

T.C.
İstanbul Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji ABD
Danışman: Prof.Dr. Müzeyyen Mamal Torun

İSTANBUL'DA SATILAN İÇME SULARININ BAKTERİYOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Tıbbi Biyolog Serdar Mehmet Altinkum

İstanbul - 1996

TEŞEKKÜR

Yetişmemizde emeği geçen ve bilim sevgisini aşıl原因 sayın hocam Prof. Dr. Ekrem Kadri Unat'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimime başladığım günden itibaren yetişmemde büyük emeği geçen, çalışmalarımda yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm, değerli bilgilerinden yararlandığım, Anabilim Dalı Başkanı sayın hocam Prof. Dr. Ayhan Yücel'e teşekkürü bir borç bilirim.

Birlikte çalışmaya başladığımızdan bu yana bana destek olan, araştırmalarımaya yön veren, yoğun çalışmalarını yanında kıymetli zamanını harcayarak bana yol gösteren, değerli bilgilerini aktaran danışman hocam Prof. Dr. Müzeyyen Mamal Torun'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim ve tezim süresince destek ve yardımlarını gördüğüm Prof. Dr. Kemal Altaş'a, Prof. Dr. Yaşar Bağdatlı'ya, Prof. Dr. Mustafa Samastı'ya, Doç.Dr. Recep Öztürk'e, Doç.Dr. Behzat Çalışır'a ayrı ayrı teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında destek ve yardımlarını esirgemeyen iki aileme; Altunkum ve Çaygöz ailelerime teşekkürü bir borç bilirim.

Tezimin yazılışında emeği geçen Tıbbi Biyolog Ufuk Şerafettinoğlu'na teşekkür ederim.

Ayrıca araştırmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Huriye Akbal, Aykut Baykut, Rabia Sevme, Meral Yüksel, Hakkı Yüksel, Suat Sarıbaş, Oya Baykut, Gökhan Aygün, Hülya Çağlayan, Kadir Sağlam, Tolga Yıldız, Nurşah Özeren'e ve besiyeri odasında çalışan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	4
GEREÇ VE YÖNTEM	31
BULGULAR	54
TARTIŞMA	69
SONUÇ	79
ÖZET	81
SUMMARY	82
KAYNAKLAR	83

GİRİŞ

Yaşamın sağlıklı olması için insana ve insan topluluklarına en gerekli maddenin temiz ve yeterli miktarda su olduğu tartışmasız kabul edilen bir gerçektir.

İçme suları deyince akla ilk olarak içilen sular gelmektedir. Halbuki gıdaların hazırlanması, temizlenmesi, kap, alet ve vücut temizliğinde kullanılan sularında içme suyu niteliğinde olması gerekmektedir.

Suyun renk, lezzet, koku, sıcaklık, sertlik, içerdiği kimyasal maddeler, gazlar, toksik maddeler, radyoaktivite gibi özellikler de çok önemli olmakla birlikte, sağlık ile en direkt ilişkinin içerebileceği patojen mikroorganizmalardan kaynaklandığı kuşkusuzdur.

Su, infeksiyon hastalıklarının bulaşmasında çok önemli bir rol oynar. Suyun bu önemi bir çok insanın kısa bir süre içinde aynı kaynağı kullanmasından ileri gelir. Özellikle büyük şehirlerde içme suyuna karışabilen bir infeksiyon etkeni bir çok kişiyi infekte edebilir ve çoğunluğu patlayıcı tipte olan salgınlar oluşturur (36).

Genel olarak sulara çeşitli saprofit su bakterileri ve topraktan karışan bakteriler bulunmaktadır. Ayrıca insan ve hayvan barsağında yaşayan bakteriler de sulara karışabilmektedir. Çoğunluğu saprofit olan dışkı bakterileri ile birlikte patojen bakterilerin de zaman zaman bulunabilmesi önem taşımaktadır. Ancak patojenlerin tespit edilmesi pratik açıdan zor ve her zaman mümkün olamamaktadır. Buna karşılık dışkı karışığının belirlenmesi sulara patojenlerin bulunabileceğinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Gerçekte de sularla bulaşan tifo, paratifo, dizanteri, bulaşıcı hepatit, gastroenterit gibi infeksiyonların pek çoğunda insan dışkısı ile kirlenmeler söz konusudur (37).

İnsan dışkısında çok sayıda koliform bakteriler, *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* ve *Clostridium perfringens* bulunur. Bu nedenle suyun mikrobiyolojik incelenmesinde kirlenme işareti olarak koliform bakteriler, bu bakteriler bulunduğu kaynağının dışkı olduğunu doğrulamak için *E. coli* ve bazı hallerde *S. faecalis* ile *C. perfringens* aranır. Bu nedenle suyun mikrobiyolojik incelenmesi yerine bakteriyolojik incelenmesi deyimini kullanmak daha doğrudur. Sudaki total canlı bakteri sayısı da suyun mikrobiyolojik kalitesi hakkında fikir verir (30).

Son yıllarda yapılan çeşitli araştırmalarda sorbitolü fermente eden *Bifidobacterium*'ların yalnız insan dışkısında bulunduğu, hayvan dışkılarında ise bulunmadıkları, bundan dolayı suların insan dışkısıyla kirlenmesine özgü bir gösterge oldukları ortaya konmuştur (27, 37).

Ülkemizde içme sularının kontrolü için uygulanan tüzük ve yönetmelikler vardır. Bunlar; Gıda Maddeleri Tüzüğü (G.M.T.) ve Türk Standartları Enstitüsü Belgesi (T.S.E.)'dir. Ayrıca Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından belirlenen uluslararası içme suyu standartları mevcuttur (10, 31).

İstanbul'da 1994 yılında Keskin ve arkadaşlarının yaptıkları bir araştırmada su istasyonlarında satılan suların %26'sının (13), Oğuzkurt ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada da %37'sinin içme suyu standartlarına

uymadığı bulunmuştur (20). Gökçe ve arkadaşlarının şişelenmiş kaynak suları ile ilgili İstanbul piyasasında yaptıkları çalışmada pet şişelerde %41, cam şişelerde %22 ve galonlarda %60 oranında koliform bakteri bulunmuştur (8).

Biz buradan yola çıkarak değişik firmalar tarafından İstanbul'da tüketime sunulan; su istasyonu, tek kullanımlık pet şişeler, depozitolu 3 lt'lik galonlar ve 0.33lt'lik cam şişelerdeki suların içme suyu standartlarına uygun olup olmadıklarını araştırmak amacıyla bu çalışmayı yapmayı uygun gördük.



GENEL BİLGİLER

İçme suları içilen sularla, gıda maddelerinin hazırlanmasında ve yapılmasında, kişisel veya genel temizlik işlerinde kullanılan sulardır. Bu niteliğe uygun sular kaynak (mema) suları ile, toplumun içme ve kullanma için sarf ettiği şehir şebeke suları, kuyu, çeşme ve gene aynı amaçlar için teknik metodlar ile kullanıma uygun hale getirilmiş dere, nehir ve göl sularıdır (10).

Ülkemizde gıda maddeleri tüzüklerinde belirtildiği üzere içme suları plastik şişe, cam şişe, cam galon ve damacanalarda satılmaktadır. Halkımız pek çok bölgede kuyu, çeşme ve şebeke suyunu da içme suyu olarak kullanmaktadır (10).

İstanbul'da ise nüfus yoğunluğunun gittikçe artmasına rağmen su kaynaklarının azalması ve şebeke sisteminin yetersiz kalması toplumu susuzluk problemi ile karşı karşıya bırakmıştır. Şebeke sisteminin büyük bir bölümünün eski olması ve özellikle çarpık kentleşme sonucu mevcut su kaynaklarının da kirlenmesi şehir şebeke suyunun içme ve kullanma suyu olarak güvenilirliğini azaltmıştır. Son zamanlarda il dışından tankerlerle içme ve kullanma suyu getirilerek su istasyonlarında satılması, ucuzluğun da etkisi ile halkın en çok rağbet ettiği içme suyu kaynağı olmuştur.

Bütün gayretler kaliteli içme suyu elde etmek içindir. Bir su içme ve kullanmaya uygun olması için hastalık yapıcı mikrop ve kimya maddeleri içermemelidir. İçme suyu kaynaklarını kontaminasyondan korumak birinci savunma işlemidir. Kaynakları korumak kontamine bir suyu arıtmaya tercih edilmelidir. Mikrobiyal bir kontaminasyonun sonuçlarından kaçınmak için uygun sağlık kriterleri göz önüne alınarak kontroller çok dikkatli yapılmalı ve hiçbir zaman ihmal edilmemelidir.

Her ne kadar içme sularında toksik maddeler bulunmamalıysa da, bu maddeler mikrobiyolojik kirlenmeden daha farklı şekilde sağlığa zararlıdır. İnsanlarda akut sağlık problemlerine neden olabilecek çok az kimyasal madde vardır. Bu maddelerin karışmasıyla da suyun tadı, kokusu ve görünüşü değişerek içilmez duruma gelir (38).

İçme suyundaki kimyasal maddeler, uzun süre alındığında sağlığa zararlı etkiler gösterirler. Ağır metaller ve kanserojen maddeler vücutta biriktiği takdirde toksik etkiler gösterirler. Mikrobiyal kontaminantların etkileri ise genellikle akutur. Bu yüzden içme sularının kimyasal standartlarının mikrobiyolojik standartlara oranla ikici planda olduğu söylenebilir (38).

SUYLA BULAŞAN İNFEKSİYONLAR

Sularla bulaşan infeksiyonlarda etkene ve ortama bağlı birçok faktör rol oynar. Bunlardan en önemlisi patojenin konağın vücudunu terk ettikten sonra derece derece canlılıklarının ve infekte edebilme yeteneğini kaybetmesidir.

Hastalık yapan mikropların çoğu sularda üreyemez ve hatta uzun süre yaşayamaz. Suda kalıcı olma bakterinin cinsine bağlı olduğu gibi birçok dış faktörden de etkilenir. Isı bu faktörlerden en önemli olanıdır. Ölme suyun bakteri için ideal olan ısısından sapması ile hızlanır. Kolera vibrionları buzdolabında oda ısısından oldukça uzun bir süre canlı kalırlar. Pendit ve arkadaşları 21°C'de kuyu suyunda 18 - 51 gün canlı kaldıklarını saptamıştır (4).

Su yüzüne yakın yerlerde güneş ışığındaki UV ışınlarının öldürücü etkisi vardır. Pesigon ve arkadaşları (1967), güneş ışığına bırakılan sularda laboratuvarında muhafaza edilen sulara oranla vibrionların daha çabuk öldüklerini bildirmiştir. Bu deneylerde Eltor vibrionlarının deniz suyunda 10-13 gün, kuyu suyunda 13 gün yaşadıkları tespit edilmiştir. Aynı sular güneş ışığına maruz bırakıldığında vibrionların yaşam süreleri deniz suyunda 10 - 11'güne, kuyu suyunda 4 güne düşmüştür (4).

Biyolojik olarak parçalanabilen organik bileşikler, ılık ısı derecelerinde Legionella, Naegleria fowleri, Acanthamoeba, Pseudomonas aeruginosa ve Aeromonas'ların suda üremesini sağlayabilir. Dibe çökme, gereken besini bulamama, uygun olmayan pH ve diğer canlıların öldürücü etkisi de bakterinin canlılık süresini kısaltır (36,38).

Sularla bulaşan infeksiyonlarda önemli bir noktada patojen mikroorganizmanın infeksiyon hastalığına neden olabilecek dozudur. İnfektif doz patojenler arasında farklılıklar gösterir. Tifo epidemilerinde infekte edici bakteri miktarının çok düşük olduğu bilinmektedir. Halbuki fırsatçı patojenler olan Aeromonas'larda ve Pseudomonas aeruginosa'da infeksiyon hastalığına sebep olabilecek bakteri sayısı çok yüksektir. Bununla birlikte infektif doz çok çeşitli faktörlere bağlıdır. İnfektebilite ve epidemiyoloji çalışmaları infektif dozu belirlemek için yeterli değildir (36,38).

Bu bilgiler ışığında su ile bulaşarak infeksiyona sebep olabilen en önemli bakteriler, virüsler, protozoon ve helmintler tablo 1'de verilmiştir. Aynı tabloda patojenlerin sağlı için oluşturduğu risk, suda kalıcı olma, infektif doz ve hayvansal kaynaklı olabilme durumları hakkında da bilgi verilmiştir (38).

Çizelge 1: Su ile bulaşarak infeksiyona sebep olabilen önemli bakteriler, virüsler, protozoonlar ve helmintler (38).

Patojen	Sağlık Yönünden Önemi	Suda Kalıcılığı	İnfectif Doz	Önemli Hayvan Rezervuarı
BAKTERİLER				
<i>C. coli, C. jejuni</i>	Yüksek	Orta Derece	Orta Derece	Var
<i>Patojenik E. coli</i>	Yüksek	Orta Derece	Yüksek	Var
<i>Salmonella typhi</i>	Yüksek	Orta Derece	Yüksek	Yok
<i>Diğer Salmonellalar</i>	Yüksek	Uzun	Yüksek	Var
<i>Shigella spp.</i>	Yüksek	Kısa	Orta Derece	Yok
<i>Vibrio cholerae</i>	Yüksek	Kısa	Yüksek	Yok
<i>P. aeruginosa</i>	Orta Derece	Üreyebilir	Yüksek	Yok
<i>Y. enterocolitica</i>	Yüksek	Uzun	Yüksek	Var
<i>Aeromonas spp.</i>	Orta Derece	Üreyebilir	Yüksek	Yok
VİRÜSLER				
<i>Adenovirüs</i>	Yüksek	Bilinmiyor	Düşük	Yok
<i>Enterovirüs</i>	Yüksek	Uzun	Düşük	Yok
<i>Hepatit A</i>	Yüksek	Bilinmiyor	Düşük	Yok
<i>Norwalk Virüs</i>	Yüksek	Bilinmiyor	Düşük	Yok
<i>Rotavirüs</i>	Yüksek	Bilinmiyor	Orta Derece	Yok
PROTOZOON				
<i>E. histolytica</i>	Yüksek	Orta derece	Düşük	Yok
<i>G. intestinalis</i>	Yüksek	Orta derece	Düşük	Var
<i>C. parvum</i>	Yüksek	Orta derece	Düşük	Var
HELMİNTLER				
<i>D. medinensis</i>	Yüksek	Orta derece	Düşük	Var

İçme suyu Salmonella sp, Shigella sp, patojenik E.coli, V.cholerae, Y.enterocolicita, C.jejuni ve C.coli gibi önemli patojenleri içerdiği zaman ciddi bir infeksiyon kaynağı olma riski göstermektedir. Virüsler ve Giardia sp, Cryptosporidium sp, E.histolytica, D.medinensis gibi parazitlerde su ile bulaşan önemli infeksiyon etkenleridir (30, 36, 38).

Suyla bulaşan infeksiyonların başında tifo, paratifo ve bazen diğer Salmonella infeksiyonlarını saymak gerekir. Tifo, gelişmekte olan ülkelerde hala epidemik olarak bulunan bir hastalıktır. Paratifo ve gastroenterit şeklinde seyreden diğer Salmonella infeksiyonları da su ile bulaşır. Ancak bu infeksiyonların su ile bulaşmasına muhtemelen klinik belirtilerin başlaması için daha çok bakteri sayısı gerekmesi nedeni ile tifodan daha seyrek rastlanır (30, 36, 38).

Shigella bakterileri insanda basilli dizanteriye veya daha geniş anlamda şigelloza sebep olmaktadır (35).

Shigella bakterileri hareketsiz, sporsuz, aerop veya fakültatif anaerop Gram negatif çomakçıklardır. En uygun üreme sıcaklığı 37°C'dir. Yalnız S. sonnei 45°C'de çoğalabildiği gibi 10°C'de de üreyebilir (35).

Bulaşma vasıtası olarak dışkı ve bunun ile pislenen sular önemli rol oynar. İnsanların direkt olarak dere ve nehir gibi akar sulara pislediği yerlerde su çok mühim bir bulaştırma vasıtasıdır (35).

Normal insanlarda 100-200 bakteri hastalığa yol açabildiğinden su ile bulaşıp büyük salgınlara neden olabilir (35).

Kolera, daha etkeni hakkında bir bilgi yokken 1855'de Snow tarafından bir infeksiyonun su ile bulaşıp salgınlar yapabildiğinin gösterildiği ilk hastalıktır (25).

Guerrant, *Vibrio cholerae*'nin normal insanlarda 10^8 organizmanın infeksiyon hastalığına neden olabileceğini belirtmiştir. Midelerindeki gastrik asidin bikarbonat ile nötralize edildiği gönüllülerde infeksiyon yapıcı doz 10^4 organizmaya kadar düşmüştür (4).

Kolera vibrionlarının sulara canlı kalma süreleri çeşitli etkenlere bağlı olarak 4 ila 51 gün arasında değişmektedir. Eitor vibrionları ise daha uzun süre canlı kalırlar. Folsenfeld 1965 yılında sığ bir kuyu suyunda kolera vibrionlarının 7,5, Eitor biyotipinin de 19,3 gün yaşam süresine sahip olduğunu tespit etmiştir (4).

Su ile bulaşarak salgınlar yapan kolera infeksiyonlarında önemli bir faktör hastalığa maruz kalan kişilerin dışkılarının tekrar sulara karışmasıdır. Bu kontaminasyon tekrar ettikçe salgın büyüyecektir. Her ne kadar hastalar kısa bir süre dışkılarında kolera vibrionu taşırlarsa da (%99'unda 4 hafta sonunda bakteri görülmez) enfeksiyona sebep olan su ve kirlenmenin kaynağı süratle tespit edilerek gerekli önlemler alınırsa salgının önüne geçilebilir (24, 25).

Kolera salgınları genellikle bölgeseldir. İstanbul'da 1970 Eitor kolerası salgınında olguların çoğunluğu sularını helalara yakın açılmış kuyulardan sağlayan semtlerde görülmüştür (30).

İnsan dışkısından kirlenen sularla *E. coli* ile oluşan ishal olguları görülür. Bazı *E. coli* suşları enterotoksin oluşturarak koleraya benzer klinik belirtiler gösterirler. Bazıları ise barsak mukozasına penetre olarak basilli dizanteriye benzer semptomlara yol açarlar. O:124 gibi bazı serotiplerle oluşan ishal salgınlarının su ile bulaştığı bilinmektedir (30).

Campylobacter cinsi bakteriler su ile bulaşabilen önemli gastroenterit etkenlerindedir. Öztürk ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada her yaş grubunda %3-11 oranlarında, özellikle yaz ve sonbahar aylarında daha sık olmak üzere sürgünlü olgulardan izole edilmiştir. Bulaşmasında 500-1000 gibi düşük

sayıda bakterinin yeterli olması, içme suyu ile bulaşmada bu bakterinin önemini arttırmaktadır (22).

Virüslerle infeksiyonun daha çok, yeni ve yoğun bir kirlenme olduğunda su ile bulaşabileceği kabul edilir. Bulaşıcı sarılıkta (Hepatit A infeksiyonunda) ise su ile bulaşma daha büyük olasılıktadır. Özellikle hepatitin sarılık ve diğer belirtilerinin görüldüğü 28.000 olgu saptanan Delhi salgınında ve diğer birçok bulaşıcı sarılık salgınlarında kaynağın ileri derecede kontamine olan su olduğu gösterilmiştir. İstanbul'da suya bağlı bulaşıcı sarılık salgınlarına rastlanmıştır. Adenovirüsler de sularla bulaşarak özellikle konjunktivit yapabilirler (30, 34).

Su ile bulaşan infeksiyonların pek büyük bir kısmı etkeni saptanamayan gastroenterit şeklinde seyrederek. Bu şekilde seyreden bazı büyük salgınlarda hastalığın etkeninin bir virüs olabileceği düşünülmüştür, fakat virüsü elde etmek mümkün olmamıştır. Bu salgınlar çok kere epidemik virüs gastroenteriti olarak adlandırılır. Rotavirüslerin de su ile bulaşıp salgınlar yapabileceği kabul edilir. İsveç'te büyük bir Rotavirüs gastroenteriti salgınında sudan virüs izole edilememiş ise de epidemik veriler kaynağın su olduğunu göstermiştir. Norwalk tipi virüslerde su ile bulaşarak gastroenterite sebep olmaktadır (30, 38).

Protozoonlarda *E.histolytica*, *G.intestinalis*, *C.parvum* su ile bulaşan önemli etkenlerdir. Helmintlerden ise *D. medinensis* bölgesel epidemilere yol açar. Özellikle bu helmintin içme suyundan eliminasyonu büyük öneme sahiptir. *D. medinensis* eradikasyonu Dünya Sağlık Birliği'nin amaçlarından biridir (36, 38).

Su ile ilgili fırsatçı patojen bakteriler çevrede de doğal olarak bulunabilirler. Bunlar düşük veya bozulmuş immuniteye sahip kişilerde, yaşlı veya çocuklarda büyük yara veya yanıkları olan hastalarda, AIDS'li hastalarda infeksiyon hastalığına sebep olabilirler. Bu kişiler tarafından içilen veya yıkanmak için kullanılan su, bu organizmalardan çok miktarda kapsıyorsa deride, gözün, kulağın, burnun veya boğazın mukozalarında çeşitli infeksiyonlara neden olurlar.

Böyle etkenlere örnek olarak *P.aeruginosa*, *Flavobacterium* cinsleri, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Aeromonas* veya belirli yavaş üreyen mikobakterileri örnek olarak verebiliriz (38).

Aeromonaslar fırsatçı diare etkeni olarak bilinmektedirler. İçme ve kullanma suyu örneklerinden de önemli oranda izole edilmişlerdir. Buna rağmen *Aeromonaslar*'ın sebep olduğu bir epidemi henüz bildirilmemiştir (15, 23, 25).

Protozoon ve helmint hastalıklarında su ile bulaşma önemli ise de büyük salgınlara yol açması nadirdir. Amibik meningoensefalit yapan *Naegleria fowleri*, pulmoner enfeksiyona ve amibik menenjitte neden olan *Acanthamoeba sp* buna örnek olarak verilebilir (30, 38).

Toprak ve feçes ile kontamine olmuş içme ve kullanma suları diğer bazı parazitlerin taşıyıcısı da olabilir. *Schistosoma*, *Balantidium coli* ve bazı helmintlerden *Fasciola*, *Echinococcus*, *Spirometra*, *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*, *Necator*, *Ancylostoma* ve *Strongyloides* kontamine sularla bulaşabilirler (38).

Birçok organizma halk sağlığını etkilemeden suda bulunabilirler. Ancak bunların bazıları suyun tadını, kokusunu değiştirerek ve bulanıklık oluşturarak içilmek için uygun olmayan hale getirebilirler.

Cyanobacteriler ve diğer algler filtrasyona engel olarak patojen bakterilerin de bu işlemle sudan uzaklaştırılmasına mani olurlar (38).

Düşük sıcaklıklarda ve filtre sistemleri üzerinde üreyebilen *Aeromonaslar* da koliform testlerinde yanlış pozitif sonuçlara sebep olabilirler (15).

Su ile bulaşarak insanlarda enfeksiyon oluşturan patojen mikroorganizmaların hemen hepsi insan dışkısında bulunmaktadır. Bunlar sulara dışkı ve lağımın karışması ile geçmektedir (36).

Her ne kadar suda bulunan birçok patojeni tespit etmek mümkünse de bu kompleks ve zaman alıcı bir işlemdir. Bu yüzden suları her olası mikroorganizma açısından incelemek pratik değildir. Normal olarak insan ve diğer sıcakkanlı hayvanların dışkılarında çok sayıda bulunan ve kolay tespit edilebilen mikroorganizmaların fekal kirlenme işareti indikatörleri olarak aranması çok daha uygundur. Bu mikroorganizmaların tespiti suyun feçes ile kontamine olduğunu, dolayısıyla patojenlerin de bulunabileceğini gösterir. Tersine olarak bu indikatörlerin yokluğunun bir göstergesidir (20).

İnfekte hayvanların çıkartıları ile kirlenen sulara bağlı olarak gelişen infeksiyon olguları da görülür. Ancak bunlara belirli bölgelerde veya belirli gruplarda rastlanır ve genellikle büyük salgınlar yapmazlar. Ayrıca *S. typhi*, *V.cholerae*, Poliovirus gibi pek çok patojen mikroorganizma insan dışkısında bulunduğu halde hayvan dışkısında yoktur. Bu sebeple suların genel olarak kirlenmesinden çok insan dışkısı ile kirlenmesinin tespiti büyük önem taşımaktadır (30, 36).

İNDİKATÖR OLARAK SEÇİLECEK MİKROORGANİZMALARIN ÖZELLİKLERİ:

Fekal indikatörlerin incelenmesi suyun hijyenik kalitesini tahmin etmek için en duyarlı ve özgül yol olarak kullanılmaktadır. Bir mikroorganizma uygun bir fekal indikatör olarak anlamlı sonuçlar verebilmesi için belirli kriterleri yerine getirmelidir.

- İnsan dışkısında yüksek miktarda bulunmalıdır.
- Kolayca ve basit metodlarla tespit edilebilmelidir.
- Suda çoğalmamalıdır.
- Suda uzun süre yaşayabilmelidir.
- Aritma işlemleri ile sudan uzaklaştırılma seviyeleri su kaynaklı patojenlere benzer olmalıdır.
- İnsan dışkısına özgü olmalıdır.
- Dışkı harici kaynaklarla suya bulaşmamalıdır.

Yukarıdaki kriterlerin hepsi bir mikroorganizma tarafından karşılanmamaktadır. Bu sebeple incelenecek suyun özelliğine ve laboratuvar imkanlarına göre seçilecek birkaç indikatörün aranması daha güvenilir sonuçlar verecektir (27, 36, 38).

Bu amaçla suya dışkı karışığının göstergesi olarak E. coli, S. faecalis ve C. perfringens gibi bakteriler indikatör olarak kullanılmaktadır. İnsan dışkısıyla kirlenmenin bir göstergesi olarak ise sorbitolü fermente eden Bifidobacteriumlar aranabilir. Ayrıca bazı çalışmalarda Aeromonaslar'ın, suların dışkı ile kirlendiğinin göstergesi olabilecekleri tartışılmaktadır (32, 15, 25, 28).

Aşağıda bu bakteriler hakkında bilgi verilecektir.

Escherichia coli:

Bu bakteri ilk olarak 1985 yılında Theodor Escherichi (1857-1911) tarafından ishalleri süt çocukları tarafından izole edilmiştir (35).

E. coli, Enterobacteriaceae üyelerinin morfolojik özelliklerine sahiptir. Ortalama 1-3 /0.6µm büyüklüğünde bir çomakçıktır. Hareketli kökenlerde kirpikler, bazı kökenlerde kapsül ve mikrokapsülümüş yapılar bulunur. DNA' sında G + C miktarı %50 - 51 mol kadardır (35).

37°C'de, endo besiyeri, eozin metilen mavisi agar (EMB) besiyerinde ürer. KCN'li besiyerinde üremez. Endo besiyerinde laktozu parçaladığından kırmızı madenimsi parlak koloniler yapar. Katalazlı fakat oksidazsızdır (35).

Buyyonda önce yaygın bir bulanıklık sonra dipte çöküntü yapar, bazen üstte de ince bir zar geliştirir. Melibiozu, adanitolü, ramnozu, laktoz, rafinoz ve sukrozu fermentleme, beta hemoliz, lizin dekarboksilaz yapımı, hareket özelliklerine göre 80 kadar biyotipe ayrılmıştır (35).

E. coli 55°C'de 1 saatte, 60°C'de 15 dakikada ölür, fakat daha dirençli kökenler de vardır (35).

Bu bakteri insan ve hayvanların bağırsaklarında bulunmaktadır. Süt çocuklarında, çocuklarda ve bazen erişkinlerde sürgünlere sebep olabildiği gibi idrar ve safra yolları infeksiyonlarına, peritonite, apendisite ve muhtelif yerlerde yangılara, menenjitte ve sepsise de neden olabilir (35).

Suyun dışkı ile kirlenmesini saptamak için araştırılan indikatör mikroorganizmalarda aranılan özelliklere en fazla oranda *E. coli* sahiptir. Bu bakteri taze insan ve hayvan dışkısında diğer koliform bakterilerden daha fazla sayıda bulunur. İnsan fekal kirlenmesine maruz kalmayan tropikal sularda bulunup çoğalabileceği düşünülse de doğada yaşantısını sürdürdüğüne dair bulgu yoktur. Bu yüzden bir suda *E. coli* saptandığı zaman bu suyun dışkı ile kontamine olduğu söylenebilir (38).

Koliform Bakteriler:

Dünya Sağlık Teşkilatı koliform bakterileri ; Gram negatif, spor yapmayan, laktozu 35 - 37°C'de 24 - 48 saatte asit ve gaz oluşumu ile fermente eden, oksidaz negatif çomakçıklar olarak tanımlamıştır (38).

Bu bakteri grubunda *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ve *Serratia* cinslerine ait türler bulunmaktadır. Bununla birlikte modern taksonomik metotlarda bu gruba başka cinsler de dahil edilmektedir (36).

Suyun kalitesini incelemek için fekal koliformlar uygun bakteriyolojik indikatörler olarak uzun zamandır kullanılmaktadır. Suda tespit edilmesinin ve sayılmasının kolay olması bunda en önemli etkidir (32).

Koliform bakteriler suya doğadan da karışabilmektedirler. Bu grup *Citrobacter freundii* ve *E. cloacae*'yi de kapsar. İkisi de hem feçeste hem de

çevrede bulunurlar. Bu yüzden kirlenmenin dışkı kaynaklı olup olmadığını değerlendirebilmek için sulardaki koliform bakteri sayısını da saptamak gerekir. Bu yüzden birçok ülkede çeşitli amaçlarla kullanılan sularda belirli miktar koliform bakteri bulunabileceği kabul edilmiştir. Örneğin İngiltere'de klorlanmış sular koliform bakteri sayısına göre dört sınıfa ayrılmıştır (20).

		100ml'deki koliform sayısı
Sınıf 1	çok iyi	0
Sınıf2	uygun	1 - 3
Sınıf 3	düşündürücü	4 - 10
Sınıf 4	uygun değil	10'dan fazla

E coli bulunması halinde suyun derecesi 4. sınıfa düşer.

S. fonticola, *Rahnella aquatilis* ve *Buttiauxella agrestis* gibi cinsler nadir olarak bulunsalar da özellikle yüksek oranda besin maddesi taşıyan içme sularında üreyebilirler (38).

Hem dışkı kaynaklı olmayan bakteri olup hem de koliform bakteri tanımına uyan (özellikle *Aeromonas*lar) bakteriler ile koliform grubunda bulunan cinslerdeki laktoz negatif bakterilerin varlığı bu grubun tek başına fekal kirlenme indikatörü olarak kullanılmasını sınırlandırır (38).

Koliform bakteriler fekal kontaminasyon harici de suda bulunabildiklerinden, patojen mikroorganizmaların varlığını kesin olarak gösterememektedirler. Bununla birlikte içme sularında bulunması; uygun olmayan arıtma, depolama veya dağıtım sırasında bir kontaminasyonun olduğunu düşündürmelidir. *E. coli* ve diğer dışkı indikatörü bakterilerin yokluğunda yalnızca koliform bakteri tespit edilirse kontaminasyonun kaynağı araştırılmalıdır (38).

Uluslararası İçme Suyu Standartları'nda, Türk Standartları Enstitüsü belgesinde bildirildiği ve Dünya Sağlık Teşkilatı'nın tavsiye ettiği üzere E. coli ve koliform bakterilerin sayımı ve tayini, iki yöntemle yapılmaktadır (31, 32, 38):

I. Fermentasyon Tüpleri Metodu (31): Bu deneyler Türk İçme Suyu Standartları'nda da bildirildiği üzere; tahmin deneyi, doğrulama deneyi ve tamamlama deneyi olarak üç aşamadan ibarettir.

1. Tahmin deneyi: Bu deneyin amacı, suların tahmin edilen kirlilik derecesine göre, az veya çok hacimde numunenin deneylere sokulması ve sonuca varılmasıdır. Eğer suyun kaynağına göre, kirliliği kabul ediliyorsa az miktarda, temiz olduğu düşünülüyorsa çok miktarda su ekimlere sokulur.

Tahmin deneyi için çift güçlü standart laktozlu buyyon ve basit laktozlu buyyon kullanılmaktadır. Su numuneleri bulunan şişeler 20 - 25 kez kuvvetle çalkalanır. İncelenecek suyun tahmin edilen kirlilik derecesine göre çeşitli sayılarda 10, 1 ve 0,1ml'lik miktarları içlerinde ters çevrilmiş durham tüpleri bulunan besiyerlerine ekilir. 10ml miktarındaki sular çift güçlü laktazlu buyyona, 1ml ve daha az miktardaki sular ise basit laktozlu buyyona ekilir.

Ekim yapılan bütün tüpler 35 - 37°C'lik etüvde 24 ve 48 saatin sonunda incelenir ve bu tüplerde asit ve gaz gelişip gelişmediği kaydedilir. 24 saatin sonunda ekim yapılan tüplerin bir kısmında gaz var diğerlerinde yoksa, gazlı tüpler işaretlenerek doğrulama deneyi için ayrılırlar, diğer tüpler ise 48 saat sonuna kadar inkübe edilirler. Bu süre sonunda su numunesinin ekildiği tüplerden hiçbirinde gaz bulunmazsa numune suyun ekilen miktarlarında koliform bakteri bulunmadığı kabul edilir. 48 saatin sonunda gaz oluşturan tüpler ayrılarak doğrulama deneyine alınır.

2. Doğrulama deneyi: Bu deneyin yapılmasındaki amaç 48 saatin sonuna kadar tahmin deneyinde beliren gazın, koliform bakteriler tarafından meydana getirilip getirilmediğinin doğrulanmasından ibarettir. Bu deney katı ve sıvı

besiyelerinde yapılır. Her iki besiyerinden birinin kullanılması arasında fark yoktur.

Katı besiyerinde doğrulama deneyinde; önce tahmin deneyinde içerisinde gaz beliren ve doğrulama için işaretlenen laktozlu tüplerden 5mm çapında bir öze dolusu kültür alınarak Endo veya EMB (eosin-metilen blue) besiyerine tek koloni düşecek tarzda ekimler yapılır. Ekilmiş olan pilaklar 35 - 37°C'lik etüvde 24 saat inkübe edilir. Besiyeri üzerinde koliform bakterilere özgü tipik koloniler meydana gelmişse doğrulama deneyine alınan tüplerde koliform bakteri bulunduğu doğrulanmış olur.

Sıvı besiyerinde yapılan doğrulama deneyinde, katı besiyerindeki doğrulama deneyinde olduğu gibi işaretlenen tüplerden Brilliant Green - Safra - Laktoz Buyyona ekim yapılır. 35-37°C'de 24-48 saat inkübe edilen tüplerde üreme ve gaz kontrolü yapılır. Ortamda herhangi bir hacimde gaz meydana gelişi ile doğrulama deneyi olumlu sayılmalıdır. Üreme mevcut olup da gaz yoksa tahmin deneyindeki gaz koliform bakterilerin faaliyeti ile ilgili değildir.

Doğrulama deneyi sonunda olumlu tüplerin sayısına ve içine konan sıvı miktarına göre Mc Crady'nin cetvellerinden 100ml sudaki en muhtemel (MPN) koliform bakteri sayısı bulunur.

3. Tamamlama deneyi: Doğrulama deneyinden sonradaha ileri incelemeler için (koliform bakterilerin tiplerini, bulaşmanın menşeyini tayin etmek v.s.) tamamlama deneyi uygulanır. Bu deney bilhassa katı ortamlar üzerinde yapılır. Bu amaç için Endo, EMB besi ortamları uygundur. bu ortamlar üzerinde üreyen tipik ve apitik kolonilerden saf kültürler alınarak indol, metil kırmızısı, Vges - Proskauer ve sitrat deneyleri yapılır. Alınan sonuçlara göre tip ve menşeyi hakkında hüküm verilir. Bu guruba ait cinslerin başlıca özellikleri çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2: Koliform grubu bakterilerin belli başlı özellikleri (35).

	Escherichia	Proshigella	Shigella	Arizona	Citrobacter	Klebsiella	Enterobacter	Serratia
Hareket (37°C)	D	-	-	+	+	-	+	+
KCN ile üreme	-	-	-	-	D	D	+	+
Glikozdan gaz	+	-	-	+	+	D	+	d
Asetoin yapımı(37°C)	-	-	-	-	-	d	+	+
Beta-galaktosidaz	+	d	d	+	+	+	+	+
Laktoz	D	d	d	D	D	D	D	D
Sakroz	D	D	d	-	d	+	+	+
Mannitol	+	+	D	+	+	+	+	+
Adonitol	-	-	-	-	-	+	+	D
Arabinoz	+	+	D	+	+	+	+	D
Dulisitol	D	D	d	-	D	d	-	-
Inozitol	--	-	-	-	-	+	D	D
Salisin	D	d	-	-	D	+	+	+
Sorbitol	+	+	D	+	+	+	+	-
Sitratın yararlanma	-	-	-	+	+	D	+	+
H ₂ yapımı	d	-	-	+	D	-	-	-
İndol yapımı	+	+	D	-	D	d	-	-
Jelatin eritme	-	-	-	g	-	-	d	+
Üreyi parçalama	-	-	-	-	d	D	d	-
Fenilalanini aminsizleştirme	-	-	-	-	-	-	-	-
Lizin dekarboksilaz	D	d	-	+	-	D	D	+
Omitin dekarboksilaz	D	D	D	+	D	-	+	D

Açıklamalar: + : %90-100 olumlu sonuç, - : %90-100 olumsuz sonuç, D: Değişik, fakat %50 ve daha fazla olumlu,

d: Değişik, fakat %50'den azı olumlu, g: Geç olarak olumlu

II. Membran Filtre Metodu (32): Sudaki koliform bakterilerin sayılması için ikinci bir metot da suyun belirli bir hacminin selüloz esterlerinden veya belirli bazı maddelerden yapılmış bir membran filtre ile filtre edilmesidir. Sudaki mevcut bütün bakteriler membran üzerinde alıkonur ve filtre yüzü yukarıda olarak uygun bir besiyerinde 35-37°C'de 24-48 saat tutulur. İnkübasyondan sonra membran üzerinde üreyen tipik koliform kolonileri sayılır. Bu yöntemle istatistik tablolarının kullanılmasına gerek kalmadan direkt doğrulanmış koliform ve E. coli sayıları elde edilebilir. Fakat membran üzerinde üreyen mikroorganizma sayıları istatistik değişikliklere maruzdur ve aynı su numunesi ile yapılan tekrarlanan analizler aynı mikroorganizma sayılarını vermeyebilir. Fermantasyon tüpleri metodunun tahmin deneyinde oluşan yanlış pozitif sonuçlar bu yöntemde görülmez. Fakat membranlarda gaz oluşumunu görmek mümkün değildir.

Termo Toleran Koliform Bakteriler:

Koliform organizmalardan laktozu 44-45°C'de fermente edenler fekal koliformlar veya daha doğru olarak termo toleran koliformlar olarak adlandırılır. E. coli ve daha az oranda Enterobacter, Citrobacter ve Klebsiella cinslerine aittirler (38).

Taze insan dışkısının 1 gramında 13.000.000 kadar termo toleran koliform vardır. Bu bakteriler (E. coli dışındakiler) çürüyen bitkiler veya toprak bulaşmış sularda da bulunabilirler. Bu yüzden hepsi fekal orjinli olmayabilir. Ayrıca sıcaklığın 13°C'nin üzerinde olduğu ve yeterli besin maddelerinin bulunduğu içme sularında üreyebilirler. Dolayısıyla termo toleran koliformlar bulunduğu içme sularında araştırılmalıdır. Bu bakteriler özellikle suyun patojen bakterilerden arıtıldığını gösterilmesi açısından önemli indikatörlerdir (36, 38).

Termo toleran koliform bakterilerin sularda araştırılması diğer koliform bakterilerde olduğu gibi fermentasyon tüpleri ve membran filtre metodu ile

yapılmaktadır. Aradaki tek fark ekim yapılan besiyerlerinin 44-45°C'de inkübe edilmesidir (38).

Fekal Streptokoklar:

Fekal streptokoklar, insan ve hayvan dışkılarındaki Streptokokları kapsamaktadır. Enterococcus ve Streptococcus cinslerinde bulunurlar. E. avium, E. gallinarum, E. hirae, E. malodoratus, E. mundtis, E. salitarius, E. casseliflavus, E. aecarum, E. faecium, S. faecalis, S. bovis, S. equinus çoğu fekal olan Streptokoklardır. Bunlar arasında kirlenme indikatörü olarak en uygun olanı S. faecalis'tir (26).

S. equinus ve S. bovis daha çok koyun dışkılarında bulaşmakta ve sularda çabuk ölmektedir. E. casseliflavus, E. malodoratus, E. salitarius ise daha çok bitkisel kaynaklı bulaşmaları gösterir (26).

S. faecalis suda patojen bakterilerden çok, fakat koliform bakterilerden az yaşar. Ayrıca dışkıda koliformlardan daha az sayıda bulunur. Tespiti için kullanılan yöntem de koliform bakteriler için uygulanandan daha basit değildir. Bu yüzden ancak suda bulunan kirlenmenin kaynağının dışkı olduğu hususunda şüpheye düşüldüğü zaman kullanılması önerilir (32, 36).

Dünya Sağlık Teşkilatı sulardaki fekal Streptokokların sayılması ve tespiti için sıvı ortamda zenginleştirme metodu ve membran filtre metodu olmak üzere iki metodu önermektedir (38).

1. Sıvı ortamda zenginleştirme metodu (32): Önce sodyum azidli glükozlu besiyeri tüplerine suyun değişik hacimleri ekilir. Sonra bu tüpler 45°C'de 48 saat üretime bırakılır. Bu süre sonunda asit oluşması fekal Streptokok varlığının bir işaretidir. Doğrulama deneyi için bu tüplerden Mc. Concey agarı veya mannitli nötr kırmızılı ve safralı agara ekim yapılır. Burada oluşan küçük kırmızı koloniler çoğunlukla S. faecalis'e aittir.

II. Membran filtrasyon tekniği (32): Bu metod ile *S. faecalis* aranması ise gereç ve yöntem bölümünde anlatılacak olan yöntemin hemen hemen aynıdır, yalnız farklı bir besiyeri kullanılır. Filtrasyondan sonra membran, glikoz azid agarın iyice kurutulmuş bir plağın üzerine yerleştirilir. Sonra bu 37°C'de 4 saat ve 44 - 45°C'de 44 saat müddetle üremeye bırakılır. Bütün kırmızı veya kestane rengi koloniler *S. faecalis* olarak kabul edilir. Bu kolonilerden 1 - 2'si alınarak kesin tanıma gidilebilir.

Clostridium perfringens:

C. perfringens; anaerobik, spor oluşturan mikroorganizmalardır. Gram pozitif, kirpiksiz, hareketsiz, uçları küt, düz çomakçıklardır. Çomakçıkların boyu 13-19, genişliği 0,6 - 2,4 mm dir. Suşların 3/4'ü polisakkaritten oluşan bir kapsül içerir (26).

Üreme sınırları 20-50°C'arasındadır. Nadiren 6°C'de de ürerler. Karbonhidratlar üremeyi artırır. Üreme için en uygun pH 5,5 - 8 arasındadır (26).

Sporları in vitro koşullarda in vivo koşullara nazaran daha çok görülürler. Oluştukları zaman geniş, oval, santral vesubterminal olarak bulunurlar. Nakamura ve Nişhida ısıya maruz kalmaları ile, çeşitli şekerleri fermente etme ve spor oluşturma kabiliyetleri arasında sıkı bir ilişki bulmuştur. Sporları gama-radasyonun öldürücü etkisine de dirençlidir (26).

Dışkıdan da bulaşmakla birlikte diğer çevresel kaynaklardan da suya bulaşabilir. Dışkıda *E. coli* ve diğer koliform bakterilerden daha az sayıda bulunur. Sayısı az olmasına rağmen sporları suda çok daha uzun süre canlı kalır. Bu sebepten incelenen suda *C. perfringens* bulunması, koliform bakteri bulunmaması uzun süre önce olmuş bir kontaminasyonu gösterir. Koliform bakterilerle birlikte bulunması ise kirlenmenin kaynağının dışkı olduğunu kanıtlar (31).

Bu bakteri dezenfeksiyon işlemlerine karşı oldukça dirençlidir. Filtreden geçirilmiş sularda varlıkları işlemde bir yetersizlik olduğunun belirtisidir (38).

Sularda uzun süre yaşaması sebebiyle özel bir öneme sahiptir. Ancak kirlenmeden çok uzun zaman sonra tespit edilebilmesi ve dezenfeksiyon işlemlerine dirençli olması kirlenmenin kaynağının tespiti açısından yalnız sonuçlar ortaya çıkarabilir. Aranması için uygulanan yönteminde uzun sürede sonuç vermesi sebebiyle rutin kullanılması önerilmez (38).

Dünya Sağlık Teşkilatı, Clostridium perfringens sporlarının sularda sayımı ve tespiti için sıvı ortamda zenginleştirme metodunu ve membran filtrasyon metodunu önermektedir (38).

Sıvı ortamda zenginleştirme metodunun C. perfringens için uygulanan şekli şöyledir (32): Sporsuz organizmaları yoketmek için önceden 75°C'de 10 dakika müddetle ısıtılmış suyun muhtelif hacimleri vidalı kapaklı şişelerdeki differensial reinforced colostridial vasatına (DRCM) ekim yapılır. Bunlar 37°C'de 48 saat inkübe edilir. Pozitif reaksiyon sülfürün indirgenmesi ve ferrous sülfürün çökmesinden ileri gelen vasattaki siyahlaşma ile gösterilmiş olur. Fakat herhangi bir Clostridium bu reaksiyonu oluşturabilir.

Doğrulama deneyi için; her pozitif şişeden bir miktar litmus süt içeren tüplere eklenir. Sonra bu tüpler 37°C'de 48 saat müddetle inkübe edilir. C. perfringens ihtiva edenler, içinde sütün asitleşip koagüle olduğu gazla çatlayan karışık bir pıhtı oluştururlar.

Bifidobacteriumlar:

Bifidobacteriumlar insan ve domuz dışkısında devamlı olarak bulunmalarına rağmen koyun ve sığır dışkılarında ancak bazen rastlanırlar. Sorbitolü fermente eden kökenler ise sadece insan dışkısında bulunmaktadır. Bu Bifidobacteriumlar B. adolescentis, B. bifidum, B. breve, B. suptile, B. catenulatum türleridir (28).

Sorbitolü fermente eden Bifidobacteriumlar'ın yalnız insan dışkısından ayrılması, suların dışkı ile kirlenmesi halinde kaynağını tespit etme bakımından yapılacak epidemiyolojik çalışmalarda bu bakterinin değeri ön plana çıkmaktadır (28).

Bu bakterinin sularda araştırılmasında membran filtasyon metodu önerilmektedir. Kullanılabilecek besiyerleri ise YN -17 veya HBSA'dır. Süzme işleminden filtreler bu besiyerlerine yerleştirilerek anaerob şartlar sağlamak amacı ile jarlara konur. 37°C'de 48 - 72 saat inkübe edilen besiyerlerinde oluşan tipik kolonilerden yapılan Gram boyamada görülen Y ve V harflerine benzer, kalın ve bir kısmı şişkinlikler gösteren gram pozitif çomaklar Bifidobacterium olarak tanımlanır (27).

Bifidobacteriumlar'ın kuvvetli bir dışkı indikatörü olarak ele alınabileceğinin öne sürülmesine karşın bu bakterinin önemi hala tam manasıyla anlaşılamamıştır. Yine de çeşitli su örneklerinde kirlenme varsa bunun insan dışkısıyla olup olmadığını ortaya çıkarmak amacıyla Bifidobacteriumlar'ın araştırılması önemlidir(28, 38).

Aeromonas Cinsi:

Aeromonas cinsi bakterilerin ilk ayrımı çoğunlukla Sanarelli (1891)'ye atfedilmekle birlikte, bu cinsi ilk ayıran büyük olasılıkla Zimmermann (1890)'dır. Zimmermann, Chemnitz'de içme suyundan ayırdığı bu bakterilere "Bacillus hypophilus" adını vermiştir. Sanarelli ise, "Bacillus hypophilus fuscus" adını verdiği bu bakterinin soğuk ve sıcak kanlı hayvanlara aşılamaıyla septisemi ve hastalık oluştuğunu bildirmiştir. Daha sonra bu bakteriye "Bacterium punctatum", "Achromobacter punctatum" adları verilmiş ve bu bakteriler, "Pseudomonas puctata" adı altında Pseudomonas cinsine aktarılmıştır. Bergey's Manuel of Systemic Bacteriology'nin ilk baskısında bu bakteri, "Proteus hydrophilus" adıyla yer almıştır. Aynı kitabın altıncı baskısında, Proteus cinsinden çıkarılmış ve Pseudomonas cinsine sokulmuştur. 1936 yılında Kluyver ve Van Niel tarafından Aeromonas cinsi olarak sınıflandırılmış ve bu kitabın 1957 yılındaki yedinci baskısında Aeromonas cinsi olarak yer almıştır (26, 15).

Bergey's Manuel of Systemic Bakterioloji'nin 1984 yılına ait baskısında Vibrionaceae ailesine dahil edilen Aeromonas cinsi 4 türe ayrılmıştır: A. hydrophila, A. sobria, A. caviae, A. salmonicida. Ancak bu gruba 1989 yılında bir alt tür daha eklenmiştir: A. salmonicida sub sp. smithia (26, 14).

1983 yılında Allen ve arkadaşları Aeromonas media olarak adlandırdıkları yeni bir tür bulmuşlardır. Araştırmacılar bu bakteriyi İngiltere'de Avon nehrinden izole etmişlerdir. İnsanda hastalık yaptığı saptanamayan bu türün mezofil, hareketsiz oluşu, glikozdan gaz oluşturması ayırt edici özellikleridir (3).

Aeromonas cinsi bakteriler 0,3-1mm eninde 1-4,4 mm boylarında, yuvarlak uçlu, Gram negatif çomakçıklardır. Tek tek ya da kısa zincirler halinde bulunabilirler. Genellikle bir kutuplu kamçı ile hareket ederler. Fakültatif anaeropturlar. Aeromonaslar mikrobiyoloji laboratuvarlarındaki rutin besiyerlerinde kolaylıkla ve bol olarak ürerler. Glikozu ve bazı karbonhidratları fermente ederek gaz oluştururlar. Oksidaz ve katalaz pozitiflerdir. Aeromonas cinsi bakterileri diğer

türlerden ayıran özellikler çizelge 3.'de gösterilmiştir. En uygun üreme ısıları 22-28°C arasındadır. Mezofil olanlar 10-40°C'arasında üreyebilirken, psikrofil olanlar ancak 37°C'nin altında üreyebilirler. Müller - Hilton agar besiyerinde, 2,4-diamino-6,7-diizopril pteridin (O/129) 'in 10 yada 150µg'lık disklerine duyarlılık göstermezler. Aeromonas cinsi bakterilerin oksidaz pozitif olan Pseudomonas, Vibrio ve Plesiomonas cinslerinden farkları çizelge 3'de, Aeromonas cinsi bakterilerin türleri göre dağılım özellikleri çizelge 4'te gösterilmiştir (26, 2).

Çizelge 3: Oksidaz (+), Gram (-) çomakcıkların özellikleri

Karakteristik Özellikler		Aeromonas	Plesiomonas	Vibro	Pseudomonas
O/129 duyarlı	10µg	-	+/-	+/-	-
	150µg	-	+	+	-
Glukoz Fermantasyonu		+	+	+	-
İnositolden Asid		-	+	-	ds
Mannitolden Asid		+	-	+	ds
Jelatin sıvılaştırma		+	-	+	+/-
TCBS'de üreme		-	-	+	-
Na'a gereksinim ve uyarılması		-	-	+	-

Açıklamalar:

- + : Kökenlerin çoğu olumlu
- : Kökenlerin çoğu olumsuz
- +/- : Değişken sonuçlar
- ds : Değerlendirilemeyen sonuçlar

Çizelge 4: Aeromonas cinsi bakterilerin türlere göre dağılımı

Bakteri	Dekarboksilaz											Fermentasyon				
	B-Hem.koyun kanı	Oksidaz	Hareket	DNAse	Indol	Vogesproskauer	Lizil	Ornitin	Arjinin	Eskülin	Glukozdan gaz	L-arabinoz	Sukroz	Mannitol	Inositol	
A. hydrophila Grup	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	
A. hydrophila																
A. caviae Grup	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	
A. caviae																
A. media	ds	+	-	+	d	-	-	-	+	+	-	-	-	ds	ds	
A. sobria grup	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	d	+	+	-	
A. sobria																
A. veronii	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	
A. janddei	+	+	+	ds	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	
A. schubertii	d	+	+	+	-	d	+	-	+	-	-	-	-	-	-	

Açıklamalar:

- + : Kökenlerin %90'ı veya daha fazlası olumlu
- : Kökenlerin %90'ı veya daha fazlası olumsuz
- d : Kökenlerin %11-%89 olumlu
- ds : Değerlendirilemeyen sonuçlar

Aeromonaslar çok düşük ısı derecelerinde bile çoğalabilirler. Bu özelliklerinden dolayı lağım suları, nehirler, göller, yeraltı ve içme suları, yiyecekler ve toprak gibi birçok çevresel örneklerde bulunurlar. İnsan kanı, dışkı, balgam ve yara gibi klinik örneklerden de izole edilmişlerdir. Bu yüzden potansiyel insan patojeni olarak kabul edilirler. Aeromonaslar'ın (özellikle *A. caviae*) diare etkeni oldukları da gösterilmiştir (2, 15).

İçme sularından izole edilen Aeromonaslar'ın çoğunluğu ise *A. hydrophila*'dır. Kühn ve arkadaşları 1992 yılında içme suları üzerine yaptıkları bir araştırmada 69 adet Aeromonas suşu bulmuşlardır. Bunlardan 46'sı *A. hydrophila*, 23'ü ise *A. sobria*'dır. Örneklerin hiç birinde *A. caviae* bulunmamıştır (17).

Aeromonas ile kontamine olmuş suları içen insanlarda oluşan birçok gastroenterit vakası bildirilmiştir. Çalışmalar içme suları ve nehir ağızındaki sulardan elde edilen Aeromonas suşlarında toksin oluştuğunu ve insan için olası enterik patojenler olduklarını göstermişlerdir. Burke ve arkadaşlarının (1984) yaptığı bir çalışmada Aeromonaslar'ın sebep olduğu gastroenteritin sıklığı, şebeke sistemindeki Aeromonas sayısı ile bağıntılı bulunmuştur (5).

Tatlı sularda Aeromonas yoğunluğu ml'de 1'den 10^4 'e kadar varabilmektedir. Nakano ve arkadaşlarının nehir, göl ve denizler üzerine yaptıkları bir araştırmada 2444 Aeromonas suşu izole etmişlerdir. Bunların %43'ü *A. caviae*, %35'i *A. sobria*, %20'si ise *A. hydrophila*'dır. *A. hydrophila* nehirlerden elde edilen berrak su örneklerinde, *A. sobria* durgun su örneklerinde, *A. caviae* ise denizlerden elde edilen örneklerde daha yüksek oranda bulunmuştur (19). Küçükler ve arkadaşları İstanbul Boğazı'ndan çıkarılan 20 adet midyeden 13 adet Aeromonas suşu izole etmişlerdir. Bu suşların tümü ise *A. hydrophila* olarak bulunmuştur (16).

Aeromonaslar kullanılmış kirlili sularda yüksek yoğunlukta bulunurlar. Çünkü; yüksek yoğunlukta besin maddesi içeren bu tip sular çoğalmaları için

ideal ortamlardır. Lağım sularında Aeromonaslar'ın sayısı 10^7 /ml'ye kadar çıkabilir (15). Poffe ve arkadaşları atık sularda 10^4 - 10^6 /ml oranında A. hydrophila bulmuşlardır (23).

Sularda Aeromonas sayısı, bu suların kirlenme derecesine, sıcaklık ve ortamdaki besin maddelerine bağlı olarak değişir. 45°C 'nin üzerinde Aeromonas bulunamamıştır, 4°C 'de ise üremeleri durmaktadır. Fliermans ve arkadaşları Aeromonaslar'ın yaşam sürelerinin suyun sıcaklığı ile ilgisini araştırmak için bir nükleer reaktörün sıcak su atıklarını akıttığı termal bir gölde çalışmalar yapmıştır. Reaktörün sıcak sularını göle boşalttığı zamanlarda Aeromonaslar'ın yaşam süresinin arttığını tespit etmişlerdir (7). Yaz aylarında da Aeromonas yoğunluğu artmaktadır.

Aeromonaslar'ın araştırılması, patojen bir mikroorganizma olmasının yanında başka önemler de taşır. Sular filtreden geçirilerek %98,25 oranında Aeromonaslar'dan temizlenebilirler. Filtre edilmiş sularda yüksek sayıda bulunmaları ise filtrasyonda bir aksaklık olduğunu gösterir (23).

Kaynağında bulunmadığı halde ambalajlanmış içme sularında Aeromonas saptanması durumunda; uygun olmayan bir ambalajlama işlemi yapıldığı veya ambalajlama ve depolama sırasında bir kontaminasyonun varlığını gösterebilir.

Aeromonaslar'ın içme sularındaki varlıklarını tahmin etmede ise diğer indikatör mikroorganizmaların aranması anlamlı sonuçlar vermemektedir. Burke ve arkadaşları yıl boyunca yaptıkları bir çalışmada; şehir şebeke suyunun uluslararası içme suyu standartlarına uygun olmasına rağmen Aeromonas içerdiğini tespit etmişlerdir. Aynı su örneklerinde ise E. coli bulunmamıştır (5).

Dışkıdan Aeromonas izolasyonu için uygun besiyerini araştıran Graevenitz ve arkadaşları 9 farklı katı ve 2 sıvı besiyeri denemişlerdir. Sonuç olarak alkalın peptonlu su, ampisilinli triptik soy broth, IBB agar, dekstrin - fuksin - sulfat agar, ksiloz - sodyum dezoksikolat - sitrat agar ve Pril - ksiloz - ampisilin agar bu amaca uygun olarak bulunmuştur. Mc. Concey ve eozin - metilen mavili agar ise

agar ise laktoz pozitiflerin yanında laktoz negatiflerin suşların da bulunması sebebiyle uygun bulunmamıştır (9).

Glutamat nişasta penisilin (GSP) besiyeri Aeromonaslar'ın sudan izolasyonu için kullanılan bir besiyeridir. Huguet ve arkadaşları ise 1991 yılında yaptıkları çalışmanın sonucu olarak aynı amaç için SGAP - 10C agarını önermektedirler. Bu besiyeri GSP agara C-glikoz ve ampicillin ekleyerek elde edilmiştir. Burada C-glikoz Aeromonaslar'ın daha iyi üremelerini, ampicillin ise Pseudomonaslar'ın ürememesini sağlar (12).

Memran filtre yöntemi ise Aeromonaslar'ın sudan izolasyonu için tavsiye edilmektedir (23, 5). Süzme işleminden sonra filtrelerin yerleştirildiği besiyerleri Aeromonaslar'ın en ideal çoğalma ısıları olan 28°C'de 48 saat tutulur. Üreyen kolonilerden doğrulama deneyine ve tür ayrımı için gereken işlemlere geçilir.

İÇME SULARI İÇİN ULUSLARARASI NÖRMLAR (6):

A. Su tesislerinde arıtılmış (muameleye tabi tutulmuş) sular için koliform bakteriler bakımından verilen normlar şöyledir:

Bir sene içinde muayene edilen örneklerin %90'ında koliform bakteri mevcut olmayacak veya (en muhtemel sayı) 1'in altında bulunacaktır.

Hiçbir örnekte en muhtemel sayı 10'un üzerinde olmayacaktır.

Arka arkaya incelenen iki örnekte koliform bakteriler için en muhtemel sayı 8-10 arasında olmayacaktır. Böyle bir durumda derhal aynı yerden bir veya daha fazla örnek alınarak yeniden kontrol edilecektir. Ayrıca dağıtım şebekesi yerlerinden, kaynak mahallinden, depolardan, pompaj ve muamele istasyonlarından da örnekler alınarak mikrobiyolojik incelemelerin yapılması ve bütün tesislerin derhal baştan aşağı kontrole tabi tutulması tavsiye edilmektedir.

B. Muameleye tabi tutulmamış sular için:

Bir sene içinde incelenen örneklerin %90'ında koliform bakterilerin en muhtemel sayısı 10'un altında bulunacaktır.

Hiçbir örnekte en muhtemel sayı 20'den fazla olmayacaktır.

TÜRKİYE İÇİN NORMLAR :**A. Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT) (10): Madde 425:**

İçme ve kullanma sularında 1ml'de 500'den fazla aerop bakteri ve 100ml'de koliform bakteri ürememelidir ve bu sular aynı zamanda protozoonları ve crustaseaları ihtiva etmemelidir.

B. Türk Standartları Enstitüsü Belgesi (TS 266) (31):

İçme sularında; bir yıl içinde alınan su örneklerinde %95'inde koliform bakteri bulunmamalı, ve hiçbir numunede fekal koliform olmamalıdır. 1ml'de jeloz plaklarında; içilebilen sularda 500'den fazla, kaynak sularında 50'den fazla aerop bakteri ürememelidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

GEREÇLER

Bu araştırma Nisan 1995-Ağustos 1996 tarihleri arasında ve farklı firmalar tarafından İstanbul'un çeşitli semtlerinde tüketime sunulan istasyon suları, pet şişeler, galonlar ve cam şişelerdeki 270 adet su örneği kullanılarak Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarında yapılmıştır.

İstasyon suyu örnekleri 90 farklı su istasyonundan (1-90); pet şişeler 13 farklı firma (A-M) tarafından üretilen 0,33-0,5-1,5-3 ve 5 litrelik ambalajlardan, galonlar 8 (A-H) farklı firma tarafından üretilen 3 litrelik cam kaplardan, cam şişeler 11 (A-K) farklı firma tarafından üretilen 0,33 litrelik ambalajlardan sağlanmıştır.

İncelenen su örneklerinin dağılımı çizelge 5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5: İncelediğimiz su örneklerinin dağılımı.

Tüketim Şekli	Örnek Sayısı
İstasyon Suları	90
Pet Şişeler (0.33, 0.5, 1.5, 3, 5lt'lik ambalajlarda)	90
Galonlar (3lt'lik ambalajlarda)	40
Cam Şişeler (0.33lt'lik ambalajlarda)	50

BESİYERLERİ VE AYIRAÇLAR

Bakterilerin üretilmesi ve tanımı için aşağıda bildirilen besiyerleri, ayıraçlar ve süzme işlemi gereçleri kullanılmıştır.

A. ÜRETİM BESİYERLERİ:

1. Ana balıklı buyyon
2. Balıklı teepollü laktozlu besiyeri
 - a) Tek yoğunluklu
 - b) Çift yoğunluklu
3. Balıklı buyyon kullanılarak değiştirilmiş YN -17 besiyeri
4. Adi agar veya jeloz besiyeri
5. Endo besiyeri

B. TANIM BESİYERLERİ:

1. C (Cerrahpaşa) besiyeri
2. D (Dekstroz) besiyeri
3. Karbonhidratlı besiyeri
 - a) Glikozlu besiyeri
 - b) Diğer karbonhidratlı besiyerleri
 - c) D - Ksiloz ve L - Ramnoz besiyeri
4. Değiştirilmiş Klark - lups besiyeri

5. Simmons agar
6. Fenil alanin deaminaz deneyi için besiyeri
7. Möller'in dekarboksilaz buyyonu
8. Kristenson besiyeri
9. Eskülinli besiyeri
10. Kanlı agar besiyeri
11. Fay - Bary dekarboksilaz buyyonu

C. AYIRAÇLAR:

1. İndol ayıracı
2. H₂S ayıracı
3. Oksidaz ayıracı
4. Voges - Pros kauer ayıracı
5. Metil kırmızısı

D. SÜZME İŞLEMİ GEREÇLERİ:

1. Zar süzgeçler
2. süzgeç hunisi
3. Emzikli erlenmayer
4. Emziksiz erlenmayer
5. Emme pompası

A. ÜRETİM BESİYERLERİ:

1. Ana Balıklı Buyyon (35):

Bu besiyeri balığın bütün vücudunu kendi enzimlerine hazmettirilerek hazırlanır.

Hamsi, istavrit, sardalya, uskumru, lüfer, palamut veya herhangi bir tür balık kullanılabilirse de deneylerimizde istavritten hazırladığımız ana balıklı buyyon kullanıldı. Bunların küçük, yağsız ve en tazeleri tercih edildi. Çeşme suyunda iyice yıkanıp, kıyma makinesinde çekildi. Balıkların kalın kemikli

olanlarının omurga ve yüzgeçleri çıkarıldı, fakat iç organları atılmadı. Balık kıyması tartılıp uygun bir kaba konuldu. Ağırlığının iki katı % 0.6 sodyum karbonatlı ve %7.5 kloroformlu su katıldı. 37°C'de 48 saat belirli aralıklarla karıştırılmak sureti ile hazma uğratıldı.

Bu metod ile elde edilen sıvı önce bez torbadan sonra süzgeç kağıdından süzüldü. HCl yardımı ile pH'ı 7.5 - 7.6'ya ayarlandı. Buğu kazanında 100°C'de 1 saat ısıtıldı. Tekrar süzgeç kağıdından süzüldü. 100°C'de 1 saat veya otoklavda 115°C'de 15 dakika ısıtılarak sterilize edildi. Serin ve karanlık bir yerde saklandı. Elde edilen bu besiyeri (1/2 balıklı besiyeri) ana balıklı besiyeridir. % 0.5 NaCl'ü su ile 5 katı sulandırılarak 1/10 balıklı buyyon, 10 katı sulandırılarak %1 peptonlu su yerine kullanıldı. Ayrıca diğer bazı besiyerlerini hazırlamak üzere temel bir besiyeri olarak da ana balıklı besiyerinden faydalanıldı.

2. Balıklı Teepollü Laktozlu Besiyeri (35):

Bu besiyeri iki farklı yoğunlukta hazırlandı:

a) Tek Yoğunluklu:

F.T.S. ile 1/6 oranında sulandırılmış

ana balıklı buyyon	% 0.5
Laktoz	% 0.5
Teepol	% 0.5
Bromtimol Mavisi Çöeltisi	% 1

Sulandırılan ana balıklı buyyona diğer maddeler ilave edildi. Sonra içine ters çevrilmiş Durham tüpü konmuş olan deney tüplerine 10 ml olarak dağıtıldı. Ağızları pamuklanıp 100°C'de 30 dakika sterilize edildi. Besi yerinin pH'ı 7.4 - 7.6 olarak ayarlandı.

b) Çift Yoğunluklu:

F.T.S. ile 1/3 oranında sulandırılmış	
Ana balıklı buyyon	% 0.5
Laktoz	% 0.5
Teepol	% 0.5
Bromtimol Mavisi Çözeltisi	% 1

Bu besiyeri de tek yoğunluklu besiyerinde olduğu gibi hazırlanmıştır.

3. Balıklı Buyyon Kullanılarak Değiştirilmiş YN-17 Besiyeri (27):

Maya Özü	20 g
Laktoz	10 g
Casamino Asit	8 g
NaCl	3.2 g
Bromcresol Green	0.3 g

Bu maddeler 1/5 sulandırılmış ana balıklı buyyona katıldı. 5-10 dakika kaynatıldı. Soğuduktan sonra 0.4 g cysteine hydrochloride ve 20 mg nalidixic asit konuldu ve pH 6.9 +/- 1 olarak ayarlandı. Daha sonra Bakto agarından 15 g ilave edildi. Besiyeri 121°C'de 15 dakika süre ile otoklavda sterilize edildi. 60°C'ye soğutulduktan sonra 50 ug/ml kanamycin sulfat ve 50 IU/ml polymyxin B ilave edildi. Daha sonra petri kutularına 15'er ml olacak şekilde döküldü. Karanlıkta 4°C'de 7 gün süre ile saklandı. Tavsiye edilen bileşime giren maddeler ya Bifidobacterium'ların büyümesini arttıran ya da besiyerinin seçici özellik sağlama kabiliyetini ortaya çıkarmak için seçildi. Casamino asit aminoasit kaynağı olarak alındı. Yeterli vitamin temini için maya özü kullanıldı. Fermente olabilen bir karbonhidrat kaynağı olarak laktoz insan kaynaklı Bifidobacterium'ların daha büyük ölçüde üretimi için seçildi.

Kanamycin sulfat Gram pozitiflerin ve nalidixic asit Gram negatif çomakların büyümesini baskılamak için seçici etken olarak ilave edildi.

Bromcresol green ise pH'ın bir göstergesi olarak mevcuttur. Cysteine hidroclorid indirgeyici bir madde olarak görev görür.

4. Adi agar veya jeloz besiyeri (35):

1/5 sulandırılmış balıklı buyyon	1000 ml
Agar agar	20 g

Toz veya küçük parçalar halinde kesilen agar agar sıcak balık buyyonu içine katılıp eritildi. pH'ı 7.2 - 7.4'e ayarlandı. Agarın saydam olmasını sağlamak amacı ile sıcaklık 60°C'ye gelince içine 50 ml suya karıştırılmış bir yumurta akı eklendi. Ötoklavda 120°C'de 15 dakika ısıtıldı. Sıcakken süzgeç kağıdından süzüldü. Tüplere 5 ve 15'er ml olarak dağıtıldı. 120°C'de 15 dakika sterilize edildi.

5'er ml olarak dağıtılan tüpler masa üzerine, ağız kısımları 1 cm kadar yüksekte olarak yerleştirildi ve böylece agarın eğri durumda katılaşması sağlandı. Bu besiyeri bazı bakterilerin saf kültürlerini elde etmek, kökenleri saklamak ve G negatif çomakların tanımında kullanıldı.

15'er ml olarak dağıtılan tüpler kullanılacağı zaman kaynar suya daldırılarak eritilip petri plaklarına döküldü. Bu besiyeri toplam canlı bakteri sayımında kullanıldı.

5. Endo Besiyeri (35):

1/5 Sulanmış balıklı buyyon	1000 ml
Bazik fuksin (alkolde doymuş er.)	5 ml
Sodyum sülfid (sudaki % 10 er.)	25 ml
Laktoz	10 g
Agar agar	30 g
pH: 7.2	

Sulandırılmış buyyonun içine agar agar konuldu. Isıtılarak eritildi ve diğer maddeler karıştırılarak eklendi, karıştırılarak eritildi. Tüplere 15 ml olarak

dağıtıldı. 120°C'de 20 dakika sterilize edildi. Kullanılacağı zaman kaynar suya daldırılarak eritilir. 45°C'ye kadar soğuduktan sonra petri kutularına döküldü. Katılaştıktan sonra kullanıldı. Bu besiyeri membran filtrelerin ekilmesinde kullanıldı. Escherichia gibi laktozu parçalayan bakteriler kırmızı madenimsi parlak koloniler yaptığı halde laktozu parçalamayanlar besiyerinin rengini kızartmadılar.

B. TANIM BESİYERLERİ:

1. Cerrahpaşa Besiyeri (33, 35):

Bu besiyeri laktozlu, sukrozlu, mannitli ve tiyosülfatlı yarı sıvı bir besiyeridir.

Balıklı ana besiyeri	20 ml
% 0.5 tuzlu su	100 ml
% 0.5 iki sodyumlu fosfat (Na ₂ HPO ₄ , 12 H ₂ O)	80 ml
Agar agar	1 ml
Bromtimol mavisi er. (% 4)	1 ml
Laktoz	1 g
Sukroz	1 g
Mannit	0.1 g
Sodyum tiyosülfat (suda 1/10)	2 ml

Balıklı anabesiyerinden 20 ml ile %0.5 tuzlu sudan 100 ml ve %0.5 (Na₂HPO₄, 12 H₂O)'lı sudan 80 ml bir balona konuldu. İçine agar agar ve %0.4 bromtimol mavisi eriyiği n den 1 ml eklendi. 100°C'de 1 saat ısıtıldı. Sıcakken içine 1 g laktoz, 1 g sükroz ve 0.1 g mannit katıldı, ayrıca sodyumtiyosülfatın 1/10 eriyiğinden 2 ml konuldu. Tüplere 5 ml olarak dağıtıldı ve buğu kazanında 100°C'de 30 dakika sterilize edildi.

Bu besiyeri hareketin bulunup bulunmadığını, laktoz, sükroz ve mannite etkiyi, H₂S yapımını, ayrıca üzerine Coblenz ayırıcı konularak asetoin oluşup oluşmadığını araştırmak için kullanıldı.

Yarı katı olan bu besiyerine ekim iğnesi ile batırmak sureti ile denenen bakteriden ekildi. Pamukla tüp arasına %5 kurşun asetatlı su emdirilmiş ve sonra kurutulmuş beyaz süzgeç kağıdı şeridi yerleştirildi.

2. D (Dekstroz) Besiyeri (33, 35):

Balıklı ana besiyeri	20 ml
% 0.5 tuzlu su	180 ml
Bromtimol mavisi er. (% 0.4)	1 ml
Agar agar	2 g
Dekstroz	2 g

İlk 3 madde karıştırılarak 100°C'de 1 sst ısıtıldı. Bunun içine 2 g dekstroz karıştırılarak eritildi, tüplere 5 ml olarak bölündü. Buğu kazanında 100°C'de 30 dakika ısıtıldı, dik olarak donduruldu.

Bu besiyeri dekstroza oksitleyici veya fermentleyici etkiyi, asit veya gaz yapımını ortaya çıkarmak için kullanıldı.

3. Karbonhidratlı besiyerleri (35):

Deneylerde kullanılan karbonhidrat ve benzeri maddeler şunlardır:

Monosakkaritler: Glukoz, D - Ksiloz, L-ramnoz, galaktoz

Disakkaritler: Laktoz, sukroz, maltoz

Polisakkaritler: Dekstrin

Polihidrikalkoller: Mannitol

a) Glukozlu besiyeri:

Anabalıklı buyyon	20ml
%0,5 Fizyolojik tuzlu su	100ml
%0,5 İki sodyumlu fosfat (Na ₂ HPO ₄ , 12H ₂ O)	80ml
Bromtimol mavisi %0,4	1ml

(0,49 Bromtimol mavisi + 12.8ml 0.05 NaOH bir havanda ezilir ve damıtık su ile hacmi 100ml'ye tamamlanır)

Glukoz	1g
Sodyum tiyosülfat (suda 1/10)	2ml
pH 7.2-7.4	

Yukarıda adı geçen ilk dört madde karıştırılır. 100°C'de 1 saat ısıtılır. Sıcakken içine glukoz ve 1/10'luk sodyum tiyosulfat eriyiğinden 2ml konuldu. Tüplere 5'er ml olarak dağıtıldı ve buğu kazanında 100°C'de 30 dakika sterilize edildi.

Bu besiyeri bakterilerin asit ve gaz oluşturmalarının araştırılması için kullanıldı. Gaz oluşumunu incelemek için bu besiyerinin bulunduğu tüplere ters çevrilmiş bir durham tüpü konuldu.

b) Diğer karbonhidratlı besiyerleri (Laktoz, Maltoz, Sukroz, Mannitol, Dekstrin, Galaktoz):

1/10 sulandırılmış balıklı buyyon	100ml
Bromtimol mavisi	10ml
pH 7.2-7.4	

Buyyon ve bromtimol karıştırıldı. Karbonhidratlar besiyeri içine %1 oranında konuldu, tüplere 5'er ml dağıtılarak 100°C'de 30 dakika sterilize edildi.

Bu besiyeri bakterilerin laktoz, maltoz, sukroz, mannitol, dekstrin, galaktozdan asit oluşturup oluşturmadıklarını araştırmak üzere kullanıldı

c) D-Ksiloz ve L-Ramnoz besiyeri:

1/20 sulandırılmış balıklı buyyon	1000ml
fenol kırmızısı (%0,4)	10ml

Buyyon ve fenol kırmızısı karıştırılır. L-Ramnoz (D-Ksiloz) besiyeri içine %1 oranında ilave edilirdi. Tüplere 5'er ml dağıtılarak kaynayan suda 10 dakika tutularak sterilize edildi.

Yukarıda yapıışı anlatılan a,b,c, karbonhidratlı sıvı besiyerlerinin içine 24 saatlik buyyon kültürlerinden 0,1ml ilave edildi. 37°C'de bir hafta bekletildi. Bu süre içinde besiyerinde asit oluşumu sebebiyle meydana gelen sarı renk pozitif deney sonucu olarak değerlendirildi.

4. Değiştirilmiş Klark-Lups Besiyeri (35):

1/5 sulandırılmış balıklı buyyon	1 ml
Glukoz	5 g
K ₂ HPO ₄	5 g

Yukarıdaki maddeler karıştırıldı. Tüplere 5'er ml olarak dağıtıldı. 100°C'de 30 dakika tutularak sterilize edildi. Bu besiyerinde bakterilerin asetoin yapımı ve metil kırmızısı deneyleri incelendi.

5. Simson's Agar (35):

NaCl	5 g
MgSO ₄ , 7 H ₂ O	0.2 g
(NH ₄) H ₂ PO ₄	1 g
K ₂ HPO ₄	1 g
Sodyum sitrat (Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ , 5 H ₂ O)	2.77 g
Agar agar	20 g
Bromtimol mavisi (% 0.2)	40 ml
Damıtık su	1 ml
pH: 6.8	

Tüplere 5 ml olarak dağıtıldı. 100 °C'de 30 dakika ısıtılıp eğri olarak katılaştırıldı. Bakterinin eğri agardaki 24 saatlik ürününden bir ekim halkası miktarında ekildi. 4 gün içinde renk mavileşirse deney pozitif sayıldı.

Bakterinin eğri agardaki 24 saatlik ürününden bir ekim halkası miktarı ekildi. 4 gün içinde renk mavileştiğinde deney pozitif olarak kabul edildi.

6. Fenilalanin Deaminaz Deneyi İçin Besiyeri (35):

DL-Fenilalanin (veya L- fenilalanin)	2 g
Maya özü	3 g
Sodyum klorür	5 g
Dipotasyum fosfat (Na ₂ HPO ₄)	1 g
Agar agar	12 g
Damıtık su	1000ml

Maddeler ısıtılarak eritildi. Tüplere 4'er ml olarak dağıtıldı. Otoklavda 120°C'de 15 dakika ısıtılarak sterilize edildi. Besiyerleri eğri olarak donduruldu.

Kullanılacağı zaman 24 saatlik kültürden ekim yapıldı. 37°C'de 24 saat bırakıldı, üreyen bakteriler üzerine suda %10 FeCl₃ eriyiğinden 4-5 damla konuldu, tüp dik tutularak damlaların üreme yüzü üzerinde akışı sağlandı. 1-5 dakika içinde besiyerinde ve aşağı toplanan sıvıda yeşil rengin görülmesi olumlu sonuç kabul edildi.

7. Möller'in dekarboksilaz buyyonları (35):

Pepton (pepsile elde edilen)	5g
Sığır eti özü	5g
Brom krezol moru	0,01g
Krezol kırmızısı	0,05g
Glukoz	0,5g
Piridoksal veya pridoksin	0,005g
Damıtık su	1000ml
pH 6,0	

Bu besiyeri de yukarıdaki besiyerleri gibi hazırlanır ve L- aminoasitler %1, DL aminoasitler ise %2 olarak konur.

Aminoasitli ve aminoasitsiz tüpler eğri agardaki taze kültürden az miktarda ekilir. Besiyerinin üzeri 2-3 ml steril parafinle örtülür. 37°C'de üretime konur ve 4 gün gözlenir. Mor rengin belirmesi pozitif reaksiyonu gösterir. Bununla beraber glukozun parçalanmasından sonra renk önce sarıya döner sonra morlaşır.

8. Değiştirilmiş Christensen Besiyeri (35):

1/5 Sulandırılmış balıklı buyyon	1000 ml
Pepton	1 g
Sodyum klorür	5 g
Bir potasyum fosfat	2 g
Glukoz (suda %10)	10 mg
Fenol kırmızısı (%0.2'lik)	5 ml
Agar agar	20 g
Üre (suda %20)	100 ml
pH 6.8	

Buradaki glukoz ve üreden başkaları suda eritilir. pH 6.8-6.9'a getirildi ve 120°C'de 30 dakika sterilize edildi. Glukoz ve üre eriyikleri süzülerek bakterisizleştirildi ve 50°C'ye kadar soğutulmuş besiyerine katıldı. Tüplere taksim edilip dipte 1cm yükseklikte bir dik kısım kalacak tarzda katılaştırıldı.

Katı besiyerinde 18-24 üründen bol miktarda besiyerine ekildi, fakat dipteki kısma batırılmadı. Bukısım kontrol olarak kullanıldı. 37°C'de tutulan besiyerinin kızarması üreazın varlığını gösterdi. Burada sonuçlar 6 ve 24 saat sonra okundu, olumsuz ise bir hafta daha incelendi.

9. Eskülinli Besiyeri (35):

1/20 sulandırılmış ana balıklı buyyon	1000 ml
Eskülin	1 g
Amonyum ferrik sitrat	1 g
pH: 7.4	

Yukarıdaki maddeler karıştırılıp eritildi. Tüplere 5'er ml bölündü. 120°C'de 20 dakika sterilize edildi.

Bu besiyerinde bakterilerin eskülin hidrolizi incelendi. 24 saatlik kültürden besiyerine bir ekim halkası miktarında ekildi. 37°C'de 24 saat bırakıldı. Besiyeri siyahlaştığında bakterinin eskülini hidrolize ettiği kabul edildi.

10. Kanlı Agar Besiyeri (35):

1/20 sulandırılmış balıklı buyyon	1000 ml
Agar agar	20 g
Defibrine koyun kanı	20 ml
pH: 7.2 - 7.4	

Agar agar 1/20 balıklı buyyonda ısıtılarak eritildi. Otoklavda 120°C'de 20 dakika sterilize edildi. 40-45°C'ye soğuduğunda içine 20 ml koyun kanı ilave edildi ve petri plaklarına döküldü. Bu besiyerinde bakterilerin hemolizleri incelendi.

11. Fay- Barry Dekarboksilaz buyyonu (29):

Aminoasit	10 g
Pepton	5 g
Yeast ekstrat	3 g
Bromkresol moru solüsyonu	5 ml

50 ml etanolün içine 0.2gr Bromkresol moru eklenerek eritildi. Distile suyla 100 ml' tamamlanarak Bromkresol moru çözeltisi hazırlanmış oldu.

Aminoasit olarak L-arginin, L-ornitin ve L-lizin dekarboksilaz aktivitesi ölçülecek aminoasit olarak kullanıldı. Bütün maddeler karıştırılıp distile su ile 1 litreye tamamlandı. Tüplere bölünerek 121°C'de 15 dakika otoklavlandı.

Bu besiyeri *Aeromonas* cinsi bakterilerin dekarboksilaz aktivitesini araştırmak için kullanıldı. Bir hafta içinde mor renk elde edilmesi pozitif deney sonucu olarak kabuledildi.

C. AYIRAÇLAR:

1. İndol Ayıracı (35):

İndol oluşumunu ortaya çıkarmak için H.Braun ve W.Silberstein'in değiştirdiği Erlich-Prinsheim eriyiği kullanıldı.

Para-dimetil amino benzaldehit	5 g
Metanol	50 ml
Fosforik asit	10 ml

Yukarıdaki maddeler karıştırıldı. 5 x 0.5 cm boyutundaki süzgeç kağıtlarına emdirilip kuruduktan sonra kullanıldı. Sarı renkli kağıdın kırmızı renk alması, bakterinin indol gazı oluşturduğunu gösterdi.

2. H₂S Ayıracı (35):

H₂S teşkilini görmek için kurşun asetat çözeltisi emdirilmiş süzgeç kağıtları kullanıldı.

Kurşun asetat	10 g
Distile su	100 ml

Çözelti hazırlandıktan sonra 5x0.5 cm boyutlarındaki süzgeç kağıtlarına emdirildi. Oda ısısında bekletilerek kurutulduktan sonra besiyerinin bulunduğu

tüplerin içine, pamukla tüp arasına sıkıştırılarak kullanıldı. Kağıdın siyahlaşması pozitif deney sonucunu gösterdi.

3. Oksidaz Ayıracı (35):

Oksidaz göstergesi olarak Kovaks ayıracı kullanıldı.

Tetra metil- para-fenilendiamin	
dihidroklorid	0.1 mg
Distile su	10 ml

Yukarıdaki maddeler karıştırıldı. Bu ayıraç az zehirli ve çok duyarlıdır. Fakat dayanıklı değildir. Bu sebeple hazırlanır hazırlanmaz hemen kullanıldı.

4. Voges- Proskauer Ayıracı(Coblentz Ayıracı) (36):

A çözeltisi

%5'lik alkol	100 ml
Alfa naftol	5 g

B çözeltisi

KOH	40 g
Distile su	100 ml
Kreatinin	0.3 g

Bu çözeltiler ayrı ayrı hazırlandı.

5. Metil Kırmızısı (36):

Metil kırmızısı	0.1 g
%95'lik alkol	300 ml
Distile su	200 ml

Metil kırmızısı alkolde eritildikten sonra distile su ilave edildi.

D. SÜZME İŞLEMİ (MEMBRAN FİLTASYON) GEREÇLERİ:

1. Zar Süzgeçler (Membran Filtreler):

Deneylerimizde selüloz esterlerinden yapılmış, porları 0.45 mikron, çapı 47mm olan zar süzgeçler kullanıldı.

2. Süzgeç Hunisi:

Deneylerimizde zar süzgeçleri tutabilecek büyüklükte delikli tablası bulunan, camdan yapılmış süzme hunisi takımı kullanıldı. Deneylere başlamadan önce, huni takımı ambalaj kağıdına sararak otoklavda 120°C'de 20 dakika sterilize edildi.

3. Emzikli Erlenmayer:

Üst yanında emziği bulunan, ağzı süzgeç hunisinin kauçuk tıpasına uygun genişlikte 2lt'lik erlenmayer kullanıldı. Deneye başlarken huni bu erlenmayerin ağzına yerleştirildi.

4. Emziksiz Erlenmayer:

Erlenmayerin tıpasındaki iki delikten birinde 7cm, diğerinde ise 20cm uzunluğunda iki adet cam boru bulunmaktadır. Bunlardan kısa olana emme pompasından gelen boru takıldı. Diğerine ise emzikli erlenmayerden gelen boru bağlandı. Böylece emme pompasına emzikli erlenmayerden su kaçması önlendi.

5. Emme Pompası:

Deneylerimizde kullandığımız elektrikli emme pompası motorunu yalnız süzme esnasında çalıştırdık.

DENEYLER

Su Örneklerinin Alınması:

Istasyon Suyu Örneklerinin Alınması: Su örnekleri 1 lt'lik cam şişeleri alınmıştır. Şişeler önceden yağı alınmamış pamukla kapatıldıktan sonra kuru sıcak havada 180°C'de 1 saat ısıtılıp sterilize edildi.

Motorlu bir boşaltma sistemi kullanıldığından sistemin çıkış noktasından numune alındı. Musluğun ağzı, iyice yakıldıktan sonra suyun depodan geldiğine emin olana kadar pompa çalıştırıldı. Su örnekleri uygun şekilde alındıktan sonra iki saat içinde laboratuara getirilip gereken işlemler yapıldı.

Pet Şişeler, Galonlar ve Cam Şişeler: Kaynak suyu işletmesinde tüketime sunulan aynı ambalajlı sular bir parti sayıldığından aynı tarihli sular çalışmaya alınmadı.

Alınan içme suyu örnekleri 4 grup halinde ele aldığımız deneylerle bakteriyolojik açıdan incelendi.

I. Su Örneklerinde Escherichia coli ve Koliform Bakteriler Araştırılması (31):

Bu gruba alınan deneylerde içme suyu örneklerinde en muhtemel koliform bakteri sayısı ve sulara dışkı karışığının en önemli delilli olan E. coli araştırıldı. Deneyler fermentasyon tüpleri metodu kullanılarak üç aşamada yapıldı.

1. Tahmin Deneyi:

Bu aşamada tek ve çift yoğunluklu teepollü laktozlu balıklı buyyon besiyeri kullanıldı. Çift yoğunluğu balıklı teepollü laktozlu besiyerlerinden üç tüpe 10'ar ml, tek yoğunluğu balıklı teepollü laktozlu besiyerlerinden üç tüpe 1'er ml diğer üç tüpe ise 0,1'er ml su ekildi. Tüplerin ağzı ile pamuğun ağzı arasına indol kağıdı konuldu. Tüpler 37°C'de 24 ile 48 saat etüvde üremeye bırakıldı. 24 saat sonra incelendiğinde pozitif olan tüpler işaretlendi ve doğrulama deneyine alındı. Negatif olan tüpler ise yeniden etüve kaldırıldı. 48 saat sonunda laktozdan asit ve gaz oluşan tüplerin hepsi doğrulama deneyine alındı.

2. Doğrulama Deneyi:

Doğrulama deneyi katı besiyeri yöntemi ile yapılmıştır. Tahmin deneyinde içerisinde asit ve gaz oluşan ve doğrulama için işaretlenen tüplerden endo besiyerine tek koloni düşecek tarzda ekimler yapıldı. Ekilmiş olan plaklar 36°C'lik etüvde 24 saat inkübe edildi. Besiyerleri üzerinde koliform bakterilere özgü tipik koloniler meydana gelmiş ise, doğrulama deneyine alınan tüpte koliform bakteri bulunduğu teyit edilmiş oldu. Bu deney sonunda olumlu tüplerin sayısına ve içine ekilen sıvı miktarına göre McCrady'nin üç paralel tüpte en muhtemel bakteri sayısı belirlendi (Çizelge 6). Daha sonra bulaşmanın menşei hakkında karar verebilmek için tamamlama deneyine geçildi.

Çizelge 6: Mc Crady: 3 paralel tüpte en muhtemel bakteri sayısı (MPN) (36).

10 ml	1 ml	0.1 ml	MPN
0	0	0	0
0	0	1	3
0	1	1	6
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	7
1	0	2	11
1	1	1	11
1	2	0	11
1	2	1	15
1	3	0	16
2	0	0	9
2	0	1	14
2	0	2	20
2	1	0	15
2	1	1	20
2	1	2	30
2	2	0	20
2	2	1	30

10 ml	1 ml	0.1 ml	MPN
2	2	2	35
2	2	3	40
2	3	0	30
2	3	1	34
2	3	2	40
3	0	0	25
3	0	1	40
3	0	2	65
3	1	0	45
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

3. Tamamlama Deneyi:

Doğrulama deneyinde azaltma usülü ile ekim yapılan endo besiyerlerinde üreyen koliformların ayırımına gidildi. Üreyen tipik ve atipik kolonilerden Unat'ın üçlü besiyerine ekim yapıldı. Eğri jeloza indol, karbon hidratlı besiyerine H₂S kağıdı koyularak tüpler 37°C'de 24 saat üremeye bırakıldı. Ayrıca bakterilerin indol yapımı, metil kırmızısı, asetoin yapımı ve sitrattan yararlanma özellikleri (IMVIC) incelendi.

IMVIC deneyi:

a) İndol oluşumu: Eğri jeloza besiyerine ekim yapıldıktan sonra Ehrlich - Pringsheim eriyiği emdirilmiş indol kağıdı, tüpün üzerin asılarak uçucu indol tespit edildi. Kağıdın kızarması olumlu sonucu gösterdi.

b) Metil kırmızısı deneyi: Bakteriler Klark - Lubs besiyerine ekildi. 37°C'de 48 saat üretimden sonra tüpün içine 5 damla metil kırmızısı ayıracı konuldu. Karıştırıldıktan sonra sonuç okundu. pH 4,5 veya daha aşağı olduğu durumlarda olumlu deney sonucu kırmızı renk gelişti, olumsuz sonuçlarda ise besiyerinin sarı rengi değişmedi.

c) Voges - Proskauer deneyi: Bakteriler Klark - Lubs besiyerine ekildi. 37°C'de 48 saat üretimden sonra 3ml Voges A çözeltisi, 1ml Voges B çözeltisi ilave edildi. İyice karıştırıldıktan sonra 37°C'de bekletildi. 15 dakikada beliren kırmızı renk olumlu sonucu gösterdi.

d) Sitrat deneyi: Saf ürün halindeki bakterilerden Simmons agarına ekim yapıldı. 4 gün içinde rengin mavileşmesi olumlu sonucu, değişmemesi ise olumsuz sonucu gösterdi.

Bu deneyler sonunda oksidaz negatif, indol (+), metil kırmızısı (+), Voges - Proskauer (-), sitrat (-) (IMVIC ++-) olan bakteriler Escherichia coli olarak kabul edildi. İndol yapmayan, şekerlerden asit ve gaz oluşturan oksidaz negatif suşlar

ise koliform olarak değerlendirildi. Ayrıca fenil alanin, üre ve diğer karbonhidratlara etkileri incelenerek tür ayırımına gidildi.

Üretilen koliform bakterilerin ve E. coli'nin dışkı kaynaklı olup olmadıklarını tespit etmek için bunlar balıklı laktozlu teepollü balıklı buyyon besiyerine ekildi. 44,5°C'de 48 saat üretime bırakılarak asit ve gaz oluşumu tespit edilen tüpler ileri incelemeye alınarak üretilen bakterilerin tanımı yapıldı.

II. Su Örneklerinde Toplam Aerop Bakteri Sayısı (31):

Bu deneylerde aerop canlı bakteri sayısının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu amaca en uygun sonuçlar plak döküm yöntemi ile alınmaktadır.

İncelenecek içme suyu örneğinden doğrudan 1ml ve 1/10 ile 1/100'lük dilüsyonlarından 1'er ml'si 3 arylı petri kutusuna steril şartlar altında konuldu. Eridikten sonra 40 - 50°C'ye kadar soğutulmuş 1/5'lik balıklı agar besiyeri petri kutusundaki suya ilave edilerek muhtelif doğrultularda 25 - 30 kez karıştırıldı. Ortam katılaşıncaya kadar oda sıcaklığında bekletildi. Sonra petri kutularının kapakları altta kalmak suretiyle 24 saat süre ile 35°C'de tuuldu. Ortaya çıkan koloniler sayıldı ve sulandırma oranlarıyla çarpıldı. Elde edilen rakamların aritmetik ortaları alınarak toplam canlı bakteri sayısı bulunmuş oldu.

III. Su Örneklerinde Bifidobacterium Aranması:

Bu deneylerde insan dışkısında bulunan Bifidobacterium'ların üretilmesi ve bunların İstanbul'da satılan içme sularında bulunma oranının tespiti amaçlanmıştır. Balıklı buyyondan yararlanılarak değiştirilmiş YN-17 besiyeri bu amaca ve ülkemiz şartlarına uygunluğu sebebiyle kullanılmıştır (27).

Su örneklerinin süzme ve ekim yöntemleri:

a) Süzgeç hunisi emzikli erlenmayere yerleştirilerek üzerine zar süzgeç konuldu.

b) Zar süzgecin kenarlarını kaplayacak şekilde cam bardak yerleştirildi. Süzme hunisinin bileziği huni ile cam bardak arasına konuldu ve bileziği sıkıştırıldı.

c) Emme pompası çalıştırılarak 250ml kadar su örneği erlenmayere boşaltıldı. Membran filtre huninin bileziği gevşetilerek steril penset yardımı ile daha önce hazırladığımız petri kutusundaki YN - 17 besiyeri üzerine direkt olarak ve altında havakabarcığı kalmamasına özen gösterilerek konuldu.

d) Zar süzgeçleri konulan petri kutuları gas paklı kaplara konarak anaerop şartlarda 37°C'de 72 saat üremeye bırakıldı.

Bifidobacteriumlar'ın üremek için mutlaka anaerop şartlara gerek duyması, Gram boyası ile Y ve V herflarine benzer, kalın ve bir kısmı şişkinlikler gösteren çomakçıklar şeklinde görülmesi, Gram pozitif olarak boyanması kolonilerin koyu yeşil 1-2mm çapında ve kubbemsi şekilde görülmesi özelliklerine dayanılarak Bifidobacterium kolonileri tanımlandı (27, 28).

IV. Su Örneklerinde Aeromonas Cinsi Bakterilerin Aranması:

Bu deneylerde, içme suyunda fırsatçı patojen oldukları bildirilen ve su kalitesi için indikatör bakteriler olarak kabul edilen Aeromonas cinsi bakteriler aranmıştır. Ayrıca kirlenmenin menşesi hakkında karar verebilmek için koliform bakteriler de aranmıştır. Bu amaca uygunluğu sebebiyle membran filtre metodu kullanılmıştır.

Su örneklerinin 100ml'si üçüncü grup deneylerde anlatıldığı gibi süzöldükten sonra membran filtreler petri kutusundaki endo besiyerine direkt olarak ve besiyerile arasında hava kabarcığı kalmamasına dikkat edilerek yerleştirildi. 37°C'de 48 saat üremeye bırakıldı. Bu süre sonunda üreyen farklı kolonilerden Unat'ın 3'lü besiyerine ekim yapıldı. Eğri jeloza indol, karbonhidratlı besiyerine H₂S kağıdı koyularak tüpler 37°C'de 24 saat üremeye bırakıldı. Bu süre sonunda bütün suşlardan oksidaz deneyi yapıldı.

Oksidaz deneyi: Kovaks ayırıcı ile gösterilmiştir. Bir petri kutusu içine süzgeç kağıdı konarak ortasına 2 - 3 damla Kovaks ayırıcı damlatıldı. 24 saatlik bakteri kültüründen pipet ile alınarak kağıt üzerine sürüldü. Olumlu reaksiyonda koyu renk meydana geldi.

Oksidaz negatif olan suşlardan; indol pozitif, şekerlerden asit ve gaz oluşturanlar E. coli, indol negatif, şekerlerden asit ve gaz oluşturan suşlar koliform olarak değerlendirildi. Kesin sonuç için IMVIC deneyine başvuruldu. Oksidaz pozitif olan suşlarda ise Aeromonaslar'ın tanımı ve tür ayırımı için aşağıdaki deneylere geçildi.

Aeromonas cinsi bakterilerin tanımı ve tür ayırımı:

Gram negatif bakterilerin tanım yöntemi uygulanan saf kültürlerden oksidaz (+) DNase (+) olanlar, hiç NaCl içermeyen (%0) ve %6 NaCl içeren buyyon besiyerine ekildikten sonra 37°C'de 24 saat üretime bırakıldı. Tuz içermeyen besiyerinde üreyen fakat %6 NaCl'lü buyyonda üreyenler (Vibriyonlar %6 NaCl konsantrasyonunda ürerler) Aeromonas cinsi olarak kabul edildi ve tür tayini yapıldı.

24 saatlik saf kültürden aşağıda anlatılan O/129'un 10 ve 150µg'lık hazırlanmış disklerine duyarlığın dirençli bulunması halinde çizelge 4'e göre tür tayini yapıldı.

O/129 disklerinin hazırlanması:

O/129(2,4-diamino-6,7-diisopropylpteridine fosfat)

-10µg'lık disk için; 10ml siteril distile su+10mgmadde

-150µg'lık disk için; 10ml siteril distile su+150mgmadde

1. Hareket deneyi: %0,5'lik maya özü ilave edilen 1/20 sulandırılmış balıklı buyyona bakterilerin 24 saatlik kültürlerinden 1 ekim halkası miktarında ilave

edildi. 37°C'de 24 saat üretime bırakıldı. Bu süre sonunda çukur lam kullanılarak mikroskop incelemesinde hareket özelliğine bakıldı.

2. Eskülin deneyi: Bakterilerin 24 saatlik ürününden bir ekim halkası miktarı eskülinli balıklı buyyona ekildi. 37°C'de 24 saat üretime bırakıldı. Besiyerinde oluşan siyah renk eskülin hidrolizini gösterdi.

3. Karbonhidratlardan asit ve gaz oluşumunun incelendiği deney: Bu deney glikoz, mannitol, L-arabinoz, sukroz, inozitol içeren sıvı karbonhidratlı besiyerleri kullanılarak yapıldı. Glikozlu besiyerine gaz çıkışını gözlemek için ters çevrilmiş Durham tüpleri konuldu. Bakterilerin 24 saatlik yoğun buyyon kültürlerinden 0.1ml miktarı bu besiyerine ilave edildi. 37°C'de 1 hafta bekletildi. Bu süre içinde besiyerlerinde asit oluşumu sebebi ile meydana gelen sarı renk pozitif olarak değerlendirildi.

4. Hemoliz deneyi: Bakterilerin 24 saatlik kültürlerinden bir ekim iğnesi miktarında alınan bakteri, %2 koyun kanlı agar besiyerine çizgi şeklinde ve ayrıca batırma yöntemi ile ekildi. Besiyerleri, 37°C'de 48 saat üretime bırakıldı. Bu süre sonunda üreyen bakterilerin çevrelerinde beta hemolizli bölgenin oluşması, pozitif olarak değerlendirildi.

5. DNase deneyi: Bakterilerin 24 saatlik kültürlerinden DNase agar besiyerine ekim iğnesi ile çizgi ekimi yapıldı. 25°C'de 24 saat üretimi yapıldıktan sonra besiyerinin üzerine %2.8'lik HCl döküldü. Besiyeri opaklaştığı halde kolonilerin etrafı şeffaf kaldığında, bakterilerin DNA'yı hidrolize ettiği, dolayısı ile deneyin pozitif sonuç verdiği kabul edildi.

6. Dekarboksilaz deneyi:

Lizin, arginin ve ornitin içeren Fay-Bary dekarboksilaz buyyonlu besiyeri bulunan tüplere bakterilerin taze ürünlerinden az miktarda ekildi. Besiyerinin üzeri 2-3ml steril parafin ile örtüldü. 37°C'de üretime bırakıldı ve 6 gün gözlemlendi. Mor rengin belirmesi pozitif sonucu gösterdi.

BULGULAR

90 farklı su istasyonundan alınan istasyon suyu örneklerinin inceleme sonuçları çizelge 6'da, 13 farklı firmaya ait pet şişelerdeki suların inceleme sonuçları çizelge 7'de, 8 farklı firmaya ait galonlardaki suların inceleme sonuçları çizelge 9'da gösterilmiştir. Ayrıca bu çizelgelere ait sonuçlar topluca çizelge 10'da özetlenmiştir. Üretilen Aeromonas cinsi bakterilerin üretildikleri örnekler ve türlere göre dağılımları ise çizelge 11'de gösterilmiştir.

Çizelge 7: İstasyon Suyu Örneklerinin İnceleme Sonuçları

Örneğin Alındığı Semt	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'deki üreme			
K.M. Paşa	0	-	32	-	-
Edirnekapı	0	-	71	-	-
Şehremini	0	-	120	-	-
Beşiktaş	43 (K)	-	1200	-	+
Bahçeşehir	0	-	115	-	-
Fatih	0	-	40	-	-
Fatih	0	-	45	-	-
Kurtuluş	0	-	220	-	-
Kurtuluş	4 (E, K)	+	57	-	-
Cerrahpaşa	>1100 (E, K)	+	420	-	+
Rami	4 (E, K)	+	27	-	-
Erenköy	0	-	18	-	-
Erenköy	7 (E, K)	-	92	-	-
Altunizade	0	-	280	-	-
Çapa	0	-	3	-	-
Çapa	0	-	220	-	-
Fındıkzade	4 (K)	+	38	-	+
Sarıyer	75 (E, K)	+	760	-	-
Cerrahpaşa	0	-	80	-	-
Üsküdar	0	-	130	-	-
Üsküdar	0	-	4	-	-
Kadıköy	0	-	39	-	-
Bağlarbaşı	0	-	20	-	-
Yenibosna	0	-	8	-	-
Küçükyalı	0	-	52	-	-
Haznedar	0	-	41	-	-
Fatih	0	-	7200	-	-
Üsküdar	0	-	1320	-	-
Üsküdar	0	-	510	-	-

Örneğin Alındığı Semt	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'deki üreme			
Beşiktaş	0	-	50	-	-
Beşiktaş	0	-	300	-	-
Avcılar	>1100 (K)	+	1720	-	+
Bahçelievler	0	-	150	-	+
Yenibosna	3 (K)	-	117	-	-
Ümraniye	4 (K)	+	1420	-	+
Zeytinburnu	0	-	1140	-	+
Levent	0	-	24	-	+
Şehremini	0	-	16	-	-
Küçükyalı	0	-	310	-	-
Kozyatağı	0	-	6	-	-
Yenibosna	0	-	97	-	-
Zeytinburnu	20 (K)	+	1480	-	-
Yenisahra	0	-	42	-	-
Beykoz	43 (E, K)	-	280	-	-
Küçük Çekmece	0	-	10	-	-
Rami	0	-	32	-	-
Bayrampaşa	0	-	480	-	+
Bayrampaşa	9 (K)	-	616	-	-
Eyüp	11 (K)	-	420	-	-
Aksaray	0	-	24	-	-
Cerrahpaşa	0	-	3200	-	-
Üsküdar	0	-	17	-	-
Üsküdar	43 (K)	-	110	-	-
Küçük Çekmece	0	-	40	-	-
Cerrahpaşa	0	-	187	-	-
Bakırköy	0	-	780	-	-
Bakırköy	0	-	68	-	-
Bakırköy	0	-	6	-	-
Eminönü	0	-	120	-	-
Üsküdar	0	-	76	-	-
Kadıköy	0	-	190	-	-
Erenköy	0	-	1140	-	+

Örneğin Alındığı Semt	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'deki üreme			
Cerrahpaşa	0	-	286	-	-
Şehremini	0	-	190	-	-
Esenyurt	0	-	80	-	+
Fatih	460 (K)	+	670	-	-
Pendik	0	-	420	-	-
Sarıyer	0	-	190	-	-
Küçükyalı	0	-	380	-	-
Çobançeşme	0	-	70	-	-
Beykoz	>1100 (E, K)	+	4700	-	-
Halkalı	210 (K)	-	320	-	+
Erenköy	75 (K)	+	870	-	+
Bakırköy	0	-	240	-	-
Fatih	0	-	1800	-	-
Cerrahpaşa	0	-	2460	-	+
Fındıkzade	0	-	110	-	+
Cerrahpaşa	>1100 (E, K)	+	120	-	-
Ataköy	0	-	3	-	-
Cerrahpaşa	>1100 (K)	+	720	-	+
Kartal	0	-	320	-	-
Beyoğlu	23 (K)	-	820	-	-
Sarıyer	0	-	32	-	-
Eyüp	0	-	220	-	-
Bahçelievler	0	-	48	-	-
Bağcılar	0	-	162	-	-
Bahçelievler	9 (K)	+	87	-	-
Beyoğlu	0	-	390	-	-
Beyazıt	43 (K)	-	230	-	-
Kadıköy	0	-	32	-	-

E : Escherichia coli
K : Koliform bakteriler

B : Bifidobacterium
A : Aeromonas

Bu araştırmada incelediğimiz 90 istasyon suyu örneğinde toplam bakteri sayımları 3/ml ile 7200/ml arasında değişmektedir. Mililitrede 500'n altında bakteri üreyen örnek sayısı 70 (%78), 500'n üzerinde bakteri üreyen örnek sayısı ise 20 (%22)'dir. 100ml'deki muhtemel koliform bakteri sayımları (MPN) 0 ile 1100 arasında değişmektedir, örneklerin 24 (%27)'nde 100ml'de koliform bakteri tespit edilmiş, 66 (%73)'sında tespit edilmemiştir. Koliform bakteri üreyen 8 örnekte, koliformlarla birlikte E. coli de bulunmuştur.

İstasyon suyu örneklerinin hiç birisinde sorbitolü fermente eden Bifidobacterium tespit edilmemiştir. Aeromonaslar ise örneklerin 16 (%17)'sinde mevcut iken 74 (%83)'nde bulunmamıştır.



Çizelge 8: Pet Şişelerdeki Suların İnceleme Sonuçları

Firma Adı	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (1 ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'de üreme			
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	4	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
B. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	2	-	-
C. Firması	0	-	2	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-

Firma Adı	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (1 ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'deki üreme			
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	4	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
E. Firması	0	-	0	-	-
E. Firması	0	-	0	-	-
E. Firması	0	-	0	-	-
E. Firması	0	-	60	-	-
E. Firması	0	-	1	-	-
E. Firması	0	-	78	-	-
E. Firması	0	-	280	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	2	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	4	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
F. Firması	0	-	0	-	-
G. Firması	0	-	0	-	-
G. Firması	0	-	0	-	-
G. Firması	0	-	0	-	-
G. Firması	0	-	0	-	-
G. Firması	0	-	4	-	-
G. Firması	0	-	0	-	-
G. Firması	0	-	0	-	-
G. Firması	0	-	0	-	-
H. Firması	0	-	0	-	-
H. Firması	0	-	0	-	-
H. Firması	0	-	0	-	-

Örneğin Alındığı Semt	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'deki üreme			
I. Firması	0	-	0	-	-
I. Firması	0	-	0	-	-
I. Firması	0	-	1	-	-
I. Firması	0	-	600	-	-
I. Firması	0	-	0	-	-
J. Firması	0	-	0	-	-
J. Firması	0	-	0	-	-
J. Firması	0	-	120	-	-
J. Firması	0	-	0	-	-
K. Firması	0	-	0	-	-
K. Firması	0	-	0	-	-
K. Firması	0	-	17	-	-
K. Firması	0	-	680	-	-
L. Firması	0	-	0	-	-
L. Firması	0	-	0	-	-
L. Firması	0	-	0	-	-
M. Firması	0	-	440	-	-
M. Firması	0	-	990	-	-

E : Escherichia coli
K : Koliform bakteriler

B : Bifidobacterium
A : Aeromonas

İncelenen 90 pet şişe örneğinde toplam bakteri sayımları 0/ml ile 990/ml arasında değişmektedir. Mililitrede 500'ün altında bakteri üreyen örnek sayısı 87 (%96.7), 500'ün üzerinde bakteri üreyen örnek sayısı ise 3 (%3.3)'tür. Hiçbir örnekte 100ml'de koliform bakteri tespit edilmemiştir. Aynı şekilde örneklerin hiçbirinde Bifidobacterium ve Aeromonas bulunmamıştır.

Çizelge 9: Galonlardaki Suların İnceleme Sonuçları

Firma Adı	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'de üreme			
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	0	-	0	-	-
A. Firması	15 (K)	-	180	-	-
A. Firması	0	-	12	-	-
A. Firması	0	-	78	-	-
B. Firması	23 (K)	+	0	-	-
B. Firması	43 (K)	-	0	-	-
B. Firması	0	-	880	-	+
B. Firması	0	-	240	-	+
B. Firması	0	-	43	-	-
B. Firması	0	-	410	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	1	-	-
C. Firması	0	-	0	-	-
C. Firması	0	-	112	-	-
D. Firması	9 (K)	-	0	-	-
D. Firması	3 (E, K)	-	80	-	-
D. Firması	0	-	97	-	-
E. Firması	0	-	6	-	-
E. Firması	0	-	130	-	-
E. Firması	9 (K)	+	210	-	-
E. Firması	0	-	41	-	-
E. Firması	0	-	82	-	-
E. Firması	0	-	49	-	-
F. Firması	460 (E, K)	+	410	-	-
F. Firması	75 (K)	-	680	-	-
F. Firması	0	-	1200	-	+

Firma Adı	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'de üreme			
F. Firması	0	-	240	-	+
F. Firması	0	-	382	-	-
G. Firması	0	-	54	-	-
G. Firması	0	-	132	-	-
G. Firması	0	-	3	-	-
G. Firması	0	-	170	-	-
G. Firması	0	-	77	-	-
H. Firması	240 (K)	+	278	-	+
H. Firması	4 (K)	+	1340	-	+
H. Firması	93 (K)	-	6280	-	+
H. Firması	1100 (K)	+	1740	-	+
H. Firması	240 (K)	-	187	-	+

E : Escherichia coli
K : Koliform bakteriler

B : Bifidobacterium
A : Aeromonas

İncelenen 40 galon suyu örneğinde toplam bakteri sayımları 0/ml ile 6280/ml arasında değişmektedir. Mililitrede 500'ün altında bakteri üreyen örnek sayısı 34 (%85), 500'ün üzerinde bakteri üreyen örnek sayısı ise 6 (%15)'dir. 100ml'deki muhtemel koliform bakteri sayımları 0 ile 1100 arasında değişmektedir. Örneklerin 13 (%32.5)'ünde 100ml'de koliform bakteri tespit edilmiş, 27 (%67.5)'sinde ise tespit edilmemiştir. Koliform bakteri üreyen 2 örnekte koliformlarla birlikte E. coli de bulunmuştur. Örneklerin hiçbirinde sorbitolü fermente eden Bifidobacterium tespit edilmemiştir. Aeromonaslar ise örneklerin 9 (%22.5)'unda mevcut iken, 31 (%77.5)'inde bulunmamıştır.

Çizelge 10: Cam Şişelerdeki Suların İnceleme Sonuçları

Firma Adı	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (1 ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'de üreme			
A. Firması	0	-	82	-	-
A. Firması	0	-	2800	-	-
A. Firması	460 (K)	+	14300	-	+
A. Firması	0	-	470	-	+
A. Firması	75 (K)	+	3200	-	-
A. Firması	0	-	16200	-	-
B. Firması	0	-	8	-	-
B. Firması	0	-	3	-	-
B. Firması	0	-	8700	-	-
B. Firması	0	-	60	-	-
B. Firması	0	-	12	-	-
B. Firması	0	-	107	-	-
C. Firması	0	-	1400	-	-
C. Firması	0	-	320	-	-
C. Firması	0	-	1800	-	-
C. Firması	0	-	400	-	-
C. Firması	0	-	2200	-	-
C. Firması	0	-	730	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
D. Firması	0	-	0	-	-
E. Firması	0	-	11	-	+
E. Firması	0	-	920	-	+
E. Firması	0	-	76	-	-
E. Firması	0	-	460	-	-
E. Firması	93 (K)	-	660	-	+

Firma Adı	Balıklı, Teepollü Laktozlu Besiyerinde		Total Bakteri Sayımı (1 ml'de)	B	A
	37°C'deki MPN değerleri (100ml'de)	44.5°C'deki üreme			
F. Firması	0	-	40	-	-
F. Firması	0	-	1400	-	-
F. Firması	0	-	5240	-	-
F. Firması	0	-	86	-	-
F. Firması	0	-	182	-	-
G. Firması	23 (E, K)	+	80	-	-
G. Firması	7 (E, K)	+	140	-	+
G. Firması	0	-	750	-	-
G. Firması	0	-	1400	-	-
H. Firması	0	-	320	-	-
H. Firması	0	-	220	-	-
H. Firması	43 (E, K)	+	280	-	+
H. Firması	4 (K)	+	620	-	-
I. Firması	23 (E, K)	+	2400	-	+
I. Firması	43 (E, K)	-	630	-	-
I. Firması	4 (K)	-	2800	-	-
J. Firması	0	-	27	-	-
J. Firması	0	-	3	-	-
J. Firması	0	-	114	-	-
K. Firması	4 (K)	-	320	-	+
K. Firması	0	-	720	-	+
K. Firması	0	-	140	-	-

E : Escherichia coli
K : Koliform bakteriler

B : Bifidobacterium
A : Aeromonas

İncelenen 50 cam şişe suyu örneğinde toplam bakteri sayımları 0/ml ile 16200/ml arasında değişmektedir. Mililitrede 500'ün altında bakteri üreyen örnek sayısı 30 (%60), 500'ün üzerinde bakteri üreyen örnek sayısı ise 20 (%40)'dir. 100ml'deki muhtemel koliform bakteri sayımları 0 ile 460 arasında değişmektedir. Örneklerin 11 (%22)'inde 100ml'de koliform bakteri tespit edilmiş, 39 (%78)'unda ise tespit edilmemiştir. Koliform bakteri üreyen 4 örnekte koliformlarla birlikte E. coli de bulunmuştur. Örneklerin hiçbirinde sorbitolü fermente eden Bifidobacterium tespit edilmemiştir. Aeromonaslar ise örneklerin 10 (%20)'unda mevcut iken, 40 (%80)'ında bulunmamıştır.



Çizelge 11 : Çeşitli Su Örneklerine Ait Bakteriyolojik İncelemelerin Toplu Sonuçları

Örnek Çeşidi	Örnek Sayısı	m'l'de 500'ün altında bakteriy üreyen örnek sayısı ve yüzdesi	m'l'de 500'ün üzerinde bakteriy üreyen örnek sayısı ve yüzdesi	100 ml'de koliform bakteriy üreyen örnek sayısı ve yüzdesi	100 ml'de koliform bakteriy üremeyen örnek sayısı ve yüzdesi	Dışkı kaynaklı E. coli ve Koliform bakteriy üreyen örnek sayısı ve yüzdesi	Dışkı kaynaklı E. coli ve Koliform bakteriy üremeyen örnek sayısı ve yüzdesi	100 ml'deki koliform bakteriy sayıları	B.* üreyen örnek sayısı ve yüzdesi	Aeromonas üreyen örnek sayısı ve yüzdesi	Aeromonas üremeyen örnek sayısı ve yüzdesi
Istasyon Suları	90	70 (%78)	20 (%22)	24 (%27)	66 (%73)	14 (%15.5)	76 (%84.5)	0->1100	0 (%0)	16 (%17.7)	74 (%82.8)
Pet Şişeler	90	87 (%96.7)	3 (%3.3)	0 (%0)	90 (%100)	0 (%0)	90 (%100)	0	0 (%0)	0 (%0)	100 (%100)
Galonlar	40	34 (%85)	6 (%15)	13 (%32.5)	27 (%67.5)	6 (%15)	34 (%85)	0->1100	0 (%0)	9 (%22.5)	31 (%77.5)
Cam Şişeler	50	30 (%60)	20 (%40)	11 (%22)	39 (%78)	7 (%14)	43 (%86)	0-460	0 (%0)	10 (%20)	40 (%80)

B.* : Bifidobacterium

Çizelge 12 : Su Örneklerinden Üretilen Aeromonas Cinsi Bakterilerin Üretildikleri Örnekler ve Türlerine Göre Dağılımları.

Su Örneklerinden Ayırdığımız Aeromonas Cinsleri	Toplam	İstasyon Suları	Pet Şişeler	Galonlar	Cam Şişeler
		17	0	9	10
<i>Aeromonas hydrophila</i>	24	11	0	6	7
<i>Aeromonas caviae</i>	10	4	0	3	3
<i>Aeromonas sobria</i>	2	2	0	0	0

İncelenen 270 su örneğinden toplam 36 *Aeromonas* cinsi bakteri üretilmiştir. İstasyon suyu örneklerinden 11, galonlardaki su örneklerinden 6, cam şişelerdeki örneklerden 7 adet olmak üzere 24 tane *Aeromonas hydrophila*; istasyon sularından 4, galonlardan 3, cam şişelerden 3 olmak üzere toplam 10 tane *Aeromonas caviae*; istasyon sularından 2 tane *Aeromonas sobria* izole edilmiştir. Pet şişelerdeki örneklerden hiçbirinde *Aeromonas* cinsi bakteri üretilmemiştir.

TARTIŞMA

İçme ve kullanma sularının temizliğinin, arıtma, işlemlerinin güvenilirliğinin, daha önemlisi halka sunulan ambalaj ve tüketim şeklinin mikrobiyolojik açıdan sağlığa uygunluğunun araştırılması büyük önem taşımaktadır. Suda muhtemel bir kirlenmeyi ortaya koymak ve bunun sebep olabileceği salgınları önlemek için suların düzenli mikrobiyolojik kontrollerinin yapılması gereklidir. Bir kirlenme tespit edildiğinde kaynağı araştırılmalı ve ortadan kaldırılıncaya kadar bu su kullanılmamalıdır.

Mikrobiyolojik araştırmalar için kullanılacak deneyler de dikkatle seçilmelidir. Sularla bulaşarak salgınlar yapabilen tifo, paratifo, dizanteri, kolera, bulaşıcı hepatit, polyomiyelit, gastroenterite sebep olan mikroorganizmaların ve bunun yanında protozoon ve helmint infeksiyonları etkenlerinin sularda aranması hem zor hem de her zaman güvenilir bir yöntem değildir. Bu etkenler sulara dışkı ile bulaştığından böyle bir kirlenme derecesini ortaya çıkaran bakterilerin araştırılması daha uygun sonuçlar vermektedir.

İçme ve kullanma sularının muayenelerinde genel olarak E. coli, koliform bakteriler, Streptococcus faecalis ve Clostridium perfringens sulara dışkı karıştığına bir göstergesi olarak araştırılan bakterilerdir. Çalışmamızda bir mikrobiyolojik kriter olarak total bakteri sayımı, sulara dışkı karışıp karışmadığının bir göstergesi olarak E. coli, koliform bakteriler ve termo toleran koliformlar, dışkı tespit edilen sularda kaynağın insan olduğunun tespiti için sorbitolü fermente eden Bifidobacteriumlar ve son yıllarda su kirlenmesinin bir indikatörü olabileceği öne sürülen Aeromonas cinsi bakteriler araştırılmıştır (28, 38).

TSE ve GMT'de içme sularının 1ml'sinde 500'den fazla aerop bakteri olmaması gerektiği bildirilmektedir. Bu çalışmada çeşitli kaynaklardan elde ettiğimiz su örneklerinin tümünde toplam aerop bakteri sayımı yapılmıştır. İnceleyebildiğimiz literatürlerde, ülkemizde konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda, sularda yapılan total bakteri sayımı sonuçlarına rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmalarımızı başka çalışmalarla karşılaştırma olanağı bulunamamıştır (10, 31).

Bu çalışmada istasyon sularına ait 90 adet içme suyu örneği incelenmiştir. Bu örneklerden 70 tanesinde ml'deki total bakteri sayısı 500/ml'nin altında (3/ml - 480/ml arasında), 20 tanesinde 500/ml'nin üstünde (510/ml - 7200/ml arasında) bulunmuştur. Bu sonuçlar, istasyon suyu örneklerinin 20 adedinin (%22) total bakteri sayılarına göre TSE ve GMT'ne uymadığını, 70 adedinin (%78) ise uyduğunu göstermektedir.

İncelenen 90 adet pet şişe örneğinin 87'sinde ml'deki total bakteri sayısı 500'ün altında (0/ml - 440/ml arasında), 3 tanesinde 500'ün üzerinde (600/ml - 990/ml arasında) bulunmuştur. 40 galon suyu örneğinden 34'ünde total bakteri sayısı 500/ml'nin altında (0/ml - 410/ml arasında), 6 tanesinin ise 500/ml'nin üzerinde (680/ml - 6280/ml arasında) olduğu tespit edilmiştir. 50 cam şişe örneğinden 30'unda total bakteri sayısı 500/ml'nin altında (3/ml - 470/ml arasında), 20'sinde ise 500/ml'nin üzerinde (620/ml - 16200/ml arasında) bulunmuştur.

Bu sonuçlara göre incelenen örneklerin total bakteri yönünden pet şişe sularının 87 (%96.7)'si, galon suyu örneklerinin 34 (%85)'ü, cam şişe sularının 30 (%60)'u TSE ve GMT'ye uygunken; pet şişe sularının 3 (%3.3)'ü, galon suyu örneklerinin 6 (%15)'si, cam şişe suyu örneklerinin 20 (%40)'si TSE ve GMT'ye uygun değildir.

İncelenen toplam 270 su örneğinden 221 (%82)'inde toplam bakteri sayımı 500/ml'nin altında, 49 (%18)'unda ise 500/ml'nin üzerindedir. Sonuç olarak incelenen tüm içme suyu örneklerinin %82'si toplam aerobik bakteri sayısı açısından TSE ve GMT'ne uygun bulunmuş, %18'i ise uygun bulunmamıştır.

TSE ve GMT'nde belirtildiği üzere içme sularında 100ml'de E. coli bulunmamalıdır. Oğuzkurt ve arkadaşları, istasyon suları üzerine yaptıkları bir araştırmada %3 oranında E. coli bulmuşlardır (10, 20, 31).

Çalışmamızda E. coli, sulara dışkı karışığının en güçlü kanıtı olarak aranmıştır. İncelenen 90 istasyon suyu örneğinden 8 (%8.8)'inde, 40 galon suyu örneğinden 2 (%5)'sinde, 50 cam şişe suyu örneğinden 4 (%8)'ünde bu bakteri tespit edilmiştir. Pet şişe sularında ise E. coli bulunmamıştır. İncelenen toplam 270 içme suyu örneğinden 14 (%5)'ünde E. coli'ye rastlanmıştır.

Bu sonuçlara göre incelenen istasyon suyu örneklerinin %91.2'si, galon suyu örneklerinin %95'i ve cam şişe suyu örneklerinin %92'si E. coli ihtiva etme bakımından TSE ve GMT'ne uygun bulunurken, incelenen istasyon suyu örneklerinin %8.8'i, galon suyu örneklerinin %5'i ve cam şişe suyu örneklerinin %8'i aynı kriter bakımından TSE ve GMT'ne uygun bulunmamıştır. İncelenen pet şişe örneklerinin hepsi ise E. coli ihtiva etme açısından TSE ve GMT'ne uygun bulunmuştur.

Uluslararası içme suyu standartlarında örneklerin hiçbirinde en muhtemel koliform bakteri sayısının 10'un üzerinde olmaması gerektiği bildirilmektedir. Oğuzkurt ve arkadaşları, İstanbul piyasasında faaliyet gösteren istasyonların

suları üzerine yaptıkları bir araştırmada örneklerin %32'sinde koliform bakteri tespit etmişlerdir (20). Keskin ve arkadaşları ise Pendik İlçesi'ndeki su istasyonlarından belli aralıklarla alınan 160 içme suyu örneğinden 39 (%24.3)'unda koliform bakteri tespit etmişlerdir (13). Çalışmamızda da istasyon sularına ait 90 örneğin 24 (%27)'ünde 100ml'de koliform bakteriye rastlanmış, 66 (%73)'sında ise rastlanmamıştır.

Çalışmamızda incelenen istasyon sularına ait 90 örneğin 71 (%78.8)'inde en muhtemel koliform bakteri sayımları 100ml'de 0-10 arasında, 19 (%21.2)'unda ise 10'un üzerinde bulunmuştur. Bu sonuçlara göre incelenen istasyon sularının %78.8'i koliform bakteri bulunması bakımından uluslararası normlara uygun, %21.2'si uygun değildir. TSE ve GMT'nde bu noktada açıklık olmadığı için değerlendirme, uluslararası normlara göre yapılmıştır.

Gökçe ve arkadaşları kaynak suları ile ilgili İstanbul piyasasında yaptıkları bir çalışmada pet şişelerde %4.1, galonlarda %60 ve cam şişelerde %22 oranında koliform bakteri bulunduğunu bildirmişlerdir (8). Çalışmamızda ise 40 galon suyu örneğinin 13 (%32.5)'ünde, 50 cam şişe suyu örneğinin 11 (%22)'inde 100ml'de koliform bakteri tespit edilmiştir. İncelenen 90 pet şişe suyunda ise koliform bakteriler bulunmamıştır.

Çalışmamızda incelenen galon sularına ait 40 örneğin 31 (%77.5)'inde en muhtemel koliform bakteri sayımları 100ml'de 0-10 arasında, 9 (%22.5)'unda ise 10 ve üzerinde bulunmuştur. 50 cam şişe suyu örneğinden ise 100ml'deki en muhtemel koliform bakteri sayımları 0-10 arasında olan 43 (%86), 10 ve üzerinde olan 7 (%14) örnek tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre incelenen galon suyu örneklerinin %77.5'i koliform bakteri bulunması bakımından uluslararası normlara uygun, %22.5'i uygun değildir. İncelenen cam şişe örneklerinin ise %86'sı koliform bakteri bulunması açısından uluslararası normlara uygun, %14'ü ise uygun bulunmamıştır. İncelenen bütün pet şişe örnekleri ise aynı açıdan uluslararası normlara %100 uygun bulunmuştur.

Bakteriyolojik yönden incelenen toplam 270 içme suyu örneğinin 235 (%87.1)'i koliform bakteri yönünden uluslararası normlara uygun bulunmuş; 35 (%12.9)'i ise uygun bulunmamıştır.

Koliform grubuna ait olmayan *Aeromonas* cinsi bakteriler yalancı pozitif reaksiyonlara sebep olabileceğinden fermentasyon tüpleri metodu uygulanırken mutlaka doğrulama ve tamamlama deneyleri de yapılmaktadır. Bilindiği gibi *Aeromonaslar*'ın %30'u laktozdan asit oluşturur ve bu deney için kullanılan besiyerlerinde ürerler (15).

Araştırmamızda da tahmin deneyinde 1100'ün üzerinde koliform tespit edilen bir istasyon suyu örneğinde, koliform olarak düşünülen bakterinin, tamamlama deneyi sonucunda *A. hydrophila* olduğu açığa çıkmış, bu su örneğinin ise koliform içermediği bildirilmiştir. Yine tahmin deneyinde muhtemel koliform bakteri sayımları 210 ve 75 olan iki örnekte de tamamlama deneyi sonucunda koliform bakteri ürettiği tahmin edilen bazı tüplerdeki asit ve gaz oluşumunun *Aeromonaslar* tarafından meydana getirildiği tespit edilmiştir. Bu iki örneğin en muhtemel koliform bakteri sayıları, tamamlama deneyinden sonra sırayla 75 ve 4 olarak bildirilmiştir.

TSE belgesinde içme sularının hiçbir numunesinde fekal koliform bulunmaması gerektiği bildirilmektedir (31). Çalışmamızda bakteriyolojik açıdan incelenen içme sularında fekal koliformlar (termo toleran koliform) da araştırılmıştır.

İncelenen 90 istasyon suyu örneğinin 76 (%84.5)'sında 100ml'de fekal koliform bulunmamış, 14 (%15.5)'ünde ise fekal koliform tespit edilmiştir. Galon sularına ait 40 örneğin 34 (%85)'ünde 100ml'de fekal koliform bulunmazken, 6 (%15)'sında bu bakterilere rastlanmıştır. 50 cam şişe suyu örneğinden 100ml'de fekal koliform tespit edilmeyenler 43 (%86) iken, tespit edilen örnek sayısı 7 (%14) adettir. İncelenen 90 pet şişe suyu örneğinin hiçbirinde fekal koliform bulunmamıştır.

Bu sonuçlara göre incelenen istasyon suyu örneklerinin %84.5'i, pet şişe suyu örneklerinin %100'ü, galon suyu örneklerinin %85'i, cam şişe suyu örneklerinin ise %86'sı fekal koliform ihtiva etmesi açısından TSE belgesine uygun bulunurken, istasyon suları örneklerinin %15.5'i, galon suyu örneklerinin %15'i, cam şişe suyu örneklerinin %14'ü uygun bulunmamıştır.

İncelenen toplam 270 içme suyu örneğinin 243 (%90)'ü dışkı kaynaklı koliform bakteri ihtiva etme kriteri açısından TSE belgesine uygun bulunmuş; 27 (%10)'si dışkı kaynaklı koliform bakteri ihtiva etmeleri sebebi ile TSE belgesine uygun bulunmamıştır.

Suların bakteriyolojik incelemeleri için yeni yöntemlerin uygulama alanına girmesi, içme sularının kontrolünde daha güvenilir ve daha geçerli yaklaşımlara yol açabilecektir. Sorbitolü fermente eden Bifidobacterium'ların yalnız insan kaynaklı kirlenmelerin özel bir göstergesi olduğu ortaya konmuştur (28). Buna karşılık E. coli veya koliformların bulunması, dışkı karıştığını göstermekle beraber bu kirlenmenin insan veya hayvan orjinli olup olmadığını belirtememektedir. Bifidobacteriumlar, sularda E. coli ve koliform bakteriler kadar yaşayamazlar. Bu sebeple, yeni kirlenmeleri gösterebilirler. Bu bakımdan sularda Bifidobacterium sayısının koliform bakterilere oranı, kirlenme zamanı hakkında da ipucu verebilir (27, 28).

Kürsümüzde daha önce yapılan iki ayrı çalışmada Bifidobacterium'ların insan dışkısında bulunma oranı %84 ve %86 olarak bulunmuştur (27, 37). Bu sonuçlar, sorbitolü fermente eden Bifidobacterium'ların ancak bir dereceye kadar gösterge olabileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda incelenen içme suyu örneklerinin hiçbirinde sorbitolü fermente eden Bifidobacterium bulunamamıştır. İnsan dışkısına özgü bu bakterinin bulunamaması sebebi ile tespit edilen kirlenmelerin insan dışkısından kaynaklanıp kaynaklanmadığı konusunda karara varılamamıştır.

Çalışmamızda membran filtre yöntemiyle *Aeromonas* cinsi bakteriler de araştırılmıştır. İncelenen 90 istasyon suyu örneğinden 74 (%83.3)'ünde, 40 galon suyu örneğinin 31 (%77.5)'inde, 50 cam şişe suyu örneğinin 40 (%80)'ında *Aeromonas* cinsi bakterilere rastlanmazken, istasyon suları örneklerinden 16 (%17.7)'sında, galon suyu örneklerinin 9 (%22.5)'unda, cam şişe suyu örneklerinin 10 (%20)'unda bu bakteri tespit edilmiştir. 90 pet şişe örneğinde ise *Aeromonas* cinsi bakterilere rastlanmamıştır.

İncelenen istasyon suyu örneklerinden 17 adet *Aeromonas* cinsi bakteri izole edilmiştir. Bunların 11 (%65)'i *A. hydrophila*, 4 (%23.5)'ü *A. caviae*, 2 (%11.5)'si *A. sobria* olarak bulunmuştur. Bir istasyon suyu örneğinden ise hem *A. hydrophila* hem de *A. caviae* izole edilmiştir.

Galon suyu örneklerinden 9 adet *Aeromonas* cinsi bakteri tespit edilmiştir. Bunların 6 (%66.6)'sı *A. hydrophila*, 3 (%33.3)'ü *A. caviae* olarak bulunmuştur.

Cam şişe suyu örneklerinden 7 (%70)'si *A. hydrophila*, 3 (%30)'ü *A. caviae* olmak üzere 10 adet *Aeromonas* cinsi bakteri izole edilmiştir. *A. sobria*'ya galon ve cam şişe suyu örneklerinde rastlanmamıştır.

İncelenen içme suyu örneklerinden izole edilen 36 *Aeromonas* cinsi bakterinin 24 (%66.6)'ü *hydrophila*, 10 (%27.7)'u *caviae*, 2 (%5.7)'si *sobria* türlerine ait bulunmuştur.

Su incelemelerinde *Aeromonas* cinsi bakterilerin, dışkı karıştığını gösteren indikatör bakteriler olarak kullanılıp kullanılmayacağı tartışmalıdır. Dünya Sağlık Teşkilatı, Uluslararası İçme Suyu Standartı, Gıda Maddeleri Tüzüğü ve TSE Belgeleri'nde *E. coli* ve koliform bakteriler, en önemli dışkı indikatörü olan mikroorganizmalar olarak bildirilmektedir (10, 31, 32, 38). Dolayısıyla *Aeromonas*'ların bir dışkı indikatörü olarak kullanılabilmesi için sularda tespitinde bu bakterilerle arasında bir korelasyon görülmelidir.

Nakano ve arkadaşlarının nehir ve deniz sularında (1990) yaptıkları bir çalışmanın sonuçlarına bakıldığında koliform bakteri sayısı ile *Aeromonas* sayısı arasında az çok bir paralellik olabileceği görülmektedir (19). Halbuki Burke ve arkadaşlarının Avustralya'da yıl boyunca yaptıkları bir çalışmada; şehir şebeke suyu, uluslararası içme suyu standartlarına uygun olmasına rağmen *Aeromonas* içerdiği tespit edilmiştir (5).

Çalışmamızda incelenen 270 içme suyu örneğinde *Aeromonas* cinsi bakteri ürettiği halde koliform bakteri üremeyen 8, *Aeromonas* ürememesine rağmen koliform üreyen 27, hem *Aeromonas* hem de koliform bakteri üreyen 19 örnek tespit edilmiştir. *Aeromonas*lar suda koliform bakterilerden daha uzun süre yaşarlar. Bu bakımdan *Aeromonas* ürettiği halde koliform üremeyen örneklerde uzun süre önce olmuş bir kontaminasyon söz konusu olabilir. Fakat; koliform bakteri ürettiği halde *Aeromonas* üremeyen örneklerin diğerlerine oranla daha çok olması, bu bakterilerin indikatör mikroorganizmalar olarak koliformlarla paralel sonuçlar vermedi ve dolayısıyla *Aeromonas* cinsi bakterilerin sulara dışkı karışığının bir indikatörü olarak kullanılabileceğini göstermemektedir.

İçme suyundan izole edilen birçok *Aeromonas* enterotoksin ve diğer virülans faktörlerine sahiptirler. Notermans ve arkadaşları, içme suyundan izole edilen *A. hydrophila* ve *A. sobria* suşlarında sitotoksik ve hemolitik aktive bulmuşlardır. Holmberg ve arkadaşları 34 tane *Aeromonas* ile ilgili diare vakasını incelemişler ve 20 kişinin artılmamış su içtiklerini tespit etmişlerdir (15). Burke ve arkadaşları bir yıl boyunca yaptıkları bir çalışmada *Aeromonas*lar'ın sebep olduğu gastroenterit sıklığının şehir şebeke suyundaki *Aeromonas* sayısıyla paralellik gösterdiğini tespit etmişlerdir (5).

*Aeromonas*lar'ın sebep olduğu bazı diare vakalarında dışkıdan izole edilen *Aeromonas*lar ile, içme sularından izole edilen *Aeromonas*lar arasında fizyolojik olarak benzerlikler bulunmuştur (15). Fakat biyotiplendirme sonuçları yetersiz kalmaktadır. Diareli insanların dışkılarından izole edilen *Aeromonas* suşlarının

%91'i enterotoksin oluştururken, sulardan izole edilenlerin %70'i enterotoksijeniktir (5).

Havelaar ve arkadaşlarının gaz-likid kromatografisi kullanarak yaptıkları bir araştırmada ise diareli insanların dışkısından elde edilen Aeromonaslar ile içme suyundan izole edilen Aeromonaslar arasında çok az bir benzerlik bulunabilmiştir. En büyük farklılık ise *A. cavia* kökenlerinde bulunmuştur (11).

Aeromonas cinsi bakteriler sularda fekal kirlenme sonucu olmaksızın da bulunabilirler. Sularda Aeromonas cinsi bakterilerin tespiti dışkı indikatör bakterinin aranması ile tam olarak yapılamamaktadır. Bu yüzden bakteriyolojik incelemesinde sadece dışkı indikatörlerinin aranması, Aeromonaslar'ın tespit edilememesine ve böylece bu bakterilerle oluşacak infeksiyonlara yol açabilmektedir.

İçme sularından izole edilen Aeromonaslar ile diare etkeni olan Aeromonas suşları arasındaki benzerlik tartışmalıdır. Ayrıca fırsatçı patojen oldukları bilinen Aeromonas cinsi bakterilerin infekte edici dozu da yüksektir. Bu sebeplerden içme sularında Aeromonaslar aranırken yapılacak daha doğru bir yaklaşım, bu bakterilerin sayılarının da tespit edilmesidir. 1985 yılında Hollanda'da üretim plantasyonunu terkeden suyun 100ml'sinde 20 Aeromonas ve dağıtım sistemlerinde de 50 bakterinin kabul edilebilir limitlerde olduğu bildirilmiştir. Son yıllarda ise içme suyu dağıtım şebekesinde 100ml'de 200 bakteri kabul edilebilir sınır olarak belirlenmiştir. Bu sayının üstü, arıtmanın uygun olmayan şartlarda yapıldığını göstermektedir (15).

Çalışmamızda ise, ülkemizde henüz yeterince araştırılmamış olan içme suyu çeşitlerinde öncelikle Aeromonas cinsi bakterilerin tespiti amaçlanmıştır. İncelenen 270 su örneğinden ise %12.9 gibi çok yüksek bir oranda bu bakterilere rastlanmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda Aeromonaslar'ın sayımı da yapılmalı ve epidemiyolojik veriler de dikkate alınarak bir standardizasyona gidilmelidir.

Pet şişe suları, tek kullanımlık ambalajlar halinde tüketime sunulmaktadır. Galon ve cam şişe suları ise her defasından önce yıkanmak şartıyla pek çok kez doldurulup piyasaya verilmektedir.

GMT, TSE ve Uluslararası İçme Suyu Standartları gözönüne alındığında; incelenen pet şişe suyu örneklerinin sadece %3.3'ü içmeye uygun bulunmazken, galon suyu örneklerinin %35'i, cam şişe sularının %44'ü yine aynı normlar açısından içilmeye uygun bulunmamıştır. Usulüne uygun olmayan arıtmanın bir indikatörü olan Aeromonas cinsi bakteriler de, incelenen pet şişe örneklerinde bulunmazken, galon suyu örneklerinde %3.3, cam şişe suyu örneklerinde de %3.7 oranında tespit edilmiştir.

Bu sonuçlar, galon ve cam şişe sularının doldurulmadan önce, kapların yeterince temizlenemediğini göstermektedir.

Su örneklerinin GMT, TSE Belgesi ve Uluslararası normlara bakılarak bakteriyolojik yönden içilebilir nitelikte olup olmadıkları araştırılmıştır.

İstasyon suyu örneklerinin %65.6'sı, pet şişe suyu örneklerinin %96.7'si, galon suyu örneklerinin %65'i, cam şişe suyu örneklerinin %56'sı bu normlara bakılarak içilebilir nitelikte bulunmalarına karşın, istasyon suyu örneklerinin %34.4'ü, pet şişe suyu örneklerinin %3.3'ü, galon suyu örneklerinin %35'i, cam şişe suyu örneklerinin %44'ü aynı normlara göre içilmeye uygun bulunmamıştır.

İncelenen içme suyu örneklerinin 200 (%74.1)'ü bildirilen içme suyu normları bakımından içilebilir nitelikte bulunmasına rağmen, 70 (%25.9)'i ise bu normlara göre içilmeye uygun bulunmamıştır.

SONUÇ

Bu araştırma Nisan 1995-Ağustos 1995 tarihleri arasında ve farklı firmalar tarafından İstanbul'un çeşitli semtlerinde tüketime sunulan istasyon suları, pet şişeler, galonlar ve cam şişelerdeki 270 adet içme suyu rneği kullanılarak Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarında yapılmıştır.

Su rnelerinin GMT, TSE Belgesi (T.S. 266) ve Uluslararası normlar göz önüne alınarak bakteriyolojik yönden içilebilir nitelikte olup olmadıkları araştırılmıştır.

İstasyon suyu rnelerinin %34.4', pet şişe suyu rnelerinin %3.3', galon suyu rnelerinin %35'i, cam şişe suyu rnelerinin ise %44'ünün bakteriyolojik yönden içilebilir nitelikte olmadığı tespit edilmiştir.

İçme suyu rnelerinde sorbitolü fermente eden Bifidobacteriumlar'a rastlanmamıştır. Bu sebeple mevcut kirlenmenin insan dışkısından kaynaklandığı tespit edilememiştir.

Ayrıca bir kirlenme indikatörü olabileceği tartışmalı olan *Aeromonas* cinsi bakteriler de incelenmiş ve bunlara istasyon suyu örneklerinin %17.7'sinde, galon sularının %22.5'inde ve cam şişe sularının %20'sinde rastlanmıştır. İncelenen tüm içme suyu örneklerinde ise %12.9 oranında bu bakteriye rastlanmıştır. Fakat diğer dışkı indikatörü mikroorganizmalar ile aralarında bir bağıntı tespit edilememiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda *Aeromonaslar*'ın örneklerdeki sayıları da tespit edilmeli ve epidemiyolojik veriler de dikkate alınarak bir standardizasyona gidilmelidir.

Bu sonuçlar gösteriyor ki; İstanbul piyasasında satılan içme suları her ne kadar kaynaklarında temiz oldukları kabul edilse bile tüketiciye sunuluncaya kadar uygulanan işlemlerde bir kontaminasyon söz konusudur.

ÖZET

Bu araştırma Nisan 1995-Ağustos 1995 tarihleri arasında ve farklı firmalar tarafından İstanbul'un çeşitli semtlerinde tüketime sunulan istasyon suları, pet şişeler, galonlar ve cam şişelerdeki 270 adet içme suyu örneği kullanılarak Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı laboratuvarlarında yapılmıştır.

İçme suyu örneklerinin Gıda Maddeleri Tüzüğü, Türk Standartları Enstitüsü'ne "T.S. 266 numaralı içme suyu standartlarına" uygun olup olmadıkları araştırılmıştır. İncelenen içme suyu örneklerinin %25.9'u ml'deki total bakteri sayımı, E. coli ihtiva etme, koliform bakteri sayısı ve termo toleran koliform içirme açısından bu standartlara uygun olmadıkları tespit edilmiştir.

İncelenen içme suyu örneklerinde sorbitolü fermente eden Bifidobacteriumlara rastlanmamıştır.

Aeromonas cinsi bakter, istasyon suyu örneklerinin %17.7'sinde, galon suyu örneklerinin %22.5'inde, cam şişe suyu örneklerinin %20'sinde tespit edilmiştir. Pet şişelerde ise bu bakterilere rastlanmamıştır. İncelenen tüm içme suyu örneklerinin %12.9'unda Aeromonas cinsi bakteriler izole edilmiştir. Elde edilen 36 Aeromonas suşunun ise %66.6'sı A. hydrophila, %27.7'si A. caviae, %5.7'si A. sobria olarak bulunmuştur.

SUMMARY

This investigation has been conducted between April 95-august 95 in Cerrahpasa Medical Faculty, Department of Microbiology and Clinical Microbiology laboratories using total 270 samples of drinking water that were collected from commercial sources in plastic containers, 3liters glass bottles and glass bottles or obtained directly from drinking water stations in different regions of Istanbul.

All drinking water samples were investigated whether or not they were in accord to the regulations of nutritions substances and to the Instutie of Turkish Standarts "TS 266 numbered Drinking Water Standarts".

Twenty-five point nine percent of the investigated drinking water samples were found unsuitable in terms of total bacteria count in ml and E. coli, coliform bacteria fecal coliform content.

Bifidobacterium that ferments sorbitole was not found in all drinking water samples.

Aeromonas species were found in 17.7% of the drinking water stations, 22.5% of the water stored in 3 liters glass bottles and 20% of the drinking water samples in glass bottles. Only 12.9% of Aeromonas strains were found in all investigated drinking water samples. 66.6% of the 36 Aeromonas strains were found as A. hydrophila, 27.7% A. caviae and 5.7% as A. sobria.

KAYNAKLAR

1. Allen DA., Austin B., Colwel RR. : *Aeromonas media*, a new species isolated from river water. *Inf. J. Sys. Bacteriol.* 33; 599-604, 1983
2. Altwegg M., Steigerwalt AG., Bissig R., Hottenstein J., Brenner DJ.: Biochemical identification of *Aeromonas* genospecies isolated from humans. *Journal of Clinical Microbiology*, 28; 258-264, 1990
3. Bannerman SE., Hausler Jr. WJ., Herrman KL., Isenberg HD., Shadomy HJ.: *Manual of Clinical Microbiology*, 5th ed. American Society of Microbiology, Washington DC, 1992
4. Barva, Barrows WB., Sounders Company, Capter 20, 359-366
5. Burke V., Robinson J., Gracey M., Peterson D., Partridge K. : Isolation of *Aeromonas hydrophila* from a metropolitan water supply: Seasonal correlation with clinical isolated. 48; 361-366, 1984

6. Cox CR. (Türkçe'ye çeviren Dr. Cemal Alagöz): Suların tasfiyesinin teknikleri ve kontrolü. Gürsoy Matbaacılık Sanayii, Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı Sağlık İşleri Genel Müdür Muavini, 1971

7. Fliermans CB., Gorden RV., Hazen TC., Esch GW. : *Aeromonas* distribution and survival in a thermally altered lake. *Applied and Environmental Microbiology* 33; 114-122, 1977

8. Gökçe R., Civan E., Ergün Ö. : İstanbul piyasasında satılan şişelenmiş kaynak sularının bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel kalite kriterleri yönünden incelenmesi. İstanbul ve Civarı Su Kaynakları Sempozyumu (10-25 Mayıs 1995), İstanbul, Tebliğler Kitabı, İSKİ Yayını 1995

9. Graevenitz AV., Bucher C. : Evaluation of differential and selective media for isolation of *Aeromonas* and *Plesiomonas* spp. from human feces. *Journal of Clinical Microbiology*, 17; 16-21, 1983

10. Gıda Maddeleri Tüzüğü (GMT), 1987

11. Havalear AH., Schets FM., Silfhout Avan, Jansen WH., Wieten G., Kooij D. van der : Typing of *Aeromonas* strains from patients with diarrhoea and from drinking water. *Journal of Applied Bacteriology* 72; 444, 1992

12. Huguet JM., Ribas F. : SGAP-10C agar for the isolation and quantification of *Aeromonas* from water. *Journal of Applied Bacteriology* 70; 81-88, 1991

13. Keskin G., Ünsal A., Kurtul C., Öztürk M. : Pendik ilçesindeki su istasyonlarından belli aralıklarla alınan suların kimyasal ve bakteriyolojik kontrolü. *Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi* 25; 101-111, 1994

14. Koneman WE., Allen SD., Janda WM., Schreckenberger PC., Winn WC.: Diagnostic Microbiology, Fourth Edition, JB. Lippincott Company, Philadelphia, 147-149, 246-248, 1992

15. Kooij D. van der : Properties of Aeromonas and their occurrence and hygienic significance in drinking water. Zbl. Bact. Hyg. B. 187; 1-17, 1988

16. Küçüker MA., Çotuk A., Tolun V., Kolaç Y. : Midyelerden elde edilen Aeromonas suşları. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 24; 158-160, 1994

17. Kühn I., Lindberg T., Olsson K., Stenström TA. : Biochemical fingerprinting for typing of Aeromonas strains from food and water. Letters in Applied Microbiology 15; 261-265, 1992

18. Lannigan R., Hussain Z. : Wound isolate of Salmonella typhimurium that become chlorate resistant after exposure to Dakin's solution: Concomitant loss of hydrogen sulfide production; gas production and nitrat reduction. Journal of Clinical Microbiology 31; 2497-2498, 1993

19. Nakano H., Kameyama T., Venkateswaran K., Kawakami H., Hashimoto H.: Distribution and characterization of hemolytic and enteropathogenic motile Aeromonas in aquatic environment. Microbiol. Immunol. 34; 447-458, 1990

20. Oğuzkurt N., Özgenç RS., Yılmaz G., Turan F., Samastı M., Öztürk R. : İstanbul piyasasındaki su istasyonlarında satılan içme sularının mikrobiyolojik incelenmesi. Poster

21. Özer N. : Klinik Bakteriyoloji'ye Giriş: Suyun bakteriyolojik yönden incelenmesi. s: 20-53

22. Öztürk R., Midilli K., Okyay K., Eroğlu C., Aygün G., Kenani Y., Sarsan A. : Çocuk ve erişkin yaş grubu sürgün olgularında *Campylobacter jejuni* ve *Campylobacter coli* sıklığının araştırılması. Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi 24; 42-45, 1994

23. Poffe R., Beeck E. Op de : Enumeration of *Aeromonas hydrophila* from domestic wastewater treatment plants and surface waters. Journal of Applied Bacteriology 71; 366-370, 1992

24. Paul H. : Cholera: The control of diseases. 2. Baskı, E&s Livingstone LTD. Edinburg and London, s: 243, 1964

25. Pollitzer R. : Cholera. Monograph Series, No:43, World Health Organization, Genova, 1959

26. Popoff M. : Genus III *Aeromonas* (Kluyver and Van Niel) 1936, 398, in Krieg NR. and Holt JG. (ed.) Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol.1, page 545-548. Williams-Wilkins Co., Baltimore, 1984

27. Rastgooy R. : Suların bakteriyolojik muayenelerinde *Bifidobacterium*'ların önemi üzerine çalışmalar. Uzmanlık Tezi, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, 1987

28. Resnick IG., Levin MA. : Assessment of *Bifidobacteria* as indicators of human Fecal pollution. Applied and Environmental Microbiology 42; 433-438, 1981

29. Ronald M. Atlas, Lawrence C. Parks (ed) : Handbook of Microbiological Media, CRC Pres. Inc. NW, Boca Raton, Florida. Fay and Barry Medium, 1th edition, p:352, 1993

30. Töreci K. : Suile bulaşan infeksiyonlar, suyun dezenfeksiyonu ve bakteriyolojik incelenmesi. Ders Notu, 1990

31. Türk Standartları Enstitüsü, 266; İçme Sular, Birinci Baskı; 266, 1984

32. Uluslararası İçme Suyu Standartları, S.S.Y.B.

33. Unat EK. : Barsağın gram (-) bakterilerinin çabuk tanımı için balıklı besiyeri. Yeni Tıp Alemi 18; 150, 1969

34. Unat EK., Erginöz H., Demirhindi O., Samastı M., Yücel A. : İstanbul'da dışkıyla bulaşan hastalıklar sorunu. İstanbul Bulaşıcı Hastalıklarla Savaş Derneği Yay., İstanbul, 3, 1987

35. Unat EK. : Tıp Bakteriyolojisi ve Virolojisi, İstanbul; s: 545-581, 203-210, 516-537, 64-129, 546-553, 1987

36. Unat EK. : Temel Mikrobiyoloji, İstanbul; s: 205-206, 232, 537-550, 1993

37. Yıldız HA. : İstanbul'un bir kısım içme ve kullanma sularının bakteriyoloji yönünden araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, 1991

38. WHO : Guidelines for drinking water quality, vol. 1, recommendations, second edition, Genova, 1993.