

Soğuk ve Dondurulmuş Depolamanın Mekanik Ayrılmış Tavuk Etlerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi¹

Nuray Kolsarıcı², Ümran Ensoy³, Kezban Candoğan⁴, Ülkü Üzümcüoğlu⁵

Özet

Tavuk sırt, göğüs kafesi ve boyundan hazırlanmış mekanik ayrılmış tavuk sırt eti (MATSE), mekanik ayrılmış tavuk göğüs kafesi eti (MATGE) ve mekanik ayrılmış tavuk boyun eti (MATBE) bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. En yüksek nem içeriği MATBE, en yüksek protein ve kül MATGE ve en yüksek toplam lipit içeriği MATSE'de belirlenmiştir. Soğuk ve donmuş depolama süresince pH değerlerinde belirlenen düşüşler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). MAE'lerin mikrobiyolojik kalitesini belirlemek amacıyla toplam mezofil aerob bakteri (TMAB), toplam psikrofil aerob bakteri (TPAB) ve koliform grubu bakteri sayıları belirlenmiştir. Soğuk muhafaza süresince TMAB, TPAB ve koliform bakteri sayılarında önemli artışlar gözlenmiştir ($p<0,05$). Donmuş depolamanın mikrobiyal yük üzerine etkileri incelendiğinde TPAB, TMAB sayılarının azaldığı tespit edilirken koliform bakteri (MATSE hariç) sayılarında istatistik olarak önemli bir değişim belirlenmemiştir ($p>0,05$).

Giriş

Son yıllarda but, göğüs ve kanat gibi tavuk parçaları ile hindi etinin tüketiminde önemli artışlar gözlenmiştir (1). Bu etlerin tüketimine paralel olarak direkt olarak tüketilemeyecek durumdaki karkas parçalarının miktarı da artmıştır. Tüketilebilecek durumda olan parçalar ayrıldıktan sonra geriye göğüs kafesi, sırt ve boyun gibi tüm karkasın %40'nı oluşturan parçalar kalmaktadır. Bu parçalar yüzeyinde azımsanmayacak miktarda et mevcuttur (2, 3). Karkas yüzeyindeki etin randımanlı bir şekilde elde edilmesi amacıyla mekanik ayırma işlemi uygulanmaktadır (1, 2, 4, 5, 6, 7).

Mekanik ayrılmış et (MAE), karkastan büyük parça etlerin ayrılmasından sonra kemik yüzeyinden mekanik yolla elde edilen ettir (8). Bu şekilde elde edilen ürün, etin türüne göre mekanik ayrılmış tavuk eti, mekanik ayrılmış hindi eti, mekanik ayrılmış

¹ Türkiye 8. Gıda Kongresinde sunulan bildiriinden alınmıştır.

² Prof. Dr., ³ Doktora Öğrencisi, ⁴ Doç. Dr., ⁵ Araştırma Görevlisi. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara. Yazışmalardan sorumlu yazarın E-posta adresi : kolsarici@eng.ankara.edu.tr

balık eti veya mekanik ayrılmış dana eti olarak ifade edilir ve besin ögesi içeriği bakımından elde edildiği karkasa benzerlik göstermektedir.

Günümüz et teknolojisinde hayvansal protein kaynağı olarak mekanik ayrılmış kanatlı ve balık etleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (9, 10). Özellikle hayvansal protein açığını kapatmak amacıyla eldeki kaynakların bu şekilde randımanlı kullanımı hem ülke hem dünya ekonomisi açısından da fayda getirecektir (8).

Ülkemizde tavuk eti tüketimi 1980'li yıllarda kişi başına 1-1,5 kg civarında iken bu rakam 1996 yılında 7,5 kg'a, 2000 yılında ise 11,7 kg 'a ulaşmıştır (11). Ülkemiz gıda sektöründe, MAE üretimi sadece kanatlı et endüstrisinde önemli düzeyde gerçekleştirilmektedir (8).

Mekanik ayrılmış kanatlı eti (MAKE) besin öğeleri içeriği ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı salam, sosis gibi emülsiyelik ürün ve ayrıca köfte, burger gibi birçok ürünün üretiminde kullanılmaktadır (1, 5, 12, 13, 14). MAE elle ayrılmış etten daha yüksek sarkoplazmik protein ve protein olmayan azotlu bileşik içeriğine sahipken aynı miktarlarda miyofibriller protein içermektedir (15). MAE üretim işlemi sırasında kemik iliğinden kaynaklanan ve birçok gıda da çok az miktarlarda bulunan lösin, lizin ve histidin gibi elzem amino asitleri de içermektedir (8). Bununla beraber, kümes hayvanı eti, nispeten yüksek miktarda doymamış yağ asitleri ve az miktarda doğal tokoferoller içerdiğinden dolayı stabil olmayan bir yapıdadır. Kemik ayırma işlemi sırasındaki yüksek basınç, havayla temas ve ürünün doğal kompozisyonu (kemik iliği, heme pigmentleri ve lipidler) MAKE'nin yüksek oksidatif potansiyeline katkıda bulunmakta ve daha kısa raf ömrüne neden olmaktadır (2, 3, 16, 17). Bu özelliklerinden dolayı MAKE'nin ileri işlenmiş ürün üretiminde kullanımı da sınırlanmaktadır (1, 3, 5, 18). Fonksiyonel özelliklerini ve flavor niteliklerini geliştirmek için mekanik olarak kemiğinden ayrılmış etlerde modifikasyonlar önem kazanmaktadır. Bu problemlerin azaltılması mekanik ayrılmış etlerin işlenmiş ürünlerde kullanım oranını artıracaktır (19).

MAKE'nin mikrobiyolojik kalitesi de ürünlere katkılandırılması açısından önemli bir kriterdir. Makinanın tipine bağlı olmakla birlikte mekanik ayırma işlemi, üretim esnasında sıcaklığın 1-8 °C arasında artmasına neden olur. MAKE'nin ince partikül yapısı ve buna bağlı olarak yüzey alanının artışı, ayırma işlemi sırasında besin içeriği açısından zengin hücre sıvısının serbest kalışı, sıcaklığın yükselmesi ve yüksek pH değerine sahip olması mikrobiyel gelişmeyi teşvik eder (13, 20, 21, 22). Bu nedenle, mekanik olarak kemiğinden ayrılan et, kemik ayrıldıktan sonra 4 °C'ın altına soğutulmalı ve 24 saat içinde kullanılmalı ya da -18 °C'de veya altındaki sıcaklıklarda dondurularak saklanmalıdır. Eğer sıcaklık hızla düşürülür ve 4 °C'de tutulursa 24 saatlik depolama sırasında mikrobiyel yükte artış çok az olur (21, 23). Donmuş depolama et ve et ürünlerinin uzun süreli muhafazası amacıyla uygulanan en önemli yöntemlerden biridir (24). Donmuş depolama süresince uygulanan düşük sıcaklık dereceleri bozulmaya neden olan kimyasal reaksiyonları ve mikrobiyolojik gelişmeyi önler veya en aza çeker (25).

MAE'lerin mikrobiyolojik kalitesi dolayısıyla raf ömrü elle ayrılmış ete kıyasla daha kısadır. Buzdolabında saklama sırasında bakteriyel yük hızla artar. Bakteriyel yükün artışı, NaCl ve NaNO₂ ile belirli bir düzeyde inhibe edilebilir (21, 26). Pişirme ile bozulma yapan aerob ve anaerob bakteri yükü azaltılabilir (27). Ayrıca, MAKE

glukano delta lakton, nisin ve yüksek basınç uygulaması ile buzdolabı koşullarında 30 gün muhafaza edilebilmektedir (13).

Bu çalışmada sırt, göğüs kafesi ve boyundan elde edilen mekanik ayrılmış tavuk etlerinin donmuş ve soğuk depolama süresince mikrobiyolojik sayım sonuçlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada materyal olarak tavuk sırt, göğüs kafesi ve boyundan hazırlanmış mekanik ayrılmış tavuk sırt eti (MATSE), mekanik ayrılmış tavuk göğüs kafesi eti (MATGE) ve mekanik ayrılmış tavuk boyun eti (MATBE) kullanılmıştır. Ticari olarak tavuk eti işleyen bir şirketten temin edilen mekanik ayrılmış tavuk eti örnekleri, üretimden hemen sonra $+4\pm 1$ °C'lık soğuk ortamda Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et Teknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Mekanik ayrılmış et örnekleri her biri 500 gram olmak üzere polietilen torbalara doldurulduktan sonra vakum paketlenmiş ve $+4\pm 1$ °C'de 6 gün, -18 ± 1 °C'de 120 gün süreyle depolanmıştır. Donmuş depolanan örnekler analize alınmadan önce $+4\pm 1$ °C'de 12 saat süre ile bekletilmiştir.

Deneme planı

$+4\pm 1$ °C'de depolanan örneklerde 0, 3, 6. günlerde; -18 ± 1 °C'de depolanan örneklerde ise 0, 30, 60, 90 ve 120. günlerde analizler yapılmıştır. Deneme iki tekerrürlü olarak kurulmuştur. Sonuçlar istatistiki açıdan kontrol edilmiştir.

Deneme başlangıcında mekanik ayrılmış tavuk etlerinin genel besin içeriğini belirlemek amacıyla nem, protein, toplam lipid ve kül analizleri yapılmıştır. Her analiz periyodunda MAE'lerin pH değerleri ölçülmüş ve toplam mezofil aerob bakteri, toplam psikrofil aerob bakteri ve koliform grubu bakteri sayım sonuçları belirlenmiştir.

Analiz Yöntemleri

Nem, protein, toplam lipid ve kül içeriğinin belirlenmesi

MATBE, MATGE VE MATSE'nin nem içeriği 102 °C'de sabit tartıma gelene kadar kurutulması ilkesine dayanarak saptanmıştır. Örneklerin protein içerikleri Kjeldahl metodu ile tespit edilmiştir ($N \times 6.25$). MAE gruplarının kül içerikleri kademeli yakma işlemi uygulanarak belirlenmiştir (28). Toplam lipid içeriği Bligh ve Dyer (29) tarafından verilen yöntem ile tespit edilmiştir.

pH değerinin belirlenmesi

10 g örnek destile su ile 1/10 oranında seyreltilmiştir. Örneklerin pH değerleri pH 4 ve pH 7 tampon çözeltileriyle kalibre edilmiş Orion 420 A model pH metre kullanılarak belirlenmiştir (28).

Mikrobiyolojik analizler

Araştırmada örneklerin toplam mezofil aerob bakteri (TMAB), toplam psikrofil aerob bakteri (TPAB) ve koliform grubu bakteri sayıları selektif besiyerleri kullanılarak dökme kültürel sayım yöntemi ile belirlenmiştir (30). İnkübasyon süresi sonunda belirlenen canlı mikroorganizma sayım sonuçları log kob/g olarak verilmiştir.

Mikroorganizmaların sayımı için kullanılan besiyerleri ile uygulanan inkübasyon sıcaklık ve süreleri de Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Mikroorganizma sayımı için kullanılan besiyerleri ile uygulanan inkübasyon sıcaklık ve süreleri

Mikroorganizma	Besiyeri	İnkübasyon
TMAB	Plate Count Agar(PCA)	28±2 °C/48 saat
TPAB	PCA	6±2 °C/10 gün
Koliform grubu bakteri	VRB Agar	37 °C/48 saat

İstatistiki değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler SAS istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Varyans Analizi Tekniği (ANOVA) uygulanarak araştırılmıştır (31).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Mekanik Ayrılmış Tavuk Etlerinin Kimyasal Bileşimi

Araştırmada mekanik olarak kemikleri ayrılan tavuk sırt, göğüs kafesi ve boyun etlerinin başlangıçtaki kimyasal bileşimlerini saptamak amacıyla nem, protein, toplam lipit ve kül içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mekanik olarak kemikleri ayrılmış tavuk etlerinin kimyasal bileşimi

Özellik	MATSE	MATGE	MATBE
Nem (%)	59,05±1,12c	68,82±1,03b	74,95±0,63a
Protein (%)	12,77±0,46b	16,90±0,43a	12,27±0,48b
Nem:Protein	4,62±0,18b	4,07±0,12c	6,11±0,19a
Toplam Lipid (%)	26,95±1,81a	12,34±0,66b	11,59±0,98b
Kül (%)	0,92±0,06b	1,45±0,09a	0,88±0,04b

a, b,c→ Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemli değildir (p>0,05).

MAE’ler nem içerikleri bakımından incelendiğinde MATBE’nin en yüksek nem içeriğine sahip olduğu ve MAE gruplarının nem içerikleri arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). MAE’lerin protein içerikleri MATGE, MATSE ve MATBE için sırasıyla %16,90; %12,77 ve %12,27 olarak belirlenmiştir. En yüksek protein içeriğinin MATGE’ye ait olduğu (p<0,05) ve MATSE

ve MATBE'nin protein içerikleri arasındaki farklılığın istatistik olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$).

Nem:protein oranı 1 gram proteinin bağladığı su miktarı olup etlerin ürüne işlenmesinde önemli bir kriter olan su tutma kapasitesi gibi fonksiyonel özellikler açısından önemlidir (32). Bu çalışmada en düşük nem:protein oranı MATGE'de belirlenmiş ve MAE grupları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Dawson ve ark. (32) derisiz göğüs ve boyun eti karışımından elde ettikleri MAE'in nem:protein oranını 4.47 olarak rapor etmişlerdir. Bu değer yaptığımız çalışmada MATGE ve MATSE'den elde edilen verilere benzerlik göstermektedir.

MAE gruplarının toplam lipid içerikleri MATSE, MATGE ve MATBE için sırasıyla %26,95, %12,34 ve %11,59 olarak belirlenmiştir. En yüksek toplam lipid içeriği MATSE'de belirlenmiş ($p<0,05$) ve MATGE ve MATBE değerlerinin birbirine benzer olduğu bulunmuştur ($p>0,05$). Ockerman ve Hansen (21), mekanik ayrılmış kanatlı etinin yağ içeriğinin başlangıç materyali olarak kullanılan kanatlının deri içeriği ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada MATGE'nin kül içeriğinin diğer gruplardan önemli oranda yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Dawson ve ark. (18), mekanik ayırma işlemi sırasında kemik ve kemik iliği bileşenlerinin et ile karışmasından dolayı kül içeriğinin işlenmemiş etten daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Lin ve Chen (4) yaptıkları çalışmada göğüs ve sırt etinden; derili göğüs, boyun ve sırt etinden ve sadece göğüs kafesinden elde ettikleri üç ayrı MAE'i materyal olarak kullanmışlardır. %24,72 oranındaki en yüksek yağ içeriğini göğüs ve sırt etinden ürettikleri MAE'ten elde etmişlerdir. Bu değer MATSE'den elde edilen toplam lipid içeriğine benzerlik göstermektedir. Lin ve Chen (4) göğüs kafesinden elde ettikleri MAE'in nem, protein, yağ ve kül içeriklerini sırasıyla %66,95; %13,74; %12,54 ve %1,06 olarak rapor etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından rapor edilen bu değerler bu çalışmada MATGE'den elde edilen verilere benzerlik göstermektedir. Lin ve Chen (4) yaptıkları çalışmada MAE'lerin kimyasal bileşimindeki farklılıkların kullanılan materyale bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Shahidi ve ark, (5) yaptıkları benzer bir çalışmada tavuk boyun ve sırt kısımlarını karıştırarak MAE elde etmişlerdir. Ürettikleri MAE'lerin nem, protein, toplam lipid ve kül içeriklerini sırasıyla; %74,07; %14,55; %9,81 ve %1,62 olarak rapor etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından rapor edilen toplam lipid içeriğinin bu çalışmada MAE gruplarında belirlenen toplam lipid içeriklerine kıyasla oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Shahidi ve ark. (5) karkas parçaları üzerindeki deriyi uzaklaştırdıktan sonra MAE üretmişlerdir. Bu da deri ve deri altı yağından kaynaklanan yüksek yağ içeriğinin azalmasına neden olmuştur.

pH Değeri

MATSE, MATGE ve MATBE'nin soğuk depolama ($+4\pm 1^{\circ}\text{C}$) ve donmuş depolama ($-18\pm 1^{\circ}\text{C}$) süresince belirlenen pH değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

MATSE, MATGE ve MATBE'nin 0. gün pH değerleri sırasıyla 6.91, 6.47 ve 6.83 olarak belirlenmiştir. MATGE en düşük pH değerine sahip olup diğer gruplarla arasındaki farklılık istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yuste ve ark. (13) yaptıkları çalışmada tüm tavuk karkasından ürettikleri MAE'in pH değerini 6.43 olarak rapor etmişlerdir. Bu değer yaptığımız çalışmada MATGE'den elde edilen değere benzerlik göstermektedir. Shahidi ve ark. (5) ise derisi ayrılmış sırt ve boyundan elde ettikleri MAE'in pH değerini 6.8 olarak ölçmüşlerdir. Bu değer çalışmamızda MATSE ve MATBE'de belirlenen değerlere benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3. Mekanik ayrılmış tavuk etlerinin pH değeri üzerine depolama koşullarının etkisi

Depolama süresi (gün)	MATSE	MATGE	MATBE
Soğuk depolama			
0	6,91Aa	6,47Ab	6,83Aa
3	6,57Bb	6,55Ab	6,69Aa
6	6,27Cb	6,24Bb	6,42Ba
Donmuş depolama			
0	6,91Aa	6,47Ab	6,83Aa
30	6,49Cb	6,35Bc	6,69Ba
60	6,62Bb	6,46Ac	6,84Aa
90	6,66Bb	6,52Ac	6,84Aa
120	6,44Cb	6,31Bc	6,61Ba

A,B,C↓; a,b,c→ Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemli değildir ($p>0,05$).

6 günlük soğuk depolama süresince MAE gruplarının pH değerlerinde gözlenen düşüş istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). MATSE'nin pH değerinin depolamanın 3. ve 6. günlerinde önemli oranda düştüğü belirlenmiştir ($p<0,05$). Buna karşın MATGE ve MATBE'de 3. günde saptanan düşüş istatistik olarak önemli bulunmazken ($p>0,05$) 6. günde gözlenen düşüş istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Soğuk depolamanın 3. ve 6. günlerinde MATBE'nin pH değerinin MATSE ve MATGE'nin pH değerlerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Donmuş depolama süresince MAE gruplarında belirlenen pH değerleri istatistik olarak incelendiğinde, pH değerinde gözlenen değişimlerin önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Tüm MAE gruplarının pH değerleri 30. günde düşme eğilimi göstermiştir ($p<0,05$). Depolamanın 60. gününde MAE gruplarının pH değerlerinin yükseldiği gözlenmiştir ($p>0,05$). MAE gruplarının pH değerleri donmuş depolamanın 120. gününde düşme eğilimi göstermiş ve bu düşüş istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). MATSE, MATGE ve MATBE'nin 120. gün pH değerleri sırasıyla 6,44; 6,31 ve 6,61 olarak belirlenmiştir.

Donmuş depolamanın 30. gününden itibaren en yüksek pH değerinin MATBE grubuna ait olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$). MAE gruplarının pH değerleri arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Mikrobiyolojik Sonuçlar

Toplam mezofilik aerobik bakteri

MATSE, MATGE ve MATBE'nin 0. gün toplam mezofil aerob bakteri (TMAB) sayım sonuçları sırasıyla 5,37; 6,02 ve 5,97 log kob/g olarak belirlenmiştir. 0. günde en düşük TMAB sayısının MATSE'inde belirlenmiş ve diğer MAE gruplarının TMAB sayıları ile arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Analize alınan MAE gruplarının TMAB sayılarının soğuk depolama süresince arttığı gözlenmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4). MATBE'nin 3. ve 6. gün TMAB sayıları arasındaki fark önemli bulunmazken ($p>0,05$), MATSE ve MATGE'nin soğuk depolama periyotlarında belirlenen TMAB sayım sonuçları arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Soğuk depolamanın 6. gününde MATSE, MATGE ve MATBE'nin TMAB sayıları sırasıyla 8,06, 8,04 ve 7,86 log kob/g olarak belirlenmiştir. MATSE'nin TMAB sayısının MATBE'nin TMAB sayısına kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir ($p<0,05$).

Mikroorganizmaların gelişmesini etkileyen en önemli faktör pH değeridir. Bakteriler için optimum pH değeri 6.5-7.5 aralığındadır (33). Yaptığımız çalışmada tüm MAE gruplarında belirlenen başlangıç pH değerleri bu aralıkta olup mikrobiyal gelişme ve soğuk ve donmuş depolama sürecine bağlı olarak düşme eğilimi göstermiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4). Mezofil olarak belirtilen mikroorganizmaların gelişme sıcaklığının 20-45 °C aralığında olmasına rağmen bu mikroorganizmalar pH, A_s gibi koşulların uygun olması durumunda 0-30 °C aralığında gelişme gösterebilirler (34). Bu da yaptığımız çalışmada TMAB sayılarının soğuk depolama süresince önemli oranda artışını ve donmuş depolama süresince başlangıç değerlerine kıyasla düşüşünü açıklamaktadır.

Çizelge 4. Mekanik ayrılmış tavuk etlerinde soğuk ve donmuş depolama süresince belirlenen TMAB sayıları (log kob/g)

Depolama süresi(gün)	MATSE	MATGE	MATBE
Soğuk depolama			
0	5,37Cb	6,02Ca	5,97Ba
3	7,61Ba	7,00Bb	7,75Aa
6	8,06Aa	8,04Aa	7,86Ab
Donmuş depolama			
0	5,37BCb	6,02Aa	5,97Ca
30	5,56Ab	5,40Bc	6,12Ba
60	5,63Ab	5,42Bb	6,13Ba
90	5,53Abc	5,86Ab	6,29Aa
120	5,22Cb	5,01Cc	5,56Da

A,B,C↓; a,b,c→ Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemli değildir ($p>0,05$).

Dondurma işlemi ve donmuş depolamanın etkisine bağlı olarak MATGE ve MATBE'nin TMAB sayım sonuçları 120. günde 0. güne kıyasla önemli oranda azalmıştır ($p<0,05$). MATSE'nin TMAB sayısı başlangıç değerine kıyasla azalmışsa da bu istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Başlangıç TMAB sayısı en yüksek grup

olan MATGE'de 120 günde en düşük TMAB sayısı belirlenmiştir ($p<0,05$). 120. günde tüm grupların TMAB sayıları arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($p<0,05$). Yuste ve ark. (13) tüm tavuk karkasından elde ettikleri ve analize alınincaya kadar donmuş muhafaza ettikleri MAE'de başlangıç TMAB sayısını 7,33 log kob/g olarak rapor etmişlerdir. Bu değer çalışmamızda belirlenen başlangıç değerlerinden oldukça yüksektir. Yuste ve ark. (22) başka bir çalışmalarında kullandıkları MAE'te $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ve $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de başlangıç TMAB sayılarını sırasıyla 7,86 ve 8,19 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar tarafından donmuş depolama başlangıcında rapor edilen TMAB sayım sonucu bu çalışmada MAE gruplarında belirlenen TMAB sayım sonuçlarına kıyasla oldukça yüksektir.

Toplam psikrofilik aerobik bakteri

Soğuk ve donmuş depolama olarak iki farklı koşulda depolanan MAE örneklerine ait TPAB sayıları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Mekanik ayrılmış tavuk etlerinde soğuk ve donmuş depolama süresince belirlenen TPAB sayıları (log kob/g)

Depolama süresi(gün)	MATSE	MATGE	MATBE
Soğuk depolama			
0	5,41Bb	5,47Cab	5,60Ca
3	7,76Aa	7,03Bb	7,70Ba
6	7,96Aa	7,70Aa	7,96Aa
Donmuş depolama			
0	5,41BCb	5,47Aab	5,60Ba
30	5,53Aa	5,74Ab	5,68Ba
60	5,46Aba	5,21Aab	5,64Ba
90	5,33Cb	5,29Aab	5,91Aa
120	5,05Db	4,95Bc	5,29Ca

A,B,C↓; a,b,c→ Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemli değildir ($p>0,05$).

MATSE, MATGE ve MATBE için 0. günde belirlenen TPAB sayım sonuçları sırasıyla 5,41; 5,47 ve 5,60 log kob/g'dir. Başlangıçta MATBE ve MATGE arasındaki fark önemli bulunmazken depolamanın 3. gününde MATBE ve MATSE arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Soğuk depolama süresince tüm MAE gruplarının TPAB sayılarında başlangıç değerlerine kıyasla önemli artışlar gözlenirken ($p<0,05$), tüm MAE gruplarının 6. gün değerleri arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Tüm MAE gruplarının başlangıç pH değerleri, nem içerikleri ve depolama sıcaklıkları mikrobiyal gelişmeye uygun aralıktadır. Bu bakteriler buzdolabı koşullarında taze et, kanatlı eti gibi ürünlerde hızla gelişerek bozulmalara neden olmaktadır (34). TMAB sayımında olduğu gibi TPAB sayım sonuçları da göstermiştir ki soğuk depolama süresince önemli artışlar, donmuş depolama süresince de önemli düşüşler gözlenmiştir.

Yuste ve ark. (13) yaptıkları çalışmada tüm tavuk karkasını kullanarak MAE üretmişler ve bunun başlangıç TPAB sayım sonucunu 7,41 log kob/g olarak tespit etmişlerdir. Yuste ve ark. (22) yaptıkları bir sonraki çalışmalarında materyal olarak tüm tavuk karkasından elde ettikleri MAE'in başlangıç TPAB sayılarını $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve 20

°C'de yaptıkları iki farklı uygulamada sırasıyla 7,91 ve 8,18 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Yuste ve ark. (13, 22) tarafından yürütülen iki farklı çalışmada TMAB sayılarında olduğu gibi TPAB sayıları da çalışmamızda elde edilen değerlerden yüksektir. Bu farklılığın kullanılan etin mikrobiyal yükü, üretim sırasındaki kontaminasyon derecesi ve sıcaklık artışından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Donmuş depolama süresince TPAB sayılarındaki değişimler incelendiğinde başlangıç değerlerine kıyasla tüm MAE gruplarının 120 gün TPAB sayıları önemli azalmalar göstermiştir ($p<0,05$). Depolama periyodu başlangıcında en yüksek TPAB sayısına sahip olan MATBE ile MATGE arasındaki fark önemsizken ($p>0,05$) MATBE ile MATSE arasındaki fark önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0,05$). Bununla beraber depolamanın 120. gününde bütün MAE grupları arasında istatistiki açıdan önemli farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

Koliform grup bakteriler

Koliform grup bakteriler toprak, su ve yüzeyden kolaylıkla kontamine olmaktadır. Gıda sanitasyonu açısından koliform grubu bakteriler önemli bir kriter teşkil etmektedirler (34). MAE üretimi sırasında kullanılan karkas parçaları, üretim koşulları (sıcaklık, süre) gibi faktörlere bağlı olarak koliform grubu bakterilerin kontaminasyonu da söz konusudur. MAE pH değerinin ve nem içeriğinin yüksek olması gibi nedenlerden dolayı mikrobiyal gelişme için uygun bir materyaldir. Yaptığımız çalışmada et ürünü üretiminde kullanılabilirliği açısından MAE gruplarının koliform bakteri sayım sonuçları da belirlenmiştir.

MAE gruplarında soğuk ve donmuş depolama süresince MATSE, MATGE ve MATBE için belirlenen koliform bakteri sayıları Çizelge 6'da verilmiştir. Başlangıç koliform bakteri sayıları MATSE, MATGE ve MATBE için sırasıyla 3,55; 3,78 ve 3,66 log kob/g'dır. Bu değerlere göre 0. günde grupların koliform bakteri sayım sonuçları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bununla beraber soğuk depolamanın her periyodu sonunda tüm grupların koliform bakteri sayılarında önemli düzeyde artışlar olmuş ve 6. günde tüm gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 6. Mekanik ayrılmış tavuk etlerinde soğuk ve donmuş depolama süresince belirlenen koliform bakteri sayıları (log kob/g)

Depolama süresi(gün)	MATSE	MATGE	MATBE
Soğuk depolama			
0	3,55Ca	3,78Ca	3,66Ca
3	6,08Ba	5,64Bb	6,41Ba
6	6,75Ab	7,02Aa	6,66Ab
Donmuş depolama			
0	3,55Ca	3,78Ba	3,66Ba
30	4,12Aa	3,82Bb	4,08Aa
60	3,84Bb	3,59Bc	3,96Aa
90	4,14Aa	4,09Aa	4,17Aa
120	4,14Aa	3,70Bb	3,53Bc

A,B,C↓; a,b,c→ Aynı harfleri taşıyan gruplar arasındaki farklılık önemli değildir ($p>0,05$).

Donmuş depolama süresince değişimler incelendiğinde tüm MAE gruplarının koliform bakteri sayılarının depolamanın 30. günü itibariyle arttığı gözlenmiştir. MATSE’de başlangıç değerine kıyasla 30. günde önemli artışlar olmuş ($p < 0,05$) ve depolama sonunda en yüksek değere ulaşmıştır. MATGE’de 30. ve 60. günlerde artış gözlenmiş fakat başlangıç değerine kıyasla bu artışlar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). Bu grupta 90. gün değerindeki artış önemli düzeyde olmuştur ($p < 0,05$). Bununla beraber 120. gün değeri başlangıç değerine kıyasla azalma eğilimi göstermişse de istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$). MATBE’de donmuş depolama periyodu süresince koliform grubu bakteri sayısı MATGE’ine benzer değişimler göstermiştir.

Sonuç

Karkas yüzeyinde kalan etin mekanik olarak kemiklerinden ayrılması işlemi hayvansal protein açığının kapanması açısından önemli bir procestir. Bununla beraber elde edilen etin yüksek yağ ve nem içeriği, küçük partikül yapısı ve yüksek pH değerine sahip olması ve üretim sırasında sıcaklığın yükselmesi gibi nedenlerden dolayı mikrobiyal gelişme ve oksidasyon gibi kimyasal reaksiyonların oluşmasına uygun bir ortam sağlanmaktadır. Bu da MAE’in et ürünlerinin üretiminde kullanımını sınırlamaktadır. Bu özelliklerinden dolayı MAE kullanımını ve muhafazasını kolaylaştırmak ve artırmak amacıyla yeni uygulamalar dikkat çekmektedir. Bu uygulamalar MAE’nin mikrobiyal yükünü azaltmak yönündedir. Bu amaçla yüksek basınç uygulaması, nisin, glukano delta lakton gibi antimikrobiyal madde kullanımı gibi farklı prosesler bu alanda yeni araştırma konuları olmuştur.

Kaynaklar

1. Hernandez, A., Baker, R.C., and Hotchkiss, J.H. 1986. Extraction of pigments from mechanically deboned turkey meat. *J. Food Sci.* 51(4): 865-867.
2. Dawson, L.E., and Gartner, R. 1983. Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. *Food Technol.* 37(2): 112-116.
3. Yang, T.S., and Froning, G.W. 1992b. Selected Washing processes affect thermal gelation properties and microstructure of mechanically deboned chicken meat. *J. Food Sci.* 57(2): 325-329.
4. Lin, S.W., and Chen, T.C. 1989. Yields, color and composition of washed, kneaded and heated mechanically deboned poultry meat. *J. Food Sci.* 54(3): 561-563.
5. Shahidi, F., Synowiecki, J., and Onodenaloro, A.C. 1992. Effects of aqueous washings on color and nutrient quality of mechanically deboned chicken meat. *Meat Sci.* 32: 289-297.
6. Yang, T.S., and Froning, G.W. 1992a. Changes in myofibrillar protein and collagen content of mechanically deboned chicken meat due to washing and screening. *Poultry Sci.* 71: 1221-1227.
7. Trziska, T.L., Uijttenboogaart, T.G., and Schreurs, F.J.G. 1993. Myofibrillar protein isolate from mechanically deboned chicken meat. Characteristics from various procedures. *Fleischwirtschaft*, 73(9):1069-1072.
8. Kolsarıcı, N., ve Candoğan, K. 2002. Mekanik ayrılmış etin kalite özellikleri ve kullanım alanları. *Gıda* 27(4): 277-283.

9. Stadelman, W.C.J., Olson, V.M., and Pasch, G.A.S. 1988. Egg and poultry meat processing. Ellis Horwood Ltd. Sistr. Chishester, England, p: 211.
10. Parry, R.T. 1995. Technological developments in pre-slaughter handling and processing. In Processing of Poultry. Ed. G.C. Mead. Chapman and Hall, London. p: 65-101.
11. Anonymous. 2002. A.B'ne tam üye olma eşiğinde Türkiye tavukçuluğunun genel yapısı. <http://www.kanatli.net> 13.01.2002.
12. Mast, M.G., Uijttenboogaart, T.G., Gerrits, A.R. and Devries, A.W. 1982. Effect of auger and press-type mechanical deboning machines on selected characteristics of mechanically deboned poultry. J. Food Sci. 47: 1757-1762.
13. Yuste, J., Mor-Mur, M., Capellas, M., Guamis, B., and Pla, R. 1998. Microbiological quality of mechanically recovered poultry meat treated with high hydrostatic pressure and nisin. Food Microb. 15: 407-414.
14. Yuste, J., Mor-Mur, M., Capellas, M., and Pla, R. 1999. Listeria innocua and aerobic mesophiles during chill storage of inoculated mechanically recovered poultry meat treated with high hydrostatic pressure. Meat Sci. 53: 251-257.
15. Al-Najdawi, R., and Abdullah, B. 2002. Proximate composition, selected minerals, cholesterol content and lipid oxidation of mechanically and hand- deboned chickens from the Jordanian market. Meat Sci. 61: 243-247.
16. Lai, S.M., Gray, J.I., Smith, D.M., Booren, A.M., Crackel, R.L., and Buckley, D.J. 1991. Effects of oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone and sodium tripolyphosphate on the development of oxidative rancidity in restructured chicken nuggets. J. Food Sci. 56(3): 616-620.
17. Gomes, H.A., Silva, E.N., Cardello, H.M.A.B., and Cipolli, K.M.V.A.B. 2003. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. Meat Sci. 65: 919-926.
18. Dawson, P.L., Sheldon, B.W., Ball, H.R., JR. 1989. Pilot-plant washing procedure to remove fat and color components from mechanically deboned chicken meat. Poultry Sci. 68: 749-753.
19. Froning, G.W., and Johnson, F. 1973. Improving the quality of mechanically deboned fowl meat by centrifugation. J. Food Sci. 38: 279-281.
20. Bijker, P.G.H., Van Logtestijn, J.G., and Mossel, D.A.A. 1987. Bacteriological quality assurance (BQA) of mechanically deboned meat (MDM). Meat Sci. 20: 237-252.
21. Ockerman, H.W., and Hansen, C.L. 1988. Edible tissue from bone. In Animal By-Product Processing. Ed. Ockerman H.W. and Hansen C.L. Ellis Horwood Ltd., Chichester, England. p: 158-175.
22. Yuste, J., Pla, R., Capellas, M., and Mor-Mur, M. 2002. Application of high-pressure processing and nisin to mechanically recovered meat for microbial decontamination. Food Control. 13: 451-455.
23. Mravcova, I., Lukacka, J., Strelecka, D., and Rybarova, B., 1984. Technology of technical deboning of poultry meat effect of processing, packaging and transport on meat quality. Hydinarsky Priemysel. 26(5/6): 197-207.
24. Mielnik, M.B., Aaby, K., and Skrede, G. 2003. Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. Meat Sci. 65: 1147-1155.
25. Smith, D.M. 1987. Functional and biochemical changes in deboned turkey due to frozen storage and lipid oxidation. J. Food Sci. 52(1): 22-27.

26. Kolozyn, K.. 1987. Microbiological problems of mechanically deboned pork meat production and processing. Proceedings of European Meeting of Meat Research Workers. 33(1/2/3): 56-59.
27. Ray, B., and Field, R.A. 1983. Bacteriology of restructured lamb roasts made with mechanically deboned meat. J. Food Protect. 46(1): 26-28.
28. AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists. IAC, Arlington, VA.
29. Bligh,E.G., and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemical Physiology. 37: 911-913.
30. Grgn, V., ve Halkman, A.K. 1988. Mikrobiyolojide sayım yntemleri. Gıda Teknolojisi Derneđi, yayın no: 7, sayfa: 17-18.
31. SAS. 1996. SAS/STAT user's guide. Release 6.12. Cary, NC. Statistical Analysis System Institute, Inc.
32. Dawson, P.L., Sheldon, B.W., Larick, D.K., and Ball, H.R., JR. 1990. Changes in the phospholipid and neutral-lipid fractions of mechanically deboned chicken meat due to washing, cooking, and storage. Poultry Sci. 69: 166-175.
33. Ayhan, K. 2000. Gıdalarda bulunan mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları, Sim Matbaacılık Ltd.Şti., Ankara, sayfa 37-80.
34. Jay, J.M. 1986. Intrinsic and extrinsic parameters of food that affect microbial growth. In Modern Food Microbiology, Van Nostrand Reinhold Company, Inc. p: 33-61.