%0,15)	1 (%0.05)
3.	BEYKOZ	89 (%4,7)	1 (%0.05)	2 (%0,11)	0
4.	ÇEKMEKÖY	111 (%5,9)	1 (%0.05)	2 (%0,11)	1 (%0.05)
5.	KADIKÖY	162 (%8,6)	1 (%0.05)	0	0
6.	KARTAL	165 (%8,8)	5 (%0,27)	4 (%0,21)	2 (%0,11)
7.	MALTEPE	144 (%7,7)	3 (%0,15)	5 (%0,27)	2 (%0,11)
8.	PENDİK	169 (%9,0)	3 (%0,15)	3 (%0,15)	1 (%0.05)
9.	SANCAKTEPE	133 (%7,2)	1 (%0.05)	2 (%0,11)	0
10.	SULTANBEYLİ	146 (%7,8)	0	1 (%0.05)	0
11.	ŞİLE	86 (%4,6)	0	1 (%0.05)	0
12.	TUZLA	151 (%8,1)	2 (%0,11)	6 (%0,32)	3 (%0,15)
13.	ÜMRANİYE	142 (%7,5)	0	1 (%0.05)	0
14.	ÜSKÜDAR	131 (%7,1)	1 (%0.05)	1 (%0.05)	0
	TOPLAM	**1875 (%100)**	**20 (%1,07)**	**31 (%1,65)**	**10 (%0,53)**

a = Alınan numunelerin ilçelere göre dağılımı

a_1 = Tergitol besiyerine ekim yapıldıktan sonra *E. coli* olarak değerlendirilen numunelerin ilçelere göre dağılımı

a_2 = Tergitol besiyeri uygulanmasından sonra şüpheli olarak kabul edilen numunelerin ilçelere göre dağılımı

a_3 = UV test lamba altında floresans göstermeyen ve kovaks ayıracı (İndol) uygulaması sonrası *E. coli* olduğu tespit edilen numunelerin ilçelere göre dağılımı

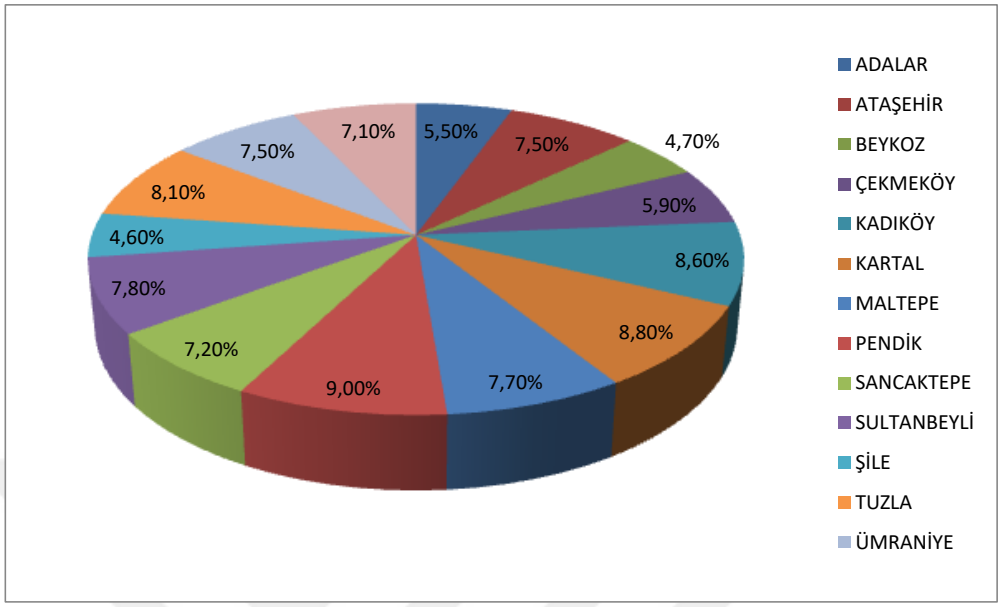
Not: Yüzdeliklerin hepsi 1875 üzerinden hesaplanmıştır.

İncelemeye alınan toplam 1875 (%100) adet numunenin 20 (%1,07) adeti tergitol besiyer uygulmasından sonra *E. coli* olduğu tespit edilmiştir. Tergitol besiyeri uygulaması sonrası *E. coli* olduğu tespit edilen 20 (%1,07) adet numunenin ilçelere göre dağılımı; Ataşehir 2 (%0,11), Beykoz 1 (%0,05), Çekmeköy 1 (%0,05), Kadıköy 1 (%0,05), Kartal 5 (%0,27), Maltepe 3 (%0,15), Pendik 3 (%0,15), Sancaktepe 1 (%0,05), Tuzla 2 (%0,11) ve Üsküdar 1 (%0,05) şeklindedir. Tergithol besiyeri uygulanan ve şüpheli olarak kabul edilen numunelerin ilçelere göre dağılımı; Ataşehir 3 (%0,15), Beykoz 2 (%0,11), Çekmeköy 2 (%0,11), Kartal 4 (%0,21), Maltepe 5 (%0,27), Pendik 3 (%0,15), Sancaktepe 2 (%0,11), Sultanbeyli 1 (%0,05), Şile 1 (%0,05), Tuzla 6 (%0,32), Ümraniye 1 (%0,05) ve Üsküdar 1 (%0,05) şeklindedir. Tergithol besiyeri uygulandıktan sonra şüpheli olarak tespit edilen, sonrasında oksidaz testi uygulamsı sonucu negatif olan, UV test lamba altında floresan göstermeyen ve kovaks ayıracı (indol) uygulması sonrası *E. coli* olduğu tespit edilen numunelerin ilçelere göre dağılımı; Ataşehir 1 (%0,05), Çekmeköy 1 (%0,05), Kartal 2 (%0,11), Maltepe 2 (%0,11), Pendik 1 (%0,05) ve Tuzla 3 (%0,15) şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Köksal, Oğuzkurt ve Samastı (2007), İstanbul'da polikarbonat damacanalarda sat›lan 92 içme suyunu incelemifller ve %3'ünde dışkı kaynaklı *E.coli* tespit etmifllerdir. Avcı ve arkadaşları (2006), 2005 yılına ait Tokat ili halk sağlığı laboratuarına gönderilen 2495 içme suyu örneğini araştırmışlar ve 119'unda (%34.7) ısıya toleran *E. coli* tespit etmişlerdir. Alemdar ve arkadaşları (2009), ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde, bölgedeki depo ve musluk sularından alınan toplam 164 su örneği kullanılmışlar, %8'inde *E. coli* tespit etmişler ve aynı çalışmada yerleşim yerleri, kaynak ve mevsimin *E. coli* üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirtmişlerdir.

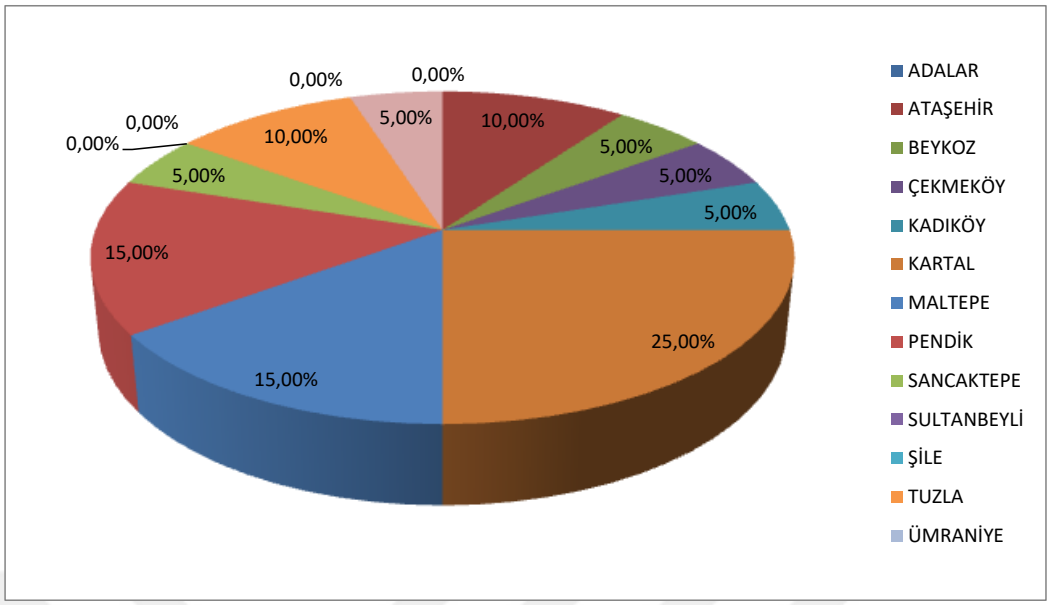
Görüldüğü üzere içme sularında yapılan araştırmalarda *E.coli* düzeyleri farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar çalışlmaların yapıldığı şehir şebeke hattının kalitesi ve dezenfeksiyon işleminin yeterlilik düzeyiyle ilgilidir. Yine suların yetersiz dezenfeksiyonu sudaki canlılık oranını artırmaktadır. Otomatik klorlama cihazlarıyla klorlama yapılan şehirlerde elektrik kesintileri sebebiyle klorlamanın yapılamaması kontamine suların kullanılmasına, yine su kesintileri sonrasında klorla

henüz etkileşmemiş suların kullanılması da mevcut etkenin insanlar tarafından alınmasına sebep olmaktadır.



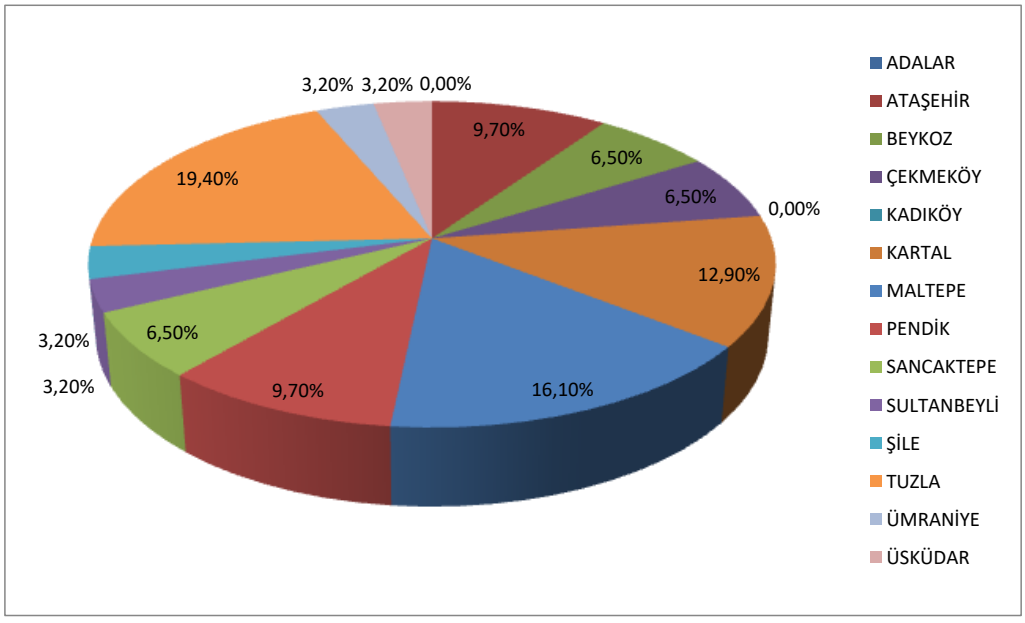
Şekil 4.1. Alınan numumelerin ilçelere göre dağılım oranı

Araştırma kapsamında analiz için toplanan 1875 su örneğinin ilçelere göre dağılımı %5,5 Adalar, %7,5 Ataşehir, %4,7 Beykoz, %5,9 Çekmeköy, %8,6 Kadıköy, %8,8 Kartal, %7,7 Maltepe, %9,0 Pendik, %7,2 Sancaktepe, %7,8 Sultanbeyli, %4,6 Şile, %8,1 Tuzla, %7,5 Ümraniye ve %7,1 Üsküdar şeklinde dağılım göstermektedir (Şekil 4.1).



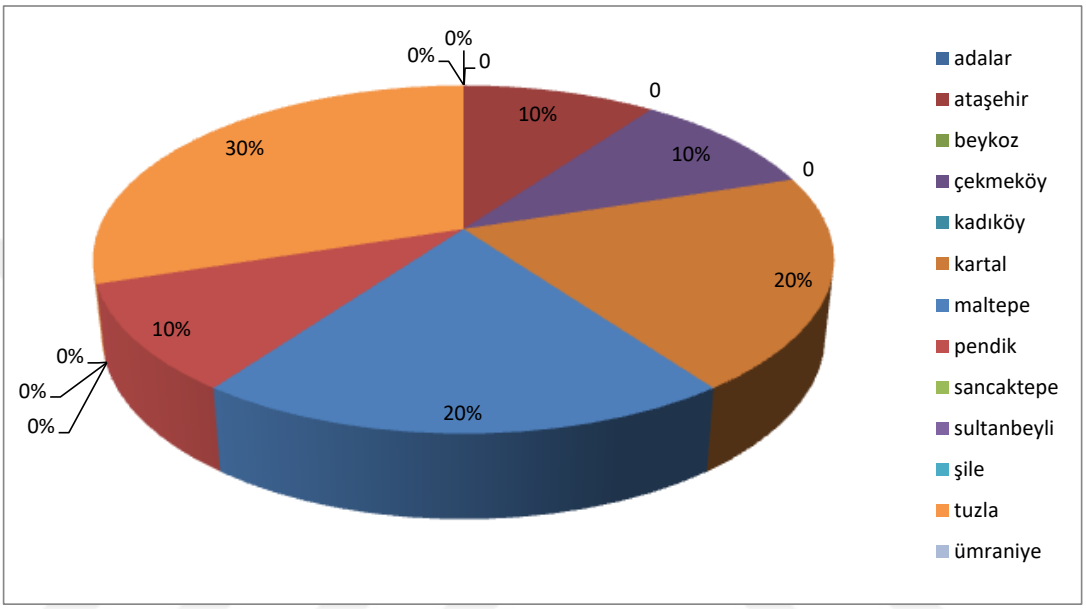
Şekil 4.2. Tergitol besiyerine ekim yapıldıktan sonra *E. coli* olarak değerlendirilen numunelerin ilçelere göre dağılım oranı

Araştırma kapsamında Tergitol besiyerine ekim yapıldıktan sonra *E. coli* olarak değerlendirilen 20 su numunesinin ilçelere göre dağılımı %10,0 Ataşehir, %5,0 Beykoz, %5,0 Çekmeköy, %5,0 Kadıköy, %25,0 Kartal, %15,0 Maltepe, %15,0 Pendik, %5,0 Sancaktepe, %10,0 Tuzla ve %5,0 Üsküdar şeklinde dağılım göstermektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.3. Tergitol besiyeri uygulanmasından sonra şüpheli olarak kabul edilen numunelerin ilçelere göre dağılım oranı

Araştırma kapsamında Tergitol besiyerine ekim yapıldıktan sonra şüpheli olarak değerlendirilen 31 numunesinin ilçelere göre dağılımı %9,7 Ataşehir, %6,5 Beykoz, %6,5 Çekmeköy, %12,9 Kartal, %16,1 Maltepe, %9,7 Pendik, %6,5 Sancaktepe, %3,2 Sultanbeyli, %3,2 Şile, %19,4 Tuzla, %3,2 Ümraniye ve %3,2 Üsküdar şeklinde dağılım göstermektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.4. UV test lamba altında floresans göstermeyen ve kovaks ayıracı (İndol) uygulaması sonrası *E. coli* olduğu tespit edilen numunelerin ilçelere göre dağılım oranı

Araştırma kapsamında UV test lamba altında floresans göstermeyen ve kovaks ayıracı (İndol) uygulaması sonrası *E. coli* olduğu tespit edilen 10 su numunesinin ilçelere göre dağılım %10,0 Ataşehir, %10,0 Çekmeköy, %20,0 Kartal, %20,0 Maltepe, %10,0 Pendik ve %30,0 Tuzla şeklinde dağılım göstermektedir (Şekil 5.4).

4.2. *E. coli* O157 Serotipi Varlığına İlişkin Bulgu ve Yorumlar

Tergitol besiyeri sonucu ve Tergithol besiyeri uygulandıktan sonra şüpheli olarak tespit edilen, sonrasında oksidaz testi uygulamsı sonucu negatif olan, UV test lamba altında floresan göstermeyen ve kovaks ayıracı (indol) uygulması sonrası *E. coli* olduğu belirlenen ve O:157 algunitasyon testi sonucu *E. coli* O:157 serotipi olduğu belirlenen numunelerin ilçelere göre dağılımı Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Alınan Su Numunelerinin İlçelere Göre Dağılımı Bakteri İçeren Numunelerin Sayıları

SIRA NO	İLÇE	A	a_1	a_2
1.	ADALAR	104 (%5,5)	0	0
2.	ATAŞEHİR	142 (%7,5)	3(%0,15)	0
3.	BEYKOZ	89 (%4,7)	1(%0,05)	0
4.	ÇEKMEKÖY	111 (%5,9)	2(%0,11)	0
5.	KADIKÖY	162 (%8,6)	1(%0,05)	0
6.	KARTAL	165 (%8,8)	7(%0,37)	0
7.	MALTEPE	144 (%7,7)	5(%0,27)	0
8.	PENDİK	169 (%9,0)	4(%0,21)	0
9.	SANCAKTEPE	133 (%7,2)	1(%0,05)	0
10.	SULTANBEYLİ	146 (%7,8)	0	0
11.	ŞİLE	86 (%4,6)	0	0
12.	TUZLA	151 (%8,1)	5(%0,27)	0
13.	ÜMRANİYE	142 (%7,5)	0	0
14.	ÜSKÜDAR	131 (%7,1)	1(%0,05)	0
	TOPLAM	**1875 (%100)**	**30 (%1,6)**	**0**

a= Alınan numunelerin ilçelere göre dağılımı

a_1= Analiz yapılan numulerdeki *E. coli* varlığının ilçelere göre dağılımı

a_2= *E. coli* olduğu belirlenen numunelerin O:157 Aglütinasyon testi uygulaması sonucu O:157 serotipinin ilçelere göre dağılımı

İncelemeye alınan toplam 1875 (%100) adet numunenin 30 (%1,6) adetinde *E. coli* olduğu tespit edilmiştir. *E. coli* bulunan 30 (%1,6) adet numunenin ilçelere göre dağılımı; Ataşehir 3 (%0,14), Beykoz 1 (%0,05), Çekmeköy 2 (%0,11), Kadıköy 1 (%0,05), Kartal 7 (%0,37), Maltepe 5 (%0,27), Pendik 4 (%0,21), Sancaktepe 1 (%0,05), Tuzla 5 (%0,27) ve Üsküdar 1 (%0,05) şeklindedir.

E. coli bulunan 30 numuneye uygulanan O:157 aglünitasyon test kiti sonucunda hiçbir su numunesinde O:157 serotipi varlığına rastlanmamıştır. Yani yapılan analiz sonuçlarında uygulanan NaCl, Control ve O:157 solusyonu uygulanan *E. coli* bulunan su örneklerinde aglütinasyon gözlemlenmemiştir.

Müller ve diğerleri (2001), Afrika'da, topladıkları 204 adet su numunesinde O:157 serotipini araştırmışlardır. Çalışmalarında geleneksel yöntemler kullanmışlardır. Araştırma sonucunda O:157 serotipine rastlayamamışlardır. Bopp ve

diğerleri (2003) PCR ve IMS yöntemleriyle sularda yaptıkları bir *E.coli* O:157 araştırmasında, bu serotipi izole etmişlerdir.

Araştırmada *E. coli* O:157 serotipine rastlanmamıştır. Literatürde yapılan çalışmalara bakıldığında bu çalışma ile literatürde yapılan çalışmalar paralellik göstermektedir.

Çizelge 4.3. Alınan Su Numunelerinin İlçelere Göre *E.coli* Olup Olmadığına İlişkin Dağılımı

Numunenin Alındığı İlçeler	***E.coli* var olanlar**		***E.coli* olmayanlar**		**Toplam**		
	F	**%**	**F**	**%**	**F**	**%**	
Ataşehir	3	0,15	139	7,4	142	7,6	
Beykoz	1	0,05	88	4,7	89	4,8	
Çekmeköy	2	0,11	109	5,8	111	5,9	
Kadıköy	1	0,05	161	8,6	162	8,7	
Kartal	7	0,37	158	8,4	165	8,6	**P=0,03**
Maltepe	5	0,27	139	7,4	144	7,7	
Pendik	4	0,21	165	8,8	169	9,0	
Sancaktepe	1	0,05	132	7,0	133	7,1	**χ^2=24,276**
Tuzla	5	0,27	146	7,8	151	8,1	
Üsküdar	1	0,05	130	7,0	131	7,1	
Adalar	0	0	104	5,5	104	5,5	
Sultanbeyli	0	0	146	7,8	146	7,8	
Şile	0	0	86	4,6	86	4,6	
Ümraniye	0	0	142	7,6	142	7,6	
Toplam	**30**	**1,6**	**1845**	**98,4**	**1875**	**100**	

E.coli varlığı durumunun 14 ilçeye göre dağılımı incelenmiş ve araştırmaya alınan *E.coli* var olan ilçelerin Ataşehir 3 (%0,15), Beykoz 1 (%0,05), Çekmeköy 2 (%0,11), Kadıköy 1 (%0,05), Kartal 7 (%0,37), Maltepe 5 (%0,27), Pendik 4 (%0,21), Sancaktepe 1 (%0,05), Tuzla 5 (%0,27) ve Üsküdar 1 (%0,05); *E. coli* olmayanlar Ataşehir 139 (%0,14), Beykoz 88 (%0,05), Çekmeköy 109 (%0,11), Kadıköy 161 (%0,05), Kartal 158 (%0,37), Maltepe 139 (%0,27), Pendik 165 (%0,21), Sancaktepe 132 (%0,05), Tuzla 146 (%0,27), Ümraniye 142 (%0,05), Adalar 104 (%5,5), Sultanbeyli 146 (%7,8), Şile 86 (%4,6) ve Üsküdar 130 (%7,0) şeklinde olduğu saptanmıştır. Bölgelere göre *E. coli* olmayanlar, *E.coli* olanlara göre anlamlı bir şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir. Analiz yapılan ilçeler ile *E. coli* var olup olmadığı arasında anlamlı farklılığın olduğu tespit edilmiştir ($\chi 2$=24,276, P<0,05).

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Suyun bazı bulaşıcı hastalıkların taşınmasında ve sağlam insanlara bulaşmasında önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Suyla tifo, dizanteri ve hepatit A gibi hastalıkların etkenleri taşınabilmektedir. Suyun fiziksel ve kimyasal yönden temiz olması her zaman sağlıklı olduğunu göstermemektedir. O nedenle içme ve kullunma suyu olarak kullanılacak suyun bakteriyolojik yönden de temiz olması gerekmektedir. Suyun kanalizasyon veya bir diğer deyişle insan ve hayvan dışkılarıyla kirlenmesi insan sağlığı açısından büyük bir tehlike oluşturur. Bu tür bir kirlilik suyun dezenfeksiyonunun daha başlangıçta yetersiz kalmasından kaynaklanabileceği gibi dağıtım şebekesinde meydana gelen kontaminasyon sonucu da oluşabilir.

Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de belediye hizmetlerinin ulaştığı yerleşim merkezlerinde halkın içme ve kullanma suyu gereksinimleri yerel yönetimlerce karşılanmaktadır ve yasal düzenlemelerle insan sağlığını tehdit eden hiçbir unsur içermemesi koşulu güvence altına alınmıştır. Bu pratik olarak gündelik hayatımızda en sık kullandığımız musluk suyunun tüm bina su sistemlerinde sağlık açısından güvenli ve içilebilir nitelikte olması gerektiği anlamına gelir. İçme suları için Türk standartlarına göre; su örneklerinin 100 ml'sinde koliform bakteri bulunmasına izin verilmezken, Dünya Sağlık Örgütü içme suyu standartlarına göre ise su örneklerinin 100 ml'sinde en fazla 10 tane koliform bakteriye izin verilmektedir.

Bakteriyolojik analiz koliform grubu bakterilerin varlığının gösterilmesine dayanmaktadır. Koliform bakteriler arasında bulunan *E.coli* bakteriyolojik analizlerde indikatör olarak kullanılmaktadır. *E.coli* patojen bir mikroorganizma olmamakla birlikte varlığının gösterilmesi fekal ya da oral yolla bulaşan hastalık

etkenlerini de bulundurabileceğini gösterdiğinden sağlık açısından önemlidir. Son zamanlarda en çok dikkati çeken *E.coli* serotipi; O:157 serotipidir.

Bu araştırmada İstanbul İli Anadaolu yakasındaki 14 ilçede içme ve kullanma sularında *E.coli* O:157 serotipi varlığının araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda İstanbul İli Anadolu Yakasında bulunan Adalar, Ataşehir, Beykoz, Çekmeköy, Kadıköy, Kartal, Maltepe, Pendik, Sancaktepe, Sultanbeyli, Şile, Tuzla, Ümraniye ve Üsküdar ilçelerinde toplam 1875 içme ve kullanma suyu örnek olarak alınmıştır.

Çalışma sonucunda, incelemeye alınan toplam 1875 (%100) adet numunenin 30 (%1,6) adetinde *E. coli* olduğu tespit edilmiştir. *E. coli* bulunan 30 (%1,6) adet numunenin ilçelere göre dağılımı; Ataşehir 3 (%0,14), Beykoz 1 (%0,05), Çekmeköy 2 (%0,11), Kadıköy 1 (%0,05), Kartal 7 (%0,37), Maltepe 5 (%0,27), Pendik 4 (%0,21), Sancaktepe 1 (%0,05), Tuzla 5 (%0,27) ve Üsküdar 1 (%0,05) şeklinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda *E. coli* O:157 serotipine rastlanmamıştır.

Yapılan ki-kare analizinde bölgelere göre *E. coli* olmayanlar, *E.coli* olanlara göre anlamlı bir şekilde yüksek olduğu belirlenmiştir. Analiz yapılan ilçeler ile *E. coli* var olup olmadığı arasında anlamlı farklılığın olduğu saptanmıştır.

Yapılan bu çalışma Halk Sağlığı Kurumu, Belediye, İSKİ denetimlerinin ve uygulamalarının dikkatli bir şekilde yapıldığının da göstergesidir. *E. coli* O:157 serotipine rastlanmasa da *E.coli* varlığı İstanbul İli Anadolu yakasındaki ilçelerde, ilerideki analiz çalışmalarında O:157 olma olasılığını artırabileceği ilgili kurumlarca dikkate alınmalıdır.

5.2. Öneriler

Bu araştırmanın sonuçları bir arada değerlendirildiğinde içme ve kullanma sularında bulunan *E. coli* miktarı az olsa da *E. coli* bakterisi halk sağlığını tehdit eden

bir bakteri türü olmasından dolayı içme ve kullanma sularının denetimi ile ilgili çalışmaların daha fazla yapılması önerilmektedir.

Yapılan araştırma İstanbul İli Anadolu yakasını kapsamaktadır. Bu nedenle benzer uygulama daha geniş alanı kapsayacak şekilde veya diğer illerde yapılabilir.

KAYNAKLAR

ACAR,B., KATIRCIOĞLU, H. ve ERKOÇ, F., 2002. Akvaryum Suyunda Toplam Canlı Koliform Bakterilerinin İncelenmesi. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 22 (1), 41-46.

ADAMS, M.R. ve MOSS, M.O., 1999, Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 398p.

AKBAŞ, E., 1998. Hastane İnfeksiyon Kaynağı Olarak Su. Hastane İnfeksiyonları Dergisi, 1(2): 23-35.

AKÇA, M.Ö., 1994. Gastroenteritli Olgularda Etken Olarak *E.coli* O157:H7 Araştırılması. G.Ü. Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, Ankara, 38 s.

AKMAN, M., l961. Su. Süt ve Türevlerinin Rutin Bakteriyolojik Muayeneleri. Ege Matbaası, Ankara, l20s.

AKMAN, M., 1975. Zar süzgeç (Membran Filtre) yöntemi ile sularda *E. coli* sayımı, Mikrobiyoloji Bülteni, 9 (3): 257-267.

AKSUNGUR, P., ve YAMAN, A., 1995. Ç.Ü. Balcalı Hastanesinde Gaita Örneklerinde *Escherichia coli* O157:H7 İzolasyonu Çukurova Üniverstesi Tıp Fakültesi Dergisi, 20 (l), 17-21.

ALEMDAR, S., KAHRAMAN, T., AĞAOĞLU, S. ve ALİŞARLI, M., 2009. Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji Çevre Dergisi, 19, 73, 29-38

ALİŞARLI M, ve AKMAN NH., 2004. Perakende Satılan Kıymaların *Escherichia coli* O157 Yönünden İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 15(1-2): 65-69.

ANDREWS, W.H. ve HAMMACK, T.S., 2003. Food Sampling and Preparation of Sample Homogenate. Bacteriological Analytical Manual, A.B.D., 43p.

ARISOY, M., ATEŞ, S., PİYAL, B., DALGIÇ, N., ve YILDIZ, A., 1999. Keçiören İlçesi Şebeke Suyunun Koliform Bakteri Yönünden Analizi. Türk Hij. Den. Biol. Dergisi, 56 (3): 115-120.

AVCI, S., BAKICI, M. Z. ve ERANDAÇ, M., 2006. "Tokat İlindeki İçme Sularının Koliform Bakteriler yönünden Araştırılması", C. Ü. Tıp Fakültesi Derg., 24 (4): 107-112

BAKER R.W., CUSSLER E.L., EYKAMP W., KOROS W.J., RİLEY R.L., and STRATHMANN H., 1990. Membrane Seperation Systems", Research Needs Assesment Final Report.

BARBARA, G., ve DELANO, M.D., 1996. *E.coli* O157:H7 Associated Diarrhea and the Hemolytic Uremic Syndrome. E-NEPH Archive: Dialysis Transplantion, 25(4): 205-216

BARON, E.J., ve FİNEGOLD, S.M., 1990. Bailey and Scott's Diagnostic Microbiology, Mosby Company: 367-375.

BELONGİA, E.A., MACDONALD, K.L., PARHAM, G.L., ve WHİTE, K.E., 1991. An Outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 Colitis Associated With Consumption of precooked Meat Patties. J. İnfect. Disea, 1(64): 338-343.

BERKTAŞ, M., KÖRKOCA, H., ÇİFTÇİ, I.H., GÜDÜCÜOĞLU, H., BOZKURT, H., TUNCER, O. ve KUTLUAY, N., 2003. Akut Gastroenterit Olgularında Hareketli Aeromonasların Rolü Ve Antimikrobiyal Maddelere Duyarlılıkları. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi, 3(3): 214–218.

BİLGEHAN, H., 2000. Klinik Mikrobiyoloji- Özel Bakteriyoloji ve Bakteri Enfeksiyonları. Barış Yayınları Fakülteler Kitabevi, Onuncu baskı, İzmir. 2000, 326s.

BİLGEHAN, H., 1990. Klinik Mikrobiyolojik Tanı. İzmir, Şafak Matbaacılık, 235s.

BİTTON, G., 1999. Waste Water Microbiology. Wiley-Liss Inc., New York, 578p.

BOER, E.D., 1999. Methods for Shiga Toksin-Producing *Escherichia coli*. Suppl to J.Appl. Micr. 87 (1): 1-19.

BOPP, D., SAUDERS, B.D., WARİNG, A.L., ACKELSBERG, J., DUMAS, N., HOWLAND, E.B., DZİEWULSKİ, D., WALLACE, B.J.KELLY, M., HALSE, T., MUSSER, K.A., SMİTH, P.F., MORSE, D.L. and LİMBERGER, R.J., 2003. Detection, Isolation and Molecular Subtyping of *Escherichia coli* O157:H7 and *Campylobacter jejuni* With a Large Waterborne Outbreak. Journal of Clinical, Microbiology. 41 (1), 174-180.

BOYSE J, THOMSON-CARTER F, CARTER P, ve BOOTH IR., 1997 Acid tolerance in VTEC. SCIEH Weekly Report, 97(13): 19-20.

BOZKAYA, E., 2005. Tıbbi Mikrobiyoloji 2, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel ve Klinik Bilimler Ders Kitapları, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 68s.

BRENNER, K. P., ve RANKİN, C. C., 1990. New screening test to determine the acceptability of 0,45µm membrane filters for analysis of water. Appl. Env. Microbio, 54-64.

BÜYÜKERKEK-TOR T., 2004. Sudaki Kromun Membranlar Kullanılarak Uzaklaştırılması, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Konya, 124s.

CAPRİOLİ A, MORABİTO S, BRUGÈRE H, ve OSWALD E., 2005. Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. EMERGİNG İSSUES ON VİRULENCE and MODES OF TRANSMİSSİON. Veterinary Reserch, 3(6): 289-311.

CHAPELLE, F.H., 2001. Ground-Water Microbiology and Geochemistry. John Wiley and Sons, New York, 477p.

CHAPMAN PA, CERDAN MALO AT, ELLİN M, ASTHON R, ve HARKİN MA., 2001. *E.coli* O157 in cattle and sheep at slaughter, on beef and lamb carcasses and in raw beef and lamp products in South Yorkshire. UK. International Journal of Food Microbiology, (64): 139-150.

CHAPMAN, P.A., 2000. Sources of *E.coli* O 157 and Experience Over the Post 15 Years in Sheffield. J App. Microbiol. Symp. Suppl., (88): 51-60.

COŞKUN, S., SEVİNÇ, Ç., ve KESKİN, M., 1990. İzmir İli Metropol Alanında, Şebeke Harici Alternatif Su Kaynaklarının Bakteriyolojik Kirlilik Yüklerinin Araştırılması. İnfeksiyon Dergisi, 4 (4): 551-556.

COŞKUN, Ş., 1993. Deniz Sularının Mikrobiyolojik Analiz Yöntemleri. Bölge Hıfzısıhha Enstitüsü, Yayın No: 13, İzmir, 24s.

CRESPO G. JOAO, ve BÖDDEKER W. K., 1994. Membrane Processes in Separation and Purification, 229-262.

ÇAKIR İ, ve DOĞAN HB., 2000. Membran Filitrasyon Uygulamaları. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayını, Ankara, Genişletilmiş 2. Baskı. Sim Matbaası. 522s.

DEMİRER M.A., 1988. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Ders Notları, Besin Hijyeni Özel Bölüm Kısım I Su Hijyeni. Ankara.

DOYLE, M.P., 1991. *Escherichia coli* and its Significance in Foods Int. J. Food Micr. (12): 289-302.

EGEMEN, Ö. ve SUNLU, U., 1999. Su Kalitesi, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yayın No:14.

EİLEEN, P., VİRGİNİA, W.J., ve SUSAN, M.F., 2001. *E.coli* O157:H:7 Etiology, Clinical Featurey Complications and Treatment, Nephrol, Nurs J, 28th ed 5.

EMERY, D.A., NAGARAJA, K.V., SHAW, D.P., NEWMAN, J.A., ve EELLS, D.G., 1992. Virulence Factors of *Escherichia coli* Associated with colisepticemic Chickens, Avian Dis, 36: 504-511.

ERAKSOY, H. ve ÖZSÜT, H., 1994. Hastane Dısı Üriner Sistem İnfeksiyonlarında Empirik Antibiyotik Tedavisi. Enfeksiyon Hastalıkları Yayınları Derneği 1994, 241-252.

ERDEM, B., 1999. Enterobacteriaceae. Temel ve Klinik Mikrobiyoloji, Ankara, Öncü Basımevi, 539s.

ERDEM, U.C., 1995. Membran filtrasyon tekniği ve gıdalarda kullanım alanları, Seminer, A.Ü. Vet. Fak. Besin Hij. ve Tekn. A.B.D., Ankara.

ERENSOY, S., 1990. İzmir ve Çevresindeki Sürgün Olgularında Enteropatojen *Escherichia coli* ve Enterohemorajik *E.coli* Kökenlerinin Araştırılması. E.Ü. Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, İzmir, 63s.

EYKAMP, W., 1995, Microfiltration and ultrafiltration, in Membrane Separations Technology: Principles and Applications, pp. 1–40, Eds. Noble, R.D. and Stern, S.A., Elsevier Science, B.V., USA.

GOLAS, I., FİLİPKOWSKA, Z., LEWANDOWSKA, D. ve ZMYSLOWSKA, I., 2002. Potentially pathogenic bacteria from the family Enterobacteriaceae, Pseudomonas spp and Aeromonas spp. In waters designated for drinking and household puposes. Polish Journal of Environmental Studies, (11): 325–330.

GRİFFİN, P.M. ve TAUXE, R.V., 1991. Shiga-like Toxin-Producing *E.coli* Infections, The Epidemiology of Infections Caused by *E.coli* O157:H7, Other Enterohemorrhagic *E.coli* and Associated Hemolytic Uremic Syndrome. Epidemiologic Reviews, (13): 61-91.

GUİLLEMİN, F., HENRY, P., UWECHUE, N., ve MONJOUR, L., 1991. Fecal contamination of rural water supply in sahelian area, Wat. Res., 25: 923-927.

GÜNAYDIN, M., 2004. Gram Negatif Bakteri İnfeksiyonlarında Mikrobiyolojik Tanı", Gram Negatif Bakteri İnfeksiyonları, Bilimsel Tıp Yayınevi, 45-67.

GÜNŞEN U, ANAR Ş ve GÜNDÜZ H 2000. Uludağ'daki su kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik yönden incelenmesi. S. D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi, 7(2): 21–24.

GÜRDOĞAN, K., ve ARSLAN, H., 1999. Hastane Kökenli ve Hastane Dısı *Escherichia coli*'lerde Çift Disk Sinerji Yöntemiyle Genisletilmis Spektrumlu Beta Laktamaz Arastırılması ve İzolatların Çesitli Antibiyotiklere Duyarlılık Durumu. Flora Dergisi, 4: 154-177.

HADSE, M., OĞUR, R. ve TEKBAŞ, Ö. F., 2002. Ankara İl Merkezinde Bulunan Askeri Birliklerdeki Kuyu Sularının Polimeraz Zincir Reaksiyon Sistemi İle Mikrobiyolojik Analizlerinin Yapılması. Gülhane Tıp Dergisi, 44 (4): 373-377.

HAJİAN S, RAHİMİ E, ve MOMMTAZ H. 2011. A-3year study of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle, camel, sheep, goat, chiken ande beef minced meat. International Conference on Food Engineering and Biotechnology; (9):5-6.

HALKMAN, A.K., NOVEİR, M.R. ve DOĞAN, H.B., 2001. *Escherichia coli* O157:H7 Serotipi. Ankara, A.Ü.Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Yayınları, Sim Matbaacılık Ltd., 53s.

HAMER, D. H., ve CASH, R. A., 2000. Secretory diarrheas: Cholera and *Enterotoksigenic Escherichia coli*. Infectious Disease. 1st ed., London, Mosby, 622-623.

HARRİS, A.A., 1990. Haemorrhagic Colitis and *Escherichia coli* O157:H7 Identifying a Messenger While Pursuing the Message. Mayo. Clin. Proc. 6(5): 876-884.

HASAR, H., 2001. Batık Membran Aktif Çamur Sistemlerinin Arıtma Kapasitesinin Geliştirilmesi ve Modellenmesi", Elazığ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ, 142s.

HAYES, P.S., BLOM , K., FENG, P. , LEWİS, J., STROCKBİNE, N.A., ve SWAMİNATHAN, B., 1995. Isolation and Characterization of a beta-D-glucuronidase- Producing Strain of *Escherichia coli* Serotype O157:H7 in the United States.

HİTCHİNS ,A.D., FENG, P., WATKİNS, W.D., RİPPEY, S.R., ve CHONDLER, L.A., 1998. *Escherichia coli* And the Coliform Bacteria. US Food and Drug Admistration. 6th Ed. Part 4.

HOLT, G.H. KRİEG, N.R. SNEATH, P.H.A. STALEY, J.T. ve WİLLİAMS, S.T., 1994. Bergey's of Manual of Determinative Bacteriology, Nineth Edition, Maryland, USA,

HOOTON, T.M.; ve STAMM, W.E., 1997. Diagnosis and Treatment of Uncomplicated Urinary Tract Infection, Infect Dis Clin Nort, 11: 551-581.

HSU, S.C. and TSEN, H.Y., 200l. PCR Primers designed from Malic Acid Dehydrogenase Gene and Their Use for Detection of *Escherichia coli* in Water and Milk Samples. International Journal of Food Microbiology.64,1-11

https://tr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli#/media/File:Escherichia_coli_(SEM).jpg

İNSANİ TÜKETİM AMAÇLI SULAR HAKKINDA YÖNETMELİK, 2005. https://www.ttb.org.tr/mevzuat/index.php?option=com_content&view=article&id=250:santet-amai-sular-hakkinda-yetmel&catid=2:ymelik&Itemid=49 (Erişim Tarihi: 12.03.2016)

KAYA, D., ÖKSÜZ, S. ve KAYA, E., 2001. Üriner Sistem Enfeksiyonu Etkeni Olan *Escherichia coli* Suşlarının Bazı Antibiyotiklere Duyarlılıklarının Arastırılması, A.İ.B.Ü. Düzce Tıp Fak. Dergisi, (1): 43-46.

KAYGUSUZ, S. APAN, T.Z. ve KILIÇ, D., 2001. Toplum Kökenli Üriner Sistem Enfeksiyonu Etkeni Gram Negatif Bakterilerde Çesitli Antibiyotiklere Direnç. Aknem Dergisi, (15): 753-759.

KILIÇTURGAY, K., GÖKIRMAK, F., TÖRE, O., ve GEDİKOĞLU, S., 1993. Klinik mikrobiyoloji. Bursa, Onur Yayıncılık, 78s.

KOLTER, R., 1998. Genetic analysis of *Escherichia coli* biofilm formation: roles of flagella, motility, chemotaxis and type I pili. Mol Microbiol, 2(30): 85-93.

KONEMAN, E.W., ALLEN, S.D., JANDA, W.M., SCHRECKENBERGER, P.C., ve WİNN, J.R., 1997. Enterobacteriaceae Color Atlas and Tekxbook of Diagnostic Microbiology,5, J.B. Lippincott Company, Philadelphia, 171.

KÖKSAL F, OĞUZKURT N ve SAMAST M., 2007. İstanbul içme sularının bakteriyolojik yönden incelenmesi: Aeromonas sorunu. Türk Mikrobiyol Cem Derg., 37(3), 164–168.

KURAMA H., 2002. İçme Sularından Amonyum iyonlarının Uzaklaştırılmasında Membran Filtrasyon Uygulaması. Çevkor, 11(42): 45-48.

MACKAY, B., 2002. Walker ton, 2 Years Later :Memory Fades Very Quickly. Canadian Medical Associaton Journal, 166 (l0).

MC MİLLAN, J., DE ANGELİS, C.D., FEİGİN, R.D. ve WARSHAW, J.B., 1999. Oski's Pediatrics Principle and Practice,3, Philadelphia, 1560p.

MEAD, P.S. ve GRİFFİN, P.M., 1998. *Escherichia coli* O157:H7. The Lancet. 352, 1207-1212.

MÜLLER, E.E. , EHLERS, M.M. and GRABOW, W.O.K., 200l. The Occurence of E.coli O157:H7 in South African Water Sources İntended for Direct and Indirect Human Consumption.Wat.Res. 35 (13), 3085-3088.

NOVEİR, M. R. ve HALKMAN, A.K., 2000. Selektif Broth ve Agar Besiyerleri Üzerine Bir Çalışma. Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi. 24: 459-464.

NOVEİR, M.R., l998. Gıda Kaynaklı *Escherichia coli* O157:H7 Üzerine Bir Araştırma. A.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 71s.

OKREND, A.J.G. ve ROSE, B.E., 1992. Isolation of *Escherichia coli* O157:H7 Using Ol57 Spesific Antibody Coated Magnetic Beads. Journal of Food Protection. 55: 214-217.

OLD, D. C., ve THRELFALL, E. J., 1998. Salmonella, 9th ed, Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections, Systematic Bacteriology, 2: 954-968.

OSADA Y., ve NAKAGAVA T., 1992. Membrane Science and Technology. Marcel Dekker Inc., 3-57.

ÖZ, V., KÖKSAL, S., ÇELİK, Ş., TOPRAK, N., ERGİNÖZ, E., CENGİZ, S., ve ERGİNÖZ, H., 1996. İstanbul'da su istasyonlarında satışa sunulan içme sularının mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi, 5. Ulusal Halk Sağlığı Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Bildiri Kitabı, 447-458 .

ÖZBAŞ, Y., ve AYTAÇ, A., l995. *Escherichia coli* O157:H7. Epidemiyolojisi, Gıdalarla İlişkisi Patojenitesi ve İzolasyon Yöntemleri. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 52 (1): 47-53.

ÖZDEMİR, N., ve JOHONSSON, C. B., 1985. İstanbul Sularının Mikrobiyolojik Yönden İncelenmesi. Türk Mikr. Cemiyeti Dergisi, 15 (2): 64-74.

ÖZTELLİ, Y., 2004. Bayburt İli Merkez İlçede İçme Sularında Enterohemorajik *Escherichia Coli* (O157:H7)'nin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 43s.

ÖZSÜT, H., 2002. İdrar Yolu İnfeksiyonları, İnfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyolojisi, Topçu Nobel Tıp Kitabevleri İstanbul, 1060s.

ÖZTÜRK İ, TİMUR H., ve KOSKAN U., 2005. Atık su Arıtmının Esasları Evsel, Endüstriyel Atık Su Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü. 181-234.

ÖZTÜRK M., 2007. Ters Osmoz Sistemleri ile Tuzlu/Atık Suların Arıtımı, Ankara, 125s.

PARK,S., WOROBO, R., ve DRUST, R., 1991. *Escherichia coli* O157:H7 As an Emerging Foodborne Pathogen: A Literature Review. Critical Reviews in Food Sci. and Nutrition, 39(6): 481-502.

PEGUES, D. A., OHL, M. E., ve MİLLER, S. I., 2005. Salmonella species, including Salmonella typhi, 6th ed., Principles and Practice of Infectious Diseases, Elsevier Churchill Livingstone, Philadelphia, 2636p.

PROCOP, G.N. ve COCKERİLL, F., 2001. Enterititis Caused by *Escherichia coli* and Shigella and Salmonella Species, Current Diagnosis & Treatment in Infectious Diseases , New York, 556p.

RAY, B., 1996. Fundamental Food Microbiology. CRC, Boca Raton, 516p.

RİLEY, L.W., REMİS, R.S., HEİGERSON, S.D., MCGEE, H.B. WELLS, J.G., DAVİS, B.R., HEBERT, R.J., OLCOTT, H.M., JOHNSON, L.M., HARGRETT, N..T., BLAKE, P.A., ve COHEN, M.L., l983. Hemorrhagic Colitis Associated With a Rare *Escherichia coli* Serotype. New England Journal of Medicine, 30(8): 681-685.

RONNER, A.B., ve CLİVER, D.O., 1990. Isolation and Characterization of a Coliphage Spesific for *Eschericia coli* O157:H7. Journal of Food Protection, 53 (11): 944-947.

ROTHMAİER, R., WEİDENMANN, A., ve BALZENHART, K., 1997. Transport of *Escherichia coli* Through Soil to Groundwater Traced by Randomly Amplified Polymorphic DNA. Wat. Sci. Tech, 35 (ll-12): 351-357.

SALT Y., ve DİNÇER S., 2006. Özel Ayırma İşlemlerinde Bir Seçenek: Membran Prosesleri", Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 2006/4, İstanbul.

SEMANCHEK, J.J., ve GOLDEN, D.A., 1998. Influence of Growth Temperature on Inactivation and Injury of *E.coli* O157:H7 by Heat. Acid and Freezing. Journal of food Protection, 61 (4): 395-401.

SİNGH, N., 2001. Changing Spectrum of Invansive Candidiasis and its Therapeutic Implications, Clin Microbiol Infect, 7 (Suppl 2), 1-7.

SMİTH, H.R. ve SCOTLAND, S.M., 1993. Isolation and Identification Methods for *Escherichia coli* Ol57:H7 and Other Vero cytotoxin producing strains. J. Clin. Pathol. 46: 10-17.

SÖYLETİR, G., ve TOPÇU, A., 1996. Akut Bakteriyel İshaller, İnfeksiyon Hastalıkları, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 609s.

STAMM, W.E., ve STAPLETON, A.E., 1998. Approach to the Patient with Urinary Tract Infection, Infectious Diseases Philadelphia, 1272p,

STROHL, A.W., ROUSE, H. ve FİSHER, B.D., 2006. Microbiology, Ang, Ö. (Çeviri Editörü), Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, Türkiye 175-177, 409.

ŞALCIOĞLU, M., 1991. Diyareli ve Normal kişilerde Kültür Yöntemiyle O157 Sero grubundan Enterohemorajik *E.coli* aranması. İ.Ü., Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul, 63 s.

ŞEKER, S., ER, B., YENTÜR, G., URAZ, G., ve YILMAZ, E., 2006. Ankara bölgesinden sağlanan içme sularında *E. coli* ve koliform bakterilerin araştırılması, 2. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul, 436-441.

TABAK, F., DUMANKAR, A., HONDUR, N., ve AKTUĞLU, Y., 1993. Üriner Sistem İnfeksiyonlarından Elde Edilen Bakterilerin Kinolonlara İn Vitro Duyarlılıkları. ANKEM Dergisi, 7 (1): 41-45.

TAKEDA, Y., 1997. Enterohaemorrhagic *Escherichia coli*. World Health Static Quarterly, 50: 70-80.

TAORMİNA, P.J., ve BEUCHAT, L.R., 1999. Behavior of Enterohemorrhagic *E.coli* O157:H7 on Alfalfa Sprouts during the Sprouting Process as Influenced by Treatments With Various Chemicals. Journal of Food Protection. 62 (8): 850-856.

TEKBAŞ, Ö. F., 2006. Su Kirliliği Epidemiyolojisi, Su Hijyeni ve Toplum Sağlığı, Kent ve Sağlık Sempozyumu, Bursa, 76-85.

TEKİNŞEN O.C. ve YALÇIN S., 1990. Su hijyeni ve muayenesi. Aksaray, Selçuk Üniversitesi Ders Notları, 153s.

TEMELLİ, S., 2002. Gıda Zehirlenmesine Neden Olan *E.coli* O157:H7 ve Önemi. Uludağ Üniv. J. Fac.Vet. Med., 21: 133-138.

TEMİZ, A., 1999. Gıdalarda İndikatör Mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, İzmir, 107s.

TEMİZ, A., 2000. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 291s.

TOMOYASU, T., 1998. İmprovment of the Immunomagnetic Seperation Method Selective for *Escherichia coli* O157:H7 Strains Appl. Environ. Microbiol., 64(l): 376-382.

TOPÇU, A. , SÖYLETİR, G., ve DOĞANAY, M., 2002. İnfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyolojisi. Nobel Yayınevi, İstanbul, 326s.

TORAMAN-SELÇUK, Z., 2011. Van Ve Yöresi İçme Sularında Aeromonas Spp., Koliform, *Escherichia Coli* Varlığının Araştırılması ve İzole Edilen Aeromonas Türlerinin Antimikrobiyel Maddelere Dirençliliklerinin Belirlenmesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Van, 102s.

TOSUN H., ve GÖNÜL-AKTUĞ Ş., 2003. *E.coli* O157:H7'nin aside tolerans kazanması ve asidik gıdalardaki önemi. Orlab On-line Mikrobiyolojisi Dergisi, 10(1): 10-17.

TÖRECİ, K., 2002. *Escherichia* Türleri, İnfeksiyon Hastalıkları ve Mikrobiyolojisi. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 1566s.

TSAİ, Y., ve INGHAM, S.C., 1997. Survival of *E.coli* Ol57:H7 and Salmonella spp. In Acidic Condiments. Journal of Food Protection. 60 (7): 751-755.

UÇAR, S., 1990. Tekirdağ İçme Suyu, Kaynak Suyu, Kuyu Suyu, Deniz Suyunda Bakteriyolojik Kirlilik ve Nitrit Aranması Üzerine Bir Araştırma, Fen Bilimleri Enstitisü, Yüksek Lisans Tezi,, Tekirdağ, 98s..

UĞUR M., NAZLI B. ve BOSTAN K., 2001. Gıda Hijyeni. Teknik Yayınevi, İstanbul, 214s.

USTAÇELEBİ, Ş., l999. Temel ve Klinik Mikrobiyoloji. Güneş Yayınları Ankara, 115s.

ÜNLÜTÜRK, A. ve TURANTAŞ, F., 1988. Sularda toplam koliform sayımında kullanılan membran filtrasyon ve kuvvetle muhtemel sayı yöntemlerinin karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Müh. Dergisi, 6 (2): 137-145.

VAHABOĞLU, H., GÜNDEŞ, S., KARADENİZLİ, A., MUTLU, B., ÇETİN, S., KOLAYLI, F., COŞKUNKAN, F. ve DÜNDAR, V., 2000. Transient Increase in Diarrheal Diseases after the Devastating Earthquake in Kocaeli, Turkey: Results of An Infectious Disease Surveillance Study. Clinical Infectious Diseases, 31: 1386–1389.

VAN ROOY T.B., 2003. Bottling up our natural resources: the fight over bottled water extraction in the United States. Journal of Land Use, 18(2): 267–298.

WEİR, E., 2000. *Escherichia coli* O157:H7. Canadian Medical Association Journal, 163 (2): 65-86

WHO, 1996. World Health Organization, 1. Guidelines For Drinking-Water Quality - Second Edition - Volume 2.

WHO, 2002. World Health Organization, Water and Health in Europe, WHO Regional Publications European Series, No. 93, World Health Organization.

WİLSON, W.R. and HENRY, N.K., 2001. Urinary Tract Infections, Current Diagnosis & Treatment in Infectious Diseases, New York, 230p.

XU, T., 2005. Ion Exchange Membranes: State of Their Development and Perpective. Journal of Membrane Science, 2(63): 1-29.

YAVUZ, M. T., BERKTAŞ, M., ve GÜDÜCÜOĞLU, H., 2002. Detection of *Escherichia coli* O157:H7 in Retail Ground Beef, Raw Ground Beef Patties and Raw meat Balls Sold in Van. Eastern Journal of medicine. 5(2): 73-75.

YUMUTURUĞ, S. ve SUNGUR, T., 1980. Su Hijyeni, Hijyen Koruyucu Hekimlik, Ankara Ünv. Tıp Fak. Dergisi, 3(93): 89-150.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Filiz KANKUR

Uyruğu :T.C.

Doğum Yeri ve Tarihi :KASTAMONU /1974

Telefon :05436853403

Faks :02163178982

e-mail :filiz.kankur@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise :	Bakırköy Lisesi- BAKIRKÖY/İSTANBUL	1994
Üniversite :	İstanbul Üniversitesi - FATİH/İSTANBUL	2000
Yüksek Lisans : -		
Doktora : -		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2000	İstanbul Saglık Müdürlüğü	Biyolog
2011	İstanbul HalkSaglıgı Müdürlüğü	Biyolog

UZMANLIK ALANI : - Kalite Yönetim Sistemi ISO 9001-ISO 17025,
A Sınıfı İş Güvenliği Uzmanı

YABANCI DİL : İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER: -

YAYINLAR: -

EKLER- ARAŞTIRMA İZNİ

T.C.
İSTANBUL VALİLİĞİ
Halk Sağlığı Müdürlüğü

İSTANBUL HALK SAĞLIĞI MÜDÜRLÜĞÜ

Sayı : 64222187/030.03/10739 - 31/03/2015
Konu : Araştırma İzin Talebi (Filiz KANKUR)

MÜDÜRLÜK MAKAMINA
İstanbul 3 Nolu Halk Sağlığı Laboratuvarı

Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans öğrencisi Filiz Kankur'un "İstanbul Anadolu Yakasında İçme-Kullanma Sularından Membran Filtrasyon Yönterni ile İzole Edilen *Escherichia Coli* Suşlarında O157 Varlığının Araştırılması" konulu araştırma başvurusu komisyonumuzca değerlendirilmiş ve uygun bulunmuştur.

Çalışmanın yürütülmesi esnasında protokolün dışına çıkılmamasına özen gösterilmesi hususunda:

Gereğini rica ederim.

Uz. Dr. Onur Özlem KÖSE
Halk Sağlığı Müdür Yardımcısı

31/03/2015 Sosyolog M.ERATA
31/03/2015 Birim Sorumlusu M.ÇETİN

Projeler Birimi
Seyitnizam Mh. Meclans Cd No 81/83 Zeytinburnu/İstanbul
Telefon: (212) 409 2311 Fax:

Ayrıntılı bilgi için irtibat: Mustafa ERATA
e-posta: mustafa.erata@gmail.com
Elektronik Ağ: www.istanbulhalksagligi.gov.tr

PROTOKOL

Madde 1-
Bu protokol TC Sağlık Bakanlığı İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğü ile Filiz KANKUR arasında düzenlenmiştir.
Çalışmanın gerçekleştirileceği kurum/kuruluşlar: İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğü'ne bağlı 3 No'lu Halk Sağlığı Laboratuarı
Çalışmanın adı: İstanbul Anadolu Yakasında İçme-Kullanma Sularından Membran Filtrasyon Yöntemi ile İzole Edilen Escherichia Coli Suşlarında O157 Varlığının Araştırılması
Bu çalışmayı yürütecek kişi/kişiler: Araştırmayı Yrd. Doç. Dr. Şahin TOPRAK danışmanlığında Filiz KANKUR yürütecektir.
Madde 2-
a) Bu protokol ilimiz sınırları içinde İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğün'nün sorumlu olduğu çalışma sahasında uygulanacak olan anket çalışmalarını kurala bağlamak amacı ile düzenlenmiştir.
b)Çalışma uygulanırken kapsam dışı hiçbir veri toplanmayacaktır.
Madde 3-
Anket uygulaması yapılacaksa, anketi uygulamadan önce araştırma amacı hakkında bilgi verilecek ve anket uygulanacak kişiden onay alınacaktır. Sözleşme şartlarında aykırılık:
Protokol süresince yapılacak çalışmaları aynı kişi(ler) yapacaktır. Saha çalışmasına katılan ve protokolle tesbit edilen kişide değişiklik yapılması ya da yeni kişinin çalışmaya dahil edilmesi ancak İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğünün onayına tabidir. Aksi durumda protokol iptal edilecektir.
Protokolün Süresi:
a) Bu çalışmanın yürütücüsü ilgili kurumda **4 ay** süre ile çalışmasını yürütecektir.
b) Başlangıç 01.03.2015 Bitiş 01.07.2015
c) Protokol, çalışmanın taraflarca planlanan ve kabul edilen süresi ile sınırlıdır. Uzatılması ancak yeni bir protokole bağlıdır.
d) Şartlarda oluşabilecek değişikliklere bağlı olarak İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğü protokolü daha önce de sonlandırabilir.
İhtilafların Çözümü: Protokolün uygulanması ile ilgili çakabilecek sorunlar tarafların yetkili temsilcileri tarafından görüşülerek çözülecektir.
Yürürlük:
a) Çalışma yayın/tez haline getirilmeden önce İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğünün ilgili birimi tarafından verilerin raporu değerlendirilecektir. Toplum sağlığı açısından sakıncalı verilerin yayınlanması kısıtlanabilecektir.
b) Çalışma Üniversite ya da kurum tarafından kabul edildikten sonra bir nüshası kitapçık halinde İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğü Projeler Birimi'ne teslim edilecektir.
c) Yürürlük bölümündeki (a) ve (b) maddeleri yerine getirilmediği takdirde toplanan veriler yayın/proje/tez ....vs gibi bilimsel bir çalışmada kullanılamayacaktır.
d) Çalışma esnasında her tür ilaç uygulaması veya girişim için gerek hastanın kendisi ya da yasal vasisinden gerekse etik kuruldan onay alınacaktır.
e)Araştırma verileri, sözel ya da yazılı olarak kullanıldığında ilgili kurum/kurumların ismi zikredilmeyecektir. Aksi takdirde cezai müeyyide uygulanacaktır.

Taraflar:

27/03/2015

Araştırmacı
Adı-Soyadı:

Filiz KANKUR

Halk Sağlığı Müdür Yardımcısı

Uzm. Dr. Onur Özlem KÖSE

OLUR
...../...../2015
Prof. Dr. G.Nurhan İNCE
Halk Sağlığı Müdürü