

**ORDU İL MERKEZİ VE
İLÇELERİNDEN ALINAN SU
ÖRNEKLERİNDE KİRLİLİK
İNDİKATÖRÜ BAKTERİLERİN VE
PARAZİTLERİN MOLEKÜLER
YÖNTEMLERLE TESPİT EDİLMESİ**

**DERYA KAYA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

T.C.

**ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORDU İL MERKEZİ VE İLÇELERİNDEN ALINAN SU
ÖRNEKLERİNDE KİRLİLİK İNDİKATÖRÜ BAKTERİLERİN VE
PARAZİTLERİN MOLEKÜLER YÖNTEMLERLE TESPİT EDİLMESİ**

**DERYA KAYA
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

BIYOLOJİ ANABİLİM DALI

Akademik Danışman: Yrd. Doç. Dr. Zeynep KOLÖREN

ORDU- 2011

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 23/12/2011 tarihinde yapılan sınav ile BİYOLOJİ Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Zeynep KOLÖREN (Danışman)

Üye: Yrd. Doç. Dr. Beyhan TAŞ

Üye: Yrd. Doç. Dr. Yılmaz ÇİFTÇİ

ONAY:

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2011

Doç. Dr. Latif KELEBEKLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**ORDU İL MERKEZİ VE İLÇELERİNDEN ALINAN SU
ÖRNEKLERİNDE KİRLİLİK İNDİKATÖRÜ BAKTERİLERİN VE
PARAZİTLERİN MOLEKÜLER YÖNTEMLERLE TESPİT EDİLMESİ**

ÖZ

İçme-kullanma sularının temiz olarak temini ve yeryüzü sularının kirletilmeden korunması halk sağlığını korumak için gerekli temel sağlık prensiplerindedir. Bu çalışmada, halk sağlığı dikkate alınarak, Ordu il merkezi ve ilçelerinden alınan su örneklerinde kirlilik indikatörü bakterilerin ve parazitlerin moleküler yöntemlerle tespit edilmesi amaçlandı. Ordu il merkezinde belirlenen 5 istasyondan 2010 Aralık-2011 Kasım döneminde her ay olmak üzere su örnekleri alındı ve bu örneklerde su kökenli parazit *Cryptosporidium* türlerine ait ookistler incelendi. Ookistler, modifiye edilmiş klasik asit-fast (MAF) yöntemiyle, ilmiğe dayalı izotermal amplifikasyon (LAMP) ve polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) gibi moleküler tekniklerle incelendi. Ayrıca 2010 Eylül ve 2011 Şubat döneminde Ordu merkezi ve ilçelerine ait (Akkuş, Çatalpınar, Fatsa, Gököy, Gülyalı, Gürgentepe, Kabataş, Korgan, Kumru, Perşembe, Ulubey, Ünye) kırsal su örneklerindeki (yer altı, kaynak, yüzey suyu) fekal indikatör bakteriler (FIB); toplam koliform (TC), *Escherichia coli* (EC), fekal streptokok (FC) ve *Clostridium perfringens* (CP)'in yaygınlığı ile Ordu-merkez ve ilçe köylerine ait (Ordu, Çatalpınar, Fatsa, İkizce, Kumru) hiçbir işleme tabii olmamış kırsal içme suyu örneklerindeki *Escherichia coli* (EC) ve fekal streptokok (FC) yaygınlığı membran filtre yöntemi ile tespit edildi. Elde edilen sonuçlara göre, Ordu il merkezlerindeki 5 istasyonun yüzeysel sularla temas halindeki üç istasyonunda *Cryptosporidium* ookistleri tespit edildi. Ordu merkezi, ilçe ve köylerine ait hiçbir işlem görmemiş kırsal su örneklerinin ise genel olarak FIB ile kontamine olduğu belirlendi. Bu kontaminasyona kırsal alanlarda yeterli altyapının ve su arıtma sistemlerinin olmaması, nedeniyle lağım sularının hiçbir işleme tabi tutulmadan yüzeysel sulara karışması, hayvan besiciliğinin yerleşim yerlerine çok yakın mesafelerde yapılması ve bölgenin aldığı yoğun yağışlardan kaynaklı olduğu belirlendi.

Anahtar sözcükler: Fekal indikatör bakteriler, *Cryptosporidium*, LAMP, membran filtrasyon, PZR

**INVESTIGATION ON MICROBIOLOGICAL AND PARASITOLOGICAL
POLLUTION OF WATER SUPPLIES IN ORDU AND ITS COUNTRY
BOROUGH BY MOLECULAR TECHNICIS**

ABSTRACT

Supply of clean drinking-usage water and protection the surface waters without contaminated are principle of basic health for protecting public health. In this study, consideration of public health, Investigation on microbiological and parasitological pollution of water supplies in Ordu and itscounty borough by molecular technics. The water samples was received from the 5 station set in the center of Ordu city through a year (December 2010-November 2011) and this samples were examined for oocytes from water-borne protozoon *Cryptosporidium* spp. The oocytes were investigated by modified acid-fast (MAF) and loop mediated isothermal amplification (LAMP), polimerase chain reaction (PCR) as a molecular tools. In addition, the prevalence of fecal indicator bacteria (FIB); total coliform (TC), *Escherichia coli* (EC), fekal streptococci (FC) ve *Clostridium perfringens* (CP) in the rural water samples from the center of Ordu city and its borough (Akkus, Catalpınar, Fatsa, Golkoy, Gulyalı, Gurgentepe, Kabatas, Korgan, Kumru, Persembe, Ulubey, Unye) were demonstrated by membrane filtration. Besides, the prevalence of *Escherichia coli* (EC)and fekal streptococci (FC) in the rural drinking waters without water treatments from the center of Ordu city and its borough's villages (Ordu, Catalpınar, Fatsa, İkizce, Kumru) were identified by membrane filtration. According to the results obtained, *Cryptosporidium* oocysts were positive in 3 station which contact with surface waters from 5 station in Ordu provincial centers. The rural water samples without water treatments from Ordu provincial center, its boroughs and villages is generally identified as contaminated with FIB. The cause of the this contamination is the lack of adequate infrastructure and water treatment systems in rural areas, so that's sewer water without no process mix surface waters, livestock fattening is very close distances to residential area and the region receives heavy rain.

Key words: Fecal indicator bacteria, *Cryptosporidium*, LAMP, PCR, membran filtration

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında her zaman bilgi ve deneyimleriyle her türlü desteğini esirgemeyen, her zaman yol gösterici olan saygıdeğer danışman hocam **Yrd. Doç. Dr. Zeynep KOLÖREN**'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu zorlu ve uzun dönemde benden her türlü desteğini esirgemeyen, eğitimime her zaman destek olan anne ve babam Asiye, Muzaffer Kaya ile ablam ve eşi Dilek, Şakir Öztürk'e yürekten teşekkür ederim.

Ayrıca laboratuvar çalışmalarımda yanımda olan Elif Demirel ile Burak Delioğlu'na ve Ordu Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nün tüm çalışanlarına teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜRLER.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Su Kirliliği.....	1
1.2. Su Kalite Kriterleri.....	3
1.3. Su Kirliliği Kontrolü.....	6
2. GENEL BİLGİLER.....	8
2.1. Fekal İndikatör Bakteriler (FIB).....	8
2.1.1. Koliform Bakteriler.....	8
2.1.2. Fekal Koliform.....	8
2.1.3. <i>Escherichia coli</i>	9
2.1.4. <i>Clostridium perfringens</i>	10
2.1.5. Fekal Streptokok.....	10
2.1.6. Fekal İndikatör Bakteriler ile Yapılan Çalışmalar.....	11
2.2. Su Kökenli Protozoonlar.....	13
2.2.1. <i>Cryptosporidium</i>	13
2.2.1.1. <i>Cryptosporidium</i> 'un Yaşam Döngüsü.....	13
2.2.1.2. Kriptosporidiyoz.....	15
2.2.2. Su Kökenli <i>Cryptosporidium</i> ile Yapılan Çalışmalar.....	17
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	22
3.1. Araştırma Bölgesinin Tanımı.....	22
3.2. Parazit İçeren Örneklere Ait İstasyonlar.....	23
3.2.1. Örneklerin Toplanması ve Alüminyum Sülfat ile Çöktürülmesi.....	23
3.2.2. Modifiye Asit-Fast Yöntemiyle Örneklerin Boyanması.....	23

3.2.3. Örneklerin Saflaştırılması (Sükroz Gradient Yöntemi).....	24
3.2.4. DNA İzolasyonu.....	24
3.2.5. LAMP Tekniği (İlmiğe Dayalı İzotermal Amplifikasyon Tekniği).....	25
3.2.6. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR).....	26
3.3. FIB İçeren Örneklerle Ait İstasyonlar.....	26
3.3.1. Örneklerin Toplanması.....	27
3.3.2. Örneklerin Membran Filtre ile Süzülmesi.....	27
3.3.3. FIB'nin Besiyerlerine Ekilmesi ve Değerlendirilmesi.....	27
3.4. İstatiksel Analiz.....	28
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Ordu İli ve İlçelerinden Alınan Su Örneklerinde Membran Filtre Yöntemiyle İncelenen FIB'nin Sonuçları.....	29
4.1.1. Kırsal Su Örneklerindeki FIB'nin Analiz Sonuçları.....	29
4.1.2. Kırsal İçme Suyu Örneklerindeki FIB'nin Analiz Sonuçları.....	34
4.1.3. Kırsal Sular ve İçme Sularındaki İndikatör Bakterilerin Yağış-Sıcaklık Grafiği ile Karşılaştırılması.....	38
4.2. Su Kökenli Parazitlerin Analiz Sonuçları.....	41
4.2.1. Mikroskop Yöntemiyle <i>Cryptosporidium</i> Parazitinin Tespiti.....	41
4.2.2. Moleküler Yöntemlerle <i>Cryptosporidium</i> Parazitinin Tespiti.....	45
4.2.2.1. İlmiğe Dayalı İzotermal Amplifikasyon Yöntemi (LAMP).....	45
4.2.2.1.1. Hassasiyet Deneyi.....	45
4.2.2.1.2. Miktarı Bilinen Ookistle Doğrulama Deneyi.....	46
4.2.2.2. PZR Analiz Sonuçları.....	46
4.2.2.3. İstasyonlarımıza Ait Örneklerin LAMP Sonuçları.....	47
4.3. İndikatör Bakterilerin ve Protozoonun Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
6. KAYNAKLAR.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	71

SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ

- ABD:** Amerika Birleşik Devletleri
- CDC:** Hastalık Kontrol Merkezi (Centres for Disease Control)
- COWP:** *Cryptosporidium* ookist duvarı proteini
- CP:** *Clostridium perfringens*
- DFA:** Direkt Floresan Antikor Testi
- EC:** *Escherichia coli*
- EHEC:** *Enterohemorajik E. coli*
- ELISA:** Enzyme Linked Immunosorbent Assay
- EPA:** Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency),
- FC:** Fekal Streptokok
- FDA:** Gıda ve İlaç Yönetimi (Food and Drug Administration)
- FIB:** Fekal İndikatör Bakteriler
- HSP-70:** Isı Şoku Proteini
- IFT:** İmmuno Floresan Testi (İmmuno Floresans Assay)
- İTASHY:** İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik
- KOB:** Toplam Koloni Sayısı
- LAMP:** İlmiğe Dayalı İzotermal Amplifikasyon Tekniği
- MAF:** Modifiye Edilmiş Asit-Fast Tekniği
- MZN:** Modifiye Zielh-Neelsen Tekniği
- PZR:** Polimeraz Zincir Reaksiyonu
- SAM-1:** S-adenosylmethionine Synthetase geni
- SKKY:** Su Kalite Kontrol Yönetmeliği
- SPSS 18:** PASW Statistic 18
- TC:** Toplam Koliform
- TS:** Türk Standartları
- USDA:** Birleşmiş Milletler Tarım Departmanı (United States Department of Agriculture)
- USEPA:** Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı (U.S. Environmental Protection Agency)
- WHO:** Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.2.1.1.1. <i>Cryptosporidium</i> 'un hayat döngüsü.....	15
Şekil 3.1.1. Ordu ili ve ilçelerine ait yüzey suları haritası.....	22
Şekil 4.1.1.1. Eylül ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	31
Şekil 4.1.1.2. Ekim ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	31
Şekil 4.1.1.3. Kasım ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	31
Şekil 4.1.1.4. Aralık ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	33
Şekil 4.1.1.5. Ocak ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	33
Şekil 4.1.1.6. Şubat ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	33
Şekil 4.1.2.1. Eylül ve Şubat ayları arasında Ordu'ya ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	36
Şekil 4.1.2.2. Eylül ve Şubat ayları arasında Çatalpınar'a ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	37
Şekil 4.1.2.3. Eylül ve Şubat ayları arasında Fatsa'ya ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	37
Şekil 4.1.2.4. Eylül ve Şubat ayları arasında Kumru'ya ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	37
Şekil 4.1.2.5. Eylül ve Şubat ayları arasında İkizce'ye ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri.....	38
Şekil 4.1.3.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin aylara göre dağılımı.....	39
Şekil 4.1.3.2. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FIB'nin aylara göre dağılımı	39
Şekil 4.1.3.3. Ordu ili 2010 Eylül-2011 Şubat dönemi yağış-sıcaklık grafiği.....	40
Şekil 4.1.3.4. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin mevsimlere göre dağılımı.....	40

Şekil 4.1.3.5. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FIB'nin mevsimlere göre dağılımı.....	41
Şekil 4.2.1.1. Deniz suyu örneklerindeki <i>Cryptosporidium</i> ookistlerinin ışık mikroskopundaki görüntüsü	41
Şekil 4.2.1.2. Ordu ili 5 farklı istasyondan alınan su örneklerinin <i>Cryptosporidium</i> ookist dağılımı	43
Şekil 4.2.1.3. Ordu ili deniz sularında bulunan <i>Cryptosporidium</i> ookisti ortalama değerlerinin mevsimlere göre dağılımı.....	44
Şekil 4.2.1.4. Ordu ili 2010 Aralık-2011 Kasım dönemi yağış-sıcaklık grafiği.....	44
Şekil 4.2.2.1.1.1. LAMP tekniğiyle çoğaltılan seri sulandırılmış <i>Cryptosporidium</i> IOWA DNA'sının agaroz jeldeki görüntüsü.	45
Şekil 4.2.2.1.2.1. Miktarı bilinen ookist ilave edilmiş istasyon ve içme suyu örneklerinden elde edilen LAMP ürününün agaroz jeldeki görüntüsü.	46
Şekil 4.2.2.2.1. PCR tekniğiyle çoğaltılan seri sulandırılmış <i>Cryptosporidium</i> IOWA DNA'sının agaroz jeldeki görüntüsü.....	47
Şekil 4.2.2.3.1. İstasyonlara ve içme suyuna ait örneklerin LAMP sonuçlarının agaroz jeldeki görüntüsü	48

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.2.1. Farklı tipte su kaynaklarında (1 litrede) bulunan fekal indikatörlerin ve enterik patojenlerin sınır değerleri.....	5
Çizelge 1.2.2. İçme suyu örneklerinde bulunan ve suyla taşınan patojenler.....	5
Çizelge 1.2.3. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri.....	6
Çizelge 1.2.4. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik.....	6
Çizelge 3.2.5.1. <i>Cryptosporidium</i> amplifikasyonunda kullanılan LAMP primerleri.....	25
Çizelge 4.1.1.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin sonbahar dönemindeki yüzde dağılımı.....	30
Çizelge 4.1.1.2. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerinde FIB'nin kış dönemindeki yüzde dağılımı.....	32
Çizelge 4.1.2.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC'nin sonbahar dönemindeki yüzde dağılımı.....	34
Çizelge 4.1.2.2. Ordu ili ve ilçelerine ait kırsal içme suyundaki FC, EC'nin 100ml'deki sayım sonuçları.....	35
Çizelge 4.1.2.3. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC'nin kış dönemindeki yüzde dağılımı.....	36
Çizelge 4.2.1.1. 2010 Aralık-2011 Kasım dönemi <i>Cryptosporidium</i> ookisti sayım sonuçları.....	43
Çizelge 4.2.2.3.1. İstasyonlara ve içme suyuna ait örneklerin LAMP sonuçları.....	47
Çizelge 4.3.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	49
Çizelge 4.3.2. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC'nin aylara göre tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	50
Çizelge 4.3.3. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC'nin tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	50
Çizelge 4.3.4. Ordu deniz sularının istasyonlara göre tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	51
Çizelge 4.3.5. Ordu deniz sularının mevsimlere göre tek yönlü varyans analizi sonuçları.....	51

1. GİRİŞ

Su; insan hayatı için olduğu kadar tabiat ve diğer canlılar için de en temel ihtiyaçtır. Hidrolojik döngüde su hareket eder, formu değişir, bitkiler ve hayvanlar tarafından kullanılır, fakat gerçekte yok olmaz. Yerkürenin hayatı ve yapısında büyük rol oynayan su; dere, çay, nehir, göl ve denizlerden güneş ısısı sayesinde buharlaşarak atmosfere yükselir. Sonra bulutların yoğunlaşması ile yağışlar meydana gelir. Yağıştan sonra suların bir kısmı yeryüzüne ulaşmadan atmosferde buharlaşır. Dünya üzerine erişen yağışların bir kısmı toprağa sızar ve yeraltı sularını meydana getirir. Toprağın alamadığı sular ise yüzey sularını oluşturur (çay, nehir, dere, göl, deniz suları). Yüzey sularından buharlaşma ile su tekrar atmosfere yükselir ve hidrolojik döngü (su döngüsü) tamamlanır (Aysal, 2004).

Sulara özellikle insan ve hayvan dışkılarıyla karışan patojen mikroorganizma ve virüsler önemli bir sağlık riski oluşturur. Suların hijyenik açıdan kirlenmesine neden olan bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı canlılar, genellikle hastalıklı veya portör (hastalık taşıyıcı) olan hayvan ve insanların dışkılarından kaynaklanır. Bulaşıcı etki, ya bu atıklarla doğrudan temasla veya bu atıkların karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir. İçme suyu temini ve rekreasyonel kullanıma açık sularda mikrobiyolojik kirlenme önemli bir sorun oluşturmaktadır. Patojenlerle kirlenen suların içme suyu temini ve rekreasyon amacıyla kullanımı sınırlanır. Bu nedenle insan ve hayvan dışkıları içeren ve önemli bir sağlık riski oluşturan atık suların akarsu, göl veya seyreltme potansiyeli düşük olan koy ve körfezler gibi alıcı ortamlara verilmesinden önce uygun bir dezenfeksiyon işlemi yapılması gerekir (Alkan ve ark., 1999). Halk sağlığı açısından sularda dikkat edilmesi gereken en önemli kriterlerin başında mikrobiyolojik parametreler gelmektedir. Çünkü su döngüsü enterik hastalıkların bulaşmasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle kullanılan suların kalitesinin bakteriyolojik yönden sık sık kontrol edilmesi gerekir (Alişarlı ve ark., 2007).

1.1. Su Kirliliği

Yeryüzünün büyük bir bölümü sularla kaplı olmasına rağmen, sadece %2.53'ü tatlı sudur. Dünya nüfusunun üçte biri önemli derecede su sıkıntısı çekmekte, 2025 yılına kadar bu oranın özellikle kalkınmakta olan ülkelere daha üst sınırlara

yükselmesi beklenmektedir (Anonymous, 2003). Canlı hayatının devamını sağlamada temel unsur olan su, doğal kaynakların en önemlilerinden birisidir. Başlıca kullanım yerleri tarım ve endüstri alanlarıyla evsel gereksinimler olan suyun, potansiyel kullanımını kalitesi belirlemektedir (Toroğlu ve ark., 2006). Suyun bu kadar geniş bir şekilde kullanılması bazı hastalıkların ortaya çıkmasına ve yayılmasına neden olmaktadır. İnsan vücudunun da %50'den fazlası sudan oluşmuştur. İnsanın günlük su ihtiyacı 1.5-2 litre olup diğer ihtiyaçları için kullandıkları su ile birlikte kişi başına düşen ortalama günlük su tüketimi 200 litreye ulaşmaktadır (Gülmezoğlu, 1980; Birol, 1981).

İçme-kullanma suyu; genel olarak içme, yemek yapma, temizlik ve diğer evsel amaçlar ile gıda maddelerinin ve diğer insani tüketim amaçlı ürünlerin hazırlanması, işlenmesi, saklanması ve pazarlanması amacıyla kullanılan, orijinine bakılmaksızın, orijinal haliyle ya da arıtılmış olarak ister kaynağından isterse dağıtım ağından temin edilen ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (İTASHY)'e uygun değerleri sağlayan ve ticari amaçlı satışa arz edilmeyen sulardır. İçme-kullanma sularına dezenfeksiyon gerekmesi halinde, dezenfeksiyonun etkinliği doğrulanır. Yan ürünlerden kaynaklanan kirlenmenin önlenmesi için, dezenfeksiyondan taviz verilmeksizin dezenfeksiyon dozu düşük tutulur ve gerekli bütün tedbirler alınır (İTASHY, 2005).

Su kaynakları hem hızla kirlenmekte hem de kullanılabilir tatlı su kaynakları yetersiz kalmaktadır. En önemli tatlı su rezervlerinden olan göller; doğal güzellikleri, içerdiği biyolojik çeşitlilik, rekreasyonel kullanımları, hidrolojik döngüdeki rolü gibi birçok özellikleriyle önemli doğa alanlarıdır. Bu ortamda yaşayan canlıların beslenme, büyüme, üreme gibi yaşamsal işlevleri sucül ekosistemin fiziko-kimyasal özellikleri yani su kalitesi ile yakından ilişkilidir (Taş ve ark., 2010). Son zamanlarda büyük şehirlerimizdeki şebeke suları, mikrobiyolojik kalitelerinin yanı sıra fizikokimyasal özellikleri yönünden de sorgulanır olmuştur. Sağlık Bakanlığı verilerine göre; ülke genelinde il merkezlerinden alınan şebeke sularının %17'si, kaynak sularının %31.4'ü; ilçelerden alınan şebeke sularının %36.6'sı, kaynak sularının ise %36.3'ü standartlara uygunluk göstermemiştir (Alemdar ve ark., 2009).

Su kirliliği; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya

enerji atıklarının boşaltılmasını ifade eder (SKKY, 2004). Gelişen dünyada tüm hastalıkların yaklaşık %80'inin güvenilir su ve temizlik koşullarının yetersizliğinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Her yıl yarıdan fazlasını çocukların oluşturduğu 5 milyondan fazla kişi, su kirliliğine bağlı olarak hayatını kaybetmektedir (Anonymous, 2007). Su kalitesi ile içeriğindeki bileşiklerin miktarı arasındaki ilişkinin artışı ile ishali hastalığın sebep olduğu ölüm oranındaki beklenen azalış son on yıldır kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Literatürdeki 144 araştırmadan biri ortaya koymuştur ki ishali hastalığın sebep olduğu ölüm oranlarındaki beklenen azalışın, su kalitesinin gelişmesiyle ilişkisi %15 iken, su içeriğindeki bileşiklerin miktarıyla ilişkisi %20'dir. Diğer çalışmalarda ise evsel su tesisatındaki patojenlerden kaynaklanan ishali hastalıklardaki önemli azalışın kullanım amaçlı suyun kalitesini göstermiştir. Bu çalışmalar evsel düzeyde dezenfeksiyon amaçlı su işlenmesi sonucunda ishali hastalıklarda %17-85 arasında bir azalma rapor etmiştir (Hoque ve ark., 2006).

Tatlı su kaynaklarının mikrobiyal kontaminasyonu dünyanın birçok bölgesinde hala büyük bir problem olmaktadır. Endüstriyel, tarımsal ve evsel artıklarla kirlenmiş sular hiçbir işleme tabi tutulmadan ya da bir kısmı işlenerek dere ya da göllere sık sık salıverilmekte ve böylece yüzey sularının kalitesi bozulmaktadır. İnsan ve hayvanların gastrointestinal sistemine bağlanan fekal indikatör bakteriler (FIB), içme ve eğlence amaçlı kullanılan suların mikrobiyal güvenliğini belirlemede en çok kullanılan parametrelerdir (Haller ve ark., 2009).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de su kalite kriterlerine uygun suyun sağlanması daha çok önem kazanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de bağırsak parazitleri; iklimin etkisi ile coğrafi ve ekolojik özelliklerin yanı sıra toplumun sosyo-ekonomik koşulları, eğitim ve kültür düzeyi, örf ve adetleri ile sanitasyon yokluğu ve sağlıksız çevre koşulları gibi nedenlerle ortaya çıkmakta ve geniş bir yayılım göstermektedir.

1.2. Su Kalite Kriterleri

Suyun sağlık açısından kalitesini denetlemek için en hassas ve en özgül yol, suya enterik bakterilerin karıştığına belirtisi olan mikroorganizmaların araştırılmasıdır. Bu amaçla basit yöntemlerle saptanabilecek etkenlerin araştırılması yoluna gidilir. Koliform bakteriler suda kolayca saptanabildiği ve sayılabildiği için suyun kalitesinin

belirlenmesinde uygun bir mikrobiyal indikatör olarak kabul edilmiştir (Töreci, 1992; Alim, 1995; Avcı, 2006). Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 1997)'ne göre fekal koliform bakterilerin içme sularındaki toplam koloni sayısı değerleri (KOB/100 ml) şu şekilde sınıflandırılmıştır: 0 (KOB/100 ml) içmeye uygundur, 1-10 (KOB/100 ml) düşük riskli, 10-100 (KOB/100 ml) orta derece riskli, 100-1000 (KOB/100 ml) yüksek riskli ve >1000 (KOB/100 ml) çok yüksek risk kategorisindedir.

Fekal kirlilik insan ve insan dışı çeşitli kaynaklardan meydana gelmektedir. İnsan kaynaklı fekal indikatörlerin kontaminasyonu insan sağlığı için büyük risk oluşturan ve insan enterik patojenlerini de kapsayan birçok benzer hastalığa sebep olmaktadır (Scott ve ark., 2003). Protozoa ve bazı enterovirüsler klor içeren birçok dezenfektana çok dayanıklıdır. Bu nedenle doğrulama testlerinde, intestinal enterokoklar, *Clostridium perfringens* ve bakteriyofajlar gibi organizmalar için bir dizi analiz yapılması gerekir (WHO, 2008).

Toplum sağlığı açısından, içme sularının hastalık yapıcı mikroorganizmaları ve zararlı kimyasal maddeleri içermemesi istenmektedir. Sularda bu şartların sağlanabilmesi ve suda bulunması arzu edilmeyen maddelerin belirli bir seviyenin altında tutulmasının sağlanması için çeşitli standartlar geliştirilmiştir. Bunlar arasında WHO tarafından oluşturulan içme suyu standartları yaygın olarak bilinmekte ve kullanılmaktadır (WHO, 1996). Bunun yanı sıra her ülkenin kendine ait içme suyu standardı vardır. Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı (USEPA) ve Avrupa Birliği eğlence amaçlı kullanılan suların hijyenik olup olmadığını değerlendirmek için enterokok olan enterokokkus cinsine ait üyelerin ve *Escherichia coli* (*E. coli*)'nin kullanımını tavsiye etmektedir (USEPA, 2000; EU, 2006; Haller ve ark., 2009).

WHO (2008)'ya göre içme sularının mikrobiyal kalitesinin doğrulama değerlerinde ise içme suyu için kullanılan suların ve bu suların dağıtım sistemlerindeki işlenmiş suların 100 ml'sinde *E. coli* ve ısıya dayanıklı koliform bakterilerin kesinlikle bulunmaması gerekmektedir. Ayrıca farklı tipte su kaynaklarında bulunan fekal indikatörler ve enterik patojenlerin buldukları yere göre maksimum ve minimum değerleri çizelge 1.2.1'de verildi. Çizelge 1.2.2'de ise içme suyunda bulunan ve suyla taşınan protozoonlar gösterildi.

Çizelge 1.2.1. Farklı tipte su kaynaklarında (1 litrede) bulunan fekal indikatörlerin ve enterik patojenlerin sınır değerleri (WHO, 2008)

Patojen ya da enterik grup	Göller ve baraj gölleri	Yerleşim bölgelerindeki dere ve ırmaklar	Yerleşim bölgelerinden uzaktaki dere ve ırmaklar	Yer altı suyu
<i>Campylobacter</i>	20 - 500	90 - 2500	0 - 1100	0 - 10
<i>Salmonella</i>	-	3 - 58000 (3 - 1000)	1 - 4	-
<i>E. coli</i>	10000-1000000	30000-1000000	6000 - 30000	0 - 1000
Virusler	1 - 10	30 - 60	0 - 3	0 - 2
<i>Cryptosporidium</i>	4 - 29	2 - 480	2- 240	0 - 1
<i>Giardia</i>	2 - 30	1 - 470	1 - 2	0 - 1

Çizelge 1.2.2. İçme suyu örneklerinde bulunan ve suyla taşınan patojenler (WHO, 2008)

Patojen (protozoon)	Sağlığa etkisi (salgınlar)	Su ortamında (20°C) hayatta kalma süresi	pH:7-8 iken standart dozda kloro dayanıklılığı	Nispi bulaşıcı doz	Önemli hayvansal kaynak
<i>Acanthamoeba spp.</i>	Yüksek	Değişken olabilir	< 1 dk.	> 10 ⁴	Yok
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Yüksek	1 aydan fazla	> 30 dk.	> 10⁴	Var
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Yüksek	1 aydan fazla	> 30 dk.	> 10 ⁴	Yok
<i>Entamoeba histolytica</i>	Yüksek	1 hafta ile 1 ay arası	> 30 dk.	> 10 ⁴	Yok
<i>Giardia intestinalis</i>	Yüksek	1 hafta ile bir ay arası	> 30 dk.	> 10 ⁴	Var
<i>Naegleria fowleri</i>	Yüksek	Değişken olabilir	Genellikle < 1 dk.	10 ² -10 ⁴	Yok
<i>Toxoplazma gondii</i>	Yüksek	1 aydan fazla	> 30 dk.	> 10 ⁴	Var

Ülkemiz için kabul edilen ve kullanımda olan içme ve kullanma suları standardı TS 266'dır (İTASHY, 2005). Su kalitesi kriterleri; kullanım amaçlarının belirlenmiş olup olmadığına bakılmaksızın bütün su kaynaklarının dengeli ve sağlıklı ortamlar olarak muhafazası esasına göre, su kaynaklarının korunmasına ve kullanım planlanmasına temel teşkil etmek üzere, yapılmış veya yapılacak kullanım sınıflarına uygunluk açısından su kaynaklarından beklenen fiziksel, kimyasal ve biyolojik

özellikleri ifade eder. Su Kalite Kontrol Yönetmeliği kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre su kalite kriterleri çizelge 1.2.3'te görülmektedir (SKKY, 2004). Yine ülkemizde kullanılan İnsani Tüketim Amaçlı Kullanılan Sular Hakkındaki Yönetmelik ise içme-kullanma sularına ait parametreleri içermektedir [(İTASHY, 2005) (Çizelge 1.2.4)].

Çizelge 1.2.3. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (SKKY, 2004)

Bakteriyolojik Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Fekal koliform (EMS/100ml)	10	200	2000	>2000
Toplam koliform (EMS/100ml)	100	20000	100000	>100000

Çizelge 1.2.4. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (İTASHY, 2005)

Parametre	Parametrik değer sayı/ml
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	0/100 ml
Enterokok	0/100 ml
Koliform bakteri	0/100 ml
<i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>)	0/250 ml
Enterokok	0/250 ml
Koliform bakteri	0/250 ml
Fekal koliform bakteri	0/250ml
<i>Clostridium perfringens</i>	0/50ml

1.3. Su Kirliliği Kontrolü

Filtrasyon ve diğer işlemler bakterileri %95-99.5 oranında temizler. Normal derişimlerde yapılan dezenfeksiyon işlemlerinde amip kistleri, helmint yumurtaları (parazit yumurtalarının bir bölümü) bakteri sporları, tüberküloz basilleri, bazı virüsler etkilenmez. Paraziter enfeksiyonların geçişinin önlenmesi ve daha güvenli bir su temini için suyla geçen diğer patojenlere karşı uygulanan önlemlere ilave uygulamaların da yapılması gereklidir. Son 10 yıldır *Giardia* ve *Cryptosporidium* suyla geçen önemli paraziter patojenler haline gelmiştir. *Cryptosporidium* ookist ve *Giardia* kistleri gibi paraziter etkenlerin ortamdaki uzaklaştırılmasında kimyasal koagülasyon-flokülasyon,

sedimentasyon, filtrasyon gibi çoklu bariyer yöntemleri kullanılmaktadır. Son yıllarda, *Cryptosporidium* oostislerinin kimyasal inaktivasyonunda da önemli gelişmeler sağlanmıştır. Ozon hem *Giardia* hem de *Cryptosporidium* üzerine oldukça etkili olmuştur. Ozondan sonra ise etkinlik gücü açısından klordioksitin gelir ve ozonla kombinasyonu durumunda birtakım avantajlara sahiptir. Serbest kloru takiben monokloramin kullanılması da *Cryptosporidium parvum* inaktivasyonunda belirgin bir azalma sağlar. Son zamanlarda suların UV ile işlenmesi, canlı *C. parvum* oostislerini içeren su kaynaklarının dezenfeksiyonu için en popüler yöntem olarak görülmektedir (Ardıç, 2007).

Mikrobiyal kontaminasyon takibi için çeşitli evsel su arıtımı teknolojileri vardır. En yaygın kullanılan klor içerikli kimyasal dezenfeksiyondur. Diğer teknolojiler ise; membran, gözenekli seramik ya da bileşimli filtreler, kum ya da diatom toprağı içeren gözenekli filtreler, solar dezenfeksiyon, UV ışıklı lambalar, termal (ısı) teknolojisi, koagülasyon, çöktürme ya da sedimentasyon, kombinasyon (multi bariyerli) işlemleridir (WHO, 2008).

Suyun hayatımızdaki önemi, su kirliliğı ve gerekli önlemlerin alınması dikkate alınarak bu çalışma ile Ordu merkez ve çevresindeki ilçelerin içme suları, kaynak suları ve kuyu sularında kirlilik indikatörü bakterilerin membran filtre yöntemiyle, yüzey sularındaki *Cryptosporidium* türlerinin modifiye asit-fast (MAF), İlmiğe Dayalı İzotermal Amplifikasyon (LAMP) ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) teknikleriyle tespit edilmesi amaçlandı. Elde edilen veriler, Sağlık Bakanlığı'nın İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (İTASHY)'i Su Kalite Kontrol Yönetmeliğı (SKKY, 2004) ve Dünya Sağlık Örgütü Su Kalite Kriterleri (WHO, 2008) esas alınarak değerlendirildi. Bugüne kadar, Ordu ilinde fekal indikatör bakteriler ile su kökenli protozoonların kontaminasyonu üzerine herhangi bir araştırma rapor edilmediğı için bu çalışmanın hem bu bölgede olası su kirliliğinin belirlenmesi hem de daha sonra yapılması planlanan çalışmalara temel oluşturması anlamında önemli olacağı düşünülmektedir.

1. GENEL BİLGİLER

2.1. Fekal İndikatör Bakteriler (FIB)

2.1.1. Koliform Bakteriler

Enterobacteriaceae familyası üyesidirler ve *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella* ve *Serratia* cinslerini içerir (Kılıçturgay ve ark., 1994; Collins ve ark., 1998; Ünlütürk ve Turantaş, 1998).

Koliform bakteriler insan ve hayvan dışkılarıyla fazla sayıda dışarı atılırlar (Bitton, 1994). Dışkıda bulunmaları nedeniyle 'enterikler, enterik basiller, koliform basiller' olarak da isimlendirilirler (Kılıçturgay ve ark., 1994). Koliformlar, 35°C'de 48 saat içinde laktozu fermente ederek gaz oluşturan, aerobik ve fakültatif anaerobik, gram-negatif, sporsuz, çomak şeklindeki bakterileri içerir (APHA, 1995). Koliformlar insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak sistemlerinde doğal olarak bulunduğundan başlangıçta fekal kontaminasyonun en iyi indikatörü olarak değerlendirildiler (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). Koliform bakteriler, enfeksiyon oluşturacak miktarlarda alınırlarsa hastalığa sebep olma yetenekleri diğer patojenik mikroorganizmalardan fazladır. Bu bakterilerin potansiyel olarak hastalık oluşturma yeteneğinin olduğunu gösterir. Bu yüzden, eğer koliformlar standartların üzerinde suda bulunurlarsa suyun insanlara veya diğer hayvanlara enfeksiyon hastalıklarını muhtemelen geçirdiği varsayılır (APHA, 1995).

2.1.2. Fekal Koliform

Fekal koliform terimi, 44°C'de gaz üreten koliform basilleri tanımlamak için kullanılır (Collins ve ark., 1998). Toplam koliformlar, fekal koliformlar ve *E. coli* deniz suyu kalitesinin indikatörleridirler (Geissler ve ark., 2000). Fekal koliform bakteriler doğal olarak insan ve sıcak kanlı hayvanların bağırsak florasında bulunan spesifik bir bakteri grubudur (Hurst ve ark., 1997). İnsan ve hayvanlarda hastalık oluşturan mikroorganizmaların büyük bir kısmı bu gruba dahildir (Arda, 2000).

Koliform bakteriler, içerisinde fekal orijinli olmayan bakterilerinde yer alması ve bunların doğa orijinli türleri de içermesi nedeniyle, indikatör organizma olarak her

zaman kullanılmamaları gerektiği belirtildi. Bu durum fekal koliform bakterilerden gıda güvenliğinin bir indikatörü olarak yararlanılmaya başlanılmasına neden olmuştur (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). Ayrıca doğal sularda bulunan mikrobiyal patojenlerin varlığı, fekal kirliliğin göstergesi olan mikrobiyal indikatörlerin kullanımı ile gözlenerek bulunmaktadır (Dufour, 1984). Suyun mikrobiyolojik kontaminasyonu genellikle fekal indikatör bakteri konsantrasyonlarıyla anlatılır. Bu indikatörler yetersiz arıtılmış dışkı, tarımsal alanlardan sızan gübre suları veya kentsel alanlardaki yollardan gelen sular ile yüzme suyu arasındaki temasın derecesini yansıtmaktadır (Lopez-Pila, 1998).

2.1.3. *Escherichia coli*

E. coli 2-6 µm boyunda, 1-1.5 µm eninde, düz, uçları yuvarlak, çomak şeklinde bakterilerdir (Bilgihan, 1996). *Escherichia* cinsinin üyeleri, evrensel olarak insanlar ve sıcakkanlı hayvanların sindirim kanallarında bulunan organizmalardır. *Escherichia*, bulunmuş olduğu sindirim kanalında özellikle K vitamini olmak üzere birçok vitaminleri üretmek suretiyle içinde yaşadığı canlıya faydalı olur. Fakültatif aerop olarak bu organizma bulunmuş olduğu ortamdaki oksijenin tüketimine yardımcı olur ve böylece sindirim kanalının anaerop hale gelmesini sağlar. Bazı ırkları ise patojendir. Enteropatojen olan bu ırklar K antijen adı verilen bir antijene sahiptir. Bu antijen sayesinde ince bağırsak yüzeyine ve burada kolonize olurlar. Ayrıca ürettikleri bir enterotoksinle de bebek ve çocuklarda dizanteri benzeri öldürücü bir ishale neden olurlar. Aynı zamanda yaşlı kimselerde veya vücut direnci düşmüş hastalarda idrar yolları enfeksiyonlarına da neden olabilir (Hasenekoğlu ve Yeşilyurt, 2007).

E. coli bakterisinin doğal yaşam ortamı hayvan ve insanların kalın bağırsaklarıdır. Bu nedenle *E. coli* içme sularının, kullanma sularının ve besinlerin fekal kirlenmelerinin bir göstergesidir (Küçüker ve ark., 1997). *E. coli*'nin sularda fekal kontaminasyonun indikatörleri olarak kabul görmesinin en önemlilerinden bir tanesi ise bu bakterinin sularda canlılığını sürdürme periyodudur (Ünlütürk ve Turantaş, 1998). Koliform grubu üyeleri arasında sadece *E. coli* doğrudan bağırsak kökenlidir. Grubun diğer üyeleri doğal olarak toprakta da bulunabilir. Bu durumda gıda maddeleri tuzük ve standartlarında bir miktar koliform gruba izin verilebilmekle beraber *E. coli* bulunmasına kesinlikle izin verilmez (Halkman ve Gürgün, 1990).

2.1.4. *Clostridium perfringens*

Spor oluşturan basillerin başında gelen *Clostridium* zorunlu anaerobik türlerden oluşan bir cinstir. *Clostridium* cinsinin üyelerinde sitokrom ve elektron taşınmasıyla fosforilasyon sağlayan sistemler yoktur. Dolayısıyla bu organizmalar enerjilerini ancak substrat seviyesinde fosforilasyon (fermentasyon) yoluyla elde edebilirler. Günümüzde bu organizmalar aracılığıyla selülozdan, otomobil yakıtı olarak kullanılmak üzere etil alkol üretilmesi endüstriyel olarak önem kazandı. Bazı üyeleri ise aminoasitleri fermente ederek enerji elde ederler. *Clostridium*'ların bulunduğu asıl ortam topraktır. Toprakta yaşayanların bazıları özel şartlarda insanlarda öldürücü hastalık yapabilirler. *Clostridium perfringens* ise gazlı gangrene sebep olur (Hasenekoğlu ve Yeşilyurt, 2007). *C. perfringens* 4-8/0.8-1.2 µm büyüklüğünde hareketsiz gram pozitif çomakçiktir. Bazen ikişer ikişer durur. Seyrek olarak kısa zincirler halinde dizilir. Organlarda kapsüllü olarak bulunur. En iyi 47°C'de ve bazı kökenleri 45°C'de gelişen zorunlu anaerob bir bakteridir; karbonhidratlı ve özellikle glikozlu jelozda ürer (Unat, 1986).

2.1.5. Fekal Streptokok

Streptokok cinsinin farklı habitatlarda bulunan ve insanlar için pratik önemi olan çok sayıda türü vardır. Bazıları insanlar ve hayvanlar için patojendir. Laktik asit ürettikleri için birçok tür süt ürünlerinde, silajda ve diğer fermente ürünlerde de bulunurlar. Enterokok cinsi ise dışkıda bulunur (Hasenekoğlu ve Yeşilyurt, 2007).

Enterekok ve fekal streptokok deyimleri farklı şekilde tanımlanabilmektedir. Kimi araştırmacılar bu iki grubu birbirlerinin aynısı olarak tanımlarken, diğerlerine göre enterekok deyimini Lancefield sınıflandırılmasında D grubu olarak yer alan bakterileri ifade ederken fekal streptokok deyimini sadece dışkıda değil, aynı zamanda bitki ve çevresel örneklerde de bulunabilen tüm streptokokları göstermektedir. Enterokoklar gram pozitif, ovoid kok formunda, birkaç istisna dışında hareketsiz, fakültatif anaerob, genellikle diplokok veya kısa zincir görünümündedir. Su örneklerinin analizinde yüksek sayıda kullanılan enterekoklar fekal kontaminasyonun göstergesi olarak kabul edilirler. Deniz ve tatlı su örneklerinde enterokoklar en önemli bakteriyal indikatör olarak analiz edilirler ([http:// www.mikrobiyoloji.org](http://www.mikrobiyoloji.org), 25.05.2011).

2.1.6. Fekal İndikatör Bakteriler ile Yapılan Çalışmalar

Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerini inceleyen Alemdar ve ark. (2009) ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde bölgedeki depo ve musluk sularından toplam 164 su örneği toplamıştır. Genel canlı sayımında dökme plak yöntemi; enterokok, koliform, *E. coli* ve sülfid indirgeyen anaerob'ların aranmasında membran filtrasyon yöntemi ve fizikokimyasal analizlerde ise standart metotlar kullanmışlardır. Örneklerde belirlenen fiziko-kimyasal veriler standart değerlere uygun bulunmuştur. Ancak, mikrobiyolojik analizler sonucunda %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaeroblar ve %8'i *E. coli* yönünden standartlarda bildirilen kriterlere uygunluk göstermemiştir. İncelenen örneklerde ortalama pH, Na ve Mg düzeyleri ile *E. coli* dışında tüm bakterilerin pozitiflik oranı sonbahar mevsiminde daha yüksek bulunmuştur. Yerleşim yerlerinin genel canlı, koliform ve *E. coli* sayısı üzerine etkisinin önemsiz, ancak diğer tüm değişkenler üzerine etkisinin önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Avcı ve ark., (2006) Tokat ilinde mevcut olan içme sularına ait koliform kontaminasyon düzeyini ve su kalitesinin bakteriyolojik incelemesini yapmışlardır. İncelenen 2495 içme suyu örneği çoklu tüp yöntemi ile değerlendirilmiş ve inceleme sonucunda 2153'ü (%87.3) içmeye uygun bulunurken, 342'si (%12.7) içmeye elverişsiz bulunmuştur. Bu durum, tüm su örneklerine oranlandığında patojen etken olarak 119'unda (%34.7) ısıya toleran *E. coli* (fekal koliform), 223'ünde (%65.3) toplam koliform tespit edilmiştir. Bu inceleme sırasında koliform kontaminasyon durumunun yılın belirli aylarına göre değişkenliği de izlenmiş ve bu açıdan bazı aylarda artış gözlenmiştir. Genel olarak toplam koliform kaynaklı kontaminasyonun yüksek olduğu ve ısıya toleranslı koliformların bunun büyük bölümünü oluşturduğunu gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak; içme ve kullanım amaçlı suların içmeden önce dezenfekte edilmesi gerektiği, dezenfekte edilen sularda dezenfeksiyonun etkinliğinin kontrolü, bulaştan kaynaklanan hastalıkların ve antibiyotik direncinin engellenmesi için kirliliğe yol açan kaynakların saptanması ve bu kaynaklara yönelik arıtma işleminin uygulanması gerektiği düşünülmektedir.

Alışarlı ve ark. (2007) Van ili merkez ve ilçelerde bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su örneğini mezofil ve psikrofil aerob genel canlı, enterokok, koliform grubu mikroorganizma, *E. coli* ve

sülfid indirgeyen anaeroblar yönünden incelemiştir. Enterokok, koliform grubu mikroorganizma, *E. coli* ve sülfid indirgeyen anaerob sayıları membran filtrasyon yöntemi ile mezofilik ve psikrofilik genel canlı sayıları ise dökme plak metodu ile araştırılmıştır. Analiz bulgularına göre, koliform grubu mikroorganizmalar diğer indeks mikroorganizmalarına oranla daha fazla bulunmuş, ayrıca bazı örneklerde doğrulama testleri sonucunda *E. coli*'de belirlenmiştir. Bulgular yerleşim yerlerine göre incelendiğinde, musluk ve depo sularının hijyenik kalitesi Van merkezinden alınan örneklerde ilçelere göre daha iyi bulunmuş, ancak kuyu ve dere sularında benzer sonuç elde edilememiştir. Bu sonuçlar, Van merkezdeki içme ve kullanma sularının hijyen kontrollerinin ve dezenfeksiyon işlemlerinin düzenli yapıldığını, ancak kuyu ve derelerin yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak daha fazla kirlendiğini göstermişlerdir.

Azizullah ve ark. (2011) Pakistan'daki halk sağlığını tehdit eden su kirliliğini incelemiştir. İçme suyu kalitesinin yönetimi ve takibi çok zayıftır ve Pakistan içme suyu kalitesinde 120 ülke arasında 80. sıradadır. İçme suyu kaynakları olan yüzey ve yer altı suları ülkenin tamamında koliformlar, toksik metaller ve pestisitler ile kontamine olmuştur. WHO tarafından koyulan çeşitli içme suyu kalite parametrelerine de çoğunlukla uyulmamıştır. Buradaki kontaminasyonun ana sebebi mikrobiyal ve kimyasal kirlilik olarak bildirilmiştir.

Haller ve ark. (2009) çalışmasında İsviçre'deki Vidy koyunun sediment içeriğinde bulunan *Escherichia coli* and Enterokok türlerini içeren FIB dağılımını ve kontaminasyonunu incelemiştir. Belediyeye ait kirli suyla muamele edilen bitkilerin bulunduğu bölgedeki sedimentte bulunan FIB yoğunluğu değerlendirilmiş ve bitkilerin bulunduğu sediment sürekli olarak 90 gün boyunca izlenmiştir. Yüksek FIB değerleri (10^5 - 10^7 KOB/100 ml), Chamberonne Irmağı ağzında ve bitkilerin çıkış yeri yakınından alınan sediment örneklerinde ölçülmüştür. Bitkilerin çıkış yeri yakınındaki sedimentin 10cm derinliğinden alınan örnekteki FIB değeri 10^4 ile 10^5 (KOB/100 ml) arasındayken 90 günün sonunda 6 cm'lik kısımda bile bulunmuştur. Bu çalışma koyun sedimentindeki tatlı suda FIB birikiminin oluştuğunu işaret etmiş ve koy çevresinde kalıcı olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma uzun dönemde sedimentte FIB ve patojenlerin bulunması, kumsalın kullanımında sağlık riski oluşturduğuna ve suyun mikrobiyal kirliliği etkilediğine dikkat çekmişlerdir.

2.2. Su Kökenli Protozoonlar

Protozoon enfeksiyonları; protozoonun sayısı, cinsi, insanların genel sağlık durumu ve protozoonun etkilediği organlara bağlı olarak insanlarda farklı patolojik değişikliklere neden olmaktadır. Toplumun her yaştaki bireylerinde rastlanmakla birlikte genellikle çocuklarda erişkinlere nazaran daha sık görülmekte ve daha şiddetli seyretmektedir. Enfeksiyon, dışkıyla bulaşmış su ve gıdalarla ya da protozoonların enfeksiyöz formlarını içeren çiğ ya da az pişmiş etlerin yenilmesiyle meydana gelmektedir. Protozoonlar gıdalara uygulanan ısı, dondurma gibi işlemlerle yıkımlanmakta fakat bazı gıdaların pişirilmeden tüketilmesi sonucu insanlarda önemli sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Protozoonların gıdalarla alınması sonucu insanlarda çeşitli patolojik bozukluklar meydana gelmektedir. İçme sularına kanalizasyon ve nehir sularının karışması, kirli sularla bahçelerin sulanması ve buralardan toplanan sebze ve meyvelerin iyi yıkanmadan tüketilmesi, etlerin yeteri kadar pişirilmemesi sonucu şekillenen gıda kaynaklı protozoon enfeksiyonları insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Terzi, 2005).

2.2.1. *Cryptosporidium*

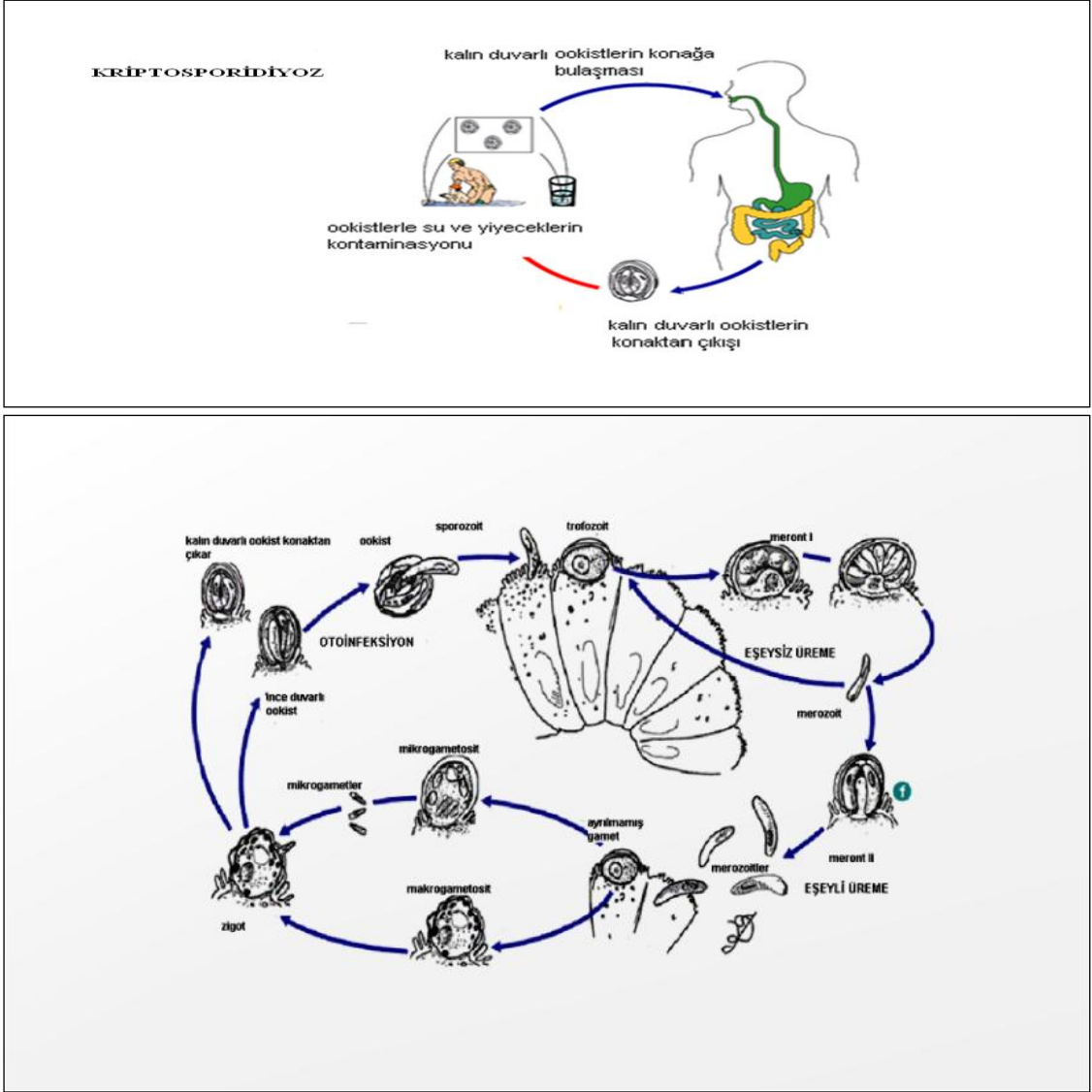
2.2.1.1. *Cryptosporidium*'un yaşam döngüsü

Cryptosporidium bir hücre içi parazittir ve karışık bir hayat döngüsüne sahiptir. Bu döngü bazı kaynaklara göre 1-8 gün sürerken, bazı kaynaklara göre (ki kabul gören budur) 12-14 saattir (Sarıkaya, 2004). Hastalığa neden olan etkenler, Apikompleksa filumunda, Sporozoa sınıfında yer alan *Cryptosporidium* cinsine ait protozoonlardır. Bu cinse ait hastalığa neden olduğu düşünülen çeşitli sayıda türden söz edilse de, yapılan epidemiyolojik taramalar, zoonotik önemi ile dikkat çeken ve memelilerdeki başlıca tür olan *Cryptosporidium parvum*'un dünyada oldukça yaygın olduğunu göstermiştir (Sungur ve ark., 2008). 1984 yılına kadar yapılan çalışmalarda izole edildikleri konakçı göz önüne alınarak balıklar, sürüngenler, kuşlar ve memelilerde yirmi *Cryptosporidium* türü tanımlanmıştır. 1985 yılında Upton ve Current tarafından memelileri infekte eden *Cryptosporidium parvum* ve *Cryptosporidium muris*, kuşları infekte eden *Cryptosporidium baileyi* ve *Cryptosporidium meleagridis* geçerli türler olarak kabul

edilmiştir (Aysal, 2004). Xiao ve ark. (2004) ile Sunnotel ve ark. (2006)'na göre *Cryptosporidium* cinsi geçerli 16 türden oluşmaktadır. Bunlar; *C. andersoni*, *C. baileyi*, *C. bovis*, *C. canis*, *C. felis*, *C. galli*, *C. hominis*, *C. meleagridis*, *C. molnari*, *C. muris*, *C. parvum*, *C. saurophilum*, *C. scophthalmi*, *C. serpentis*, *C. suis* ve *C. wrairi*'dir. Bunlardan dünyada en yaygın bulunan ve insanlarda en çok hastalık oluşturan tür *C. parvum*'dur.

Cryptosporidium'un ara konakçısı yoktur. Bütün büyüme aşamalarını tek bir konakçı içerisinde geçirir. İnsanlar *Cryptosporidium* ookistlerini sindirim yoluyla aldıkları zaman enfekte edilip ookistler gastrointestinal bölgede eksiste edilerek sporozoitleri açığa çıkarırlar. Bunun için konakçı hücredeki reseptörler ile sporozoit yüzeylerinin spesifik olarak birbirine bağlanması gerekir. Sporozoitler özellikle konakçı epitel hücrelerinin apikal membranlarına tutunup konakçı hücre tarafından sporozoit vakuol şeklinde sarılır. Böylece sporozoit intrasellular olarak kalır fakat ekstrasitoplazmikdir (Şekil 2.2.1.1.1). Parazit kendisi için gerekli elementleri konakçı hücreden alır (Xian-Ming ve ark., 2002).

Enfeksiyon dozu, *Cryptosporidium* türleri için en az 83-123 oosit olarak tahmin edilmektedir (Castro-Hermida ve ark., 2008). *C. parvum*'un protozoon paraziti olarak insanlarda kriptosporidiyoz hastalığına sebep olmakta ve bu durumun kontamine içme sularıyla ilgili olduğu düşünülmektedir (Biswas ve ark., 2005; Me'ndez-Hermida ve ark., 2007). Son yıllarda *Cryptosporidium* cinsindeki çeşitli genotipler farklı ve kendilerine özgü konaklarıyla tanımlanmaktadır (Hashimoto ve ark., 2006). Moleküler analizler *C. parvum*'un insan kriptosporidiyozundan sorumlu önemli bir tür olduğunu, ayrıca genotip 1 (insanda) ve genotip 2 (hayvanlarda) olmak üzere iki farklı genotipten oluştuğunu göstermektedir (Dillingham ve ark., 2002; Hashimoto ve ark., 2006). *Cryptosporidium* türlerini belirlemede kullanılan PZR için hedef gen bölgeleri ribozomal RNA küçük alt ünitesi 18S (Xiao ve ark., 1999; Sturbaum ve ark., 2001; Nichols ve ark., 2003), *Cryptosporidium* 60-kDa glikoprotein (gp60) (Abe ve ark., 2006), *Cryptosporidium* ookist duvarı proteini (COWP) (Spano ve ark., 1997; Amar ve ark., 2004) ve *Cryptosporidium* ısı şoku proteini (HSP)-70 (Morgan ve ark., 2000) gibi genlerdir.



Şekil 2.2.1.1.1. *Cryptosporidium*'un hayat döngüsü (<http://www.dpd.cdc.gov/dpdx>, 22.08.2011)

2.2.1.2. Kriptosporidiyoz

Zorunlu hücre içi bir protozoon olan *Cryptosporidium* ile dünya nüfusunun %0.6-4.3 oranında enfekte olduğu tahmin edilmektedir. Kriptosporidiyozun uzun yıllar zoonoz olduğu kabul edilmiş, ancak daha sonra yapılan çalışmalarla bu enfeksiyonun gıdalar ve içme suları aracılığıyla insanlara bulaştığı belirlenmiştir. İnsanda ve omurgalı hayvanlarda enfeksiyona en çok neden olan tür *Cryptosporidium parvum* olarak bilinmektedir. Moleküler çalışmalar *C. parvum*'un sığır ve insan genotiplerinin (*C. hominis*) olduğunu ortaya çıkarmıştır. *C. hominis* sadece insanları enfekte ederken, diğer genotip, insanlar ve sığırlar başta olmak üzere diğer evcil hayvanları enfekte

etmektedir. İnsanlarda *C. parvum*, *C. hominis*, *C. meleagridis*, *C. felis*, *C. canis*, *C. suis* ve *C. muris* olmak üzere yedi türü enfeksiyon yapabilmektedir (Tamer ve Gülenç, 2008).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda sağlıklı okul çocuklarında %5.5, riskli ve semptomatik hasta gruplarında %0.4-35.5 oranında kriptosporidiyoz saptanmıştır. Diyare, karın ağrısı, bulantı, kusma ve kilo kaybı oluşturabilen kriptosporidiyoz, bağışıklık sistemi bozulmuş kişilerde hayatı tehdit edebilen fırsatçı bir enfeksiyon etkenidir. Hastalık özellikle immün direnci bozuk olanlar için ölüme neden olabilen ishallerle yol açabilmektedir. Hastanelerde nozokomiyal enfeksiyona yol açabileceği gibi huzurevi, çocuk yuvası gibi kalabalık ortamlar da hastalığın bulaşması için risklidir. İmmün sistemi normal olan bireylerde ise hastalık kendisini sınırlar ve kısa surede sonlanır (Redlinger ve ark., 2002; Otağ ve ark., 2007). Az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelere seyahat edenlerde de turist diyaresi olarak karşımıza çıkmaktadır (Uyar ve Özkan, 2009).

Gelişmekte olan ülkelerde kötü beslenme ve kötü hijyen şartları nedeniyle bu enfeksiyona daha sık rastlanmaktadır. Ülkemizde Mersin’de yapılan bir çalışmada içme sularında *Cryptosporidium* saptanan bir okuldaki dört çocukta enfeksiyona rastlanırken, suları temiz olan okullardaki çocuklarda belirlenmemiştir (Ceber ve ark., 2005; Otağ ve ark., 2007). Kriptosporidiyoz enfeksiyonu ile ilgili en önemli rapor 1993 yılında olup Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nin Milwaukee şehrinde su şebekesinde kanalizasyondan kaynaklanan bir kontaminasyon sonucu 43.000 kişi hastalanmış, bu hastaların 100’ü ölmüştür. Yine aynı yıl ABD’nde Maine’de kontamine elma suyundan (pastörize edilmemiş) 213 kişi hastalanmıştır. Bugüne kadar gıdalar ve içme-kullanma suları dışında; gübrelenmiş, taze olarak tüketilen yeşil yapraklı sebzelerden kaynaklanan bazı enfeksiyon vakaları da bildirilmiştir. Bu nedenle Gıda ve İlaç Yönetimi (FDA) tarafından Bakteriyolojik Çözümleme El Kitabı’nın 7. baskısına sebzelerde *Cryptosporidium* türlerinin analizi de eklenmiştir. Kriptosporidiyozun etkili bir tedavisinin bulunmamış olması da bu enfeksiyona başka bir boyut kazandırmaktadır. Ookistler çevresel şartlara ve klorlamaya dirençli olup, nemli ortamda aylarca canlı kalabilirler. Bu nedenle su yoluyla büyük çapta salgın oluşturma riski taşımaktadırlar (Lucio-Forster ve ark., 2004; Uyar ve Özkan, 2009).

2.2.2. Su Kökenli *Cryptosporidium* ile Yapılan Çalışmalar

Ülçay ve ark. (2008) ishal şikayeti olan immün yetmezlikli hastalarda, gastroenterit etkeni olabilecek bağırsak protozoonlarının tespiti için hangi laboratuvar yöntemlerinden yararlanılması gerektiğini belirlemeye çalışmıştır. Kasım 2004 ile Ağustos 2006 tarihleri arasında Gülhane Askeri Tıp Akademisi'nde immün yetmezliği olup 10 günden uzun süren ishali olan 36 hasta ile immün yetmezlikli ishali olmayan 44 hasta çalışılmıştır. Alınan dışkı örneklerinde konvansiyonel yöntemler; nativ-lugol, trikrom, modifiye edilmiş asit-fast (MAF), serolojik yöntemler; Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA), Direkt Floresan Antikor (DFA) ve moleküler yöntem; Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) kullanılmıştır. *Cryptosporidium* türlerinin tanısı için DFA veya MAF, *G. intestinalis* tanısında basit ve ucuz olan nativ-lügol yönteminin tanıda yeterli olacağını serolojik ve moleküler yöntemlere ihtiyaç olmayacağı sonucuna varılmıştır. İmmün yetmezlikli hastalarda uzamış ishallerin sorumlusu olarak en sık saptanan etkenler *G. intestinalis* ve *C. parvum* olmuştur.

Sungur ve ark., (2008) tarafından *Cryptosporidium* türlerinin tespitinde PZR tekniğinin, boyama ve diğer pek çok tanı yöntemlerine göre çok daha duyarlı olduğu bilinmektedir. Kötü koşullarda muhafaza edilmiş örneklerde etkenin tespit edilmesi konusunda oldukça önemli düzeylerde avantajlar sağlayan PZR tekniğinin, ELISA yöntemine göre 103-104 kat daha duyarlı olduğu ve bu konunun aynı şekilde immuno floresans assay (IFA) için de geçerli sayılabileceği belirtilmiştir. Basit PZR ile amplifiye edilen DNA'ların, ortama yeniden eklenen daha spesifik bölgelere yönelik primerlerle tekrar amplifiye edilmesi esasına dayanan nested PZR tekniğinin, klasik tek aşamalı PZR tekniğine göre 4-5 kat daha duyarlı olduğu bildirilmiştir.

Alhassan ve ark., (2007) tarafından Bulgaristan'da 7 ırmak suyundan alınan su örneklerinde *Cryptosporidium* türlerini belirlemek için LAMP tekniği ve PZR çalışmaları kıyaslanmıştır. Alınan su örneklerinin 7'sinde de LAMP tekniği ile *Cryptosporidium* DNA'sı çoğaltılırken, PZR tekniğiyle hiçbir örnekte *Cryptosporidium* DNA'sı belirlenememiştir. Su örneklerinde bulunan muhtemel PZR inhibitörlerinin varlığından dolayı PZR sonuçlarının negatif olduğu belirlenmiştir. Buna karşın PZR inhibitörlerinin LAMP üzerine etki yapmadığı da vurgulanmıştır.

Castro-Hermida ve ark. (2009), 2007 yılında ilkbahar-yaz-sonbahar-kış döneminde İspanya'nın Tambre Irmağı hattında (eğlence amaçlı kullanılan 5 bölge

içerir) 22 noktadan, kaynaktan, orta büyüklükte bir ırmaktan ve 3 önemli ırmak ağzından 50l'lik su örneği toplamışlardır. Fekal örnekler su örnekleriyle aynı dönemde Tambre Irmağı havzasındaki 18 mandıra sürüsünden 697 inek, 480 düve ve 139 yeni doğmuş buzağıdan toplanmıştır. PZR analizleri, *Cryptosporidium* spp. 18S rRNA gen sekansı analiziyle, *Giardia* spp. ise β -giardin geniyle yapılmıştır. Çiftlikteki *Cryptosporidium* türleri ve *G. duodenalis*'in ortalama değerlerine göre bahar mevsimi verileri kış döneminden farklı bulunmuştur. Su örneklerindeki ookist miktarı sonbahar ve kış aylarına göre bahar ve yaz aylarında çok yüksek çıkmıştır. Ayrıca Tambre Irmağı havzası *Cryptosporidium* ookist ve *Giardia duodenalis* kisti ile yüksek miktarda kontamine olduğu tespit edilmiştir. Yüzeysel sularındaki *Cryptosporidium* ve *Giardia duodenalis* türlerinin tespitinde; *Cryptosporidium* ookisti suni deniz suyunda 4°C'de bir yıl boyunca hayatta kalabildiğini vurgulamıştır. Enfeksiyon dozu da tahmini olarak *Cryptosporidium* için 10 ookisten daha az, *G. duodenalis* için 10 kist olarak belirlenmiştir.

Mons ve ark. (2009) Paris ve çevresinde içme suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan ırmak sularının protozoonlar ile kontaminasyonunu değerlendirmiştir. Seine ve Marne Irmağı'ndan 20l'lik örnekler 30 ay boyunca toplanmıştır. Ayrıca indikatör bakterilerde tespit edilip yağış miktarıyla ilişkisine bakılmıştır. Toplam 162 ırmak suyu örneğinde *Cryptosporidium* ookisti %45.7 *Giardia* kistleri %93.8 oranında bulunmuştur. Mevsimsel olarak *Cryptosporidium* için pozitif örnekler özellikle sonbahar da, *Giardia* için daha az sıklıkta yazın gözlenmiştir. Enterokok sayımı ve yağmur miktarı özellikle *Giardia* konsantrasyonuyla ilişkiliyken, enterokok miktarı *Cryptosporidium* miktarıyla ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca diğer fekal bakterilerinde incelenen protozoonlarla ilişkili olmadığı tespit edilmiştir.

Ülkemizde Mersin'de yapılan bir çalışmada *Cryptosporidium* içme sularında %11.36 ve atık sularda %21.0 oranında saptanmıştır (Çeber ve ark., 2005). Gelişmekte olan ülkelerde kötü beslenme ve kötü hijyen şartları nedeniyle bu enfeksiyona daha sık rastlanmaktadır. Otağ ve ark., (2007) ise içme sularında *Cryptosporidium* saptanan bir okuldaki dört çocukta enfeksiyona rastlarken, suları temiz olan okullardaki çocuklarda enfeksiyon belirlemediği tespit edilmiştir.

Hashimoto ve ark. (2006)'na göre pek çok inceleme birçok yüzeysel suyu çevresinde *Cryptosporidium* ookistlerinin varlığını ortaya koymuştur. Son yıllarda

Cryptosporidium cinsindeki çeşitli genotipler farklı ve kendilerine özgü konaklarıyla tanımlanmıştır.

Aysal (2004) yüksek lisans çalışmasında Isparta il sınırları içindeki göl, dere ve çeşme olmak üzere çeşitli su kaynaklarından toplanan örneklerde *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis*, *Enterohemorajik E.coli* (EHEC) ve bazı enteropatojen mikroorganizmalar araştırılmıştır. Toplanan örnekler membran filitasyon sistemi kullanılarak filitre edilmiştir. Filtre edilen örneklerin santrifüjünden sonra direkt mikroskopi yöntemi ile *Giardia intestinalis*, Modifiye Zielh-Neelsen (MZN) boyama yöntemi ile *C. parvum* araştırılmıştır. *C. parvum* varlığının doğrulanması IFA tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Toplanan 40 su örneğinin 13'ünde (%32.5) direkt mikroskopi ve MZN boyama sonrası *C. parvum* olabileceği tahmin edilmiştir. Ancak IFA tekniğinin uygulanması sonucu 6'sında (%15) *C. parvum* varlığı kesin olarak doğrulanmıştır. Direkt mikroskopi sonrası 8 örnekte (%20) *G.intestinalis* kistlerine rastlanmıştır. Su örneklerinin 32'sinde (%80) koliform bulunduğu bunların da 17'sinin (%42.5) fekal koliformlu olduğu saptanmıştır.

Tamer ve Gülenç (2008) rastlantısal olarak ishal, karın ağrısı, bulantı kusma gibi gastrointestinal yakınma ile başvuran 80 olgunun ve kontrol grubu olarak sağlıklı 65 kişinin dışkı örneklerini kryptosporidiyoz yönünden MAF boyama yöntemi ve dışkıda *Cryptosporidium* türlerine ait antijenlerini aramaya yönelik hazırlanmış ELISA kiti ile incelemiştir. İncelenen 80 dışkı örneğinden MAF boyama yöntemi ile üç örnekte (%3.75) *Cryptosporidium* ookistleri, monoklonal ELISA ile yapılan değerlendirmelerde ise beş örnekte (%6.25) *Cryptosporidium* spesifik antijenleri saptamıştır. Kinyoun asit fastle boyanan üç örnek ELISA ile de pozitif olarak bulunmuştur.

Bialek ve ark. (2002)'nin yaptığı çalışmada kryptosporidiyoz açısından 198 dışkı örneği ELISA, direkt florasan antikör (DFA), modifiye immunflorasan açısından karşılaştırılmış, ELISA'nın hassasiyeti %94, DFA'nın %91, modifiye immunflorasan testinin hassasiyeti %64 olarak bulunmuştur.

Özekinci ve ark. (2005) Diyarbakır'da yaptıkları çalışmalarında ishalleri hastaların dışkı örneklerinde antijen aramaya dayanan ELISA testi ile rutin olarak kullanılan nativ lügol yöntemlerinin karşılaştırılması ve ELISA yönteminin rutin tanıdaki yerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Direkt incelemede *Giardia intestinalis* trofozoit ve/veya kisti tespit edilen 141 dışkı örneğinin, ELISA ile 136'sı pozitif, 5'i negatif bulunmuştur. Kontrol grubu olan 47 bireyin dışkı örneğinin ise ELISA ile 38'i negatif,

9'u pozitif sonuç vermiş ve iki grup arasındaki farkın anlamlı olduğu saptanmıştır. ELISA metodunun duyarlılığı %96.45, özgüllüğü %80.85 oranlarında belirlenmiştir. Bu çalışmada direkt mikroskopi sonuçları pozitif olan olguların yaş grubuna göre yapılan dağılımlarında pozitifliğin 6-11 yaş grubunda en yüksek, 0-5 yaş grubunda ise en düşük olduğu belirlenmiştir. Yaş ve cinsiyet birlikte değerlendirildiğinde ise 12-18 yaş grubunda erkeklerde kadınlardan daha fazla rastlandığı belirlenmiştir.

Sungur ve ark. (2008) çalışmalarını hastanelere ishal şikayeti ile başvuran 18 çocuk ve yine ishal tablosuna sahip olan 27 buzağı dışkısı olmak üzere toplam 45 örnek üzerinde yürütmüşlerdir. İncelenen örneklerin seçilmesinde, kryptosporidiyozu açısından yüksek risk taşıyan yaş grubu ve ishal tipi dikkate alınmış, böylelikle kullanılacak teşhis tekniklerini değerlendirmeyi sağlayacak düzeyde pozitif sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir. Karbol fuchsin boyama yöntemine göre taranan 27 buzağı dışkısından 3'ünde (%11.2), 18 çocuk dışkısının ise 1'inde (%5.6) olmak üzere, incelenen 45 numunenin toplam 4'ünde (%8.9) *Cryptosporidium* ookistlerine rastlanmıştır. Nested PZR sonucunda, buzağı dışkılarının 8'inde (%29.7) ve çocuk dışkılarının ise 1'inde (%5.6) olmak üzere, toplam 9 (%20) numuneden *Cryptosporidium* türleri tespit edilmiştir. Karbol fuksin boyamada pozitif çıkan örneklerin tamamı aynı zamanda nested PZR ile de pozitif bulunmuştur. Yapılan bu çalışma ile kryptosporidiyozun gerek çocuk dışkısından gerekse de buzağı dışkısından teşhis edilmesi amacıyla pratik olarak karbol fuchsin boyama yönteminden yararlanılabileceği, ancak nested PZR yönteminin çok daha etkili sonuçlar verebildiği ve bu yöntemin, rutin laboratuvar tanısında kullanılan bazı diğer tekniklerin hastalığın teşhisindeki yetisini belirlemek açısından kriter olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Çiçek ve ark. (2008) Van belediye mezbahasında çalışan işçilerde ve kesimi yapılan hayvanlarda *Cryptosporidium* türlerinin yaygınlığını araştırmışlardır. Van Belediye Mezbahasında Nisan-Haziran 2006 tarihleri arasında kesimi yapılan hayvanlar ile mezbahanın değişik birimlerinde çalışan işçiler dahil edilmiştir. Kesimi yapılan 167 koyun, 56 keçi ve 86 sığır olmak üzere toplam 309 hayvanın ve 87 işçinin dışkı örnekleri *Cryptosporidium* ookistleri yönünden incelenmiştir. Dışkı örnekleri incelenen 87 işçinin 34'ünde (%39.08) flotasyon yöntemiyle bağırsak parazitleri görülmüş olup işçilerin birinde (%1.14) *Cryptosporidium* 17 işçide ise (%19.54) *Giardia intestinalis* tespit edilmiştir. Ookist saptanan 27 yaşındaki mezbaha işçisi, sakatat işleme biriminde çalışmakta olup, kendisinde başka bir bağırsak paraziti rastlanmamıştır.

Kryptosporidiyoz'un, bir meslek hastalığı olarak veteriner hekimlerde, veteriner fakültesi öğrencilerinde, çiftçilerde tekrarlayan hafif veya asemptomatik enfeksiyonlar şeklinde görülebileceği bildirilmiştir.

Kryptosporidiyoz prevalansını Tanyüksel ve ark. (1995) Ankara'da ishal tanısı alan neoplastik hastalarda %16.9, Ok ve ark. (1995) İzmir'de kemoterapi uygulanan tümörlü çocuk hastalarda %35.5, Yıldız ve ark. (2000) ishali olan solid tümörlü hastalarda %8.3 olarak saptamışlardır. *Cryptosporidium* görülme sıklığı bağışıklığı baskılanan hastalarda normal popülasyona göre artmaktadır. Farklı sonuçların elde edilmesinde çalışılan örneklerin değişen sayıları ve bölgesel farklılıklar etken olabileceği gibi örnekleri değerlendirenlerin deneyimi de önemli olmaktadır. Mikroskobik çalışmalar eğitilmiş personele ihtiyaç gösteren kişisel deneyim gerektiren çalışmalardır (Tamer ve Gülenç, 2008).

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

3.1. Araştırma Bölgesinin Tanımı

Karadeniz Bölgesi'nin Orta Karadeniz Bölümü'nde yer alan Ordu ili $40^{\circ}18^{\circ}$ ve $41^{\circ}08^{\circ}$ kuzey enlemleriyle $36^{\circ}52^{\circ}$ ve $38^{\circ}12^{\circ}$ doğu boylamları arasında yer alıp ilin yüzölçümü 5.963 km^2 'dir. 2007 yılı nüfus sayımına göre il genel nüfusu 715.409'dur. Ordu ilimizin ilçeleri; Akkuş, Aybastı, Çamaş, Çatalpınar, Çaybaşı, Fatsa, Gökçöy, Gülyalı, Gürgentepe, İkizce, Kabadüz, Kabataş, Korgan, Kumru, Mesudiye, Perşembe, Ulubey ve Ünye'dir (Şekil 3.1.1). Ordu'da Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Kışları ılık, yazları nemli, yaz ve kış arasındaki sıcaklık farkının oldukça az olduğu bu tipik Karadeniz iklimi sahilden başlayarak güneye doğru dağların doruklarına kadar devam eder. Dağların güney yamaçlarında ise yağışların azaldığı karasal iklim özellikleri görülür. İlin Melet Irmağı'nın batısındaki daha büyük kesimi Orta Karadeniz, doğusundaki kesimi ise Doğu Karadeniz Bölümü içerisinde yer almaktadır. İl toprakları ovalardan oluşan dar bir kıyı şeridi ile hemen gerisinde yükselen Kuzey Anadolu Dağları'nın kıyı sıralarını kapsar. İl topraklarını Canik ve Karadeniz Dağları'ndan kaynaklanan akarsular sulamaktadır. Turnasuyu, Melet Irmağı, Akçaova Deresi, Bolaman Çayı, Ceviz Deresi ve Curi Deresi bu akarsuların başlıcalarıdır. Bu akarsular il topraklarında derin vadiler oluşturarak Karadeniz'e dökülürler (<http://www.kenthaber.com>,02.10.2011).



Şekil 3.1.1. Ordu ili ve ilçelerine ait yüzey suları haritası

3.2. Parazit İçeren rneklerle Ait İstasyonlar

Bu çalışmada yüzey suları kapsamında Ordu il merkezine ait beş istasyondan: 1. İstasyon; Şehir girişinden, 2. İstasyon; Bülbül Deresi'nin denizle birleştiği noktadan, 3. İstasyon; Cival Deresi'nin denizle birleştiği noktadan, 4. İstasyon; Melet Irmağı'nın denizle birleştiği noktadan ve 5. İstasyon; Şehir çıkışından, deniz suyu örnekleri alındı. Bu 5 istasyondan 2010 Aralık ayından başlayarak 1 yıl boyunca alınan deniz suyu örneklerinde *Cryptosporidium* ookistleri MAF tekniğiyle tespit edildikten sonra LAMP ve PZR teknikleriyle moleküler düzeyde incelendi.

3.2.1. Örneklerin Toplanması ve Alüminyum Sülfat ile ktrme

Ordu merkezin sahil kesimindeki beş istasyondan 10l'lik su örnekleri toplandı. Su içindeki materyalin çöktürülmesi için 10l'lik örneklerle 20ml alüminyum sülfat $[Al_2(SO_4)_3]$ eklendi ve pH 5.4-5.8 ayarlandı. Çökelmenin gerçekleşmesi için örnekler 22 saat karanlık koşulda bekletildi. Oluşan kelti ile üstteki sıvı kısmının karıştırılmamasına dikkat edilerek sıvı kısım atıldı. Elde edilen yaklaşık 200ml'lik çökelti 50ml'lik falkon santrifüj tüplerine homojen ve eşit Şekilde konuldu ve 2100 x g'de 10 dk 4°C'de santrifüj edildi. Sonra tüplerin süpernatantı atılıp tüplerde 5 ml örnek bırakılarak vortekslendi. zeri distile su ile 50ml'ye tamamlanıp 2100 x g'de 10 dk 4°C'de santrifüj edilip süpernatant atıldı ve 5 ml'lik çökelti vortekslendikten sonra üzerine 10 ml lizis tamponu eklenip son hacim 50 ml'ye distile su ile tamamlandı. 15 dk'da bir alkamak suretiyle örnekler 1 saat inkübasyona bırakıldı. Daha sonra örnekler 2 kez 2100 x g'de 10 dk 4°C'de santrifüj edildi. Tüm tüplerin süpernatantı atılıp tüplerde 5 ml örnek bırakılarak son hacim 10 ml olacak Şekilde distile su ile tamamlandı. Örnekler daha sonra kullanılmak üzere + 4°C'de buzdolabında saklandı.

3.2.2. Modifiye Asit-Fast Yöntemiyle rneklerin Boyanması

Lam zerine birkaç damla preparat yayılıp kurumaya bırakıldı. Daha sonra alevden 3 kez geçirilip %100'lk metanol ile tespit edildi. 6 dk kinyonun karbol fuksin boyasıyla boyandıktan sonra boya akıtılıp preparat hafif sudan geçirildi ve üzerine %10'luk H_2SO_4 ilave edilerek boyanın akıtılması sağlandı. Preparatlar 15 dk zıt boya

olan malaşit yeşili ile boyandı. Daha sonra preparattaki boya akıtılıp hafif suyla yıkandıktan sonra preparat kurumaya bırakıldı. Işık mikroskopunda önce 10 X objektif kullanılarak yeşil zemin üzerinde pembe renkte *Cryptosporidium* ookistleri aranıp 100 X objektifte immersiyon yağı kullanılarak preparat en az 20 değişik alanda ookist skorunun belirlenmesi için tarandı.

3.2.3. Örneklerin Saflaştırılması (Sükroz Gradient Yöntemi)

0.1 M PBS [(fosfat tampon solüsyonu), (pH: 7.2)] ve sükroz çözeltisi (500 gr sükroz, 6.5 g fenol, 320 ml saf su) hazırlandı. Sükroz/PBS oranı farklı iki çözelti (solüsyon A: 1/2, solüsyon B: 1/4) elde edildi. Bu çözeltilere maksimum 4 damla %1'lik tween 80 damlatıldı. 50 ml'lik steril poliprolen falkon tüpünün içine önce 15 ml solüsyon A konulup üzerine 15 ml solüsyon B eklenerek gözle görülebilir bir faz elde edildi. Bu fazın üstüne 10 ml su örneği dikkatli bir şekilde konularak 2. bir tabaka elde edildi. 1200 x g'de 30 dk 4°C'de santrifüj edildikten sonra en üstte yaklaşık 10 ml'lik ilk görünen üst tabaka atıldı. Atılan tabakanın altında mevcut olan yaklaşık 5-10ml'lik ikinci tabaka temiz bir falkon tüpüne alındı. Üzeri saf su ile 50 ml'ye tamamlanıp 2100 x g'de 10 dk santrifüj edildi. Santrifüj işleminden sonra yaklaşık 2 ml'lik pellet tüpün dibinde kalacak şekilde süpernatant atıldı. Tekrar üzeri saf su ile 50 ml'ye tamamlanıp 2100 x g'de 10 dk santrifüj edildi. Yaklaşık 2 ml'lik pellet tüpün dibinde kalacak şekilde süpernatant atıldı. Bu pellet DNA ekstraksiyonunda kullanılmak üzere buzdolabında saklandı.

3.2.4. DNA İzolasyonu

Sükroz gradient yöntemiyle saflaştırılan örneklerden DNA izolasyonu QIAamp DNA Mini Kit (Qiagen) protokolü modifiye edilerek Karanis ve ark. (2006)'na göre yapıldı. Buna göre, örneklerin üzerine lizis tamponu eklendikten sonra peşpeşe 15 kez sıvı azot içinde dondurup-çözme işlemi yapıldı. Dondurma işlemi örnekler sıvı azot içerisinde 1 dk bekletilerek, çözme işlemi ise kaynama sıcaklığında olan su banyosunda 1 dk bekletilerek yapıldı. Bu sayede ookist duvarlarının tamamen kırılması sağlandı. Bu işlemden sonra kit protokolü sırayla takip edildi. En son DNA 50µl AE tampon içinde

toplandı. Elde edilen DNA örnekleri, PZR ve LAMP reaksiyonlarında kullanılmak üzere + 4°C’de saklandı.

3.2.5. LAMP Tekniği (İlmige Dayalı İzotermal Amplifikasyon Tekniği)

LAMP reaksiyon karışımına, 12.5 µl 2 X LAMP reaksiyon tamponu [40 mM Tris-HCL (pH: 8.8), 20 mM KCL, 16 mM MgSO₄, 20 mM (NH₄)₂SO₄, % 0.2 Tween 20, 4M Betaine, 2.8 mM dNTP’ler], 1.3 µl primer karışımı [FIB, BIP (100 pmol), F3, B3 (100 pmol), LB, LF (100 pmol)], 1 µl 8U Bst DNA polimeraz (Biolabs) ve 2 µl DNA eklendikten sonra nükleazsız su (Hyclone, kat. no: 5H3053802) ile reaksiyon karışımı 25 µl’ye tamamlandı.

Reaksiyon karışımı vortekslenip PEQlab PZR cihazında 63°C’de 1 saat 85°C’de 5 dk DNA inkübasyona bırakıldı. Her bir test için pozitif ve negatif kontroller kullanıldı. Oluşan ürünler ethidium bromidle boyanmış %1.5’lik agara yuklendi. Jel elektroforezde 100 V’ta 60 dk yürütüldükten sonra UV altında (Prizma/Quantum ST4) bantlar görüntüledi. *Cryptosporidium* türlerinin LAMP analizinde kullanılan SAM-1 LAMP primeri, *C. parvum*, *C. hominis* ve *C. meleagridis*’e ait SAM (S-adenosylmethionine Synthetase) genini çoğaltmak için kullanıldı (Çizelge 3.2.5.1).

Çizelge 3.2.5.1. *Cryptosporidium* amplifikasyonunda kullanılan LAMP primerleri

LAMP analizi	Primer tipi	Sekans (5’-3’)	Uzunluk	Hedef
SAM-1	F3	ATTTGATRGACAAAGAACTAG	22	<i>Cryptosporidium parvum</i> , <i>C. hominis</i> ve <i>C. meleagridis</i>
	B3	CGATTGACTTTGCAACAAG	19	
	FIP(F1c-F2)	TTGCGCCCTGTTAATCCAGCAT-TAATTAATCCATCTGGCAGRTTT	45	
	BIP(B1-B2c)	TTGTAGATACATACGGAGGATGG G- TCTACTTTAGTTGCATCTTTCC	46	
	LF	CTGCTGGCCCMCCAATTG	18	S-adenosylmethionine Synthetase (SAM) geni
	LB	CATGGRGGTGGTGCATTTAG	20	

3.2.6. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) Tekniği

PZR reaksiyon karışımı 25 µl son hacimde hazırlandı. Hot Start Taq DNA Polimeraz kiti (10X PZR tamponu, 5X Q solution, 25 mM MgCl₂, 5U hot start taq DNA Polimeraz) (Qiagen), 25 mM dNTP mix, 10 pmol SAM-1 genine ait F3 ve B3 primerleri ve 1 µl DNA kullanıldı.

Reaksiyon karışımı vortekslenip PEQlab PZR cihazında inkübasyona bırakıldı. PZR çalışması için aşağıda verilen protokol kullanıldı.

- Kapak ısısı 105°C
 - İlk denatürasyon (zincirlerin ayrılması), 95°C'de 15 dakika
 - Denatürasyon (zincirlerin ayrılması), 94°C'de 45 saniye
 - Bağlanma (primerlerin bağlanması), 54.5°C'de 1 dakika
 - İlk uzama (primerlerin uzaması), 72°C'de 1 dakika 30 saniye
 - Uzama (Primerlerin uzaması), 72°C'de 10 dakika
- } 40 döngü

Elde edilen PZR ürünleri +4°C'de kullanılmaya kadar saklandı. Her bir test için pozitif ve negatif kontroller kullanıldı. Oluşan ürünler ethidium bromidle boyanmış %1.5'lik agaraya yüklendi. Jel elektroforezde 100 V'ta 60 dk yürütüldükten sonra UV altında (Prizma/Quantum ST4) bantlar görüntüldü.

3.3. FIB İçeren Örneklere Ait İstasyonlar

2010 Eylül ayı ile 2011 Şubat ayı arasında Ordu ve ilçelerine ait 13 farklı istasyondan haftalık olarak alınmış toplam 1020 kırsal su örneği ile Ordu ve köylerine ait 5 istasyondan 300 örnek toplandı. Ordu-merkez köyleri ve ilçe köylerine ait (Ordu, Fatsa, Çatalpınar, Kumru, İkizce'nin köyleri) hiçbir işleme tabii olmamış kırsal içme suyu örneklerindeki *Escherichia coli* (EC), fekal streptokok (FC) ile Ordu ve ilçelerine ait (Ünye, Ulubey, Fatsa, Kabataş, Korgan, Perşembe, Gököy, Akkuş, Kumru, Gülyalı, Gürgentepe, Çatalpınar) kırsal su örneklerindeki (yer altı, kaynak, yüzey suyu) fekal indikatör bakteriler (FIB) olan toplam koliform (TC), *Escherichia coli* (EC), fekal streptokok (FC) ve *Clostridium perfringens* (CP)'in dağılımı saptandı.

3.3.1. Örneklerin Toplanması

Ordu ve ilçelerinden alınan tüm su örnekleri 2010-Eylül ile 2011-Şubat ayları arasında 11'lik steril su şişeleri içerisinde laboratuvara getirildi. Bu örnekler çalışılıncaya kadar + 4°C'de saklandı.

3.3.2. Örneklerin Membran Filtre ile Süzülmesi

Su numunelerindeki fekal indikatör bakterilerin elde edilmesinde membran filtre yöntemi kullanıldı. Alınan 100 ml'lik su örnekleri membran filtre cihazında (sartorius) 0.45 µm'lik filtreden süzüldü (TS 6465). Bu filtre her bir farklı bakteriyi (Toplam koliform-TK, Fekal streptokok-FC, *Escherishia coli*-EC, *Clostridium perfringens*-CP) ayırt etmekte kullanılan uygun besiyerine konularak, gerekli sıcaklıkta inkübasyona tabii tutulduktan sonra membran yüzeyinde üreyen kolonilerin sayımı yapıldı.

3.3.3. FIB'nin Besiyerlerine Ekilmesi ve Değerlendirilmesi

Toplam koliform ISO 9308-1'e göre sayılıp değerlendirildi. Kısaca 100 ml'lik örnek 0.45 µm'lik membran filtrede tutulduktan sonra tergitol-7 ve %0.5 TTC (2, 3, 5 triphenyltetrazoliumchloride) içerikli laktoz agar besiyerine yerleştirildi ve 36°C ve 44°C'de inkübe oldu. Ortamda sadece sarı renkte üreyen koloniler koliform olarak sayıldı.

E. coli için tryptone soy agara yerleştirilen filtre 30°C'de 4 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra TBX besiyerine transfer edilip 44°C'de 24 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası besiyeri üzerinde etrafında sarı hale oluşmuş açık kırmızımsı renkte koloniler sayıldı.

Fekal streptokok tespitinde filtre Slanetz-Bartley katı besiyeri alınarak 36.5°C'de 48 saat inkübasyona bırakıldı. Kırmızımsı mor-pembe renkte görülen koloniler olası FC kabul edilerek doğrulama testi için, bu filtreler önceden 44.5°C'de etüvde 1 saat ısıtılan Bile-aesculin-azide agar (Sartorius) katı besiyerine alınarak 45°C'de 2 saat inkübasyona bırakıldı. Besiyerine konulduğunda siyah renge dönüşen koloniler esas alınarak sayıldı (TS ISO 7899-2).

Clostridium perfringens tayini için su numuneleri membran filtre cihazında 0.22 µm'lik filtreler (sartorius) yardımıyla süzüldü. Demir sülfid agar (oxid-CM 0079)

dökme besiyeri kullanılarak oksijensiz ortamda *C. perfringens* 48 saat 36°C'de inkübasyona bırakıldı (TS 8020 EN 26461-2). Oksijensiz ortam için filtreler besiyeri üzerine ters çevrilerek koyuldu ve inkübasyona bırakıldığı ortamda oksijensiz hale getirildi. İnkübasyon sonrasında filtrelerin alt yüzeyinde üreyen siyah renkli koloniler *C. perfringens* olarak sayıldı.

Elde edilen sonuçlar su örneklerinin 100 ml'si için ortamdaki toplam koloni sayısı (KOB/ 100 ml) olarak ifade edildi.

3.4. İstatiksel Analiz

Tanımlayıcı veri analizi hipotez testi SPSS 18 kullanılarak yapıldı. “p” değeri, (“probability” yani “olasılık”) %5 hatayı kabul ederek karşılaştırma yapıldı. $p < 0.05$ (yani p değeri %5'ten küçük olduğunda) karşılaştırılan istasyonlar ve aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu gösterdi. %95 olasılıkla (yani %5 hata ile) güven aralıkları belirlenmiş oldu. FIB ve protozoonların sayım sonuçları SPSS 18 kullanılarak Post-Hock, Tukey analizi ile karşılaştırıldı.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ordu İli ve İlçelerinden Alınan Su Örneklerinde Membran Filtre Yöntemiyle İncelenen FIB'nin Sonuçları

4.1.1. Kırsal Su Örneklerindeki FIB'nin Analiz Sonuçları

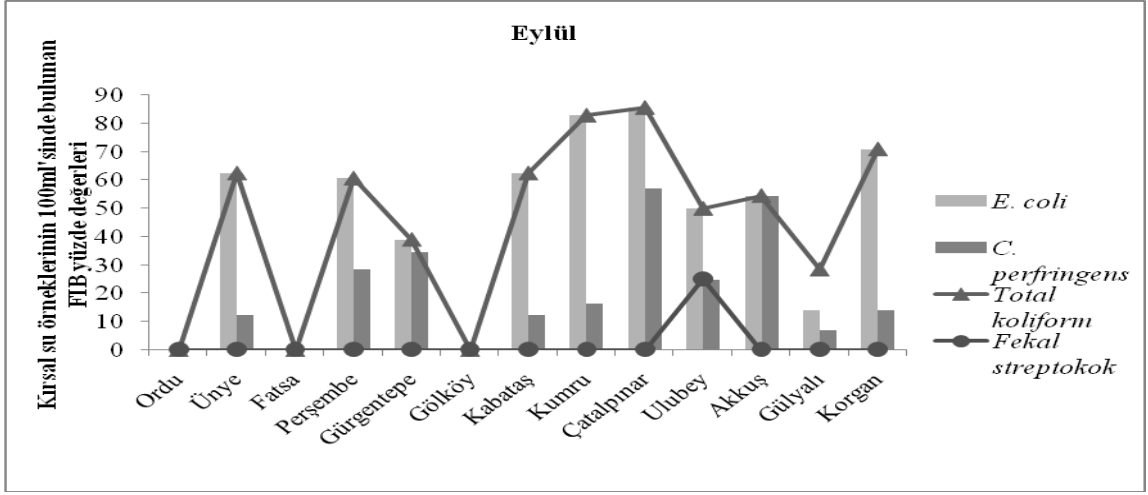
Ordu ili ve ilçelerinden alınan işlem görmemiş 1020 kırsal su örneğindeki (yer altı, kaynak, yüzey) FIB membran filtre yöntemi kullanılarak tespit edildi ve FIB'nin değerleri KOB/100 ml'de değerlendirildi.

2010 yılı sonbahar dönemi kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin sonuçları çizelge 4.1.1.1 ve şekil 4.1.1.1-3'te gösterildi. Ordu ili ve ilçelerinden alınan Eylül ayına ait 130 su örneğinin TC, EC, CP, FC sonuçları sırasıyla 64 (%49), 61 (%46.9), 31 (%23.8), 1 (%0.7) olarak belirlendi. Ekim ayındaki 204 su örneğinin sonuçları TC, EC, CP, FC için sırasıyla 126 (%61.7), 116 (%56.8), 27 (%13), 32 (%15.6) iken; Kasım ayında 208 kırsal su örneğinin TC, EC, CP, FC sonuçları ise 114 (%54.8), 98 (%47), 29 (%13.9), 16 (%7.6) şeklinde tespit edildi. Kısaca, sonbahar mevsimine ait 542 su örneğindeki FIB'nin sonuçları TC, EC, CP, FC için sırasıyla 304 (%55.15), 275 (%50.23), 87 (%16.9), 49 (%7.96) olarak bulundu.

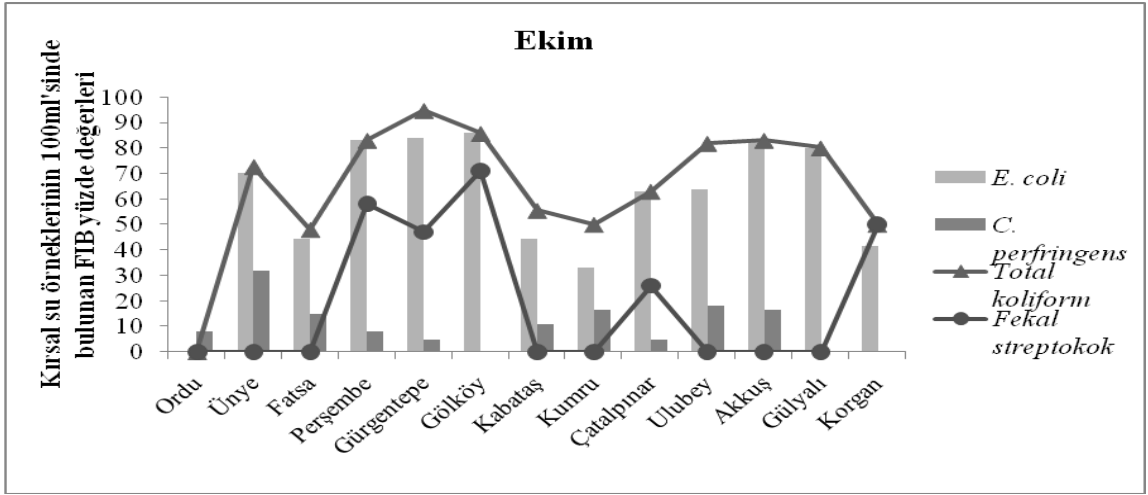
Ordu ili ve ilçelerinden toplanan kırsal su örneklerindeki TC, EC, CP, FC değerleri Aralık ayındaki 154 kırsal su örneği için sırasıyla: 56 (%36), 48 (%31), 13 (%8), 11 (%7.3), Ocak ayındaki 163 su örneği için 68 (%41.7), 47 (%28.8), 21 (%12.8), 10 (%6.13); Şubat ayındaki 161 kırsal su örneği için 65 (%40), 59 (%36.6), 20 (%12), 14 (%8.7) olarak bulundu. Kısaca, kış aylarında Ordu ili ve ilçelerinden alınan kırsal su kaynaklarındaki FIB'nin değerleri toplanan 478 su örneğinde TC, EC, CP, FC için sırasıyla 189 (%39.23), 154 (%32.13), 54 (%10.93), 35 (%7.3) olarak bulundu. 2010 yılı kış dönemi kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin sonuçları çizelge 4.1.1.2 ve şekil 4.1.1.4-6'da gösterildi.

Çizelge 4.1.1.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin sonbahar dönemindeki yüzde dağılımı

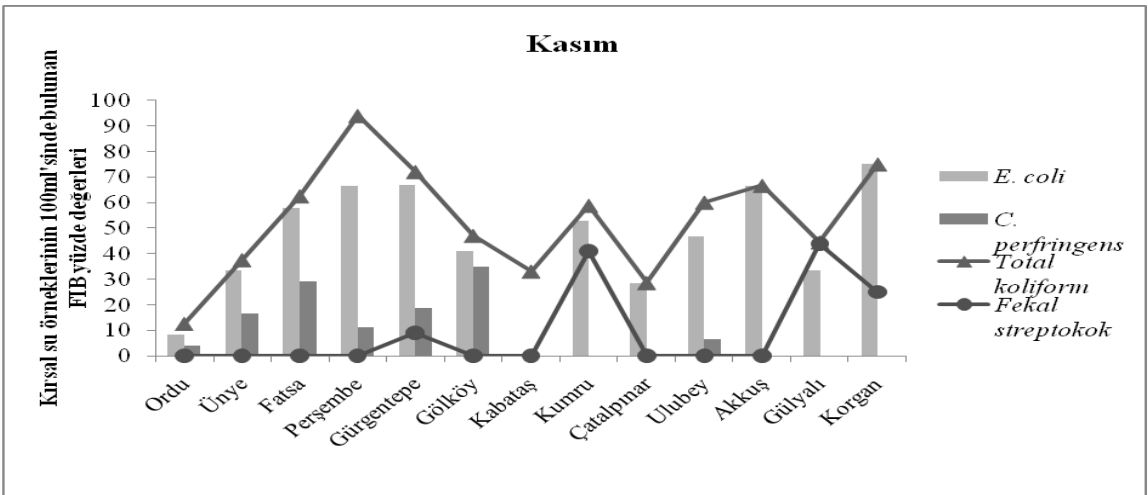
Aylar	Örnekleme alanı	Su örnekleri (yeraltı, kaynak, yüzey)	TC	%	EC	%	CP	%	FC	%
Eylül	Ordu	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gürgentepe	8	5	62.5	5	62.5	1	12.5	-	-
	Gülyalı	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ünye	28	17	60.7	17	60.7	8	28.5	-	-
	Fatsa	23	9	39	9	39	8	34.7	-	-
	Çatalpınar	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kumru	8	5	62.5	5	62.5	1	12.5	-	-
	Akkuş	6	5	83	5	83	1	16.6	-	-
	Korgan	7	6	85.7	6	85.7	4	57	-	-
	Kabataş	4	2	50	2	50	1	25	1	25
	Perşembe	11	6	54.5	5	54.5	5	54.5	-	-
	Ulubey	14	4	28.5	2	14	1	7	-	-
	Gölköy	7	5	71	5	71	1	14	-	-
	Toplam	130	64			61		31	1	
	% pozitif			%49		%46.9		%23.8		%0.7
Ekim	Ordu	21	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gürgentepe	12	10	83	10	83	1	8	7	59
	Gülyalı	6	5	83	5	83	1	16.6	-	-
	Ünye	44	32	72.7	31	70	14	31.8	-	-
	Fatsa	27	13	48	12	44.4	4	14.8	-	-
	Çatalpınar	9	5	55.5	4	44.4	1	11	-	-
	Kumru	11	9	81.8	7	63.6	2	18	-	-
	Akkuş	12	6	50	5	41.6	-	-	6	50
	Korgan	5	4	80	4	80	-	-	-	-
	Kabataş	19	12	63	12	63	1	5	5	26
	Perşembe	7	6	85.7	6	85.7	-	-	5	71
	Ulubey	12	6	50	4	33	2	16.6	-	-
	Gölköy	19	18	94.7	16	84	1	5	9	47
	Toplam	204	126			116		27	32	
	% pozitif			%61.7		%56.8		%13		%15.6
Kasım	Ordu	24	3	12.5	2	8.3	1	4	-	-
	Gürgentepe	7	2	28.5	2	28.5	-	-	-	-
	Gülyalı	3	1	33	-	-	-	-	-	-
	Ünye	24	15	62.5	14	58	7	29	-	-
	Fatsa	24	9	37.5	8	33.3	4	16.6	-	-
	Çatalpınar	17	8	47	7	41	6	35	-	-
	Kumru	15	9	60	7	46.6	1	6.6	-	-
	Akkuş	9	4	44.4	3	33.3	-	-	4	44
	Korgan	3	2	66.6	2	66.6	-	-	-	-
	Kabataş	4	3	75	3	75	-	-	1	25
	Perşembe	43	31	72	29	67	8	18.6	4	9
	Ulubey	18	17	94	12	66.6	2	11	-	-
	Gölköy	17	10	58.8	9	52.9	-	-	7	41
	Toplam	208	114			98		29	16	
	% pozitif			%54.8		%47		%13.9		%7.6
Sonbahar	Toplam pozitif	542	304		275		87	49		
	%			%55.15		%50.23		%16.9		%7.96



Şekil 4.1.1.1. Eylül-ay Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri



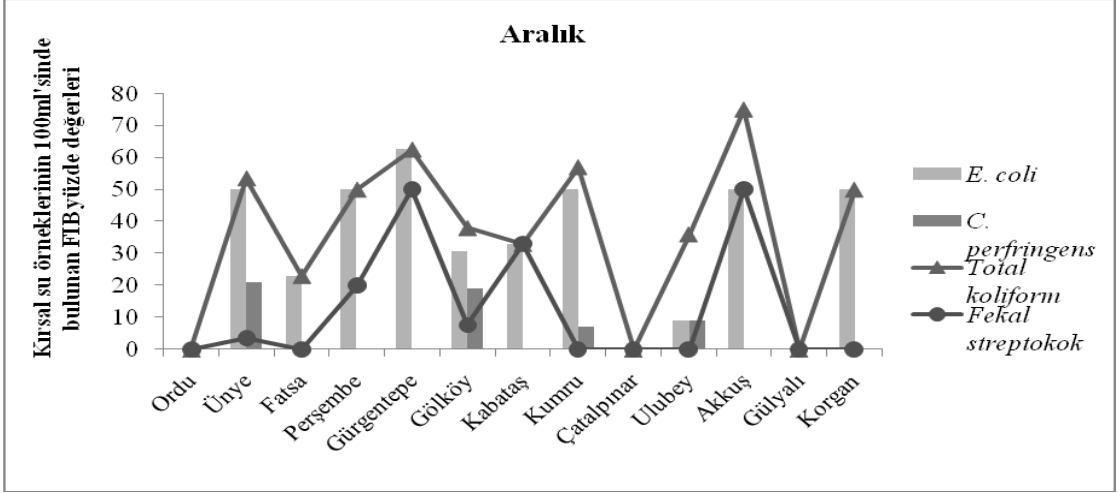
Şekil 4.1.1.2. Ekim ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri



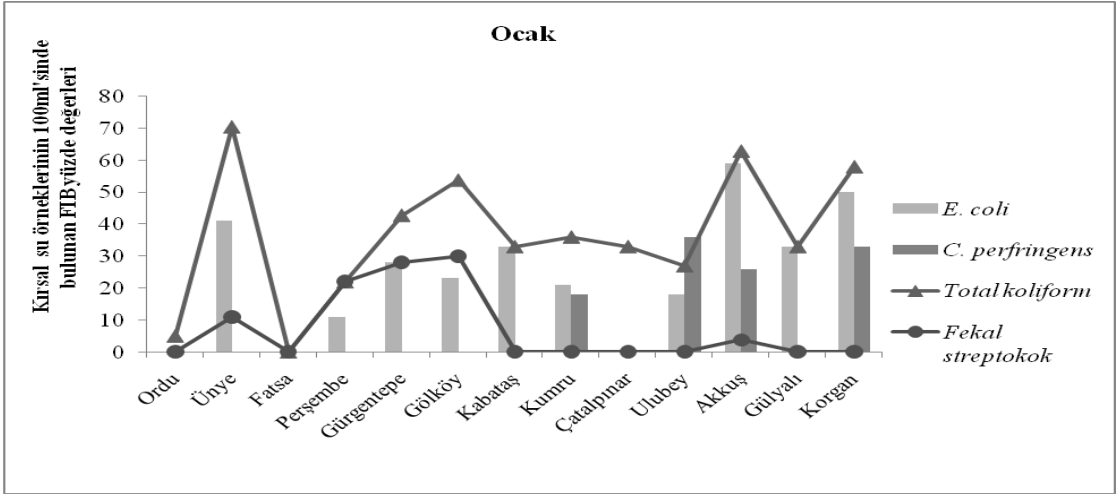
Şekil 4.1.1.3. Kasım ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri

Çizelge 4.1.1.2. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerinde FIB'nin kış dönemindeki yüzde dağılımı

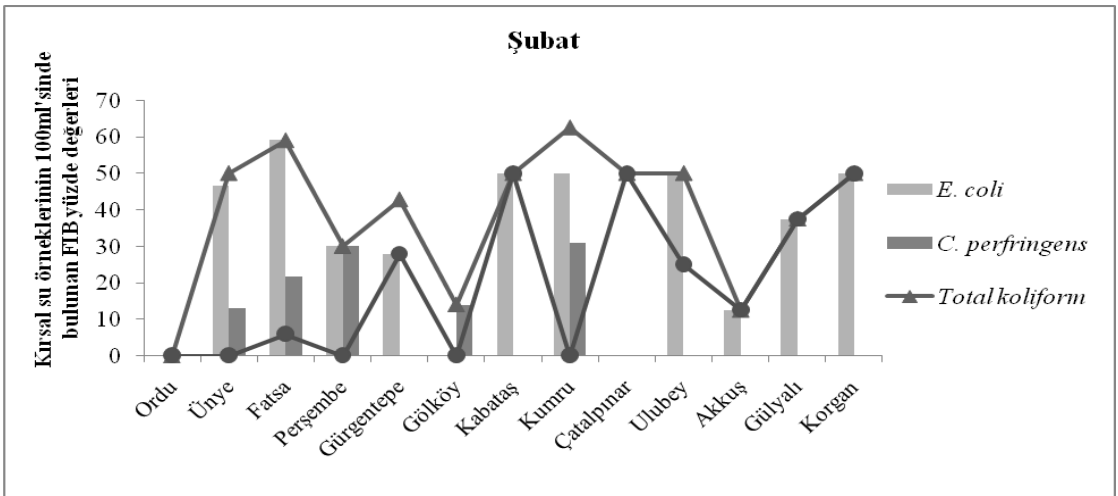
Aylar	Örnekleme alanı	Su örnekleri	TC	%	EC	%	CP	%	FC	%
Aralık	Ordu	25	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gürgentepe	8	5	62.5	5	62.5	-	-	3	50
	Gülyalı	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ünye	28	15	53.5	14	50	6	21	1	3.5
	Fatsa	13	3	23	3	23	-	-	-	-
	Çatalpınar	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kumru	14	8	57	7	50	1	7	-	-
	Akkuş	4	3	75	2	50	-	-	2	50
	Korgan	4	2	50	2	50	-	-	-	-
	Kabataş	3	1	33	1	33	-	-	1	33
	Perşembe	10	5	50	5	50	-	-	2	20
	Ulubey	11	4	36	1	9	1	9	-	-
	Gölköy	26	10	38	8	30.7	5	19	2	7.6
	Toplam	154	56			48		13		11
	% pozitif			%36		%31		%8		%7.3
Ocak	Ordu	20	1	5	-	-	-	-	-	-
	Gürgentepe	9	2	22	1	11	-	-	2	22
	Gülyalı	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ünye	27	17	62.9	16	59	7	25.9	1	3.7
	Fatsa	33	12	36	7	21	6	18	-	-
	Çatalpınar	11	3	27	2	18	4	36	-	-
	Kumru	3	1	33	-	-	-	-	-	-
	Akkuş	13	7	53.8	3	23	-	-	3	30
	Korgan	3	1	33	1	33	-	-	-	-
	Kabataş	6	2	33	2	33	-	-	-	-
	Perşembe	7	3	42.8	2	28	-	-	2	28
	Ulubey	12	7	58	6	50	4	33	-	-
	Gölköy	17	12	70.5	7	41	-	-	2	11
	Toplam	163	68			47		21		10
	% pozitif			%41.7		%28.8		%12.8		%6.13
Şubat	Ordu	23	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gürgentepe	7	3	42.8	2	28	-	-	2	28
	Gülyalı	2	1	50	-	-	-	-	1	50
	Ünye	32	19	59	19	59	7	21.8	2	6
	Fatsa	30	15	50	14	46.6	4	13	-	-
	Çatalpınar	7	1	14	-	-	1	14	-	-
	Kumru	10	3	30	3	30	3	30	-	-
	Akkuş	8	1	12.5	1	12.5	-	-	1	12.5
	Korgan	2	1	50	1	50	-	-	1	50
	Kabataş	8	3	37.5	3	37.5	-	-	3	37.5
	Perşembe	8	4	50	4	50	-	-	2	25
	Ulubey	16	10	62.5	8	50	5	31	-	-
	Gölköy	8	4	50	4	50	-	-	4	50
	Toplam	161	65			59		20		14
	% pozitif			%40		%36.6		%12		%8.7
KIŞ	Toplam pozitif	478	189		154		54		35	
	%			%39.23		%32.13		%10.93		%7.3



Şekil 4.1.1.4. Aralık ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri



Şekil 4.1.1.5. Ocak ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri



Şekil 4.1.1.6. Şubat ayı Ordu ve ilçelerindeki kırsal su örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri

4.1.2. Kırsal İçme Suyu Örneklerindeki FIB'nin Analiz Sonuçları

Ordu ili ve ilçelerinden alınan 300 kırsal içme suyu örneğindeki FIB, membran filtre yöntemi kullanılarak tespit edildi ve 100 ml'deki toplam bakteri sayısı (KOB/100 ml) değerlendirildi.

2010 Eylül-2011 Şubat döneminde Ordu ili ile Fatsa, Çatalpınar, Kumru ve İkizce ilçelerinin her birinden onar örnek olmak üzere aylık 50 kırsal içme suyu örneği FC ve EC açısından incelendi. Sonbahar dönemi kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri çizelge 4.1.2.1'te gösterildi. İncelenen 50 su örneğinin Eylül ayına ait FC, EC sonuçları sırasıyla 38 (%76), 41 (%82); Ekim ayında 35 (%70), 40 (%80) iken; Kasım ayında ise 12 (%24), 20 (%40) şeklinde tespit edildi. Kısaca, Sonbahar dönemine ait 150 kırsal içme suyu örneğinin KOB/100 ml'deki FC ve EC sonuçları sırasıyla 85 (%56.66), 101(%67.33) olarak bulundu. Ordu ili ve ilçelerine ait kırsal içme suyundaki FC, EC'nin 100ml'deki sayım sonuçları Çizelge 4.1.2.2'te verildi.

Çizelge 4.1.2.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC'nin sonbahar dönemindeki yüzde dağılım

Aylar	Örneklem alanı	Su örnekleri (kırsal içme suyu)	FC	%	EC	%
EYLÜL	Ordu	10	6	60	8	80
	Fatsa	10	6	60	6	60
	Çatalpınar	10	8	80	8	80
	Kumru	10	10	100	10	100
	İkizce	10	8	80	9	90
	Toplam	50	38		41	
	% pozitif			%76		%82
EKİM	Ordu	10	5	50	6	60
	Fatsa	10	6	60	8	80
	Çatalpınar	10	6	60	6	60
	Kumru	10	9	90	10	100
	İkizce	10	9	90	10	100
	Toplam	50	35		40	
	% pozitif			%70		%80
KASIM	Ordu	10	4	40	6	60
	Fatsa	10	4	40	5	50
	Çatalpınar	10	0	0	0	0
	Kumru	10	4	40	5	50
	İkizce	10	0	0	4	40
	Toplam	50	12		20	
	% pozitif			%24		%40
SONBAHAR	Toplam pozitif	150	85		101	
	%			%56.66		%67.33

Çizelge 4.1.2.2. Ordu ili ve ilçelerine ait kırsal içme suyundaki FC, EC'nin 100ml'deki sayım sonuçları

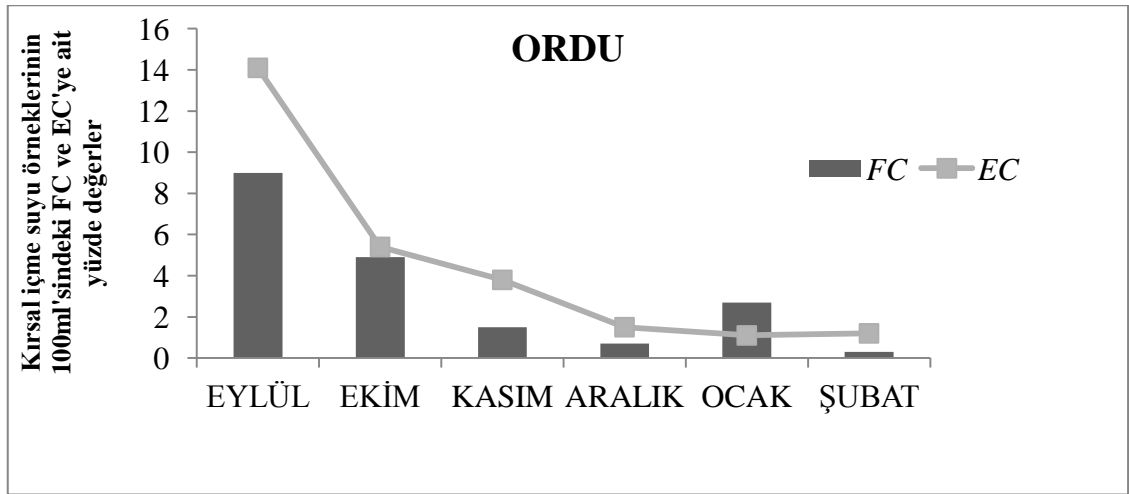
İstasyon	Aylar	1. örnek		2.örnek		3. örnek		4.örnek		5.örnek		6.örnek		7.örnek		8.örnek		9. örnek		10. örnek	
		FC	EC	FC	EC	FC	EC	FC	EC	FC	EC	FC	EC	FC	EC	FC	EC	FC	EC	FC	EC
ORDU	Eylül	2	18	0	15	0	0	0	0	8	4	20	20	20	15	20	29	20	15	0	25
	Ekim	0	0	0	0	15	5	0	7	4	10	5	20	12	3	13	9	0	0	0	0
	Kasım	2	10	0	4	2	2	1	0	0	9	10	5	0	8	0	0	0	0	0	0
	Aralık	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	7	0	0	10
	Ocak	0	0	10	2	12	0	5	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0
	Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	4	0	0
ÇATALPINAR	Eylül	25	28	0	0	0	0	20	20	40	20	46	35	20	10	47	40	45	35	41	28
	Ekim	7	16	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	3	5	2	3	1	7	2	1
	Kasım	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aralık	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0	20	20	32	25	0	15
	Ocak	0	0	0	0	1	0	0	0	13	7	0	0	2	0	0	3	0	0	6	0
	Şubat	0	0	0	0	1	0	5	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
FATSA	Eylül	42	0	8	20	0	24	35	3	0	20	0	0	20	13	3	0	0	20	20	0
	Ekim	16	7	0	6	20	20	0	0	30	14	0	8	8	12	20	20	20	20	0	0
	Kasım	0	0	0	13	9	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	2	12	13	12	3
	Aralık	19	18	13	18	0	0	24	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
	Ocak	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	24	16	20	0	12	18	15
	Şubat	0	8	0	0	0	6	0	4	0	15	4	16	9	0	0	20	19	20	0	20
KUMRU	Eylül	20	19	29	38	20	58	20	50	20	42	39	45	22	50	49	20	20	20	25	20
	Ekim	5	14	6	24	19	15	12	14	40	17	46	29	10	8	33	30	0	27	42	13
	Kasım	0	2	0	0	0	0	0	2	8	16	0	0	2	8	0	0	1	0	1	4
	Aralık	0	24	0	0	0	0	0	1	0	0	21	0	3	16	5	6	2	6	4	8
	Ocak	2	6	2	18	0	0	0	0	0	0	0	6	1	12	1	8	0	0	0	0
	Şubat	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
İKİZCE	Eylül	37	35	0	0	14	13	20	20	20	18	0	50	45	42	15	28	50	44	18	36
	Ekim	0	20	34	23	5	12	44	20	19	20	27	35	23	20	32	55	42	47	26	19
	Kasım	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	8	0	0	0	5	0	3	0	0
	Aralık	7	30	0	0	0	0	6	30	0	10	0	37	3	30	7	0	0	5	0	10
	Ocak	0	0	3	12	2	6	4	12	5	0	12	25	2	0	0	0	0	5	0	0
	Şubat	17	20	11	30	0	9	5	20	0	0	13	35	0	37	11	30	9	23	0	25

Kış dönemi kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin sonuçları çizelge 4.1.2.3'te gösterildi. İncelenen 50 su örneğinin Aralık ayına ait FC, EC sonuçları sırasıyla 17 (%34), 22 (%44), Ocak ayında 20 (%40), 19 (%38) iken; Şubat ayında ise 15 (%30), 21 (%42) şeklinde tespit edildi. Kış dönemine ait 150 kırsal içme suyu örneğinin KOB/100 ml'deki FC ve EC sonuçları sırasıyla 52 (%34.66), 62 (%41.33) olarak bulundu.

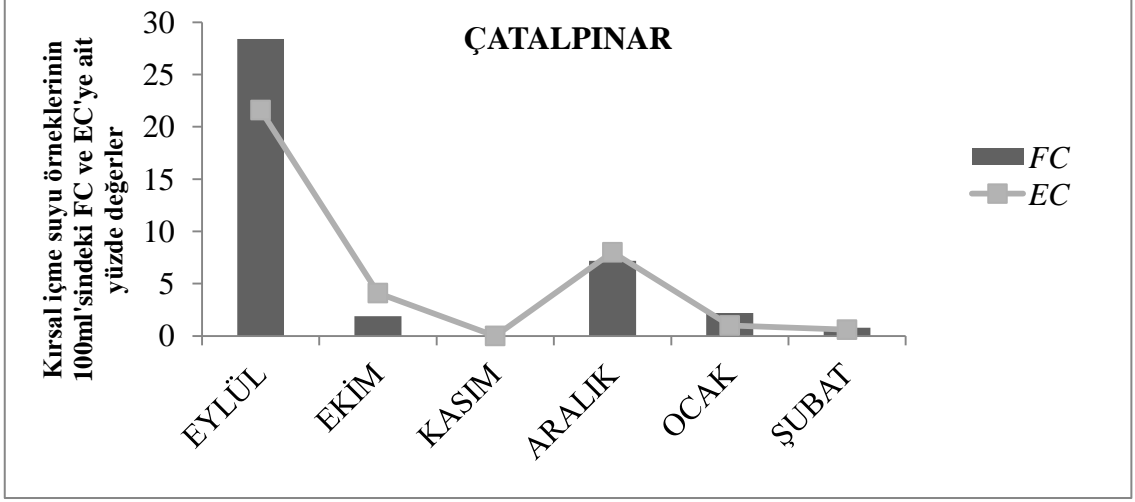
Ayrıca 2010 Eylül-2011 Şubat ayları arasında incelenen kırsal içme suyu örneklerine ait indikatör bakteriler (FC, EC) ile örnek alınan istasyonlar arasındaki ilişkiler şekil 4.1.2.1-5’de verildi.

Çizelge 4.1.2.3. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC’nin kış dönemindeki yüzde dağılımı

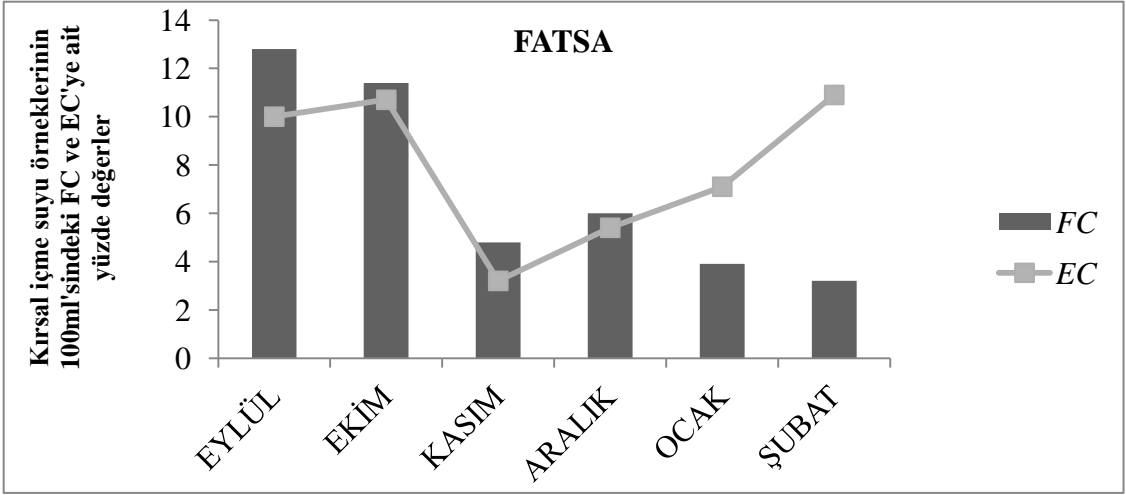
Aylar	Örnekleme alanı	Su örnekleri (kırsal içme suyu)	FC	%	EC	%
ARALIK	Ordu	10	1	10	2	20
	Fatsa	10	4	40	3	30
	Çatalpınar	10	3	30	4	40
	Kumru	10	5	50	6	60
	İkizce	10	4	40	7	70
	Toplam	50	17	%34	22	%44
	% pozitif					
OCAK	Ordu	10	3	30	3	30
	Fatsa	10	4	40	4	40
	Çatalpınar	10	3	30	2	20
	Kumru	10	4	40	5	50
	İkizce	10	6	60	5	50
	Toplam	50	20	%40	19	%38
	% pozitif					
ŞUBAT	Ordu	10	1	10	2	20
	Fatsa	10	3	30	8	80
	Çatalpınar	10	3	30	2	20
	Kumru	10	2	20	0	-
	İkizce	10	6	60	9	90
	Toplam	50	15	%30	21	%42
	% pozitif					
KIŞ	Toplam pozitif	150	52	%34.66	62	%41.33



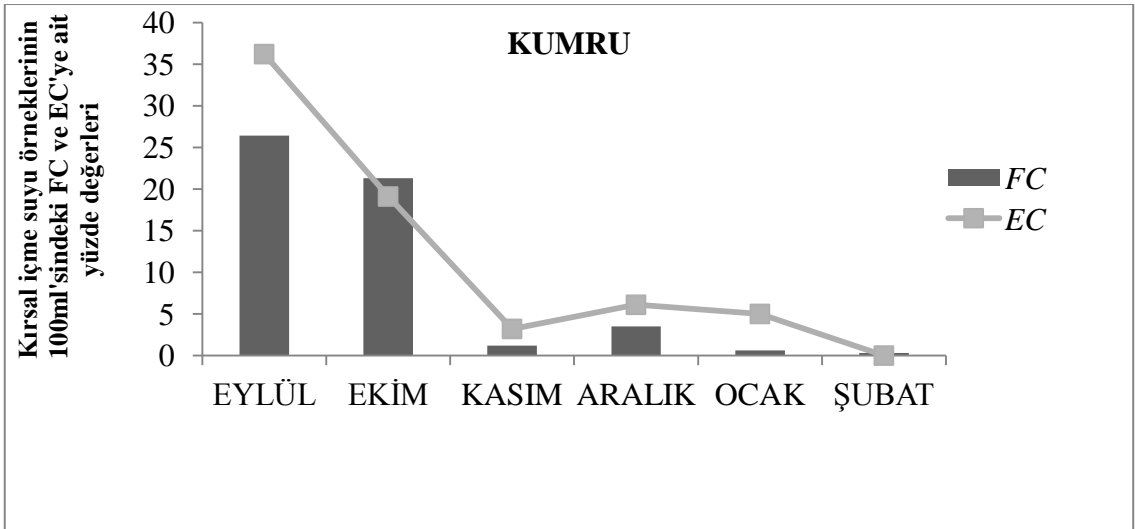
Şekil 4.1.2.1. Eylül ve Şubat ayları arasında Ordu’ya ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB’nin yüzde değerleri



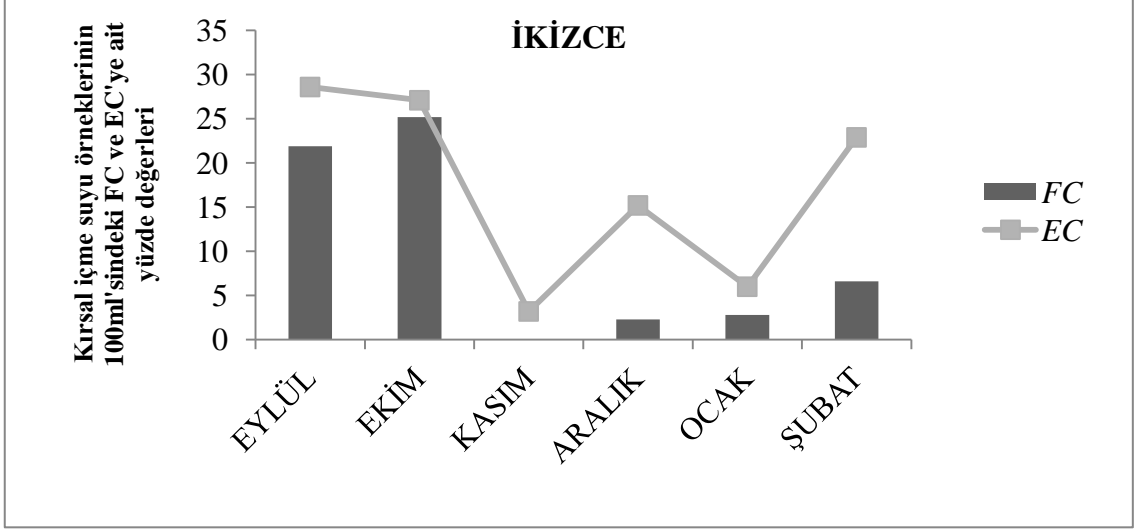
Şekil 4.1.2.2. Eylül ve Şubat ayları arasında Çatalpınar' ya ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri



Şekil 4.1.2.3. Eylül ve Şubat ayları arasında Fatsa' ya ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri



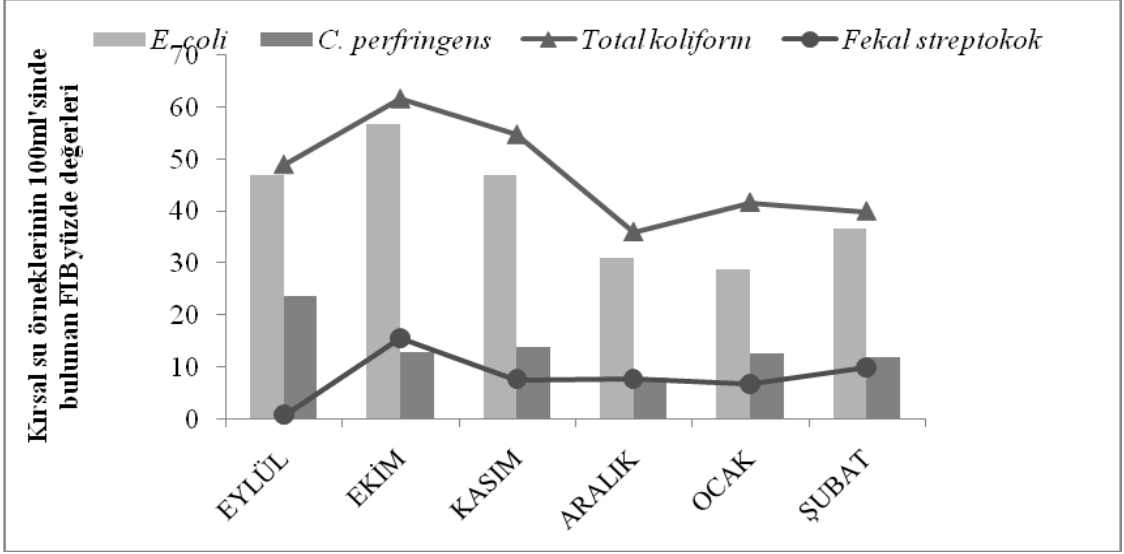
Şekil 4.1.2.4. Eylül ve Şubat ayları arasında Kumru'ya ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri



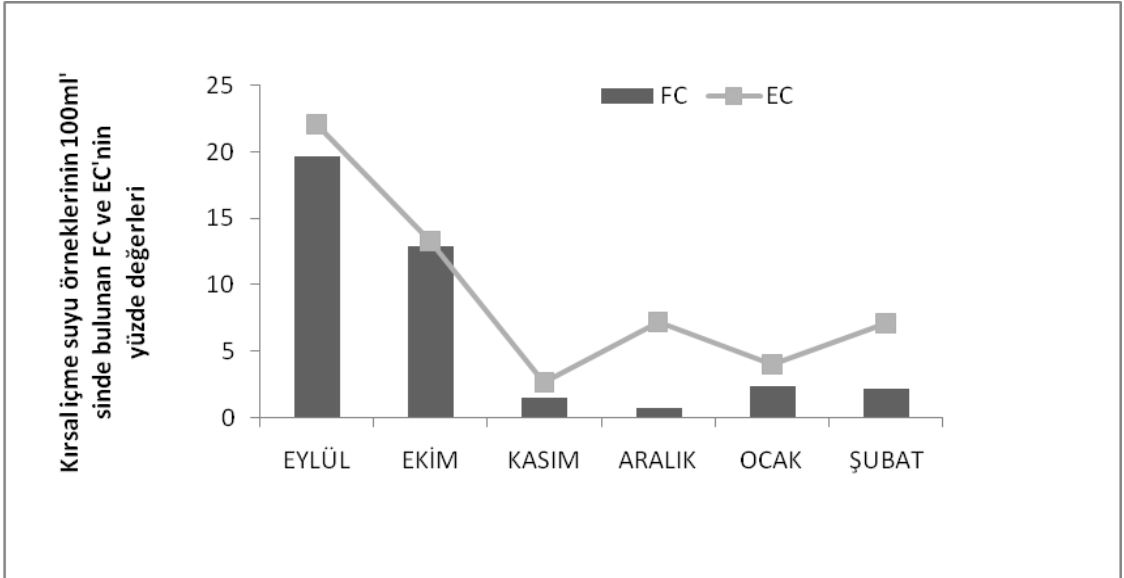
Şekil 4.1.2.5. Eylül ve Şubat ayları arasında İkizce' ye ait kırsal içme suyu örneklerinde bulunan FIB'nin yüzde değerleri

4.1.3. Kırsal Sular ve Kırsal İçme Sularındaki İndikatör Bakterilerin Yağış-Sıcaklık Grafiği ile Karşılaştırılması

Kırsal sulara ait FIB'nin aylara göre dağılımı karşılaştırıldığında, Eylül, Ekim ve Kasım aylarına ait FIB yüzde değerlerinin; Aralık, Ocak, Şubat aylarına ait değerlerden daha yüksek olduğu tespit edildi. Özellikle Ekim ayında FIB'nin en yüksek değerlerine ulaştığı gözlemlendi (Şekil 4.1.3.1). Kırsal içme suyundaki FC ve EC'nin tüm aylara ait sonuçları karşılaştırıldığında ise en yüksek değerlerin Eylül ve Ekim aylarında olduğu gözlemlendi (Şekil 4.1.3.2).



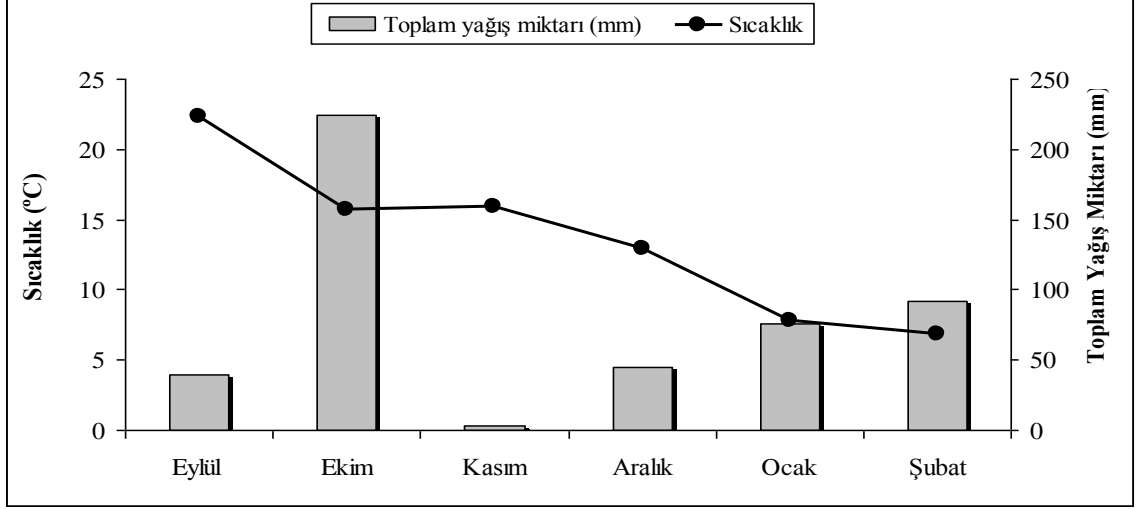
Şekil 4.1.3.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin aylara göre dağılımı



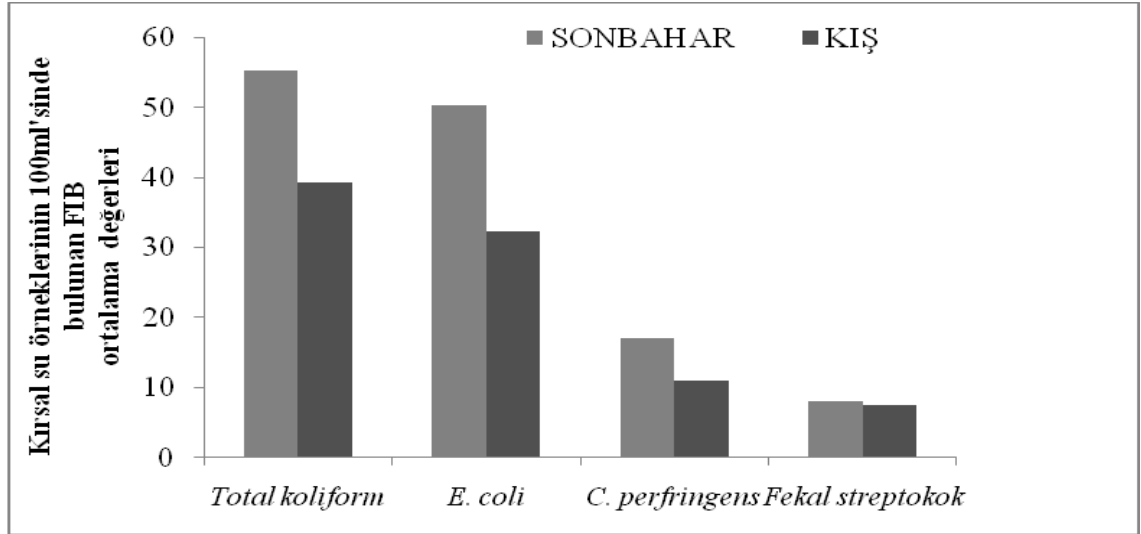
Şekil 4.1.3.2. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FIB'nin aylara göre dağılımı

Aylık ortalama değerlere göre hazırlanmış Ordu ili yağış-sıcaklık grafiği şekil 4.1.3.3'te verildi. Kırsal su örneklerindeki FIB sonuçlarının sonbahar ve kış ortalamalarının en yüksek değerine sonbahar mevsiminde rastlandı (Şekil 4.1.3.4). Sonbahar dönemindeki yüksek FIB oranının yağış sıcaklık grafiği ile karşılaştırıldığında yağış miktarına paralel olarak arttığı gözlemlendi. Benzer sonuçlar kırsal içme suyunda bulunan sonbahar mevsimindeki FC ve EC değerlerinde de rastlanıp kış mevsimi ortalamasından oldukça yüksek olduğu gözlemlendi (Şekil 4.1.3.5). Bu dönemdeki bakteriyel artış yağış sıcaklık grafiği ile karşılaştırıldığında yine yağış miktarına paralel olarak artış gözlemlendiği tespit edildi. Kısacası, kırsal sular ve kırsal içme sularındaki

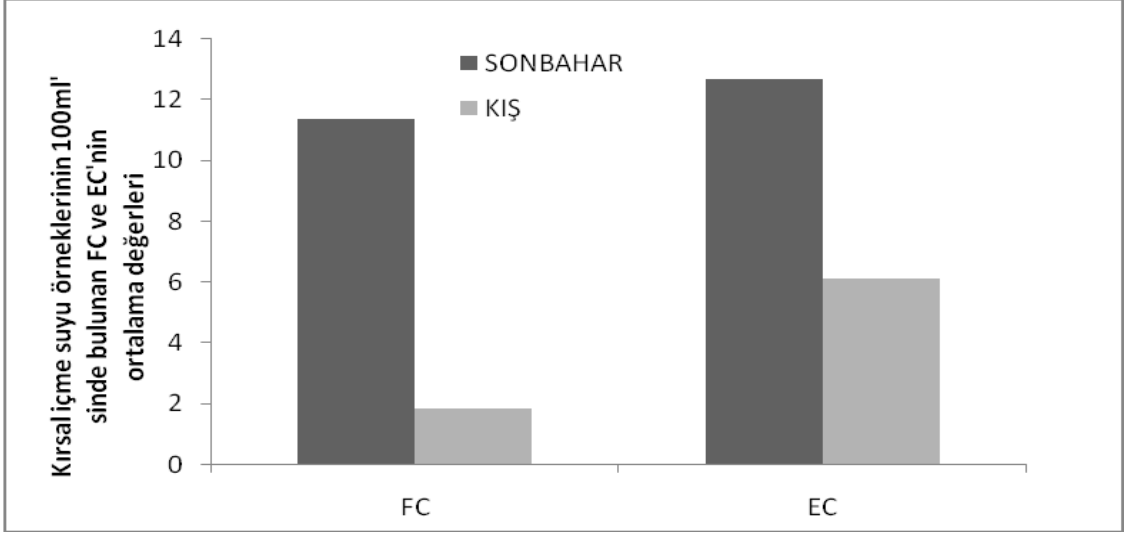
mikrobiyal kontaminasyonun artış nedenlerinin yağış miktarıyla paralellik gösterdiği belirtildi.



Şekil 4.1.3.3. Ordu ili 2010 Eylül-2011 Şubat dönemi yağış-sıcaklık grafiği



Şekil 4.1.3.4. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin mevsimlere göre dağılımı

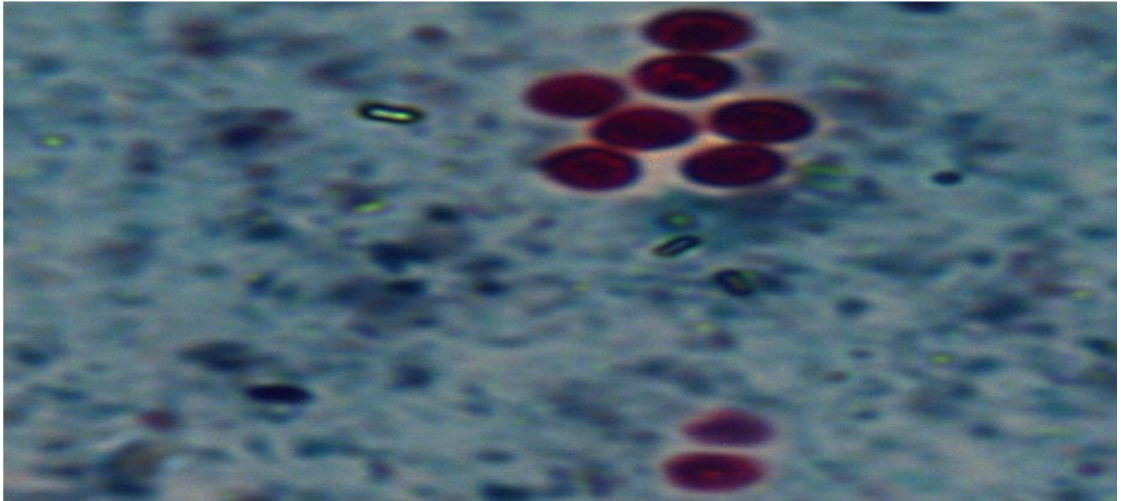


Şekil 4.1.3.5. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FIB'nin mevsimlere göre dağılımı

4.2. Su Kökenli Protozoonun Analiz Sonuçları

4.2.1. Mikroskop Yöntemiyle *Cryptosporidium* Parazitinin Tespiti

2010 Aralık ayından başlayıp 2011 Kasım ayı dahil bir yıl süreyle Ordu ilinde belirlenen 5 istasyondan su örnekleri aylık olarak *Cryptosporidium* parazitinin tespiti yapılmak üzere toplandı. Toplanan örnekler modifiye edilmiş asit-fast boyama yöntemiyle boyanıp ışık mikroskopunda 100X objektifte immersiyon yağı kullanılarak incelendi. *Cryptosporidium* ookistleri mavimsi yeşil zeminde kenar cidarları yuvarlak yaklaşık 4-6 µm çapında pembe-mor renkleriyle görüntülendi (Şekil 4.2.1.1).

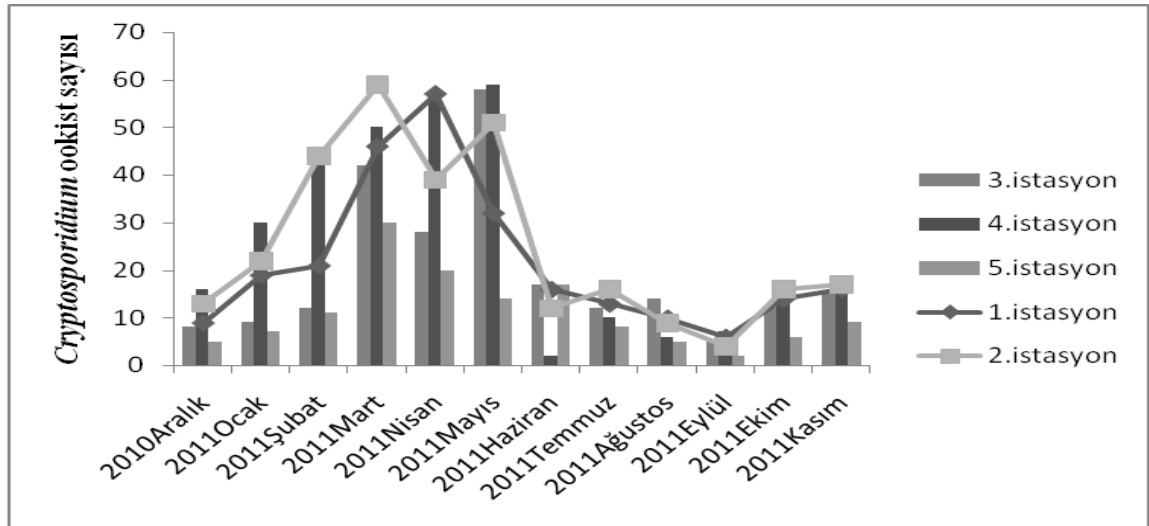


Şekil 4.2.1.1. Deniz suyu örneklerindeki *Cryptosporidium* ookistlerinin ışık mikroskopundaki görüntüsü

Toplanan örneklere ait parazit sayım sonuçları yüzdesi aşağıda belirtildiği gibidir. Ordu ili Samsun yolu üzerindeki şehir girişinin 1. istasyon noktasından alınan yüzde değerler aylık olarak sırasıyla; %3.47, %7.33, %8.11, %17.76, %22.01, %12.35, %6.17, %5.02, %3.86, %2.31, %5.4, %6.17 bulundu. 2. istasyon olan Bülbül Deresi ile deniz suyunun birleşim noktasından alınan örneklerdeki parazit sayımının yüzde değerleri; %4.3, %7.28, %14.57, %19.53, %12.91, %16.88, %3.97, %5.3, %2.98, %1.32, %5.3 ve %5.63 bulundu. 3. istasyon olan Civil Deresi ile deniz suyunun birleşim noktasından alınan örneklerdeki parazit sayımının yüzde değerleri; %3.45, %3.88, %5.17, %18.1, %12.07, %25, %7.32, %5.17, %6.03, %2.15, %5.12, %6.46 olarak bulundu. 4 nolu istasyon ise Orta Karadeniz ile Doğu Karadeniz arasında sınır olan Melet Irmağı'nın deniz suyu ile birleştiği noktadır. Bu istasyonun yüzde değerleri; %5.03, %9.43, %14.46, %15.72, %17.92, %18.55, %0.63, %3.14, %1.88, %2.2, %5.66, %5.34 olarak bulundu. Ordu ili Giresun yolu üzerinde şehrin çıkış noktasından alınan 5 nolu istasyonun değerleri ise sırasıyla %3.73, %5.22, %8.21, %22.38, %14.92, %10.44, %12.68, %5.97, %3.73, %1.49, %4.47 ve %6.71 olarak tespit edildi (Çizelge 4.2.1.1). Ayrıca *Cryptosporidium* ookist verilerinin aylara göre dağılımı şekil 4.2.1.2'te gösterildiği gibidir.

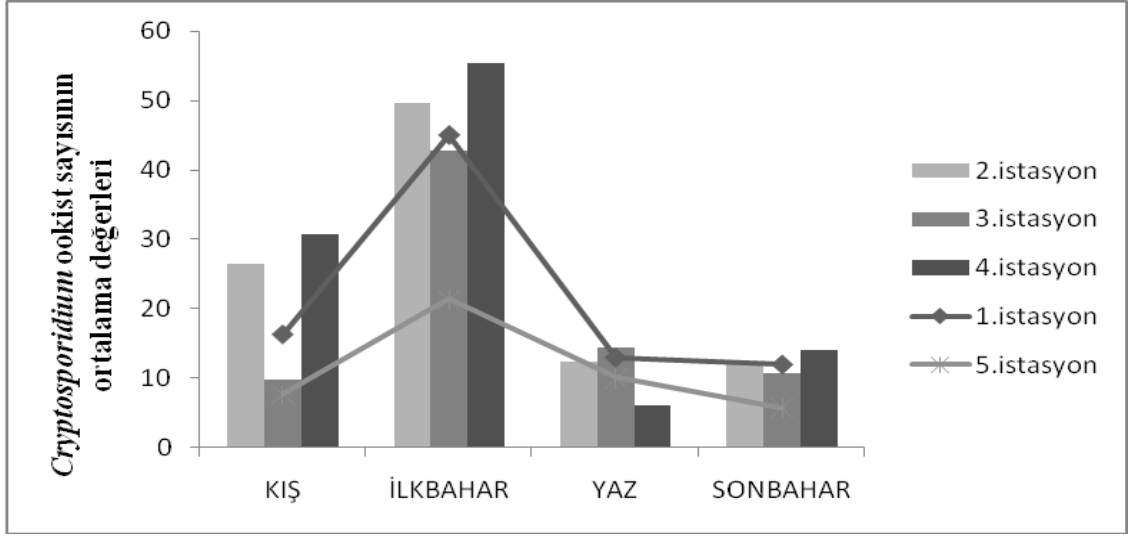
Çizelge 4.2.1.1. 2010 Aralık-2011 Kasım dönemi *Cryptosporidium* ookisti sayım sonuçları

Aylar	1. istasyon	%	2. istasyon	%	3. istasyon	%	4. istasyon	%	5. istasyon	%
2010										
Aralık 2010	9	3.47	13	4.3	8	3.45	16	5.03	5	3.73
Ocak 2011	19	7.33	22	7.28	9	3.88	30	9.43	7	5.22
Şubat 2011	21	8.11	44	14.57	12	5.17	46	14.46	11	8.21
Mart 2011	46	17.76	59	19.53	42	18.1	50	15.72	30	22.38
Nisan 2011	57	22.01	39	12.91	28	12.07	57	17.92	20	14.92
Mayıs 2011	32	12.35	51	16.88	58	25	59	18.55	14	10.44
Haziran 2011	16	6.17	12	3.97	17	7.32	2	0.63	17	12.68
Temmuz 2011	13	5.02	16	5.3	12	5.17	10	3.14	8	5.97
Ağustos 2011	10	3.86	9	2.98	14	6.03	6	1.88	5	3.73
Eylül 2011	6	2.31	4	1.32	5	2.15	7	2.2	2	1.49
Ekim 2011	14	5.4	16	5.3	12	5.12	18	5.66	6	4.47
Kasım 2011	16	6.17	17	5.63	15	6.46	17	5.34	9	6.71
Toplam	259		302		232		318		134	

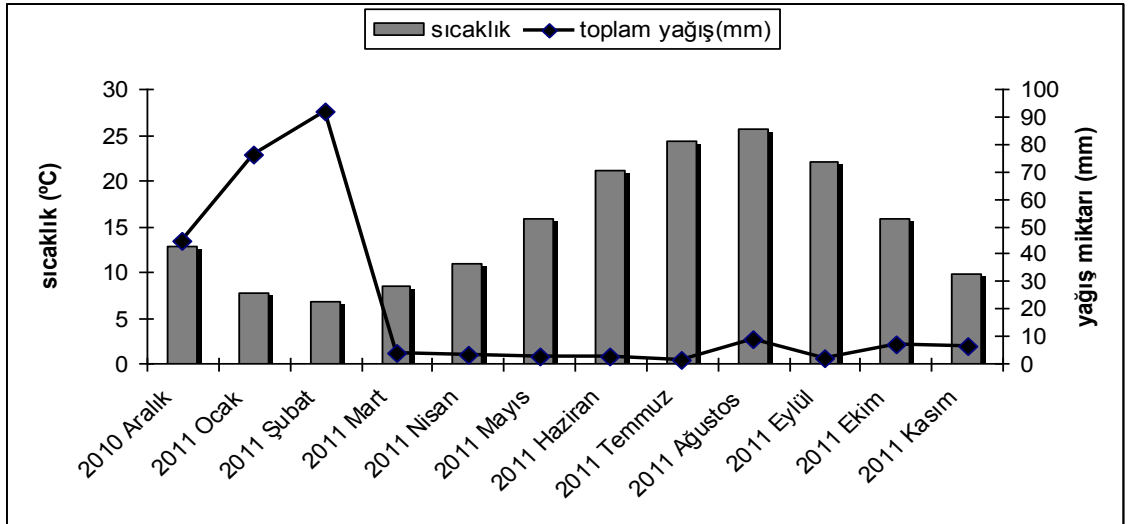
Şekil 4.2.1.2. Ordu ili 5 farklı istasyondan alınan su örneklerinin *Cryptosporidium* ookist dağılımı

Ordu deniz suyuna ait örneklerde MAF tekniği ile sayılan *Cryptosporidium* ookist sonuçlarının mevsimlere ait ortalamaları karşılaştırıldığında 5 istasyonda da

İlkbahar mevsiminde bu parazitin en yüksek değere ulaştığı gözlemlendi (Şekil 4.2.1.3). Şekil 4.2.1.4'deki yağış sıcaklık grafiğine göre en fazla yağış Şubat ayında gözlemlendi. Dikkat çekici olan, bu iki grafik karşılaştırıldığında sıcaklığın düşük olduğu aylarda ve Şubat ayını takip eden bahar aylarında ookist miktarında artış gözlemlenmesidir. Yoğun yağışlar sonrasında ve kar erimelerinin olduğu Mart ve Nisan dönemlerinde, debisi artan dereler aracılığıyla denize kirliliğin, dolayısıyla ookistlerin taşınması olasıdır.



Şekil 4.2.1.3. Ordu ili deniz sularında bulunan *Cryptosporidium* ookisti ortalama değerlerinin mevsimlere göre dağılımı



Şekil 4.2.1.4. Ordu ili 2010 Aralık-2011 Kasım dönemi yağış-sıcaklık grafiği

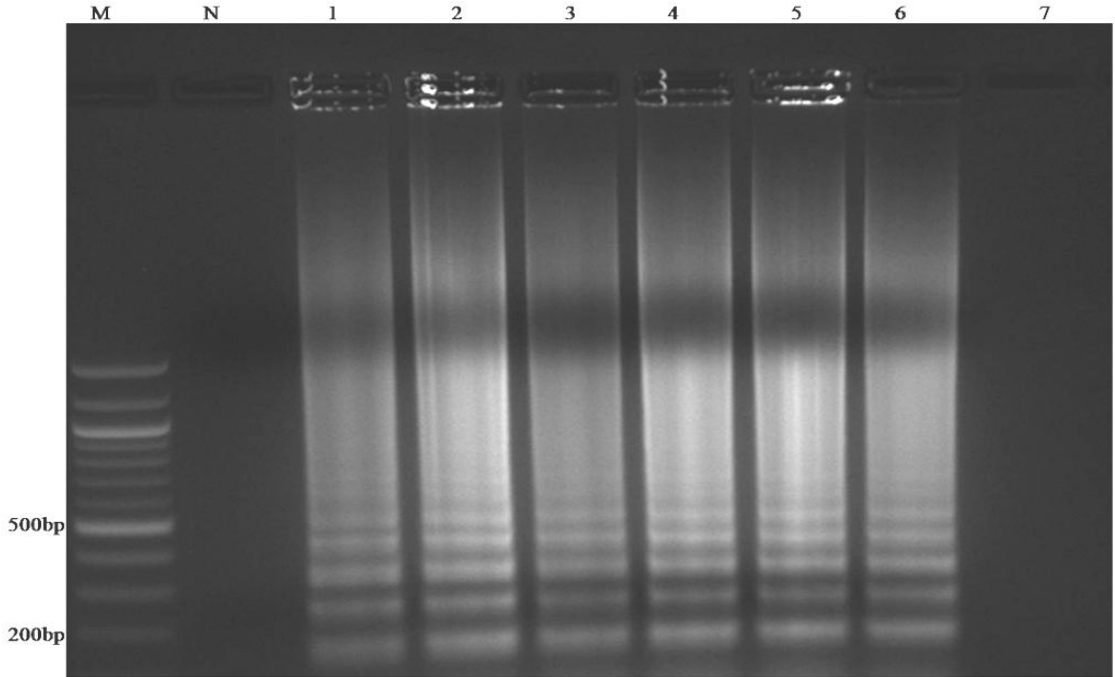
4.2.2. Moleküler Yöntemlerle *Cryptosporidium* Parazitinin Tespiti

4.2.2.1. İlmige Dayalı İzotermal Amplifikasyon Yöntemi (LAMP)

Topladığımız örneklerin LAMP tekniğiyle testlenmesinden önce bu tekniğin optimizasyon çalışması hassasiyet deneyi ve miktarı bilinen ookistlerin ilave edildiği su örneklerinden elde edilen DNA'ların testlendiği doğrulama deneyleri ile yapıldı.

4.2.2.1.1 Hassasiyet Deneyi

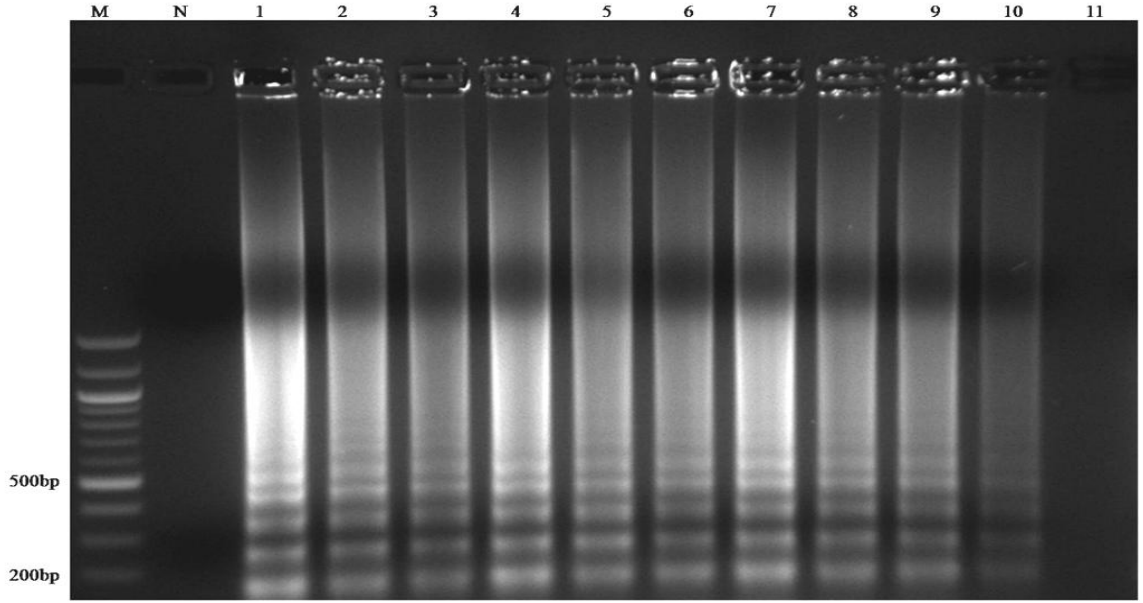
Pozitif olduğunu bildiğimiz *Cryptosporidium* IOWA DNA'sının (10 ng) seri sulandırılmaları yapılarak en az hangi konsantrasyonda LAMP tekniğiyle çoğaltılabileceği tespit edildi. *Cryptosporidium* IOWA DNA'sı nukleaz içermeyen su kullanılarak 10^{-1} den 10^{-6} 'e kadar seri olarak sulandırıldı. Elde edilen farklı konsantrasyonlardaki DNA'lara LAMP tekniği uygulandı ve elde edilen ürün %1.5'lik agaroz jel elektroforezde görüntülendi (Şekil 4.2.2.1.1.1).



Şekil 4.2.2.1.1.1. LAMP tekniğiyle çoğaltılan seri sulandırılmış *Cryptosporidium* IOWA DNA'sının agaroz jeldeki görüntüsü. M: 100 bp marker, N: distile su (negatif), 1-6: *Cryptosporidium* IOWA DNA'sı [(sırasıyla 10ng dan 100fg kadar) (pozitif)], 7: 10 fg *Cryptosporidium* DNA'sı (negatif)

4.2.2.1.2. Miktarı Bilinen Ookistle Doğrulama Deneyi

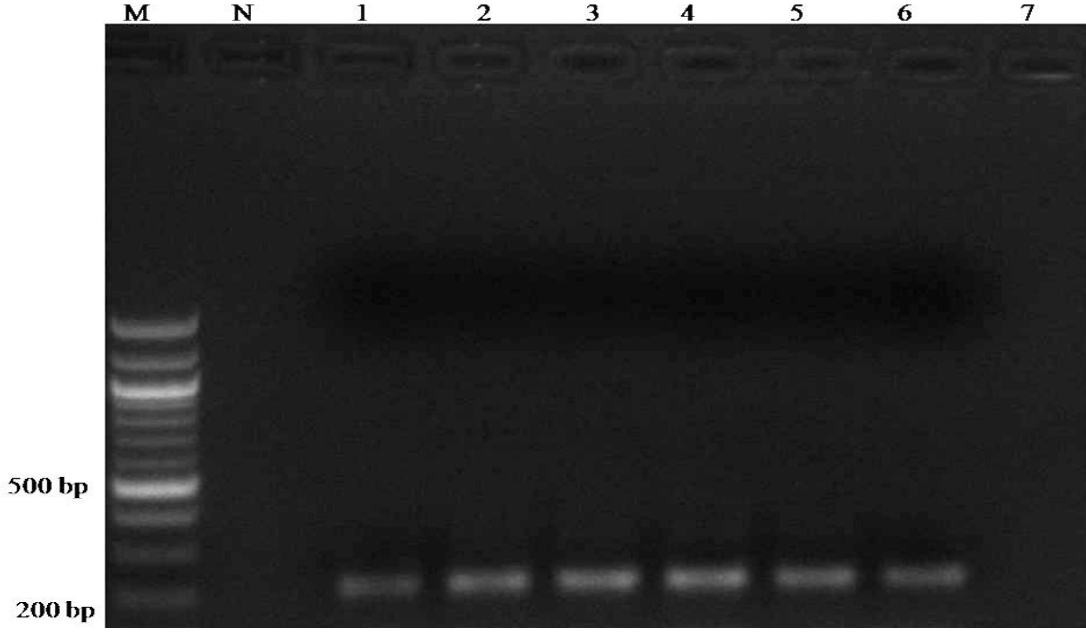
Elimizde mevcut olan stok *Cryptosporidium* IOWA ookistlerinden 10 ookist hemositometre yardımıyla sayıldı. Sükroz gradient yöntemiyle konsantre edilmiş beş istasyondan alınan örneklerle, 5 içme suyu örneğinin 100 ml'sine (%10) 10'ar ookist ilave edildi. Daha sonra bu örneklerden DNA izole edilerek LAMP tekniği uygulandı. Tüm örneklere ait LAMP ürünleri agaroz jelde görüntülendi (Şekil 4.2.2.1.2.1).



Şekil 4.2.2.1.2.1. Miktarı bilinen ookist ilave edilmiş istasyon ve içme suyu örneklerinden elde edilen LAMP ürününün agaroz jeldeki görüntüsü. M: 100 bp marker, N: distile su (negatif), 1-5: sırasıyla her bir istasyondan alınan örneklerin LAMP ürünleri (pozitif), 6-10: İçme suyu örneklerinin LAMP ürünleri (pozitif)

4.2.2.2. PZR Analizi Sonuçları

LAMP tekniğinin doğrulama testlerinin yanı sıra yapılan işlemlerin doğruluğu ikinci kez PZR tekniği kullanılarak tekrarlandı. LAMP tekniği hassasiyet deneyinde yapılan aynı seri sulandırılmış DNA örnekleri bir kez de PZR için kullanıldı. LAMP primerlerinden en dış forward ve revers primerleri kullanılarak yapılan PZR sonuçları agaroz jelde görüntülendi (Şekil 4.2.2.2.1).



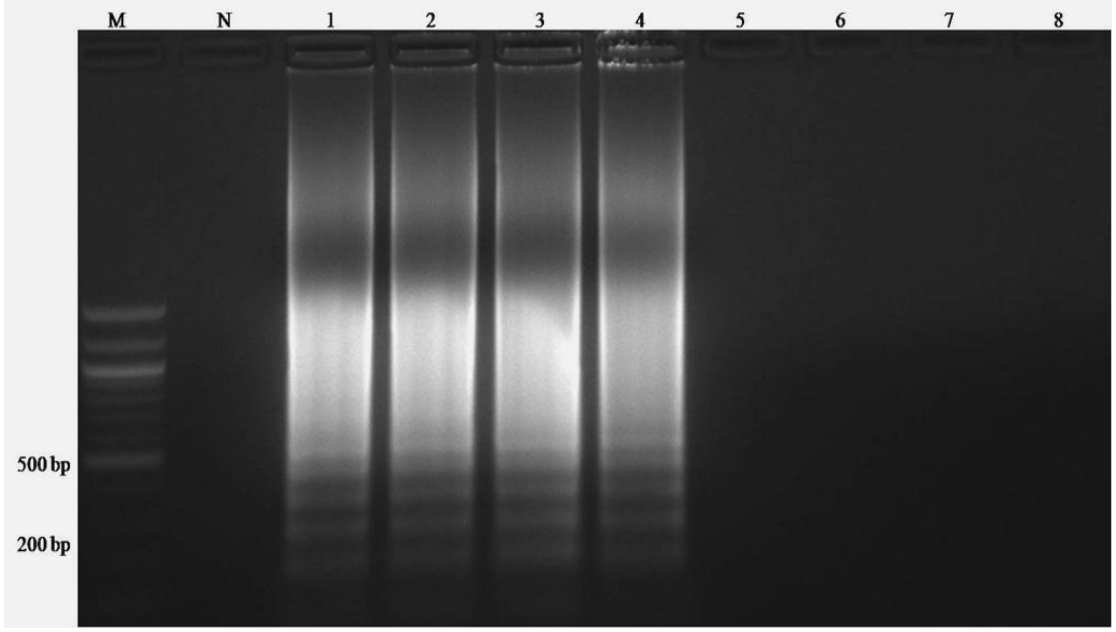
Şekil 4.2.2.2.1. PZR tekniğiyle çoğaltılan seri sulandırılmış *Cryptosporidium* IOWA DNA'sının agaroz jeldeki görüntüsü. M: 100 bp marker, N: distile su (negatif), 1-6: *Cryptosporidium* IOWA DNA'sı [(sırasıyla 10ng dan 100fg kadar) (pozitif)], 7: 10 fg *Cryptosporidium* DNA'sı (negatif)

4.2.2.3. İstasyonlarımıza Ait Örneklerin LAMP Sonuçları

Beş istasyondan alınan her bir örnekten ve 2 içme suyu örneğinden direk olarak DNA izolasyonu yapıldı. Daha sonra bu DNA'lara LAMP tekniği uygulanarak %1.5'lik agaroz jel elektroforezde görüntülendi. 2, 3 ve 4 nolu istasyonlara ait DNA'ların kullanıldığı LAMP sonuçları pozitif bulundu (Şekil 4.2.2.3.1; Çizelge 4.2.2.3.1).

Çizelge 4.2.2.3.1. İstasyonlara ve içme suyuna ait örneklerin LAMP Sonuçları

Deniz suyu örneklerine ait istasyonlar	LAMP tekniği sonuçları
1.istasyon: Ordu-Samsun yolu üzeri şehir girişi	Negatif
2.istasyon: Bülbül Deresi'nin denize döküldüğü kısım	Pozitif
3.istasyon: Civil Deresi'nin denize döküldüğü kısım	Pozitif
4.istasyon: Melet Irmağı'nın denize döküldüğü kısım	Pozitif
5.istasyon: Ordu-Giresun yolu üzeri şehir çıkışı	Negatif
2 farklı noktadan içme suyu	Negatif



Şekil 4.2.2.3.1. İstasyonlara ve içme suyuna ait örneklerin LAMP sonuçlarının agaroz jeldeki görüntüsü. M: 100 bp marker, N: distile su (negatif), 1: *Cryptosporidium* IOWA DNA'sı (pozitif), 2: 2.istasyon (pozitif), 3: 3.istasyon (pozitif), 4: 4.istasyon (pozitif), 5: 1.istasyon (negatif), 6: 5.istasyon (negatif), 7-8:İçme suyu örnekleri (negatif).

4.3. İndikatör Bakterilerin ve Protozoonun Tek Yönlü Varyans Analizi Sonuçları

Ordu ili ve ilçelerindeki kırsal su örnekleri (yüzey, kaynak, yeraltı) ve kırsal içme suyu (işlenmemiş su) örneklerinin FIB (KOB/100 ml) sayısı tespit edildi. Ordu'ya ait FIB yüzde değerlerine SPSS18 istatistik programında Post-Hock, Tukey kullanılarak tek yönlü varyans analizi sonuçları elde edildi. Ordu merkezin analiz sonuçları, Gülyalı, Fatsa, Çatalpınar ilçelerinin sonuçlarıyla benzerlik gösterirken, Ünye, Ulubey, Kabataş, Korgan, Perşembe, Gölköy, Akkuş, Kumru ve Gürgentepe ilçeleriyle arasında önemli farklılıklara rastlandı (Çizelge 4.3.1).

Çizelge 4.3.1. Ordu ve ilçelerine ait kırsal su örneklerindeki FIB'nin tek yönlü varyans analizi sonuçları

Ölçülen ortalama FIB değerleri					
Örnek alınan noktalar	Toplam koliform	<i>Escherichia coli</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	Fekal streptokok	
	(%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri	(%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri	(%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri	(%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri	
Ordu	Gürgentepe	47.3 (7-87)*; p=0.008	44.5 (3-85.9)*; p=0.024	2.7 (21.6-27.1); p=1.00	26.5 (4.4-57.43); p=0.168
	Gülyalı	24.7 (15.45-64.9); p=0.652	12.4 (28.9-53.8); p=0.998	2.1 (22.2-26.4); p=1.00	8.3 (22.6-39.2); p=0.999
	Ünye	59.01 (18.8-99.2)*; p=0.000	58.06 (16.6-99.5)*; p=0.001	25.6 (1.2-50.06)*; p=0.030	2.2 (28.7-33.1); p=1.00
	Fatsa	36 (4.2-76.2); p=0.0124	33.1 (8.2-74.6); p=0.250	15.5 (8.8-39.9); p=0.604	0000 (30.9-30.9); p=1.00
	Çatalpınar	21(19.2 -61.2); p=0.844	15.8 (25.5-57.29); p=0.982	15.3 (9-39.7); p=0.622	.0000 (30.9-30.9); p=1.00
	Kumru	51.1(10.9-91.3)*; p=0.003	40.7 (0.7-82.1); p=0.059	11.6(12.7-36); p=0.622	.0000 (30.9-30.9); p=1.00
	Akkuş	50.2 (9.9-91.3)*; p=0.004	39.18 (2.2-80.6); p=0.082	2.1 (22.2-26.4); p=1.00	31.08 (0.1-62)*; p=0.048
	Korgan	57.9 (17.7-98.2)* p=0.000	59.5 (18-100.9)*; p=0.000	8.8 (15.5-33.2); p=0.989	8.3 (22.6-39.2); p=0.999
	Kabataş	45.6 (5.4-85.8) *; p=0.013	47.2 (5.75-88.6)*; p=0.013	4.3 (20-28.7); p=1.00	24.4 (6.5-55.3); p=0.269
	Perşembe	56.2(16.04-96.4)*; p=0.001	54.4 (13-95.9)*; p=0.002	11.5 (12.8-35.9); p=0.916	25.5 (5.4-56.4); p=0.999
	Ulubey	51.9(11.7-92.1)*; p=0.002	35.7 (5.7-77.16); p=0.161	17.2 (7.1-41.6); p=0.435	.0000 (30.9-30.9); p=1.00
	Gölköy	60.9 (20.7-101.1)*; p=0.000	53.5 (12.1-94.9)*; p=0.002	5.6 (18.7-30.06); p=1.00	26.1 (4.8-57.03); p=0,185

*p değeri gruplar arasındaki istatistiksel fark

Kırsal içme suyuna ait sayım sonuçlarının aylara göre Post-Hock, Tukay analiziyle karşılaştırılması sonucunda; Eylül ayı sonuçları ile Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat ayları arasında önemli farklılıklar bulunurken, Eylül ayının sadece Ekim ayı sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.3.2).

Çizelge 4.3.2. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC'nin aylara göre tek yönlü varyans analizi sonuçları

Ölçülen ortalama FC ve EC değerleri					
Örnekleme yapılan aylar	Fekal streptokok		<i>Escherishia coli</i>		
	(% 95 güven aralığı)		(% 95 güven aralığı)		
	min.-max. değerler p değeri		min.-max. değerler p değeri		
Eylül	Ekim	6.76 (4.35-17.87);	p= 0.437	8.82 (5.92-23.56);	p= 0.455
	Kasım	18.2 (7.08-29.31)*;	p= 0.000	19.42 (4.67-34.16)*;	p= 0.005
	Aralık	15.76 (4.64-26.87)*;	p= 0.002	14.86 (0.11-29.60)*;	p= 0.047
	Ocak	17.26 (6.14-28.37)*;	p= 0.001	18.06 (3.31-32.80)*;	p= 0.010
	Şubat	17.46 (6.34-28.57)*;	p= 0.001	14.98 (0.23-29.72)*;	p= 0.045

*p değeri gruplar arasındaki istatistiksel fark

Kırsal içme suyu örneklerinde bulunan istasyonlara ait FIB'nin tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre, Ordu iline ait sonuçlar ile Kumru, İkizce, Fatsa ve Çatalpınar ilçelerine ait sonuçların benzer olduğu görüldü (Çizelge 4.3.3).

Çizelge 4.3.3. Ordu ve ilçelerine ait kırsal içme suyu örneklerindeki FC ve EC'nin tek yönlü varyans analizi sonuçları

Ölçülen Ortalama FC ve EC değerleri					
Örnekleme noktaları	Fekal streptokok		<i>Escherishia coli</i>		
	(%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri*		(%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri*		
Ordu	Çatalpınar	3.56 (18.71-11.58);	p= 0.957	1.36 (16.72-13.98);	p= 0.999
	Fatsa	3.83 (18.98-11.31);	p= 0.944	3.36 (18.72-11.98);	p= 0.966
	Kumru	6.11 (21.26-9.03);	p= 0.759	6.96 (22.32-8.38);	p= 0.674
	İkizce	6.61 (21.76-8.53);	p= 0.704	12.65 (28-2.70);	p= 0.143

*p değeri gruplar arasındaki istatistiksel fark

Ordu ili deniz suyu örneklerinde bulunan *Cryptosporidium* ookisti sayım sonuçlarının tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre örnek alınan istasyonlar arasında anlamlı bir farka rastlanılmadı (Çizelge 4.3.4). Ancak, aylık sayım sonuçlarının

ortalama değerlerine uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçlarında, ilkbahar mevsimi ile kış, sonbahar ve yaz mevsimleri arasında önemli farklılıklar gözlemlendi (Çizelge 4.3.5).

Çizelge 4.3.4. Ordu deniz sularının istasyonlara göre tek yönlü varyans analizi sonuçları

Ölçülen ortalama <i>Cryptosporidium</i> ookist değerleri		
İstasyonlar	<i>Cryptosporidium</i> (%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri *	
1.istasyon	2.istasyon	3,58 (22,36-15,2); p=0,983
	3.istasyon	2,25(16,53-21,03); p=0,997
	4.istasyon	4,91 (23,7-13,86); p=0,947
	5.istasyon	10,41 (8,36-29,0); p=0,526

*p değeri gruplar arasındaki istatistiksel fark

Çizelge 4.3.5. Ordu deniz sularının mevsimlere göre tek yönlü varyans analizi sonuçları

Ölçülen ortalama <i>Cryptosporidium</i> ookist değerleri		
Mevsimler	<i>Cryptosporidium</i> (%95 güven aralığı) min.-max. değerler p değeri *	
İlkbahar	Kış	24,66* (9,24-40,08); P=0,002
	Yaz	31,66*(16,24-47,08); p=0,00
	Sonbahar	31,86*(16,44-47,28); p=0,00

*p değeri gruplar arasındaki istatistiksel fark

İnsanlar, yaşamsal ve ekonomik gereksinimleri için suyu hidrolojik çevrimden alırlar ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade ederler. Bu işlemler sırasında suya karışan maddeler suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek, "su kirliliği" olarak adlandırılan olguyu ortaya çıkarır. Artan nüfus ve gelişen endüstrileşme sonucunda yoğunlaşan su kullanımı, su kirliliğini hızlandıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Kolören ve ark., 2011). Su ile bulaşması muhtemel hastalıklar, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin sorunu olmaya devam etmektedir. Fiziksel, kimyasal ya da biyolojik olarak kirlenmiş sularla ilgili sağlık problemlerinin önemli bir kısmını bakteriyel bulaşmalar oluşturmaktadır (Alemdar, 2009).

Dünya üzerindeki 1.5 trilyon insan suyla taşınan hastalıklara yakalanmakta ve bunun 3.4 milyonu viral patojenler, ökaryotik parazitler ve bakterilerle kontamine olmuş suyu direkt ya da dolaylı olarak kullanarak bu etkenlerle enfekte olma riskiyle karşı karşıyadır (Wilkes ve ark., 2009). Bulanıklık, akıntı, sel ve eğlence amaçlı aktiviteler FIB ve patojenlerin yeniden suda tutulmasını etkiler ve suyun mikrobiyal seviyesinin yükselmesine neden olur. FIB'nin yer altı suyuna sızması insan enfeksiyonları için büyük risk oluşturur (Haller ve ark., 2009).

Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Ordu ili su kaynakları özellikle lotik sistemlerce zengin olan bir bölgedir. Ancak kullanılabilir kaliteli su miktarı giderek azalmaktadır. Çünkü kanalizasyon sistemleri doğrudan akarsulara ve denizlere deşarj edilmekte ve su kirletilmektedir. Bu nedenle gelişmiş arıtma sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Sadece atık suların arıtılması değil, evsel atık suların sucul ortamlara doğrudan boşaltılması da engellenmelidir. Patojen mikroorganizma içeren atık suların karakteristiklerinin iyi belirlenmesi fekal kirlenmeye neden olan atık suların arıtımında uygulanacak en etkin arıtma teknolojilerinin seçilmesi ve mikrobiyolojik su kalite standartlarının etkin bir şekilde uygulanarak bir bölgede ortaya çıkabilecek salgın hastalıkların önlenmesi, üzerinde önemle durulması gereken konulardır (Kolören ve ark., 2011). Çevre ve halk sağlığının korunmasında güvenilir içme suyuna ihtiyaç vardır ki bunun anlamı suyun patojenik bakterilerden arınmış olmasıdır. Su kaynaklarında bulunan patojenler nedeniyle enterik patojenlerin birçoğuyla karşı karşıya gelmek mümkündür (Rompre' ve ark., 2002; Demirbaş, 2010).

Ülkemizde, Avcı ve ark.(2006) tarafından Tokat ilinde içme sularına ait koliform kontaminasyon düzeyi tespit edilmiştir. Özellikle Şubat ayının yağış açısından fazla olması, Haziran ayının ise su debilerinde artma ve karların erime dönemi olması nedenleriyle topraktan derin katmanlara sızıntının olduğu belirtilmiştir. Bu sızıntının içme suyu dağıtım sistemlerindeki zayıf noktalardan şebeke sistemine ulaştığı düşünülmüştür.

Benzer şekilde bizim çalışmamızda da kırsal su örneklerindeki en yüksek FIB değerlerine sonbahar mevsiminde rastlandı. Bu dönemdeki yüksek FIB oranının yağış sıcaklık grafiği ile karşılaştırıldığında yağış miktarına paralel olarak arttığı gözlemlendi. Aynı şekilde kırsal içme suyunda da en yüksek FC ve EC değerleri sonbahar mevsiminde tespit edilerek, bu değerlerin yine yağış miktarına paralel olarak arttığı belirtildi.

Alişarlı ve ark. (2007) Van ili merkez ve ilçelerde bulunan kuyu, dere, kaynak/çeşme, musluk ve depo sularından alınan toplam 366 adet su örneğinde mikrobiyolojik kirliliği tespit etmiştir. Koliform grubu mikroorganizmalar diğer indeks mikroorganizmalarına oranla daha fazla bulunmuş, ayrıca bazı örneklerde doğrulama testleri sonucunda *E. coli*'de belirlenmiştir. Bulgular yerleşim yerlerine göre incelendiğinde, musluk ve depo sularının hijyenik kalitesi Van merkezinden alınan örneklerde ilçelere göre daha iyi bulunmuş, ancak kuyu ve dere sularında benzer sonuç elde edilememiştir. Bu sonuçlar, Van merkezdeki içme ve kullanma sularının hijyen kontrollerinin ve dezenfeksiyon işlemlerinin düzenli yapıldığını, ancak kuyu ve derelerin yerleşim yoğunluğuna bağlı olarak daha fazla kirlendiğini göstermiştir.

Aynı şekilde bizim çalışmamızda da, kırsal sulardan (kaynak, yer altı ve yüzey) ve işlem görmemiş içme sularından alınan örneklerdeki fekal kirliliğin Ordu merkeze oranla çevresindeki ilçelerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu kontaminasyona kırsal alanlarda yeterli altyapının ve su arıtma sistemlerinin olmaması, dolayısıyla lağım sularının hiçbir işleme tabi tutulmadan yüzeysel sulara karışması, hayvan besiciliğinin yerleşim yerlerine çok yakın mesafelerde yapılması ve bölgenin aldığı yoğun yağışların neden olduğu belirtilmiştir.

Alemdar ve ark. (2009), Bitlis ili içme sularını mikrobiyolojik ve fizikokimyasal açıdan incelemiştir. İncelenen depo ve musluk sularında fekal kirlilik indikatörü mikroorganizmaların tespit edilmesinin, klorlama işlemlerinin düzenli ve tekniğine uygun yapılmadığının göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca merkez ve ilçelerde kanalizasyon sistemi ve su dağıtım şebekesi gibi alt yapı sorunlarının çözülemediğini vurgulamışlardır.

Benzer şekilde bizim çalışmamızda da Ordu-merkez ile ilçe ve köylerine ait hiçbir işlem görmemiş kırsal su örneklerindeki FIB kontaminasyonunun, kırsal alanlarda yeterli altyapının ve su arıtma sistemlerinin olmaması, dolayısıyla lağım sularının hiçbir işleme tabi tutulmadan yüzeysel sulara karışması, hayvan besiciliğinin yerleşim yerlerine çok yakın mesafelerde yapılması ve bölgenin aldığı yoğun yağışların neden olduğu belirtilmiştir.

Koliform grubu bakteriler su kalitesini belirlemede indikatör olarak kullanılmaktadır. Bir su örneğinde fekal koliform bulunmaması o suyun güvenli olduğunu ve su kökenli patojenlerden yoksun olduğunu göstermektedir. Bununla beraber koliform bakteriler dezenfektanlara karşı pek çok diğer patojenlere oranla daha

dirençsizdir. Örneğin; virüs ve parazitler suya uygulanan dezenfektanlara karşı koliform bakterilerden çok daha dirençlidir ve birkaç çalışma koliform bulunmayan sularda virüs ve parazitlerin varlığını ortaya koymuştur (Payment ve ark 2000; Payment ve ark. 2001).

Su, kriptosporidiyozun nakledilmesinde en önemli araçlardan biri olarak görülmektedir (Millar, 2002). *Cryptosporidium*'un içme sularında kontrol gerektiren yeni ve en önemli kontaminant olduğu tespit edilmiştir. *Cryptosporidium* ookistlerinin suda geniş bir yayılım gösterdiği, yüzey suları ve atık sularda %100; içme suyu örneklerinde dahi %37 oranında bulunduğu ortaya konulmuştur (Smith ve Rose, 1998). Kriptosporidiyozun uzun yıllar zoonoz olduğu kabul edilmiş, ancak daha sonra yapılan çalışmalarla enfeksiyonun gıdalar ve içme suları aracılığıyla insanlara bulaştığı belirlenmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda sağlıklı okul çocuklarında %5.5, riskli ve semptomatik hasta gruplarında %0.4-35.5 oranında saptanmıştır. Diyare, karın ağrısı, bulantı, kusma ve kilo kaybı oluşturabilen kriptosporidiyoz bağışıklık sistemi bozulmuş kişilerde hayatı tehdit edebilen fırsatçı bir enfeksiyon etkenidir.

Kriptosporidiyoz enfeksiyonu son yirmi yılı aşkın süredir Amerika Birleşik Devletleri'nde tespit edilen en önemli su kökenli enfeksiyondur. 1994 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin Milwaukee şehrindeki su şebekesinde kanalizasyondan kaynaklanan bir kontaminasyon sonucu 40.000 kişi hastalanmış, bu hastaların 100'ü ölmüştür. EPA (Çevre Koruma Ajansı), FDA (Gıda ve İlaç Yönetimi) ve USDA (Birleşmiş Milletler Tarım Departmanı) gibi önemli kuruluşlar *Cryptosporidium*'u dikkat edilmesi gereken parazit listesinin başına koymuştur. Kontamine suların neden olduğu salgınlar ile ilgili ulusal istatistik merkezi Amerika'da 1920'den beri; CDC (Hastalık Kontrol Merkezi) ve USEPA (Birleşmiş Milletler Çevre Koruma Ajansı) birimleri 1971'den beri su kökenli hastalıkların salgınları ile ilgili kolektif bilgi toplama ağlarına sahiptir. Avrupa da ise 1986-96 yılları arasında 277 su kökenli salgın rapor edilmiştir. Endüstri ülkelerinde özellikle *C. parvum* en fazla üzerinde durulan su kökenli protozoondur.

Bizim ülkemizdeki kolektif bilgi toplama ağı Sağlık Bakanlığı'na bağlı Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi'ne aittir. Bu merkezde esas alınan 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (İTASHY, 2005)' ve 'Su Kalite Kontrol Yönetmeliği (SKKY, 2004)' gibi yönetmelikler su kökenli protozonların ve FIB'nin tespitini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca Sağlık Bakanlığı'na ait 'Halk Sağlığının Korunmasına Yönelik Su

Alanındaki Mevzuatın Uyumlaştırılması ve Uygulanmasında Sağlık Bakanlığı'nın Güçlendirilmesi-Eşleştirme Projesi' kapsamında Yüzey Suları Hakkındaki Yönetmelik'te, bu etkenlerin tespitinde kullanılmaktadır.

Suda bulunan pek çok patojen belirli dönemlerde artış göstermektedir. Nehirlerdeki *Cryptosporidium* ookistlerinin sayısı sonbahar ve kış aylarında yaz aylarından daha fazladır. Bununla beraber bu aylardaki yağış miktarı protozoonun diğer sulara yayılmasına ve oranının artmasına neden olmaktadır (LeChevallier ve Norton 1991; Rose ve ark., 1999; Wallis ve ark., 2001). Bizim çalışmamızda ise kış ve ilkbahar aylarında *Cryptosporidium* ookistlerinin sayısında artış gözlenip yine bu artışın bu dönemlerdeki yoğun yağış miktarına bağlı olduğu tespit edilmiştir.

Ülkemizde Mersin'de yapılan bir çalışmada Otağ ve ark., (2007) içme sularında *Cryptosporidium* saptanan bir okuldaki dört çocukta enfeksiyona rastlarken, suları temiz olan okullardaki çocuklarda enfeksiyon belirleyememiştir.

Çeber ve ark. (2005) tarafından Mersin ilinde içme suyu, kullanma suyu, atık su ve deniz sularındaki *Cryptosporidium* spp. ookistlerinin varlığı araştırılmıştır. Su örneklerinden 44 adet içme suyunun beşinde (%11.36), kuyu sularının birinde, 19 atık suyun dördünde (%21) ve deniz suyu örneklerinin birinde (%2.85) *Cryptosporidium* ookisti tespit edilmiştir.

Bizim çalışmamız ise bu çalışmalara benzer olup özellikle derelerin denizle birleşme noktalarından alınan örneklerde daha yoğun ookist tespit edilmiştir. Bu nedenle bu dere ve deniz sularıyla doğrudan temastan kaçınılmalı ve içme-kullanma suyu olarak kullanılmaması önerilmektedir.

Mons ve ark. (2009) Paris ve çevresinde içme suyu kaynağı olarak kullanılmakta olan ırmak sularının protozoonlar ile kontaminasyonunu değerlendirmiştir. Mevsimsel olarak *Cryptosporidium* için pozitif örnekler özellikle sonbahar da, *Giardia* için ise daha az sıklıkta yazın gözlenmiştir. Diğer fekal bakterilerin incelenen protozoonlarla ilişkili olmadığı tespit edilmiştir.

Wilkes ve ark. (2009) tarımsal arazilerin bulunduğu bölgelerdeki yüzey sularında *Cryptosporidium* ookisti, *Giardia* kisti, patojenik bakteriler ve indikatör bakteriler ile mevsimler arasındaki ilişkisini incelemiştir. Özellikle sonbahar ve kış dönemlerinde indikatör bakteriler ile parazitler arasında yüksek pozitif ilişki gözlenmiştir.

Bizim çalışmamızda ise elde edilen veriler, FIB'nin yağışa paralel sonbahar mevsiminde, *Cryptosporidium* ookistlerinin yine yağışa paralel kış mevsiminde ve kar

erimelerini takiben ilkbahar mevsiminde, ookistlerin derelerle denize taşınarak yoğun artış gösterdiği belirtilmiştir. Mons ve ark. (2009)'nın yaptığı çalışmaya benzer şekilde bizim çalışmamızda da fekal bakterilerin incelenen protozoonla ilişkili olmadığı tespit edilmiştir.

Aysal (2004)'ın yüksek lisans çalışmasında, Isparta il sınırları içindeki çeşitli su kaynaklarından (göl, dere ve çeşme) alınan örneklerde *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis*, *Enterohemorajik E.coli* (EHEC) ve bazı enteropatojen mikroorganizmaları araştırmıştır. Toplanan 40 su örneğinin 13'ünde (%32.5) klasik yöntemlerle *C. parvum* olabileceği tahmin edilirken, bu örneklerle immünofloresan testi tekniğinin de uygulanması sonucu örneklerin 6'sında (%15) *C. parvum* varlığı kesin olarak doğrulanmıştır. Ayrıca su örneklerinin 32'sinde (%80) koliform bulunduğu bunlarında 17'sinin (%42.5) fekal koliformlu olduğu saptanmıştır.

Ankara'da içme suyu kaynaklarındaki *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia* ve *Entamoeba histolytica* Bakır ve ark. (2003) tarafından incelenmiştir. Toplanan 85 örneğin 43'ü belediyeye ait sulardan, 34'ü kuyu suyundan, 6'sı Ankara Irmağı'ndan, 2'si baraj suyundan alınmıştır. Örnekler standart mikroskop, IFT, ELISA ve PZR teknikleriyle incelenmiştir. Kuyu suyu örneğinin 2'sinde *G. lamblia*'ya ve Ankara Irmağı'ndan alınan örneklerin yarısında (%50) parazitlere (*E. histolytica* kistleri, *S. stercoralis* larvası, *E.histolytica* kisti, *T. trichiura* yumurtası ve *C. parvum* ookistleri) rastlanırken, belediyelere ait sularda ve baraj suyunda parazit gözlenmemiştir.

Bizim çalışmamızda ise Bakır ve ark. (2003)'nın çalışmasında olduğu gibi PZR yöntemi ve ayrıca LAMP tekniği *Cryptosporidium* ookistlerinin varlığını tespit etmek için kullanılmıştır. Deniz suyu örneklerinin beş istasyonunda da *Cryptosporidium* ookistine rastlanmışken, LAMP analizi sonrası sadece üç istasyon pozitif çıkmıştır.

Çiçek ve ark. (2011) tarafından Van ilinde içme suyu olarak kullanılan toplam 440 kaynaktan su örnekleri alınmış ve *Cryptosporidium* spp. modifiye asit-fast yöntemiyle incelenmiştir. Toplam 440 su örneğinin %1.13'ünde *Cryptosporidium* spp. ookistleri saptanmıştır. Su örneklerinin 193'ü kırsal alanlardan elde edilen içme suları olup bunların %1.55'inde, şehir ve ilçe merkezlerinde içme suyu olarak kullanılan 247 suyun ise %0.80'inde pozitiflik saptanmıştır.

Bizim çalışmamızda Çiçek ve ark. (2011) tarafından kullanılan modifiye asit-fast yöntemine ek olarak moleküler teknikler de su kökenli protozoonun tespitinde kullanılmıştır. *Cryptosporidium* türleri için sadece basit ookist morfolojisinin

belirlenmesine olanak sağlayan modifiye asit-fast yöntemi, moleküler taksonomiye desteklemek için gereklidir. Ancak fenotipik olarak aynı olan pek çok *Cryptosporidium* türlerinin kesin tanısı mutlaka moleküler teknikler kullanılarak yapılmalıdır. İnsanlar için belirli *Cryptosporidium* türlerinin patojen olduğu düşünüldüğünde moleküler yöntemlerin ne denli önemli olduğu anlaşılabilir.

Cryptosporidium türleri için basit ookist morfolojisi, konakçı spesifitesi, gibi özellikler moleküler taksonomiye desteklemek amaçlı kullanılmaktadır. *Cryptosporidium* türlerinin kesin tanısı, ancak moleküler yöntemler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Son yıllarda moleküler parazitoloji alanındaki gelişmeler, bu protozoonların teşhisinde daha güvenilir sonuçların alınmasını sağlamaktadır.

LAMP enfeksiyon hastalıklarının nedeni olan etkenin sınıflandırmasında kullanılan nükleik asit amplifikasyon testlerinden (NATs) biridir (Notomi ve ark., 2000). LAMP'in başarılı sonuçları, bu tekniğin kryptosporidiyoz (Karaniş ve ark., 2007; Bakheit ve ark., 2008), toxoplazmoz (Sotiriadou ve Karaniş, 2008) ve giardiyoz (Plutzer ve Karaniş, 2009)'u içeren protozoon hastalıklarının teşhisi için uygun olduğunu göstermektedir.

İlk bulunuşu ve tanımlanmasından buyana, yaklaşık 10 yıldan daha az zamandır, henüz 250'nin üstünde yayında orijinal bir metod olarak LAMP tekniği kabul edilmektedir (Karaniş ve Ongerth, 2009).

DNA kontaminantlarından etkilenmeden hızlı ve verimli sonuçlar veren LAMP tekniği, üstün yönleriyle PZR tekniğini de geride bırakıp, DNA amplifikasyon çalışmaları için son yıllarda geliştirilmiş bir teknolojidir. Son çıkan buluşlara nazaran LAMP analizleri hızla gelişen bir aşamadır. Yakın zamanda yapılan çalışmalar göstermektedir ki LAMP analizleri yüzün üzerinde farklı patojenin keşfini içermekte ve gelişmektedir (Karaniş ve Ongerth, 2009).

Hedef DNA'daki 8 bölgeyi tanıyan 6 primer kullanıldığı için LAMP reaksiyonunun spesifitesi yüksektir (Çizelge 3.1). Erken teşhisin önemli olduğu hızla yayılan enfeksiyon hastalıklarında ve saha koşullarında kullanıma uygun bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

Hayvan gübrelerinin yaygın bir biçimde toprağa bırakılması sonucu, aerosol yayılmayla direk olarak veya su kaynaklarının kontaminasyonu ile indirekt olarak enfeksiyon oluşabilmektedir. *C. parvum*'un doğada yaygın olarak bulunması ve su yoluyla bulaşma potansiyeli; ookistlerin her zaman infektif olması, oldukça küçük

olmaları (3.5-6.0 µm) ve düşük sedimentasyon oranına (0.5 m/s) sahip olmalarıyla da ayrıca kolaylaşmaktadır. İşlenmemiş atık sularda, filtre edilerek işlenen atık sularda, kanalizasyonda, yer altı sularında, yeryüzü sularında ve işlenmiş içme suyunda ookistlerin belirlenmesi; dışkıyla kontaminasyonu göstermektedir (Fayer, 2000).

Enfekteli kişilerle direk temas halinde olan insanlarda, umumi yüzme havuzlarını kullanan kişilerde, bu hastalığın yoğun olarak bulunduğu yerlere seyahat edenlerde kriptosporidiyoz riski büyüktür. Kriptosporidial ookist her tip suda bulunmaktadır. Dokunulmamış yüzey sularında, filtre edilmiş yüzme havuzu suyunda, hatta klorlanmış veya filtre edilmiş içme sularında da bulunabilir (Chen ve ark, 2002). Depo ve musluk sularında mikrobiyolojik kirliliğin tespit edilmesi, klorlama işleminin yetersiz olduğunun göstergesidir. Bununla beraber klorlamaya son derece dirençli olan ve enfeksiyon dozu oldukça düşük *Cryptosporidium* spp.'nin kontamine yüzme havuzlarıyla temas halindeki insanlar ve kontamine derelerden su içen hayvanlar (özellikle buzağılar) için tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Zayıf bağışıklık sistemi olan HIV/AIDS bulaşmış kişiler, organ transferi yapılanlar, kemoterapi tedavisi devam eden insanlar, böbrek hastaları, çocuk yuvaları veya çocukların bulunduğu günlük bakım merkezlerinde çalışanlar, ülkelerarası yolculuk yapanlar (yolculuk ishali), izciler, kampçılar gibi işlenmemiş su kaynaklarından su içmek zorunda kalanlar bu parazitin bulaşmasında risk gruplarıdır.

C. parvum enfeksiyonlarının gerçekleşmemesi için öncelikle su kaynaklarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Ookistlerin yok edilmesi enfeksiyonların önlenmesinde önemlidir. İyi hijyen, el yıkama ve kontamine olmuş materyallerin uzaklaştırılması ookist alımını engellemektedir. Özellikle immün sistemi baskılanmış kişilerin kaynatılmış ve şişelenmiş suları kullanması ve sebzeleri iyice yıkadıktan sonra pişirerek tüketmesi gerekmektedir (Aysal, 2004).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen verilere göre Ordu ili ve ilçelerinden alınan kırsal su örneklerinde en yüksek TC ve EC yüzde değerleri: Eylül ayında Korgan (85.7) ve Akkuş (83) ilçelerinde; Ekim ayında Gölköy (94.7, 84), Perşembe (84.7), Güğentepe ve Gülyalı (83) ilçelerinde; Kasım ayında Ulubey (94, 66.6) ve Kabataş (75) ilçelerinde; Aralık ayında Akkuş (75, 50) ve Güğentepe (62.5) ilçelerinde; Ocak ayında Gölköy (70.5, 41) ve Ünye (62.9, 59) ilçelerinde; Şubat ayında Ulubey (62.5, 50) ve Ünye (59) ilçelerinde gözlenmiştir. En yüksek CP yüzde değerleri: Eylül ayında Perşembe (54.5) ilçesinde; Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında Ünye (31.8, 29, 21, 25.9) ilçesinde; Şubat ayında Kumru (30) ve Gölköy (31) ilçelerinde tespit edilmiştir. En yüksek FC ise Eylül ayında sadece Kabataş (25) ilçesinde; Ekim ayında Perşembe (71) ilçesinde; Kasım ayında Akkuş (44) ilçesinde; Aralık ayında Güğentepe ve Akkuş (50) ilçelerinde; Ocak ayında Akkuş (30) ilçesinde; Şubat ayında Gülyalı, Korgan ve Gölköy (50) ilçelerinde gözlenmiştir.

Ordu ili ve ilçelerinden alınan kırsal içme suyu örneklerindeki en yüksek FC ve EC ortalama değerleri; Eylül ayında Ordu merkezde, FC (28.4) ve EC (21.6); Çatalpınar ilçesinde, FC (28.4) ve EC (21.6) şeklinde bulunmuştur. Fatsa ilçesinde Eylül ayında FC (12.8), EC (10) ve Ekim ayında FC (11.4) ve EC (10.7) olarak tespit edilmiştir. Kumru ilçesinde Eylül ayında FC (26.4), EC (36.2) ve Ekim ayında FC (21.3), EC (19.1) şeklinde bulunmuştur. İkizce ilçesinde Eylül ayında FC (21.9), EC (28.6) ve Ekim ayında FC (25.2), EC (27.1) şeklinde tespit edilmiştir.

Kırsal sulara ait FIB'nin aylara göre dağılımı karşılaştırıldığında; Eylül, Ekim ve Kasım aylarına ait FIB yüzde değerlerinin Aralık, Ocak, Şubat aylarına ait değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Ekim (TC: %61.7, EC: %56.8) ayında FIB'nin en yüksek değerlerine ulaştığı gözlenmiştir. Kırsal içme suyundaki FC ve EC'nin tüm aylara ait sonuçları karşılaştırıldığında yine en yüksek değerlerin Eylül (FC: 19.7 ve EC: 22.1) ve Ekim (FC: 12.94 ve EC: 13.28) aylarında olduğu tespit edilmiştir. Kısaca, hem kırsal su örneklerindeki FIB (TC: %55.16, EC: %50.23, CP: %16.9, FC: %7.96) hem de kırsal içme suyundaki FC (11.38) ve EC (12.68) değerlerinin sonbahar döneminde en yüksek olduğu gözlenmiştir. Sonbahar mevsimine ait indikatör bakterilerin sonuçları yağış-sıcaklık grafiğiyle karşılaştırıldığında yağış miktarına paralel olarak arttığı tespit edilmiştir.

2010 Aralık-2011 Kasım döneminde Ordu merkezinden alınan deniz suyu örneklerindeki *Cryptosporidium* ookisti sayım sonuçlarında en yüksek değerler; 1. istasyonda Mart (46), Nisan (57) ve Mayıs (32) aylarında; 2. istasyonda Şubat (44), Mart (59), Nisan (39) ve Mayıs (51) aylarında; 3. istasyonda Mart (42) ve Mayıs (58) aylarında; 4. istasyonda Şubat (46), Mart (50), Nisan (57), Mayıs (59) aylarında; 5. istasyonda Mart (30) ayında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yerleşim merkezlerinde bulunan yüzeysel sularda (özellikle Melet, Bülbül, Civil derelerinin denizle birleştiği noktalardan alınan örneklerde) *Cryptosporidium* ookistlerinin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca örnek alınan beş istasyonda *Cryptosporidium* ookistlerinin en yüksek değerlerine ilkbahar mevsiminde rastlanmıştır.

Ülkemizde su kökenli *Cryptosporidium* spp. varlığını saptamaya yönelik yok denecek kadar az çalışma mevcut olup, Karadeniz Bölgesi ise bu alanda yapılan çalışmalar için çok yeni bir bölgedir. Dolayısıyla, bu çalışma Ordu ili deniz suyu ve içme suyu örneklerinde *Cryptosporidium* türlerinin varlığını göstermek için yapılan ilk çalışma olması nedeniyle oldukça önemlidir.

Cryptosporidium spp. gibi parazit yumurtalarının tarımda kullanılan atık sularla bulaştığı bilinmektedir. Dolayısıyla yoğun yağış alan bölgemizde bu parazitlerin çevresel sularla hızla yayılması muhtemeldir. Tarımda atık su kullanımının çeşitli sağlık problemlerine neden olduğu, özellikle *Cryptosporidium* spp. gibi parazit ookistlerinin bu şekilde insanlara bulaştığı bilinmektedir. Bölgede üretilen ve çiğ olarak tüketilen sebzelerin temiz su ile çok iyi yıkanıp, güvenilir molduğundan emin olduktan sonra tüketilmesi halk sağlığının korunmasında gereklidir.

Yüzme sırasında su yutma ihtimali göz önüne alındığında özellikle ilimizde denize giren bireylerin en azından derelerin denize döküldüğü noktalarda daha dikkatli olmaları ve balık avının da yine bu noktalardan daha uzakta yapılması önerilmektedir.

Cryptosporidium türlerinin fekal oral yolla bulaştığı gözönüne alınarak belediyeler ve hatta muhtarlıklar bilgilendirilmeli ve bu kurumların kanalizasyon sistemlerini arıtılmış halde ya da içme suyu kaynaklarından uzak yerlere deşarj etmeleri tavsiye edilmektedir.

Ayrıca Ordu ilinde içme suyu kaynağı olarak kullanılan Melet Irmağı'nın ve bu ırmağın kollarının bulunduğu diğer illerdeki belediyelerinde, *Cryptosporidium* türleri ve bu parazitlerin bulaşması konusunda bilinçlendirilmesi önerilmektedir.

Toplum sağlığı açısından sularda patojen mikroorganizmaların bulunmaması gerekir. Özellikle içme sularında *E. coli* kesinlikle bulunmamalıdır. Mikrobiyolojik kirlenmenin daha çok kanalizasyon sızıntılarından kaynaklı olduğu düşünülse de bu durumun Őehirlerin alt yapısına paralel olarak deđiŐkenlik gösterdiği bilinmektedir. Tüm bunlar dikkate alındığında, mikrobiyolojik kirlenmeye neden olan bakteriler ve halk sağlına etkileri konusunda kirlenmenin olduğu noktalardaki Belediyeler bilinçlendirilmelidir.

Karadeniz Bölgesi'nin bol yağış alması fekal yolla bulaşan bakteri ve parazitlerin yağmur suyu ile dere, gl ve akarsulara taŐınmasını kolaylaŐtırmaktadır. Bu nedenle gerek tarımda gerekse içme suyu kullanımında ve hatta suların eğlence amaçlı kullanımında halk sağlınının korunması için tüm yetkililerin ve halkımızın bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde kabul edilen Sağlık Bakanlığı'na ait 'İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te belirtilen su kalite kriterleri kapsamında su kökenli protozoon *Cryptosporidium* türlerine yer verilmektedir. Ancak, Su Kalite Kontrol Yönetmeliği (SKKY, 2004)'nde kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterlerinde su kökenli protozoonlara yer verilmemektedir. Kıta içi su kaynaklarının hayvansal sulama ve rekreasyonel amaçlı kullanımı dikkate alındığında, bu protozoonların Su Kalite Kontrol Yönetmeliği'ne dahil edilmesi önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abe, N., Matsubayashi, M., Kimata, I., Iseki, M., 2006. Subgenotype analysis of *Cryptosporidium parvum* isolates from humans and animals in Japan using the 60-kDa glycoprotein gene sequences. *Parasitology Research*. 99, 303-305
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alisharlı, M., 2009. Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji* 19, 73, 29-38
- Alhassan, A., Thekiso, O.M., Yokoyama, N., Inoue, N., Motloang, M.Y., Mbatia, P.A., 2007. Development of loop-mediated isothermal amplification (LAMP) method for diagnosis of equine piroplasmiasis. *Veterinary Parasitology*, 143: 155-60
- Alim, A., 1995. Sivas il ve ilçe merkezlerinde içme sularının bakteriyolojik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Alisharlı, M., Ağaoğlu, S., Alemdar, S., 2007. Van Bölgesi ve içme kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 67-77
- Alkan, U., Çalışkan, S., Mescioğlu, Ü., 1999. Uluabat Gölü'nün mikrobiyolojik seviyesinin belirlenmesi, *Ekoloji Çevre Dergisi*, 9 (33): 3-5
- Amar, C.F.L., Dear P.H., McLauchlin, J., 2004. Detection and identification by real time PCR/RFLP analysis of *Cryptosporidium* species from human feces. *Letters in Applied Microbiology*. 38, 217-222
- Anonymous, 2003. Water for people water for life. The United Nations World Water Development Washington, DC.
- Anonymous, 2007. Water quality outlook. UNEP Global Environment Monitoring System. (GEMS)/Water Programme Office.
- APHA, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 th ed. Washington, DC.
- Arda, M., 2000. *Temel Mikrobiyoloji*. Medisan Yayın, (2) 46. Ankara.
- Ardıç, N., 2007. İçme sularında parazit ve diğer patojenlere karşı dezenfeksiyon uygulamaları ve ara konaklarla mücadelede kullanılan kimyasallar. 5. Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi, İstanbul.
- Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M., 2006. Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden araştırılması. *C. Ü. Tıp Fakültesi Dergisi* 28 (4): 107-112

- Aysal, S., 2004. Isparta bölgesindeki çeşitli su kaynaklarında *Cryptosporidium parvum*, *Giardia intestinalis*, *Enterohemorajik E. coli* ve diğer enteropatojenlerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta.
- Azizullah, A., Khan Khattak., M.N., Richter, P., Häder, D.P., 2011. Water pollution in Pakistan and its impact on public health. *Environment International*, 37, 479–497.
- Bakheit, A., Torra, D., Palomino, L.A., Thekisoe, O., Mbatia, P.A., Ongerth, J., Karanis, P., 2008. Sensitive and specific detection of *Cryptosporidium* species in PCR negative samples by loop mediated isothermal DNA amplification and confirmation of generated.
- Bakir B., Tanyüksel M., Saylam F., Tanriverdi S., Araz R.E., Hacim A.K., Hasde M., 2003. Investigation of waterborne parasites in drinking water sources of Ankara, Turkey. *The Journal of Microbiology*, p.148-151
- Bialek, R., Binder, N., Dietz, K., Joachim, A., Knobloch, J., Zelck, UE., 2002. Comparison of fluorescence, antigen and PCR assays to detect *Cryptosporidium parvum* in fecal specimens. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 43: 283-288
- Bilgehan, H., 1996. *Klinik Mikrobiyoloji*. Barış Yayınları, 9, 832 s. İzmir.
- Biol, K., 1981. Ankara Garnizonu'ndaki karargah kurum ve birliklerin içme sularının fiziksel-kimyasal ve bakteriyolojik yönden incelenmesi. *Gülhane Askeri Tıp Akademisi Bülteni*, 23 (2):237-243
- Biswas, K., Craik, S., Smith, D.W.M., Belosevic, M. 2005. Synergistic inactivation of *Cryptosporidium parvum* using ozone followed by monochloramine in two natural waters. *Water Research* 39, 3167–3176
- Bitton, G., 1994. *Wastewater Microbiology* s. 478, New York.
- Castro-Hermida, J.A., Garcí'a-Precedo, I., Almeida, A., Gonza'lez-Warleta, M., Correia Da Costa, J.M., Mezo, M., 2008. Contribution of treated wastewater to the contamination of recreational river areas with *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis*. *Water Research*, 42, 3528 – 3538
- Castro-Hermida, J.A., Garcí'a-Precedo, I., Almeida, A., Gonza'lez-Warleta, M., Correia Da Costa, J.M., Mezo, M., 2009. Detection of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* in surface water: A health risk for humans and animals. *Water Research*, 43, 4133 – 4142

- Chen, X., Keithly, J.S., Paya, C.V., Russo, L., Nicholas, F., 2002. Cryptosporidiosis, The New England Journal of Medicine. 346(22): 1723-1731)
- Collins, C.H., Lyne, P.M., Grange, J.M., 1998. Collins and Lyne's microbiological methods. Great Britain, 7, 493
- Çeber, K., Aslan, G., Otağ F., Delialioğlu, N., Öztürk, C., Babür, C., Emekdaş, G., 2005. Mersin ilinde içme suyu, kullanma suyu, atık su ve deniz sularında *Cryptosporidium* spp. ookistlerinin araştırılması. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 29 (4): 224-228
- Çiçek, M., Körkoca, H., Gül, A., 2008. Van belediye mezbatasında çalışan işçilerde ve kesimi yapılan hayvanlarda *Cryptosporidium* spp.'nin araştırılması. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 32 (1): 8-11
- Çiçek M., Körkoca H., Akkaş Ö., 2011. Van ili içme sularının *Cryptosporidium* spp. ookistleri yönünden incelenmesi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi. 68 (3): 122 – 126
- Demirbaş, A., 2010. Social, economic, environmental and policy aspects of biofuels. Energy Educ Sci Technol Part B, 2:75–109
- Dillingham, R.A., Lima, A.A., Guerrant, R.L., 2002. Cryptosporidiosis: Epidemiology and impact. Microbes and Infection, 4: 1059-1066
- Dufour, A.P., 1984. Bacterial indicators of recreational water quality. Canadian Journal of Public Health, 75, 49-56
- EU, 2006. European Directive 2006/7/CE of the European Parliament and of the Council of 15 February 2006 concerning the management of bathing water quality and repealing, Directive 76/160/EEC. FA. Office of Water EPA., 52 p.
- Fayer, R., 2000. Waterborne and foodborne protozoa. Foodborne Diseases Handbook, New York. (eds.: Hui YH, Gorham JR, Murrell KD, Cliver DO) V. 2, 13p. 289-322. Marcel Dekker, Inc.
- Geissler, K., Manafi, M., Amoros, I., Alonso, J.L., 2000. Quantitative determination of total coliforms and *Escherichia coli* in marine waters with chromogenic and fluorogenic media. Journal of Applied Microbiology. 88,280-285
- Gülmezoğlu, T., 1980. Depo sularının koliform yönünden tetkiki. İzmir Devlet Hastahanesi Mecmuası; 18(11), 18-21
- Halkman, A.K., Gürgün, V., 1990. Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, 7, 176s.

- Haller, L., Pote', J., Loizeau, J.L., Wildi, W., 2009. Distribution and survival of faecal indicator bacteria in the sediments of the Bay of Vidy, Lake Geneva, Switzerland. *Ecological indicators*, 9, 540 – 547
- Hasenekoğlu, İ., Yeşilyurt, S., 2007. *Mikrobiyoloji*. Atatürk Üniversitesi, 263-296, Erzurum.
- Hashimoto, A., Sugimoto, H., Morita, S., Hirata, T., 2006. Genotyping of single *Cryptosporidium* oocysts in sewage by semi-nested PCR and direct sequencing. *Water Research*, 40, 2527 – 2532
- Hoque, A., Hallmanb, K., Levyc, J., Bouise, H., Alif, N., Khang, F., Khanama, S., Kabirg, M., Hossaina, S., Alamh, S.M., 2006. Rural drinking water at supply and household levels: Quality and management Bilqis. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209:451–460
- Hurst, C.J., Knudsen, G.R., Melnemey, M.J., Stetzenbach, L.D., Walter, M.V., 1997. *Manual of Environmental Microbiology*, Washington, D.C., 184p.
- İTASHY, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik 17.2.2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Karanis, P., Sotiriadou, I., Kartashev, V., Kourenti, C., Tsvetkova, N., Stojanova, K., 2006. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in water supplies of Russia and Bulgaria. *Environmental Research*, 102, 260–271
- Karanis, P., Oriel, T., Klytaımnıstra, K., Jerry, O., Ikuo, I., Noborou, I., 2007. Development and preliminary evaluation of a loop-mediated isothermal amplification procedure for sensitive detection of *Cryptosporidium* oocysts in fecal and water samples. *Applied and Environmental Microbiology*, 73: 5660–5662
- Karanis, P., Ongerth, J.E., 2009. Submitted for publication. LAMP an emerging technology fort he detection of water and food borne protozoan parazites. *Trends Parazitology*.
- Kılıçturgay, K., Gökırmak, F., Töre, O., Gedikoğlu, S., Göral, G., Helvacı, S., 1994. *Klinik mikrobiyoloji*, Bursa Güneş ve Nobel Tıp Kitabevleri, (2) 402s, İstanbul.
- Kolören, Z., Taş, B., Kaya, D., 2011. Gaga Gölü (Ordu,Türkiye)'nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (3): 74-85
- Küçüker, M.A., Tümbay, E., Anđ, Ö., 1997. *Tıbbı mikrobiyoloji*. Nobel Tıp Kitap evleri, İstanbul.

- Le Chevallier, M.W., Norton, D., LEE, R.G., 1991. Occurrence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in surface water supplies. *Applied and Environmental Microbiology*, 57: 2610-2616
- Lopez-Pila, J.M., 1998. Some economic and political consequences of pathogens in inland and coastal waters. *European Water Management* 1, 70-77
- Lucio-Forster, A., Taylan Özkan, A., Bowman, D.D., 2004. Continuous flow centrifugation and sucrose gradients for detecting cysts of *Giardia* and oocysts of *Cryptosporidium* in patients with neoplasia and diarrhea. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 27(1), 69-70
- Me´ndez-Hermida, F., Ares-Maza´s, E.G., McGuigan, K., Boyle, M., Sichel, C., Ferna´ndez-Iba´nˆez, P., 2007. Disinfection of drinking water contaminated with *Cryptosporidium parvum* oocysts under natural sunlight and using the photocatalyst TiO₂. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 88, 105–111
- Millar, B.C., Finn, M., Xiao, L., Lowery, C.J., Dooley, J.S.G., Moore, J.E., 2002. *Cryptosporidium* in foodstuffs an emerging aetiological route of human foodborne illness. *Trends in Food Science & Technology*, 13: 168-187
- Mons, C., Dume`tre, A., Gosselin, S., Galliot, C., Moulin, J., 2009. Monitoring of *Cryptosporidium* and *Giardia* river contamination in Paris area. *Water Research*, 43, 211– 217
- Morgan, U., Weber, R., Xiao, L., Sulaiman, I., Thompson, R.C., Ndiritu, W., Lal, A., Moore, A., Deplazes, P., 2000. Molecular characterization of *Cryptosporidium* isolates obtained from human immunodeficiency virus-infected individuals living in Switzerland, Kenya, and the United States. *Journal of Clinical Microbiology*, 38, 1180-1183
- Nichols, R.A., Campbell, B.M., Smith, H.V., 2003. Identification of *Cryptosporidium* spp. oocysts in United Kingdom non-carbonated natural mineral waters and drinking waters by using a modified nested PCR-restriction fragment length polymorphism assay. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 4183-4189
- Notomi, T., Okayama, H., Masubuchi, H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N., Hase, T., 2000. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. *Nucleic Acids Research*. 28, E63
- Ok, Ü.Z., Üner, A., Korkmaz, M., 1995. *İmmün yetmezlikte önemi artan parazit hastalıkları*. Türk Parazitoloji Derneği, Ege Üniv. Basımevi No:12, 98 s. İzmir.

- Otağ, F., Aslan, G., Emekdaş, G., Aydın, E., Taylan Özkan, A., Çeber, K., 2007. Mersin ilinde ilkokul öğrencilerinde *Cryptosporidium* spp. ookistlerinin araştırılması. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 31: 17-19
- Özekinci, T., Uzun, A., Suay, A., Elçi, S., Akpolat, N., Atmaca, S., 2005. Giardiasisin Tanısında Enzym İmmun Assay (EIA) ve Direkt İnceleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 29 (2): 89-92
- Payment, P., Berte, A., Prevost, M., Menard, B., Barbeau, B., 2000. Occurrence of pathogenic microorganisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking water. Canadian Journal of Microbiology, 46: 565-576
- Payment, P., Plante, R., Cejka, P., 2001. Removal of Indicator bacteria, human enteric viruses, *Giardia* cysts, and *Cryptosporidium* oocysts at a large wastewater primary treatment facility. Canadian Journal of Microbiology, 47: 188-193
- Plutzer, J., Karanis, P., 2009. Rapid identification of *Giardia duodenalis* by loop mediated isothermal amplification (LAMP) from faecal and environmental samples and comparative findings by PCR and real-time PCR methods. Parasitol Research DOI 10.1007/s00436-009-1391-3
- Redlinger, T., Corella-Barud, V., Graham, J., Galindo, A., Avitia, R., Cardenas, V., 2002. Hyperendemic *Cryptosporidium* and *Giardia* in households lacking municipal sewer and water on the United States-Mexico Border. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 66: 794-798
- Rompre, A., Servais, P., Baudart, J., de-Roubin, M.R., Laurent, P., 2002. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. Journal Microbiol Methods, 49:31-54
- Rose, J.B., Slifko, T.R., 1999. *Giardia*, *Cryptosporidium* and *Cyclospora* and their impact on foods. Journal of Food Protection, 62: 1059-1070
- Sarıkaya, R., 2004. *Cryptosporidium* türlerinin tanımlanmasında yeni bir yaklaşım: Ribotiplendirme. Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi, 5, (2), 13-26
- Scott, T.M., Parveen, S., Portier, K.M., Rose, J.B., Tamplin, M.L., Farrah, S.R., Koo, A., Lukasik, J., 2003. Geographical variation in ribotype profiles of *Escherichia coli* isolates from humans, swine, poultry, beef, and dairy cattle in Florida. Applied and Environmental Microbiology, 69, 1089-1092

- SKKY (2004). Su Kalite Kontrol Yönetmeliği. 31.12.2004 Tarih ve 25687 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Smith, H.V., Rose, J.B., 1998. Waterborne Cryptosporidiosis: Currents Satus. *Parasitol Today*, 14: 14-22
- Sotiriadou, I., Karanis, P., 2008. Evaluation of loop-mediated isothermal amplification for detection of *Toxoplasma gondii* in water samples and comparative findings by polymerase chain reaction and immunofluorescence test. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease*, 62: 357–365
- Spona, F., Putignani, L., McLauchlin, J., Casemore, D.P., Crisanti, A., 1997. PCR-RFLP analysis of the *Cryptosporidium* oocyst wall protein (COWP) gene discriminates between *C. wrairi* and *C. parvum* isolates of human and animal origin. *FEMS Microbiology Letters*, 150, 209-217
- Sturbaum, G.D., Reed, C., Hoover, P.J., Jost, B.H., Marshall, M.M., Sterling, C.R., 2001. Species-specific, nested PCR-restriction fragment length polymorphism detection of single *Cryptosporidium parvum* oocysts. *Applied and Environmental Microbiology*, 67, 2665-2668
- Sungur, T., Kar, S., Güven, E., Aktaş, M., Karaer, Z., Vatansever, Z., 2008. *Cryptosporidium* spp.'nin dışkıdan nested PCR ve carbol fuchsin boyama yöntemi ile teşhis edilmesi. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 32 (4): 305 – 308
- Sunnotel, O., Lowery, C.J., Moore, J.E., Dooley, J.S., Xiao, L., Millar, B.C., Rooney, P.J., Snelling, W.J., 2006. *Cryptosporidium*. *Letters in Applied Microbiology*, 43, 7-16
- Tamer, G.S., Gülenç, S., 2008. Dışkıda *Cryptosporidium* spp. antijenlerinin ELISA ile araştırılması. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 32 (3): 198 – 201
- Tanyüksel, M., Gün, H.T., Doğancı, L., 1995. Prevalance *Cryptosporidium* spp. in wastewater effluents. *International Giardia and Cryptosporidium Conference*, Amsterdam, Netherlands. 169p.
- Taş, B., Candan, A.Y., Can, Ö., Topkara, S.. 2010. Ulugöl (Ordu)'ün bazı fiziko-kimyasal özellikleri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4 (3): 254-263. doi: 10.3153/jfsc.com.2010027
- Terzi, G., 2005. Gıda kaynaklı protozoon enfeksiyonların insan sağlığı açısından önemi. *YYÜ Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 16 (2):47-55

- Toroğlu, E., Toroğlu, S., Alaeddinoğlu, F., 2006. Aksu ayı'nda (Kahramanmaraş) akarsu kirliliği. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1): 93-103
- Töreci, K., 1992. Su ile bulaşan enfeksiyonlar, suyun dezenfeksiyonu ve bakteriyolojik incelemesi. Klinik Mikrobiyoloji, 10-13
- TS 266. 2005. Türk Standardı 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, sular-içme ve kullanma suları, Türk Standartları, Ankara.
- TS 6465 / Şubat 1989 Su kalitesi-mikrobiyolojik analizler için kullanılan membran filtrelerin değerlendirilmesi.
- TS 8020 EN 26461-2. 1997. Water quality- Detection and enumeration of the spores of the sulfite-reducing anaerobes (lostridia)-Part 2: Method.
- TS ISO 7899-2. 1984. Water quality-Detection and enumeration of faecal streptococci– Part 2: Method by membrane filtration.
- TS ISO 9308-1, 1990 Water quality-Detection and enumeration of coliform organisms, thermotolerant coliform organisms and presumptive *Escherichia coli*–Part 1: Membrane filtration method, 1990-10-01.
- TS ISO 9308-1. 1990. Water quality-Detection and enumeration of coliform organisms, thermotolerant coliform organisms and presumptive *Escherichia coli*–Part 1: Membrane filtration method, 1990-10-01.
- Unat, E.K., 1986. *Tıp Bakteriyolojisi ve Virolojisi I*. 2. baskı. Dergah Tıp Yayınları, 275 s, İstanbul.
- USEPA, 2000. U.S.Environmental Protection Agency Improved enumeration methods for recreational water quality indicators: enterococci and *Escherichia coli* EPA-821/ R-97/004. US Environmental Protection Agency, Washington, USA.
- Uyar, Y., Taylan Özkan, A., 2009. Amebiyazis, Giardiyazis ve Kriptosporidiyazis tanısında antijen tarama yöntemlerinin yeri. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 33 (2): 140 – 150
- Ülçay A., Görenek L., Coşkun Ö., Araz E., Acar A., Eyigün, C.P., 2008. İmmün yetmezlikli hastalarda intestinal protozoonların tanısı. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 32 (4): 328 - 333
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 1998. *Gıda mikrobiyolojisi*. Mengi Tan basım evi, 605s, İzmir.

- Wallis, P.M., Matson, D., Jones, M., Jamieson, J., 2001. Application of monitoring data for *Giardia* and *Cryptosporidium* to boil water advisories. *Risk Analysis*, 21: 1077-1085
- WHO, 1996. Guidelines for drinking water quality. 2nd Ed., Vol. I-II, Geneva.
- WHO, 1997. World Health Organization report of a consultation experts on amoebiasis. *Weekly Epidemiological Record*, 72: 97–100
- WHO, 2008. World Health Organisation Geneva. Guidelines for Drinking water Quality., 3rd Ed., Vol.1
- Wilkes, G., Thomas, Edge, T., Gannon, V., Jokinenc, C., Lyautey, E., Medeiros, D., Neumann, N., Ruecker, N., Topp, E., R. Lapen, D., 2009. Seasonal relationships among indicator bacteria, pathogenic bacteria, *Cryptosporidium* oocysts, *Giardia* cysts, and hydrological indices for surface waters within an agricultural landscape. *Water Research*, 43, 2209–2223
- Xian-Ming, C., Keithly, Janet, S., Paya Carlos, V., LaRusso Nicholas, F., 2002. Current Concepts: Cryptosporidiosis. *The New England Journal of Medicine*, 1723-1731
- Xiao, L., Escalante, L., Yang, C., Sulaiman, I., Escalante, A.A., Montali, R.J., Fayer, R., Lal, A.A., 1999. Phylogenetic analysis of *Cryptosporidium* parasites based on the small-subunit rRNA gene locus. *Applied and Environmental Microbiology*, 65: 1578–1583
- Xiao, L., Fayer, R., Ryan, U., Upton, S.J., 2004. *Cryptosporidium* taxonomy: Recent advances and implications for public health. *Clinical Microbiology Reviews*, 17: 72-97
- Yıldız, M., Çöplü, N., Kılıç, S., Babür, C., Öncül, Ö., Esen, B., 2000. İshali olan solid tümörlü hastalarda enterik patojen olarak *Cryptosporidium* araştırılması. ‘II. Ulusal Tropikal Hastalıklar Kongresi, 25-29 Eylül 2000, Şanlıurfa’ Özet kitabı, İzmir: Türkiye Parazitoloji Derneği, s.250
- <http://www.kenthaber.com>, (02.10.2011)
- <http://www.dpd.cdc.gov/dpdx>, (22.08.2011)
- [http:// www.mikrobiyoloji.org](http://www.mikrobiyoloji.org), (25.05.2011)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Derya KAYA

Doğum Yeri : Ordu

Doğum Tarihi: 20.04.1985

Medeni Hali : Bekar

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce (Orta)

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: YDA Perşembe Lisesi, 1998-2003

Lisans: Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi,

Biyoloji Öğretmenliği, 2004-2009

Yüksek Lisans: Ordu Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, 2009-2012

İletişim Bilgileri: deryakaya8552@hotmail.com