

Mekanik olarak ayrılmış broiler etlerinin (MABE) bazı mikrobiyolojik ve kimyasal niteliklerinin belirlenmesi

Alper KARAGÖZ¹, U.Tansel ŞİRELİ²

¹Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Moleküler Mikrobiyoloji Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı, Sıhhiye; ²Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Dışkapı, Ankara.

Özet: Bu çalışma, mekanik olarak ayrılmış broiler etlerinin (MABE) bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla materyal olarak 100 adet mekanik olarak ayrılmış kanatlı eti kullanılmıştır. Mekanik olarak ayrılmış broiler etlerinin kuru madde, rutubet, protein, yağ, kül ve pH ortalama değerleri sırasıyla % 36.10, % 63.89, % 14.04, % 20.18, % 1.09 ve 6.6 olarak saptanmıştır. Araştırmada, kalsiyum (Ca) değeri 674.01 mg/kg ve fosfor (P) değeri ise 503.38 mg/kg olarak ölçülmüştür. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre aerob mezofil genel canlı sayısı 6.64 log kob/g, *Enterobacteriaceae spp.* 3.95 log kob/g, mikrokok/stafilokok 5.12 log kob/g, *Pseudomonas spp.* 4.24 log kob/g, maya/küf 2.19 log kob/g olarak saptanmıştır. Koliform bakteri ve *E.coli* sayısı <3-45 EMS/g arasında bulunmuştur. Araştırmada, koagulaz pozitif stafilokokların belirlenmesi için 395 şüpheli izolat elde edilmiştir. Bu izolatlardan 20'si (% 5.06) koagulaz pozitif stafilokok olarak saptanmıştır. Koagulaz pozitif izolatların 7'si *S.aureus* olarak tanımlanmıştır. İzolatların % 42.85'inin (3/7) enterotoksin A, % 28.57'sinin (2/7) enterotoksin D, % 14.28'inin (1/7) enterotoksin A ve B ve % 14.28'inin (1/7) enterotoksin A, B ve C'yi ürettiği saptanmıştır. Çalışmada örneklerin % 30'nun *Salmonella spp.* ile kontamine olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak; MABE'ye ait olan bazı kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarının Türk Gıda Kodeksi yasal limitlerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Kimyasal kalite, mekanik ayrılmış broiler eti (MABE), mikrobiyolojik kalite, *S. aureus*, *Salmonella spp.*

Determination of some microbiological and chemical quality of mechanically separated broiler meats

Summary: This study was made for defining some microbiological and chemical properties of mechanically deboned broiler meats. For this; a hundred mechanically separated broiler meat were used, as a material. Mean value of dry matter, humidity, protein, lipid, ash and pH of deboned chicken meats were; 36.10%, 63.89%, 14.04%, 20.18%, 1.09% and 6.6 respectively. At research, calcium and phosphorus analysis have been made by Inductively Coupled Plasma, ICP and mean calcium and phosphorus values were 674.01 mg/kg and 503.38 mg/kg. According to microbiological analysis results; mean aerob mesophile total viable count 6.64 log cfu/g, *Enterobacteriaceae spp.* 3.95 log cfu/g, Micrococcus/Staphylococcus 5.12 log cfu/g, *Pseudomonas spp.* 4.24 log cfu/g, yeast/mold 2.19 log.cfu/g. Analysis of coliform group bacteria and *E.coli* has been made according to MPN techniques. Number of coliform bacteria were <3-45 MPN/g and *E.coli* were <3-45 MPN/g. At research, for determining coagulase positive staphylococcus; 395 suspect isolates were achieved. 20 of these isolate; were identified as coagulase positive staphylococcus. Seven of total 20 coagulase positive isolates were defined as *S. aureus*. To determine enterotoxin production ability of *S. aureus*; Ridascreen SET A, B, C, D, E tests were used. Eventually; 42.85% (3/7) enterotoxin A, 28.57% (2/7) enterotoxin D, 14.28% (1/7) enterotoxin A, B and 14.28% (1/7) enterotoxin A, B and C were identified among the isolates. At research, contamination of totally 100 mechanically deboned meat samples with 30% *Salmonella spp.* were identified. As a result, some microbiological and chemical properties of mechanically separated broiler meats put forward with analysis finding according to the Turkish Food Codex was found to be over the legal limits.

Key words: Chemical quality, mechanically separated broiler meats, microbiological quality, *S.aureus*, *Salmonella spp.*

Giriş

Kanatlı eti hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında kolay elde edilebilir ve ucuz bir protein kaynağı olması yanında, insan beslenmesinde stratejik bir önem taşımaktadır (23,37). Mekanik olarak ayrılmış broiler et

(MABE)'leri bir protein kaynağı olduğu için önemli miktarlarda insan tüketiminde kullanılmaktadır (32,34).

Mekanik ayrılmış et üretimi, ilk defa 1940'lı yıllarda Japonya'da balık eti sektöründe, 1950'li yıllarda ise Amerika Birleşik Devletleri'nde kanatlı sektöründe

¹ Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 09B3338001 numaralı proje ile desteklenmiştir.

* Aynı adlı doktora tez çalışmasından özetlenmiştir.

kullanılmaya başlanmıştır (2). Mekanik olarak kemiklerinden ayrılmış et; gövde/karkas veya parçalarından etin mekanik bir işlemle ayrılmasıyla elde edilen et olarak tanımlanmaktadır (36,39,44). Avrupa Birliği (EU) direktiflerine göre; MABE'lerin üretiminde kullanılan tekniklerine göre kas doku ve yapısında değişikliğe neden olanlar ve olmayanlar diye ayrılmaktadır. MABE'ler et sanayinde daha çok; sosis, salam gibi emülsiyon tipi et ürünlerinde kullanılmakla birlikte, köfte, burger ve tüketime hazır fast-food gıdalarda sıklıkla kullanılmaktadır (20,29,42). MABE'lerinin üretim tekniklerinin normal işleme ve ayrılmış (blok, parça et, kıyma) etlerden farklı olması, bu tip etlerin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini de değiştirmektedir (22,30,41). Örneğin, MABE'lerin diğer parçalama ve kemik ayırma işlemleri ile elde edilen etlerden üretim teknolojisine bağlı olarak kalsiyum düzeyleri daha yüksektir. Bu nedenle de, MABE'ye ait kalsiyum, kül, protein ve yağ düzeylerinin belirlenmesi, bu etlerin kalite kriterleri açısından önemli bir gösterge olmaktadır (25,26,31).

Bu etlerin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından da önemlidir. MABE'leri sosis, salam ve hamburger gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Yine MABE'lerin üretim koşulları dikkate alındığında, çoğu zaman uygun hijyenik şartlara sahip olmayan koşullarda üretim yapılmaktadır. Kullanılan teknolojik cihazlar özellikle mikrobiyal kontaminasyona açıktır. Nitekim, bu etler üretim şekli olarak yüksek mikrobiyal yüke sahiptir. Bu durum, ürünün muhafaza süresini de etkilemektedir. Bu nedenle, kimi zaman üreticiler, ürünlerin muhafaza süresini uzatmak, şekil, tekstür kazandırmak ve stabilitesini artırmak için ısı uygulaması, pH düzenlemesi, tuz ilavesi, antioksidan ve polifosfat kullanımına gidebilmektedirler. Bu uygulamalar ürün kalite ve güvenliğinde yeni sorunları gündeme taşımaktadır (1,15,18).

Literatür taramalarında MABE'ler ile ilgili yeterli düzeyde araştırma makalesine rastlanılamaması ve MABE'lerin mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri ile ilgili yeterli veri bulunmamasından dolayı bu etlerden hazırlanan ürünlerden kaynaklanan sağlık riskleri tam olarak bilinmemektedir. Hijyenik şartları iyi olmayan işletmelerden elde edilmeleri ve bunların ürünlere katılarak piyasaya sunulması, sosis, salam, hamburger gibi ürünlerin ise çocuklar tarafından daha çok tercih edilmesi, bu etlerden kaynaklanacak sağlık risklerini artırmaktadır. Bununla birlikte bu tip ürünlerin Avrupa Birliği'nde direkt satışı bulunmasına rağmen; Türkiye'de MABE'lerin nasıl değerlendirileceği ve pazarlama olanaklarına yönelik yasal bir uygulamanın bulunmayışı bu tip gıdaların hile ve aldatma amacına yönelik ürünlere dönüştürülüp satılması problemini ortaya koymaktadır (40).

Bu nedenlerle de birçok ülke MABE ile ilgili yasal mevzuatlar oluşturarak kullanımda sınırlamalara git-

mektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde kanatlı ürünlerinde mekanik ayrılmış etlerin kullanımı % 20 ile sınırlandırılmıştır. Avrupa Birliği'nde ise yasal düzenlemeler (Regulation (EC) 853/2004 - MABE'lerin hazırlanması ile ilgili düzenlemeler, Annex IV Regulation (EC) 2074/2005- kalsiyum içeriği ve limit değerler, Regulation (EC) 2073/2005- mikrobiyolojik kriterler) ilgili direktiflerle belirlenmeye çalışılmıştır (11, 12).

Bu bağlamda, et endüstrisinde MABE'lerin güvenilir ve kaliteli bir yapıya sahip olması için mekanik ayrılmış etlerin mikrobiyolojik ve kimyasal niteliklerinin iyi saptanması ve standart özelliklerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Bu çalışma, broiler karkaslarından mekanik ayırma ile elde edilen etlerin mikrobiyolojik ve kimyasal niteliklerinin belirlenmesini kapsamaktadır. Bu kapsamda da MABE'in gıda güvenliği ve halk sağlığı ile beraber ürün kalite kriterlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, I) Broiler karkaslarından elde edilen mekanik ayrılmış et örneklerinde aerob mezofil genel canlı, enterobakteriler, koliform bakteri, *Escherichia coli*, mikrokok/stafilokok, *Pseudomonas* spp., maya/küf, II) *Salmonella* spp. varlığı saptanmış, III) *Staphylococcus aureus* izolasyonu, identifikasyonu ve *S. aureus* izolatlarının enterotoksin oluşturma yeteneği belirlenmiş, bazı kimyasal nitelikler ortaya konulmuştur.

Materyal ve Metot

Araştırmada, 7 farklı firmadan temin edilen toplam 100 mekanik ayrılmış broiler eti örneği materyal olarak kullanılmıştır. Bu amaçla, 7 aylık periyot içerisinde her aya 15'er ve son ay ise 10 numune olmak üzere toplam 100 örnek alınarak, laboratuara soğuk zincir altında getirilmiştir. Örneklerin mikrobiyolojik ve kimyasal analizleri Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi laboratuvarlarında yapılırken, kalsiyum ve fosfor analizleri Erzurum A tipi Gıda Kontrol Müfreze Komutanlığı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler: Araştırmada, aerob mezofil genel canlı (AMGC), enterobakteriler, mikrokok/stafilokok, koliform bakteri, *Pseudomonas* spp. ve maya/küf sayısını belirlemek için örneklerden 10 g alınarak, 90 ml peptonlu su ilave edilerek, karışım stomacherde (Lab Blender 400, Sewart-England) 2-3 dak. homojenize edilmiştir. Bunu takiben hazırlanan karışımdan 10^{-6} ya kadar desimal dilüsyonlar hazırlanarak, besi yerlerine ekimleri yapılmış, uygun sıcaklık derecelerinde inkübasyon sonucunda değerlendirilmiştir (3,4,14). Ridascreen SET A,B,C,D,E (R-Biopharm AG, Darmstadt Germany. Art. No: R4101) test kiti yardımı ile *S.aureus*'ların toksin oluşturabilme özelliği belirlenmiştir (17). Mekanik ayrılmış broiler eti örneklerinde *Salmonella* spp.'nin klasik kültür tekniği ile izolasyonunda ISO 6579 (The

Tablo 1: Mekanik olarak ayrılmış broiler eti örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (N=100).
Table 1: Mechanically seperated broiler meat samples for chemical analysis results (N=100).

	KuruMadde (%)	Rutubet (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	P (mg/kg)	Ca (mg/kg)	pH
Max.	38.80	65.10	15.40	21.80	1.30	588.00	730.61	6.8
Min.	34.40	61.20	13.40	19.00	0.80	429.30	605.45	6.5
\bar{x}	36.10	63.89	14.04	20.18	1.09	503.38	674.01	6.6

International Organization for Standardization) tarafından bildirilen yöntemler kullanılmıştır (10,27).

Kimyasal analizler: Araştırmada, mekanik ayrılmış broiler eti örneklerinin kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, protein, yağ, rutubet, kül, kalsiyum-fosfor ve pH analizleri gerçekleştirilmiştir. Protein miktarının belirlenmesi amacıyla Leco FP-528 (USA) marka tam otomatik protein ve nitrojen ölçüm cihazı kullanılmıştır (5). Yağ miktarının belirlenmesi, Soxhlet Henkel yöntemine göre yapılmıştır (6). Mekanik ayrılmış broiler etlerinin rutubet tayini için Sartorius MA 30 (USA) rutubet tayin cihazı kullanılmıştır (7). Kül miktarının belirlenmesi, TS-1746-ISO 936 metoduna göre yapılmıştır (8). Mekanik ayrılmış broiler eti örneklerinin pH değerleri numuneler alındıktan sonra pH metre (Inglond-LoT406.M6-DXK-S7-259) (pH metre probu: Sentek No: 119-75 Type P 19/BNC- Made in UK) ile ölçülmüştür (9). Mekanik ayrılmış broiler et örneklerinin kalsiyum (Dalga Boyu:317.933) ve fosfor (Dalga Boyu:213.617) düzeyleri ICP Optima 2000 DV, Perkin Elmer, 080N2111409, (USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır (24,28, 33).

İstatistiksel analiz: Mikrobiyolojik ve kimyasal analiz bulgularının istatistiksel değerlendirilmesi için SPSS-17 istatistik hazır paket programı kullanıldı (SPSS, versiyon 17).

Bulgular

Bu çalışmada, 7 farklı firmadan temin edilen 100 adet mekanik ayrılmış broiler eti örneğinin, protein, yağ, rutubet, kül, pH, kalsiyum ve fosfor gibi kimyasal analizleri ile mikrobiyolojik kriterleri açısından önemli olan aerob mezofil genel canlı, *Enterobacteriaceae*, mikrokok/stafilokok, koliform bakteriler, *E.coli*, *Pseudomonas* spp., maya/küf ve *Salmonella* spp. yönünden analizleri yapıldı. Mekanik ayrılmış broiler etlerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1’de görüldüğü gibi toplam 100 adet mekanik ayrılmış broiler eti örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre sırasıyla kuru madde, rutubet, protein, yağ ve kül ortalama değerleri %’de 36.01; 63.89; 14.04; 20.18 ve 1.09 olarak belirlenirken, örneklerdeki ortalama kalsiyum düzeyi 674.01 mg/kg, ortalama fosfor ise 503.38 mg/kg düzeyinde saptanmıştır. Ayrıca analize alınan örneklerin ortalama pH değeri 6.6 olarak belirlenmiştir.

Tablo 2: Mekanik olarak ayrılmış broiler etlerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (N=100)

Table 2: Mechanically seperated broiler meat’s microbiological analysis results (N=100).

Mikroorganizma	Ortalama (log kob/g)	Min - Max (log kob/g)
Aerob Mezofil Genel Canlı	6.64	5.50 –7.80
<i>Enterobacteriaceae</i> spp	3.95	2.54 –4.86
Mikrokok/Stafilokok	5.12	4.11–6.67
<i>Pseudomonas</i> spp.	4.24	3.00 -5.80
Maya-Küf	2.19	2.00 – 2.61

Tablo 3: Mekanik olarak ayrılmış broiler etlerinin koliform bakteriler ve *E.coli* düzeyleri (N=100).

Table 3: Mechanically seperated broiler meat levels of coliform bacteria and *E.coli* (N=100).

EMS/g	Pozitif Koliform Bakterilerin Oranı (%)	Pozitif <i>E.coli</i> Oranı (%)
<3	21	66
>3	79	34
25-35	48/79	14/34
>35-45	31/79	20/34
\bar{x}	35.63	38.67

Mekanik ayrılmış broiler etlerinin mikrobiyolojik analizleri sonucuna göre aerob mezofil genel canlı sayısı 5.50-7.80 log kob/g arasında değişken, ortalama aerob mezofil genel canlı sayısı 6.64 log kob/g olarak belirlenmiştir. Piliç eti örneklerinde enterobakterilerin genel kontaminasyon düzeyi % 68 (68/100) olarak saptanırken, enterobakterilerin sayısının 2.54-4.86 log kob/g arasında değiştiği ve ortalama değer 3.95 log kob/g olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

Analiz sonuçlarına göre koliform bakteriler <3-45 EMS/g arasında tespit edilmiştir. *E. coli* düzeyi örneklerin % 66’sında <3 EMS /g’den düşük olarak saptanırken, % 34’ünde ise 25 ile 45 EMS /g düzeyleri arasında olduğu saptanmıştır (Tablo 3).

Araştırmada, toplam 100 adet mekanik ayrılmış broiler eti örneğinde mikrokok/stafilokok düzeyi ortalama 5.12 log kob/g (Tablo 4), örneklerdeki minimum/maksimum değerler ise sırasıyla 4.11 log kob/g ile 6.67 log kob/g arasında saptanmıştır.

Mekanik olarak ayrılmış 100 broiler eti örneğinden toplam 395 izolat koagülaz pozitif stafilokok yönünden

Tablo 4: Mekanik olarak ayrılmış broiler et örneklerinde (MABE) mikrokok-stafilokok, koagulaz pozitif stafilocok, *S.aureus* ve Stafilokokal enterotoksin analiz sonuçları (N=100).

Table 4: Mechanically seperated broiler meat samples (MSBM) micrococci-staphylococci, coagulase positive *S.aureus*, enterotoxin analysis results (N=100).

	N	Mikrokok-Stafilokok (log kob/g) \bar{x}	Toplam İzolat	Koagulaz Pozitif Stafilokok İzolatı (%)	<i>S.aureus</i> Pozitif <i>S.aureus</i> İzolatı (n)	İzolat (%) Örnek	Stafilokokal enterotoksin üreten izolat sayısı ve oranı
MABE	100	5.12	395 /100	20/395 (%5.06)	7/20(% 35) 2/5	7/20 (2/5)	7/20 (2/5) 3/7 A tipi (% 42,85) 2/7 D tipi (% 28,57) 1/7 A ve B (% 14,28) 1/7 A, B ve C (% 14,28)

test edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre izolatların % 5.06'sının (20/395) koagulaz pozitif olduğu saptanırken, genel değerlendirmede örneklerin 5/100'ü (% 5) koagulaz pozitif stafilocok olarak değerlendirilmiştir. Koagulaz pozitif stafilocok izolatlarının 7/20'si (% 35) *S. aureus* (2/100) olarak saptanmıştır.

Mekanik ayrılmış broiler et örneklerinden izole edilen % 2 *S. aureus* (2/100) pozitif izolatların enterotoksin oluşturabilme yeteneğinin belirlenmesi amacıyla yapılan, EIA testleri sonucunda, izolatların 7/20'sinin (% 35) enterotoksin oluşturabilme özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. İki örneğe ait *S. aureus* pozitif 7 izolatın 3'ü (% 42,85) enterotoksin A, 2'si (% 28,57) enterotoksin D, 1'inin (% 14,28) enterotoksin A ve B ve 1'ininde (% 14,28) enterotoksin A, B ve C'yi üretebildiği tespit edilmiştir (Tablo 4).

Analiz edilen 100 mekanik ayrılmış broiler eti örneğinde *Pseudomonas* spp. minimum 3.00 log kob/g ile maksimum 5.80 log kob/g arasında olduğu, ortalama ise 4.24 log kob/g düzeyinde olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

Broiler eti örneklerinin maya ve küf yönünden değerlendirilmesinde ise ortalama 2.19 log kob/g, örneklerde saptanan minimum ve maksimum değerler ise 2.00-2.61 log kob/g arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Analiz edilen toplam 100 mekanik ayrılmış broiler eti örneğinden klasik kültür tekniği ile 30 örneğin (% 30) *Salmonella* spp. yönünden pozitif olduğu saptanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Çalışma kapsamında yapılan mikrobiyolojik analizler neticesinde aerob mezofil genel canlı sayısının; mekanik ayrılmış broiler eti örneklerinde min. 5.50 log kob/g ile max. 7.80 log kob/g arasında değiştiği ve ortalama değerinin 6.64 log kob/g düzeyinde olduğu saptanmıştır. Çalışma sonuçlarımız değerlendirildiğinde aerob mezofil genel canlı sayısının yasal limitlerden yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Gerek canlı hayvan üretimi gerekse kesimhaneye koşulları ve sonrasında paketleme, nakliye, pazarlama aşamalarında, yeterli hijyenik koşullar sağlanamazsa birer kontaminasyon kaynağı olabilmektedir (19). Buna bağlı olarak mekanik ayrılmış broiler etlerinin

genel canlı sayısının üretim aşaması, işletme ve etin parçalama koşullarına göre değişebileceği, bu koşullara uyulmadığı takdirde sağlık açısından önemli risklerle karşı karşıya kalınabileceği sonucuna varılmıştır.

Yuste ve ark. (43) mekanik ayrılmış 100 broilerden burğu yöntemi ile elde edilen et örneklerinde aerob mezofil genel canlı sayısını 8.0×10^6 kob/g olarak saptamışlardır. Benzer şekilde burğu yöntemiyle elde edilen mekanik olarak ayrılmış etlerin mikrobiyolojik özelliklerinden aerob mezofil genel canlı sayısı düzeylerine yönelik Beltran ve ark. (16), Pettersen ve ark. (38) ve Trindade ve ark. (45) tarafından yapılan çalışmalarda da burğu yönteminde aerob mezofil genel canlı sayısı sırasıyla 5.2×10^5 , 4.4×10^6 , 6.2×10^6 kob/g olarak saptanmıştır. Aerob mezofil genel canlı düzeyinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalardan alınan sonuçlar, çalışmamızdaki veriler ile benzerlik göstermekte olup, aerob mezofil genel canlı düzeyinin, uygulanan yöntemler ve işletme koşullarına göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Al-Najdawi ve Abdullah (1) mekanik ayrılmış et örneklerinde koliform bakterilerin sayısını <3-40 EMS/g olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada yine araştırmacılar elle ayrılmış broiler etlerinde bu değerleri 40-45 EMS/g olarak bulmuşlardır. Yapılan çalışmalar bizim çalışmamızı desteklemekle beraber, mekanik ayırma işlemi sırasında kullanılan burğu tipi makinelerin temizliği ve personel hijyenine dikkat edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çalışmamızdaki bulgulara benzer şekilde, farklı makine tipi uygulanarak elde edilmiş ürünlerdeki enterobakteri sayısını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda Babji ve ark. (14) ve Yuste ve ark. (43) burğu tipi makinalardan elde edilen örneklerdeki enterobakteri sayısını sırasıyla 7.2×10^3 ve 6.4×10^2 kob/g olarak saptamışlardır. Mekanik ayırma işlemi yapılan örnek türüne ve cihaz tipine bağlı olarak enterobakteri sayısının değişebileceği sonucuna varılmıştır.

Castillo-Contreras ve ark. (19), 50'şer adet mekanik ayrılmış yumurtacı ve damızlık çıkma tavuk karkaslarını karşılaştırmışlardır. Mekanik ayrılmış yumurtacı tavuk karkas etlerinin *Pseudomonas* sayısının 6.8×10^3 kob/g, damızlık tavuk karkas etlerinin *Pseudomonas* sayısının

ise 5.4×10^3 kob/g olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda yumurtacı ve damızlık tavuk karkaslarından elde edilmiş etlerde mekanik ayırma işlemi sonucunda *Pseudomonas* sayısı açısından önemli bir farklılığın olmadığı ancak burgu tipi makinelerden kaynaklanabilecek farklılıkların olabileceği düşünülmektedir.

Beltran ve ark. (16), burgu tipi makinelerden alınan 100 adet mekanik ayrılmış broiler parça et örneklerinde maya-küf sayısını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışma sonucunda maya-küf sayısını 3.6×10^2 kob/g olarak belirlemişlerdir. Yine Pettersen ve ark. (38) burgu tipi makine kullanarak mekanik ayrılmış broiler parça etlerde maya-küf sayısını 4.2×10^2 kob/g olarak saptamışlardır. Çalışma sonuçları, çalışmamızın bulgularına benzerlik göstermektedir. Mekanik ayırma işlemi yapılan cihazın türü ve etin çeşidine göre maya-küf sayısının değişebileceği belirtilmiştir.

Mekanik ve elle ayrılmış broiler karkaslarının özelliklerini karşılaştırmak için yapılan bir çalışmada, karkasın mekanik ayrılması ile 6.8×10^6 kob/g, elle ayrılmış örneklerde ise 8.4×10^6 kob/g düzeyinde mikrokok/stafilokok saptanmıştır (1). Yine Trindade ve ark. (45) mekanik ayrılmış broiler karkaslarında yaptıkları bir çalışmada ise mikrokok/stafilokok sayısını 3.2×10^6 kob/g olarak bulmuşlardır. Çalışmaların bulguları bizim çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir. Broiler karkaslarında yapılan mekanik ayırmada kullanılan cihaz tiplerine bağlı olarak ve elle ayırma sırasında kontaminasyon riskinin oluşabileceği düşünülmüştür. Kesim prosesinin özellikle tüy yolma, iç organ çıkartma ve su ile soğutma işlemlerinin, stafilokokların çapraz kontaminasyonunu kolaylaştırdığı sonucuna varılmıştır (34). Ayrıca etin çeşiti ve karkas yapısına bağlı olarak da mikrokok/stafilokok sayısında farklılık oluşabileceği düşünülmektedir.

Trindade ve ark.'nın (45) burgu tipi makinelerden aldıkları mekanik ayrılmış broiler et örneklerinden izole edilen % 4 *S. aureus* (4/100) pozitif izolatların enterotoksin oluşturabilme yeteneğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, izolatların % 35'inin enterotoksin oluşturabilme özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Dört örneğe ait *S. aureus* pozitif 14 izolatın, 6'sının enterotoksin A'yı, 4'ünün enterotoksin D'yi, 2'sinin enterotoksin A ve B'yi, 2'sinin ise enterotoksin A, B ve C'yi üretebildiği tespit edilmiştir. Kanatlılardan izole edilen suşların çoğunun insan biyotip A'ya ait olduğunu, bunun kaynağının ise gıda ile uğraşan insanlar olduğunu belirtmişlerdir. Kanatlı hayvanlardan veya etlerinden izole edilen *S. aureus* suşlarının % 2.7-65.5 arasında değişen oranlarda farklı tiplerde enterotoksin oluşturma yeteneğinde olduklarını bildirmişlerdir. Yapılan araştırma, çalışma sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

Salmonella'lar kanatlı işleme zincirinin her aşamasında karkas ve iç organlardan, hatta satışa hazır ürünlerden izole edilmektedir. Ayrıca çapraz kontaminasyon

yoluyla çiğ kanatlı etlerinden pişmiş etlere ve aynı mutfakta işlenen diğer ürünlere de bulaşmaları sık rastlanan bir durumdur. Salmonellozis ise kontamine hammaddenin yetersiz pişirilmesiyle ortaya çıkmaktadır. Kümes hayvanlarının işlendiği işletmelerde ürünler genellikle alım, kesim, kan akıtma, haşlama, tüylerin ayrılması, yıkama, iç organların boşaltılması, iç organların temizlenmesi, karkas yıkama, soğutma, paketlenme, tartım, sınıflandırma, paketlenme, dağıtım gibi aşamalardan geçerek tüketiciye ulaşır. Hava, su, ekipman, paketlenme materyali, deri, ayak ve tüylerde bulunan mikroorganizmalar kap ve ekipmanlar aracılığıyla diğer karkaslara bulaşabilir (18,35). Bunun yanında personel hijyeninin zayıf olması durumunda işçiler aracılığıyla kontaminasyon artmaktadır. İşleme sırasında uygulanan soğutma mikroorganizma sayısını azaltır. Ancak sonrasında yapılan tartım ve paketlenme işlemi sırasında kullanılan ekipmanlardan kaynaklanan bulaşmayla sayıda artış gözlenir. Kanatlı etlerinde *Salmonella* kontaminasyonunun engellenmesi çiftlikte başlayan ve mutfığa kadar devam eden bir dizi önlemi gerektirmektedir (16,21,43).

Çalışmamızda mekanik ayrılmış broiler eti örnekleri *Salmonella* spp. yönünden analiz edilmiş olup, mekanik ayrılmış broiler eti örneklerinin % 30'undan (30/100) *Salmonella* spp. izole edilmiştir.

Crosland ve ark. (21) 'nın 100 broiler, hindi ve diğer hayvan türlerine ait MABE'lerinde burgu tipi yöntemin kimyasal özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarında burgu tipi makine ile yapılan mekanik ayırma işlemi sonucu yağ düzeyinin % 22 olduğunu görmüşlerdir. Mekanik ayrılmış broiler etinin yağ içeriğinin başlangıç materyali olarak kullanılan kanatlıların deri içeriği ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışma bulguları bizim çalışmamız ile benzerlik göstermekte olup, yağ miktarının et çeşidi, karkas yapısı ve üretim tekniğine bağlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Çeşitli araştırmacılar farklı kanatlı karkası parçalarından ve hayvan türlerinden elde ettikleri MABE'lerinde protein oranlarının değiştiğini belirtmişlerdir. Shahidi ve ark. (41) burgu tipi makineden elde edilmiş 100 adet mekanik ayrılmış göğüs etinde protein miktarını % 14.30 olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar mekanik ayırma işleminde kullanılan cihazın protein değeri üzerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Mekanik ayrılmış broiler etlerinin kuru madde miktarlarını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda kuru madde miktarlarını, Beltran ve ark. (16) piliç sırt/boyun etinde % 35.80, Pettersen ve ark. (38) tüm karkasta % 37.80, Serdaroğlu ve ark. (40) piliç göğüs etinde % 35.1 ± 1.2 , Trindade ve ark. (45) tüm karkasta % 36.30, Castillo-Contreras ve ark. (19) ise yumurtacı tavuk karkasından elde edilmiş ette % 36 olarak belirlemişlerdir. Mekanik ayırma yapılırken kullanılan

burgu tipi makineler kuru madde miktarı üzerinde etkili olabilecek faktörler olarak düşünülmekte ve çalışma sonuçları çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Mekanik ayrılmış broiler etlerinin rutubet oranlarını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalarda, Beltran ve ark. (16) piliç sırt/boyun etinde % 64.20, Pettersen ve ark. (38) tüm karkasta % 62.20, Serdaroğlu ve ark. (40) piliç göğüs etinde % 64.9±1.2, Trindade ve ark. (45) tüm karkasta % 63.70, Castillo-Contreras ve ark. (19) ise yumurtacı tavuk karkasında % 64 olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonuçları, bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Araştırmacılar mekanik ayırma işlemi kullanan cihazın rutubet miktarı üzerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca mekanik ayırma işlemi kullanan etin çeşitinin (sırt/boyun, göğüs eti vs.) rutubet miktarı üzerinde etkisinin olabileceği sonucuna varılmıştır.

Crosland ve ark. (21), mekanik ayrılmış broiler etlerinden elde edilmiş kıyma örneklerinde burgu tipi makineler kullanılarak yapılan bir çalışmada kalsiyum düzeyini 70 mg/100 g olarak saptamışlardır. Bu araştırma, çalışma sonuçlarımızı destekler nitelikte olup, burgu tipi makinelerde yapılan mekanik ayırma işlemi örnek çeşitinin (kıyma, parça et, göğüs vs.) kalsiyum miktarı üzerinde önemli bir farklılık yaratmadığı sonucuna varılmıştır.

Mekanik ayrılmış broiler etlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin ortaya konulduğu bu çalışmada, üretilen mekanik ayrılmış broiler etlerinin özellikle aerob mezofil genel canlı ve *Salmonella* spp. gibi mikroorganizmalar yönünden Türk Gıda Kodeksine uygun olmadığı belirlenmiştir (13). Bu sonuçlar, gerek birincil üretimdeki eksikliklerin, gerekse de üretim aşamalarındaki hijyenik önlemlerin yeterince alınmadığının göstergesi olduğu gibi, son üründeki kalite düşüklüğü gerçeğini de yansıtmaktadır. Bu bağlamda, mekanik olarak ayrılmış broiler etleri, kanatlı eti ürünlerinin hammaddesi olarak çeşitli ürünlerin bileşimlerine katılarak, insan tüketimine direkt sunulması durumunda gıda güvenliği ve halk sağlığı yönünden başta risk grubu olan çocuk, yaşlı, hasta ve hamilelerde ciddi sağlık problemlerine yol açabileceğini de hatırlatmalıdır. Bu nedendir ki; mekanik olarak ayrılmış et üretiminin ve üreten işletmelerin kalite ve kontrol kriterleri yönünden yasal mevzuatların ışığında gözetim altında tutulması gıda güvenliği ve kalite güvencesi açısından önem arz edecek ve halk sağlığının korunmasında da etkin olacaktır. Bu amaçla da üretim koşullarının asgari hijyenik şartlarda yapılması yanında üretimden tüketime kadarki tüm aşamalarda kontrol ve denetimlerin yasal mevzuatlar çerçevesinde yapılması önerilmektedir.

Kaynaklar

1. **Al-Najdawi R, Abdullah, B** (2002): *Proximate composition selected vitamins and minerals, cholesterol content and lipid oxidation of mechanically and hand-deboned chickens from the Jordanian market*. Meat Sci, **61**, 243-247.
2. **Ang CYW, Hamm D** (1982): *Proximate analyses, selected vitamins and minerals and cholesterol content of mechanically deboned and hand deboned broiler parts*. J. Food Sci, **47**,885-888.
3. **Anonim** (1996): *Mikrobiyoloji-Muhtemel Escherichia coli Sayımı için Genel Kurallar En Muhtemel Sayı Tekniği*. TS 6063 ISO 7251 **Erişim:** <http://www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard/Standard/Standard.aspx?> **Erişim tarihi:** 10.02.2013.
4. **Anonim** (2000): *AOAC International in: Compendium of microbiological methods for the analysis of food and agricultural products*. **Erişim:** <http://www.fao.org> **Erişim tarihi:** 22.03.2013.
5. **Anonim** (2001a): *Et ve et ürünleri-Azot ve protein tayini*. TS 1748-ISO 937 **Erişim:** <http://www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard/Standard/Standard.aspx?> **Erişim tarihi:** 18.01.2013.
6. **Anonim** (2001b): *Et ve et ürünleri-Yağ tayini*. TS 1744 **Erişim:** <http://www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard/Standard/Standard.aspx?> **Erişim tarihi:** 13.04.2013.
7. **Anonim** (2001c): *Et ve et ürünleri-Rutubet tayini*. TS 1743-ISO 1442 **Erişim:** <http://www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard/Standard/Standard.aspx?> **Erişim tarihi:** 02.03.2013.
8. **Anonim** (2001d): *Et ve et ürünleri-Toplam kül tayini*. TS 1746-ISO 936 **Erişim:** <http://www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard/Standard/Standard.aspx?> **Erişim tarihi:** 08.04.2013.
9. **Anonim** (2001e): *Et ve et ürünleri-pH tayini*. TS 1728-ISO 1842 **Erişim:** <http://www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard/Standard/Standard.aspx?> **Erişim tarihi:** 21.01.2013.
10. **Anonim** (2002): *Microbiology of the food chain -- Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella*. ISO 6579 **Erişim:** http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=56713. **Erişim tarihi:** 10.02.2013.
11. **Anonim** (2004): *Commission Regulation (EC). No 853/2004*. Official J European Union **Erişim Tarihi:** 14.01.2013.
12. **Anonim** (2005): *Commission Regulation (EC). No 2074/2005*. Official J European Union **Erişim Tarihi:** 11.01.2013.
13. **Anonim** (2012): *Türk Gıda Kodeksi Et ve Et ürünleri Tebliği*. **Erişim:** <http://www.mevzuat.gov.tr> **Erişim Tarihi:** 18.06.2013.
14. **Babji AS, Chin SY, Sen Chempaka MY, Alina AR** (1998): *Quality of mechanically deboned chicken meat frankfurter incorporated with chicken skin*. Int J of Food Scie and Nutr, **49**, 319-326.
15. **Baumgart J** (1997): *Mikrobiologische untersuchung von Lebensmitteln*. Behr's Verlag. Hamburg.
16. **Beltran E, Yuste J, Pla RM, Mor-Mur M** (2002): *Lipid oxidation of pressurized and cooked chicken: role of sodium chloride and mechanical processing on TBARS and hexanal values*. Meat Sci, **64**, 19-25.
17. **Bennett RW, Notermans S, Tatini SR** (1992): *Staphylococcal enterotoxins*. In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* Ed: Vanderzant, C., Splittstoesser, D.F. Washington D.C.: American Public Health Association, Chapter 34.

18. **Beraquet NJ** (2000): *Poultry mechanically separated meat. Carne mecanicamente separada de aves.-in: Seminary and theoretical-practical course adding value to poultry meat . CTC/ITAL, Campinas, Brazil, pp: 52–69.*
19. **Castillo-Contreras CJ, Trindade MA, Felicio PE** (2008): Physical and chemical characterisation of spent hens mechanically separated meat (MSHM) from the Brazilian production. *Poultry Sci*, **37**, 283-291.
20. **Cousin MA, Jay JM, Vasavada PC** (1992): *Psychrotrophic microorganisms. In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* Ed: Vanderzant, C., Splittstoesser, D.F. Washington D.C.: American Public Health Association, Chapter 9.
21. **Crosland R, Patterson LS, Higman C, Stewart A** (1994): *Investigation of methods to detect mechanically recovered meat in meat products - I: Chemical composition.* *Meat Sci*, **40**, 289-302.
22. **Dawson PL, Sheldon BW, Ball HR** (1989): *Extraction of lipid and pigment components from mechanically deboned chicken meat.* *J Food Sci*, **53**(6), 1615-1617.
23. **Demam JC** (1983): *Eur. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* In: Anon (1984). *Microbiology General Guidance for Enumeration of Presumptive E.coli – Most probable technique.* ISO 7251.
24. **Erdinç DB, Saldamlı İ** (2000): *Gıdalarda metal düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan numune hazırlama metodlarının uygulanabilirliği.* *Gıda Dünya yayınları Sayı - 10, s.73-77.*
25. **Essary EO** (1979): *Moisture fat, protein and mineral content of mechanically eboned poultry meat.* *J Food Technol*, **44**, 1070-1073.
26. **Field RA** (1988): *Mechanically separated meat, poultry and fish.* In: PEARSON AM, DUTSON TR. *Edible meat by-products.* New York : Elsevier Appl Sci, **pp**, 83-128.
27. **Flowers RS, D'aoust JY, Andrews WH, Bailey JS** (1992): *Salmonella.* In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* Ed: Vanderzant, C, Splittstoesser DF Washington DC: American Public Health Association, Chapter 25.
28. **Forsgard N** (2007): *Inductively coupled plasma spectrometry for speciation analysis.* *ACTA, Universitatis Upsaliensis Uppsala.*
29. **Froning GW** (1981): *Mechanical deboning of poultry and fish.* *Advanc Food Researc*, **27**, 109-147.
30. **Froning GW, Saterlle LD, Johnson F** (1973): *Effect of skin content prior to deboning on emulsifying and color characteristics of mechanically deboned chicken back meat.* *Poultry Sci*, **52**, 923-926.
31. **Grunden LP, Macneil JH** (1973): *Examination of bone content in mechanically deboned poultry meat by EDTA and atomic absorption spectrophotometric methods.* *J Food Sci*, **38**, 712-713.
32. **HitchinsAD, Hartman PA, Todd ECD** (1992): *Coliforms-Escherichia coli and its toxins. In: Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* Ed: Vanderzant C, Splittstoesser DF Washington DC: American Public Health Association, Chapter 24.
33. **Kira CS, Maihara VA** (2007): *Determination of major and minor elements in products through inductively coupled plasma optical emission spectrometry after wet partial and neutron activation analysis.* *Food Chem*, **100**, 390-395.
34. **Lancette GA, Tatini SR** (1992): *Staphylococcus aureus.* In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, Ed: Vanderzant C, Splittstoesser D.F. Washington DC: American Public Health Association, Chapter 33.
35. **Mielnik B, Aaby K, Rolfsen K, Ellekjer M, Nilsson A** (2001): *Quality of comminuted sausages formulated from mechanically deboned poultry meat.* *Meat Sci*, **61**, 73-84.
36. **Mislivec PB, Beuchat LR, Cousin MA** (1992): *Yeasts and moulds.* In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, Ed: Vanderzant C, Splittstoesser DF Washington DC: American Public Health Association, Chapter 16.
37. **Mott EL, Macheil JH, Mast MG, Leach RM** (1982): *Protein efficiency ratio and amounts of selected nutrients in mechanically deboned apent layer meat.* *J Food Sci*, **47**, 655-663.
38. **Pettersen MK, Mielnik MB, Eie T, Skrede G, Nilsson A** (2004): *Lipid Oxidation in Frozen, Mechanically Deboned Turkey Meat as Affected by Packaging Parameters and Storage Conditions.* *Poultry Sci*, **83**, 1240-1248.
39. **Scott DL, Baker RC** (1989): *Frankfurters made from broiler and turkey neck mechanically deboned using two different machines.* *Poultry Sci*, **68**, 1653-1657.
40. **Serdaroğlu M, Yıldız TGH, Baudathoğlu N** (2005): *Effect of deboned methods on chemical composition and some properties of beef and turkey meat.* *Turk J Vet Animal Sci*, **29**, 797-802.
41. **Shahidi F, Synowiecki J, Onodenaloro AC** (1992): *Effects of aqueous washings on colour and nutrient quality of mechanically deboned chicken meat.* *Meat Sci*, **32**, 289-297.
42. **Swanson KMJ, Busta FF, Peterson EH, Johnson MG** (1992): *Colony count methods.* In: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* Ed: Vanderzant C, Splittstoesser DF Washington DC: American Public Health Association, Chapter 4.
43. **Yuste J, Pla R, Capellas M, Mor-Mur M, Guamis B** (1999): *Mechanically recovered poultry meat sausages manufactured with high hydrostatic pressure.* *Poultry Sci*, **78**, 914-921.
44. **Thomsen HH, Zeuthen P** (1988): *The influence of mechanically deboned meat and pH on the water-holding capacity and texture of emulsion type meat products.* *Meat Sci*, **pp**, 65-71.
45. **Trindade MA, Castillo CJ, Felicio PE** (2006): *Mordetalla sausage formulations with mechanically seperated layer hen meat preblended with antioxidants.* *Scientia Agricola*, **63**, 240-245.

Geliş tarihi: 30.07.2013 / Kabul tarihi: 17.02.2014

Yazışma adresi:

Dr. Alper Karagöz
Türkiye Halk Sağlığı Kurumu,
Moleküler Mikrobiyoloji Araştırma ve Uygulama
Laboratuvarı,
Sıhhiye, Ankara.
e-mail: alper.karagoz82@gmail.com