

## ÇEŞİTLİ GIDALARDA KOLİFORM, FEKAL KOLİFORM ve E.COLİ VARLIĞI<sup>1</sup>

### ENUMERATION OF COLIFORMS, FECAL COLIFORMS AND E.COLI IN FOODS

Hilal B. DOĞAN<sup>2</sup>, İbrahim ÇAKIR<sup>2</sup>, Fikret KEVEN<sup>3</sup>, Serap COŞANSU<sup>2</sup>, Nadire KIRAL<sup>2</sup>,  
Tuba İnan DAĞER<sup>2</sup>, Gürcan GÜRSU<sup>2</sup>, A. Kadir HALKMAN<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

<sup>3</sup>İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Malatya

**ÖZET:** Bu çalışmada pastörize süt, yoğurt, peynir, tereyağı, dondurma, salata, şarküteri ürünleri, yaş pasta, baharatlar ve yaş meyve-sebze olmak üzere toplam 1067 gıda örneğinde TS 6063 ve TS 7725'e göre koliform grup bakterisi, fekal koliform grup bakterisi ve *E. coli* sayımı yapılmıştır. Analizler sonunda koliform bakterisi, fekal koliformlar ve *E. coli* sırası ile pastörize sütte (n=108) %58.3; %44.4; %20.4, yoğurta (n=102) %51.9; %47.1; %31.4, peynirde (n=97) %78.4; %75.3; %72.2, tereyağında (n=91) %53.8; %52.7; %39.6, dondurmada (n=103) %75.7; %59.2; %29.1, salatada (n=84) %100.0; %91.7; %78.6, şarküteri ürünlerinde (n= 228) %73.7, %61.0; %50.9, yaş pastada (n=84) %98.8, %91.7; %71.4, baharatlarda (n = 77) %80.5; %77.9; %54.5 ve yaş meyve-sebzede (n=93) %87.1; %75.3; %52.7 düzeyinde pozitif sonuç alınmıştır. Bu bulgular analiz edilen gıda gruplarında kayda değer ölçüde fekal kontaminasyon ve buna bağlı olarak potansiyel tehlikenin büyük boyutlarda olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Koliform, fekal koliform, *E. coli*, gıda

**ABSTRACT:** In this research, total 1067 samples of pasteurized milk, yogurt, butter, ice cream, cheese, salad, delicatessen products, cookies, spices, fresh fruits and vegetables were enumerated for their contamination of coliform bacteria, fecal coliforms and *E. coli*. Enumeration was done by using the methods in TS/ISO 6063 and TS/ISO 7725 standards. According to results, the samples contained coliform bacteria, fecal coliforms and *E. coli* respectively in the rates of 58.3%; 44.4%; 20.4% for pasteurized milk (n= 108), 51.9%; 47.1%; 31.4% for yogurt (n= 102), 78.4%; 75.3%; 72.2% for cheese (n=97), 53.8%; 52.7%; 39.6% for butter (n=91), 75.7%, 59.2%; 29.1% for ice-cream (n=103), 100.0%; 91.7%; 78.6% for salad (n=84), 73.7%; 61.0%; 50.9% for delicatessen products (n= 228), 98.8%; 91.7%; 71.4% for cookies (n=84), 80.5%; 77.9; 54.5% for spices (n=77) and 87.1%; 75.3%; 52.7% for fresh fruit and vegetables (n= 93). These results indicate the presence of serious levels of fecal contamination in foods, thus causing a potential hazard for public health.

**Key words:** Coliforms, fecal coliforms, *E. coli*, food.

### GİRİŞ

Gıda mikrobiyolojisinde *Enterobacteriaceae* familyası ve özellikle koliform grup bakteriler ile bu grubun en önemli üyesi olan *E.coli*'nin aranması/sayılması üzerinde pek çok metot araştırması yapılırken, buna paralel olarak bu bakterilerin gıdalardaki varlığı/sayısı üzerinde de çeşitli kuruluşlar tarafından geniş kapsamlı tarama çalışmaları yapılmaktadır. Metot geliştirme ve/veya kıyaslama çalışmalarının büyük bir bölümü bu bakterilerin varlığını kısa bir süre içinde göstermeye yönelik iken, oldukça önemli bir diğer bölümü ise analiz yönteminin duyarlılığını artırmak amacını taşımaktadır. Kuşkusuz, diğerlerine göre daha kısa sürede, daha duyarlı ve daha doğru sonuç veren yöntemler genellikle rutin analizlerde kullanılmayacak kadar pahalı olmaktadır (BANWART, 1983; TEMİZ, 1998).

Gıdalarda fekal kontaminasyon indeksi olarak çeşitli mikroorganizmaların varlığının araştırılması oldukça yaygın bir uygulamadır. Önceleri fekal kontaminasyon indeksi olarak sadece *E.coli* araştırılırken, fekal kontaminasyona maruz kaldığı bilinen ve/veya deneysel olarak hazırlanan örneklerde bu bakteriye rastlanılması başka indeks bakterilerin de aranması gerektiğini ortaya çıkarmış, bu çerçevede *Clostridium perfringens* ve özellikle su örneklerinde fekal streptokokların (enterokokların) aranması standart analiz yöntemleri içinde yer almıştır. Koliform bakterilerin *E.coli* dışındaki üyelerinin bir kısmının bitki/toprak bir kısmının barsak kökenli olması, bunların Eijkman testi olarak bilinen 45°C'da gelişme testi ile ayrılabilmesi ile, giderek *E. coli* dışın-

<sup>1</sup> Bu çalışma Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu 97 11 12 01 nolu projenin bir bölümü ile Tuba İnan DAĞER ve Gürcan GÜRSU'nun Yüksek Lisans tezlerinin bir bölümünden alınmıştır.

daki dışkı kökenli koliform grup bakterilerin de fekal koliform grup bakteri adıyla fekal kontaminasyon indeksi olarak gıdalarda aranmasını gündeme getirmiştir (BANWART, 1983; HAKMAN ve DOĞAN, 1998; JAY, 1996).

Koliform grup bakteriler olarak tanımlanan mikroorganizmalar; Gram negatif, fakültatif anaerob, spor oluşturmayan, 35-37°C'da laktozdan gaz oluşturan çubuk bakterilerdir. Bu tarife göre hangi bakterilerin koliform grup olarak tanımlanmaları gerektiği halen tam olarak açıklığa kavuşmuş değildir. Bunun nedeni bakterilerin dinamik gruplarından biri olan *Enterobacteriaceae* familyasındaki yoğun taksonomik değişikliklerdir (BEKAR, 1990).

Koliform grup bakteriler, fekal koliformlar ve *E. coli*'nin aranması veya sayılması üzerinde pek çok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler genel olarak sıvı besiyeri kullanılan EMS yöntemi, katı besiyeri kullanılan yöntemler ve membran filtrasyon teknikleri olarak 3 ana gruba ayrılabilir. Geleneksel olarak tanımlanan bu yöntemlerin daha hızlı, daha duyarlı, daha kolay sonuç verecek modifikasyonları üzerinde çalışmalar yapılırken bu gün için sadece toplam koliformlara özgü olmak üzere elektrik impedans yöntemi gibi hızlı analiz yöntemleri de mevcuttur (ÇAKIR, 1999; DOĞAN ve HALKMAN, 1998; GÜRGÜN ve HALKMAN, 1988).

Ulusal ve uluslararası standart analiz yöntemlerinde koliform grup bakterilerin aranması EMS yöntemi ile yapılmaktadır. Yukarıda giriş bölümünde anlatıldığı gibi TS 6063 ve TS 7725 tarafından verilen analiz yöntemine göre koliform grup bakteriler 4, fekal koliform bakteriler 4, *E. coli* 6 günde belirlenebilmektedir. Uluslararası alanda oldukça saygın bir yeri olan Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration; FDA)'nin *E. coli* analizi ise 10 gün sürmektedir. Bu yöntemde Eosin Metilen Bule agar besiyerinde tipik kolonilerin incelenmesi, Nutrient agar besiyerinde saflık kontrolü ve IMVIC testleri analiz süresinin bu denli uzamasına neden olmaktadır. FDA'nın halen kullandığı yöntem, Uluslararası Standartlar Örgütü (International Standards Organization; ISO)'nün bir önce kullandığı yöntemdir (ANONYMOUS, 1996a; ANONYMOUS, 1996b; HITCHINS ve ark., 1998).

Diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de çeşitli gıdaların mikrobiyolojik yükü üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Aşağıda bu çalışmada analiz edilen gıdaların verilmiş sıralaması ile daha önce yapılmış olan çalışmalardan özet bilgiler verilmiştir.

Torba yoğurtlarında yapılan bir çalışmada koliform grup bakteri sayısı 0-85 kob/g (ortalama 16 kob/g) düzeyinde saptanmıştır (ÇAĞLAR ve ark., 1997). Aynı araştırmacıların verilerine göre daha önce Türkiye'de yapılan torba yoğurdu ve diğer konsantre yoğurtların mikrobiyolojik analizlerinde koliform bakteri sayısı <10 - 5.69x10<sup>4</sup> kob/g şeklindedir.

Meyveli dondurmaların mikrobiyolojik incelenmesi üzerine yapılan bir araştırmada (ÖZCAN ve KURDAL, 1997) dondurmada koliform grup bakteri sayısı 5.0x10<sup>1</sup>-1.95x10<sup>4</sup> kob/g düzeyinde bulunmuş, dondurmalarındaki meyve çeşidi, firma ve dönem farklarının önemli olduğu gösterilmiştir. Bir başka çalışmada ise Bursa'da analize alınan 40 dondurma örneğinin 30 adedinde 1.0x10<sup>2</sup> - 5.7x10<sup>5</sup> kob/g (ortalama 3.3x10<sup>4</sup> kob/g) koliform grup bakteri olduğu gösterilmiştir. Benzer şekilde dondurmalarda yapılan çeşitli koliform grup bakteri sayısı 3-2.4x10<sup>3</sup> kob/g; 1-3.0x10<sup>6</sup> kob/g; 1.4x10<sup>1</sup>-2.4x10<sup>3</sup> kob/g, 0 - 8.3x10<sup>5</sup> kob/g; 7.0x10<sup>1</sup>- 2.2x10<sup>4</sup> kob/g; 1.1x10<sup>2</sup>-1.4x10<sup>4</sup> kob/g olarak saptanmıştır (EVRENSEL ve GÜNEŞ, 1998). Bir başka çalışmada ise dondurmalarda <2- >5.0 log kob/g koliform grup bakteri saptanmış iken *E. coli*ye rastlamamıştır (HALKMAN ve ark., 1994).

Kremalı yaş pasta örneklerinde 3.11 - > 5.0 log kob/g koliform grup bakteri ile <2,0 - 4,04 log kob/g *E. coli* saptanmış (HALKMAN ve ark., 1994) iken, bir başka çalışmada AKGÜN ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada 30 kremalı pasta örneğini incelemişler ve bu örneklerin sadece bir adedinde koliform grup bakteriye rastlayamamışlar, 29 örnekte ise 1.0x10<sup>2</sup> - 2.2x10<sup>6</sup> kob/g (ortalama 1.96x10<sup>5</sup> kob/g) koliform grup bakteri saymışlar, *E.coli* sayısının ise 9 örnekte 1.06x10<sup>3</sup> - 9.0x10<sup>5</sup> kob/g (ortalama 1.39x10<sup>5</sup> kob/g) olarak bulmuşlardır. Yine pastalarda yapılan analizlerde Özer ve ark. (1968) kremalı pastaların %93.33'ünde koliform bakteri olduğunu, ANONYMOUS (1993) Ankara'da pastalarda 0-1.1x10<sup>3</sup> kob/g *E.coli* sayıldığını, Yücel ve ark. (1993) incelenen örneklerin %36.58'inde *E.coli* belirlediklerini belirtmişlerdir (AKGÜN ve ark.1997).

HALKMAN ve ark. (1994) mayonezli rus salatası örneklerinde 3.34 - > 5.0 log kob/g koliform grup bakteri ve < 2.0 - 4.16 log kob/g *E.coli*, garnitür salata örneklerinde 4.61 - 6.58 log kob/g koliform grup bakteri ile < 2.0 - 4.1 log kob/g. *E.coli*, arnavut ciğeri örneklerinde 1.70 - 6.13 log kob/g koliform grup bakteri ile < 2.0 - 4.4log kob/g *E.coli* saptamışlardır. GÖÇMEN ve ark. (1999) Bursa'da satışa sunulan salata türü yiyeceklerde yaptıkları araştırmada < 10<sup>2</sup> - 1.3x10<sup>6</sup> kob/g düzeyinde koliform bakteri olduğunu saptamışlardır. Adı geçen araştırma "salata türü yiyecekler" adını taşımakla beraber, tarafımızca yürütülen bu çalışmada söz konusu gıdaların tümü "şarküteri ürünü" olarak değerlendirilmiştir.

Türkiye'de tarafımızca saptanan en kapsamlı çalışma Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Bursa Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü koordinatörlüğünde ilgili laboratuvarların katılımı ile yapılan ve toplam 4817 örneğin patojenlerin varlığı açısından incelendiği piyasa taramasıdır (ANONYMOUS 1996c). Bu çalışmanın bulgularına göre 195 pastırma örneğinin 146'sında, 233 sosis örneğinin 210'unda, 637 kaşar peyniri örneğinin 545'inde, 346 mutfaklık tereyağının 275'inde ve 338 kırmızı biberin 289'unda *E.coli* varlığı saptanmıştır.

Bu çalışma doğrudan, gıdalarda fekal koliform bakteriler içinde *E. coli* dışındaki bakterilerin varlığının belirlenmesi ve *E.coli* analizinde yöntem kıyaslaması üzerinde yapılmış olan 2 yüksek lisans tezi ile Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen bir projeden alınmıştır. Bir başka deyiş ile bu araştırmaların asıl amacı Türkiye'de gıdaların mikrobiyel yükünün belirlenmesi değildir. Ancak, yöntemlerin kıyaslanması için kullanılan 1067 örneğin mikrobiyel yüklerinin ilgililere duyurulmasında yarar görülmüştür.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Bu çalışmada 108 pastörize süt, 102 yoğurt (standart, meyveli ve süzme yoğurt ile ayran), 97 peynir (beyaz, tulum, lor, kaşar), 91 tereyağı (mutfaklık ve kahvaltılık), 103 dondurma, 84 salata (döner vb. gıdaların yanında verilen garnitür salata), 228 şarküteri ürünü gıda (her türlü şarküteri ürünü hazır yiyecek; midye dolma, rus salatası, ezme, vb.), 84 yaş pasta (kremalı ve kakaolu), 77 baharat (her türlü baharat) ve 93 meyve-sebze (soya filizi dahil olmak üzere çiğ tüketilen her türlü yaş meyve-sebze) materyal olarak kullanılmıştır. Bu gıdalar içinde pastörize içme sütünün tüm örnekleri, yoğurt, tereyağı, peynir, dondurma, baharat, meyve - sebze örneklerinin bir kısmı orijinal ambalajı ile alınmıştır. Diğer gıdalar ise semt pazarlarından ve şarküterilerden tüketici ambalajları ile toplanmıştır.

### Metot

#### Örneklerin Analize Hazırlanması

Pastörize süt ve yoğurt örneklerinden 10'ar mL alınıp, içinde manyetik taş bulunan 90 mL steril %0.85 NaCl (serum fizyolojik) bulunan erlene aktarılmış, 30 saniye süre ile manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra standart yöntemle 1:10 seyreltileri yapılmıştır. Dondurma ve tereyağı örnekleri 37°C inkübatörde eritildikten sonra bunlar süt gibi homojenize edilmişlerdir. Bu örnekler için kullanılan 90 mL ve 9 mL serum fizyolojik çözeltileri önceden 37°C'a ısıtılmış, ayrıca seyreltme sırasında pipet içinde tereyağının katılmasını önlemek için pipetler bunzen beki alevinde tereyağının donmayacağı, ancak olası koliform bakterilere zarar vermeyecek şekilde (yaklaşık 40°C) ısıtılmışlardır. Baharat ve meyve-sebze örneklerinde sadece yüzey florası önemli olduğu için tartılan bu örnekler, manyetik karıştırıcıda homojenize edilmişlerdir. Diğer tüm örnekler blender, özellikle peynirler için el rendesi ve/veya manyetik karıştırıcı ile homojenize edilmişler ve bunların ardışık seyreltileri standart 1:10 şeklinde yapılmıştır. Örnekte beklenen sayıya göre seyreltme 10<sup>-6</sup>'ya kadar gitmiştir. Bununla beraber pastörize süt, yoğurt (ayran), dondurma ve tereyağı örneklerinde beklenen koliform sayısının düşük olması durumunda ekimlere orijinal örnekten (10<sup>0</sup>) başlamıştır (ANONYMOUS, 1996a; ANONYMOUS, 1996b; HITCHINS ve ark. 1998). Gıda örneklerinin laboratuvara getirilmesi ve analizinde standart hijyen kurallarına uyulmuştur.

### Ekim İnkübasyon Değerlendirme

Seyreltileri yapılan gıdaların en geç 10 dakika içinde TS 6063 ve TS 7725'de gösterilen EMS yöntemine göre Lauryl Sulfate Tryptose (LST) broth (Fluorocult LST broth; Merck) besiyerine ekimleri yapılmış ve 37°C'da 48 saat süre ile inkübe edilmişlerdir. Bu sürenin sonunda gaz oluşumu görülen bütün tüpler muhtemel koliform grup bakteri olarak işaretlenmiş, koliform grubun doğrulanması amacı ile bunların hepsinden Brilliant Green Bile (BGB) broth (Merck) ve buna paralel olarak fekal koliform grup bakteri testi için Escherichia coli (EC) broth (Merck) besiyerine öze ile inokülasyon yapılmıştır.

BGB broth tüpleri 37°C'daki inkübatörde 48 saat, EC broth tüpleri ise 44.5±0.5°C'daki su banyosunda 48 saat inkübe edilmişlerdir. BGB broth tüplerinde gaz oluşumu "doğrulanmış koliform grup bakteri" olarak, EC broth tüplerinde gaz oluşumu ise "fekal koliform bakteri" olarak değerlendirilmiştir (ANONYMOUS 1996a, ANONYMOUS, 1996b). TS 6063'de inkübasyon sıcaklığı olarak 45±0.5°C önerilmekle beraber bu çalışmada yükseltilmiş inkübasyon sıcaklığı olarak 44.5±0.5°C kullanılmıştır. Bunun nedenleri, bu çalışmanın doğrudan TS 6063'ü kontrol etmek olmaması ve yapılan pek çok çalışmanın 44.5 ±0.5°C'da yapılmış olmasıdır. Ayrıca FDA 45±0.2°C inkübasyon sıcaklığını önerirken inkübasyondaki en yüksek sıcaklığın 45.2°C olmasına izin vermektedir (HITCHINS ve ark. 1998).

EMS yöntemi ile yapılan analiz yönteminde ardışık 5 seyreltiden yapılan ekimlerde hangi üçlü serinin EMS tablosunda kullanılacağı ve sayım sonucunun elde edildiği kategoriler için standart yöntem kullanılmıştır (ANONYMOUS, 1996a). EMS tablosunda kategori 3 olarak bulunan değerler kullanılmamıştır. Dolayısı ile gerçekte analiz edilen örnek sayısı daha fazla iken sadece 1067 adedinin sonuçları değerlendirmelerde kullanılmıştır.

### ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Toplam 1067 adet gıda örneğinde koliform grup, fekal koliformlar ve *E. coli* sayım sonuçları EMS/mL (g) olarak ortalama sayılar ve ortalamalara ait standart hatalar, en az ve en çok sayılar EMS = 0/mL (g) olan örnek sayıları ile EMS > 0/mL (g), EMS > 10<sup>1</sup>/mL (g), EMS > 10<sup>2</sup>/mL (g), EMS > 10<sup>3</sup>/mL (g), EMS > 10<sup>4</sup>/mL (g) ve EMS > 10<sup>5</sup>/mL (g) olan örnek sayıları toplu olarak Çizelge 1'de gösterilmiştir. Çizelge 1'den mesela pastörize içme sütlerinde 63-47 = 16 örnekte koliform grup bakteri sayısının 0-10 EMS/mL olduğu hesaplanabilmektedir. Bilindiği gibi Avrupa Birliği entegrasyonu nedeni ile Türk Standartları'nın geçerliliği kalmamıştır. Buna karşın, Avrupa Topluluğu (AT) direktifleri ve Türk Gıda Kodeksi'nin ilgili yönetmelikleri henüz yayınlanmaktadır. Bu nedenle 1067 gıdanın koliform bakteriler açısından analiz sonuçlarının Türk Standartlarına göre yorumlanmasına gerek duyulmamış, sonuçlar kendi içlerinde değerlendirilerek ve benzer çalışmalar ile kıyaslanarak verilmiştir.

Pastörize süt örneklerinde koliform grup bakteri sayısı 1.5x10<sup>3</sup> EMS/mL, fekal koliform sayısı 1.3x10<sup>3</sup> EMS/mL ve *E.coli* sayısı 1.1x10<sup>3</sup> EMS/ml bulunmuş olmakla beraber ortalamalara ait standart hataların ortalama değerlere yakın düzeyde büyük olması bu örneklerde dağılımın çok büyük olduğunu göstermektedir. Nitekim 45 örnekte (%41.7) koliform grup bakteri ve dolayısı ile fekal koliformlar ve *E.coli*'ye rastlanılmamıştır. Sadece 1 örnekte *E.coli* ve dolayısı ile fekal koliform ve koliform sayısının 110.000 EMS/mL olarak bulunması genel ortalamayı bu denli yükseltmektedir. Bu örneğin kötü depolama koşullarına bağlı olarak gösterdiği bu yüksek sayılar dikkate alınmazsa ortalama değerler (n=107) koliform grup bakteriler için 4.9x10<sup>2</sup> EMS/mL, fekal koliformlar için 2,8x10<sup>2</sup> ve *E.coli* için 8.2x10<sup>1</sup> EMS/mL olarak bulunmaktadır. Bu değerler çizelge 1'de verilen ortalamaların sırası ile %32.7, %21.5 ve %7.5'i kadardır.

Analiz edilen 102 yoğurt örneğinde 2.6x10<sup>3</sup> EMS/mL koliform bakteri, 2.3x10<sup>2</sup> EMS/mL fekal koliform ve 2.1x10<sup>2</sup> EMS/mL *E.coli* olduğu görülmektedir. Analiz bulgularına göre koliform bakteri olmayan örnek sayısı 49 (%48.0) adettir. Yoğurt örneklerinin sadece 1 adedinde *E.coli* sayısı 11.000 olarak bulunmuştur. Çizelge 1'de görülmemekle beraber semt pazarlarından açık olarak alınan süzme yoğurt (torba yoğurdu) örnekleri diğer örneklere göre beklenildiği gibi daha kirlidir. Bu bulgular ÇAĞLAR ve ark. (1997)'nin torba yoğurtlarında koliform grup bakteri sayısı olarak buldukları 0-85 kob/g (ortalama 16 kob/g) düzeyinden daha yüksek, ancak

Çizelge 1. Gıdalardaki Koliform Grup, Fekal Koliformlar ve *E.coli* Sayısı

GIDA (n)	Bakteri	EMS/mL (g)	En az	En çok	= 0	> 0	> 10 <sup>1</sup>	> 10 <sup>2</sup>	> 10 <sup>3</sup>	> 10 <sup>4</sup>	> 10 <sup>5</sup>
Pastörize Süt (n=108)	Koliform	1.5X10 <sup>3</sup> ±1.0X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	45	63	47	27	11	2	1
	Fekal K.	1.3X10 <sup>3</sup> ±1.0X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	60	48	36	18	10	2	1
	<i>E. coli</i>	1.1X10 <sup>3</sup> ±1.0X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	86	22	15	9	6	1	1
Yoğurt (n= 102)	Koliform	2.6X10 <sup>3</sup> ±2.4X10 <sup>3</sup>	0	2.4X10 <sup>3</sup>	49	53	32	19	6	2	1
	Fekal K.	2.3X10 <sup>2</sup> ±1.2X10 <sup>2</sup>	0	1.1X10 <sup>1</sup>	54	48	26	11	5	1	0
	<i>E. coli</i>	2.1X10 <sup>2</sup> ±1.2X10 <sup>2</sup>	0	1.1X10 <sup>1</sup>	70	32	21	9	4	1	0
Peynir (n=97)	Koliform	1.8X10 <sup>3</sup> ±5.1X10 <sup>3</sup>	0	2.4X10 <sup>3</sup>	21	76	71	42	29	16	11
	Fekal K.	1.7X10 <sup>3</sup> ±5.1X10 <sup>3</sup>	0	2.4X10 <sup>3</sup>	24	73	64	38	24	14	11
	<i>E. coli</i>	1.2X10 <sup>3</sup> ±3.8X10 <sup>3</sup>	0	2.4X10 <sup>3</sup>	27	70	59	32	23	12	7
Tereyağı (n=91)	Koliform	2.0X10 <sup>3</sup> ±1.3X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	42	49	21	8	3	1	0
	Fekal K.	1.1X10 <sup>2</sup> ±5.3X10 <sup>1</sup>	0	4.6X10 <sup>3</sup>	43	48	35	10	3	0	0
	<i>E. coli</i>	9.0X10 <sup>1</sup> ±5.2X10 <sup>1</sup>	0	4.6X10 <sup>3</sup>	55	36	25	8	2	0	0
Dondurma (n=103)	Koliform	2.5X10 <sup>3</sup> ±1.2X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	25	78	55	25	14	6	1
	Fekal K.	3.4X10 <sup>2</sup> ±2.3X10 <sup>2</sup>	0	2.4X10 <sup>1</sup>	42	61	37	13	6	1	0
	<i>E. coli</i>	3.1X10 <sup>1</sup> ±1.5X10 <sup>1</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	73	30	13	4	2	0	0
Salata (n=84)	Koliform	3.8X10 <sup>3</sup> ±5.1X10 <sup>3</sup>	9	1.1X10 <sup>3</sup>	0	84	83	70	62	44	23
	Fekal K.	4.9X10 <sup>3</sup> ±1.6X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	7	77	71	49	28	13	1
	<i>E. coli</i>	3.4X10 <sup>3</sup> ±1.5X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	18	66	56	32	18	7	1
Şarkıtları (n=228)	Koliform	2.3X10 <sup>3</sup> ±2.8X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	60	168	159	128	94	62	44
	Fekal K.	6.3X10 <sup>3</sup> ±1.5X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	89	139	125	83	50	18	11
	<i>E. coli</i>	5.3X10 <sup>3</sup> ±1.5X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	112	116	95	46	24	14	10
Pasta (n=84)	Koliform	1.3X10 <sup>3</sup> ±2.9X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	1	83	83	66	50	26	5
	Fekal K.	4.4X10 <sup>3</sup> ±1.9X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	7	77	66	35	21	6	2
	<i>E. coli</i>	2.7X10 <sup>3</sup> ±1.4X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	24	60	48	25	15	5	1
Baharat (n=77)	Koliform	8.5X10 <sup>3</sup> ±2.8X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	15	62	60	43	25	16	4
	Fekal K.	5.8X10 <sup>2</sup> ±2.5X10 <sup>2</sup>	0	1.1X10 <sup>1</sup>	17	57	51	19	6	3	0
	<i>E. coli</i>	2.4X10 <sup>2</sup> ±1.0X10 <sup>2</sup>	0	4.6X10 <sup>3</sup>	35	42	34	9	5	0	0
Meyve-Sebze (n=93)	Koliform	2.6X10 <sup>3</sup> ±4.5X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	12	81	75	55	42	31	19
	Fekal K.	1.1X10 <sup>3</sup> ±3.3X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	23	70	62	34	21	13	8
	<i>E. coli</i>	3.9X10 <sup>3</sup> ±1.8X10 <sup>3</sup>	0	1.1X10 <sup>3</sup>	44	49	45	24	16	6	2

aynı araştırmacılar tarafından alınan bilgilere göre Türkiye'de yapılan torba yoğurdu ve diğer konsantre yoğurtlarda koliform bakteri sayısı olarak verilen  $<10 - 5.69 \times 10^4$  kob/g ile uyumludur. Yoğurt örneklerinde koliform grup bakterilerin sayısının pastörize süt örneklerine yakın, fekal koliform ve *E. coli* sayılarının daha düşük olması, koliform grup bakterilerin asitliğe dirençlerindeki farklılık nedeni ile beklenen bir sonuçtur. Benzer şekilde yoğurt örneklerinde ortalamalara ait standart hata değerlerinin yüksek oluşu örneklerin yoğurt, ayran, süzme yoğurt gibi farklı gruplara ait olmasından da kaynaklanmaktadır.

Farklı çeşitlerde 97 peynirin analiz bulgularına göre ortalama koliform grup bakteri sayısı  $1.8 \times 10^4$  EMS/g, fekal koliform sayısı  $1.7 \times 10^4$  EMS/g ve *E. coli* sayısı  $1.2 \times 10^4$  EMS/g düzeyindedir. Sadece 21 örnekte (%21.6) koliform bakterilere rastlanılmamıştır. Fekal koliform olmayan örnek sayısı 24 (%24.7) iken *E. coli* ye rastlanmayan örnek sayısı ise 27 (%27.8) adettir. Çizelge 1'den görülmemekle beraber analizi yapılan peynirler arasında lor peyniri olarak satılan peynirin diğerlerine göre daha kirli olduğu belirlenmiştir. Tarif olarak lor peyniri peyniraltı suyundan yapılan ve ısı işlem gördüğü için koliform grup bakteri olmaması gereken bir peynir iken, ülkemizde mikrobiyolojik kalitesi çok düşük ve asitliği çok fazla olan çiğ sütlerin hafifçe ısıtılması ile yapılan "çökelek" peyniri de yine lor ya da böreklik peynir adı ile pazarlanmaktadır. Satış fiyatının düşük olması nedeni ile özellikle düşük gelir gruplarındaki insanlar tarafından tercih edilen bu peynirler halk sağlığı açısından yüksek bir risk oluşturmaktadır. Kaşar peynirlerinde yapılan bir çalışmanın bulgularına göre (ANONYMOUS, 1996) 637 örneğin 545 adedinde (%85.6) *E. coli* bulunması ile bu çalışmada elde edilen tüm peynirlerde

%72.2 *E.coli* varlığı kendi içinde uyum göstermektedir. Aynı çalışmada 464 beyaz peynir örneğinin 6'sında (%1.3) *Salmonella*'ya rastlanmış olması peynirler üzerinde titizlikle gıda kontrolü yapılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Tereyağı örneklerinde (n=91) elde edilen koliform bakteri, fekal koliform ve *E.coli* sayıları pastörize içme sütü, yoğurt ve peynir örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. Ülkemizde gıda kontrolünde pastörize edilmiş ve edilmemiş tereyağlarında farklı düzeylerde koliform bakteriye izin verilmesi nedeni ile görülen yaygın bir uygulama, pastörize edilmiş olsa dahi etiket bilgisi olarak tereyağının pastörize edilmemiş olduğunun belirtilmesidir. Bu durumda hangi tereyağının gerçekten pastörize edilmemiş olduğunun saptanması oldukça zordur, ancak elde edilen bulgular tereyağlarının büyük çoğunlukla pastörize edilmiş olduğunu göstermektedir. Analiz edilen 91 örneğin 42'sinde (%46.2) koliform bakteri, 43'ünde (%47.3) fekal koliform ve 55'inde (%60.4) *E.coli*'ye rastlanmamıştır. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bursa Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü koordinatörlüğünde ilgili laboratuvarların katılımı ile yapılan tarama çalışmasında mutfaklık tereyağlarının %79.5'inde *E.coli*'ye rastlanmıştır (ANONYMOUS, 1996). Bu çalışmada elde edilen *E. coli* pozitif örnek sayısının %39.6 olmasının nedeni pastörize tereyağlarının da analiz edilmiş olmasıdır.

Analiz edilen 103 adet dondurma, tüm gıda grupları içinde ortalama *E.coli* sayısı en düşük olan gruptur. Dondurmalarda ortalama koliform grup bakteri sayısı  $2.5 \times 10^3$  EMS/mL, fekal koliform sayısı  $3.4 \times 10^2$  EMS/mL ve *E.coli* sayısı  $3.1 \times 10^1$  EMS/mL olarak bulunmuştur. Koliform grup bakteriye rastlanılmayan örnek sayısı 25 (%24.3), fekal koliform bakterilere rastlanılmayan örnek sayısı 42 (%40.8) ve *E.coli*'ye rastlanılmayan örnek sayısı 73 (%70.9) adettir. Analiz edilen örneklerin %75.7'sinde koliform grup bakterilere, %59.2'sinde fekal koliform bakterilere ve %29.1'inde *E.coli*'ye rastlanmıştır. Diğer gıda gruplarına göre dondurmalarla ilgili olarak yapılmış daha fazla sayıda mikrobiyolojik tarama çalışmasına rastlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, EVRENSEL ve GÜNEŞ (1998) ile ÖZCAN ve KURDAL (1997)'in bulguları ve bu araştırmacıların atfı yaptıkları literatür ile uyumludur.

Analiz edilen 84 salata örneğinin tümünde koliform grup bakterilere rastlanmıştır. Koliform grup bakteri sayısı 0-10 EMS/g olan örnek sayısı sadece 1 adettir.  $3.8 \times 10^4$  EMS/g ortalama koliform bakteri sayısı tüm gıda gruplarındaki en yüksek ortalamadır. Örneklerin 77'sinde (%91.7) fekal koliform bakterilere ve 66'sında (%78.6) *E.coli*'ye rastlanmıştır. Koliform bakteri sayısı 110.000 EMS/g olan 23 örnek olması (%27.4) koliformlar açısından salatalarda hijyenik kalitenin çok düşük olduğunu gösterirken 32 örnekte (%38.1) *E.coli* sayısının 100 EMS/g'dan fazla olması dikkat çekicidir. Döner, kebab gibi gıdaların ülkemizde ayaküstü olarak sık tüketilmesi, bunların yanında verilen garnitür salata açısından oldukça yüksek bir potansiyel tehlikeyi göstermektedir. Nitekim HALKMAN ve ark. (1994) garnitür salata örneklerinde yüksek düzeyde koliform grup bakteri ve *E. coli* belirlenirken, analiz ettikleri 10 örneğin 1 adedinde *Salmonella* spp.'ye rastlamışlardır.

Bu çalışmada analiz edilen en yüksek sayıdaki gıda grubunu (n= 228) şarküteri ürünleri oluşturmaktadır. Sayının bu denli yüksek olmasının nedeni DAĞER (1999) ve GÜRSU (1998) tarafından yapılan çalışmaların da burada değerlendirilmesidir. Şarküteri ürünlerinin 168'inde (%73.7) koliform bakteri, 139'unda (%61.0) fekal koliformlar ve 116'sında (%50.9) *E.coli* belirlenmiştir. Şarküteri ürünleri arasında en dikkat çekici olan midye dolma olmuştur. Analiz edilen 72 midye dolma örneğinin 62 adedinde (%86.1) koliform grup bakteri yoktur. Örneklerin 8 adedinde ise *E.coli* sayısı 10.000 EMS/g'dan fazladır. Bir diğer deyiş ile midye dolmaları büyük çoğunlukla temiz iken, diğerleri çok kirlidir. Bu bulgular GÖÇMEN ve ark. (1999) tarafından elde edilen bulgular ile uyumludur. Şarküteri ürünleri büyük çoğunlukla çeşitli marketler tarafından hazırlanan ve büyük miktarlarda satılan hazır gıdalardır. GÖÇMEN ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada 31 örneğin 6'sında *Salmonella* spp.'ye rastlanması (%19.4) şarküteri ürünü hazır yiyeceklerdeki potansiyel tehlikenin boyutları hakkında yeterince bilgi vermektedir.

Pasta örneklerinin (n=84) ortalama koliform bakteri sayısı  $1.3 \times 10^4$  EMS/g, fekal koliform sayısı  $4.4 \times 10^3$  EMS/g ve *E.coli* sayısı  $2.7 \times 10^3$  EMS/g olarak bulunmuştur. Sadece 1 örnekte (%1.2) koliform grup bakteriye rastlanmamış iken, örneklerin 77'sinin (%91.7) fekal koliform ve 60'ının (%71.4) *E.coli* içerdiği belirlenmiştir. Diğer gıda gruplarında olduğu gibi pasta örneklerinde de ortalamalara ait standart hatanın ortalamalara yakın

olması pasta örnekleri arasında analiz edilen bakteri grupları arasında dağılımın yüksek olduğunu göstermektedir. Yaş pasta başta çocuklar olmak üzere toplumun hemen her kesimi tarafından tüketilen bir gıdadır. Bununla beraber yaş pastaların hijyenik durumu potansiyel bir tehlikeyi uyarmaktadır. Bu çalışma ile elde edilen bulgular AKGÜN ve ark. (1997) ile HALKMAN ve ark. (1994)'nin bulguları ile uyumludur.

Baharat örneklerinde (n=77) ortalama koliform grup bakteri sayısı  $8.5 \times 10^3$  EMS/g, fekal koliform bakteri sayısı  $5.8 \times 10^2$  EMS/g ve *E.coli* sayısı  $2.4 \times 10^2$  EMS/g olarak bulunmuştur. Örneklerin 62'sinde (%80.5) koliform bakteri, 60'ında (%77.9) fekal koliformlar ve 42'sinde (%54.5) *E.coli* bulunmuştur. Baharatlar arasında sumak örnekleri kayda değer ölçüde temiz bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen bulgular kırmızı biber örneklerinde %85.5 düzeyinde *E.coli* bulunduğunu belirten ANONYMOUS (1996) ile uyum içindedir. Diğer gıdalardan farklı olarak baharatların üretiminde kurutma, öğütme ve ambalajlama dışında mikroorganizma yükünü azaltacak bir teknolojik işlem uygulanmamaktadır. Bu durumda işlem sırasında başka bir kontaminasyon olmaz ise hammaddeden gelen mevcut mikroorganizma yükü korunmaktadır. Bu nedenle bazı ülkelerde diğer gıdalardan farklı olarak baharatlarda  $10^6$ /g düzeyine kadar *E.coli*'ye izin verilmekte ya da baharatlar ışınlanarak mikroorganizma yükleri azaltılmaktadır (PRUTHI, 1980).

Yaş meyve sebze örneklerinde (n=93) salatalara benzer şekilde 110.000 EMS/g düzeyinde koliform içeren örnek sayısı %20,4'dür. Sadece 12 örnek (%12.9) koliform bakteriler bakımından temiz iken 23 örnekte (%24.7) fekal koliform bakterilere ve 44 örnekte (%47.3) *E.coli*'ye rastlanılmamıştır. Salata örneklerinde olduğu gibi yaş meyve sebze örneklerinde de yüksek düzeyde bulunan fekal koliform ve *E.coli* sayıları özellikle sebzelerin bulaşık sular ile sulandığı kuşkusunu pekiştirmektedir. Nitekim Kurtboğazı Barajını besleyen ve bölgede sulama amacıyla da kullanılan Mera Çayının mikrobiyolojik özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada (AKI, 1999) bu çayın kayda değer miktarlarda fekal kirlenmeye maruz kaldığını göstermiştir.

## SONUÇ

Analiz yapılan ve tümü "tüketilmeden önce son bir kez ısıtılma maruz kalmayan" 1067 gıda örneğinin 270'ünde (%25.3) koliform grup bakterilere, 366'sında (%34.3) fekal koliform bakterilere ve 523'ünde (%51.0) *E.coli*'ye rastlanmamıştır. Bir başka deyiş ile analiz edilen gıdaların %65.7'si fekal koliformlar ve %49.0'ı *E.coli* açısından pozitif sonuç vermiştir. 115 örnekte (%10.8) *E.coli* sayısının 1000 EMS/mL (g)'dan fazla olması halk sağlığı açısından oldukça önemli bir potansiyel tehlikeyi göstermektedir.

Doğrudan tüketilen bu gıdalarda fekal kontaminasyonun hammadde ve/veya işleme aşamalarından kaynaklanması önemli değildir. Pastörize içme sütlerinde fekal kontaminasyonun hammaddeden geldiği açık olmakla beraber, uygulanan ısıtılmanın yeterli olmadığı kesindir. Gelişmiş ülkelerde çiğ sütlerin mikrobiyel kalitesinin yüksekliğine bağlı olarak içme sütlerinin pastörizasyonunda düşük ısıtılma normu kullanılırken, Türkiye'de çiğ sütlerde *E.coli* sayısının  $10^6$  EMS/mL düzeyinde olduğu da bilinmektedir. Bu durumda içme sütü pastörizasyonunda daha yüksek ısıtılma normu kullanılması zorunlu iken, Avrupa Topluluğu entegrasyonu nedeni ile EC 92/46 direktifi çerçevesinde (ANONYMOUS, 1992) içme sütüne işlenecek çiğ sütlerin  $71.7^\circ\text{C}$ 'da 15 saniye ya da buna eşdeğer bir ısıtılma normu ile pastörize edilmesi zorunludur. Bugün Türkiye'de içme sütü için pastörizasyon normunun  $80-85^\circ\text{C}$ 'da 1 dakika kadar olduğu ve Avrupa Birliği'ne ihracat için kod numarası almış işletmelerin EC 92/46 direktifine uyma zorunluluğu çiğ sütlerin hijyenik kalitesinin hızla Avrupa Topluluğu ülkelerine eşdeğer hale getirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bunun kısa sürede mümkün olmadığı dikkate alınır ise pastörize içme sütü üretimi için tek çarenin yurt dışından çiğ süt ithalatı yapmak olduğu, bunun da Türkiye hayvancılığının sonu olacağı açıkça görülmektedir.

Pastörize içme sütü için verilen bu örnek başta et ve süt ürünleri olmak üzere kuşkusuz tüm gıdalar için geçerlidir. Bu durumda ivedilikle yapılması gereken, tüm gıdaların üretiminde hammaddenin mikrobiyolojik kalitesinin sağlanmasına titizlikle uyulması, işletmelerde HACCP uygulamasının yaygınlaştırılması, gerek işletme içi gerek kamu gıda analizlerinin düzenli uygulanması bir diğer deyiş ile ve özetle gıda üretiminde ve kontrolünde sorumlu her kişinin eğitime özen gösterilmesidir.

**KAYNAKLAR**

- AKGÜN, S., SOYUTEMİZ, E., ANAR, Ş., ÇIBIK, R. 1977. Tüketime Sunulan Kremalı Pastaların Mikrobiyolojik Niteliklerinin Saptanması. Gıda 22(6) 433-438.
- AKI, K. 1999. Mera Çayının Fekal ve Organik Kirilliğinin Belirlenmesi. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri ABD. Yüksek Lisans Tezi. Basılmamış. 82 s.
- ANONYMOUS 1996. Council Directive 92/46 EEC. Official Journal of the European Communities. 14.9.92, No L 268)1.
- ANONYMOUS, 1996a. Mikrobiyoloji - Muhtemel *Escherichia coli* Sayımı için Genel Kurallar - En Muhtemel Sayı Tekniği, TS 6063. Türk Standartları Enstitüsü Matbaası, Ankara, 9s.
- ANONYMOUS 1996b. Mikrobiyoloji - Koliform Grubu Bakterilerin Sayımı için Genel Kurallar - En Muhtemel Sayı Tekniği, TS 7725. Türk Standartları Enstitüsü Matbaası, Ankara, 11 s.
- ANONYMOUS 1996c. Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü yayını. Uludağ Üniversitesi Basım Evi, Bursa, 196s.
- BANWART, G.J. 1983. Basic Food Microbiology. Avi Publishing Comp., Connecticut, 781 s.
- BEKAR, M. 1990. Enterobacteriaceae Sınıfı Mikroorganizmaların Genel Karakterleri ve Tanı Yöntemleri Seminer Notları. Etlik Hayvan Hastalıkları Araştırma Enstitüsü Yayınları, 49 s+ ekler, basılmamış teksir.
- ÇAĞLAR, A., CEYLAN, Z.G. KÖKOSMANLI, M. 1997. Torba Yoğurtlarının Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Gıda 22(3) 209-215.
- ÇAKIR, İ. 1999. Koliform Bakteriler ve *E.coli*. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Ank. Üniv. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü yayınları, pp 215-222. Armoni Matbaacılık, Ankara 296 s.
- DAĞER İ.T.T. 1999. Çeşitli Şarküteri Ürünlerinde Fekal Koliform Aranması. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği AbD. Yüksek Lisans Tezi Basılmamış, 54 s.
- DOĞAN H.B., HALKMAN, A.K. 1998. *E.coli* sayımında EC Broth + Triptofan ile LST Broth + MUG Besiyelerinin Kullanımı. GIDA Dergisi 23(6) 425-429
- EVRENSEL, S.S., GÜNEŞ, E. 1998. Bursa'da Tüketilen Dondurmaların Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Gıda (23) (4) 261-265.
- GÖÇMEN, D., KORUKLUOĞLU, M.L, UYLAŞER, V., ŞAHİN, İ. 1999. Bursa'da Satışa Sunulan Salata Türü Yiyeceklerde Mikrobiyolojik Araştırmalar. Bioteknoloji (Kükem) Dergisinde basımda
- GÜRGÜN, V., HALKMAN A.K. 1988. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri Gıda Teknolojisi Derneği Yayın no. 7 San Matbaası, Ankara, 146 s.
- GÜRSU, G. 1998. Çeşitli Salatalarda Fekal Koliform Aranması. Ank. Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği AbD. Yüksek Lisans Tezi Basılmamış, 60 s.
- HALKMAN, A.K., DOĞAN, H.B. 1998. Gıdalarda *E.coli* Sayılmasında TS/ISO 6063'ün İrdelenmesi. KÜKEM Dergisi 21(3) 41-48.
- HALKMAN, A.K, DOĞAN, H.B., NOVEIR, M.H. 1994. Gıda Maddelerinde Salmonella ile *E.coli* Aranma ve Sayılma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Gıda Teknolojisi Derneği yayın no. 21. Armoni Matbaacılık Ltd. Ankara, 93. s.
- HITCHINS, A.D., FENG, P., WATKINS, W.D., RIPPEY, S.C., CHANDLER, L.A. 1998. *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Alınmıştır, "Bacterial Analytical Manual" 8th Edition, Revision A. Published and Distributed by AOAC International 28 bölüm + 3 ek.
- JAY, J.M. 1996. Modern Food Microbiology 5th Edition. Van Nostrand Reinhold, New York 661 s.
- ÖZCAN, T., KURDAL E., 1997. Bursa İli Merkezinde Satılan Meyveli Dondurmaların Kimyasal ve Mikrobiyolojik Nitelikleri Üzerine Araştırma. Gıda 22(3) 217-225.
- PRUTHI, J.S. 1980. Species and Condiments: Chemistry, Microbiology and Technology. Academic Press, New York, 449 p.
- TEMİZ, A. 1998. Gıdalarda İndikatör Mikroorganizmalar Alınmıştır. "Gıda Mikrobiyolojisi. Eds A. Ünlütürk, F. Turantaş Mengi Tan Basımevi, İzmir, 605 s." pp 87-107.