



Microbiological Quality of Raw Meat Sold in Tokat Province[#]

Nilgün Öncül^{1,a,*}, Zeliha Yıldırım^{2,b}

¹Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Fethiye Health Sciences, Muğla Sıtkı Kocman University, 48300 Fethiye-Mugla, Turkey

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Nigde Ömer Halisdemir University, 51240 Niğde, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 1st International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 25/11/2019 Accepted : 16/12/2019</p> <p>Keywords: Food Safety Meat Microbiological quality Pathogen Foodborne illness</p>	<p>According to World Health Organization (WHO), an estimated 600 million people fall ill after eating contaminated food and 420 000 die every year. Although various foods can serve as sources of foodborne illness, meat has been at the forefront of societal concerns in recent years. Meat is source of some foodborne pathogens which have an important role on human health. In this study, it was aimed to examine the microbiological quality of raw bovine meat samples sold in Tokat province and to evaluate the results in the context of food safety. For this purpose, 18 raw meat samples purchased from butchers and markets were analyzed for total mesophilic aerobic bacteria, total psychrophilic aerobic bacteria, yeasts-molds, lactic acid bacteria, <i>B. cereus</i>, <i>S. aureus</i>, <i>C. perfringens</i>, total coliform, and fecal coliform. The presence of <i>E. coli</i>, <i>E. coli</i> O157:H7, <i>L. monocytogenes</i> and <i>Salmonella</i> spp. were also investigated in these samples. The lowest and highest values determined for the parameters were as follows: total mesophilic aerobic bacteria 1.46×10^4-1.26×10^7 CFU/g, total psychrotrophic aerobic bacteria 1.01×10^4-2.65×10^6 CFU/g, yeasts-molds 3.00×10^3-1.70×10^4 CFU/g, lactic acid bacteria 2.70×10^3-3.60×10^4 CFU/g, <i>B. cereus</i> $<10^2$-7.20×10^4 CFU/g, <i>S. aureus</i> 2.60×10^3-2.57×10^5 CFU/g, <i>C. perfringens</i> $<10^2$-9.20×10^3 CFU/g, total coliform 3.80×10^1-2.90×10^4 MPN/g, and fecal coliform <0.30-9.30×10^3 MPN/g. <i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i> O157:H7, and <i>L. monocytogenes</i> were not detected in the meat samples.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(sp3): 62-67, 2019

Tokat ve Çevresinde Çiğ Olarak Satışa Sunulan Parça Kırmızı Etlerin Mikrobiyolojik Kalitesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 25/11/2019 Kabul : 16/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Gıda Güvenirliği Et Mikrobiyolojik Kalite Patojen Gıda kaynaklı hastalıklar</p>	<p>Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün tahminlerine göre her yıl 600 milyon insan kontamine gıdaların tüketimi sonucu hastalanmakta ve 420.000 kişi ölmektedir. Birçok gıda, gıda kaynaklı hastalıkların kaynağı olabilmekte birlikte et son yıllarda ön sıralarda yer almaktadır. Et, insan sağlığı üzerinde önemli olan bazı gıda kaynaklı patojenlerin kaynağıdır. Bu çalışmada; Tokat ilinde satılan çiğ sığır eti örneklerinin mikrobiyolojik kalitesinin incelenmesi ve sonuçlarının gıda güvenliği bağlamında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle, kasaplardan ve marketlerden satın alınan 18 çiğ et örneği toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofil aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakteri, <i>Bacillus cereus</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, toplam koliform ve fekal koliform için analiz edilmiştir. Ayrıca; <i>Escherichia coli</i>, <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Listeria monocytogenes</i> ve <i>Salmonella</i> spp. varlığı da araştırılmıştır. Örneklerin; en düşük ve en yüksek değerleri toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam psikrofil aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakteri, <i>B. cereus</i>, <i>S. aureus</i>, <i>C. perfringens</i>, toplam koliform ve fekal koliform sırasıyla $1,46 \times 10^4$-$1,26 \times 10^7$ kob/g, $1,01 \times 10^4$-$2,65 \times 10^6$ kob/g, $3,00 \times 10^3$-$1,70 \times 10^4$ kob/g, $2,70 \times 10^3$-$3,60 \times 10^4$ kob/g, $<10^2$-$7,20 \times 10^4$ kob/g, $2,60 \times 10^3$-$2,57 \times 10^5$ kob/g, $<10^2$-$9,20 \times 10^3$ kob/g, $3,80 \times 10^1$-$2,90 \times 10^4$ EMS/g ve $<0,30$-$9,30 \times 10^3$ EMS/g'dır. Test edilen örneklerin hiçbirinde <i>E. coli</i>, <i>E. coli</i> O157:H7, <i>L. monocytogenes</i> ve <i>Salmonella</i> spp. tespit edilmemiştir.</p>

^a nilgunoncul@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-2865-7958> | zeliha.yildirim@ohu.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-6155-6921>



Giriş

Et, insan beslenmesinde oldukça önemli bir gıdadır. Yeterli ve dengeli beslenme için bir insanın, günde 75-80 gram protein alması ve bunun da en az %35-40'ının hayvansal kaynaklı olması gerekmektedir (Omurtag ve Türker, 1978; Öztürk ve ark., 2006; Yılmaz ve Yılmaz, 2012). Ülkemizde, 2011-2013 yılları için ortalama protein tüketimi günlük kişi başı 106,4 g olup, bunun 34 g'ı hayvansal kaynaklıdır (FAOSTAT, 2019). İnsan için gerekli esansiyel aminoasitleri yeterli ve dengeli şekilde içeren, hazmı kolay ve bünyede kullanılabilirliği iyi olan hayvansal protein kaynağı olan etin, üretiminden başlayarak tüketiciye ulaşana kadar iyi bir şekilde muhafaza edilmesi gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesi için oldukça önemlidir (Yılmaz ve Gümüş, 2008; Yılmaz ve Yılmaz, 2012).

Et; protein içeriğinin yanı sıra vitaminler (B kompleksi), mineraller (demir) ile karbonhidrat açısından zengin olup yüksek nem içeriği ve uygun pH değerleri (5,5-6,5) neticesinde mikrobiyal gelişme için oldukça elverişlidir. Etin mikroorganizmalarla bulaşması; kesim, yüzme ve parçalamaya sırasında hayvanın çeşitli kısımları (ayak, kürk, boynuz, bağırsak) ile temas ve kullanılan alet ekipman ile kesim yerinde başlamaktadır. Kesimden sonra ete mikroorganizmalar; sudan, havadan, topraktan ve işçilerden bulaşmaktadır. İşleme, kesme ve depolama gibi zincirin diğer aşamalarında uygun olmayan koşullar mikroorganizmaların gelişmesine sebep olmaktadır. (Yılmaz ve Gümüş, 2008; Al-Mutairi, 2011; Mboti ve ark., 2012; Casaburi ve ark., 2015; Stellato ve ark., 2016).

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ne göre Dünya'da her yıl 600 milyon insan kontamine gıda tüketimi nedeniyle hastalanmakta ve bunların 420.000'i ölümlerle sonuçlanmaktadır (WHO, 2019). 2017 yılında 37 Avrupa ülkesinde *Campylobacter*, *Salmonella* ve *Listeria* enfeksiyonlarının yaygın olduğu toplam 5079 gıda kaynaklı salgın hastalık görülmüştür (EFSA, 2018). Amerika Birleşik Devletleri'nde, 2017 yılında 19'u sığır etinden kaynaklanmakla birlikte 841 gıda kaynaklı hastalık rapor edilmiştir (CDC, 2018). Ülkemizde de gıda kaynaklı hastalıklara ait yeterli ve güvenilir verilerin sunulması; mikroorganizmaların neden olduğu ekonomik kayıpların önlenmesi ve hastane masraflarının azaltılması açısından önem taşımaktadır.

Et, her ne kadar ısı işlem uygulanarak tüketime sunulan bir ürün olsa da başlangıç mikroorganizma içeriği ve sayısı, sıcaklığa dayanıklı patojen suşlarının ve toksinlerin bulunma olasılığı nedeniyle bu çalışma Tokat ve çevresinde satışa sunulan çiğ etlerin mikrobiyolojik kalitesinin incelenmesi ve güvenilir gıda kapsamında değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Et Örnekleri

Bu çalışma kapsamında, 18 adet çiğ et örnekleri Tokat il merkezinde bulunan çeşitli kasap ve market satış noktalarından temin edilmiştir. Örnekler, satış ambalajlarında aseptik koşullar altında soğuk muhafazası sağlanarak Gıda Mühendisliği mikrobiyoloji laboratuvarına getirilmiş ve aynı gün mikrobiyolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler; 3 tekrür ve 3 paralel olarak dizayn edilmiştir.

Et Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizler İçin Hazırlanması

Toplam mezofilik ve psikrofilik aerobik bakteri, maya-küf, laktik asit bakterisi, toplam koliform ve fekal koliform, *S. aureus*, *B. cereus* ve *C. perfringens* sayımları için çiğ et örneklerinden aseptik koşullarda 25 g tartılmış ve steril stomacher poşetlerine konulmuştur. Örneklerin üzerine 225 ml peptonlu su (%0,1'lik peptonlu su (Merck, 107224, Almanya) eklenip ardından Stomacher cihazı (IUL 707/470 Instruments, İspanya) kullanılarak 200 devirde 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Bu şekilde örneklerin 10^{-1} seyreltik çözeltisi hazırlanmıştır. Dilüsyonlar, %0,1'lik peptonlu su kullanılarak desimal olarak hazırlanmış ve sonuçlar kob/g olarak belirtilmiştir.

Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri (TMAB) Sayımı

Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı için hazırlanan dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petri kutuları, $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda 25-250 arasında koloni içeren petrilere değerlendirilmeye alınmış ve sonuçlar kob/g olarak verilmiştir (FDA-BAM online, 2001a).

Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (TPAB) Sayımı

Toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayımı için hazırlanan dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) içeren petrilere yayma plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petri kutuları, $6,5 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 10 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda koloniler sayılarak sonuçlar kob/g olarak verilmiştir (ISO 17410:2001, 2001).

Maya-Küf Sayımı

Hazırlanan dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile %10 tartarik asit (Merck, 100804, Almanya) içeren Potato Dextrose Agar (PDA, Lab M, LAB098, İngiltere) besiyerine ekim yapılmıştır. Petri kutuları, $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 5-7 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen tüm koloniler toplam maya-küf olarak sayılmıştır. Sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir (FDA-BAM online, 2001b).

Laktik Asit Bakteri Sayımı

Bu analiz, çift tabaka - yayma plak yöntemiyle de Man, Rogosa and Sharpe Agar (MRSA, Lab M, LAB093, İngiltere) besiyeri kullanılarak yapılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan MRSA bulunan petrilere 0,1 mL aktarılmış ve yayma plak yöntemiyle ekim gerçekleştirilmiştir. Ardından, petrilere yüzeylerini kaplayacak şekilde 45°C 'deki MRSA besiyeri (yaklaşık 20 mL) dökülmüş ve agar katılaştıktan sonra $30 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de 3 gün inkübasyon bırakılmıştır. İnkübasyon işleminin sonunda petri kutularındaki koloniler sayılarak sonuç kob/g olarak verilmiştir (ISO 15214:1998, 1998).

Toplam Koliform Bakteri ve Fekal Koliform Bakteri Sayımı ile E. coli Varlığının Belirlenmesi

Lauryl Sulphate Tryptose Broth (LSTB, Merck, 1.10266, Almanya) sıvı besiyerinde en muhtemel sayı (EMS, 3'lü tüp) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL alınarak içinde durham

tüpü bulunan LSTB besiyerine aktarılmış ve $35\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gaz pozitif tüpler belirlenerek olası koliform bakteri sayısı EMS/g olarak hesaplanmıştır. Kanıtlama için bütün gaz pozitif tüplerden durham tüpü içeren Brilliant Green Bile Broth (BGBB, Fluka, 16025, İsviçre) besiyerine halka öze ile inokülasyon yapılmış ve $35\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda gaz pozitif tüpler tespit edilerek kanıtlanmış koliform bakteri sayısı (EMS/g) hesaplanmıştır. Fekal koliform bakteri testi için pozitif LSTB tüplerinden, durham tüpü bulunan *Escherichia coli* Broth (ECB, Lab M, LAB 171, İngiltere) besiyerine inokülasyon yapılmış ve tüpler $44.5\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Gaz pozitif tüpler olası fekal koliform bakteri sayısı (EMS/g) olarak verilmiştir. Et örneklerinde *E. coli* varlığı, pozitif sonuç veren ECB tüplerinden Eosin Methylene Blue Agar (EMBA, Merck, 1.01347, Almanya) petrilere çizim yapılarak tespit edilmiştir. Petriler, $35\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 18-24 saat bırakılmıştır. Tipik koloniler doğrulama testleri olan IMViC testine tabi tutulmuş ve test sonucu; ++-- olan biotype 1, --- olanlar ise biotype 2 *E. coli* olarak değerlendirilmiştir (FDA-BAM online, 2002).

Staphylococcus spp. ve S. aureus Sayımı

Hazırlanan dilüsyonlardan Baird Parker Agar (BPA, Oxoid, CM0275, İngiltere) içeren petri kutularına plak yayma yöntemi ile ekim yapılarak 37°C 'de 24 saat inkübasyon edilmiştir. Etrafi saydam zonlu 1-1,5 mm çaplı siyah parlak koloniler sayılmıştır (kob/g). Petrilerden 5'er adet tipik koloni alınarak mikroskopik görünüm, Gram boyama, hemoliz ve koagulaz doğrulama testlerine tabi tutulmuştur. Doğrulama analizleri sonucunda örneklerde bulunan *S. aureus* sayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Test edilen örneğin 10^{-4} dilüsyonunda 50 koloni sayıldığı ve bu petriden alınan 5 koloniden 4'nün koagulaz pozitif çıktığı varsayıldığında örneğin 1 gramındaki *S. aureus* $50 \times (4/5) \times 10^5 = 4.000.000$ dur (FDA-BAM online, 2001d).

Bacillus spp. ve Bacillus cereus Sayımı

Mannitol Egg Yolk Polymixin Agar (MEYPA, Merck, 1.05267, Almanya) besiyerine yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petriler 18-24 saat 30°C 'de inkübasyona bırakılmıştır. Petri yüzeyinde 5 mm çapında pembe renkli, etrafi opak zon ile çevrilmiş, kuru, yüzeyi pürüzlü tipik koloniler sayılmıştır. Tipik kolonilerden beşer adet alınarak doğrulama testlerine tabi tutulmuştur. Doğrulama testi sonucunda et örneklerinin *B. cereus* içeriği belirlenmiştir. (FDA-BAM online, 2012).

Clostridium perfringens Sayımı

Sterilize Tryptose Sulphite Cycloserine Agar (TSCA, Merck, 1.11972, Almanya) besiyerine egg yolk emülsiyon %50 (Merck, 1.03784, Almanya) ve D-cycloserine çözeltisi (Merck, 1.00888, Almanya) ilave edilmiş ve ekim petrilere hazırlanmıştır. Önceden hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL örnek aktarılmış ve üzerlerine yaklaşık 10 mL egg yolk içeren 45°C 'deki TSCA dökülmüştür ve katılaşması beklenmiştir. Anaerobik jarda $35\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 20-24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda, opak zonlu siyah renkli koloniler *C. perfringens* olarak değerlendirilmiş, bu kolonilerden 5 tanesi alınarak doğrulama testlerine tabi tutulmuştur. Doğrulama analizleri sonucunda örneklerde bulunan *Cl. perfringens* sayısı hesaplanmıştır. (FDA-BAM online, 2001c).

E. coli O157:H7 Varlığının Tespiti

25 g et örneği aseptik koşullarda tartılmış ve 225 mL modifikasyon yapılarak hazırlanmış ve novobiosin içeren Tryptic Soy Broth (mTSB, Merck, 1.09205, Almanya) besiyeri ile homojenize edilmiştir. $41,50\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 12-18 saat inkübasyon sonrası Tellurit-Cefixime-Sorbitol MacConkey Agar (TC-SMACA, Merck, 1.09207, Almanya) içeren Petrilere çizim yöntemiyle ekim yapılmış ve Petriler $37\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 18-24 saat inkübe edilmiştir. Tipik kolonilerden 5 koloni rastgele alınarak Gram boyama ve Singlepath *E. coli* O157:H7 hızlı test kiti ile doğrulama analizleri gerçekleştirilmiştir (ISO 16654:2001, 2010).

Listeria monocytogenes Varlığının Tespiti

Örneklerin her birinden 25 g alınarak 225 mL Half Fraser Broth (HFB, Lab M, LAB 211, İngiltere) içerisinde $30\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24±2 saat inkübe edilerek ön zenginleştirme işlemi yapılmıştır. Bu kültürden 0,1 mL alınarak 10 mL Fraser Broth (FB, Lab M, LAB 164, İngiltere) besiyerine aktarılmış ve $37\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası HFB ve FB besiyerlerinden Oxford Agar (OA, Merck, 1.07004, Almanya) ve PALCAM Agar (PA, Lab M, LAB 148, İngiltere) besiyerlerine çizim yapılarak Petriler $37\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda OA'da etrafi siyah zonla çevrili siyah koloniler, PA'da ise etrafi siyah zonlu, grimsi yeşil, merkezi çökük siyah koloniler *Listeria* olarak belirlenip doğrulama testlerine tabi tutulmuştur (ISO 11290, 1996).

Salmonella spp. Varlığının Tespiti

Aseptik koşullarda 25 g et örneği tartılmış, üzerine 225 mL Lactose Broth (LB, Merck, 1.07661, Almanya) ilave edilmiş ve $35\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24±2 saat ön zenginleştirme yapılmıştır. Ön zenginleştirme kültüründen 0,1 mL alınarak 10 mL Rappaport-Vassiliadis Broth (RVSB, Merck, 1.07700, Almanya) besiyerine ve yine ön zenginleştirme kültüründen 10 mL alınarak 100 mL Selenit Cysteine Broth (SCB, Merck, 1.07709, Almanya) besiyerine aktarılmıştır. RVSB $42\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24 saat, SCB ise $37\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24 saat inkübe edilerek zenginleştirme aşaması tamamlanmıştır. Sonra her bir zenginleştirme besiyerinden ayrı ayrı seçici ayırt edici Xylose Lysine Deoxycholate Agar (XLDA, Merck, 1.05287, Almanya) ve Bismuth Sulphite Agar (BSA, Liofilchem, 610301, İtalya) selektif besiyerlerine çizim yöntemiyle ekim yapılmıştır. XLDA ve BGA petrilere $35\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 24 saat inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon süresi sonunda şüpheli koloniler için doğrulama testleri gerçekleştirilmiştir (FDA-BAM online, 2007).

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında analiz edilen 18 adet çiğ et örneğine ilişkin mikrobiyolojik özellikler Tablo 1'de sunulmuştur.

Örneklerin, toplam mezofilik aerobik bakteri içeriği $1,46 \times 10^4$ ile $1,26 \times 10^7$ kob/g arasında yer almaktadır (Çizelge 1). Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğ Gıda Güvenirliği Kriterlerinde "1.3. Et ve et ürünleri" kısmında belirtilen maksimum değer her 5 örnekten 3'ünde $5,0 \times 10^6$ kob/g'dır (TGK, 2011). Tablodan da görüldüğü üzere, 2 ve 13 numaralı örneklerin TMAB sayısının TGK'ne uygun olmadığı tespit edilmiştir. TMAB sayısının fazla olması örneklerin hijyenik koşullarda üretilmediği ve/veya muhafaza edilmediğini göstermektedir. Analiz edilen örneklerin %88'nin bakteriyolojik kalitesinin iyi olduğu bulunmuştur.

Çizelge 1 Et Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Tablo 1 Microbiological analysis results of raw bovine meat samples

Örnek	TMAB kob/g	TPAB kob/g	Top.Maya & Küf kob/g	LAB kob/g	Bacillus spp. kob/g	Bacillus cereus kob/g	Staphylococcus spp. kob/g	Koagülaz Pozitif S. aureus kob/g	Clostridium pefringens kob/g	Toplam Koliform EMS/g	Fekal Koliform EMS/g
1	1,80×10 ⁶	5,50×10 ³	3,80×10 ³	5,70×10 ³	5,30×10 ³	4,24×10 ³	2,60×10 ³	1,56×10 ³	9,20×10 ³	2,00×10 ²	4,30×10 ¹
2	1,26×10 ⁷	2,65×10 ⁶	6,80×10 ³	7,40×10 ³	-	-	2,57×10 ⁵	2,06×10 ⁵	2,80×10 ³	3,80×10 ³	1,00×10 ^{3*}
3	1,44×10 ⁶	2,39×10 ⁶	5,80×10 ³	3,60×10 ⁴	-	-	4,60×10 ⁴	2,76×10 ⁴	-	2,40×10 ²	9,30×10 ¹
4	4,30×10 ⁴	6,50×10 ⁴	1,70×10 ⁴	4,80×10 ³	-	-	2,80×10 ³	1,12×10 ³	-	4,30×10 ²	4,30×10 ^{2*}
5	1,70×10 ⁵	6,90×10 ⁴	1,20×10 ⁴	2,70×10 ³	3,70×10 ³	3,70×10 ³	3,40×10 ³	2,04×10 ³	-	1,50×10 ⁴	9,30×10 ^{3*}
6	1,55×10 ⁵	1,75×10 ⁵	8,00×10 ³	2,40×10 ⁴	7,80×10 ³	6,24×10 ³	3,50×10 ³	1,40×10 ³	-	1,40×10 ³	1,10×10 ^{3*}
7	8,20×10 ⁵	2,52×10 ⁵	6,00×10 ³	3,20×10 ³	6,80×10 ³	4,08×10 ³	1,49×10 ⁵	1,19×10 ⁵	-	2,90×10 ³	2,30×10 ^{3*}
8	9,25×10 ⁵	2,61×10 ⁵	6,40×10 ³	4,90×10 ³	7,40×10 ³	4,44×10 ³	1,37×10 ⁵	1,10×10 ⁵	-	2,30×10 ³	9,30×10 ¹
9	2,15×10 ⁵	1,29×10 ⁵	1,20×10 ⁴	1,77×10 ⁴	3,30×10 ³	2,64×10 ³	1,33×10 ⁵	7,98×10 ⁴	-	2,30×10 ³	9,30×10 ¹
10	2,78×10 ⁵	1,30×10 ⁵	6,00×10 ³	1,53×10 ⁴	4,40×10 ³	3,52×10 ³	1,84×10 ⁵	1,10×10 ⁵	-	9,30×10 ¹	2,80×10 ^{1*}
11	2,92×10 ⁵	1,48×10 ⁵	1,10×10 ⁴	6,30×10 ³	2,80×10 ³	1,68×10 ³	2,80×10 ⁴	1,68×10 ⁴	-	9,30×10 ²	2,90×10 ^{2*}
12	1,16×10 ⁵	1,54×10 ⁵	1,30×10 ⁴	4,10×10 ³	2,80×10 ³	2,00×10 ³	3,40×10 ⁴	1,36×10 ⁴	-	2,40×10 ²	2,30×10 ^{2*}
13	5,90×10 ⁶	5,90×10 ⁵	1,60×10 ⁴	2,90×10 ³	5,40×10 ³	4,32×10 ³	8,20×10 ³	4,92×10 ³	4,20×10 ³	3,80×10 ¹	2,90×10 ¹
14	5,70×10 ⁵	3,80×10 ⁴	1,70×10 ⁴	2,80×10 ³	6,60×10 ³	5,28×10 ³	1,10×10 ⁴	6,60×10 ³	6,00×10 ³	1,60×10 ²	<0,30
15	1,46×10 ⁴	1,07×10 ⁴	3,00×10 ³	4,70×10 ³	1,30×10 ⁴	7,80×10 ²	6,20×10 ³	1,24×10 ³	-	3,80×10 ¹	2,90×10 ¹
16	1,67×10 ⁴	1,01×10 ⁴	9,00×10 ³	6,50×10 ³	2,20×10 ⁴	1,32×10 ³	7,60×10 ³	1,52×10 ³	-	2,80×10 ²	2,00×10 ^{2*}
17	8,20×10 ⁵	2,10×10 ⁵	6,00×10 ³	4,10×10 ³	7,20×10 ⁴	5,76×10 ⁴	1,56×10 ⁵	9,36×10 ⁴	-	2,90×10 ⁴	2,10×10 ^{3*}
18	2,60×10 ⁵	1,49×10 ⁵	1,30×10 ⁴	1,73×10 ⁴	3,70×10 ⁴	2,96×10 ³	1,66×10 ⁵	1,33×10 ⁴	-	9,30×10 ¹	2,30×10 ¹

* E. coli Biyotip I, - Tespit Edilebilir Değerin Altında (<25×10³)

Toplam psikrofilik bakteriler, soğukta depolanan gıdalar için önemli bir mikroorganizma grubunu oluşturmaktadır. İncelenen etlerin en düşük, en yüksek ve ortalama TPAB sayısı sırasıyla 5,50×10³, 2,65×10⁶ ve 4,13×10⁵ kob/g'dır. Etlerin toplam maya-küf sayısı 3,00×10³ ve 1,70×10⁴ kob/g arasında değişmekle birlikte ortalama 9,54×10³ kob/g olarak tespit edilmiştir. En düşük laktik asit bakteri sayımı 2,40×10³ kob/g ile 5 numaralı örnekte, en yüksek ise 3,60×10⁴ kob/g ile 3 numaralı örnekte gözlenmiştir.

Koliform bakteriler; bağırsak ve doğada yaygın bulunmakta ve bu nedenle sanitasyon indikatörü olarak kabul edilmektedir. Koliform mikroorganizma sayısının etlerde fazla olması kesim sırasında, işleme, depolama ve satış aşamalarında uygun hijyenik ortamların yaratılmadığının göstergesidir. Bu grup içerisinde insan ve hayvanların alt sindirim sistemlerinde normal flora olarak yer alanlar "fekal koliform" olarak adlandırılmaktadır. Fekal koliformların ise önemli bir kısmını E. coli oluşturmaktadır. Bir gıdada E. coli ve/veya fekal koliform varlığı, o gıdaya doğrudan ya da dolaylı olarak dışkı bulaştığını ve aynı kökenden başka patojenlerin de bulunabileceğini ifade etmektedir. Bundan dolayı; gıdalarda, içme ve kullanma sularında E. coli ve fekal koliform bulunması istenmemektedir (Jay, 2000; Özbey ve ark., 2013; Yıldırım ve ark., 2015). EMS yöntemi ile belirlenen en düşük ve en yüksek toplam koliform ve fekal koliform bakteri değerleri sırasıyla 3,80×10¹-2,90×10⁴ EMS/g ve <0,30-9,30×10³ EMS/g'dır. Yapılan doğrulama analizleri sonucunda 18 örnekte 10¹'nin da E. coli Biyotip I olduğu tespit edilmiştir.

İnsan deri ve mukozasında doğal olarak bulunan Stafilkokoklar gıda ürünlerine personel tarafından kontamine edilmektedir. S. aureus'un bazı suşları ısıya dayanıklı enterotoksin üretme yeteneği sayesinde gıda zehirlenmelerine neden olmakta ve bu sebeple de etlerde bulunan önemli patojenik bakterilerden birini oluşturmaktadır (Jablonski ve Bohach, 1997; Jay, 2000). Örneklerin Staphylococcus spp. sayımları 2,60×10³ ve 2,57×10⁵ kob/g arasında tespit edilmiştir. Doğrulama testleri, test örneklerinin hepsinde koagülaz pozitif S. aureus bulunduğunu ve örneklerin ortalama değerinin 4,43×10⁴ kob/g olduğunu göstermektedir.

Örneklerin 3 tanesinde (2, 3 ve 4 numaralı) Bacillus spp. sayılabilir değerinin altında tespit edilmiştir. Gıda kaynaklı intoksikasyona neden olan patojen bir bakteri olan B. cereus, 5,76×10⁴ kob/g en yüksek değeriyle 17 numaralı örnekte yapılan doğrulama testleri sonucunda tespit edilmiştir. Sülfite indirgeyen tek Clostridium türü olarak C. perfringens gıda sanayinde "sülfite indirgeyen Clostridium" olarak ifade edilmektedir. Doğada, birçok gıdada, insan ve hayvan dışkısında yaygın olarak görülmektedir. Örneklerin 4 tanesinde sayım alınmış olup etlerin %88'inde C. perfringens tespit edilememiştir.

Yapılan doğrulama analizleri sonucunda hiçbir örnekte Salmonella spp., E. coli O157:H7 ve L. monocytogenes bulunmamıştır. Bu bakımdan, et örnekleri Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği Gıda Güvenirliği Kriterlerinde "1.3. et ve et ürünleri" kısmında Salmonella spp. ve E. coli O157 için belirlenen kriterlere uygundur (TGK, 2011). Biyokimyasal testler sonucunda test edilen şüpheli kolonilerin %55'nin L. seeligeri/ivanovii, %25'inin L. innocua ve %20'sinin L. murrayi olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada iki farklı kesimhaneden toplanan 10 adet et örneğinde toplam bakteri sayısının 1,14×10³ ile 2,62×10³ kob/g arasında bulunduğu ve bu çalışmanın değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Et örneklerinin %10'unda E. coli, %10'unda Salmonella spp. tespit edilirken hiçbirinde E. coli O157:H7 gözlenmemiştir (Mbotu ve ark., 2012). 20 kasaptan toplanan 40 adet et örneğinde yapılan araştırmada ise ortalama LAB sayısı 3,99 log kob/g olarak bildirilmiştir (Stellato ve ark., 2016). Bu çalışmada incelenen örneklerin ortalama LAB sayımı ile benzerlik göstermektedir (3,92 log kob/g).

Et ve Balık kurumunda üretilerek piyasaya sürülen parça-paket etlerde yapılan (200 adet örnek) mikrobiyolojik analizler sonucu örneklerin ortalama toplam bakteri sayısı tespit edilirken hiçbirinde Salmonella ve Shigella grubu mikroorganizma tespit edilmemiştir (Omurtag ve Türker, 1978). Test edilen örneklerin %28'inde koliform grubu mikroorganizmaların, %36'sında koagülaz pozitif Staphylococcus, %12'sinde ise küfe rastlandığı belirtilmiştir. Bu araştırmada yapılan testler sonucu kontaminasyonun parçalama dairesinde

olduğu, bu durumun nedenlerinin de hayvanın deri ve diğer kullanılmayan vücut artıkları, kesim sırasında kullanılan alet ekipman ve personelden kaynaklandığı açıklanmaktadır (Omurtag ve Türker, 1978). Ankara Et ve Balık Kurumu kombinasyonunda yapılan bir başka çalışmada 30 adet parça et örneğinde; TMAB ($8,6 \times 10^4$ - $7,8 \times 10^7$ kob/g), TPAB ($2,0 \times 10^2$ - $6,0 \times 10^4$ kob/g), *S. aureus* ($1,2 \times 10^5$ - $9,6 \times 10^5$ kob/g), toplam koliform ($1,6 \times 10^3$ - $1,2 \times 10^6$ kob/g), *E. coli* ($3,2 \times 10^2$ - $7,2 \times 10^5$ kob/g), sülfid indirgeyen anaerob ($2,0 \times 10^2$ - $6,4 \times 10^3$ kob/g) ve maya-küf sayımı ($2,0 \times 10^2$ - $9,6 \times 10^4$ kob/g) yapılmıştır (Nursoy ve Akgün, 1997). Bu çalışma sonuçları ile kıyaslandığında TMAB ve TPAB sayısı açısından benzer olup koliform sayısı bizim araştırmamızda daha düşük miktarda tespit edilmiştir. Sülfid indirgeyen anaerob sayısının 30 örneğin 17'sinde, bu araştırmada ise 18 örneğin 14'nünde tespit edilebilen değerler altında olduğu görülmektedir.

Dondurulmuş kemiksiz sığır etinde (50 adet) yapılan başka bir çalışmada örneklerin ortalama TPAB, TMAB ve toplam koliform değerleri sırasıyla $1,8 \times 10^3$ kob/g, $5,9 \times 10^5$ kob/g ve $4,9 \times 10^4$ kob/g olarak bildirilmiştir. Çalışmadaki örneklerin 9 adetinde *E. coli* bulunmuştur. *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7 ise bu araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde örneklerin hiçbirinde tespit edilmemiştir (Günşen ve Büyükyörük, 2005). Ankara'da yapılan bir başka çalışmada dondurulmuş kuşbaşı et örneklerinde (20 adet) toplam aerob canlı sayımı $4,5 \times 10^5$ kob/g, koliform $3,57 \times 10^5$ kob/g ve *S. aureus* $4,33 \times 10^5$ kob/g şeklinde ifade edilmiş olup örneklerin %35'inde fekal *E. coli* tespit edilmiştir (Çıtak ve ark., 2009).

Yılmaz ve Gümüş (2008); mezbaha (150 adet) ve kasaplarda (150 adet) satışa sunulan sığır karkaslarının çeşitli mikrobiyolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, ortalama TMAB sayısını mezbahalar için $1,76 \times 10^5$ kob/cm², kasaplar içinse $8,34 \times 10^5$ kob/cm² olarak tespit etmişler ve analiz edilen örneklerin %22'sinin TGK belirtilen değerlerin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Muhtemelen kasaplara taşınma aşamasında kontaminasyon, kasap dükkanlarındaki yetersiz hijyen ve sanitasyon koşulları ile soğutucu sistemlerin yetersiz olması sonucu test edilen karkasların koliform, *E. coli* ve *S. aureus* içeriğinin kasaplarda mezbahalara göre 10 kat, TPAB sayısının 10² kat ve maya-küf sayısının ise 10⁴ kat yüksek olduğu görülmüştür.

İncelemesi yapılan 237 adet çiğ et örneklerin %21,4'ünde *Listeria* spp. bulunmuş, doğrulama testleri sonucu ise %24,4'ünün *L. monocytogenes*, %42,2'sinin *L. innocua*, %22,2'sinin *L. welshimeri*, %6,67'sinin *L. seeligeri* ve %4,44'nün ise *L. ivanovii* olduğu belirlenmiştir (Pesavento ve ark., 2010). Martin ve Beutin (2011) test ettikleri et örneklerinden elde ettikleri izolatların %31'inde Shiga toksini üreten *E. coli* suşları bulmuşlardır.

Sonuç olarak; Tokat ve yöresinde satışa sunulan etlerin mikrobiyolojik kalitesinin kötü olduğu ve insan sağlığını tehdit edici bir unsur oluşturduğu görülmektedir. Etlerin; *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* ve *C. perfringens* gibi patojen bakterileri içermeleri ve mikrobiyal yüklerinin yüksek olmasının temel nedeni üretim sırasında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmaması ve satış noktalarında uygun koşullarda muhafaza edilmemeleridir.

Kaynaklar

- Al-Mutairi MF. 2011. The incidence of Enterobacteriaceae causing food poisoning in some meat products. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3: 116-121.
- Casaburi A. Piombino P. Nychas GJ. Villani F. Ercolini D. 2015. Bacterial populations and the volatile associated to meat spoilage. *Food microbiology*, 45: 83-102.
- CDC 2018. <https://www.cdc.gov/fdoss/annual-reports/2017-report-highlights.html> [https://www.who.int/health-topics/food-safety/\(E.T: 3.11.2019\)](https://www.who.int/health-topics/food-safety/(E.T: 3.11.2019))
- Çıtak S. Gündoğan N. Kala E. 2009. Ankara İlindeki Dondurulmuş Et Ve Sebzelere Koliform Ve Enterokokların Fekal İndikatör Bakteri Olarak Değerlendirilmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 66: 145-151.
- EFSA 2018 <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2018.5500> [https://www.who.int/health-topics/food-safety/\(E.T: 3.11.2019\)](https://www.who.int/health-topics/food-safety/(E.T: 3.11.2019))
- FAOSTAT 2019. [http://www.fao.org/faostat/en/#country/223\(E.T: 3.11.2019\)](http://www.fao.org/faostat/en/#country/223(E.T: 3.11.2019))
- FDA-BAM online, 2001a Aerobic Plate Count. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 3, [https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-aerobic-plate-count \(E.T: 21.10.2019\)](https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-aerobic-plate-count (E.T: 21.10.2019))
- FDA-BAM online, 2001b. Yeasts, Molds and Mycotoxins. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 18, [https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-yeasts-molds-and-mycotoxins \(E.T: 21.10.2019\)](https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-yeasts-molds-and-mycotoxins (E.T: 21.10.2019))
- FDA-BAM online, 2001c. *Clostridium perfringens*. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 16. [https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-clostridium-perfringens \(E.T: 23.10.2019\)](https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-clostridium-perfringens (E.T: 23.10.2019))
- FDA-BAM online, 2001d. *Staphylococcus aureus*. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual" 8 th Edition, Revision A, Chapter 12. [http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html \(E.T: 23.10.2019\)](http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-toc.html (E.T: 23.10.2019))
- FDA-BAM online, 2002. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 4, Revision 2013. [https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria \(E.T: 23.10.2019\)](https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria (E.T: 23.10.2019))
- FDA-BAM online, 2007. *Salmonella*. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 5, Revision 2018. [https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam-chapter-5-salmonella \(E.T: 30.10.2019\)](https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam-chapter-5-salmonella (E.T: 30.10.2019))
- FDA-BAM online, 2012. *Bacillus cereus*. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual, Edition 8, Chapter 14, Revision 2012. [https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-bacillus-cereus \(E.T: 23.10.2019\)](https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-bacillus-cereus (E.T: 23.10.2019))
- Günşen U. Büyükyörük İ. 2005. Bazı Dondurulmuş Gıdalarda Mikrobiyolojik Kalite. *Gıda Ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 7:37-44.
- ISO 11290, 1996. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*, ISO 11290, İsviçre.
- ISO 15214:1998, 1998. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria-colony count technique at 30°C, ISO 15214:1998, İsviçre.
- ISO 16654:2001, 2010. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of *Escherichia coli* O157, ISO 16654:2001, İsviçre.

- ISO 17410: 2001, 2001. International Organization for Standardization, Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of psychrotrophic micro-organisms, ISO17410:2001, İsviçre.
- Jablonski LM. Bohach GA. 1997. Staphylococcus aureus. In: Doyle MP. Beuchat LR. Montville TJ. Food Microbiology Fundamentals and Frontiers. Washington D.C. ASM Pres. pp. 353-375. ISBN. 978-90-76998-06-0
- Jay JM. 2000. Modern food microbiology. Gaithersburg, Md: Aspen Publishers. ISBN 0-8342-1671-X
- Martin A. Beutin L. 2011. Characteristics Of Shiga Toxin-Producing Escherichia Coli From Meat And Milk Products Of Different Origins And Association With Food Producing Animals As Main Contamination Sources. International journal of food microbiology., 146: 99-104. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.041
- Mboto CI. Agbo BE. Ikpoh IS. Agbor RB. Udoh DI. Ambo EE. Ekim MA. 2012. Bacteriological Study of Raw Meat of Calabar Abattoir With Public Health and Veterinary Importance. J. Microbiol. Biotech. Res., 2: 529-532.
- Nursoy G. Akgün S. 1997. Ankara'daki Askeri Birliklerin İhtiyacı İçin Alman Sığır Etlerinin Mikrobiyolojik Kaliteleri Üzerinde Araştırmalar. GIDA., 22: 241-245.
- Omurtag AC, Türker S. 1978. Et ve Balık Kurumu Ankara Kombinasında Kesilip Piyasaya Arzedilen Parça-Paket Etlerin Hijyenik Kalitelerinin Mikrobiyolojik Yönden Analizleri Üzerinde Araştırma. Ankara Ecz. Far. Mec., 8: 90-100.
- Ozbey A, Öncül N, Erdoğan K, Yıldırım Z, Yıldırım M. 2013. Tokat Yöresinde Üretilen Çalma Pekmezin Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Academic Food Journal/Akademik GIDA., 11:46-52.
- Öztürk U. Gürbüz Ü. Çalım HD. 2006. Et Ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Kriterler Ve Halk Sağlığı Açısından Önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu, 24-26 Mayıs 2006. pp. 24-26.
- Pesavento G. Ducci B. Nieri D. Comodo N. Nostro AL. 2010. Prevalence And Antibiotic Susceptibility Of Listeria Spp. Isolated From Raw Meat And Retail Foods. Food Control., 21: 708-713. DOI:10.1016/j.foodcont.2009.10.012
- Stellato G. La Storia A. De Filippis F. Borriello G. Villani F. Ercolini D. 2016. Overlap Of Spoilage-Associated Microbiota Between Meat And The Meat Processing Environment İn Small-Scale And Large-Scale Retail Distributions. Appl. Environ. Microbiol., 82: 4045-4054. DOI:10.1128/AEM.00793-16.
- TGK 2011. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği. Sayı: 28157, Tarih: 29.12.2011
- WHO 2019. [https://www.who.int/health-topics/food-safety/\(E.T:3.11.2019\)](https://www.who.int/health-topics/food-safety/(E.T:3.11.2019))
- Yıldırım Z, Ceylan Ş. Öncül N. 2015. Tokat Piyasasında Satışa Sunulan Tavuk Etlerinin Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. Akademik Gıda., 13: 304-316.
- Yılmaz İ, Gümüş T. 2008. Sığır Karkaslarının Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi. Erzurum, 21-23 Mayıs 2008. pp. 525-528.
- Yılmaz İ, Yılmaz E. 2012. Türkiye'de Hayvansal Gıda Tüketimi ve Sorunlar. Tarım, Yoksulluk ve Kalkınma., 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. Konya, 5-7 Eylül 2012. pp:981-984.