

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İZMİR İÇ KÖRFEZİ'NDE,
KIYI SULARINDA VE KARA MİDYELERDE
(*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819)
FEKAL KOLİFORM BAKTERİLERİN
İZLENMESİ**

Suna AKAR

**Mart, 2009
İZMİR**

**İZMİR İÇ KÖRFEZİ'NDE,
KIYI SULARINDA VE KARA MİDYELERDE
(*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819)
FEKAL KOLİFORM BAKTERİLERİN
İZLENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı,
Canlı Deniz Kaynakları Programı**

Suna AKAR

Mart, 2009

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

SUNA AKAR tarafından PROF.DR.BÜLENT CİHANGİR yönetiminde hazırlanan “İZMİR İÇ KÖRFEZİ’NDE, KIYI SULARINDA VE KARA MİDYELERDE (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819) FEKAL KOLİFORM BAKTERİLERİN İZLENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Bülent CİHANGİR

Yönetici

Prof.Dr.İsmail KARABOZ

Jüri Üyesi

Doç.Dr.Ferah KOÇAK YILMAZ

Jüri Üyesi

Prof.Dr.Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında bilimsel desteğini esirgemeyen, yönlendiren, organizasyonumu ve tez yazımda düzeltmelerimi yapan, heyecanlarımı yatıştıran danışmanım Prof.Dr.Bülent CİHANGİR Hocama akademik ve manevî desteği için çok teşekkür ederim.

Tüm analiz basamaklarında birlikte olduğum Arş.Grv.Aslı KAÇAR'a, arazi ve laboratuvar çalışmalarım, istatistik analiz ve tez yazımdaki desteğinin yanı sıra bilgi paylaşımı için teşekkür ederim.

Geniş bakışıyla kulisi sorgulatan Prof.Dr.Hüseyin Avni BENLİ Hocam, farklı yorumlarla ufku açan Yrd.Doç.Mümtaz TIRAŞIN, analiz sorguları için Doç.Dr.Ferah KOÇAK, yayın-araştırma destekleri için Prof.Dr.İsmail KARABOZ ve Prof.Dr.Sanver EKMEKÇİ, saha desteği ve örneklememizi kolaylaştıran kepçenin üretimi için Arş.Grv.Erkan DEMİRKURT, örneklemeler için Arş.Grv.Remzi KAVCIOĞLU, alternatif çözümleri için Arş.Grv.Aydın ÜNLÜOĞLU ve Arş.Grv.Elif CAN, gemideki bilimsel vericiliği için Arş.Grv.Sencer AKALIN, tez teslim sürecindeki bilgi paylaşım-destek ve enerjisi için Y.Müh.Dilay BİRİM, manevî destekleri için Dr.Öğr.Burak E.İNANAN, Dr.Öğr.Gökhan KABOĞLU'nun şahsında tüm DBTE ekibi, FBE Öğrenci İşleri'nden güler yüzü ve sabrını esirgemeyen H.Aslan TÜRK'e teşekkür ederim. Bana içlerini açan *Mytilus galloprovincialis*, fekal koliform bakteri, *Escherichia coli*'ler ile İzmir Körfezi ve R/V K.Pîr-î Reis Araştırma Gemisi'ne de teşekkürler.

Tüm süreci birlikte yaşadığım, tezimin düzeltmelerini yapan, sıkıntılarımı gideren, motivasyon kaynağım anneciğim Selma Yazar AKAR'a, hayatımı kolaylaştıran, her koşulda başarabileceğime inanan kardeşlerim Cüneyt AKAR, Ayşe Şebnem AHMED ve Aytuğ Halil AKAR'a, kilometrelerce öteden uzattığı güçlü eliyle sürekli çözüm merkezim olan Dr.Şeref OĞUZ'a ve arkadaşlarıma sınırsız destekleri için teşekkür ederim.

Suna AKAR

**İZMİR İÇ KÖRFEZİ'NDE, KIYI SULARINDA
VE KARA MİDYELERDE (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819)
FEKAL KOLİFORM BAKTERİLERİN İZLENMESİ**

ÖZ

İzmir İç Körfezi'nin su kalitesi, evsel atıksu arıtma sisteminin 2000 yılında faaliyete geçmesine paralel olarak, iyileşme sürecine girmiş bulunmaktadır. Bu çalışmada, arıtmanın etkilerini ve kontaminasyon seviyesini görmek amacıyla; dört istasyondan alınan deniz suyu ve *M.galloprovincialis* örnekleri, bir yıl boyunca fekal koliform bakteri sayımı ile mikrobiyolojik açıdan izlenmiştir. Deniz suyu analizi "Membran Filtrasyon" yöntemi ile yapılmış, fekal koliform bakteri kolonileri tavsiye edilen değerlerin üzerinde bulunmuştur. *M.galloprovincialis*'de toplam bakterilerin koloni oluşturma birimleri hesaplanmış, fekal koliform bakteri analizi ise "En Muhtemel Sayı" yöntemi ile yapılmıştır. Bulunan değerler sınırlar dâhilindedir. Buna göre; İzmir İç Körfezi'nde en yüksek değer Pasaport İskele'de, en düşük değer ise Üçkuyular İskele'de ölçülmüştür. Pasaport İskele'deki mendirek engelinin yüksek düzey fekal koliform bakteri etkeni olduğu düşünülmektedir. Fekal koliform bakteri düzeyi aylara göre değişiklik göstermektedir. Artan sıcaklık ve organik madde üretimi, ilkbahar ve yaz aylarında tüm istasyonlarda artışa neden olmaktadır (Üçkuyular İskele hariç). Sonbahar ve kış aylarında fekal koliform bakteri sayısının düştüğü gözlenmiştir. Buna rağmen Pasaport İskele'de yüksek değerler alınması, bölgeye karışan atıkların göstergesidir. Sonuç olarak; atıksu arıtma sistemi, deniz suyu kalitesini "kabul edilebilir" seviyede tutmaktadır. Sınır değerler, yoğun nüfus baskısına bağlı olarak ortama giren "kaçakların" göstergesidir. Çalışmamızda fekal koliform bakteri tür analizi de yapılmış; tüm istasyonlarda *Escherichia coli* bulunmuş ve iki istasyonda *Enterobacter aerogenes* tanılanmıştır (Yazın Pasaport İskele ve kışın Üçkuyular İskele'de).

Anahtar sözcükler: İzmir İç Körfezi, Fekal Koliform Bakteri, *Escherichia coli*, *Mytilus galloprovincialis*.

**MONITORING THE FECAL COLIFORM BACTERIA CONTENTS
IN THE COASTAL WATERS AND BLACK MUSSELS
(*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819) IN THE INNER IZMIR BAY**

ABSTRACT

Inner Bay of Izmir's water quality, municipal wastewater treatment system in 2000 to operate in parallel to pass, to the healing process has entered. In this study, the effects of treatment and to see the level of contamination; four stations from the sea water and *M.galloprovincialis* samples, a year in terms of microbiological were followed by counting fecal coliform bacteria. Sea water analysis "Membrane Filtration" method is done with, recommended fecal coliform bacteria were found on values. In *M.galloprovincialis* calculated colony forming unit in total bacteria. Analysis fecal coliform bacteria "Most Probable Number" has been made with methods. Even the limits values. The highest value were in Passport Pier, the lowest values were in Uckuyular Pier. The high-level mole in Passport Pier obstacle is considered to be factors. Vary according to month level of fecal coliform bacteria. Increasing temperature and organic matter production, in the spring and summer months to cause an increase in all stations. Fall and winter months, the number has fallen. Despite this high value to get a Passport Pier, the indicator regions are contamination waste. As a result, wastewater treatment systems in the sea water quality "acceptable" level are kept. Limit values, due to intense population pressure into the environment "of the fugitive" indicators. About research; *E.coli* and *Enterobacter aerogenes* are recognized.

Keywords: Izmir Inner Bay, Fecal Coliform Bacteria, *Escherichia coli*, *Mytilus galloprovincialis*.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v

BÖLÜM BİR-GİRİŞ..... 1

1.1 Genel Bakış.....	1
1.2 Literatür Bilgisi.....	2
1.3 Denizel Ortam ve Kirlilik.....	4
1.4 Türkiye Denizlerinde Mikrobiyolojik Kirlilik ve Alınan Tedbirler.....	6

BÖLÜM İKİ-MATERYAL VE METOD 8

2.1 Çalışma Organizmaları.....	8
2.1.1 Fekal Koliform Grup Bakteriler.....	8
2.1.2 <i>Escherichia coli</i> MIGULA, 1895 (<i>E.coli</i>).....	12
2.1.3 <i>Mytilus galloprovincialis</i> LAMARCK, 1819 (Kara Midye).....	17
2.2 Örnekleme	22
2.2.1 Çalışma Alanı: İzmir İç Körfezi	22
2.2.2 Örnekleme Noktaları.....	23
2.3 Arazi Çalışmaları	25
2.3.1 Materyal.....	25
2.3.2 Metod.....	25
2.4 Laboratuvar Çalışmaları.....	25
2.4.1 Materyal.....	25
2.4.1.1 Membran-Fecal Coliform (m-FC) Besiyeri.....	26
2.4.1.2 Plate Count Agar (PCA) Besiyeri.....	26
2.4.1.3 Lactose Broth (LB) Besiyeri.....	27
2.4.1.4 Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB) Besiyeri.....	28

2.4.1.5	Eosin Methylene-Blue (EMB) Agar Besiyeri.....	28
2.4.1.6	IMVIC Testi Malzemesi	29
2.4.2	Metod	31
2.4.2.1	Deniz Suyunda Fekal koliform Bakteri Analizi: m-FC’de, “Membran Filtrasyon” Yöntemi.....	31
2.4.2.2	<i>M.gallopvncialis</i> ’lerdeki Analiz İçin Ön Hazırlık.....	33
2.4.2.3	<i>M.gallopvncialis</i> ’de Toplam Bakteri Analizi: PCA’da, “Dökme” Yöntemi	36
2.4.2.4	<i>M.gallopvncialis</i> ’de Fekal Koliform Bakteri Analizi: LB’de, “En Muhtemel Sayı (EMS)” Yöntemi.....	38
2.4.2.5	<i>M.gallopvncialis</i> ’de Fekal Koliform Bakteri Doğrulama Analizi: BGLBB’de, “EMS” Yöntemi	43
2.4.2.6	<i>M.gallopvncialis</i> ’de Muhtemel <i>E.coli</i> Analizi: EMB Agar’da, “Çizgi Ekim” Yöntemi	47
2.4.2.7	<i>M.gallopvncialis</i> ’de <i>E.coli</i> Doğrulama ve <i>Enterobacter</i> Tür Analizi: IMVIC Testleri, “Var/Yok” Yöntemi	48
2.4.2.7.1	Indol Testi	49
2.4.2.7.2	Metil Kırmızısı Testi	49
2.4.2.7.3	Voges-Proskauer Testi	49
2.4.2.7.4	Sitrat Testi	50
2.5	İstatistiksel Analiz	51

BÖLÜM ÜÇ-BULGULAR..... 52

3.1	Deniz Suyu Analizi Sonuçları.....	52
3.1.1	m-FC’de Fekal Koliform Bakteri Analizi Sonuçları.....	52
3.2	<i>M.gallopvncialis</i> Analizi Sonuçları	53
3.2.1	PCA’da Toplam Bakteri Analizi Sonuçları	53
3.2.2	LB ve BGLBB’de Fekal Koliform Bakteri Analiz Sonuçları.....	55
3.2.3	EMB Agar’da Muhtemel <i>E.coli</i> Analizi Sonuçları.....	59
3.2.4	IMVIC Test Sonuçları.....	59
3.3	Analiz Sonuçlarının Dağılımı: Mevsim/ İstasyon.....	60

3.4	Analiz Sonuçlarının Dağılımı: İstasyon/ Mevsim.....	65
3.5	İstatistik Analiz Sonuçları.....	71
3.5.1	İstasyonlar Arası Farklılık.....	71
3.5.2	Mevsimler Arası Farklılık.....	71
3.5.3	Korelasyon Analizi.....	72
BÖLÜM DÖRT-TARTIŞMA VE SONUÇ.....		73
KAYNAKÇA		78

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Genel Bakış

İzmir İç Körfezi'nin su kalitesi, atıksu arıtma sisteminin işlemesine paralel olarak, iyileşme sürecine girmiş bulunmaktadır. Bu çalışma; İzmir Körfezi'nde 2000'den beri süregelen arıtma faaliyetlerinin, 2007-2008 döneminde İç Körfez'deki etkilerini ve kontaminasyon seviyesini görmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda fekal koliform bakteriler, deniz suyu ve *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819'larda izlenmiştir. Çalışmamızın İç Körfez'deki iyileşme sürecinin kapsamlı olarak anlaşılmasına fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Atıksuların denize verilmesi mikrobiyolojik kirlenmeye sebep olur. Kontrolsüz kirlenmede, kirleticilerin besin zinciri ile nesiller boyu taşınması, ekosistemdeki diğer canlılara zarar verir (Bat, Gündoğdu ve Öztürk, 1999) ve toplum sağlığı açısından sorun oluşturur (Cooke, 1975; Francesconi ve Edmonds 1998). Böylesi izleme çalışmaları temizlenme süreciyle ilgili gelişmeleri ortaya koyduğundan, kirlilik ve sağlık ilişkileri açısından önem taşır. Kirlenmenin kıyı turizmi ve ülke ekonomisine vereceği zarar düşünüldüğünde, fekal koliform bakterilerin izlenmesiyle yapılacak orta ve uzun vadeli programların önemli bir ulusal getiri olacağı açıktır. İç Körfez'deki mikrobiyolojik kirlilik, gelecekte ağır salgınlarla iş verimini düşürüp, yaşam kalitesini bozarak İzmir halkına sosyoekonomik zararlar verecektir. Bu nedenle çalışmamızın bugün ve yarına yönelik toplumsal bir önem taşıdığı, deniz suyu kalitesi- *M.galloprovincialis* tüketimi- kent/ halk sağlığı arasındaki ilişkiye ışık tutacağı düşünülmektedir.

Çalışma alanımız, yoğun kıyusal yerleşim ve hızlı yaşam nedeniyle kirlilikten en çok ve en çabuk etkilenen İç Körfez'dir. Çalışma organizması olarak, kirlilik indikatörü kabul edilen fekal koliform bakteriler ve *M.galloprovincialis*'ler seçilmiştir.

1.2 Literatür Bilgisi

Literatür taramalarında ortaya çıkmıştır ki; İzmir Körfezi'ndeki mikrobiyolojik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Deniz canlılarının çeşitliliği, biyoloji ve ekolojileri (Çınar ve ark., 2006; Geldiay ve Ergen, 1968; Koray ve Cihangir, 2002) çalışılmış, bakteriyel araştırmalar yapılmış (Güngör ve Uçar, 2000; İnkaya, 2006), ancak fekal koliform bakteriler çalışılmamıştır. Koliform araştırmaları; izleme (Cihangir, Önen ve Demirkurt, 2002) ve tez çalışmalarına (Alparslan, 1991; Buhan, 1987; Güngör, 1990, 1997) ek olarak, bunlarla ilişkili sempozyumlar (Akyarlı, 1982; Güngör ve Gök, 1990; Güngör ve Kaçar, 2005; Kaçar ve Cihangir, 2007) olarak karşımıza çıkmaktadır.

Körfez'de “kirlilik” (Arınç, Bozcaarmutlu, Şen ve Kocabıyık, 2001; Cihangir ve ark., 2002; Geldiay ve Kocataş, 1972; Karaboz, Uçar, Eltem, Özdemir ve Ateş, 1997; Kocataş, 1987), “kirleticiler” (Erden ve Sayın, 2001) ve “toksikite” (Boyacıoğlu, Parlak, Oral ve Çakal, 2001) üzerine yapılan araştırmalar daha sıktır. Garip (2006), İzmir Büyük Kanal arıtma suyunun İç Körfez'deki fitoplanktona etkisini incelemiştir. Kontaş, Küçüksezgin, Altay ve Uluturhan (2003) atıksulardaki inorganik besin, klorofil-a, sınırlayıcı element olan azot ve deterjan kaynaklı fosfatın İç Körfez'de alg patlamasına neden olduğunu saptamışlardır. Koray, Büyükişık, Parlak ve Gökpınar (1992), ötrofikasyonu ve deniz suyu kalitesini etkileyen tek hücrelileri tespit etmişlerdir. Bizsel (1996) besin dağılımını çalışmış, Koray (1992) red-tide'nin İzmir halk sağlığı açısından önemini belirtmiştir.

Fiziksel ve kimyasal çalışmaların yoğunlukta olduğu Körfez'de, *M.gallopvencialis*'ler üzerinde, “ağır metal” (Saçan ve Uğur, 2004; Sunlu, 2002), “radyoaktivite” (Uğur, Yener, Topçuoğlu, Sunlu, Aközcan ve Özden, 2005), “parazit” (Harunoğlu, 2005) ve “EMS yöntemi” ile “toksik maddeler” (Alpbaz, Yüreklitürk ve Temelli, 1991; Esen, 2006) çalışılmıştır.

Türkiye'nin diğer denizlerinde de bakteriyolojik çalışmalar yapılmıştır.

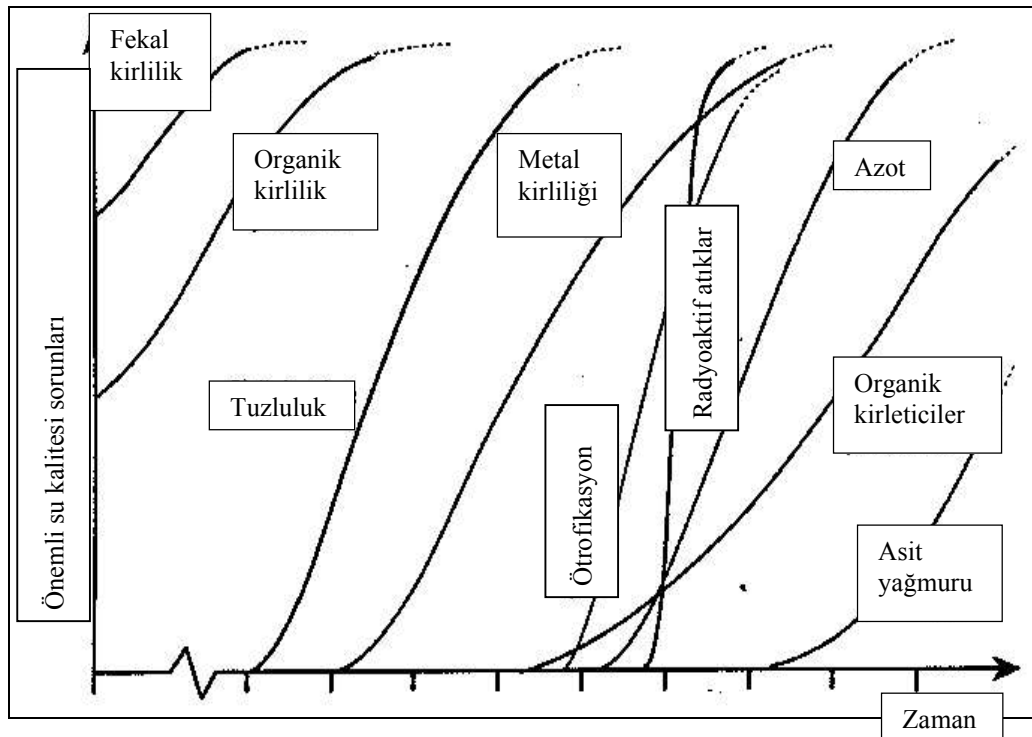
Marmara Denizi'nin bakteriyolojik kirliliği EMS yöntemiyle analiz edilmiş, *M.gallopvencialis*'de fekal koliform bakteri düzeyi, balıklardan yüksek bulunmuştur (Altuğ ve Filik, 2001). Antalya'da atıksu arıtma tesisinin kapasitesi koliformlarla izlenmiştir (Özgün ve Batı, 2002). Sivri, Fezyioğlu ve Köse (2002), Trabzon'un koliform kirliliğinden olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur. İstanbul Boğazı Karadeniz çıkışı ve Kuzeydoğu Marmara Denizi'nde toplanan atıksular indikatör mikroorganizmalar ile izlenmiş, Karadeniz atıklarıyla boğaza gelen fekal koliform bakterilerin yüzeye çıkmadığı saptanmıştır (Aslan-Yılmaz, 2002).

Yurtdışı çalışmalarında, koliform-fekal koliform bakteri (Townsend, Irving ve Naqui, 1998) ve patojen koliform bakteri taramaları EMS yöntemi ile yapılmıştır (Watanabe, Kitamura, Ochi ve Ozaki, b.t.). Rittenberg, Mittwer ve Ivler (1958), atıksularla denize karışan koliformları EMS yöntemi ile izlemiştir. Puddu ve ark. (1998), Kuzey Adriyatik Denizi'nde, bakterilerin organik maddeleri başarıyla parçaladıklarını saptamışlardır. Doğu Adriyatik Denizi'ne atıksularla gelen total koliformların mekânsal ve mevsimsel dağılımları, fiziksel-kimyasal parametrelerle karşılaştırılmış, bakteri yoğunluğunun derinlere doğru azaldığı ve haliçlerde kendiliğinden temizlenmenin, yüksek sıcaklıkta arttığı saptanmıştır (Hrenoviç, Vilicic ve Stilinovic, 2000). Yunanistan kıyı sularında mantarların fekal kirlilik indikatörü bakterilerle ilişkileri araştırılmıştır (Arvanitidou, Kanellou, Katsouyannopoulos ve Tsakris, 2001). Griffin, Lipp, McLaughlin ve Rose (2001), koliformlarla kirlilik çalışmış, indikatör ve patojen organizmaların abiyotik parametreler ve coğrafi bölgelere göre farklılık gösterdiğini bulmuşlardır. Yeni Zelanda'da kanalizasyon, deniz suyu ve kabuklu deniz hayvanlarında antibiyotiklere dirençli koliform ve fekal koliform bakteriler EMS yöntemiyle tespit edilmiştir (Cooke, 1975). *M.gallopvencialis*'lerin *E.coli*'yi filtre edişi Charles, Grémare, Amouroux ve Cahet'e (1992) konu olmuştur. Fransa yat limanlarındaki mikrobiyolojik kirlilik, *M.gallopvencialis*'lerde koliform aranarak izlenmiştir (Guillon-Cottard, Augier, Console ve Esmieu, 1997). Stabili, Immacolata-Acquaviva ve Cavallo (2004), Kuzey Ege'de *M.gallopvencialis*'in fekal streptokok ve koliformlarla ilişkisini incelemiş, *M.gallopvencialis*

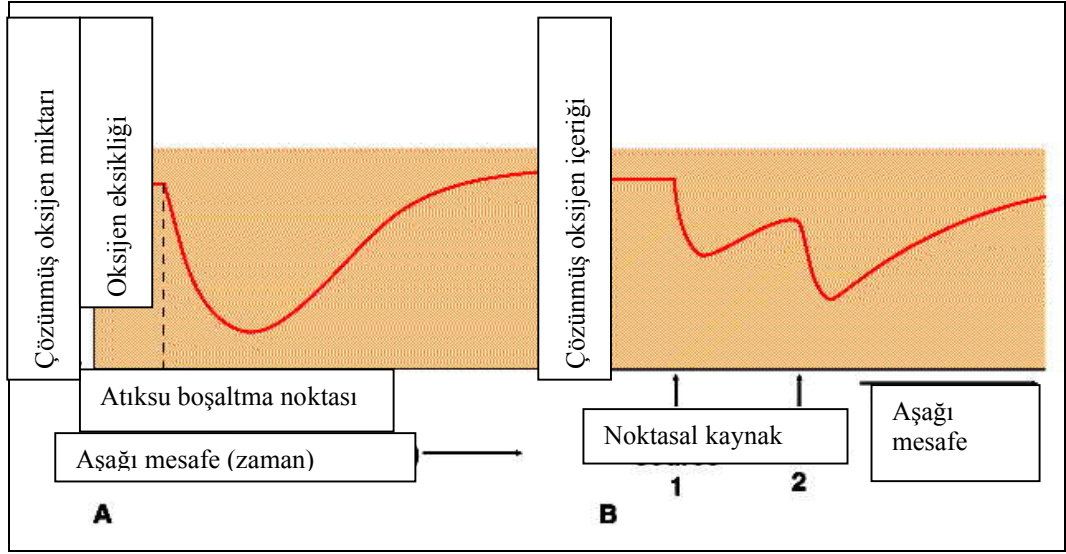
tüketiminin toplum sağlığı açısından riskli olduğunu tespit etmişlerdir. Normanno ve ark. (2005), İtalya’da *M.gallopovincialis*’deki fekal koliform bakterileri, Licciano, Stabili, Giangrande ve Cavallo (2006) ise poliketlerdeki koliformları çalışmıştır.

1.3 Denizel Ortam ve Kirlilik

Zengin bir mikrobiyolojik ekosistem olan denizde kirlenme, denizel homeostasinin insan eliyle kırılmasıdır. Taşıma kapasitesinin üzerinde kirleticiyle yüklenen denizel çevre, kirlenme sürecine girer. Özellikle su döngüsünün zayıf olduğu bölgelerde organik ve toksik madde doygunluğu, ekosistem direncini düşürür. Geldiay ve ark. (1972) kirlenmeyi; “Fiziksel, Biyolojik, Kimyasal ve Radyoaktif (Nükleer) Kirlenme” olarak dört ana gruba ayırır. Kıyısız bölgelerde yoğun yapılaşma ve atıksuların yanı sıra, deniz taşımacılığı ve turizm de kirlilik nedenlerindedir.

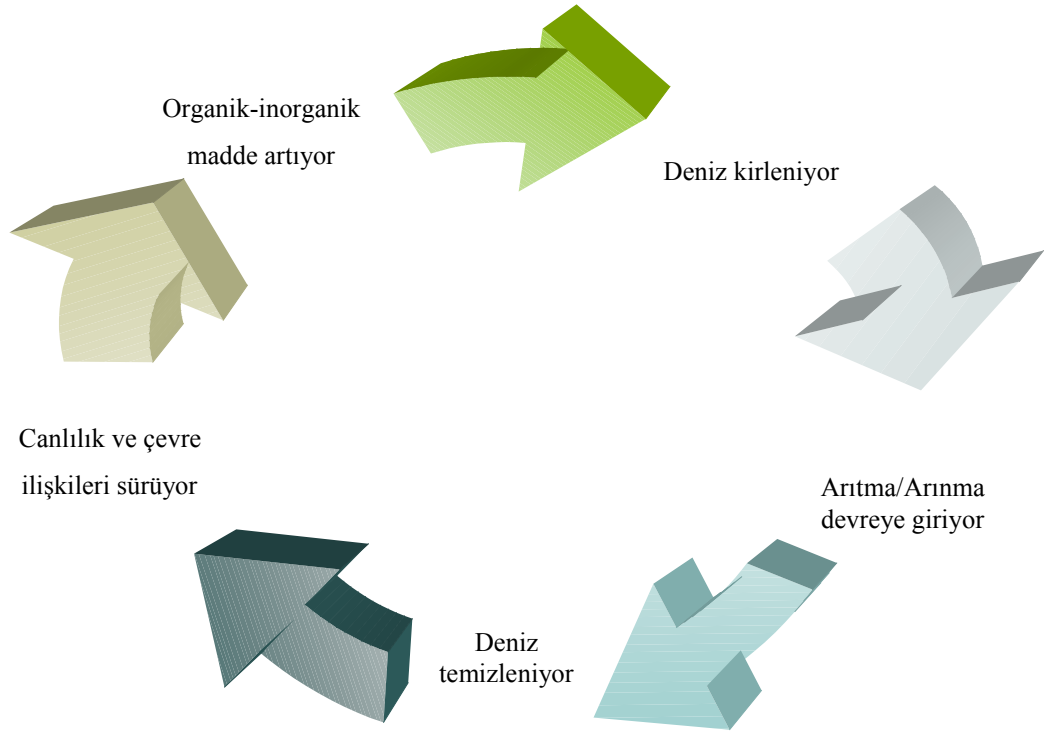


Şekil 1.1 Gelişmiş endüstrilerde artan su kalitesi sorunları (Yolcubal, b.t.).



Şekil 1.2 Atıksu ve organik maddenin çözünmüş oksijen miktarına etkisi (Yolcubal, b.t.).

Kirlenen deniz, su döngüsü boyunca periyodik olarak kendi kendini temizler. Azalan çözünmüş oksijenin, Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ, temiz sularda=2-3 mg/L) ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı'nı (KOİ) değiştirmesi, temizlenmeyi zaman zaman keser.



Şekil 1.3 Denizel ortamda arınma basamakları.

Tablo 1.1 Denizel ortamda kendiliğinden temizlenme (Shaw, Malley ve Willoughby, 2000).

<i>Arınma Yolu</i>		
Fiziksel	Süzülme	Taneciklere tutunur.
	Çökme	Dibe iner.
	Seyreltme	Temiz su girişi, akarsu vb.
	Sıcaklık	Kimyasal olaylar ve bakteri üremesi değişir.
	Işık	UV ışınları ile bakteride DNA replikasyonu önlenir.
Kimyasal	Oksijenleştirme	Çözünmüş oksijen, kirliliğe direnci artırır.
	Kimyasal madde değişimi	Tuzluluk artışı, direnç artırır.
Biyolojik	Besin miktarı	Besin maddesinin azalmasıyla bakteri ölümleri görülür.
	Mikrobik rekabet	Plankton ve bakterivirüsleri, bakterileri azaltır. Yumuşakça ve balıklar suyu süzerken bakterileri tutar ve antibiyotik salgılar. Fekal patojenler vücut dışında fazla yaşayamazlar.
	Nitrifikasyon	Nitrat bakterileri ortamdaki O ₂ 'i kullanarak organik maddeyi metan, H ₂ S veya nitrata dönüştürür. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (Amonyak nitrite dönüşür). $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ (Nitrit nitrata dönüşür).

1.4 Türkiye Denizlerinde Mikrobiyolojik Kirlilik ve Alınan Tedbirler

Ülkemizde alınan tedbirler kapsamında, atık suların alıcı sulara karıştığı yer merkez olmak üzere, 500 m yarıçaplı sahalarda midye avlanması yasaktır (Anonim, 2003). Yürürlükteki Anayasa'nın 56. maddesine göre; her insan sağlıklı bir çevrede yaşama hakkına sahiptir ve düzenlemelerden devlet sorumludur.

Uluslararası kabulde olduğu gibi; ülkemizde de su mikrobiyolojisi kalite standardı parametreleri total ve fekal koliform bakterilerdir. Potansiyel patojen olan fekal koliform bakterilerin standartlar üzerinde olması, suyun enfeksiyon yayması olarak kabul edilir.

Sağlık Bakanlığı Mavi Bayrak Projesi (1990) kapsamında, belediyeler ve üniversitelerle işbirliği içinde yüzme amaçlı deniz suları bakteriyolojik olarak izlenmektedir. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın (ÇOB) "Su Kirliliği Kontrolü

Yönetmeliği”ne (SKKY) göre yapılan izlemeler (Anonim, 2004), 2006’dan beri “Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2006)” kapsamında sürdürülmektedir.

Tablo 1.2 Ülkemizdeki su kaynakları kalite sınır değerleri (Anonim, 2004).

Parametreler (EMS ¹ /100mL)	Kıta içi su kaynakları				Göl, doğal koruma ve rekreasyon alanı	Derin deniz deşarjı
	Su kalite sınıfları					
	(1)	(2)	(3)	(4)	Ötrofikasyon	
FK ²	1,0 x 10 ¹	2,0 x 10 ²	2,0 x 10 ³	2,0 x 10 ³	(-)	<2,0 x 10 ²

¹EMS: En Muhtemel Sayı.

²FK: Fekal Koliform.

Tablo 1.3 Ülkemizdeki deniz suyu mikrobiyolojik parametre değerleri (Anonim, 2006).

Parametreler (100 mL)	Rekreasyon	AB ve Mavi Bayrak		Deniz suyu yüzme kalitesi		
	amaçlı deniz suyu	Zorunlu	Tavsiye Edilen ⁴	Zorunlu ⁵	Mükemmel	İyi
FK ¹ (EMS ²)	2,0 x 10 ²	1,0 x 10 ²	2,0 x 10 ³	1,0 x 10 ²	1,85 x 10 ²	2,0 x 10 ²
<i>E.coli</i> (kob ³)				2,5 x 10 ²	5,0 x 10 ²	5,0 x 10 ²

¹FK: Fekal Koliform.

²EMS: En Muhtemel Sayı.

³kob: koloni oluşturma birimi.

⁴Kabul edilebilir üst sınır “+ %20”dir.

⁵Kabul edilebilir üst sınır “+ %5”dir.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOD

2.1 Çalışma Organizmaları

2.1.1 Fekal Koliform Grup Bakteriler

Fekal koliform bakteriler, Enterobacteriaceae ailesine dâhil olan koliform grup bakterilerin dışkı kökenli alt grubudur. Koliform bakteriler; mikrobiyolojik indikatörlerdir. Atıksu ve su ürünlerinde bolca görülür, sıcakkanlı canlıların kalın bağırsakları, bitkiler ve toprakta çürükçül yaşarlar. Enterobacteriaceae'nin sınıflandırmasındaki karmaşa, koliform tanılanmasına da yansımıştır. Günümüzde *Aeromonas*, *Arizona*, *Citrobacter*, *Edwardsiella*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Providencia* cinslerine ait türler ile *Hafnia alvei*, *Pantoea agglomeran*, *Rahnella aquatilis* koliform kabul edilmektedir (Halkman, 1999).

Tablo 2.1 Enterobacteriaceae ailesinin sınıflandırma piramidi*.

	<i>Sistemik hiyerarşi</i>
Alem	Bacteria
Şube	Proteobacteria
Sınıf	Gammaproteobacteria
Takım	Enterobacteriales
Aile	Enterobacteriaceae

*Brenner, Krieg ve Staley'e (2005) göre hazırlanmıştır.

Tablo 2.2 Enterobacteriaceae'de bazı özellikler*.

<i>Tür</i>	<i>Hareket</i>	<i>Ortam</i>	<i>Patojenite</i>	<i>Kapsül</i>
<i>Enterobacter aerogenes</i>	+	Toprak, su vd.	+	±
<i>Citrobacter freundii</i>	+	Dışkı	+	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	Dışkı, toprak, su, meyva	+	+
<i>Hafnia alvei</i>	+	Dışkı, toprak, su vd.	+	-

*Brenner, Krieg ve Staley'e (2005) göre hazırlanmıştır.

Tablo 2.3 Bazı FK¹'ların biyokimyasal test sonuçları².

FK	I	M	V	C	L
<i>E.coli</i> Tip 1	+	+	-	-	+
<i>E.coli</i> Tip 2	-	+	-	-	+
<i>Citrobacter freundii</i>	-	+	-	+	-
<i>Enterobacter aerogenes</i>	±	-	+	+	+
<i>Enterobacter cloacae</i>	-	-	+	+	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	+	+	+

¹FK: Fekal Koliform.

²Çakır'a (2000) göre hazırlanmıştır.

I: İndol, M: Metil kırmızısı, V: Voges-Proskauer, C: Sitrat, L: Laktoz.

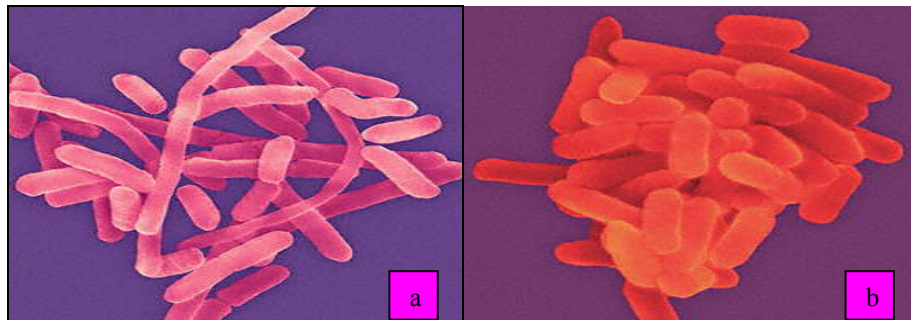
Tablo 2.4 FK¹'ların özellikleri².

Grup	Aile	Gram boyama	Spor	Solunum	Lg³	La⁴	Şekil
FK	Enterobacteriaceae	(-)	(-)	Aerob/ Fakültatif anaerob	(+)	(+)	Düz çubuk

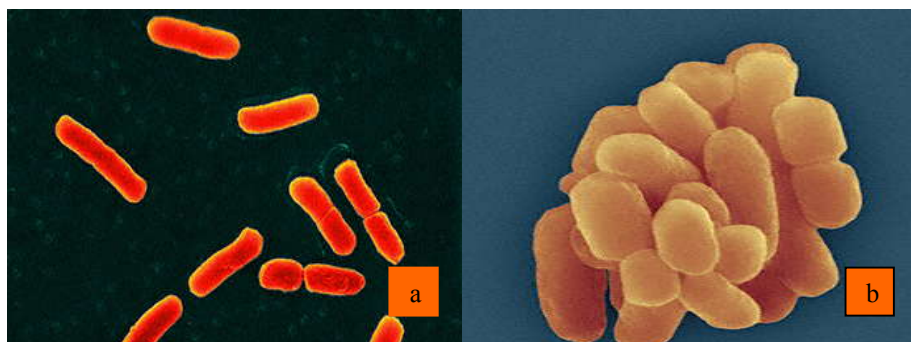
¹FK: Fekal Koliform.

²American Public Health Association (APHA; Anonim, 1998)'a göre hazırlanmıştır.

³Lg: Laktozdan gaz oluşturma. ⁴La: Laktozdan asit oluşturma.



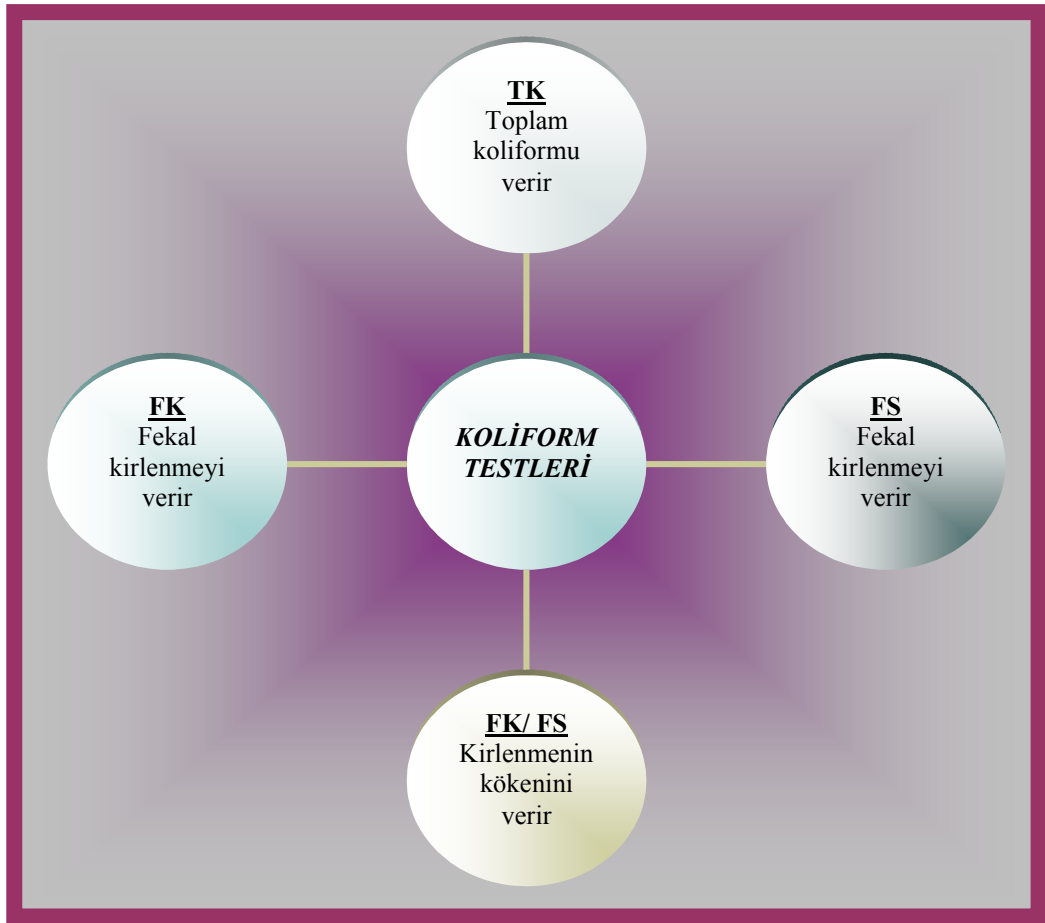
Şekil 2.1 (a) *Citrobacter freundii*, (b) *Klebsiella pneumoniae* (Kunkel, 2008).



Şekil 2.2 (a) *Escherichia coli*, (b) *Serratia sp.* (Kunkel, 2008).

Total koliform bakteriler (TK) genel kaliteyi, fekal koliform bakteriler (FK) ise fekal kontaminasyon seviyesini gösterir. Lactose Broth (LB) besiyerinde 35-37⁰C’da 48 saatte gaz ve asit oluşturan bakteriler “muhtemel fekal koliform grup”, Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB) besiyerinde 35-37⁰C’da 24-48 saatte gaz oluşturan bakteriler ise “doğrulanmış fekal koliform grup” olarak tanımlanırlar (World Health Organisation/ United Nations Environment Programme [WHO/ UNEP], 1994). Tür tanılanması, IMVIC testleri ile yapılır.

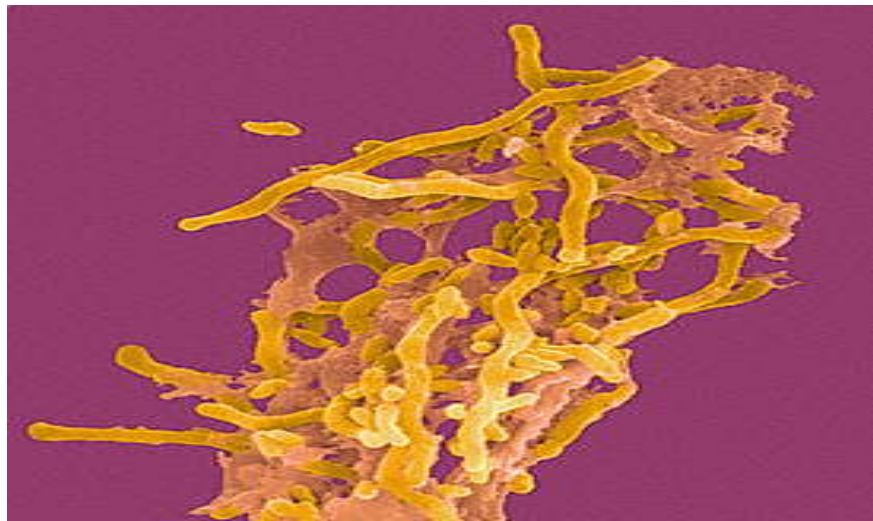
Patojenlerle bir arada yaşayan, dayanıklı, kolay kültürlenebilen mikroorganizmalar “indikatör” kabul edilir. Farklı kökenlerinden dolayı koliform bakteriler indikatör olarak yeterli değildir, mutlaka fekal koliform bakteri testlerine ihtiyaç duyulur. İndikatör organizmalar olarak bugün, koliform-fekal koliform bakteri ve *E.coli* evrensel kabul görmektedir (Anonim 2005, 2004).



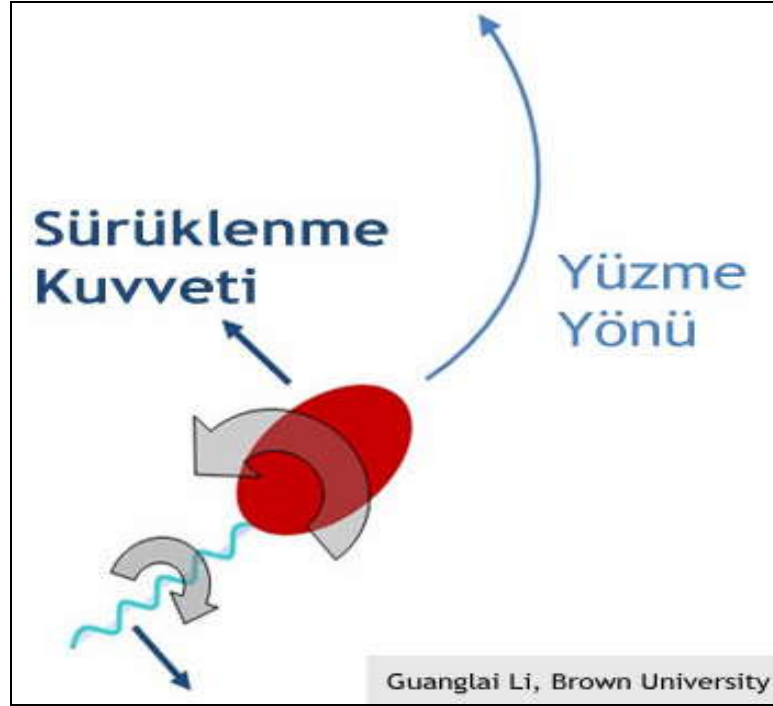
Şekil 2.3 Koliform testleri.

TK: Total Koliform, FK: Fekal Koliform, FS: Fekal Streptokok.

Potansiyel olarak patojen taşımayan denizde mikrobiyolojik kirliliğin nedeni; atıksularla gelen kara kökenli fekal indikatör patojenlerdir (Efstratiou, 2001). Doğal adresleri sıcakkanlı canlıların bağırsaklarıdır. Proteince zengin atıksularda hızla çoğalır, deniz kuşları ve midyelerle taşınırlar. Denizlerde bir-iki saat ile birkaç gün arasında yaşarlar. Patojenler gibi mezofildirler (Arda, 2000). Ancak “thermotolerant (sıcaklığa dayanıklılık)” özellikleriyle koliformlardan ayrılırlar (Collins, 1998). Jay (1996), *E.coli* Tip1, *Citrobacter* ve hepsi fekal olmadığı halde *Klebsiella* türlerini de fekal koliform bakteriler olarak tanımlar. *Enterobacter aerogenes*’in de fekal alt türleri vardır. Fekal koliform bakteriler, yeni fekal kirliliği ve bir arada yaşadıkları *Shigella* gibi birincil bağırsak patojen ve virüslerinin varlığını gösterirler (Efstratiou, 2001). Örneğin *Salmonella* türleri, koliformlar olmadan yaşayamazlar. Deniz suyunda görülen fekal koliform bakteriler, atıksu ile yüzme suyu arasındaki bağlantıya işaret eder (Lopez-Pila, 1998). Fattal, Peleg-Olevski, Yoshpe-Purer ve Shuval (1986), yüzücülerin bağırsak hastalığı sıklığı ve fekal kirlilik arasındaki ilişkiyi bulmuşlardır. Dışkı bulaşmış suda yüzenlerde mide-bağırsak hastalıkları gözlenir (Rees, Pond, Johal, Pedley ve Rickards, 1998). Bu nedenle fekal kirlilik standartlarında, bağırsak hastalıkları ile ilişkili parametreler esas alınır. Brownian hareketi (Şekil 2.5) ve az yoğun atıksuların yüzeye yayılması nedeniyle fekal koliform bakteriler üstte bol, dipte çok az miktardadır (Öner, 1987). İnsanlar yüzey suyuyla temasta oldukları için, bu durum halk sağlığı açısından önemlidir.



Şekil 2.4 Fekal koliform bakteriler (Kunkel, 2008).



Şekil 2.5 Brownian hareketi. Bakteri su moleküllerine karşı koyarken zikzaklar oluşuyor (Li, 2008).

2.1.2 *Escherichia coli* MIGULA, 1895 (*E.coli*)

Fekal koliform grup bakteriler içinde sadece *Escherichia coli* MIGULA, 1895, fekal kirlilik ile bağırsak hastalıkları arasındaki ilişkiyi gösterir (Geissler, Manafı, Amoros ve Alonso, 2000). Diğerlerinin durumu tartışmalıdır. Gaz oluşturan bakterilerin %95-98'i *E.coli* olduğundan, fekal koliform bakteri taramalarında *E.coli* sayımı yeterli görünse de, pozitif sonuç veren *Enterobacter* ve *Klebsiella* türleri nedeniyle güvenilir olmaz.

Escherichia genusu; düz çomak şekilli, fakültatif anaerobik, Gram (-), 37⁰C'da üreyen kimi kapsüllü, kimi hareketli türler içerir. *E.blattae* hamamböceklerinin, *E.albertii*, *E.coli*, *E.fergusonii*, *E.hermannii*, *E.vulneris* ise sıcakkanlı canlıların bağırsaklarında yaşarlar (Brenner, Krieg ve Staley, 2005).

E.coli, *Escherichia* genusunun en çok tanınan türüdür. Doğal yaşam ortamı sadece memeli ve kanatlı (sıcakkanlı) bağırsağıdır. Kolay kültürlenebilir. Bu özellikleri ile *E.coli*, en yaygın ve kesin fekal kirlilik indikatörüdür. Özellikle

insan bağırsak patojenlerinin varlığını göstermek için kullanılır. İnsan dışkıında bol miktarda (10^8 adet/g) bulunur ve çok seyreltik atıksu bulaşmasında bile saptanır. Theodor von Escherich (1885) tarafından, anne sütü ile beslenen bebeklerin dışkılarından izole elde edilen ve *Bacterium coli commune* olarak adlandırılan bakteriyi, Migula (1895) *Bacillus coli*, Castellani ve Chalmers (1919) *Escherichia coli* olarak adlandırmıştır.

Tablo 2.5 *Escherichia coli* MIGULA, 1895'in sınıflandırma piramidi*.

	<i>Sistemik hiyerarşi</i>
Alem	Bacteria
Şube	Proteobacteria
Sınıf	Gammaproteobacteria
Takım	Enterobacteriales
Aile	Enterobacteriaceae
Cins	Escherichia
Tür	<i>Escherichia coli</i> (Migula, 1895), Castellani ve Chalmers, 1919

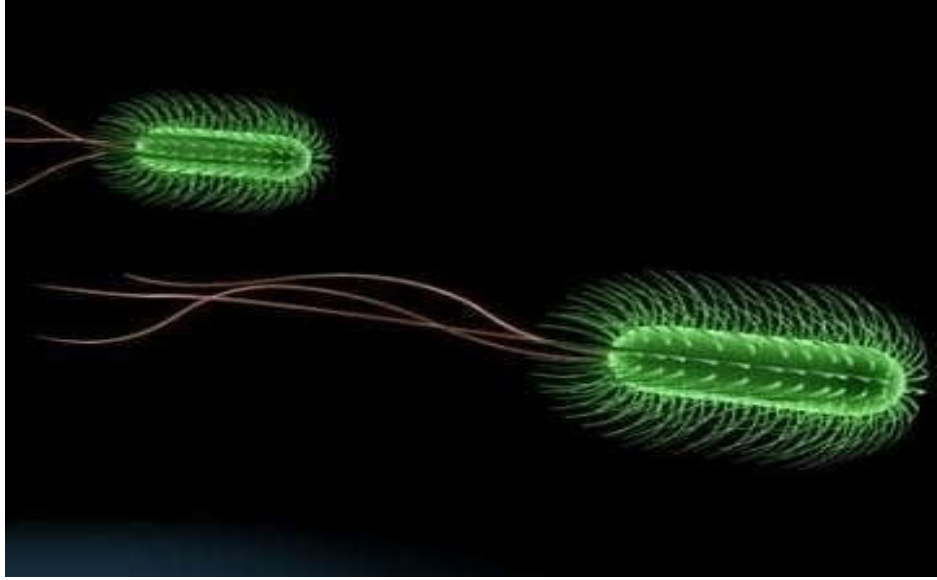
*Brenner ve ark.'na (2005) göre hazırlanmıştır.



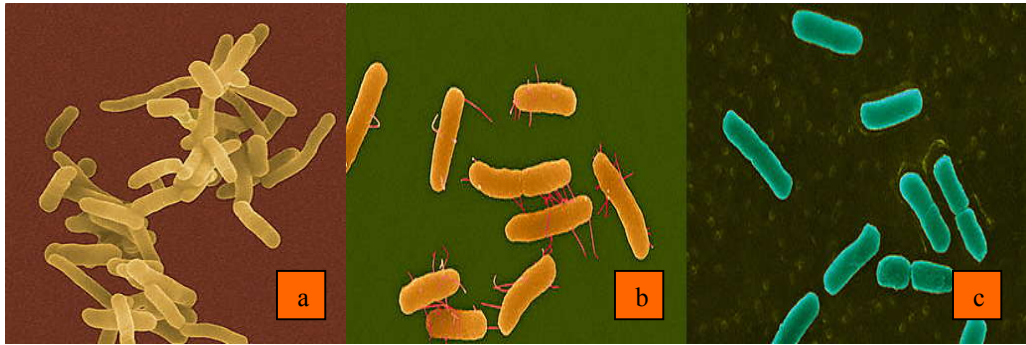
Şekil 2.6 *E.coli* (Kunkel, 2008).

E.coli, 0,4-0,8 μm x 1-3 μm boyutlarındadır. Her yöne dağılmış flagel ve pilus taşır (Şekil 2.7). Optimum yaşam sıcaklığı 37-40⁰C, pH 5,0-9,0 (Brenner ve ark., 2005) olup, su kaybına çok dayanıklıdır. Genetik yapısı en iyi bilinen canlıdır. Üç taneye kadar dairesel genom taşıyabilir. Molekül ağırlığı 2,6 x 10⁹da olan DNA

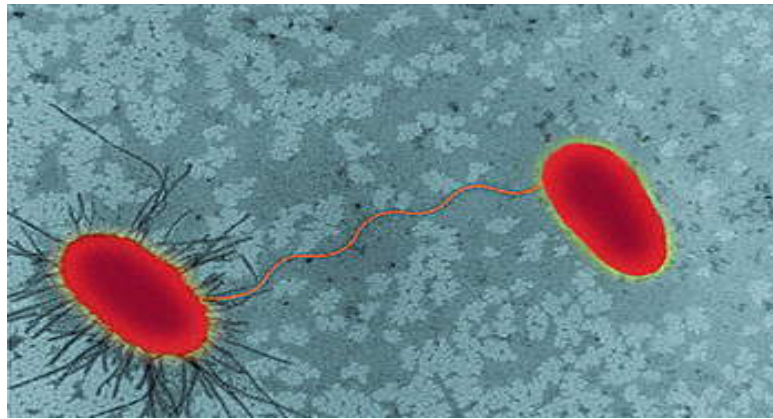
1,4 nm uzunluğundadır. *E.coli*'nin *Salmonella* ve *Shigella* türleri ile konjugasyon yapması, türler arası benzerliği düşündürmektedir (Şekil 2.8, 2.9).



Şekil 2.7 *E.coli*'de pilus (fimbria) ve flagella (Tartarotti, 2006).



Şekil 2.8 (a) *Shigella dysenteriae*, (b) *Salmonella typhimurium*, (c) *E.coli* (Kunkel, 2008).



Şekil 2.9 *E.coli*'de konjugasyon ile DNA aktarımı (Kunkel, 2008).

E.coli'nin O (somatik), H (flagel) ve K (kapsül) antijenleri bilinmektedir. Farklı antijenik özellikleri ile çok sayıda suş (ATCC 11775, CCM 5172, CIP 54.8, DSM 30083, IAM 12119, NCDO 1989, NCTC 9001) ve serotipe (O1:K1(L1):H7) ayrılır (Brenner ve ark., 2005). Doğumdan itibaren bağırsak mukozasına yerleşir, ürettiği antibiyotiklerle (colisin) patojenlerin gelişimini önler. Mikrofloranın değişmesiyle patojenite kazanabilir. Antibiyotik tedavisinde diğer *E.coli*'ler çoğalır (Arda, 2000). Patojen serotiplerinin bulunmasıyla, sadece fekal kirlilik indikatörü olmaktan çıkan *E.coli* 'nin O157:H7 serotipi (Şekil 2.10), bilinen en tehlikeli gıda kaynaklı patojendir. Bağırsak dışında antibiyotiklere direnç gösteren *E.coli*, toplum sağlığını tehdit eder. Süt çocuklarında gastroenteritis, yetişkinlerde safra ve idrar yolu problemleri, yaralar, karaciğer apsesi, septisemi, mastitis, menenjit, arteriosklerozis, bağışıklık hastalıkları, hemolitik üremik sendrom ve hemolize sebep olur. Enterotoksijenik *E.coli* (ETEC), Enteroinvasif *E.coli* (EIEC), Enteropatojenik *E.coli* (EPEC), Enterohemorajik *E.coli* (EHEC) (Şekil 2.11), EnteroAggregative *E.coli* (EA_gEC), Yayılmış yapışan *E.coli* (DAEC), Uropatojenik *E.coli* (UPEC) insanda ishal sebebidir. Hayvanlarda idrar yolu enfeksiyonu (kedi-köpek), mastitis (inek), kolibasillosis (buzağı-kuzu-domuz yavrusu-civciv), koligraniloma ve hava kesesi yangısı (kanatlı) etkenidir.

Sularda *E.coli* testleri, Bakteriyolojihâne-i Osmânî'den beri (İstanbul, 1893) yapılmaktadır (Arda, 2000).

Tablo 2.6 *E.coli* test sonuçları*.

<i>I</i>	<i>M</i>	<i>V</i>	<i>C</i>	<i>Ma</i>	<i>D</i>	<i>A</i>	<i>In</i>	<i>S</i>	<i>L</i>	<i>Sa</i>	<i>G</i>	<i>U</i>	<i>KCN</i>	<i>H₂S</i>
(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(±)	(-)	(-)	(±)	(±)	(±)	(-)	(-)	(-)	(-)

* Brenner ve ark.'na (2005) göre hazırlanmıştır.

I: İndol

M: Metil kırmızısı

V: Voges-Proskauer

C: Sitrat

Ma: Mannitol

D: Dulsitol

A: Adonitol

In: İnositol

S: Salisin

L: Lisin dekarboksilaz

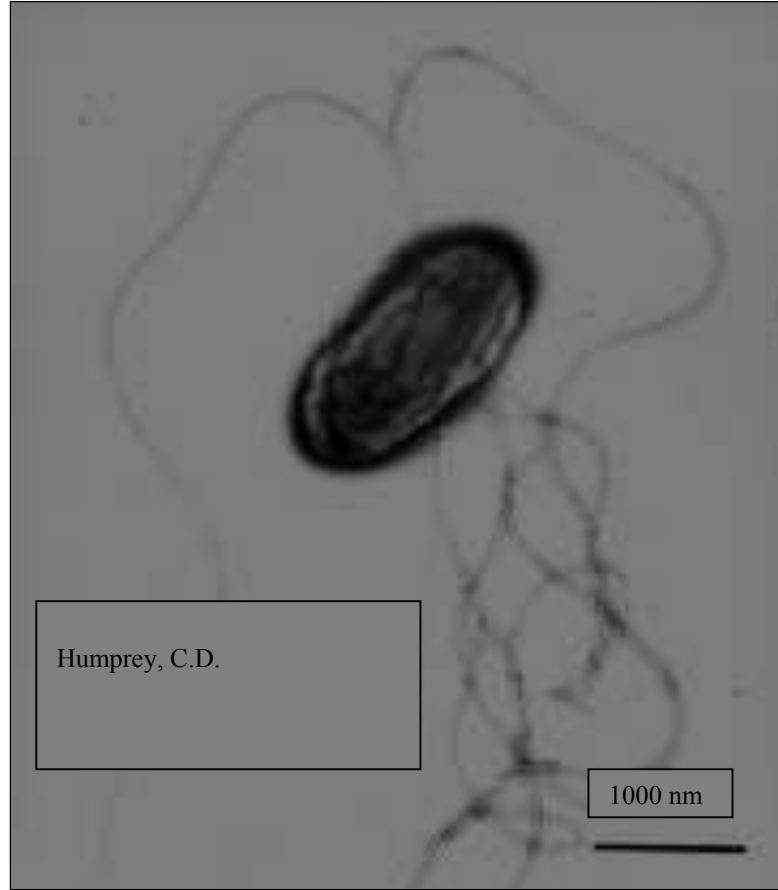
Sa: Sakkaroz

G: Gelatin

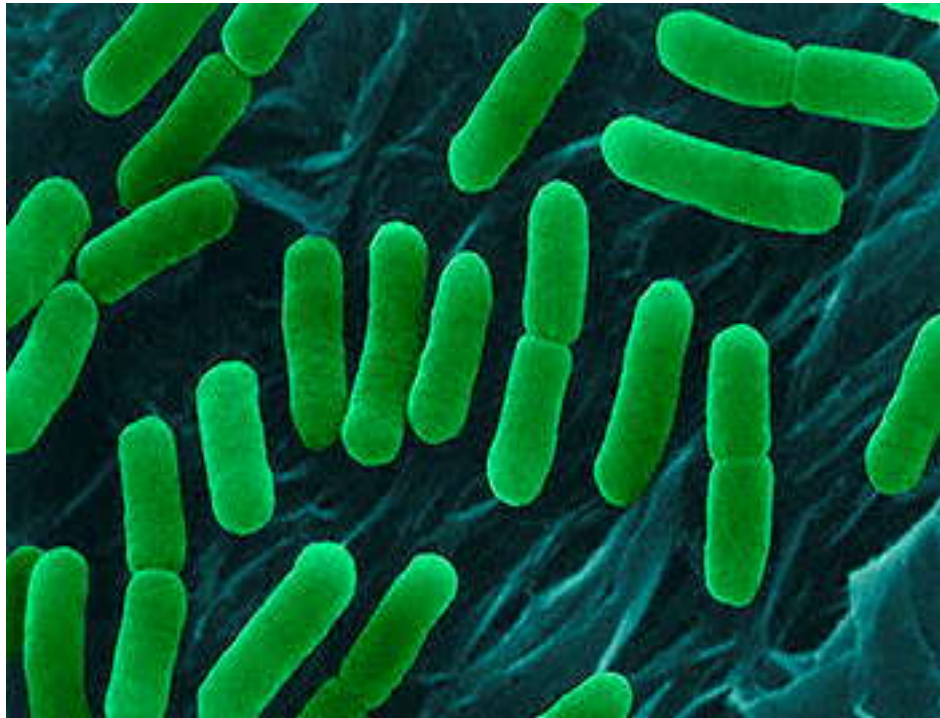
U: Üreaz

KCN: KCN büyüme

H₂S: Hidrojen sülfür.



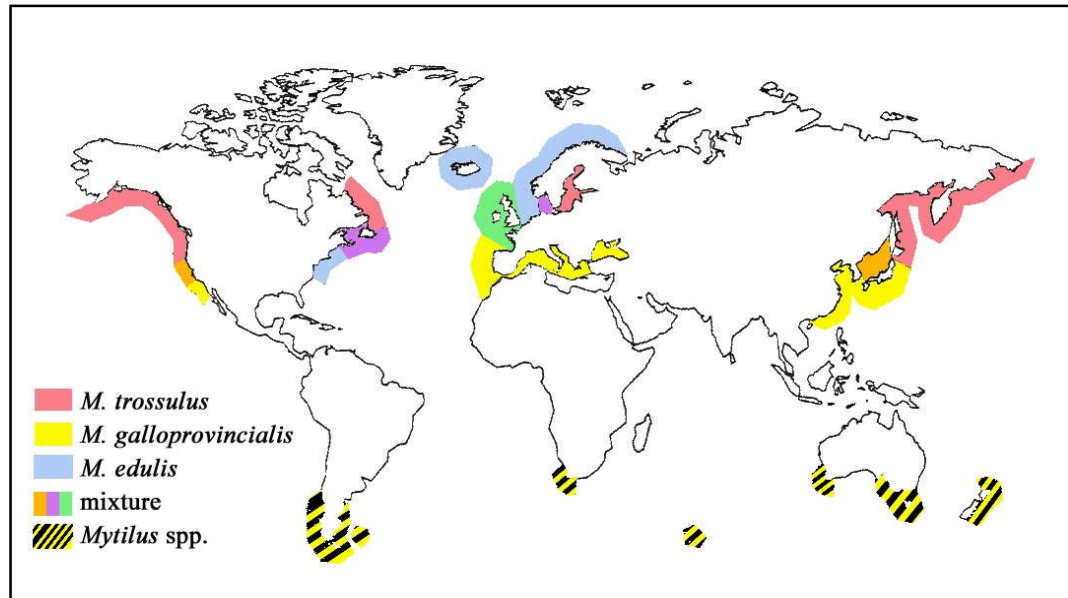
Şekil 2.10 *E.coli* O157:H7 suşu (Brenner ve ark., 2005).



Şekil 2.11 Enterohemorajik *E.coli* (EHEC). Kunkel (2008).

2.1.3 *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819 (Kara Midye)

Çift kabuklular, kıyı bölgelerinde suyu süzerek yaşarlar (Stabili, Immacolata-Acquaviva ve Cavallo, 2004). *M.galloprovincialis* deniz suyu ve acı sularda gruplar halinde kayalıklara tutunur. Ilıman denizlerde istilacı olarak yayılır (Şekil 2.12). Türkiye’de, Doğu Akdeniz kıyıları hariç tüm kıyılarda ve İzmir Körfezi’ndeki doğal yataklarında bol miktarda bulunur. Zengin organik madde içeriği ile ekonomik değeri yüksek bir besindir (Lök, 2001). Ülkemizde 7-8 cm boyuna gelenler bolca tüketilir.



Şekil 2.12 *Mytilus*'ların Dünya'daki dağılımı (Consortium for the Barcode of Life [CBOL], 2008).

Tablo 2.7 *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819 sınıflandırma piramidi (Anonim, 2008)*.

	Sistemik hiyerarşisi	TÜBİTAK TTTT No
Alem	Animalia (Hayvanlar)	2263
Şube	Mollusca (Yumuşakçalar)	5212
Sınıf	Bivalvia LINNAEUS, 1758 (Çift kabuklular)	5272
Altsınıf	Pteriomorphia BEURLIN, 1944	5273
Takım	Mytiloidea FERUSSAC, 1822	6475
Aile	Mytilidae RAFINESQUE, 1815	6476
Cins	Mytilus LINNAEUS, 1758	6520
Tür	<i>Mytilus galloprovincialis</i> LAMARCK, 1819	6521

*TÜBİTAK, Türkiye Taksonomik Tür Veri Tabanı (TTTT) bilgilerine göre hazırlanmıştır.



Şekil 2.13 *M.galloprovincialis* (Artüz, 1994).

M.galloprovincialis'in iki eşit parçalı, siyah-mor kabukları kapandığında, karnın kıvrımları madde girişini engeller. İç kısım ince tanecikli ve düzgün, ortası beyazımsı sedeftir.

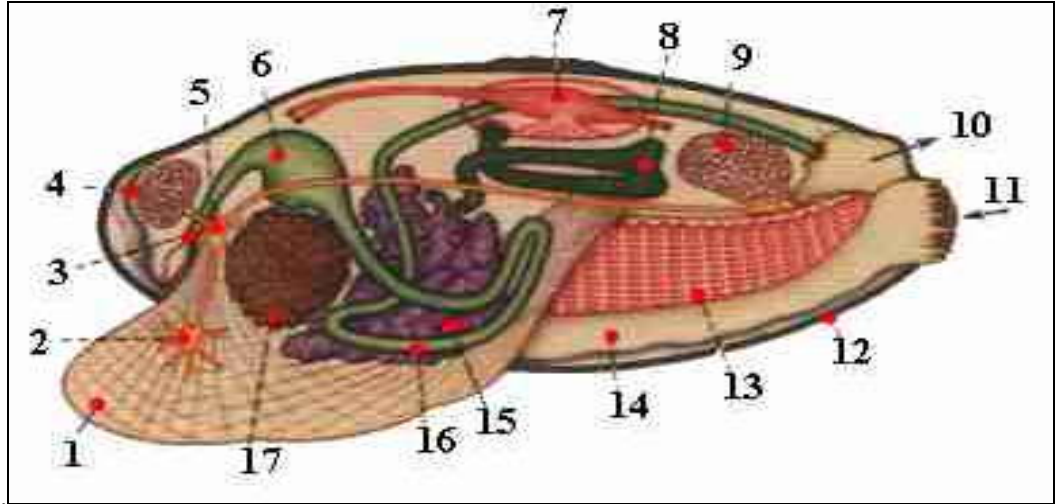


Şekil 2.14 *M.galloprovincialis*'de sedefli iç kısım (Seed, 1976).

Boşluktaki manto, kabuklara bağlıdır. *M.galloprovincialis*'in 1/5'i kadar olan tutunucu ayaklar, boyu kadar uzayabilir. *M.galloprovincialis*'lerde büyüme; derinlik, sıcaklık ve besin durumundan etkilenir. Tutundukları kayalardan aldıkları kalsiyum karbonat, kabuk büyümesinde etkindir. Yüzeyde yaşayanlarda büyüme yavaştır. Optimal pH=7-9, tuzluluk ‰ 15-22 ve sıcaklık 14⁰C'dir. Gelişme ‰ 4 tuzluluk, <6°C ve >28°C'da durur.



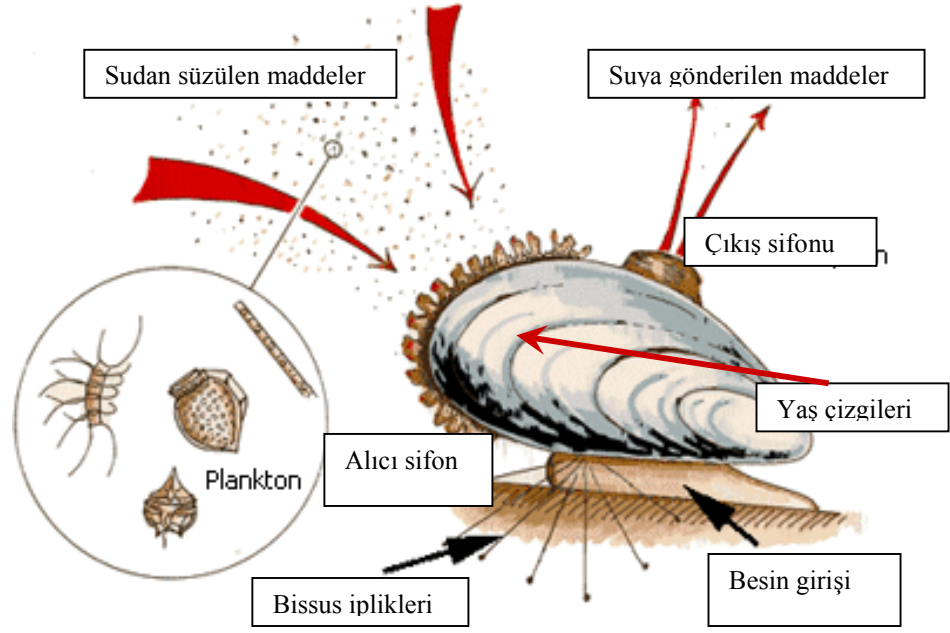
Şekil 2.15 *M.galloprovincialis*'de iç organlar.



Şekil 2.16 *M.galloprovincialis*'in anatomisi (Balıkçılık, b.t.).

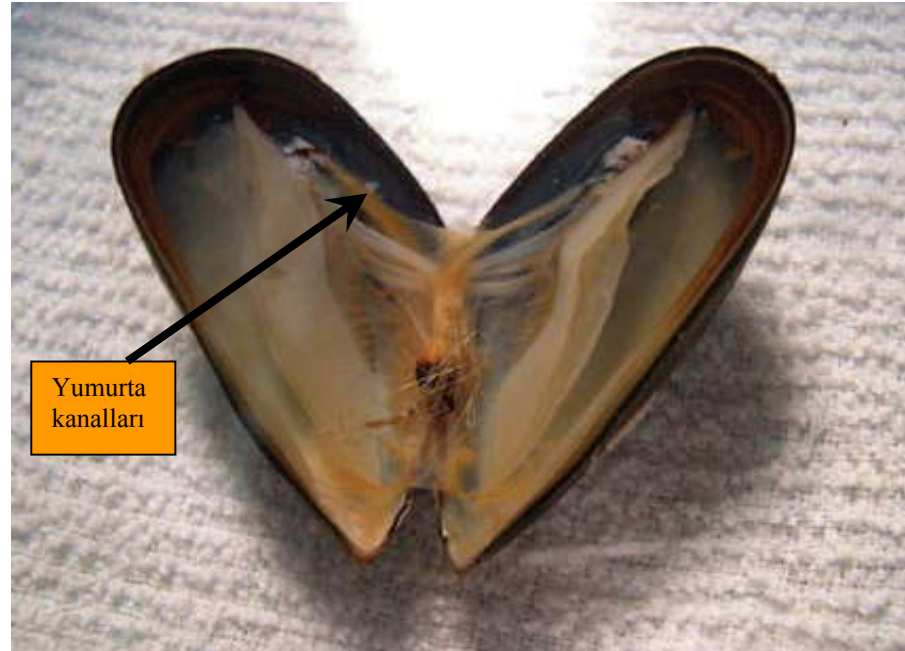
1. Ayak, 2. Sinir sistemi, 3. Ağız, 4. Kaslar, 5. Sinir sistemi, 6. Mide, 7. Kalp, 8. Böbrekler, 9. Kaslar, 10. Su-besin çıkışı, 11. Su-besin girişi, 12. Dış kabuk, 13. Solungaç, 14. Yumuşak doku, 15. Yumurtalık, 16. Bağırsak, 17. Karaciğer.

M.galloprovincialis solungaç tüyleriyle suyu filtre ederken, ağızıyla besinleri yakalar. Saatte 10-25 L su filtre eden *M.galloprovincialis*'lerde süzme hızı; *M.galloprovincialis* ve partikül büyüklüğü, türü, su akıntısı ve sıcaklığa bağlıdır. Su olmadığında almaçlar kapanır. Nemli ortamda bir hafta kadar yaşayabilir.



Şekil 2.17 *M.galloprovincialis*'de filtrasyon (Aguascope, b.t.).

Farklı eşeylidirler, nadiren hermafroditlik görülür. Üreme sistemi; üreme organı ve kanallardan oluşur. Dişi üreme organları portakal sarısı (Şekil 2.18), erkek üreme organları krem renklidir (Şekil 2.19).

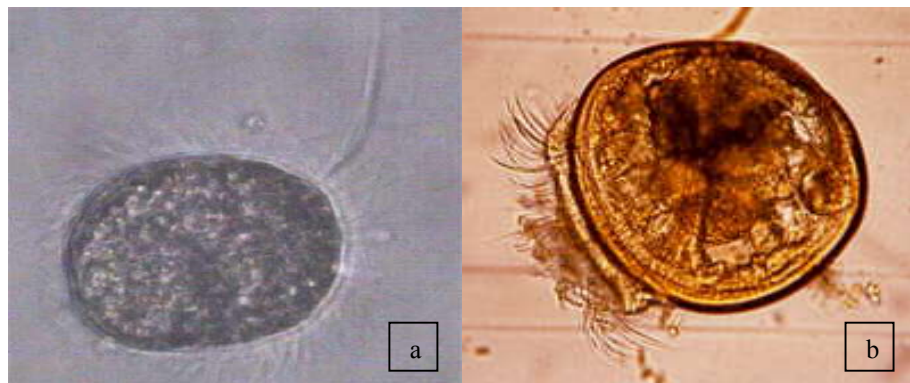


Şekil 2.18 Dişi *M.galloprovincialis*'de iç organlar (Ebay, b.t.).



Şekil 2.19 Erkek *M.galloprovincialis*'de iç organlar (Ebay, 2008).

Gametogenezde manto, dışıde kırmızı-portakal, erkekte açık sarıdır. Üreme döneminde gametler (yumurta 60-70 μm , sperm 3-5 μm x 2-3 μm) eşzamanlı olarak –*M.galloprovincialis*'in kontrolünde- atılır. Döllenme, su hareketleriyle 2 saat-3 gün arasında sürer (Lök, 2001). Silli “trakofora larva” 24 saatte yüzer, 48 saatte kabuklanıp kamçılı “veliger larva”ya dönüşür. Bir ay içinde metamorfozla ayak oluşturur. Bissus iplikleriyle sert-pürüzlü zemine tutununca yüzme aktivitesi biter. Ancak olumsuz durumlarda, yer değiştirebilmek için iplikleri koparıp, yenisini üretebilir.



Şekil 2.20 *M.galloprovincialis*'de (a) Silli trakofora larva, (b) Kamçılı veliger larva (Langellotti, b.t.).

M.galloprovincialis'lerin zararlı-zararsız her türlü organik ve inorganik maddeyi toplamaları, tüm tüketicileri etkiler (Dare, 1976; Alpbaz, 1993). Fekal

patojen, antibiyotiklere dirençli bakteri, toksin ve radyoaktif maddeleri yoğunlaştırarak taşıyan *M.gallopovincialis*'ler "kirlilik göstergesi" kabul edilirler (Anonim, 1998). Sesil tür olduklarından, uzun süreli etkileri iyi yansıtır ve yüksek düzeyde fekal koliform bakteriyi besin zincirine katarak halk sağlığını tehdit ederler. *M.gallopovincialis*'ler Felç yapıcı Kabuklu su ürünü Toksini (FKT) salgılayan mikroorganizmaları, karaciğer ve pankreaslarında biriktirir. Kolera, tifo, solunum güçlüğü, tansiyon düşmesi, sinir ve kaslarda bozulma, hafıza kaybı, ağrı, titreme, davranış bozukluğu, kusma vb. şikâyetlere sebep olurlar. Ege Denizi'nde yüksek oranda görülen cıva gibi ağır toksik metaller *M.gallopovincialis* için tehlikedir (Jeffic, 1990). Organik atık girişiyle çoğalan aerob bakteri ve *M.gallopovincialis*'ler çözülmüş oksijenin tükenmesiyle yerini anaeroblara bırakır. Oksijensiz ortamda *M.gallopovincialis*'lerde toplu ölümler görülür.

2.2 Örnekleme

2.2.1 Çalışma Alanı: İzmir İç Körfezi

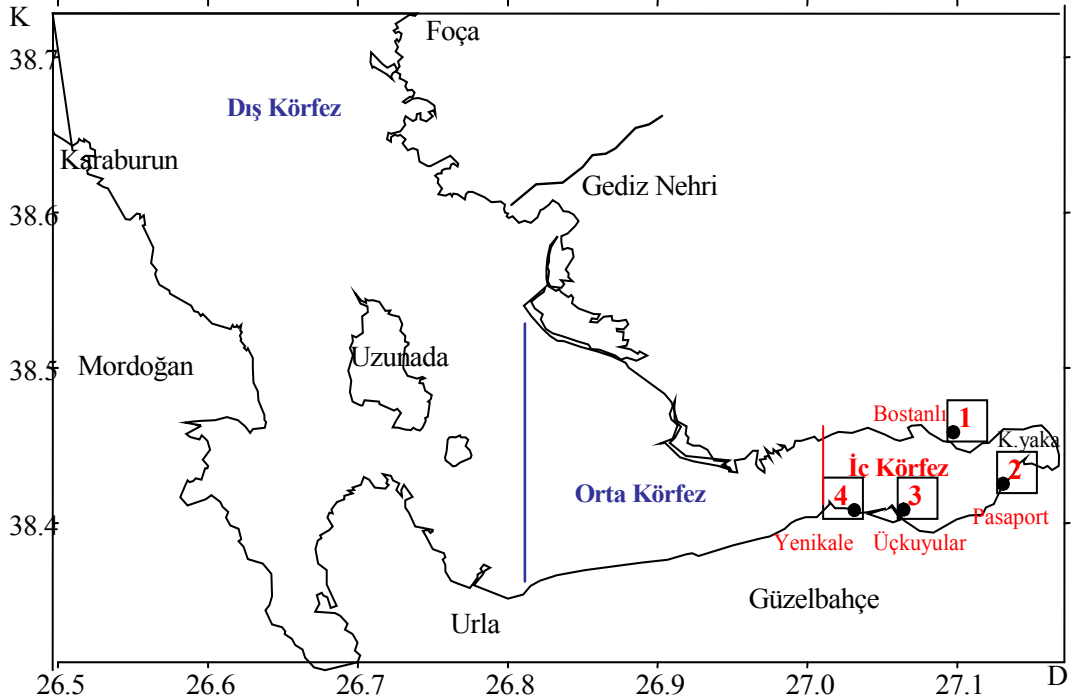
Tuzlu ve yoğun Akdeniz suyu ile az yoğun Karadeniz suyunu bir arada taşıyan İzmir Körfezi (Şekil 2.21), 500 km² yüzölçümü ile Ege ve Akdeniz'in belli başlı körfezlerinden birisidir. Dış Körfez (Karaburun-Foça-Urla arası), Orta Körfez (Yenikale Geçidi'ne dek) ve İç Körfez (İnciraltı-Karşıyaka-Bayraklı arası) olarak üç kısma ayrılır.

Çalışma alanımız; -yoğun kıyusal yerleşime paralel olarak sosyoekonomik değeri artan- İç Körfez'dir. "L" şeklinde, 57 km² ve 20 km x 40 km (üst), 5-7 km x 24 km (alt) ölçülerindedir (Eronat, Sayın ve Yalçın, 2007). Kuzeyde Yamanlar, güneyde Çatalkaya Dağı ile çevrelenir ve topoğrafik konumu itibarıyla şiddetli rüzgârlardan korunur. Orta Körfez'den 13 m derinliğindeki Yenikale Geçiti ile ayrılır. Yenikale'nin iki tarafında suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri farklıdır. Yapısı deniz taşımacılığına uygun olan İç Körfez'in en derin noktası 20 m'dir.



Şekil 2.21 İzmir İç Körfezi'nin uydu görüntüsü (Google, 2007).

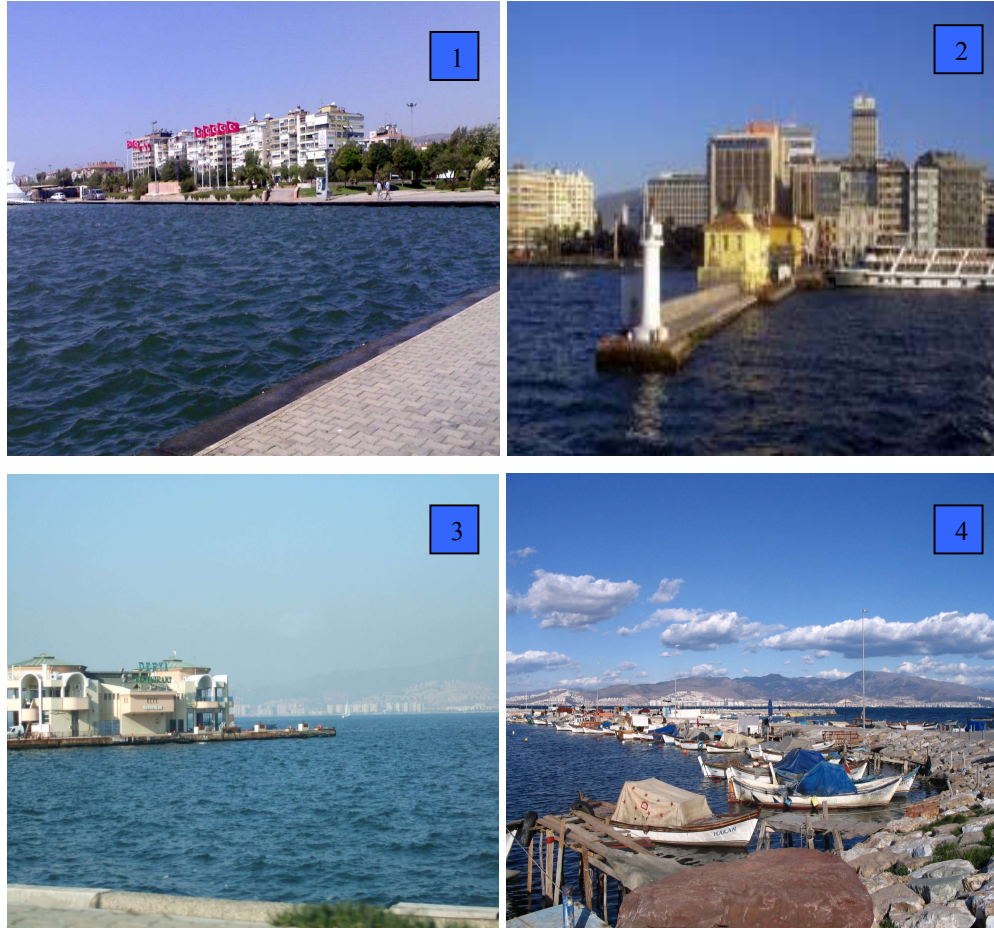
2.2.2 Örnekleme Noktaları



Şekil 2.22 Körfez krokisi ve örnekleme noktalarının konumu.

Tablo 2.8 Örnekleme noktaları.

Örnekleme Noktaları	İstasyon
Bostanlı Feribot İskelesi İstasyonu	1
Pasaport Vapur İskelesi İstasyonu	2
Üçkuyular Feribot İskelesi İstasyonu	3
Yenikale İstasyonu	4



Şekil 2.23 Örnekleme noktalarından görünümeler.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale/ İnciraltı istasyonları.

İstasyonların seçiminde kıyısız bölge kirlilik girdisi ve etkileri göz önüne alınmıştır.

2.3 Arazi Çalışmaları

2.3.1 Materyal

Arazi çalışmalarında; eldiven, buzluk, deniz suyu örneklerinin toplanması için steril cam şişe, *M.gallopvncialis* örneklerinin toplanması için özel üretim kepçe kullanılmıştır.

2.3.2 Metod

Araştırmamızda, İzmir İç Körfezi kıyı sularında belirlenen istasyonlardan direkt manüel yöntemlerle alınan örnekler üzerinde çalışılmıştır. Örnekler, dört kıyı istasyondan üçer aylık dönemler halinde alınmıştır. Deniz suyu örnekleri yüzeyden direkt olarak 10² mL'lik cam şişelere konmuş, *M.gallopvncialis*'ler kıyı kayalıklardan kepçe ve elle toplanmıştır. Örnekler +4⁰C'daki buzlukta korunarak, iki saat içinde laboratuvara getirilmiştir.

2.4 Laboratuvar Çalışmaları

2.4.1 Materyal

Laboratuvarda inkübatör olarak etüv, sterilizatör olarak otoklav, analiz malzemesi olarak steril deney tüpleri, petri kutuları, erlenmayer, beher, bistüri, blender, pamuk, tüplük, bek, öze vb. araç-gereçler ile fekal koliform bakteri ve *E.coli* gelişimini sağlayan besiyerleri kullanılmıştır. Çalışma öncesi laboratuvarda ön hazırlık yapılmış; Membran-Fecal Coliform, Plate Count Agar, Lactose Broth, Brilliant Green Lactose Bile Broth ve Eosin Methylene-Blue Agar besiyerleri hazırlanmıştır.

2.4.1.1 Membran-Fecal Coliform (m-FC) Besiyeri

Deniz suyu örneklerinde fekal koliform bakterilerin membran filtrasyon yöntemiyle analizinde kullanılmıştır. Distile suda çözülüp kaynatılan besiyeri, 45⁰C'a soğutulduktan sonra her istasyon için ikişer minik (6 cm) steril petri kutusuna 5'er mL dökülmüştür.

Berrak, mavi-menekşe renkli, katı ve fekal koliform bakteriler için seçici besiyeridir. Safra tuzları fekal koliform bakteriler dışındaki Gram (-) bakterileri baskılar. Fekal koliform bakteriler ise pepton ve maya ekstraktını besin kaynağı olarak kullanıp, laktozu fermente eder. Fekal koliform bakteri kolonileri, indikatör boya anilin mavisi ile boyanır.

Tablo 2.9 m-FC besiyeri bileşimi.

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Laktoz	12,5 g/L
Triptoz	10,0 g/L
Proteoz pepton	5,0 g/L
NaCl (Sodyum klorür)	5,0 g/L
Maya ekstraktı	3,0 g/L
Safra tuzu	1,5 g/L
Anilin mavisi	0,1 g/L
Distile su	1 L
Sıcaklık	25 ⁰ C
pH	7,4±0,2

2.4.1.2 Plate Count Agar (PCA) Besiyeri

M.gallopovincialis'de toplam bakteri sayımı için kullanılmıştır. Distile suda çözülen besiyeri, 121⁰C'da 15 dk sterilize edilmiş, 45⁰C'ye soğutulup, steril petri kutularına dökülmüştür.

Berrak, sarımsı ve genel besiyeridir.

Tablo 2.10 PCA besiyeri bileşimi.

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Agar-agar	15,0 g/L
Tripton	5,0 g/L
Yeast ekstrakt	2,5 g/L
Glikoz	1,0g/L
Distile su	1 L
Sıcaklık	25 ⁰ C
pH	7,0±0,2*

*Otoklavda sterilizasyon sonrası.

2.4.1.3 Lactose Broth (LB) Besiyeri

M.gallopvncialis'de fekal koliform bakteri analizinde, başlangıç ortamı olarak %0 5 LB besiyeri kullanılmıştır. 10 mL örnek pipetlenecek tüpler (18 x 180 mm) için çift kuvvet, diğer tüpler için (16 x 160 mm) tek kuvvet LB besiyeri hazırlanmıştır. Ağızları kapatılan tüpler, 121⁰C'da 15 dk otoklavda sterilize edilmiştir.

Sıvı, sarımsı, saydam ve fekal koliform bakteriler için seçici besiyeridir. Fekal koliform bakterilerin laktozdan oluşturduğu gaz Durham tüpünde birikir.

Tablo 2.11 LB besiyeri bileşimi.

<i>Bileşenler</i>	<i>Kuvvet (miktar)</i>	
	Tek	Çift
Pepton	5,0 g/L	10,0 g/L
Laktoz	5,0 g/L	10,0 g/L
Beef ekstrakt	3,0 g/L	6,0 g/L
Distile su	1 L	1 L
Sıcaklık	25 ⁰ C	25 ⁰ C
pH	6,9±0,2*	6,9±0,2*

*Otoklavda sterilizasyon sonrası.

2.4.1.4 Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB) Besiyeri

EMS yöntemine göre, *M.gallopovincialis*'lerde fekal koliform bakteri analizinde, LB (+) tüplerin doğrulanmasında kullanılmıştır. Distile suda eritilen besiyeri, ters çevrilmiş Durham tüpü taşıyan deney tüplerine 10'ar mL konmuş ve ağzıları kapatılıp, 121⁰C'da 15 dk otoklavda sterilize edilmiştir.

Sıvı, berrak, yeşil ve fekal koliform bakteriler için seçici besiyeridir. Brilliant Green ve safra tuzlarıyla gelişen fekal koliform bakteriler, bulanıklık ve Durham tüpünde gaz oluşturur. Diğer türler baskılanır.

Tablo 2.12 BGLBB besiyeri bileşimi.

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Safra Tuzu	20,0 g/L
Pepton	10,0 g/L
Laktoz	10,0 g/L
Brilliant Green	0,0133 g/L
Sıcaklık	25 ⁰ C
pH	7,2±0,2*

* Otoklavda sterilizasyon sonrası.

2.4.1.5 Eosin Methylene-Blue (EMB) Agar Besiyeri

E.coli tanılanmasında kullanılmıştır. 121⁰C'da 15 dk otoklavda sterilize edilen besiyeri 45⁰C'ye soğutulup, petri kaplarına dökülmüştür (15-20 mL).

Katı, saydam, bordo renkli ve fekal koliform bakteriler için seçici besiyeridir. Boyalar fekal koliform bakteri gelişimini teşvik eder. Başta Gram (+) bakteriler olmak üzere, diğer türler baskılanır.

Tablo 2.13 EMB Agar besiyeri bileşimi.

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Agar-agar	13,5 g/L
Pepton	10,0 g/L
Laktoz	5,0 g/L
Sukroz	5,0 g/L
Dipotasyum hidrojen fosfat	2,0 g/L
Eosin	0,4 g/L
Anilin mavisi	0,065 g/L
Sıcaklık	25 ⁰ C
pH	7,0±0,2*

* Otoklavda sterilizasyon sonrası.

Tablo 2.14 EMB Agar'da mikroorganizmaların görünüşü.

<i>Mikroorganizma</i>	<i>Koloni rengi</i>
<i>E coli</i>	Yeşilimsi, parlak metalik yansıma Menekşe rengi
<i>Enterobacter, Klebsiella</i> vd.	Mukoid Gri-kahverengi merkez, pembe-menekşe rengi
<i>Salmonella, Shigella</i> (Laktoz ve sakkaroz (-) bakteriler)	Saydam Amber rengi

2.4.1.6 IMVIC Testi Malzemesi

IMVIC testi, fekal koliform bakterilerin doğrulanması ve tür analizinde uygulanmıştır. Özellikle *Enterobacter* türleri ve *E.coli* ayrımı için ideal testlerdir.

Tablo 2.15 TB¹ besiyeri bileşimi (Indol testi² için).

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Tripton	3,0 g/L
Sodyum klorür	0,3 g/L
Distile su	1 L
Sıcaklık	25 ⁰ C
pH	7,0±0,2*

¹TB: Tripton Broth.

²Bakterilerin indol üretilip üretilmediğini görmek için uygulanmıştır.

* Otoklavda sterilizasyon sonrası.

Tablo 2.16 Kovac's ayracı bileşimi (Indol testi¹ için).

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Amil alkol/ n-butanol	75,0 mL
Hidroklorik asit	25,0 mL
Paradimetil amino benzaldehit	5,0 mL

¹Bakterilerin indol üretilip üretilmediğini görmek için uygulanmıştır.

Tablo 2.17 MR-VP¹ Broth besiyeri bileşimi (MR-VP testi² için).

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Proteoz pepton	7 g/L
Glikoz	5 g/L
Dipotasyum hidrojen fosfat	5 g/L
Distile su	1 L

¹MR-VP: Methylene Red-Voges Proskauer.

²Bakterilerin glikozdan asit üretilip üretilmediğini görmek için uygulanmıştır.

Tablo 2.18 MR¹ solüsyonu bileşimi (MR-VP testi² için).

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Etanol %95	300 g/L
Metil kırmızısı	0,1 g/L
Distile su	1 L

¹ MR: Methylene Red.

²Bakteriler glikozdan asit üretirse pH* düşer.

*pH=4,2 → kırmızı renk, pH=6,2 → sarı renk verir.

Tablo 2.19 α- naftol solüsyonu bileşimi (MR-VP testi için).

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
α- naftol	5 g
Etanol	100 cc

Tablo 2.20 KOH solüsyonu bileşimi (MR-VP testi için).

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
KOH (Potasyum hidroksit)	40 g
Distile su	100 cc

Tablo 2.21 Simmon'ın¹ Sitrat Agar² besiyeri bileşimi.

<i>Bileşenler</i>	<i>Miktar</i>
Agar-agar	15 g/L
Sodyum klorür	5 g/L
Sodyum sitrat dihidrat	2 g/L
Dipotasyum hidrojen fosfat	1 g/L
Amonyum dihidrojen fosfat	1 g/L
Magnezyum sülfat . 7H ₂ O	0,2 g/L
Bromtimol mavisi	0,08 g/L
Distile su	1 L

¹Yatık Agar kullanılmıştır.

²Bakterilerin sitratı kullanıp kullanmadığını görmek için uygulanmıştır.

2.4.2 Metod

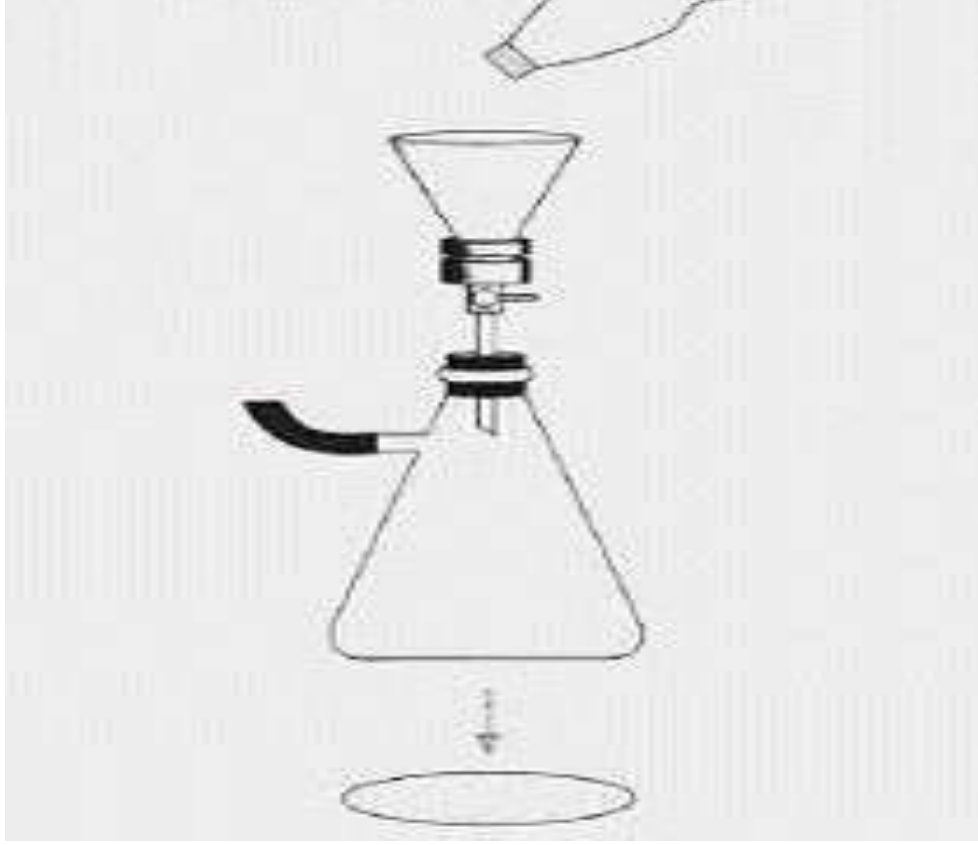
2.4.2.1 Deniz Suyunda Fekal Koliform Bakteri Analizi: m-FC'de, "Membran Filtrasyon" Yöntemi

Deniz suyunda fekal koliform bakteri analizinde "Membran Filtrasyon" yöntemi tercih edilmiştir (WHO/UNEP, 1994b, Figures ve Polo, 1997). Yöntemin esası; bakterileri basınçla yarı-geçirgen zardan süzerek, sudan ayırmaktır (Anonim, 2004b, 1989, 1985).

Analiz için istasyonlardan alınan 10² mL deniz suyu örneği, steril cam şişelerle laboratuvara getirilmiştir. Ön hazırlık olarak; membran filtrasyon sistemi sterilize edilmiştir. m-FC besiyeri için steril petri kapları hazırlanıp, tabanlarına standart bilgiler (seyreltme oranı, tarih, istasyon) yazılmıştır. Deniz suyu örnekleri, 9 mL'lik tüplerde fosfat tampon çözeltisi ile seyreltilmiştir (10⁻¹, 10⁻², 10⁻³).

Membran filtrasyon sistemindeki filtre haznesinin tabanı steril su ile yıkanmış ve üzerine gözenek açıklığı 0,45 µm olan steril membran filtre yerleştirilmiştir. 10² mL deniz suyu örneği hazneye konup, elektrikli vakum pompası ile membran filtreden geçirilmiştir. Bakterilerin membran filtreye tutunması ve suyun

süzülerek aşağı inmesinin ardından, sistem, çepelerde kalan bakterileri alabilmek için 10–20 mL steril su ile çalkalanmıştır.

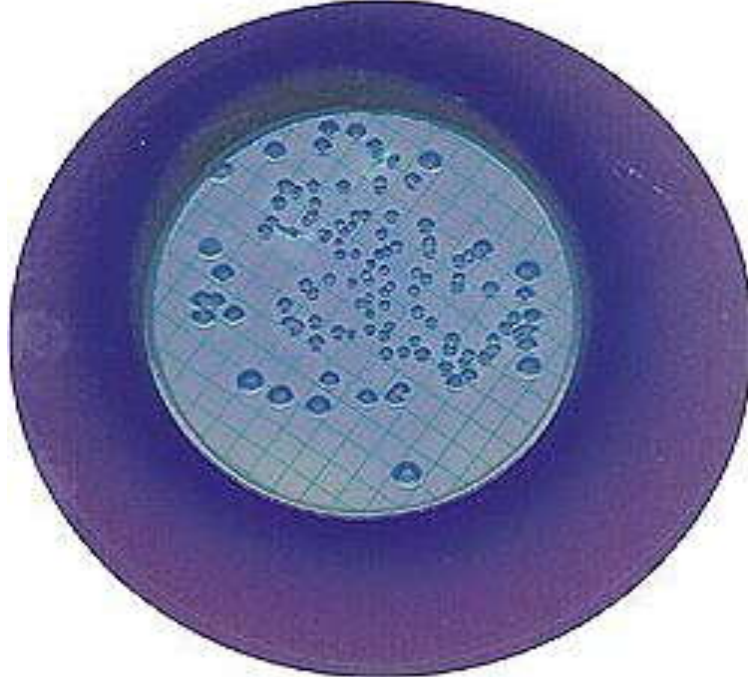


Şekil 2.24 Membran filtrasyon sistemi (Sartorius, b.t.).

Filtreler, bakterili yüzey üste gelecek ve hava kabarcığı kalmayacak şekilde, m-FC besiyeri içeren minik petri kaplarına konmuştur. Her istasyon için ikişer petri kabı, kapakları üste gelecek şekilde etüve yerleştirilmiştir (Şekil 2.25). 44⁰C’da 24 saat süren inkübasyonun ardından, 1-2 mm çapındaki mavi renkli fekal koliform bakteri ve *E.coli* kolonilerinin sayımı yapılmıştır (Şekil 2.26). Değerlendirme sonrası membran filtreler imha edilmiştir (Anonim, 2005).



Şekil 2.25 Membran filtrasyonda petri kabının etüve yerleştirilme şekli (Halkman, 2005).



Şekil 2.26 m-FC besiyerinde, membran filtrede fekal koliform bakteriler (Halkman, 2005).

2.4.2.2 *M.galloprovincialis*'lerdeki Analiz İçin Ön Hazırlık

Analizimiz için kıyı istasyonlardan kepçe ile toplanan *M.galloprovincialis* örnekleri, kısa sürede laboratuvara getirilmiştir. Kabuk yüzeyleri basınçlı su altında fırça ile iyice temizlenerek, yosun, poliket vb. canlılardan arındırılmıştır (Şekil 2.27). İri *M.galloprovincialis*'lerden başlayarak, bisturi ile kapama kasları kesilip, kabuklar açılmış ve tüm iç organlar spatula ile tamamen çıkarılmıştır (Şekil 2.28). İçerikler yaş olarak tartıldıktan sonra, darası alınmış steril erlenmayerlerde 50 g'lık kütleler halinde biriktirilmiştir. Kullanılan *M.galloprovincialis*'ler, ilgili mevsim/ istasyon tablosunda listelenmiştir (Tablo 2.22).



Şekil 2.27 Yaz mevsiminin *M.galloprovincialis* örnekleri.



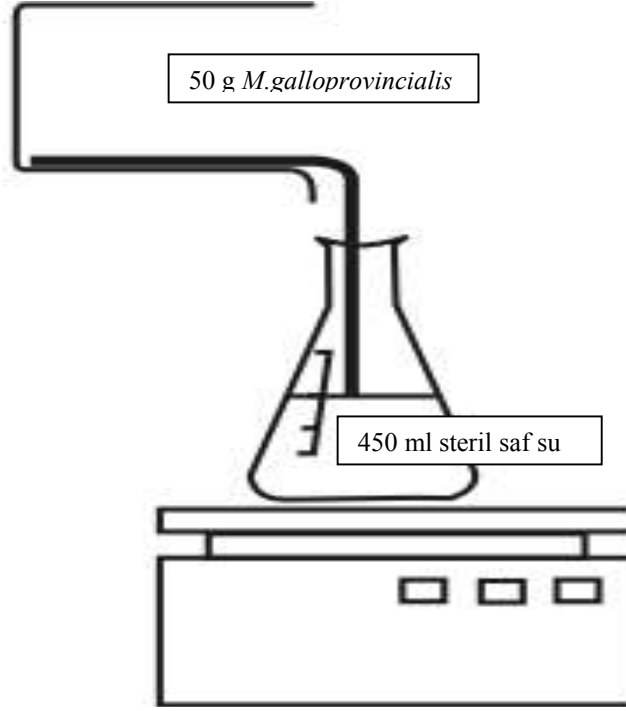
Şekil 2.28 Kapama kasları bistüri ile açılan *M.galloprovincialis*.

Tablo 2.22 Analiz edilen *M.galloprovincialis* sayısı*.

İstasyon	Kullanılan <i>M.galloprovincialis</i> sayısı (50 g içerik için)			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Bostanlı	12	9	10	8
Pasaport	12	8	12	10
Üçkuyular	11	15	9	13
Yenikale	5	8	5	5

*Mevsim ve istasyonlara göre.

50 g *M.gallopvncialis* içeriği 450 mL steril saf suya eklenerek, 1:9 oranında seyreltilmiştir (Anonim, 2005). Seyreltme sıvısı steril olduğundan, on kez (10^{-1}) seyreltilen 500 mL'lik çözeltilde bakteri sayısı değişmemiştir.



şekil 2.29 *M.gallopvncialis* analizinde 1:9 (10^{-1}) seyreltme (Halkman, 2005).

M.gallopvncialis'lerde bakteriler eşit dağılmadığından, çözeltili steril karıştırıcıda homojenize edilmiştir (şekil 2.30, 2.31).



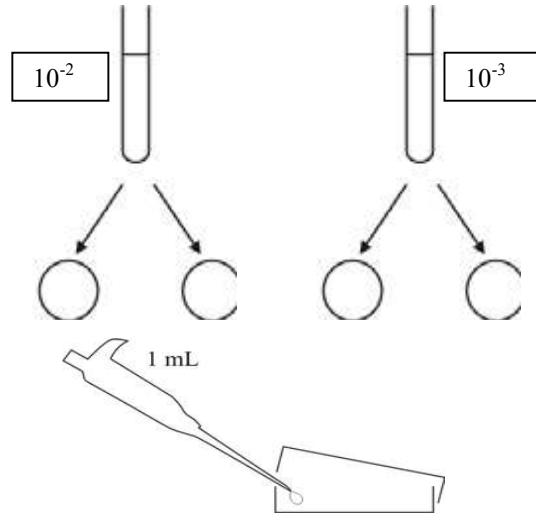
şekil 2.30 Homojenize *M.gallopvncialis* içeriği.



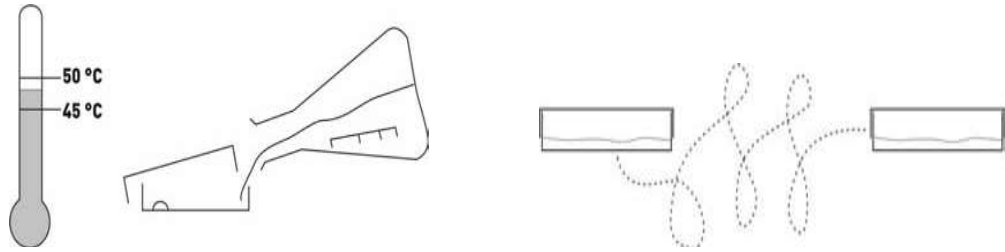
Şekil 2.31 *M.gallopvncialis* homojenizasyonunda kullanılan karıştırıcı.

2.4.2.3 *M.gallopvncialis*'de Toplam Bakteri Analizi: PCA'da, "Dökme" Yöntemi

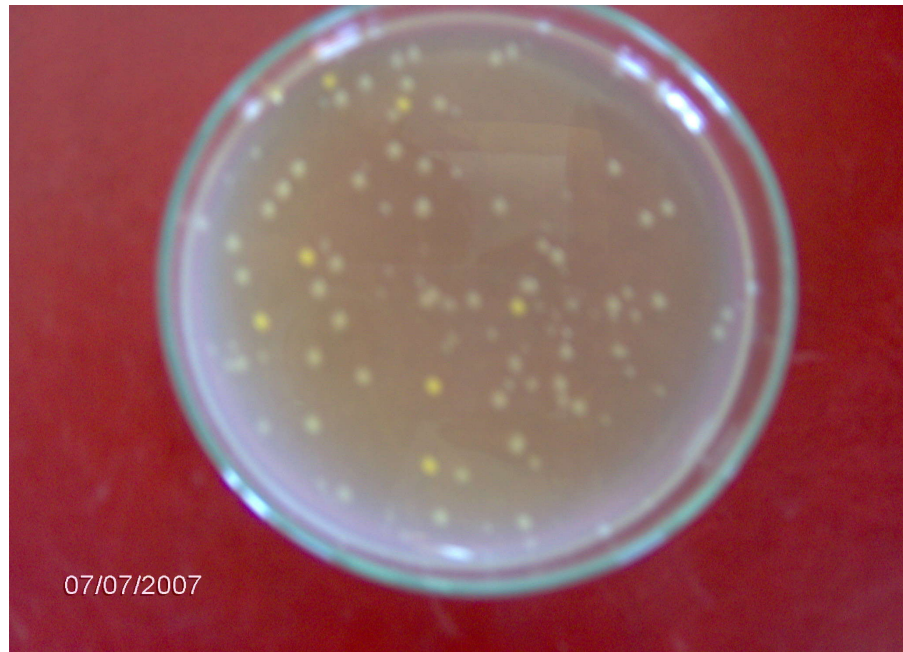
Her istasyon için 10^{-2} ve 10^{-3} 'lük seyreltmelerden alınan 1'er mL örnek, ikişer steril petri kabına konmuştur (Şekil 2.32). Üzerlerine, 45°C 'ye soğutulmuş 10-15 mL steril PCA dökülen petri kapları, 888 çizerek dikkatlice karıştırılmıştır (Şekil 2.33). PCA'nın jelleşmesi için bekletilen petri kutuları, katılaşmanın ardından 37°C 'da inkübasyona bırakılmıştır. 24-48 saat sonra gözlenen tüm koloniler "toplam bakteri" olarak sayılmıştır (Şekil 2.34).



Şekil 2.32 PCA ortamına ekim (Halkman, 2005).

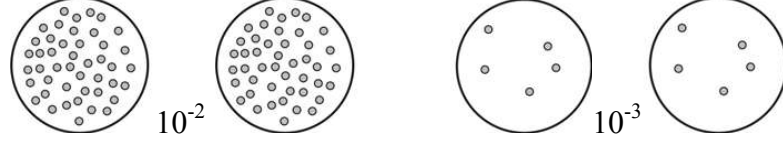


Şekil 2.33 Dökme yöntemi ile PCA'nın hazırlanması (Halkman, 2005).



Şekil 2.34 PCA'da koloniler.

Koloni sayıları seyreltme faktörü ile çarpılmıştır. Seyreltmede 1:9 oranı kullanıldığından, 10^{-2} seyreltmeden yapılan ekimin seyreltme faktörü 10^2 , 10^{-3} seyreltmeden yapılan ekimin seyreltme faktörü 10^3 olarak alınmıştır.



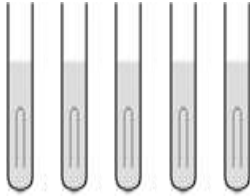
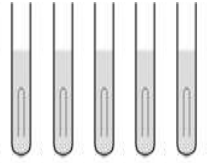
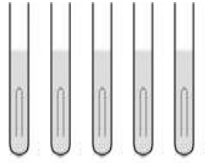
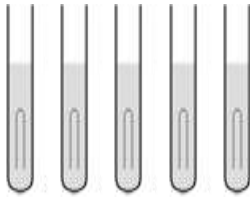
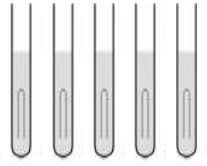
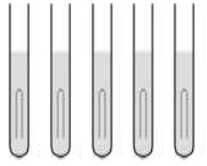
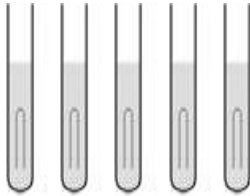
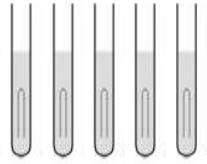
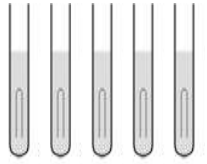
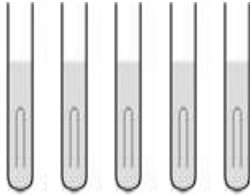
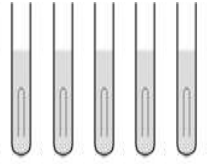
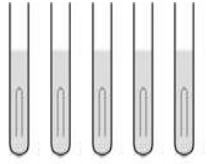
Şekil 2.35 PCA'da yaklaşık koloni sayıları (Halkman, 2005).

Koloni sayısı hesaplandıktan sonra, sonuçlar (besiyerinde canlı ama koloni oluşturamayacak bakteriler de olabileceğinden) “kob*/100 g (*koloni oluşturma birimi)” olarak verilmiştir. Her analiz sonrası, kullanılan malzeme otoklavda sterilize edilmiştir.

2.4.2.4 *M.gallopvncialis*'de Fekal Koliform Bakteri Analizi: LB'de, “En Muhtemel Sayı (EMS)” Yöntemi

M.gallopvncialis örneklerinde fekal koliform bakterilerin analizi için “Çoklu Test Tüpü (En Muhtemel Sayı [EMS])” yöntemi tercih edilmiştir (WHO/UNEP, 1994, Anonim, 2004). Sıvı besiyerinde çalışılan yöntemin esası; fekal koliform bakteri gelişen tüplerden elde edilen kodun EMS değerine göre, bakteri sayısının “tahmin edilmesi”dir.

Tablo 2.23 *M.gallopvencialis*'de EMS¹ yöntemi ile FK² analizi tüpleri.

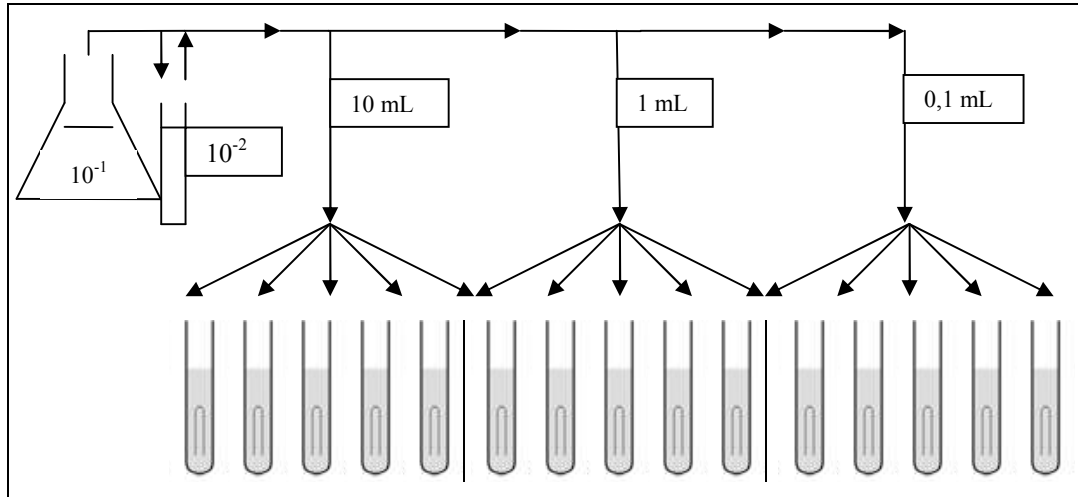
İstasyon	Durham tüpü+10'ar mL LB ³ besiyeri içeren 5'li 3 seri deney tüpleri		
	<u>Çift kuvvet:</u> 10 mL örnek pipetlenecek tüpler	<u>Tek kuvvet:</u> 1 mL örnek pipetlenecek tüpler	<u>Tek kuvvet:</u> 0,1 mL örnek pipetlenecek tüpler
1			
2			
3			
4			

¹EMS: En Muhtemel Sayı.

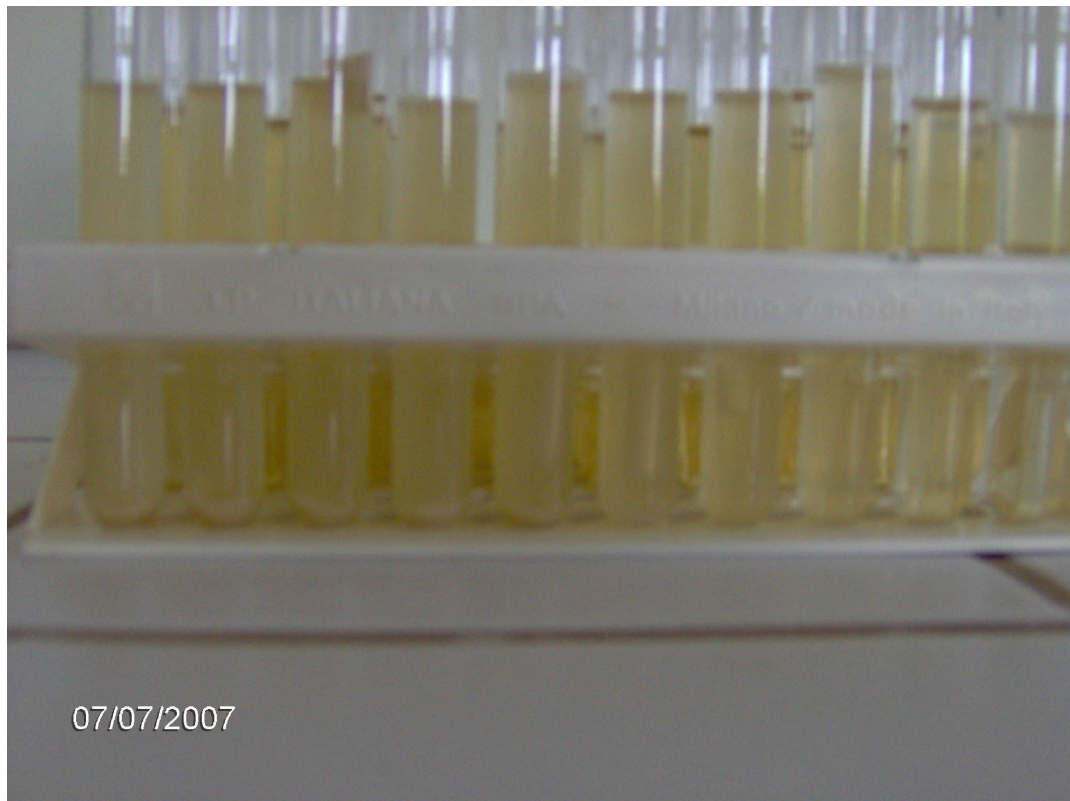
²FK: Fekal Koliform.

³LB: Laktoz Broth.

Çalışmamızda 5 paralelli ekim yapılarak güvenlik sınırları daraltılmıştır. Buna göre; önce 10^{-1} seyreltme hazırlanmış, buradan alınan 1 mL ile 10^{-2} seyreltme elde edilmiştir. 10^{-2} seyreltmeden 5'er LB besiyerine 10-1-0,1 mL ekim yapılmıştır. Bu durum, 10^{-1} - 10^{-2} - 10^{-3} şeklindeki ardışık üç seyreltmeden 5'er besiyerine 1 mL ekim yapmakla aynı anlama gelmektedir.



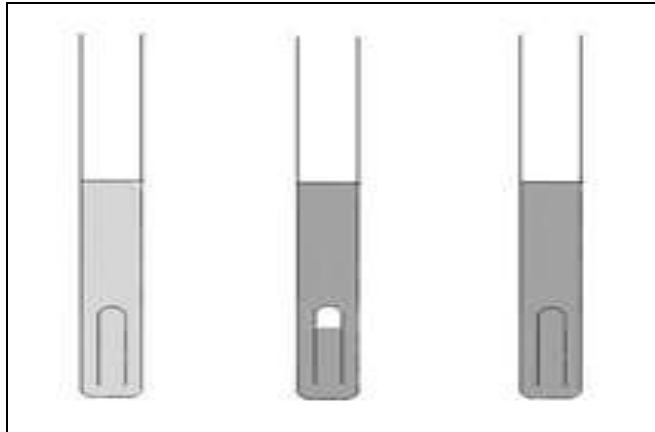
Şekil 2.36 Tek seyreltmeden (10^{-2}) 5'li 3 seri tüpe ekim.



Şekil 2.37 LB'de bulanıklık ve Durham tüpünde gaz oluşumu.

Etüvde 37°C 'da 48 saat inkübe edilen tüplerde fekal koliform bakteri üremesi, bulanıklık ve gaz oluşumuna göre (+) ve (-) olarak değerlendirilmiştir. Fekal koliform bakteriler laktozu C kaynağı olarak kullanarak gelişmiştir. Berrak LB besiyeri, en az bir adet canlı bakteri taşıyan tüplerde bulanıklaşmış ve gaz, ters çevrili Durham tüpünün tepesinde hava kabarcığı şeklinde birikmiştir. Bulanıklık

ve gaz (+) tüplerin “muhtemel fekal koliform bakteri” taşıdığı kabul edilmiştir. Bulanıklık (+), gaz (-) olan tüplerde fekal koliform olmayan bakteriler üremiş, hiç canlı hücre taşımayan tüpler bulanıklık ve gaz (-) sonuç vermiştir. Üç seyreltme serisinin pozitif sonuçlu tüpleri sayılarak, fekal koliform bakteri sayısının hesaplanmasında kullanılacak olan kod elde edilmiştir.








Şekil 2.38 LB içeren tüpler. (a) Kontrol tüpü. (b) Bulanıklık (+), gaz (+) tüpü. (c) Bulanıklık (+), gaz (-) tüpü (Halkman, 2005).



Şekil 2.39 LB'de bulanıklık ve gaz oluşumu.

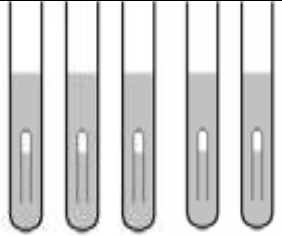
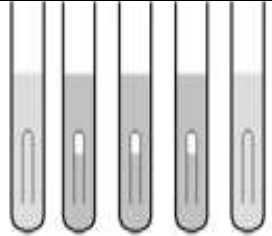
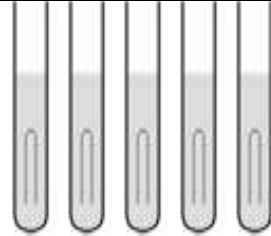
Tablo 2.24 LB¹'de tüplerin değerlendirilmesi.

<i>LB besiyeri + Durham tüplü deney tüpleri</i>					
					
Bulanıklık	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Gaz oluşumu	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)
Değerlendirme	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)
	FK ²	FK	FK	FK	FK olmayan bakteri
Yorum	+	+	+	+	+

¹LB: Laktöz Broth.²FK: Fekal Koliform.

(+): Üreme var, (-): Üreme yok.

Tablo 2.25 EMS yönteminde kod oluşumu.

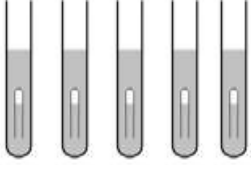
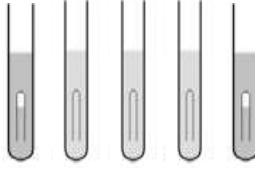
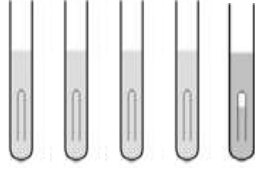
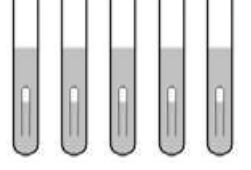


Seyreltme faktörü	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
BGLBB ve Durham tüpü içeren deney tüpleri			
Bulanıklık ve gaz (+) tüp sayısı	5 (+)	3 (+)	0 (+)
Kod	530		

Bir istasyondan alınan örneklerin analizi tamamlandı diğer istasyona geçildiğinde, kullanılan malzeme sterilize edilmiştir.

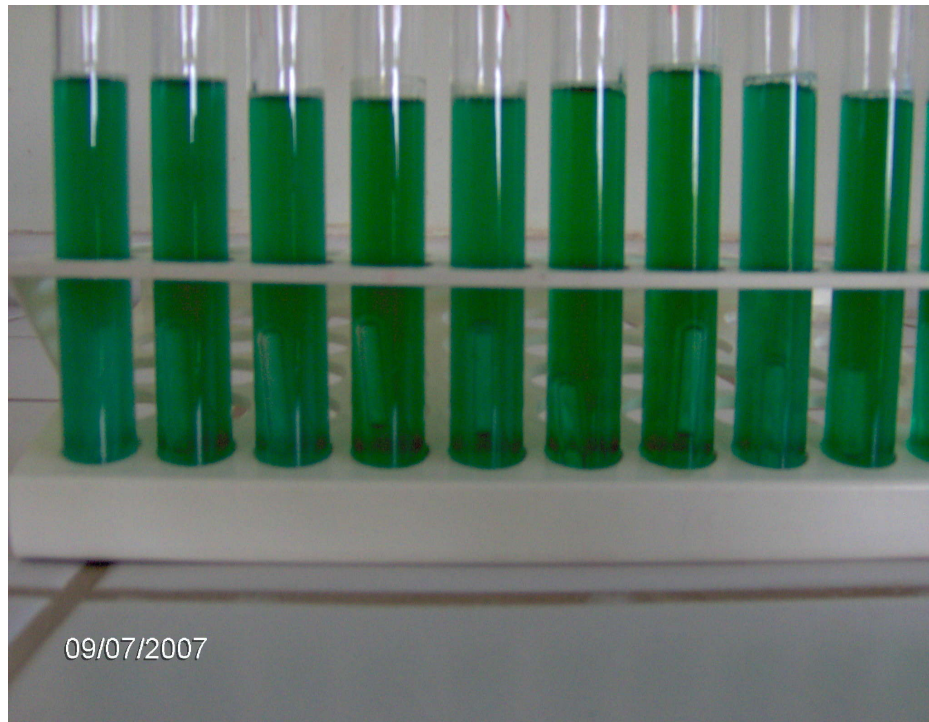
2.4.2.5 *M.gallopvencialis*'de Fekal Koliform Bakteri Doğrulama Analizi: BGLBB'de, "EMS" Yöntemi

Her istasyon için, LB besiyerinde bulanıklık ve gaz (+) sonuç veren muhtemel fekal koliform bakteri taşıyan tüplerden alınan 1'er mL, BGLBB besiyeri (Anonim, 1996; 1991) içeren tüplere eklenmiştir.

Tablo 2.26 LB ve BGLBB’de kod oluşumu.

10 ⁻² seyreltmeden 10 mL	10 ⁻² seyreltmeden 1 mL	10 ⁻² seyreltmeden 0,1 mL	KOD
 (+) (+) (+) (+) (+)	 (+) (-) (-) (-) (+)	 (-) (-) (-) (-) (+)	LB
5 (+)	2 (+)	1 (+)	521
LB besiyerinde bulanıklık ve gaz (+) sonuç veren tüplerden BGLBB besiyerine 1 mL ekim:			
 (+) (+) (+) (+) (+)	 (+) * * * (+)	 * * * * (-)	BGLBB
5 (+)	2 (+)	0	520

*LB besiyeri içeren negatif tüplerden BGLBB besiyerine ekim yapılmaz.

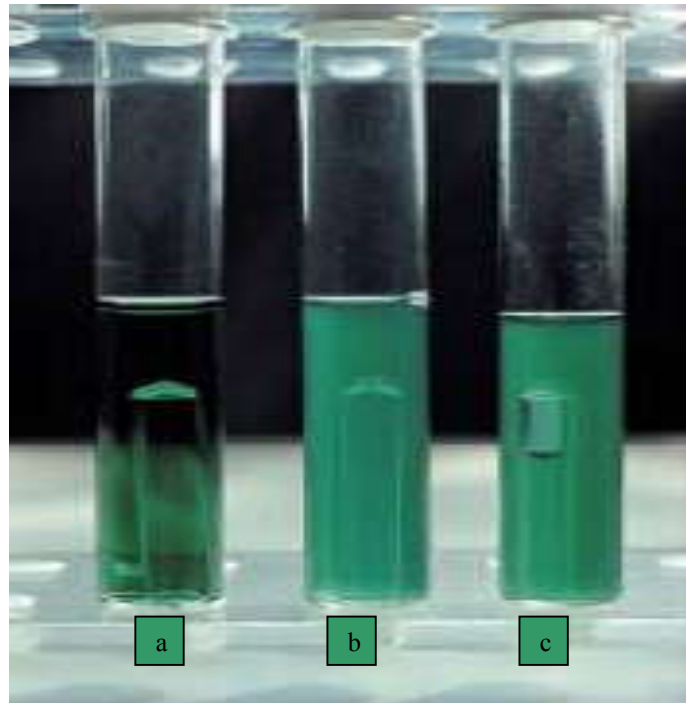


Şekil 2.40 BGLBB içeren tüpler.

Etüvde 44,5⁰C’da (Kabuklu deniz hayvanları ve yetiştikleri sular için uygun olan sıcaklık değeri. Anonim, 1996; 1993) 48 saat inkübasyonla bulanıklık ve gaz (+) sonuç veren tüpler “doğrulanmış fekal koliform pozitif” olarak değerlendirilip, EMS tablosundan fekal koliform bakteri sayısı hesaplanmıştır.



Şekil 2.41 BGLBB’de bulanıklık ve gaz oluşumu.



Şekil 2.42 BGLBB tüpleri. (a) Kontrol tüpü, (b) Bulanıklık (+) ve gaz (-) tüp, (c) Bulanıklık (+) ve gaz (+) tüp (Halkman, 2005).

Tablo 2.27 1 mL örnek için 5 tüplü EMS çizelgesi; EMS/ g (mL) (Gürgün ve Halkman, 1990).

10 ⁻² seyreltmeden ekim			EMS	%95 Güvenlik Sınırları	
10 mL (=10 ⁻¹ → 1 mL)	1 mL (=10 ⁻² → 1 mL)	0,1 mL (=10 ⁻³ → 1 mL)		<u>En az</u>	<u>En çok</u>
0	0	0	> 0,02	-	-
1	0	0	0,02	<0,01	0,13
1	1	0	0,04	0,01	0,16
1	1	1	0,06	0,02	0,19
2	0	0	0,04	0,01	0,18
2	1	0	0,07	0,02	0,21
2	1	1	0,09	0,03	0,25
2	2	0	0,09	0,04	0,25
2	2	1	0,12	0,05	0,28
2	2	2	0,14	0,06	0,32
3	0	0	0,08	0,03	0,24
3	1	0	0,11	0,04	0,29
3	1	1	0,14	0,06	0,33
3	2	0	0,14	0,06	0,33
3	2	1	0,17	0,08	0,38
3	2	2	0,20	0,10	0,42
3	3	0	0,17	0,08	0,38
3	3	1	0,21	0,10	0,43
4	0	0	0,13	0,05	0,34
4	1	0	0,17	0,07	0,40
4	1	1	0,21	0,10	0,47
4	2	0	0,22	0,10	0,48
4	2	1	0,26	0,13	0,55
4	2	2	0,32	0,16	0,63
4	3	0	0,27	0,13	0,57
4	3	1	0,33	0,16	0,65
4	3	2	0,39	0,02	0,74
4	4	0	0,34	0,17	0,67
4	4	1	0,40	0,21	0,77
5	0	0	0,23	0,10	0,56
5	1	0	0,33	0,15	0,73
5	1	1	0,46	0,22	0,96
5	2	0	0,49	0,24	1,03

5	2	1	0,70	0,35	1,40
5	2	2	0,94	0,49	1,81
5	3	0	0,79	0,40	1,58
5	3	1	1,09	0,57	2,09
5	3	2	1,41	0,76	2,61
5	3	3	1,75	0,97	3,16
5	4	0	1,30	0,68	2,50
5	4	1	1,72	0,93	3,20
5	4	2	2,21	1,22	3,99
5	4	3	2,78	1,58	4,90
5	4	4	3,45	2,01	5,95
5	5	0	2,40	1,29	4,46
5	5	1	3,48	1,93	6,28
5	5	2	5,42	3,08	9,55
5	5	3	9,18	5,33	15,81
5	5	4	16,09	9,53	27,19
5	5	5	> 160,00	-	-

Tüm istasyonlara ait veriler her mevsim için ayrı ayrı mevcut EMS tablomuza göre yorumlanmıştır. Hesaplanan “en muhtemel fekal koliform bakteri sayısı”, EMS/100 g olarak verilmiştir.

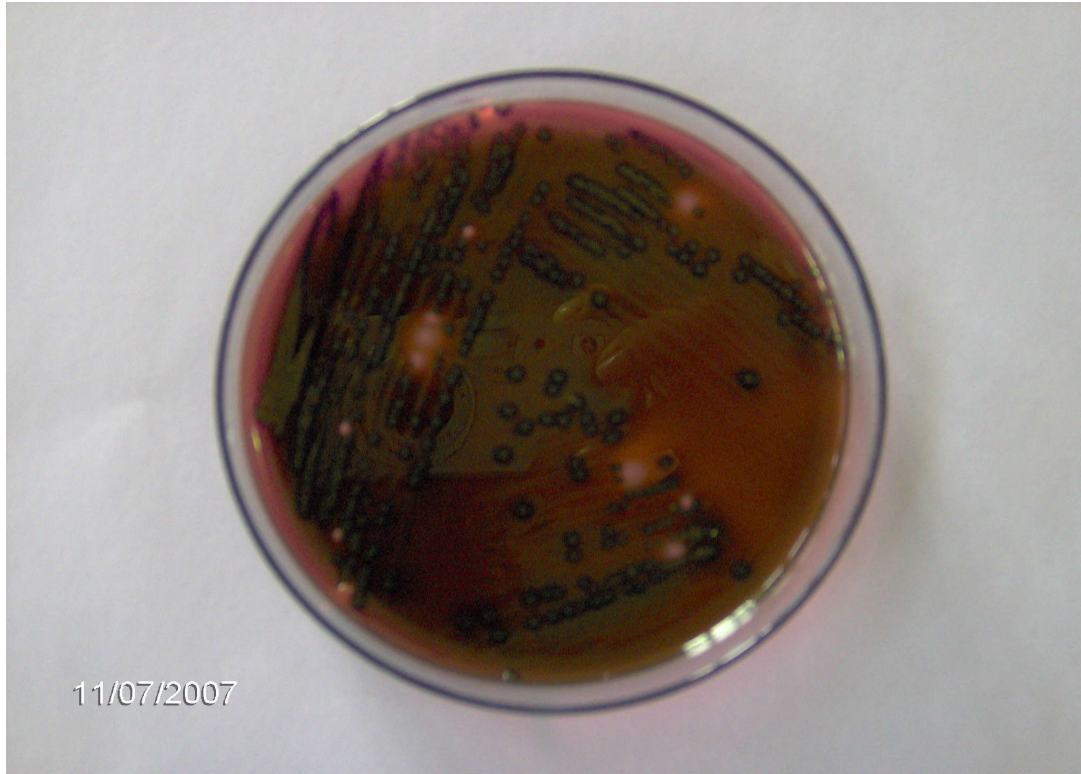
2.4.2.6 *M.gallopovincialis*'de Muhtemel *E.coli* Analizi: EMB Agar'da, “Çizgi Ekim” Yöntemi

E.coli analizi, fekal koliform bakteri analizinin devamı şeklindedir (Anonim, 1996; 1993). Doğrulanmış fekal koliform (+) tüplerden öze ile alınan örnekler, EMB Agar'a tek koloni düşecek şekilde çizgi ekim yapılmıştır. Petri kutuları yüzey kurumasını önlemek amacıyla, tabanları üste gelecek şekilde etüve yerleştirilmiştir.



Şekil 2.43 EMS'de petri kabının etüve yerleştirilme şekli (Halkman, 2005).

37⁰C’da 24 saat inkübasyonun ardından, koloni sayımı direkt olarak gözle yapılmıştır (WHO/ UNEP, 1994). Laktoz (+) bakteriler, koyu merkez-saydam-renksiz kenarlı koloniler oluşturmuştur. Metalik parlak yeşil, 2-3 mm çaplı koloniler “muhtemel *E.coli*” olarak değerlendirilmiştir. Anilin boyalarının çökmesiyle oluşan metalik parlaklık, bol miktarda *E.coli* olduğunu göstermiştir.

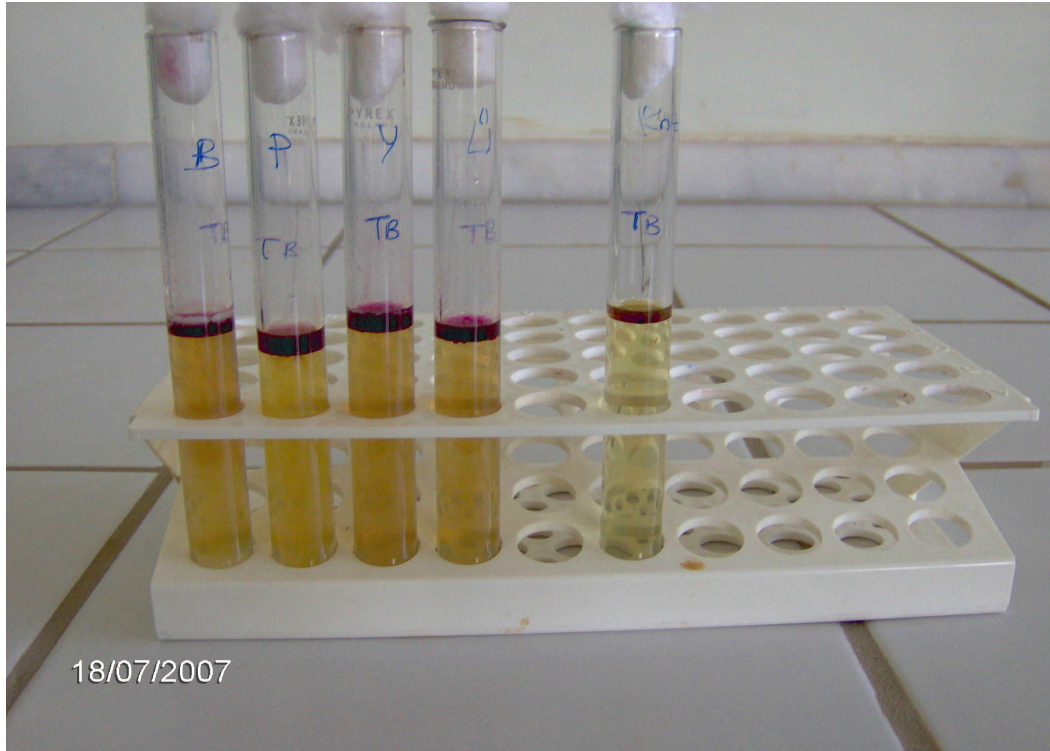


Şekil 2.44 EMB Agar’da *E.coli* kolonileri.

2.4.2.7 *M.galloprouncialis*’de *E.coli* Doğrulama ve *Enterobacter* Tür Analizi: IMVIC Testleri, “Var/Yok” Yöntemi

Heterotrofik bakteri sayımı için, EMB Agar besiyerli petrilere alınan tipik kolonilere IMVIC testi uygulanarak, *E.coli* doğrulaması yapılmış ve *Enterobacter* türleri tanımlanmıştır. Sonuçlar var/ yok şeklinde ve fekal koliform bakteri türü olarak verilmiştir.

2.4.2.7.1 *Indol Testi*. Tripton Broth (TB) besiyerine yapılan ekimle, bakterilerin triptondan indol üretme yeteneklerine bakılmıştır. 37⁰C'da 24 saat inkübasyonun ardından her tüpe 0,5 mL Kovac's reaktifi dökülerek çalkalanmıştır (Anonim, 1998). Besiyerinin üst kısmında kırmızı halka oluşumu indol (+), sarı halka oluşumu Indol (-) sonuç vermiştir.

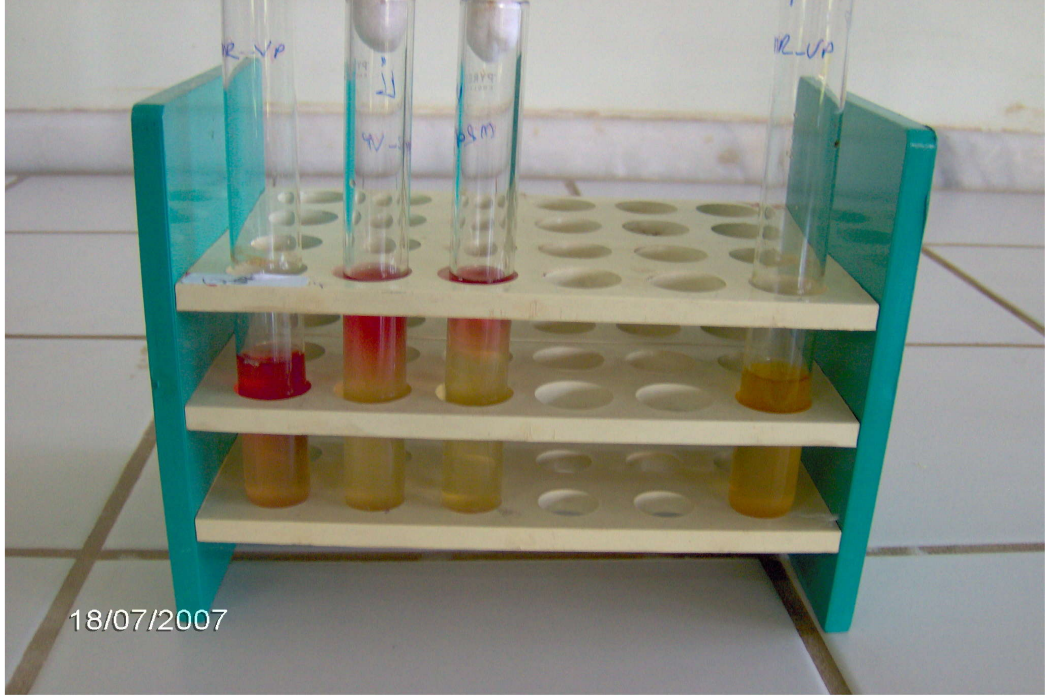


Şekil 2.45 TB içeren tüpler. Kırmızı halka tabaka (+) sonuç.

Metil Kırmızısı ve Voges-Proskauer Testi için iki ayrı işlem yapılmıştır:

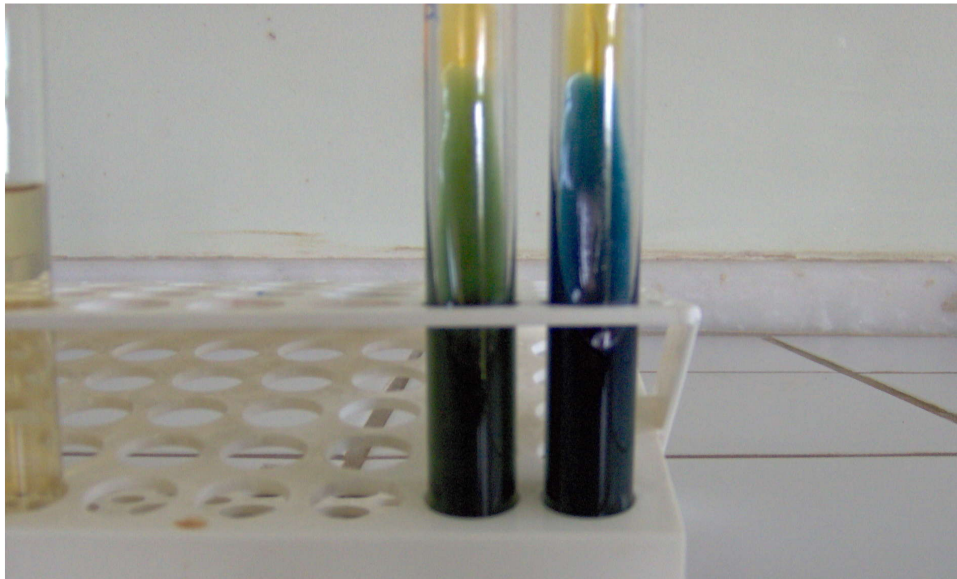
2.4.2.7.2 *Metil Kırmızısı Testi*. Fekal koliform bakterilerin glikozdan organik asit üretilip üretilmediğini görmek amacıyla yapılmıştır. 37⁰C 24 saat inkübasyonun ardından asit oluşan tüplerde pH düşmüştür. Tüplere 2-3 damla metil kırmızısı damlatılmış, oluşan kırmızımsı renk (+), sarı renk (-) sonuç olarak değerlendirilmiştir.

2.4.2.7.3 *Voges-Proskauer Testi*. Nötral ürünleri ortaya çıkarmak için uygulanmıştır. Tüplere 0,5'er mL α -naftol ve KOH damlatılmış, 5 dk içinde oluşan kırmızımsı renk (+), renk değişimi olmaması (-) sonuç vermiştir.



Şekil 2.46 MR-VP solüsyonları içeren tüpler. Kırmızı renk (+) sonuç.

2.4.2.7.4 *Sitrat Testi*. Bakterilerin, Simmon's Citrate Agar'daki (SCA) tek C kaynağı olan sitrati kullanıp kullanmadığını anlamak amacıyla uygulanmıştır. (Anonim, 1998). İğne öze ile ekim yapıp 37⁰C'da 24 h inkübe edilmiştir. İndikatör bromtimol mavisıyla mavi renk oluşumu (+) sonuç, renk değişimi olmaması (-) sonuç vermiştir.



Şekil 2.47 SCA içeren tüpler. Mavi renk (+), yeşil renk (-) sonuç.

2.5 İstatistiksel Analiz

İstasyonlar ve mevsimler arası farklılıklar ile verilere ait hesaplamaların istatistiksel analizi, bilgisayarda “STATICA 0,7” programı kullanılarak “Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way Analyses of Variance, ANOVA)” şeklinde yapılmıştır. “ $P > 0,05$ ” değeri anlamlı kabul edilmiştir. Pozitif sonuçlar “Post-Hoc Tukey’s Honesty Non-Parametric Test” ile doğrulanmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

BULGULAR

İzmir İç Körfez'deki mikrobiyolojik kirliliğin fekal koliform bakterilerle izlendiği çalışmamızda, 25.04.2007-25.02.2008 tarihleri arasında alınan sonuçlar; “Deniz suyu analizi” ve “*M.gallopovincialis* analizi” olmak üzere iki grup halinde sunulmuştur.

3.1 Deniz Suyu Analizi Sonuçları

3.1.1 m-FC'de Fekal Koliform Bakteri Analizi Sonuçları

“Fekal koliform bakteriler”, m-FC besiyerinde 1-2 mm çapındaki mavi renkli koloniler oluşturmuştur. Koloniler çıplak gözle sayılmıştır. Analiz sonuçları basitçe formüle edilmiş ve “kob/100 mL” olarak verilmiştir.

FK^a koloni sayısı/ Filtre edilen deniz suyu örnek miktarı

^aFK: Fekal Koliform.

A kob^b/100 mL

A: Koloni sayısı.

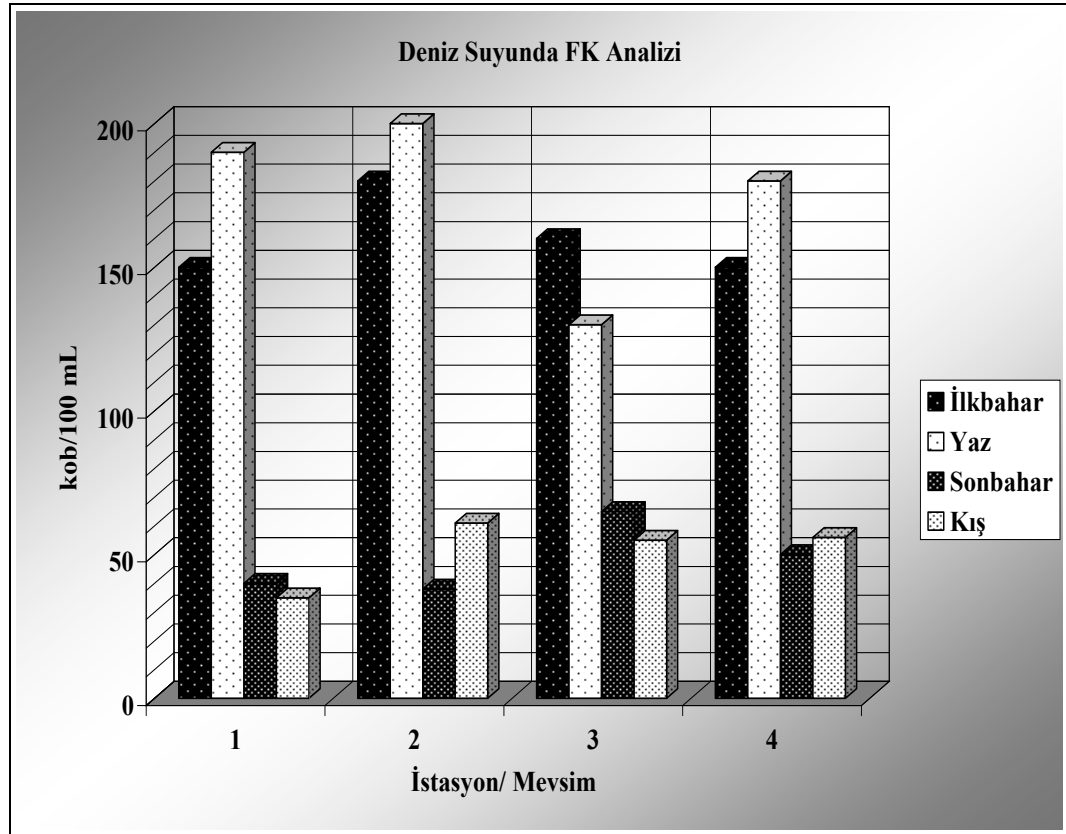
^bkob: koloni oluşturma birimi (cfu: colony forming unit).

Tablo 3.1 Deniz suyunda FK¹ → Analiz sonuçları (kob/100 mL).

İstasyon	Mevsim				Toplam
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
1	1,5 x 10 ²	1,9 x 10 ²	4,0 x 10 ¹	3,5 x 10 ¹	4,15 x 10 ²
2	1,8 x 10 ²	2,0 x 10 ²	3,8 x 10 ¹	6,1 x 10 ¹	4,79 x 10 ²
3	1,6 x 10 ²	1,3 x 10 ²	6,5 x 10 ¹	5,5 x 10 ¹	4,10 x 10 ²
4	1,5 x 10 ²	1,8 x 10 ²	5,0 x 10 ¹	5,6 x 10 ¹	4,36 x 10 ²
Toplam	6,4 x 10²	7,0 x 10²	1,93 x 10²	2,07 x 10²	1,740 x 10³

¹FK: Fekal Koliform.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.



Şekil 3.1 Deniz suyunda FK* → İstasyon/ Mevsim grafiği.

*FK: Fekal Koliform.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

Deniz suyu analizinde, tüm istasyonlarda fekal koliform bakteri sayısının ilkbahar ve yaz mevsiminde arttığı, sonbahar ve kış mevsiminde düştüğü saptanmıştır. Tüm istasyonlar arasında en yüksek değerler İstasyon 2'den (sonbahar hariç) alınmıştır. Yılın tavan değeri $2,0 \times 10^2$ kob/100 mL ile İstasyon 2'ye (yaz), taban değeri ise $3,5 \times 10^1$ kob/100 mL ile İstasyon 1'e (kış) aittir. Yıl boyunca istasyonlar arası farklılık görülmemiştir.

3.2 *M.gallopvencialis* Analizi Sonuçları

3.2.1 PCA'da Toplam Bakteri Analizi Sonuçları

Çeşitli bakterilerin gelişebildiği PCA besiyerinde, farklı renk/ form/ büyüklükte koloniler oluşmuştur. “Toplam bakteri sayımı” için, gelişen tüm koloniler, çıplak gözle sayılmıştır. Koloni sayıları seyreltme faktörü ile

çarpılmıştır. Analiz sonuçları basitçe formüle edilmiş ve “kob/100 g” olarak verilmiştir.

TB^a koloni sayısı x Seyreltme faktörü (10³)/ *M.galloprouncialis* miktarı

^aTB: Toplam Bakteri.

A kob^b/100 g

A: Koloni sayısı.

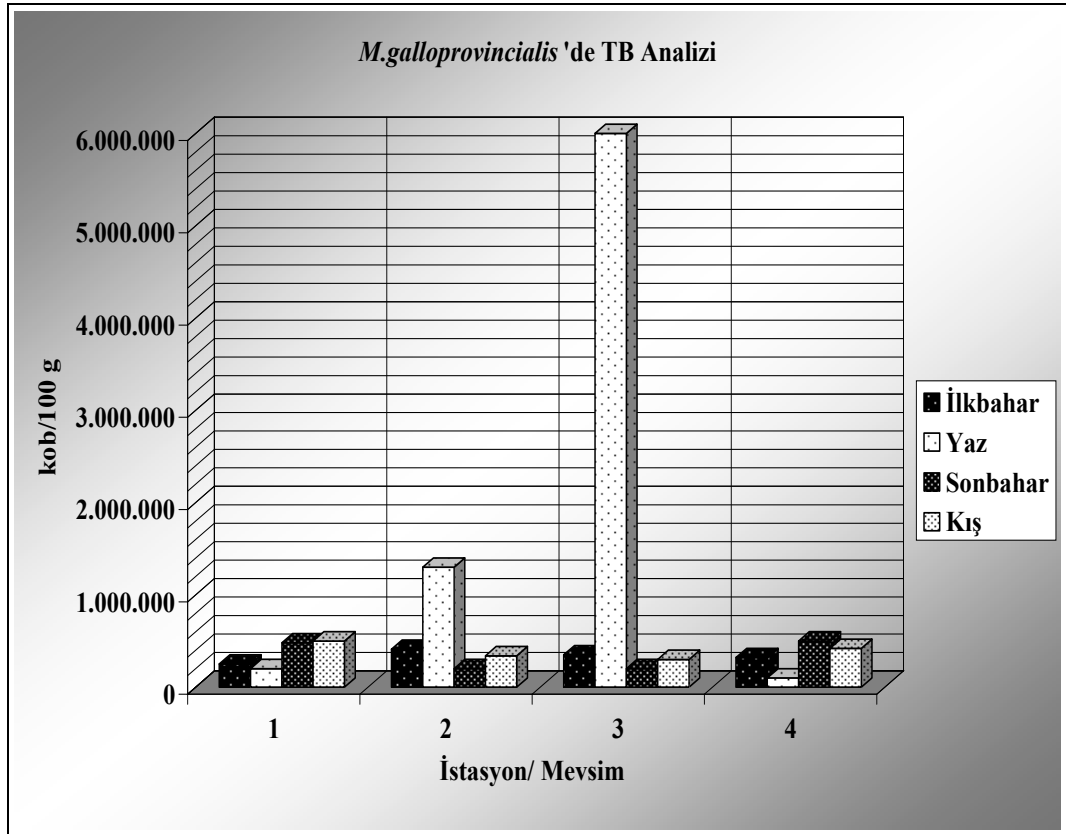
^bkob: koloni oluşturma birimi (cfu: colony forming unit).

Tablo 3.2 *M.galloprouncialis*'de TB¹ → Analiz sonuçları (kob/100 g).

<i>İstasyon</i>	<i>İlkbahar</i>	<i>Yaz</i>	<i>Sonbahar</i>	<i>Kış</i>	<i>Toplam</i>
1	2,5 x 10 ⁵	2,0 x 10 ⁵	4,8 x 10 ⁵	5,0 x 10 ⁵	1,43 x 10⁶
2	4,1 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁵	3,4 x 10 ⁵	2,25 x 10⁶
3	3,5 x 10 ⁵	6,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁵	3,0 x 10 ⁵	6,85 x 10⁶
4	3,2 x 10 ⁵	1,0 x 10 ⁵	5,0 x 10 ⁵	4,2 x 10 ⁵	1,34 x 10⁶
Toplam	1,33 x 10⁶	7,6 x 10⁶	1,38 x 10⁶	1,56 x 10⁶	1,187 x 10⁷

¹TB: Toplam Bakteri.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.



Şekil 3.2 *M.galloprovincialis*'de TB*→ İstasyon/ Mevsim grafiği.

*TB: Toplam Bakteri.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

M.galloprovincialis'lerde toplam bakteri değerleri çok geniş bir aralıkta (1×10^5 - $6,0 \times 10^6$ kob/100 g) ölçülmüştür. En düşük değer İstasyon 4'den 1×10^5 kob/100 g olarak alınmıştır. En yüksek değer, çok belirgin bir farkla İstasyon 3'e (yaz) aittir ve $6,0 \times 10^6$ kob/100 g olarak hesaplanmıştır. Yıl boyunca alınan değerlerin toplamına bakıldığında yaz mevsiminin bariz olarak öne çıktığı görülmektedir. Diğer mevsim değerleri birbirine çok yakındır. İstasyon 3'e ait yıl toplamı yüksekliği ile dikkat çekse de, istatistik analiz sonucu, istasyonlar arası farklılık saptanmamıştır.

3.2.2 LB ve BGLBB'de Fekal Koliform Bakteri Analiz Sonuçları

Fekal koliform bakteri analizinde, öncelikle LB besiyerinde bulanıklık ve gaz (+) tüpler sayılarak kod elde edilmiştir (Tablo 3.3). Bu kodların EMS değerleri "muhtemel fekal koliform bakteri" sayısını vermiştir. Pozitif sonuçlu tüplerden

BGLBB tüplerine ekim yapılarak, (+) tüplerden ikinci bir kod elde edilmiştir (Tablo 3.3). BGLBB kodlarının EMS tablo değerlerinden “doğrulanmış fekal koliform bakteri sayısı”, aşağıdaki şekilde formüle edilerek hesaplanmıştır (Tablo 3.8). Analiz sonuçları EMS/100g olarak verilmiştir (Tablo 3.9).

Tablo 3.3 EMS* kodları.

<i>Mevsim</i>	<i>Besiyeri</i>	<i>İstasyon 1</i>	<i>İstasyon 2</i>	<i>İstasyon 3</i>	<i>İstasyon 4</i>
İlkbahar	LB	553	555	555	555
	BGLBB	553	530	530	550
Yaz	LB	550	550	553	500
	BGLBB	550	550	550	500
Sonbahar	LB	530	540	520	551
	BGLBB	530	510	500	510
Kış	LB	553	551	521	542
	BGLBB	530	551	520	540

*EMS kodu, besiyerinde üreme ve gaz (+) sonuç veren 3 seri tüpün sayısıdır.

LB: Lactose Broth besiyeri. BGLBB: Brilliant Green Lactose Bile Broth besiyeri.

Tablo 3.4 İstasyon 1^a → Kod*/ EMS çizelgesi.

<i>Mevsim</i>	<i>Kod</i>	<i>EMS</i>	<i>% 95 Güvelik sınırı</i>	
			En az	En çok
İlkbahar	553	9,18	5,33	15,81
Yaz	550	2,40	1,29	4,46
Sonbahar	530	0,79	0,40	1,58
Kış	530	0,79	0,40	1,58

*BGLBB besiyeri içeren tüplerden elde edilen kod.

^aBostanlı İskele.

Tablo 3.5 İstasyon 2^b → Kod*/ EMS çizelgesi.

<i>Mevsim</i>	<i>Kod</i>	<i>EMS</i>	<i>% 95 Güvelik sınırı</i>	
			En az	En çok
İlkbahar	530	0,79	0,40	1,58
Yaz	550	2,40	1,29	4,46
Sonbahar	510	0,33	0,15	0,73
Kış	551	3,48	1,93	6,28

*BGLBB besiyeri içeren tüplerden elde edilen kod.

^bPasaport İskele.

Tablo 3.6 İstasyon 3^c → Kod*/ EMS çizelgesi.

Mevsim	Kod	EMS	% 95 Güvelik sınırı	
			En az	En çok
İlkbahar	530	0,79	0,40	1,58
Yaz	550	2,40	1,29	4,46
Sonbahar	500	0,23	0,10	0,56
Kış	520	0,49	0,24	1,03

*BGLBB besiyeri içeren tüplerden elde edilen kod.

^cÜçkuyular İskele.Tablo 3.7 İstasyon 4^d → Kod*/ EMS çizelgesi.

Mevsim	Kod	EMS	% 95 Güvelik sınırı	
			En az	En çok
İlkbahar	550	2,40	1,29	4,46
Yaz	500	0,23	0,10	0,56
Sonbahar	510	0,33	0,15	0,73
Kış	540	1,30	0,68	2,50

*BGLBB besiyeri içeren tüplerden elde edilen kod.

^dYenikale İskele.Tablo 3.8 EMS¹ yönteminde FK² hesaplanması.

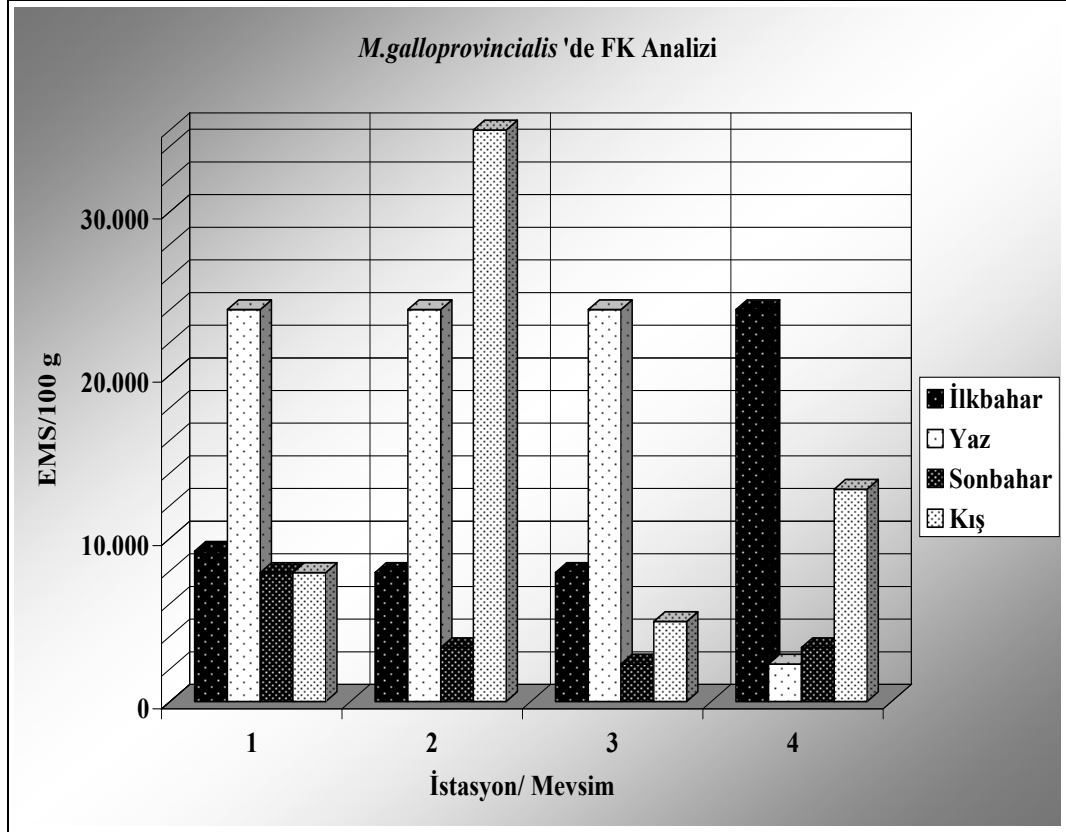
İşlem	Elde edilen	Örnek
LB ³ → (+) tüp sayısı	1. Kod "Muhtemel FK sayısı"	553
BGLBB ⁴ → (+) tüp sayısı	2. Kod "Doğrulanmış FK sayısı"	553
EMS tablosunda kod karşılığı	EMS değeri	9,18
EMS değeri x Seyreltme faktörü	EMS/g	9,18 x 10² = 91,8 x 10¹
EMS x 100	EMS/100g	9,20 x 10³/100g

¹EMS: En Muhtemel Sayı. ²FK: Fekal Koliform.³LB: Lactose Broth besiyeri. ⁴BGLBB: Brilliant Green Lactose Bile Broth besiyeri.Tablo 3.9 *M.galloprouncialis*'de FK¹ → Analiz sonuçları (EMS/100 g).

İstasyon	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Toplam
1	9,2 x 10 ³	2,4 x 10 ⁴	7,9 x 10 ³	7,9 x 10 ³	4,90 x 10⁴
2	7,9 x 10 ³	2,4 x 10 ⁴	3,3 x 10 ³	3,5 x 10 ⁴	7,02 x 10⁴
3	7,9 x 10 ³	2,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ³	4,9 x 10 ³	3,91 x 10⁴
4	2,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ³	3,3 x 10 ³	1,3 x 10 ⁴	4,26 x 10⁴
Toplam	4,9 x 10⁴	7,43 x 10⁴	1,68 x 10⁴	6,08 x 10⁴	2,009 x 10⁵

¹FK: Fekal Koliform.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.



Şekil 3.3 *M.gallopvncialis*'de FK*→ İstasyon/ Mevsim grafiği.

*FK: Fekal Koliform.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

M.gallopvncialis'lerde fekal koliform bakteri değerleri $2,3 \times 10^3$ - $3,5 \times 10^4$ EMS/100g aralığında değişmektedir. Yaz mevsiminde İstasyon1-2-3'de eşit miktarda fekal koliform bakteri ölçülmüş ve tüm istasyonlarda yüksek değerler gözlenmiştir. İstasyon 4'ün ilkbaharda en yüksek, yazın ise en düşük düzeyde ($2,3 \times 10^3$ EMS/100g, tüm istasyonların 1/10'i kadar) fekal koliform bakteri taşınması dikkat çekicidir. Sonbahar fekal koliform bakterilerin sayıca düştüğü ay olarak öne çıkmaktadır. Kışın İstasyon 2'de (Pasaport) çok belirgin bir yükseliş gözlenmiş ve yılın en yüksek değeri alınmıştır ($3,5 \times 10^4$ EMS/100 g). Yıl toplamında yaz mevsimi ve İstasyon 2 öne çıksa da, istatistik analiz sonuçlarına göre, istasyonlar arası farklılık görülmemiştir.

3.2.3 EMB Agar'da Muhtemel *E.coli* Analizi Sonuçları

Tüm istasyonlara ait BGLBB (+) tüplerden alınan örneklerin inkübe edildiği tüm EMB Agarlı petrielerde muhtemel *E.coli* kolonisi görülmüştür. *E.coli*'ler parlak metalik yansımali yeşil koloniler oluşturmuştur.

3.2.4 IMVIC Test Sonuçları

EMB Agar besiyerinde gelişen kolonilerden alınan örneklere uygulanan IMVIC test sonuçlarının istasyonlara göre dağılımı birbirine yakındır. Fekal koliform bakteri türleri, IMVIC testlerinde farklı sonuçlar vermektedir. Bilinen IMVIC değerlerine göre, yaz ve kış mevsiminde *E.coli* bakterisinin yanı sıra, *Enterobacter aerogenes* HORMAECHE ve EDWARDS, 1960 de tespit edilmiştir.

Tablo 3.10 *M.gallopvncialis*'de IMVIC testi → Mevsim/ İstasyon sonuçları.

Mevsim	İstasyon	I	M	Vi	C
İlkbahar	1	(+)	(+)	(-)	(-)
	2	(+)	(+)	(-)	(-)
	3	(+)	(+)	(-)	(-)
	4	(+)	(+)	(-)	(-)
Yaz	1	(+)	(+)	(-)	(-)
	2	(-)	(-)	(+)	(+)
	3	(+)	(+)	(-)	(-)
	4	(+)	(+)	(-)	(-)
Sonbahar	1	(+)	(+)	(-)	(-)
	2	(+)	(+)	(-)	(-)
	3	(+)	(+)	(-)	(-)
	4	(+)	(+)	(-)	(-)
Kış	1	(+)	(+)	(-)	(-)
	2	(+)	(+)	(-)	(-)
	3	(-)	(-)	(+)	(+)
	4	(+)	(+)	(-)	(-)

1: Bostanlı İskele, 2: Pasaport İskele, 3: Üçkuyular İskele, 4: Yenikale.

I: İndol. M: Metil kırmızısı. Vi: Voges-Proskauer. C: Simmon'ın Sitrat.

(+): Var, (-): Yok.

Tablo 3.11 IMVIC testi → Türlerine ait sonuçlar*.

Bakteri türü	I	MR	VP	C
<i>Escherichia coli</i>	(+)	(+)	(-)	(-)
<i>Enterobacter aerogenes</i>	(-)	(-)	(+)	(+)

*Çakır'a (2000) göre hazırlanmıştır.

I: İndol testi, MR: Metil kırmızısı testi, VP: Voges-Proskauer testi, C: Simmon'ın Sitrat testi.

Tablo 3.12 *M.galloprouncialis*'de IMVIC → Test sonuçları (Var/yok).

	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
	<i>E.coli</i> ¹	<i>E.aerogenes</i> ²	<i>E.coli</i>	<i>E.aerogenes</i>	<i>E.coli</i>	<i>E.aerogenes</i>	<i>E.coli</i>	<i>E.aerogenes</i>
1	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
2	(+)	(-)	(-)	(+) (atipik)	(+)	(-)	(+)	(-)
3	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)	(+) (atipik)
4	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+) (atipik)	(-)

1: Bostanlı İskele, 2: Pasaport İskele, 3: Üçkuyular İskele, 4: Yenikale.

¹*E.coli*: *Escherichia coli*. ²*E.aerogenes*: *Enterobacter aerogenes*.

(+): Var, (-): Yok.

3.3 Analiz Sonuçlarının Dağılımı: Mevsim/ İstasyon

Tablo 3.13 İlkbahar → Analiz sonuçları (25.04.2007).

Parametre	İstasyon*			
	1	2	3	4
FK (kob/100 mL)	1,5 x 10 ²	1,8 x 10 ²	1,6 x 10 ²	1,5 x 10 ²
TB (kob/100 g)	2,5 x 10 ⁵	4,1 x 10 ⁵	3,5 x 10 ⁵	3,2 x 10 ⁵
FK (EMS/100g)	9,2 x 10 ³	7,9 x 10 ³	7,9 x 10 ³	2,4 x 10 ⁴

*1: Bostanlı İskele, 2: Pasaport İskele, 3: Üçkuyular İskele, 4: Yenikale.

FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

Tablo 3.14 Yaz → Analiz sonuçları (05.07.2007).

Parametre	İstasyon*			
	1	2	3	4
FK (kob/100 mL)	1,9 x 10 ²	2,0 x 10 ²	1,3 x 10 ²	1,8 x 10 ²
TB (kob/100 g)	2,0 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁶	6,0 x 10 ⁶	1,0 x 10 ⁵
FK (EMS/100 g)	2,4 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ³

*1: Bostanlı İskele, 2: Pasaport İskele, 3: Üçkuyular İskele, 4: Yenikale.

FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

Tablo 3.15 Sonbahar → Analiz sonuçları (24.10.2007).

<i>Parametre</i>	<i>İstasyon*</i>			
	1	2	3	4
FK (kob/100 mL)	$4,0 \times 10^1$	$3,8 \times 10^1$	$6,5 \times 10^1$	$5,0 \times 10^1$
TB (kob/100 g)	$4,8 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$
FK (EMS/100 g)	$7,9 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$

*1: Bostanlı İskele, 2: Pasaport İskele, 3: Üçkuyular İskele, 4: Yenikale.

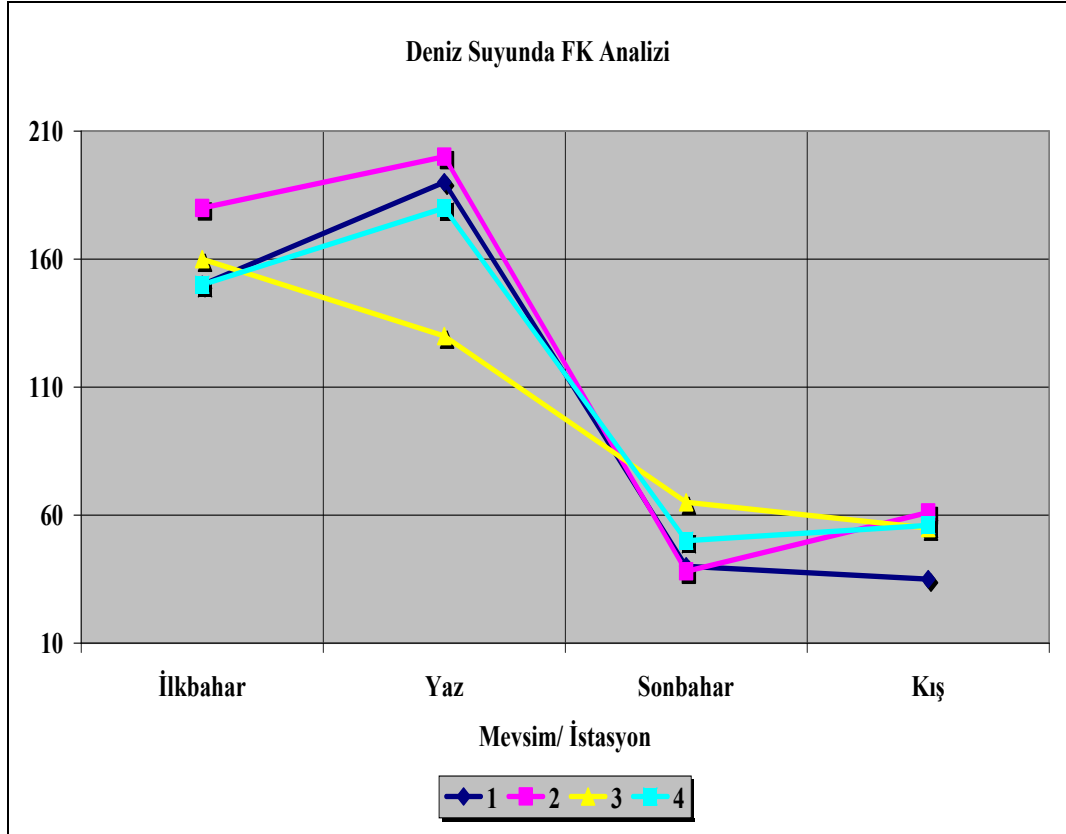
FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

Tablo 3.16 Kış → Analiz sonuçları (22.02.2008).

<i>Parametre</i>	<i>İstasyon*</i>			
	1	2	3	4
FK (kob/100 mL)	$3,5 \times 10^1$	$6,1 \times 10^1$	$5,5 \times 10^1$	$5,6 \times 10^1$
TB (kob/100 g)	$5,0 \times 10^5$	$3,4 \times 10^5$	$3,0 \times 10^5$	$4,2 \times 10^5$
FK (EMS/100 g)	$7,9 \times 10^3$	$3,5 \times 10^4$	$4,9 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$

*1: Bostanlı İskele, 2: Pasaport İskele, 3: Üçkuyular İskele, 4: Yenikale.

FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

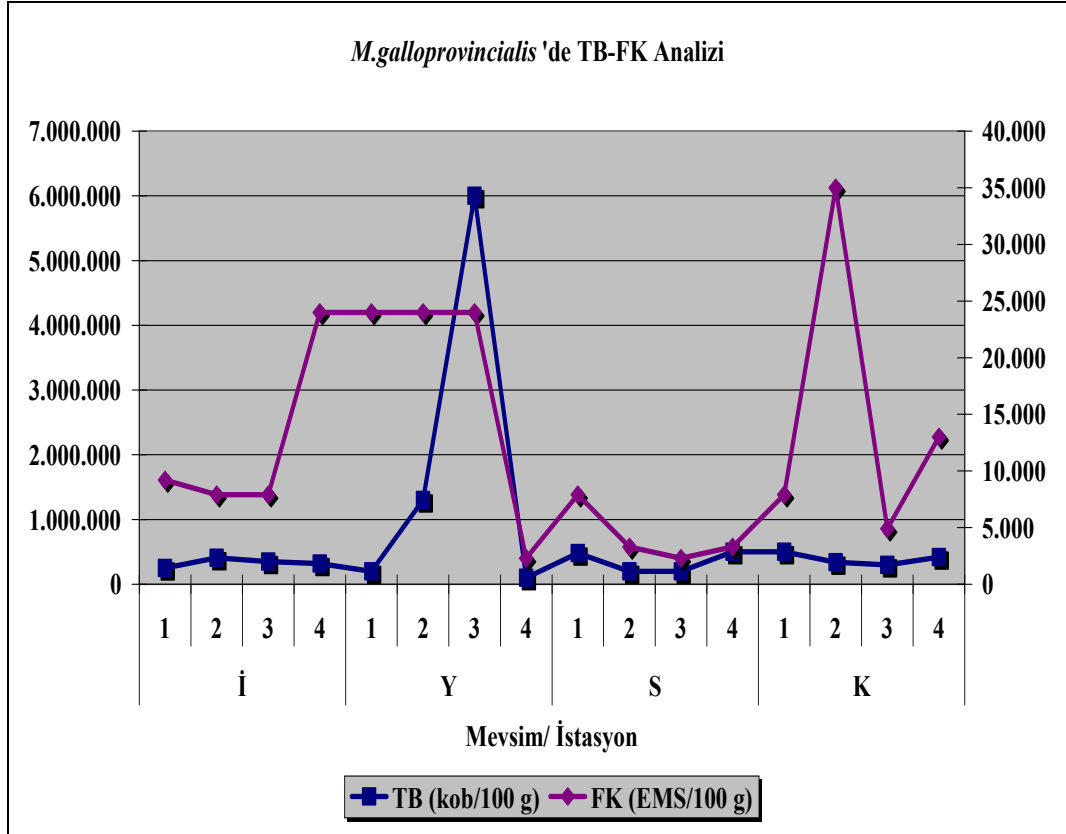


Şekil 3.4 Deniz suyunda FK* → Mevsim/ İstasyon grafiği.

*FK: Fekal Koliform.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

Deniz suyu analizinde yaz ve kış mevsiminde değerlerde yükseliş, sonbahar ve kış mevsiminde azalış olduğu gözlenmiştir. İstasyon 3’de yazın düşüş saptanmıştır. Kış mevsiminde İstasyon 2 ve 4 değerlerinde hafif bir yükselme olmuştur. Yapılan istatistik analiz sonucunda, deniz suyunda ölçülen fekal koliform bakteri miktarlarında, mevsimler arası farklılık olduğu tespit edilmiştir.



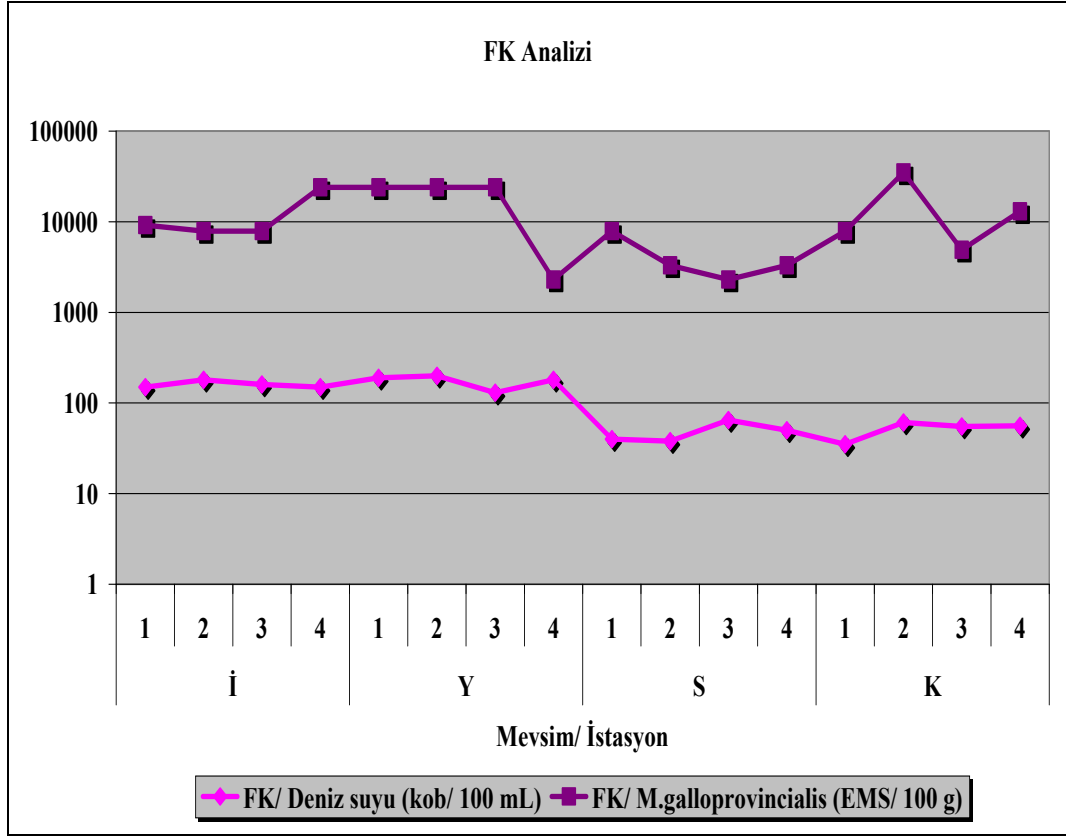
Şekil 3.5 *M.galloprovincialis*'de TB¹ ve FK²→ Mevsim/ İstasyon grafiği.

¹TB: Toplam Bakteri. ²FK: Fekal Koliform.

İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

Kışın İstasyon 2, yazın İstasyon 2 ve 3 değerlerindeki artış dikkat çekicidir. Yaz mevsiminde İstasyon 3'deki toplam bakteri sayısı artışı istisnai olmak kaydıyla, *M.galloprovincialis*'de yapılan ölçümler arasında zayıf korelasyon gözlenmektedir.



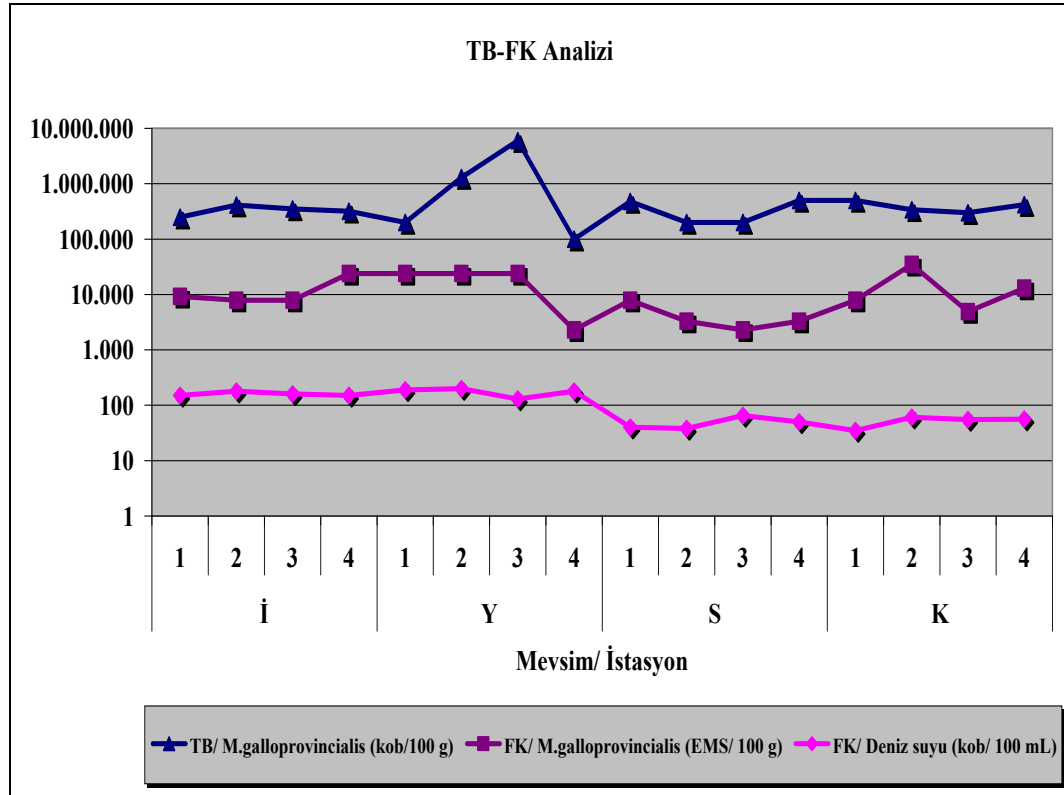
Şekil 3.6 FK*→ Mevsim/ İstasyon grafiği.

*FK: Fekal Koliform.

İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

Kışın İstasyon 2’de *M.galloprouncialis*’de fekal koliform bakteri yükselişi çok belirgindir. İstasyon 4’de ilkbahar ve kış değerleri yüksektir. Deniz suyunda ilkbahar ve yaz mevsiminde artan değerler, sonbahar ve kış mevsiminde düşmüştür. İstatistik analiz sonucunda, fekal koliform bakteriler için yapılan koloni sayımlarında zayıf bir korelasyon olduğu görülmüştür.



Şekil 3.7 TB¹ ve FK² → Mevsim/ İstasyon grafiği.

¹ TB: Toplam Bakteri. ² FK: Fekal Koliform. İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

İstatistik analiz sonuçlarına göre; deniz suyu ve *M.gallopovincialis* örneklerindeki fekal koliform koloni sayıları arasında zayıf korelasyon saptanmıştır. *M.gallopovincialis*'lerdeki toplam bakteri ve fekal koliform bakteri sayıları arasında da zayıf korelasyon mevcuttur. Yaz mevsiminde İstasyon 2 ve 3'de toplam bakteri sayısının diğer değerlere karşı ani artışı dikkat çekicidir.

3.4 Analiz Sonuçlarının Dağılımı: İstasyon/ Mevsim

Tablo 3.17 İstasyon 1: Bostanlı İskele → Analiz sonuçları.

Parametre	Örnekleme mevsimi			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
FK (kob/100 mL)	$1,5 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$4,0 \times 10^1$	$3,5 \times 10^1$
TB (kob/100 g)	$2,5 \times 10^5$	$2,0 \times 10^5$	$4,8 \times 10^5$	$5,0 \times 10^5$
FK (EMS/100 g)	$9,2 \times 10^3$	$2,4 \times 10^4$	$7,9 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$

FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

Tablo 3.18 İstasyon 2: Pasaport İskele → Analiz sonuçları.

<i>Parametre</i>	<i>Örnekleme mevsimi</i>			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
FK (kob/100 mL)	1,8 x 10 ²	2,0 x 10 ²	3,8 x 10 ¹	6,1 x 10 ¹
TB (kob/100 g)	4,1 x 10 ⁵	1,3 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁵	3,4 x 10 ⁵
FK (EMS/100 g)	7,9 x 10 ³	2,4 x 10 ⁴	3,3 x 10 ³	3,5 x 10 ⁴

FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

Tablo 3.19 İstasyon 3: Üçkuyular İskele → Analiz sonuçları.

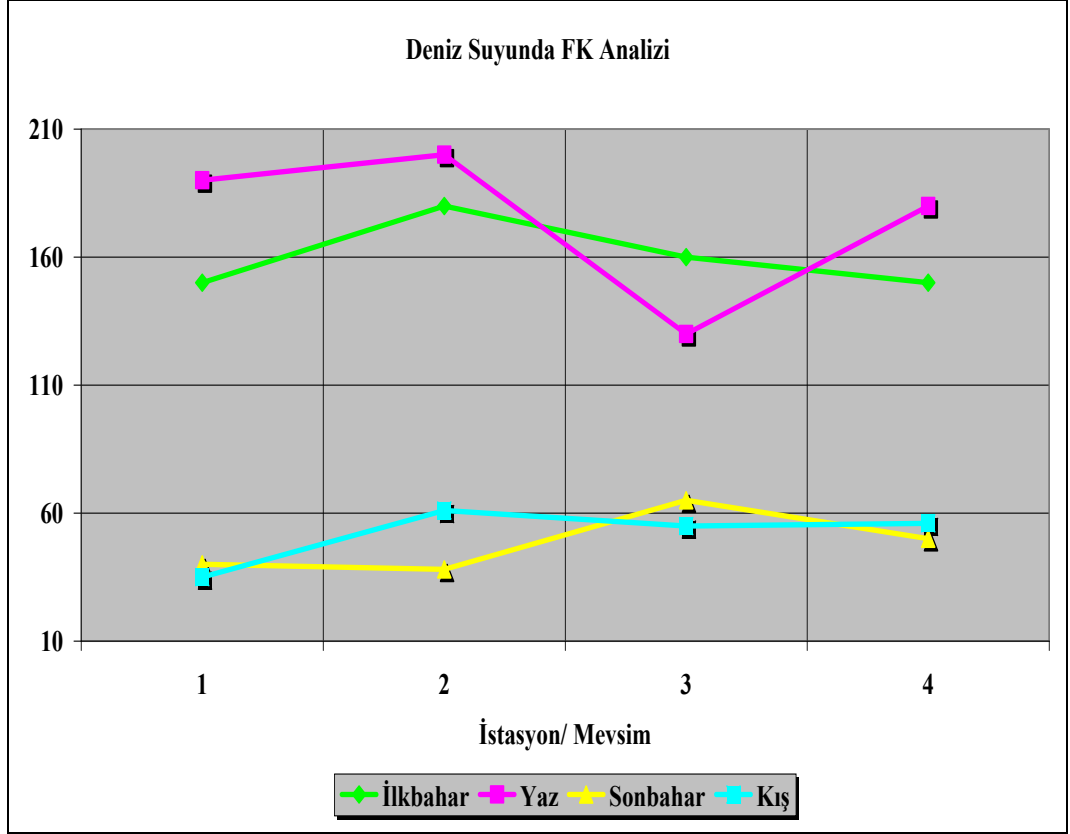
<i>Parametre</i>	<i>Örnekleme mevsimi</i>			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
FK (kob/100 mL)	1,6 x 10 ²	1,3 x 10 ²	6,5 x 10 ¹	5,5 x 10 ¹
TB (kob/100 g)	3,5 x 10 ⁵	6,0 x 10 ⁶	2,0 x 10 ⁵	3,0 x 10 ⁵
FK (EMS/100 g)	7,9 x 10 ³	2,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ³	4,9 x 10 ³

FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

Tablo 3.20 İstasyon 4: Yenikale → Analiz sonuçları.

<i>Parametre</i>	<i>Örnekleme mevsimi</i>			
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
FK (kob/100 mL)	1,5 x 10 ²	1,8 x 10 ²	5,0 x 10 ¹	5,6 x 10 ¹
TB (kob/100 g)	3,2 x 10 ⁵	1,0 x 10 ⁵	5,0 x 10 ⁵	4,2 x 10 ⁵
FK (EMS/100g)	2,4 x 10 ⁴	2,3 x 10 ³	3,3 x 10 ³	1,3 x 10 ⁴

FK: Fekal Koliform. TB: Toplam Bakteri.

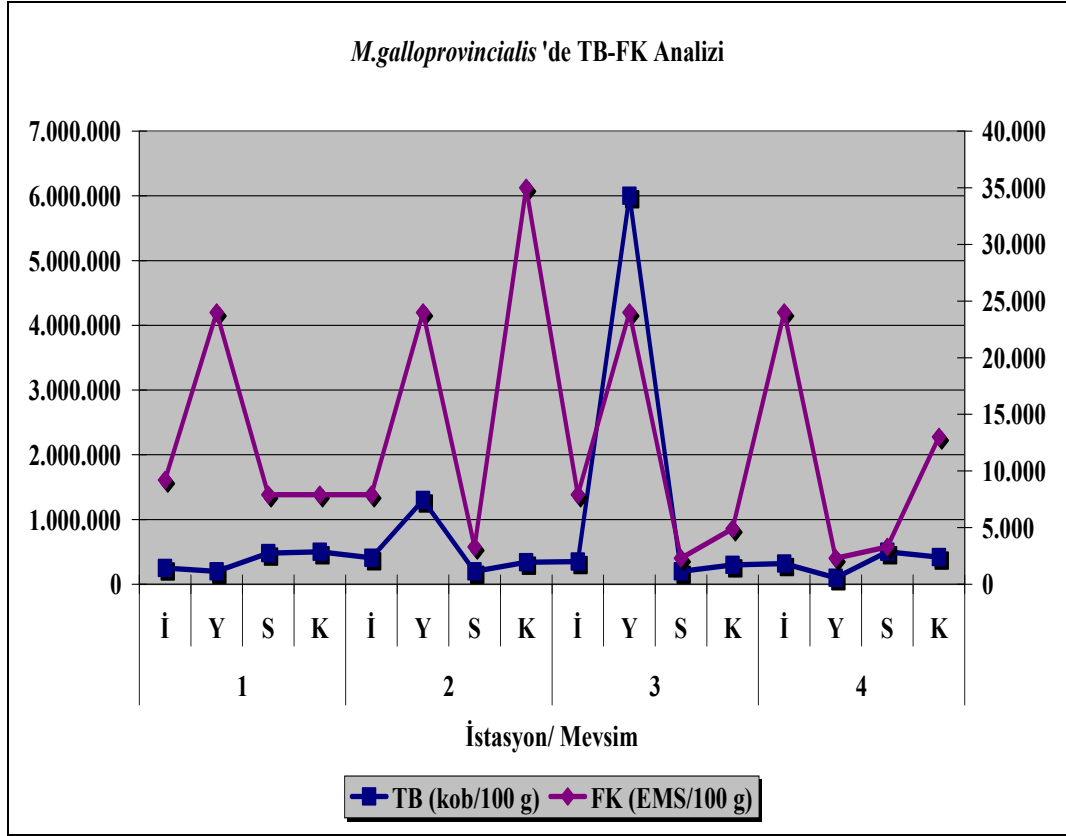


Şekil 3.8 Deniz suyunda FK* → İstasyon/ Mevsim grafiği.

*FK: Fekal Koliform.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

Yapılan istatistik analize göre; deniz suyunda fekal koliform bakteri koloni sayılarında, istasyonlar arası farklılık gözlenmemiştir. Tüm istasyonlarda, ilkbahar ve yaz mevsiminde bakteri sayısının arttığı, sonbahar ve kış mevsiminde düştüğü görülmüştür.



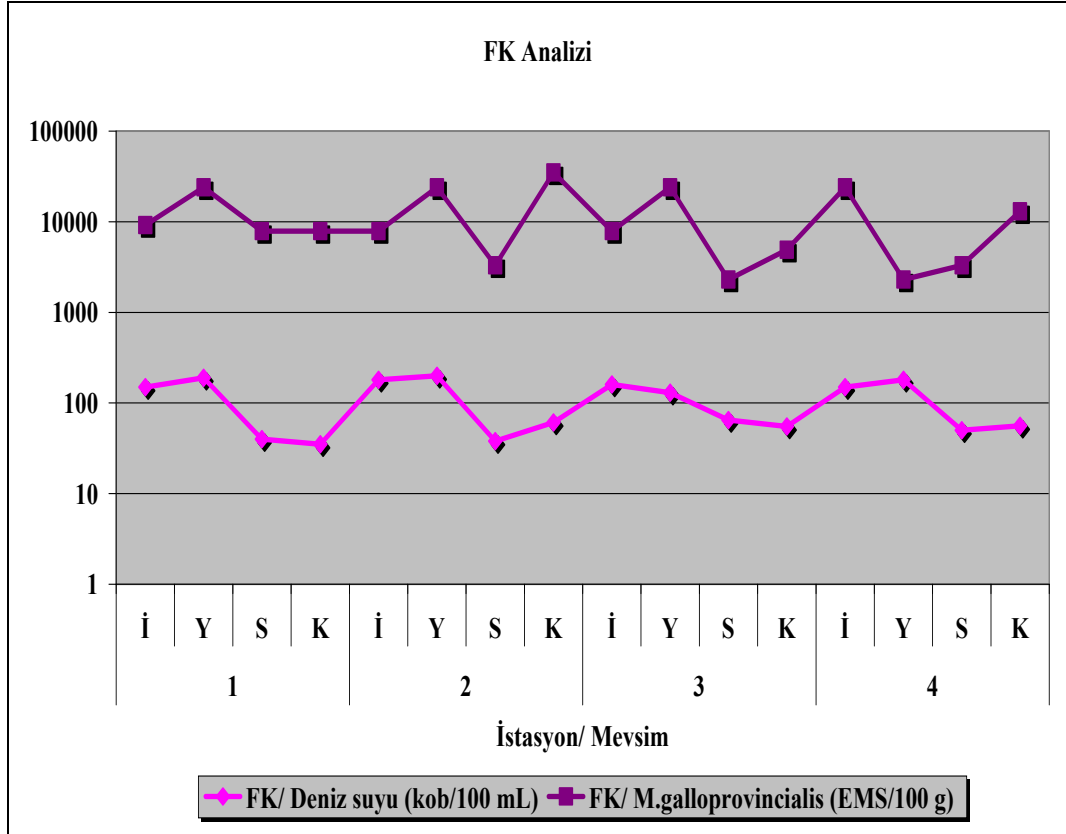
Şekil 3.9 *M.gallopvencialis*'de TB¹ ve FK² → İstasyon/ Mevsim grafiği.

¹TB: Toplam Bakteri. ²FK: Fekal Koliform.

İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

Tüm istasyonlarda, *M.gallopvencialis*'deki toplam bakteri ve fekal koliform bakteri sayıları arasında zayıf korelasyon bulunmaktadır. İstasyon 1'de yazın toplam bakteri sayısı düşmesine karşın, fekal koliform bakteri sayındaki artış dikkat çekicidir. İstasyon 2 ve 3'de yaz mevsiminde yılın en yüksek değerleri alınmıştır.



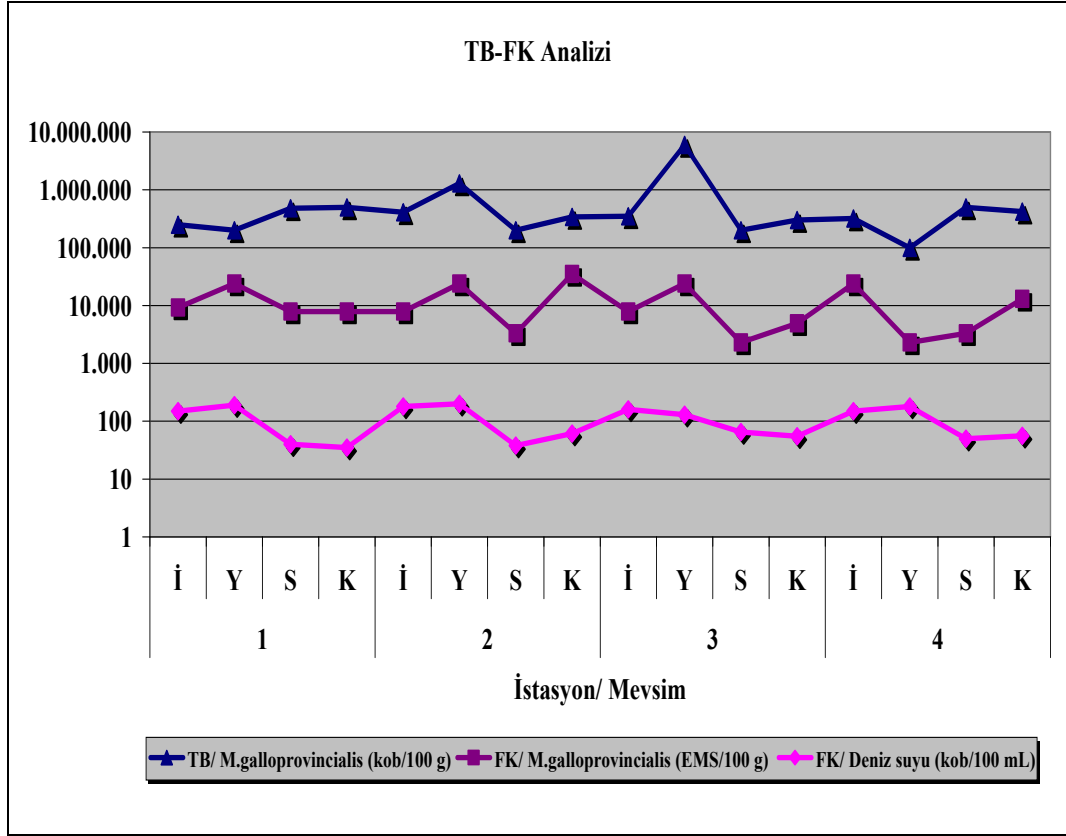
Şekil 3.10 FK*→ İstasyon/ Mevsim grafiği.

*FK: Fekal Koliiform.

İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

İstatistik analiz sonucunda; istasyonlarda deniz suyu ve *M.galloprouncialis* örneklerindeki fekal koliiform bakteri sayıları arasında zayıf korelasyon saptanmıştır. Ancak kışın İstasyon 2'de *M.galloprouncialis*'lerdeki fekal koliiform bakteri sayısı, deniz suyundakine oranla fazla miktarda artış göstermiştir. Yaz mevsiminde İstasyon 3'de *M.galloprouncialis*'de aniden yükselen fekal koliiform bakteri sayısına karşın, deniz suyundaki sayıda düşme gözlenmiştir.



Şekil 3.11 TB¹ ve FK² → İstasyon/ Mevsim grafiği.

¹ TB: Toplam Bakteri. ² FK: Fekal Koliform.

İ: İlkbahar, Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış.

1.Bostanlı İskele, 2.Pasaport İskele, 3.Üçkuyular İskele, 4.Yenikale İstasyonu.

İstatistik analizlere göre, istasyonlar arasında farklılık görülmemiştir. Ancak deniz suyu ve *M.galloprouncialis*'deki fekal koliform bakteri sayılarında zayıf korelasyon gözlenmiştir. *M.galloprouncialis*'deki toplam bakteri sayısı ile deniz suyundaki fekal koliform bakteri sayısı arasında çok zayıf bir ilişki bulunmuştur. *M.galloprouncialis*'deki toplam bakteri ve fekal koliform bakteri sayıları arasında da zayıf korelasyon tespit edilmiştir.

3.5 İstatistik Analiz Sonuçları

3.5.1 İstasyonlar arası farklılık

İstasyonlar arasındaki farklılığı görebilmek için, bilgisayarda STATICA 0.7 istatistik programı kullanılarak, “Tek Yönlü (One Way) Varyans Analizi (Analyses of Variance, ANOVA)” yapılmıştır.

Deniz suyunda fekal koliform bakteri analizinde, istasyonlar arası fark görülmemiştir ($P>0,05$ ’dir).

M.galloprovincialis’de fekal koliform bakteri analizinde, istasyonlar arası farklılık görülmemiştir ($P>0,05$ ’dir).

M.galloprovincialis’de toplam bakteri analizinde, istasyonlar arası farklılık görülmemiştir ($P>0,05$ ’dir).

3.5.2 Mevsimler arası farklılık

Mevsimler arasındaki farklılığı görebilmek için, bilgisayarda STATICA 0.7 istatistik programı kullanılarak, “Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way Analyses of Variance, ANOVA)” yapılmıştır.

Deniz suyunda fekal koliform bakteri analizinde, mevsimler arası farklılık olduğu görülmüştür (F: 51,2003). Bu sonuç, “Post-Hoc→Tukey Honesty Non-Parametric Test” ile doğrulanmıştır.

M.galloprovincialis’de fekal koliform bakteri analizinde, mevsimlere bağlı farklılık görülmemiştir.

M.galloprovincialis’de toplam bakteri analizinde, mevsimlere bağlı farklılık görülmemiştir.

3.5.3 Korelasyon analizi

Tablo 3.21 Korelasyon analizi sonuçları¹.

	FK^2 (Deniz suyu)	FK (<i>M.gallopvencialis</i>)	TB^3 (<i>M.gallopvencialis</i>)
FK (Deniz suyu)	1,00	0,30	0,12
FK (<i>M.gallopvencialis</i>)	0,30	1,00	0,35
TB (<i>M.gallopvencialis</i>)	0,12	0,35	1,00

¹ İstatistik programı STATICA 0.7 kullanılarak, bilgisayarda analiz edilmiştir.

² FK: Fekal Koliform.

³ TB: Toplam Bakteri.

Deniz suyu ve *M.gallopvencialis*'deki fekal koliform bakteri değerleri arasında ($r= 0,30 \rightarrow P < 0,05$ 'dir \rightarrow Kuvvetli değil) korelasyon görülmüştür.

Deniz suyundaki fekal koliform bakteri ile *M.gallopvencialis*'deki toplam bakteri değerleri arasında ($r= 0,12 \rightarrow P < 0,05$ 'dir \rightarrow Çok zayıf) korelasyon görülmüştür.

M.gallopvencialis'deki fekal koliform bakteri ile toplam bakteri değerleri arasında ($r= 0,35 \rightarrow P < 0,05$ 'dir \rightarrow Kuvvetli değil) korelasyon görülmüştür.

Tüm değerler arasında matematiksel açıdan bir ilişki var gibi görünse de, oldukça zayıftır ve kayda değer değildir.

Analiz sonuçları, Körfez suyunda ve *M.gallopvencialis*'deki fekal koliform bakteri ve toplam bakteri miktarlarının, belirlenen sınır aralığında olduğunu göstermiştir. Değerler ilkbahar ve yaz aylarında tavsiye edilen sayıların üzerinde olsa da, sınırlar dâhilindedir.

BÖLÜM DÖRT

TARTIŞMA VE SONUÇ

İzmir İç Körfezi'nde fekal koliform bakteri değerleri, ilkbahar ve yaz aylarında $1,3 \times 10^2$ - 2×10^2 EMS/100 mL aralığında ölçülmüştür. Bu mevsimlerde tüm istasyonlar AB ve Mavi Bayrak tarafından tavsiye edilen 10^2 EMS/100 mL değerini (Anonim, 2006) ve “+%20” kabul edilebilirlik sınırını ($1,2 \times 10^2$ EMS/100 mL) aşmış bulunmaktadır. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği'nde (Anonim, 2006) belirlenen zorunlu değerler (Rekreasyon amaçlı deniz suyu için 2×10^2 EMS/100 mL ve AB-Mavi Bayrak için 2×10^3 EMS/100 mL) ise aşılmamıştır. İzmir İç Körfezi bu değerlerle, deniz suyu kalitesi açısından 2.sınıftır ve yüzme suyu kalitesi açısından mükemmel olmamakla birlikte, iyi/yeterli sayılabilir.

Fekal koliform bakteri değerlerindeki mevsimsel artışların; *M.gallopovincialis*'in biyolojisi, mevsimsel etkilenmeler, tuzluluk ve fekal koliform bakterilere bağlı faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. *M.gallopovincialis*'lerde yaz aylarında yüksek miktarda fekal koliform bakteri bulunması, bu aylarda bol süzme yaptıklarını ve aktivitelerinin yüksek olduğunu gösterir. Yazın fekal koliform bakteri sayısında görülen anî artışların nedeni olarak; organik madde yoğunluğu ve ısınan yüzey suyunun bakteri üremesini hızlandırması söylenebilir. Böylece deniz suyunda toplam bakteri ve fekal koliform bakteri değerleri yükselmekte, paralel olarak *M.gallopovincialis*'lerin topladığı bakteri sayısı artmaktadır. Sıcaklığın bakteri üremesine etkisi, sonbahar ve kış aylarındaki düşüş ile ilişkilendirilebilir. Körfez'de sonbahar ve kış aylarında düşük değerler kaydedilmesinde; arıtma sağlığı, mevsimsel etkilenmeler ve biyolojik yapının yanı sıra, düşen sıcaklık ve tuzluluğa paralel olarak azalan besin maddeleri de etkindir. İlkbaharda *M.gallopovincialis*'lerin sayıca artışının, biriktirdikleri fekal koliform bakteri sayısını da etkilediği düşünülmektedir. Fekal koliform bakterilerin ilkbahar ve yaz mevsimlerinde hem *M.gallopovincialis*'lerde hem deniz suyunda çoğalması, *M.gallopovincialis* üremesiyle bağlantılı olabileceğini göstermektedir. Bununla ilgili bir çalışma

olmadığından karşılaştırma yapılamamıştır. Üreme döneminde biyolojik aktiviteleri artan *M.gallopvncialis*'ler daha çok beslenirler. Bu durum, taşıdıkları fekal koliform bakterilerin artması ve mikrobiyolojik açıdan kirlenmeleri anlamına gelmektedir. *M.gallopvncialis*'lerde yazın artan sıcaklık ve tuzluluktan korunmak için aktiviteler azalmasına rağmen, fekal koliform bakteri değerleri artmaktadır.

Çalışma sonuçlarımızda da görüldüğü gibi; *M.gallopvncialis*'ler yıl boyunca yüksek düzeyde bakteri biriktirmektedir. Buna göre; *M.gallopvncialis*'lerin taşıdıkları ağır metal ve patojenlerin insan sağlığı açısından tehlikeli olduğu, yoğun tüketimin salgın hastalıklara yol açacağı söylenebilir.

Üçkuyular İskele'de toplam bakteri sayısı artmış ancak fekal koliform bakteri düzeyi belli seviyede kalmıştır. Dolayısıyla toplam bakteri sayısının artması, fekal koliform bakteri artışını göstermemektedir. Üçkuyular İskele'de toplam bakteri sayısının yazın çok yüksek olması, yoğun deniz trafiği, üreme faaliyetleri ve mevsimsel ortam koşullarına bağlanmaktadır. Yılın diğer mevsimlerindeki düşük değerler yerleşim ve yapılaşma yoğunluğunun azlığına bağlanmaktadır. Ayrıca bu bölgedeki doğal alanlar, rekreasyon sahaları ve diğer canlılar da kirliliğin azalmasında etkindir. Üçkuyular İskele'den toplanan tüm *M.gallopvncialis*'ler su seviyesinin kısmen üzerinden alınmıştır. Muhtemelen med-cezir olayıyla bağlantılı olan bu durum, *M.gallopvncialis*'lerin 12 saat önceki süzüntülerini incelediğimiz anlamına gelebilmektedir. Yüzeye yakın gelişen *M.gallopvncialis*'ler yalnızca su seviyesinin mevsimsel alçalmalarından etkilenirler.

Pasaport İskele'de kışın çok yükselen bakteri düzeyine neden olarak, kıyısız yerleşim ve iş yeri yoğunluğunun yanı sıra, arıtma sistemi haricinde oluşan kaçaklar ve mendirek nedeniyle düşük su sirkülasyonu düşünülmektedir. Pasaport İskele'de yaz mevsiminde çekilen su nedeniyle, *M.gallopvncialis*'lerin çoğu su seviyesi dışındaki kayaların üzerinden alınmıştır.

Yenikale istasyonu kentten uzak yerleşimi ile diğer istasyonlardan farklılık göstermektedir. Yazın toplam bakteri düşük olduğu için fekal koliform bakteri sayısının da düşmesi normaldir. Yenikale'den alınan *M.gallopovincialis*'lerin diğer istasyon örneklerinden oldukça iri olmaları dikkat çekicidir. İri *M.gallopovincialis*'lerin, boy ve yaşlarına bağlı olarak daha çok süzme yaptığı ve daha fazla bakteri biriktirdiği düşünülmektedir.

Rekreasyon alanlarının yoğun kullanımı, Bostanlı İskele'de yaz mevsiminde bakterilerin sayıca artışına neden olmuştur. Kış mevsimi örneklerinde Bostanlı İskele'deki *M.gallopovincialis*'lerin kabuklarında, bol miktarda poliket bulunması dikkat çekmiştir. Licciano ve ark. (2006), Akdeniz'de yaptıkları çalışmada poliketlerde fekal koliform bakteri birikimini bulmuşlardır. Bu durum, yoğun mikrobiyolojik kirlilik ve *M.gallopovincialis*'de yüksek düzeyde fekal koliform bakteri göstergesi olabilmektedir. Kış mevsiminde Bostanlı İskele'de, çekilen su nedeniyle, *M.gallopovincialis*'lerin hepsi deniz yüzeyinin üstünde kalan kayalıklardan toplanmıştır. Zeminin *Ulva*, *Enteromorpha sp* gibi besin tuzlarını seven (nitrofil) algler açısından zengin olduğu saptanmıştır. Bu durumun fekal koliform bakteri kirliliğini nasıl etkilediğine dair bir çalışma bulunamamıştır.

IMVIC test sonuçlarına göre tüm istasyonlarda *E.coli* bulunmuştur. Bu sonuç, *E.coli*'nin fekal koliform bakterilerin baskın üyesi olduğuna işaretir.

Karaboz ve ark.'nın (1997), İzmir Körfezi'nde yaptıkları patojen taramasında, toplam bakteri ve fekal koliform bakterilerin Pasaport İskele değerleri, kış mevsiminde yüksek bulunmuştur. Bu sonuç çalışmamızla paraleldir. Değerlerin ilkbahar ve yaz aylarında yükselmesi de çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Ancak 1997'de Büyük Kanal Arıtma Sistemi devreye girmediğinden, bakteri sayıları çok daha yüksektir. Altuğ ve ark. (2001), Marmara Denizi kıyılarında EMS yöntemi ile yaptıkları analizlerde, deniz suyu ve *M.gallopovincialis*'de en yüksek fekal koliform bakteri değerlerini, temmuz ve eylül aylarında almışlardır. Bu sonuçlar çalışmamızla örtüşmektedir. Stabili ve ark. (2004), Kuzey Ege'de,

M.galloprouncialis'de yapılan çalışmalarında fekal koliform bakteri miktarının yaz aylarında aniden yükseldiği sonucuna varmışlardır. Bu sonuç, çalışmamızla benzerlik taşımaktadır. Arvanitidou ve ark. (2001), Yunanistan kıyı sularında koliform miktarlarını izleyerek, fekal kirlilik ile mantarlar arasındaki korelasyonu tespit etmişlerdir. Yüksek yaz sıcaklıklarında kendiliğinden temizlenme artmasına karşın, bakteri üreme hızı bu limitin üzerine çıkmaktadır (Hrenovi ve ark., 2000). Bizim sonuçlarımızda da yazın yüksek değerler alınması, bu görüşü desteklemektedir.

Hrenovi ve ark. (2000), deniz suyuna çok az miktarda da olsa atıksu karışmasının bakteri sayısını çoğalttığını belirtmişlerdir. Ancak bakterilerin çoğalması her zaman patojenitenin artması anlamına gelmemektedir. İstanbul Boğazı'nda koliformları izleyen Aslan-Yılmaz (2002), noktasal deşarj kaynaklarının kontrol altına alınmasıyla mikrobiyolojik kirliliğin azaltıldığını saptamıştır. Rittenberg ve ark. (1958), kanalizasyon suları ile denize karışan fekal koliform bakterileri EMS yöntemi ile izlemişlerdir. Buna göre, atıksu noktaları kontrol altına alınarak fekal koliform bakteri sayısı düşürülebilir. Araştırmamızda, kontrol altına alınan noktasal atıksu kaynaklarının işlerliğinin sürdürüğü tespit edilmiştir. İzmir İ Körfezi'nde kanalizasyon arıtma tesisinin faaliyetleri kapsamında kontroller sürdürüğü için, fekal koliform bakteri düzeyinin sınırlar dâhilinde olduğu söylenebilir.

Suyu süzerek beslenen *M.galloprouncialis*'lerdeki fekal koliform bakteri düzeyleri, deniz suyundan çok daha yüksektir (Stabili ve ark., 2004). Normanno ve ark. (2005), İtalya'da *M.galloprouncialis*'de fekal koliform bakterileri çalışmış, *M.galloprouncialis*'lerin gıda olarak tüketiminin *E.coli*, *Salmonella* ve *Vibrio* kaynaklı zehirlenmelere neden olduğunu göstermişlerdir. Cooke (1975), kanalizasyon-deniz suyu-kabuklu deniz hayvanlarındaki antibiyotiklere dirençli koliform ve fekal koliform bakterileri EMS yöntemiyle tespit etmiş, *M.galloprouncialis*'lerin antibiyotiğe dirençli koliformları yoğunlaştırarak biriktirdiği ve toplum sağlığı açısından tehlike oluşturduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda *M.galloprouncialis*'deki fekal koliform bakteri düzeyi, deniz

suyundakinden çok daha fazla miktarda saptanmış ve tüketimin sağlığı ciddi boyutta tehlikeye sokacağı belirtilmiştir.

Kıyusal kirlilikten yüksek derecede etkilenen İç Körfez'in, seyrek yerleşim bölgelerinden daha fazla fekal koliform bakteri taşıdığı düşünülmektedir. Kapalı bölgelerde bu bağlamda yüksek düzeyde fekal koliform bakteri olması normaldir. Yoğun kıyusal yerleşimin olduğu istasyonlardan yüksek düzey ölçümlerin alınması, kontrol edilmeyen Körfez'in, potansiyel tehlike haline geleceğini göstermiştir. İçme suyu ve gıdalarda fekal koliform bakteri varlığına izin verilmediğinden, yüksek düzeyde fekal koliform bakteri biriktiren *M.gallopovincialis*'lerin gıda olarak tüketilmelerinin zararlı olabileceği ortadadır.

İzmir Kenti, İzmir Körfezi için ana kirlilik kaynağıdır. Alınan sonuçlar, kanalizasyon arıtma çalışmalarıyla deniz suyu kalitesinin, şimdilik "kabul edilebilir" düzeyde olduğunu göstermektedir. Ancak saptanan değerler sınırları zorlamaktadır. Bu nedenle Körfez suyunun mikrobiyolojik kalitesinde atıksu deşarjından kaynaklanabilecek değişimlerin, düzenli olarak izlenmesinde yarar görülmektedir. Bunun yanında Orta Körfez ve civarı da değerlendirilmeli ve gelecekle ilgili planlar daha sağlıklı kurgulanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akyarlı, A. (1982). İzmir kenti arıtılmış atık sularının Gediz Nehri'ne boşaltımı halinde İzmir Körfezi'nde görülebilecek koliform dağılımı. *Çevre 82 Sempozyumu Tebliğleri*, İzmir.
- Alparıslan, M. (1991). *Red-tide periyodunda İzmir Körfezi yöresinde bulunan Mytilus galloprovincialis LAMARCK üzerinde mikrobiyolojik araştırmalar*. Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü.
- Alpbaz, A. (1993). *Kabuklu ve eklembacaklılar yetiştiriciliği*. İzmir: Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Alpbaz, A.G., Yüreklitürk, O. ve Temelli, B. (1991). İzmir Körfezi'nde toplanan bazı kabuklu su canlılarının PSP (biotoxin) konusu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Dergisi*, (31-32), 208-213.
- Altuğ, G. ve Filik, H. (2001). Marmara Denizi'nde bölgesel bazı toksik element ve bakteriyolojik kirlilik düzeyleri. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları IV. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (02), 2.
- Anonim, (1998). Standart methods for the examination of water and wastewater. *American Public Health Association* (20. Baskı). Washington, DC: APHA.
- Anonim. (1989, 1985). Su kalitesi-mikrobiyolojik analizler için kullanılan membran filtrelerin değerlendirilmesi (Water quality-evaluation of membrane filters used for microbiological analyses). *TS (6465), ISO (7704)*.
- Anonim. (1996, 1991). Mikrobiyoloji-koliform grubu bakterilerinin sayımı için genel kurallar-En Muhtemel Sayı tekniği (microbiology-general guidance for the enumeration of coliforms-Most Probable Number technique). *TS (7725), ISO (4831)*.

- Anonim. (1996, 1993). Mikrobiyoloji-muhtemel *Escherichia coli* sayımı için genel kurallar En Muhtemel Sayı tekniği (microbiology-general guidance for enumeration of presumptive *Escherichia coli*-Most Probable Number technique). *TS (6063), ISO (7251)*.
- Anonim. (2003). Su ürünleri yönetmeliği. *Resmî Gazete*, (25052).
- Anonim. (2004). Su kirliliği kontrol yönetmeliği. *Resmî Gazete*, (25687).
- Anonim. (2004b). Su kalitesi-*Escherichia coli* ve koliform bakterilerin tespiti ve sayımı-Bölüm 1: Membranla Süzme yöntemi (water quality- detection and enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria Part-1 Membran Filtration method). *TS EN, ISO (9308-1)*.
- Anonim. (2005). Sular-insanî tüketim amaçlı sular (water intended for human consumption). *TS (266)*.
- Anonim. (2006). Yüzme suyu kalitesi yönetmeliği. *Resmî gazete*, (26048).
- Anonim. (2008). Türkiye Taksonomik Tür Veri Tabanı (TTTT). *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)*, ISSN, 1305-4236. 30 Ocak 2007, <http://biow.tubitak.gov.tr/present/taxonForm1.jsp>.
- Aquascope (b.t.) 30.Mart.2008, <http://www.vattekkikaren.gu.se/defaulte.html>.
- Arda, M. (2000). *Temel mikrobiyoloji* (2. Baskı). Ankara: Medisan Yayınevi.
- Arıncı, E., Bozcaarmutlu, A., Şen, A. ve Kocabıyık, S. (2001). İzmir Körfezi'ndeki toksik karsinojenik organik kirliliğin biyoteknolojik yöntemlerle izlenmesi, boyutu ve ekotoksikolojik sonuçları. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları IV.Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (02), 2.
- Artüz, M.L. (1994). Türkiye sularında bulunan bazı yumuşakça (Mollusca) türleri. *Popüler Bilim*, (16). 21 Nisan 2007, <http://www.artuz.com/artuz/pdf/94-a.pdf>.
- Arvanitidou, M., Kanellou, K., Katsouyannopoulos, V. ve Tsakris, A. (2001). Occurrence and densities of fungi from northern Greek coastal bathing waters

and their relation with faecal pollution indicators. *Elsevier, Water Research*, 36 (20), 5127-5131.

Aslan-Yılmaz, A. (2002). *İstanbul Boğazı, Boğaz'ın Karadeniz çıkışı ve Kuzeydoğu Marmara Denizi'nde deşarjların indikatör mikroorganizmalar ile izlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Balıkçılık. (b.t.). *Midyenin anatomisi*. 10 Temmuz 2007,
<http://www.denizce.com/midyeanatomi.asp>.

Bat, L., Gündoğdu, A., Öztürk, M. ve Öztürk, M. (1999). Copper, zinc, lead and cadmium concentrations in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (L. 1718) from the Sinop coast of the Black Sea. *Turk Journal Zoology*, 1 (23), 321-326.

Bizsel, N. (1996). Nutrient distribution in İzmir bay with special emphasis on the phosphorus forms. Results of İzmir Bay investigations today status and perspectives, *Turkish-Ukrainian Workshop*.

Boyacıoğlu, M., Parlak, H., Oral, R. ve Çakal, Ö. (2001). İzmir İç Körfez'e dökülen derelerin Ames testi ile genotoksitesinin belirlenmesi. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları IV. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (02), 2.

Brenner, D.J., Krieg, N.R. ve Staley, J.R. (Ed.). (2005). *Bergey's of manuel of systematic bacteriology*, içinde (28). 12 Mart 2007,
<http://www.springer.com/978-0-387-24144-9>.

Buhan, E. (1987). *İzmir ve Aliğa Körfezlerinde fekal kirliliğin total koliform bakterileri ile tesbiti üzerine çalışmalar*. Yüksek lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü.

Charles, F., Grémare, A., Amouroux, J.M. ve Cahet, G. (1992). Filtration of the enteric bacteria *Escherichia coli* by two filter-feeding bivalves, *Venus verrucosa* and *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Biology*, 113 (1), 117-124.

- Cihangir, B., Önen, M. ve Demirkurt, E. (2002). İzmir Körfezi 2001 dönemi izleme çalışmaları. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları IV.Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (02), 21-27.
- Collins, H.C., Lyne, P.M., Grange, J.M. (1998). *Collin's and Lyne's microbiological methods* (7.Baskı). İngiltere.
- Consortium for the Barcode of Life (CBOL). (2008). *Mytilus for the World map*. 25 Ekim 2008, <http://www.barcoding.si.edu>.
- Cooke, M.D. (1975). Antibiotic resistance among coliform and fecal coliform bacteria isolated from sewage, seawater, and marine shellfish. *American Society for Microbiology, Antimicrobial Agents And Chemotherapy*, 9, 879-884.
- Çakır, İ. (2000). *Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları* (2. Baskı). Ankara: Ankara Üniversitesi Yayını.
- Çınar, M.E., Katağan, T., Koçak, F., Öztürk, B., Ergen, Z., Kocataş, A., Önen, M., Kırkim, F., Bakır, K., Kurt, G., Dağlı, E., Açıık, S., Doğan, A. ve Özcan, T. (2006). Faunal assemblages of the mussel *Mytilus galloprovincialis* in and around Alsancak Harbour (Izmir Bay, eastern Mediterranean) with special emphasis on alien species. *Elsevier, Journal of Marine Systems*, 01465, 17. 25 Temmuz 2008, <http://www.sciencedirect.com>.
- Dare, P.J. (1976). Settlement, growth and production of the mussel, *Mytilus edulis* L., in Morecambe Bay, England. *Fish Invest*, (2), 28.
- Ebay. (b.t.). Moules Miesmuscheln mussel. 01 Ocak 2009, <http://www.ebay.it>.
- Efstratiou, M.A. (2001). Managing coastal bathing water quality: The contribution of microbiology and epidemiology. *Marine Pollution Bulltein*. 42 (6), 425-432.
- Erden, İ. ve Sayın, E. (2001). İzmir Körfezi'nde kirleticilerin akıntılarla taşınımı. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları III.Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (1), 547-556.

- Eronat, C., Sayın, E. ve Yalçın, E. (20 Haziran 2007). İzmir Körfezi'ndeki balık çiftliklerinin yer seçiminde deniz suyu fiziksel özelliklerinin önemi, *Su Ürünleri Akademi.net Akademik Bildiriler Yayın Sistemi*, (507-509). 10 Temmuz 2008, <http://www.akuademi.net/sg/?USG2007>.
- Esen, Ö. (2006). *İzmir Körfezi'ndeki Kara midye Mytilus galloprovincialis LAMARCK, 1819'de bulunan toksik maddelerin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fattal, B., Peleg-Olevski, E., Yoshpe-Purer, Y. Ve Shuval, H.I. (1986). The association between morbidity among bathers and microbial quality of sea water. *Water Science Technology*, 18 (11), 59-69.
- Figueras M.J., Polo F., Inza I. ve Guarro J. (1997). Past, present and future perspectives of the EU bathing water directive. *Marine Pollution Bulletin*, 34 (3), 148-156.
- Francesconi K.A. ve Edmonds J.S. (1998). Arsenic species in marine samples. *Croa Chem Acta*, 71 (2), 343-359.
- Garip, N. (2006). *İzmir İç Körfezi fitoplankton toplulukları üzerine İzmir Büyük Kanal Projesi'nin oluşturduğu etkiler*. Yüksek Lisans Tezi. Bornova: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Geissler, K., Manafı, M., Amoros, I. ve 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.
- Geldiay, R. ve Ergen, Z. (1968). Athecate marine dinoflagellates living in our region. *Balık ve Balıkçılık*, 6 (16), 1-7.
- Geldiay, R. ve Kocataş, A. (1972). *Denizlerde pollusyon*. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları.
- Google. (b.t.) İzmir İç Körfezi. 11.Haziran.2007, <http://www.maps.google.com>.

- Griffin,D.W., Lipp, E.K., McLaughlin, M.R. ve Rose, J.B. (2001). Marine recreation and public health microbiology: Quest for the ideal indicator. *Research Library, Bioscience*, 21 (10), 817.
- Guillion-Cottard, I., Augier, H., Console, J.J. ve Esmieu, O. (1997). Study of microbiological pollution of a pleasure boat harbour using mussels as bioindicators. *Marine Environmental Research*, 45 (3), 239-247. 20 Mayıs 2007, <http://www.sciencedirect.com>.
- Güngör, F. (1990). *İzmir İç Körfezi'nde mikrobiyolojik araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü.
- Güngör, F. (1997). *İzmir İç körfezi'nin farklı derinliklerinden alınan su ve çamur örneklerinin mikrobiyolojik analizleri ve dağılımı*. Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü.
- Güngör, F. ve Gök., S. (1990). *İzmir İç Körfezi'ndeki fekal kirliliğin araştırılması ve koliform-Salmonella ilişkisi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü.
- Güngör, F. ve Kaçar, A. (2005). Monitoring of fecal bacteria levels at Izmir Bay. *XIII Symposium of Fishery Products*. Çanakkale: Çanakkale Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Güngör, F. ve Uçar, F. (2000). İzmir Körfezi'nde azot ve sülfür döngüsüne karışan bakterilerin dağılımı. *Turkish Journal of Biology*, 24, 65-79.
- Gürün, V. ve Halkman, A.K. (1990). *Mikrobiyolojide sayım yöntemleri (2.)* Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayını.
- Halkman, A.K. (1999). *Genel bilgiler, koliform grup bakteriler, fekal koliformlar, E.coli*. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Halkman, A.K. (Ed.) (2005). *Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları*. Ankara: Başak Matbaacılık.

- Harunoğlu, E.M. (2005). *İzmir Körfezi ve civarı midye (Mytilus galloprovincialis LMK, 1819) parazitleri*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hrenovi , J., Vilicic, D. ve Stilinovic, B. (2000). Influence of nutrients and salinity on heterotrophic and coliform bacteria in the shallow, karstic Zrmanja Estuary (Eastern Adriatic Sea). *Ekoloji  evre Dergisi*, 12 (46), 29-37.
- İnkaya, N. (2006). *İzmir Körfezi pelajik kom nitelerinin mikrobiyal solunum hızları*. Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Jay, J.M. (1996). *Modern food microbiology* (5.Baskı), New York: Chapman ve Hall.
- Jeffic, L. (1990). *State of the marine environment in the Mediterranean region United Nations Environment Programme. Regional seas reports and studies (132), United Nations Environment Programme-Mediterranean Action Plan technical reports series (28): UNEP-MAP.*
- Ka ar, A. ve Cihangir, B. (2007). Monitoring of bacterial pollution in shellfish (*Mytilus galloprovincialis*) at Izmir Bay (Turkey). *XIV. Symposium of Fishery Products*. Muğla: Muğla Üniversitesi.
- Karaboz, İ., U ar, F., Eltem, R.,  zdemir, G. ve Ateş, M. (1997). *İzmir Körfezi'nde patojen mikroorganizmalar ve bunların yükünün ve kaynaklarının tesbiti*. İzmir: Ege Üniversitesi.
- Kocataş, A. (1987). Kirlenmenin denizel ortamda neden olduğu biyolojik deđiŐimler ve İzmir Körfezi'nin  nemi. 8. *Ulusal Biyoloji Kongresi*, 405-416.
- Kontaş, A., K  uksezgin, F., Altay, O. ve Uluturhan, E. (2003). Monitoring of eutrophication and nutrient limitation in the Izmir Bay (Turkey) before and after wastewater treatment plant. *Environment International*, 29, 1057-1062.

- Koray, T. (1992). The toxic red-tides events in Izmir Bay and their importance in term of the public health (in Turkish). *Çevre Bülteni*, (3), 13-15.
- Koray, T. ve Cihangir, B. (2002). Denizlerde aşırı plankton üremesi, balık ve balıkçılığa etkileri: İzmir Körfezi örneği. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları IV.Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (02), 1.
- Koray, T., Büyükişik, B., Parlak, H. ve Gökpınar, Ş. (1992). Unicellular organisms effecting sea water quality in the bay of Izmir: Red-tides and other bloomings (in Turkish). *Doğa Dergisi*, (16), 135-157.
- Kunkel, D. (2008). *Science stock photography*. 05 Mart 2008, <http://www.denniskunkel.com/DK/Bacteria/>.
- Langellotti. (b.t.). *The living World of mollusc*. 07 Mayıs 2007, <http://www.weichtiere.at/english/bivalvia>.
- Li, G. (2008). *Brownian hareketi*. Brown University. 19 Kasım 2008, <http://news.brown.edu/pressreleases/2008/11/brownian>.
- Licciano, M., Stabili, L., Giangrande, A. ve Cavallo, R.A. (2006). Bacterial accumulation by *Branchiomma luctuosum* (Annelida: Polychaeta): A tool for biomonitoring marine systems and restoring polluted waters. *Elsevier, Marine Environmental Research*, 63, 291–302.
- Lopez-Pila, J.M. (1998). Some economic and political consequences of pathogens in inland and coastal waters. *European Water Management*, 1, 70-77.
- Lök, A. (2001). İskele-Urla'da (İzmir Körfezi) kültüre alınan farklı boy gruplarındaki midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819) büyüme oranları. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2), 141-147.
- Normanno, G., Parisi, A., Addante, N., Quaglia, N.C., Dambrosio, A., Montagna, C. ve Chiocco, D. (2005). *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* and microorganisms of fecal origin in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) sold in

the Puglia region (Italy). *Elsevier, International Journal of Food Microbiology*, 106, 219–222.

Öner, M. (1987). *Mikrobiale ekoloji*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

Özgün, K. ve Batı, T. (2002). Antalya Körfezi'nde su kalitesi izleme ve denetim çalışmaları. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları IV. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (02), 2.

Puddu, A., La Ferla, R., Allegra, A., Bacci, C., Lopez, M., Oliva, F. ve Pierotti, C. (1998). Seasonal and spatial distribution of bacterial production and biomass along a salinity gradient (Northern Adriatic Sea). *Hydrobiologia*, (363), 271-282.

Rees, G., Pond, K., Johal, K., Pedley, S. ve Rickards, A. (1998). Microbiological analysis of selected coastal bathing waters in the UK, Greece, Italy and Spain. *Water Resis.* 32 (8), 2335-2340.

Rittenberg, S.C., Mittwer, T. ve Ivler, D. (1958). *Coliform bacteria in sediments around three marine sewage outfalls*. 03 Ekim 2008, http://nospam.aslo.org/lo/toc/vol_3/issue_1/0101.pdf.

Saçan, S. ve Uğur, A. (2004). *İzmir Körfezi midyelerinde (Mytilus Galloprovincialis) Po-210 miktarlarının mevsimlik değişimleri*. Bornova: Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü.

Sartorius, S. (b.t.) Membran filtrasyon. 05.Ocak.2009, <http://www.sumikrobiyolojisi.org>.

Seed, R. (1976). Ecology. B. L. Bayne, (Ed), *Marine mussels: Their ecology and physiology* içinde (13-65). Cambridge: Cambridge Üniversitesi Yayını.

Shaw, J.P., Malley, P.M.Jr. ve Willoughby, S.A. (2000). Effects of UV irradiation on organic matter. *Journal of AWWA*, 92 (4), 157-167.

- Sivri, N., Feyzioğlu, M. ve Köse, E. (2002). Trabzon sahilinde yer alan deşarj sistemlerinin kıyusal ekosisteme etkileri. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları IV.Uhusal Konferansı, Türkiye Kıyıları*, (02) 2.
- Stabili, L., Immacolata-Acquaviva, M.I. ve Cavallo, R.A. (2004). *Mytilus galloprovincialis* filter feeding on the bacterial community in a Mediterranean coastal area (Northern Ionian Sea, Italy). *Elsevier, Water Research*, 39 (2-3), 469-477.
- Sunlu, U. (2002). Comparison of heavy metals in native and cultured mussel *Mytilus galloprovincialis* (L, 1758) from the bay Izmir (Aegean Sea/ TURKIYE) Mediterranean mussel watch. *Commutation International Exploration Scientific Workshop*, 101-103.
- Tartarotti, S. (2006). *E.coli*'de pilus ve flagella. 30 Aralık 2006, http://www.watermarked_thumbnail.aspx.
- Townsend, D.E., Irving, R.L. ve Naqui, A. (1998). Comparison of the simplate coliform and *Escherichia coli* test with petrifilm, Three-Tube MPN, and VRSA+MUG methods for enumerating coliforms and *E.coli* in food. *Journal of Food Protection*, 61, 444-449. 06 Ocak 2009, <http://www.ingentaconnect.com/content/iafp/jfp/1998/>.
- Uğur, A., Yener, G., Topuoğlu, S., Sunlu, U., Akzcan, S. ve zden, B. (2005). Polonium-210 in mussels (*Mytilus galloprovincialis* L, 1758) and sediments in Turkish coast of the Aegean Sea. *Elsevier Science, Environmental Radyoactivity Book Series*, 8, 660.
- Watanabe, H., Kitamura, T., Ochi, S. ve Ozaki, M. (b.t.). Inactivation of pathogenic bacteria under mesophilic and thermophilic conditions. *Anaerobic Digestion VIII, Water Science & Technology*, 36 (6-7), 25-32. 08 Kasım 2008, <http://www.proquest.co.uk/en-UK/>.
- World Health Organisation/ United Nations Environment Programme. (1994). Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish

areas: Part I, General guidelines, EUR/CEH 041, (2), Copenhagen: WHO/ UNEP.

World Health Organisation/ United Nations Environment Programme. (1994, b). *Guidelines for health-related monitoring of coastal recreational and shellfish areas: Part II, Bacterial indicator organisms*. EUR/ICP/CEH 041, (3), Copenhagen: WHO/ UNEP.

Yolcubal, İ. (2007). *Su kirliliği ve kirlilik kaynakları*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi.