



DOI: 10.33188/vetheder.545356

Derleme / Review

Mekanik ayrılmış kanatlı eti: özellikleri, güncel kullanım alanları ve ilgili mevzuat

Ahmet Gökhan COŞKUN^{1, a}, *Seran TEMELLİ*^{2, b}, *Ayşegül EYİGÖR*^{2, c} *

¹ Balıkesir Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Gıda ve Yem Şube Müdürlüğü, 10010, Karesi, Balıkesir; Doktora Öğrencisi, Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Görükle Kampusu, 16059, Nilüfer, Bursa, Türkiye

² Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Görükle Kampusu, 16059, Nilüfer, Bursa, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5181-7577^a; 0000-0002-8869-4929^b; 0000-0002-2707-3117^c

MAKALE BİLGİSİ /

ARTICLE INFORMATION:

Geliş / Received:

27 Mart 19

27 March 19

Kabul / Accepted:

14 Mayıs 19

14 May 19

Anahtar Sözcükler:

Hindi,

mekanik ayrılmış et,

mekanik geri kazanılan et,

mekanik kemiklerden

uzaklaştırılmış et,

tavuk

Keywords:

Chicken,

mechanically deboned

meat,

mechanically separated

meat,

mechanically recovered

meat,

turkey

ÖZET:

Mekanik ayrılmış kanatlı eti (MAKE), frankfurter, bologna, mortadella, hotdog, surimi, kamaboko gibi emülsifiye et ürünleri, burger, nugget, kroket, pattie gibi formlu ve kaplamalı ürünler, hazır çorba ile jerky gibi kürlenmiş kurutulmuş et ürünleri üretiminde çeşitli ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise 2007 yılından itibaren sadece ısı işlem görmüş emülsifiye kanatlı eti ürünlerinde kullanılmakta olup 2012 yılında yasaklanan MAKE, çok kısa bir süre önce yeniden yasal mevzuat içerisinde değerlendirilmiş ve yasal olarak kullanımına 2019'da izin verilmiştir.

Bu derleme makalesinde, MAKE'nin tanımı, elde edilmesinde kullanılan sistemler, bileşimi, kimyasal ve mikrobiyolojik riskleri, muhafazası, tespit yöntemleri, kullanım alanları ve mevzuattaki yeri ile ilgili güncel bilgilere yer verilmiştir.

Mechanically deboned poultry meat: characteristics, current areas of use and relevant legislation

ABSTRACT:

Mechanically Separated Poultry Meat (MSPM) is being used widely in various countries in the production of emulsified meat products such as frankfurter, bologna, mortadella, hotdog, surimi, kamaboko, in formed and coated products as burger, nugget, croquette, patties, in instant soups, and in cured and dried meat products such as jerky. In our country, MSPM has only been used in the production of emulsified poultry meat products since 2007, while its use was banned in 2012, and then recently in 2019 was evaluated within related legal requirements, and its used was permitted by a relevant legislation.

This review presents current information on MSPM's definition, its production systems, composition, chemical and microbiological risks, storage, areas of use and relevant legislation.

How to cite this article: Coşkun AG, Temelli S, Eyigör A: Mekanik ayrılmış kanatlı eti: özellikleri, güncel kullanım alanları ve ilgili mevzuat. *Vet Hekim Der Derg*, 90 (2): 164-177, 2019. DOI: 10.33188/vetheder.545356

* Sorumlu yazar/Corresponding author
eposta adresi/e-mail address: aeyigor@uludag.edu.tr

1. Giriş

Mekanik ayrılmış et (MAE), yan ürünlerin değerlendirilerek ekonomiye yarar sağlaması, ucuz bir protein kaynağı olması, yüksek emülsiyon ve su tutma kapasitesi gibi teknolojik avantajları ve iyi düzeydeki besleyici içeriği sebebiyle özellikle emülsifiye et ürünlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca MAE'den elde edilen jelatin stabilizatör olarak gıda endüstrisinde, protein hidrolizatları ise et ürünlerinde, yenilebilir film kaplama üretiminde, pet hayvan mamalarında protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. MAE'nin bu avantajları yanı sıra kimyasal kompozisyonundan ve üretim prosesinden kaynaklanan çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır. Özellikle yüksek pH değeri, geniş bir yüzey alanına sahip olması ve zengin besin içeriği bu etleri, mikrobiyal gelişime ve oksidasyona oldukça duyarlı hale getirmekte ve muhafaza süresince birtakım kalite kayıpları ve halk sağlığı tehlikeleri oluşabilmektedir. Bu nedenle, et ürünlerinde MAE kullanımının sınırlandırılması, etiket bilgilerinde kullanımının açık bir şekilde beyan edilmesi ve ilgili resmi kurumlar tarafından denetim ve kontrollerinin yapılması önem taşımaktadır.

2. Tanım

Karkas üzerindeki etler alındıktan sonra kemikler üzerinde kalan etin basınç ve parçalama gibi mekanik yollara maruz bırakılarak makinalarda ayrıştırılmasıyla MAE elde edilmekte ve elde edildiği hayvanın türüne göre mekanik ayrılmış kanatlı eti (MAKE), mekanik ayrılmış tavuk eti (MATE), mekanik ayrılmış hindi eti (MAHE), mekanik ayrılmış balık eti ve mekanik ayrılmış dana/sığır eti olarak isimlendirilmektedir (39, 47, 58). MAE literatürde, Mechanically Separated Meat, Mechanically Deboned Meat, Mechanically Recovered Meat terimleri ile eşdeğer olarak kullanılmaktadır.

Avrupa Birliği (AB)'nin EU Regulation EC 853/2004 sayılı Yönetmeliği (41)'nde MAKE; etli kemiklerden veya kanatlı karkaslarından etler ayrıldıktan sonra, etin kas lifi yapısında kayba ya da değişikliğe yol açan mekanik işlem sonucu elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır. Aynı yönetmelikte, MAE içerdiği kemik ve kalsiyum miktarına göre düşük basınç MAE ve yüksek basınç MAE olarak sınıflandırılmaktadır. Düşük basınç MAE; kemiklerin yapısını değiştirmeyen teknikler kullanılarak elde edilen ve kalsiyum içeriği kıymadan önemli derecede fazla olmayan ürün olarak bildirilmektedir. AB'ye üye ülkelerin çoğunda 100 bar altındaki basınçta elde edilen düşük basınç, 100-400 bar arasında elde edilen ise yüksek basınç MAE olarak belirtilmektedir (16, 19).

Amerika Birleşik Devletleri (ABD) United States Department of Agriculture-Food Safety Inspection Service (USDA-FSIS) Federal Regulation 319.5 (72)'e göre MAE, yenilebilir etin bağlı olduğu kemikten, yüksek basınç ile bir elek veya benzeri bir cihazdan geçirilerek yenilebilir et dokusunu kemikten ayırma ile edilen macun ya da hamur kıvamında bir ürün olarak tanımlanmakta, maksimum % 30 yağ ve minimum % 14 protein içeren ve herhangi bir yağ ve protein limiti içermeyen olmak üzere 2 farklı kategoride değerlendirilmektedir.

Ülkemizde 29 Ocak 2019'da Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi (TGK) Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (52)'nde ise MAE; sadece kanatlı hayvanlardan elde edilen bir ürün olarak yer almaktadır. Bu tebliğe göre MAKE; kanatlı hayvanların karkaslarındaki etlerin, bu etleri meydana getiren kas liflerinin yapısının kaybolmasına veya değişmesine sebep olan mekanik yöntemler kullanılarak alınması ile elde edilen ürün olarak tanımlanmaktadır.

3. Elde Edilmesinde Kullanılan Sistemler

MAE, ilk olarak 1940'lı yılların sonlarına doğru Japonya'da balık, 1950'lerde ABD'de kanatlı, 1970'li yıllarda ise domuz ve sığırdan elde edilmeye başlanılmıştır (4). Elde edilme yöntemine ve elde edildiği hammaddeye bağlı olarak MAE randımanı, % 55-80 arasında değişmektedir. Kanatlı hayvanlarda karkas ve boyundan elde edilen MAE, tavuk için yaklaşık % 24, hindi için ise yaklaşık % 12 oranında olup toplam etin göz ardı edilemeyecek bir miktarını oluşturmaktadır (39).

MAE eldesinde kayış tambur sistemleri, dönen burgu sistemleri ve hidrolik pres sistemleri kullanılmaktadır.

Kayış tambur sistemleri; ilk kullanılan sistem olup balıklarda uygulanmış daha sonra kanatlı ve diğer hayvanlara adapte edilmiştir. Bu sistemde, et ve kemik parçaları, lastik bir kayış ve delikli paslanmaz çelik bir tambur arasından geçirilirken, et tamburun delikleri üzerine yapılan basınç ile diğer tarafa geçmekte, daha sert olan kemik ve bağ doku ise dış kısımda kalmaktadır. Kayış üzerindeki basıncın ayarlanmasını ve kayışın doku üzerindeki uyguladığı basıncın eşit oranda dağılmasını sağlamak amacıyla basınç merdaneleri kullanılmaktadır. Bu işlem ılımlı bir ayırma işlemi olup elde edilen üründeki kas bütünlüğü diğer 2 sisteme göre daha yüksek olmaktadır (4, 73).

Dönen burgu sistemleri; kanatlı endüstrisinde en yaygın kullanılan sistem olup yapısı geleneksel et kıyma makinalarını andırmaktadır. Önce etli kemik parçaları bir kemik öğütücüsünden geçirilerek daha küçük parçalar elde edilmesi sağlanmakta, sonra bu kıyılmış karışım burgu şeklinde dönerek ilerleyen bir hazneye aktarılmaktadır. Bu haznedeki materyal hareket ettiği süre içerisinde artan bir basınçla ilerlerken et, burgunun çevresinde bulunan delikli paslanmaz çelik bir silindirin deliklerinden (çapı genellikle 0.5 mm olup ayarlanabilen) dışarıya doğru sıkılarak çıkarılmaktadır. Böylelikle delikli silindirden geçemeyen kemik ve bağ doku partikülleri ileri doğru itilerek diğer uçtan dışarıya alınmaktadır (4, 73).

Hidrolik pres sistemlerinde ise; et ve kemik birlikte atıldıkları bir haznede herhangi bir öğütme işlemine maruz bırakılmadan hareketsiz ve ince, uzun delikleri olan oluklu bir plaka yüzeye doğru bir piston vasıtası ile sıkıştırılmaktadır. Pistonun uyguladığı basınç ($315-473 \text{ kg/cm}^2$) ile silindirin 1-1.5 mm'lik oluklarından üst kısımdaki açıklığa itilen yumuşak doku sistemden dışarı çıkarken, hazne içinde kalan kemik ve bağ doku da alt açıklıktan dışarı alınmaktadır. Burgu tipi sistemlerde, hidrolik pres tipi sistemlere göre verim ve proses esnasındaki sıcaklık daha yüksek olmakta, bu durum etin oksidasyonu ve mikrobiyolojik kalitesi yönünden bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bununla birlikte, pres tipi sistemlerden elde edilen MAE'lerin ise fibröz yapısı zayıf (zayıf tekstür), kıkırdak doku miktarı daha fazla, içerdiği kemik miktarı az ve boyutları da daha büyük olmaktadır (4, 73).

4. Bileşim

Günümüzde MAE'nin en yaygın kullanıldığı alan kanatlı sektöründeki entegre işletmelerdir. Benzer şekilde ülkemizde de sadece belirli kanatlı eti ürünlerinde kullanımına izin verilen MAKE'nin bileşimi, hayvanın türüne (tavuk, çıkma yumurta tavuğu, hindi) yaşına (genç, olgun), yediği yemin bileşimine (kalsiyum, yağ asitleri), elde edildiği bölüme (iskelet, sırt, göğüs, boyun, kanat), et-kemik oranına, kemiklere önceden yapılan uygulamaya (kemiklerin uzaklaştırılması, sıyırma, dondurma), kullanılan sisteme (elle veya makine ile) ve deri içeriğine göre değişmektedir. Bununla birlikte, MAKE'nin protein oranının % 11.4-20.4, yağ oranının ise hammaddenin derili olup olmamasına göre % 7.5-24.7 arasında değiştiği bildirilmektedir (39, 69, 73). Tournour (66) tarafından MATE'nin genel bileşiminin incelendiği bir çalışmada, rutubetin % 66.8, yağın % 57.4, protein oranının ise % 40.9 olduğu rapor edilmiştir. Cortez-Vega ve ark. (11)'nin MATE kullanarak ürettikleri surimi ve kamabokoların besleyici değerini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada, hammadde olan MATE'nin pH, rutubet, protein, yağ ve kül değerleri sırasıyla, 6.27, % 68.1, % 12.9, % 18.5 ve % 0.6 olarak belirlenmiştir. Mısır'da yapılan bir diğer çalışmada ise luncheon tipi sosis yapımında kullanılan MAKE'de ortalama kül % 1.13, kollajen % 0.96, kalsiyum 2223.10 $\mu\text{g/g}$, kemik % 0.31 ve kıkırdak % 0.37 oranlarında bulunmuştur (38). Ülkemizde Karagöz ve Şireli (29), çalışmalarında kullandıkları 100 adet MAKE'nin ortalama kuru madde, rutubet, protein, yağ, kül ve pH değerlerini sırasıyla; % 36.10, % 63.89, % 14.04, % 20.18, % 1.09 ve 6.6 olarak saptamıştır. Aynı çalışmada, kalsiyum değeri 674.01 mg/kg ve fosfor değeri ise 503.38 mg/kg olarak ölçülmüştür.

Kullanılan kemik ayırma tekniklerinin MAE bileşimine olan etkisinin incelendiği çalışmalarda, genel olarak MAE'ler elle ayrılmış etlere (EAE) göre daha yüksek düzeyde pH değeri, yağ, kül, kollajen, kalsiyum, demir, flor, kemik partikülü, kemik iliği, hemoglobin, nükleik asit ve kolesterol oranı ile birlikte daha düşük protein ve rutubet oranına sahip olduğu bildirilmiştir (34, 39, 47, 68, 69). Fosfor düzeyinin ise EAE ve MAE arasında önemli oranda farklılık göstermediği belirtilmiştir (30). Surowiec ve ark. (62), elle veya mekanik yollarla ayırmanın etin protein profili üzerindeki değişimini araştırmış, MAE'lerde hemoglobin, sarkoplazmik protein ve protein olmayan azotlu bileşiklerin, EAE'lerde ise aktin, myozin ve myoglobin miktarının fazla olduğunu rapor etmiştir. MAE'lerdeki yağ ve kolesterol içeriğinin EAE'lere göre daha fazla olduğu, MAKE üretim prosesinde özellikle derili hammaddenin

kullanılması ve ayrıca kemik iliğine bağlı olarak yağ ve kolesterol miktarının arttığı belirtilmiştir. Kemik iliğinin çoklu doymamış yağ asitleri (ÇDYA) ve fosfolipid bakımından zengin olması, MAE'lerde bu bileşiklerin miktarlarında da artış sağlamaktadır. Benzer şekilde, kemik iliği esansiyel aminoasitlerden lizin, löysin ve histidin bakımından da zengin olduğundan MAE'leri bu esansiyel aminoasitler bakımından zenginleştirmekte ve beslenme açısından önem taşımaktadır (16). Serdaroğlu ve Yıldız Turp (58), kemik ayırma tekniklerinin (mekanik ayırma ve elle ayırma) hindi etinin kimyasal kompozisyonu ve bazı özellikleri üzerine etkisini araştırmış, mekanik ayırmanın kolesterol, demir, kalsiyum, ve tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) miktarının artmasına neden olduğunu belirlemiştir. Aynı çalışmada, elle ayrılan MAHE'nin rutubet, protein, yağ, kül miktarları ve pH değerleri sırasıyla; % 74.4 ve 69.2, % 20.1 ve 15.5, % 4.8 ve 14.0, % 1.0 ve 0.9 ve 5.8 ve 6.0 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde kolesterol, kalsiyum, demir ve tiyobarbitürik asit reaktif (TBAR) madde değerleri sırasıyla; 56.9 ve 63.6 mg/100 g, 17.2 ve 202.9 mg/kg, 13.5 ve 13.0 mg/kg ve 0.5 ve 0.5 mg MA/kg olarak tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalarda, MAE'lerdeki kemik iliği, demir ve hemoglobin içeriğinin EAE'lere oranla daha fazla (13,14), pH değerinin ise elle ayrılmış tavuk göğüs etinde 5.8-5.9 iken MAE'de 6.5-7.0 arasında olduğu saptamıştır (30).

Kemik ayırmada kullanılan sistemlerin de bileşim farklılığı oluşturduğu bilinmektedir. European Food Safety Authority (EFSA) (2013) raporu (16)'nda MAE elde edilirken uygulanan yüksek basıncın, verimi yaklaşık 2 kat artırırken, MAKE'deki demir içeriğini de yaklaşık % 70 oranında artırdığı belirtilmiştir. Demir miktarındaki artışın kemik iliği, dolayısıyla hemoglobin kaynaklı olduğu rapor edilmiştir. Bu mineralin miktarındaki fazlalık, beslenme açısından önem taşımaya karşın, 'hem' pigmentlerindeki fazlalık MAE'leri oksidasyona daha duyarlı hale getirmektedir. Düşük basınç uygulanan MAE'ler, yüksek basınç uygulananlarla karşılaştırıldığında, kemik partiküllerinin daha az dolayısı ile kalsiyum içeriğinin de daha düşük olduğu bildirilmektedir (16). Sarıcaoğlu ve ark. (55) tarafından yapılan çalışmada, yüksek basınç homojenizasyonun MAE proteinleri üzerindeki fonksiyonel ve akışkanlık özellikleri üzerine olan etkisi incelenmiş, uygulanan yüksek basınç homojenizasyonun MAE proteinlerinin partikül büyüklüğünü azalttığı, çözünürlüğünü, emülsifikasyonunu, akışkanlığını ve köpüklenme özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir.

MAE'nin elde edildiği bölüme göre ürün bileşimindeki değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada, Kolsarıcı ve ark. (32)'nin tavuk sırt, göğüs ve boyun etli kemiklerinden elde edilen MAE'lerin kimyasal bileşimini inceledikleri çalışmada, boyundan elde edilenlerin en yüksek nem, en düşük protein, kül ve yağ içeriğine; sırttan elde edilenlerin en yüksek yağ ve kolesterol, en düşük kollajen içeriğine; göğüsten elde edilenlerin ise en yüksek protein, kül, demir ve fosfor içeriğine sahip oldukları bulunmuştur. Aynı çalışmada, bütün MAE tiplerinde ÇDYA değerinin TDYA değerinden yüksek olduğu tespit edilmiş, en fazla doymuş yağ asidi değerinin boyun bölgesinden elde edilen MAE'de olduğu belirlenmiştir. Kolsarıcı ve ark. (31)'nin başka bir çalışmasında ise sırt, boyun ve göğüsten elde edilen MAE'nin pH değerleri sırasıyla 6.91, 6.83 ve 6.47 olarak saptanmıştır. Botka-Petrak ve ark. (6)'nin broyler karkas, sırt, kanat, boyun etli kemiklerinden elde ettikleri MAE'lerin kimyasal analizi sonuçlarına göre en yüksek rutubet (% 69.14) ve protein oranına (% 15.57) karkastan, en yüksek yağ oranına (% 20.85) sırttan, en yüksek kül ve kalsiyum miktarına ise (% 1.65 ve % 0.29) kanattan elde edilen örneklerde ulaşıldığı ve MAE'nin elde edildiği bölgeye göre kimyasal bileşiminin değiştiği rapor edilmiştir. Al-Najdawi ve Abdullah (2) yaptıkları çalışmada, 1) derili elle ayrılmış, 2) derisi alınmış elle ayrılmış, 3) derili mekanik ayrılmış ve 4) derisi alındıktan sonra MATE örneklerinde, 3 ve 4 numaralı gruplarda yağ oranının 1 ve 2 numaralı gruplara göre daha yüksek olduğunu, en yüksek yağ ve kolesterol oranının proses esnasında MAE'ye karışan kemik iliği ve deriye bağlı olarak derili mekanik ayrılmış etlerde saptandığını belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, derisi alınmış EAE ve MATE örneklerinde istatistiksel olarak emülsiyon kapasitesinin önemli düzeyde yükselirken su tutma özelliğinin değişmediğini, pigment konsantrasyonunun en yüksek 4, en düşük 1 numaralı grupta olduğunu ve duyuşal özelliklerde gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığını tespit etmiştir (1).

MAE eldesinde kullanılan hayvanın yaşı da ürünün bileşimini etkilemektedir. Yaşlı hayvanların kemikleri genç hayvanlara göre daha kırılğan yapıda olduğundan proses esnasında daha kolay parçalanmakta ve elde edilen MAE'lerde kemik partikül miktarı arttığı için kül ve kalsiyum oranı da daha fazla olmaktadır. Bununla beraber, rigor mortis tamamlandıktan sonra prosese alınan etlerdeki kül ve kalsiyum miktarının, rigor mortis tamamlanmadan önce prosese alınan etlere göre daha fazla olduğu belirtilmektedir (30).

5. Kimyasal Riskler

MAE'ler, içeriğindeki (doğal bileşimi nedeniyle kemik iliği, demir ve yağlar) ÇDYA (linoleik ve araşidonik asit gibi) miktarının ve 'hem' pigmentinin fazla olması, elde edilmesi esnasında sıcaklığın yükselmesi, uygulanan yüksek basınç nedeniyle et enzimlerinin açığa çıkması, makina metal yüzeyleri ve hava (oksijen) ile temas gibi faktörlere bağlı olarak oksidasyona daha duyarlıdır. Oksidasyon sonrasında üründe kimyasal ve duyuşsal kalite bozukluklarının yanı sıra meydana gelen oksilipin bileşikleri sağlık risklerine yol açmaktadır. Yağ oksidasyonunda özellikle demir ve bakır iyonları (36, 47) ile proses esnasında hücrelerin parçalanması sonucu açığa çıkan siklooksijenaz ve lipooksijenaz gibi enzimler reaksiyonu katalize etmektedir (16). Oksidasyon sonucunda açığa çıkan aldehit, keton, hidrokarbon, ester, furan ve lakton gibi bileşikler MAE renginde koyulaşma, kötü koku, acımsı tat (ransidite) gibi fiziksel ve duyuşsal kalite bozuklukları ile besleyici değer kaybına yol açmaktadır (36). Kolsarıcı ve ark. (32)'nin çalışmasında, sırt bölümünden elde edilen MATE'nin oksidasyona daha duyarlı olduğu, boyun kısmından alınan MATE'de ise daha yüksek miktarda hidroliz meydana geldiği belirlenmiştir. Püssa ve ark. (47) yaptıkları çalışmada, MAE'de dondurularak muhafaza esnasında dahi ÇDYA miktarının fazlalığından dolayı oksidasyonun devam ettiği ve en fazla 9,10,13-trihidroksi-11-oktadekanoik asit olmak üzere, 13-hidroksi-9,11-oktadekadienoik ve 9-hidroksi-11,13-oktadekadienoik asit gibi oksilipinlerin oluştuğu, oluşan bu oksilipinlerin MAE tespitinde kimyasal birer belirleyici olabileceği, aynı zamanda birçok örnekte 9,10-dihidroksi-12-oktadekanoik asit oluştuğu, bunun sonucunda da toksikolojik risklerin arttığı belirlenerek oksilipinlerin oluşumunun insan sağlığı için yan etkileri olabileceği sonucuna varılmıştır.

Antioksidanlar etkilerini oksidatif değişiklikleri minimize ederek, serbest radikalleri ve metal iyonları gibi oksidasyon katalizörlerini bağlayarak ve ortamdaki oksijen konsantrasyonunu azaltarak göstermektedir. Böylece zincirleme yağ oksidasyonunun başlamasına engel olmaktadır (44). Antioksidanlar, oksidasyonu önleme ya da geciktirme yeteneğine sahipken, başlamış bir oksidasyon prosesini tersine çevirememekte ve hidrolitik ransiditeyi baskılayamamaktadır (36). Gıda endüstrisinde sentetik (bütillendirilmiş hidroksianisol-BHA, bütillendirilmiş hidroksitoluen-BHT ve propil gallat-PG) veya doğal (nar ve üzüm gibi meyvelerden, brokoli, balkabağı gibi sebzelerden, çay, adaçayı, tarçın, biberiye, köri, zencefil gibi bitki ve baharatlardan elde edilen) antioksidanlar yaygın olarak kullanılmaktadır (44). Sentetik antioksidanların insan sağlığı üzerindeki olası toksik etkileri nedeniyle günümüz kanatlı sektörü üreticileri ile tüketici ve araştırmacılar doğal antioksidanların kullanımına yönelmiştir (12).

6. Mikrobiyolojik Riskler

MAE'ler mikrobiyolojik özellikleri yönünden öncelikle hammadde var olan mikroflora ve bunun bir parçası olarak da taşıyabileceği olası patojenler yönünden incelenmektedir. MAE'nin üretimi sırasındaki hijyen uygulamaları, hammaddenin başlangıç florası, çeşidi ve yükü ile depolama koşulları üretim sonrası raf ömrünü etkileyen en önemli unsurlardır (39). Fiziksel özellikleri yönünden kıymaya oldukça benzeyen (16) MAE üretim prosesinde sıcaklık etin öğütülmesi sırasında 1-6°C, kemikten ayırma aşamasında ise 5-7°C artmaktadır (4). Ayrıca işlemler sırasında kas fibril yapısındaki bozulma, besleyici öğeler bakımından zengin hücre içi içeriğinin açığa çıkması, küçük partikül yapısı, yüzey alanının geniş olması nedeniyle ve olası çapraz kontaminasyonlardan dolayı MAE'lerde bakteriyel gelişim kolay olmaktadır (16, 60). MAE'lerde mikrobiyel gelişmeyi kolaylaştırarak bozulmayı hızlandıran bir diğer faktör de yüksek pH ve su aktivitesi değerleridir (68).

MAE eldesinde kullanılan makina ve sistemlerde sürekli gelişmeler olmakla birlikte Avrupa'daki kanatlı endüstrisi halen çoğunlukla hidrolik pres sistemlerinde yüksek basınç uygulamasını kullanmakta, ancak bu uygulama kemik yapısında oldukça fazla yıkıma neden olarak elde edilen hammaddenin depolama sürecinde oksidasyona duyarlılık ile mikrofloranın gelişimine fırsat vererek raf ömrünün kışalmasına neden olmaktadır (21).

MAE taşıyabileceği olası patojen bakteriler yönünden incelendiğinde, 2014 yılında ABD'de tüketilen bir et ürününe bağlı meydana gelen *Salmonella* Heidelberg salgınında MATE'nin kaynak olduğu rapor edilmiştir (9). Yine aynı ülkede 2016 yılındaki bir diğer salgında *Salmonella enterica*'nın kaynağı olarak MATE gösterilmiş olup etkene ait serovarlar Enteritidis, Heidelberg, Infantis, Kentucky, Schwarzengrund, Senftenberg ve Typhimurium olarak izole

edilmiştir (25).

MAE'nin mikrobiyal özellikleri yönünden incelenmiş olduğu çalışmalardan birinde Yeni Zelanda'da 3 farklı işletmeden alınan 145 MATE örneğinin en düşük ve en yüksek *Campylobacter*, koagülaz pozitif stafilokok, *Escherichia coli* (*E. coli*) ile aerobik bakteri sayıları sırasıyla 2.08-3.17 log₁₀ kob/g, 0-3.52 log₁₀ kob/g, 3.11-3.34 log₁₀ kob/g, 4.68-6.14 log₁₀ kob/g olarak rapor edilmiştir (75). Bir diğer çalışmada, Chow ve ark. (10), Brezilya'da, MATE örneklerinin *Clostridium perfringens* açısından yasal limitlere uygun, *Salmonella* ve *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) varlığı yönünden limitlerin üzerinde olduğunu ve halk sağlığı için risk oluşturduğunu belirlemiştir. Ülkemizde MAKE'lerin mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesi amacı ile yapılan bir çalışmada, ortalama aerob mezofil genel canlı (AMGC), *Enterobacteriaceae*, mikrokok/stafilokok, *Pseudomonas* spp. ve maya/küf sayıları sırasıyla; 6.64 log kob/g, 3.95 log kob/g, 5.12 log kob/g, 4.24 log kob/g, 2.19 log kob/g olarak saptanmıştır. Koliform bakteri ve *E. coli* sayısı <3-45 EMS/g arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada, koagülaz pozitif stafilokok izolatlarının (% 5.06) 7'si *S. aureus* olarak tanımlanmıştır. İzolatların % 42.85'inin enterotoksin A, % 28.57'sinin enterotoksin D, % 14.28'inin enterotoksin A ve B ve % 14.28'inin enterotoksin A, B ve C'yi ürettiği saptanmıştır. Ayrıca, örneklerin % 30'nun *Salmonella* spp. ile kontamine olduğu belirlenmiştir (29). Yapılan bir başka çalışmada da, mekanik ayrılmış tavuk sırt, boyun ve göğüs etinin 6 günlük soğuk depolama (4°C) ve 120 günlük donmuş depolama (-18°C) süresi sonunda, AMGC, psikrofil aerob bakteri (PAB) ve koliform grubu bakteri sayıları incelenmiş, soğuk depolama süresince AMGC, PAB ve koliform grubu bakteri sayılarında önemli artışlar olduğu, donmuş muhafaza sonrasında da PAB ve AMGC sayılarının azaldığı ancak koliform grubu bakteri sayısında (sırt etleri hariç) anlamlı bir değişim bulunmadığı tespit edilmiştir (31).

7. Muhafaza

MAE üretim prosesi, bu tür etlerin diğer et türlerine göre üretim sonrasında bakteriyel gelişim yönünden daha uygun hale gelmesine zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle, MAE'nin muhafazası hem ürün bütünlüğünün ve kalitesinin korunması hem de halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. AB'de MAE'lerin üretim sonrasında muhafazasına yönelik olarak elde edildikten hemen sonra kullanılmayacak ise paketlenerek 2 °C'nin altındaki sıcaklıklara soğutulması ya da iç sıcaklığı -18 °C'den fazla olmayacak şekilde dondurulması ve bu sıcaklıkların depolama ve nakil sırasında da devam ettirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Buna ilave olarak, 14 saat içerisinde işlenmeyecek MAE'lerin soğutma sonrasında, 12 saat içerisinde dondurulması ve 8 saat içerisinde de merkez sıcaklığın -18°C'nin üzerinde olmaması zorunluluğu getirilmiştir (20). ABD'de mikrobiyal üremeyi minimize etmek amacıyla MAE'nin kemikten ayırmanın hemen sonrasında mekanik soğutma veya CO₂ karı ile sıvı N₂ gibi kriyojenik ajanlar kullanılarak soğutulması ve 72 saat içerisinde işlenmemesi durumunda -18°C'de dondurulması gerektiği belirtilmektedir (4). Dondurma öncesinde, etin daha sonraki işlenebilirliğinde bir kayıp oluşmaması amacı ile miyofibriller proteinlerin özellikle de miyozinin stabilizasyonu ve dondurmadan kaynaklanacak protein dehidrasyonunu engellemek için şeker, inorganik tuz, amino asitler ve polimerler kriyoprotektan olarak ilave edilmektedir. Mikrobiyal üremeyi sınırlama amacı ile yaygın olarak kullanılan soğutma ve dondurma işlemlerinin dışında, besleyici değerde azalma olmaksızın ürünlerdeki mikroorganizma ve enzimleri inaktive ederek raf ömrünü uzatan ancak yağ oksidasyonunu teşvik ederek depolamada bu yönden bozulmalara neden olabilen yüksek hidrostatik basınç uygulamaları gibi yeni teknolojiler de bulunmaktadır (39).

MAKE'lerin soğuk muhafazasında oluşabilecek kimyasal ve mikrobiyal riskleri azaltarak raf ömrünü uzatmaya yönelik yapılan bir çalışmada, MAKE'ye laktik asit (LA), asetik asit (AA) ve sodyum laktat (SL) gibi organik asitler ilave edilip 4°C'de 4 gün boyunca muhafaza edilmiş, süre sonunda mikrobiyolojik özellikler üzerindeki değişim incelenmiştir. Sonuçta AMGC sayısında en fazla (% 15) düşüşün % 2 SL ilave edilen grupta olduğu, *E. coli* sayısının tüm gruplarda düştüğü tespit edilmiştir. MAKE'ye belirli konsantrasyonlarda organik asit ilavesinin mikrobiyolojik ve duyu kalitenin artırılmasında uygun olduğu ve raf ömrünü 1 gün daha uzattığı bildirilmiştir (23). Hac-Szymanczuk ve ark. (21), farklı formlarda (esansiyel yağ, kurutulmuş, sulu ve alkolik ekstrakt) ilave ettikleri adaçayının vakum paketlenmiş MATE'nin 4-6°C'deki depolama boyunca raf ömrünü araştırdıkları çalışmada, esansiyel yağ ve ekstrakt halindeki adaçayının AMGC, PAB, enterobakteri, enterokok ve *Salmonella* spp. gelişimini

sınırladığı, aynı zamanda yağ oksidasyonunu istatistiksel olarak önemli derecede azaltıp soğuk depolamada 14 günlük raf ömrü sağladığı rapor edilmiştir.

MAE'nin dondurulması ve donmuş muhafazası sırasında oluşabilecek kimyasal kalite bozukluklarının azaltılması ve raf ömrünün uzatılmasına yönelik yapılan çalışmalardan birinde Mielnik ve ark. (36), MAHE'ye biberiye ekstraktı, vitamin E ve askorbik asit gibi antioksidanlar ilave ederek 7 aylık donmuş muhafaza sonrasında TBA ve hexanol gibi uçucu bileşiklerin miktarlarını incelemişler, MAHE'de vitamin E'nin en güçlü antioksidan etkiyi gösterdiği ancak her 3 antioksidanın da oksidatif stabilite üzerine olumlu etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada, sodyum klorür, sodyum eritorbat ve askorbik asidin dondurulmuş MATE üzerindeki antioksidan etkisi araştırılmış, araştırma sonucunda askorbik asit ve sodyum eritorbatın oksidasyonu etkili bir şekilde azalttığı sodyum klorürün ise etkisiz olduğu bulunmuştur (5). Mohamed ve Mansour (37), MAKE kullanılarak et köftesi üretiminde sentetik antioksidan kullanımı yerine biberiye ve mercanköşk esansiyel yağ karışımının 200 mg/kg katılmasının 3 aylık dondurulmuş depolama sırasında, üründeki TBAR madde düzeylerini önemli derecede düşürerek duyusal kalitenin aynı seviyede kaldığını belirtmiştir. Vakum paketli -18°C'de 4 aylık muhafazada farklı formlarda biberiye ilave edilen MAKE'de oluşan mikrobiyal ve oksidatif değişikliklerin incelendiği diğer bir çalışmada, ürüne % 2 oranında biberiye esansiyel yağ formunun katılmasının psikrotrofik bakteriler üzerine en yüksek inhibe edici etki oluşturduğu, koliform bakteri gelişimini sınırladığı ve oksidasyonu azalttığı bildirilmiştir (22). Ülkemizde Özer ve Sarıçoban (45) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, MATE ile birlikte BHA, askorbik asit ve α -tokoferol ilave edilerek yapılan tavuk köftesi örnekleri, -20°C'de 6 aylık muhafaza süresi sonunda bazı kalite özellikleri yönünden incelenmiş, ürünlerdeki oksidasyonu önleme bakımından en güçlü etkiyi askorbik asitin daha sonra α -tokoferol ve BHA'nın gösterdiği rapor edilmiştir. İçerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde insan sağlığını olumlu yönde etkilediği bilinen bir deniz yosunu türü olan *Kappaphycus alvarezii*'nin içerdiği polifenollerin prooksidan etkisinin MATE'deki yağların oksidasyon oranını önemli derecede düşürdüğü ve ayrıca bu ürünün fizikokimyasal özelliklerinden su tutma kapasitesine olumlu yönde katkıda bulunduğu bildirilmiştir (46). Tournour ve ark. (67) tarafından, üzüm posasının doğal renk verme ve antioksidan özelliklerinden yararlanmak amacı ile nugget üretiminde MAE ile birlikte kullanımı araştırılmış ve 120 mg/kg oranında posa ve % 15 oranında MAE ilave edilmesinin hem sağlıklı bir alternatif gıda hem de ürünün bozulmasının geciktirilmesi yönünde olumlu etkiler sağladığı rapor edilmiştir.

Gıda muhafaza metotlarından bir diğeri olan gamma radyasyon uygulamalarının dondurulmuş MATE'lerdeki etkisi incelenmiş, 0, 3 ve 4 kGy düzeylerinde ışınlama uygulanan etler 1-3°C'de depolanmış, yapılan duyusal, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler sonrasında ışınlama miktarına göre raf ömrünün sırasıyla 4, 10 ve 6 gün olduğu, yüksek doz uygulamasının oksidasyonu tetikleyerek raf ömrünü kısalttığı belirlenmiştir (20). Eskandari ve ark. (18), MATE'nin buzdolabı koşullarında 0.13 ppm/g ozon ile muamele edilmesinin raf ömrünü 4 gün daha uzattığını rapor etmişlerdir.

MAE'in ambalajlanmasında, renk stabilizasyonu, yağ oksidasyonunun geciktirilmesi, mikrobiyal bozulmanın engellenmesi ve tekstür kalıcılığının sağlanması amacı ile vakum paketleme ve modifiye atmosfer paketleme teknikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Modifiye atmosfer paketlemede, bu tür etler için en uygun gaz karışımının % 20-30 CO₂, % 0-10 O₂ ve % 70-80 N₂ olduğu bildirilmektedir. Paketlemede genel olarak yüksek oksijen bariyer özelliğine sahip poliamid, yüksek nem bariyer ve yapışma özelliğine sahip polietilen ile polipropilen gibi polimerler kullanılmaktadır (59).

8. Tespit Yöntemleri

Bir üründe MAE varlığının ya da miktarının belirlenmesi ile MAE'nin EAE ve diğer etlerden farkının saptanmasında kalsiyum, fosfat, kül, yağ, kolesterol, yağ asitleri, protein, kollajen ve rutubet miktarları gibi kimyasal parametreler ile bağ doku, yağ doku, kemik parçaları, kıkırdak, kemik iliği ve merkezi sinir sistemi dokusu varlığının incelenmesi gibi hala sınır değerleri belirlenmemiş histolojik yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bunların yanında henüz valide edilmemiş, oldukça pahalı ve kompleks olmaları nedeniyle kullanımı sınırlı kalan proteomik, metabolomik metotlar ile elektroforez ve immünolojik temelli metotları içeren moleküler tespit yöntemleri de mevcuttur (3, 7, 13,

54, 63). 2013 yılında EFSA tarafından yayınlanan raporda, et ürünlerinde MAE tespitinde en uygun indikatörlerin kalsiyum ve kolesterol düzeyinin belirlenmesi olduğu, diğer kimyasal ve histolojik parametrelerin ise ancak yardımcı birer indikatör olabileceği bildirilmektedir (16). Benzer şekilde, ülkemizde de MAKE'nin kullanımına izin verilen ürünlerdeki miktarının tespiti kalsiyum miktarı belirlenmesi ile gerçekleştirilmektedir (52).

MAE varlığının tespitine yönelik olarak yapılan çalışmalardan birinde, etteki kemik ve kıkırdak dokunun kas dokudan ayırt edilmesi amacı ile örnekler Alizarin red ve Alican blue ile boyanarak kemik dokunun kırmızı, kıkırdak ve kemik dokunun mavi renk alması sonucunda farklı dokular histolojik olarak kas dokudan ayırt edilebilmiştir (7). Tasic ve ark. (63), kimyasal yöntemlerden indirekt titrasyon metodu ile MAE'lerde kalsiyum miktarını 3 farklı indikatör kullanarak tespit etmiş, Eriochrome black T indikatörünün kullanımı ile en yüksek doğrulukta sonuç alındığını belirlemiştir. Araştırmacı, bu metodun pahalı cihazlara gerek kalmadan basit ve hızlı olması gibi avantajları olduğunu da rapor etmiştir. Ürünlerde MAE aranmasında kullanılan bir diğer yaklaşım olan kapiller jel elektroforez yöntemi ile MATE ve EATE arasındaki farklar incelenmiş, MATE ile EATE arasındaki en büyük farkın hemoglobinin pik alanı olduğu saptanmış, bunun da MAE'lerdeki hemoglobin miktarının EAE'lere oranla daha fazla olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (14). Toplam yansıma X ışını floresan spektroskopisi ile MAE ve EAE içerdikleri elementler yönünden ayrıştırılarak bu 2 farklı etteki kalsiyum, potasyum, demir, bakır ve çinko miktarları karşılaştırılmış, sonuç olarak bu sistemde kalsiyum, potasyum ve demir elementlerinin MAE ile EAE'nin ayırt edilmesinde kullanılabilirliğine işaret edilmiştir (13). Bir başka çalışmada lazer indüklenmiş plazma spektroskopisi kullanılarak MAE'lerdeki kalsiyum düzeyi tespit edilmeye çalışılmış, MAE'ler içerdikleri kalsiyum miktarına göre hızlı bir şekilde çok düşük (<20 mg/100 g), orta (20-90 mg/100 g), ve yüksek (>90 mg/100 g) olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Bu metod ile elde edilen sonuçlar, AB standartlarını karşılamak için tek başına yeterli olmamakla birlikte, maksimum kalsiyum seviyesini aşma riski olmayan MAE örneklerinin kalsiyum içeriklerine göre hızlı bir şekilde sınıflandırılmasını sağlayabilir sonucuna varılmıştır (3). İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma-kütle spektrometrisi ile et ürünlerinde kullanılan MAE varlığının tespiti üzerine yapılan bir çalışmada, baryum elementinin MAE örneklerinde yüksek olduğu, bu durumun MAE'lerdeki kemik dokunun fazlalığından kaynaklanabileceği, dolayısı ile bu korelasyon kullanılarak et ürünlerindeki MAE yüzdesinin tahmin edilmesinde baryum miktarının indikatör olabileceği sonucuna varılmıştır (54). Wubshet ve ark. (74)'nce, Raman spektroskopisinin tahmini çok değişkenli kalibrasyon modellerinin kullanımı ile MATE'lerdeki kalsiyum ve kül miktarlarının öngörülebileceği hızlı ve pratik bir uygulama yaklaşımı olduğu, bu nedenle kanatlı işletmelerinde proses sırasında kalsiyum ve kül miktar ölçümlerinin belirlenebileceği rapor edilmiştir.

9. Kullanım Alanları

MAE'ler, yüksek pH değeri ve su tutma özelliği, yüksek emülsiyon kapasitesi ve stabilitesi, iyi bir jel oluşturması, pişirme kayıplarını önlemesi ile tekstürün iyileştirilmesine yönelik olumlu katkılar sağlaması nedeniyle özellikle emülsifiye et ürünleri (frankfurter, bologna, mortadella, hotdog), formlu ve kaplamalı ürünler (burger, nugget, kroket, pattie) ve hazır çorba ile daha az olmakla birlikte fermente ve tütsülenmiş sosis, kürlenmiş kurutulmuş et ürünleri (jerky) üretiminde, bunun yanı sıra protein hidrolizatları ve jelatin elde edilmesinde kullanılmaktadır (64).

MAKE'nin üretimi sırasında uygulanan basınç nedeniyle miyofibrillerin birbirinden ayrıldığı macun kıvamında bir ürün elde edilmektedir. Sarkomerlerin yapısında oluşan deformasyon mikroskop altında Z hattının kırılması ile gözlenebilmektedir. Bu macun benzeri tekstür, teknolojisi gereği ince kıyılmış etlerin kullanıldığı frankfurter ve bologna yapımı için oldukça uygundur. Ayrıca EAE parçalarının daha homojen ve ince kıyılmış et matriksinin içerisine gömülü durumda olduğu hindi sosisi gibi ürünlerde, yapıştırıcı bir matriks olarak boşlukların doldurulmasında MAE kullanılmaktadır (1, 4, 39). Brezilya'da kuzu ve koyun sosisi olarak bilinen Mortadella üretiminde, ürünün daha ekonomik ve tüketicinin damak zevkine daha fazla hitap edebilmesi amacı ile farklı oranlarda MAKE kullanıldığı bir çalışmada, çıkma koyun eti yerine % 30 oranında MAKE ilavesinin tüketici tarafından daha fazla tercih edilen pembe parlak görünüm ile yumuşak ve yağlı dokuyu sağlayabildiği belirlenmiştir (33). Song ve ark. (61), orta nemli bir et ürünü olan tavuk jerky üretiminde, göğüs eti yerine MATE ve kollajen kullanım olanaklarını değerlendirdikleri çalışmalarında, MATE ilavesinin son ürünlerdeki pH değerini istatistiksel

olarak önemli düzeyde arttığını, MATE miktarının artışı ile ürünün protein içeriği ve kesme direncinin azaldığını, kollajen ilavesinin ise ürünün rutubet değerini artırırken kül miktarını azalttığını belirlemiştir. Ayrıca % 10'a kadar MATE ve % 2'ye kadar kollajen ilave edilmesinin ürünün duyu özelliklerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığını rapor etmişlerdir. Son yıllarda, balık ve su ürünleri etinden elde edilen surimi, kamaboko, imitasyon paste, yengeç stick gibi et ürünlerinin üretiminde MAKE ilavesinin, bu yan ürün için yeni bir kullanım alanı oluşturduğu belirlenmiştir (11, 26, 27).

MAE'lerden elde edilen protein hidrolizatları yüksek besleyici değeri ve terapötik etkisi (antioksidan aktiviteleri) ile fonksiyonel özellikleri artırmasına bağlı olarak çeşitli gıdalarda kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, MATE'den elde edilen protein hidrolizatları bazı ürünlerde katkı olarak kullanılmış, bunun ürünlerde iyi bir jel ve tekstür oluşturduğu, TBAR maddelerin azaldığı, anjiyotensin dönüştüren enzim aktivitesinin inhibe edildiği ve serbest radikal süpürücü aktivitenin ise arttığı belirlenmiştir. Sonuçta, MATE'lerden elde edilen protein hidrolizatlarının eklendiği ürünlerde elde edilen teknolojik avantajların yanı sıra sağlık açısından da olumlu etkiler meydana getirdiği tespit edilmiştir (26, 27). Cavalheiro ve ark. (8), Mortadella yapımında MATE yerine MATE'nin protein hidrolizatlarının kullanılmasının umut verici olduğunu, ancak katılması gereken miktarın yağ oksidasyonu, renk parametreleri, lezzet ve tekstür açısından % 10'un üzerinde olmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Jin ve ark. (28)'nin MATE protein hidrolizatları kullanarak ürettikleri sosislerin depolama boyunca kalite özelliklerindeki değişimi inceledikleri bir çalışmada, hidrolizat kullanımının, ürünün kırmızı görünümünü istatistiksel olarak önemli derecede belirginleştirdiğini, bunun yanında pH değerini düşürerek kötü koku oluşumunu azalttığını, dolayısı ile de sosislerin genel olarak kabul edilebilirliğini artırdığını belirlemiştir.

Rivera ve ark. (53), yüksek rutubet oranına sahip pet hayvan yemlerinin üretim formülasyonunda kullanılan ürünlerin başında, su tutma kapasitesi yüksek olan MATE'nin geldiğini belirtmiştir. Yapılan bir çalışmada, MATE'lerden hidrolize edilen proteinler köpek maması üretiminde kullanılmış, elde edilen bu hidrolizatların ucuz ve kaliteli olması sebebiyle köpek mamalarında kullanımının mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır (65). Günümüzde, protein hidrolizatlarının yenilebilir film ambalaj üretimindeki kullanım olanakları üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır (56, 57, 76). Menezes ve ark. (35), MATE'den izole edilen proteinlere montmorillonit organik kili ilave ederek nanokompozit film üretmiş, yüksek montmorillonit ve düşük gliserol oranlarında elde edilen nanokompozit filmlerin mukavemet gücünün yüksek, çözünürlüğünün ise düşük olduğunu tespit etmiştir. MEA'lerin farklı kullanım alanlarından birisi de jelatin için hammadde kaynağı olmasıdır. Yapılan çalışmalarda, MATE ve MAHE'den yüksek kalitede jelatin elde edilebildiği, öncelikle gıda endüstrisinde ve bunun yanında ilaç, kozmetik ve fotoğrafçılık sektörlerinde stabilizatör olarak yaygın şekilde kullanıldığı bildirilmiştir (15, 17).

10. Güncel Mevzuattaki Yeri

Ülkemizde MAE ile ilgili olarak ilk kez 2007 yılında yayımlanan TGK Mekanik Olarak Ayrılmış Kanatlı Eti (48) ve Mekanik Olarak Ayrılmış Kırmızı Et (49) Tebliği'nde tanımlama, kullanım alanı, kalsiyum limiti, saklama koşulları ve mikrobiyolojik kriterleri ile ilgili yasal düzenlemeler yapılmıştır. Ancak 2012 yılında yayımlanan TGK Et ve Et Ürünleri Tebliği (51) ile MAE'lerin ısı işlem görmüş emülsifiye et ürünleri üretimindeki kullanımı yasaklanmıştır. Yapılan çalışmalar ve düzenlemeler sonrasında 2019'da yayımlanan TGK Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği (52)'nde MAE, yeniden kullanım alanı bulmuştur. Bu yeni tebliğin tanımlar kısmı madde 4 dd bendinde MAKE tanımı yapılmış, ürün özellikleri ile ilgili madde 5'in 5 bendinde son tüketiciye yemek hizmeti veren lokanta, restoran, otel, hazır yemek üreten işletmeler tarafından MAE satışının yapılamayacağı, 6 bendinde ise mekanik ayrılmış kırmızı etlerin et ürünü üretiminde kullanılmayacağı, sadece ihracat amaçlı üretilen bu etlerin ve ürünlerinin onaylı işletmeler arası sevkine ihracat yapılması kaydı ile izin verildiği belirtilmiştir. Aynı tebliğin et ürünleri özel ürün özellikleri kısmında madde 9'un 4 bendinde ise MAKE'nin sadece ısı işlem görmüş kanatlı emülsifiye et ürünlerinin üretiminde kullanılmak üzere entegre işletmeler tarafından üretilmesine ve üretilen MAKE'nin aynı amaç doğrultusunda diğer onaylı işletmelere sevkine yeniden izin verilmiştir. MAKE kullanımında, kalsiyum miktarı üzerinden sınırlandırma getirilmiş olup aynı maddenin 5 bendinde, etiketinde MAKE kullanıldığı belirtilen kanatlı emülsifiye et ürünlerinde kalsiyum oranının 750 mg/kg'ı geçmemesi gerektiği bildirilmiştir.

Etiketleme bölümünde madde 18'in d bendinde, ürün etiketinde MAKE kullanıldığının "Mekanik ayrılmış eti içerir" ifadesinin ürün adı ile aynı yüzde ve 2/3'ü büyüklüğünde olacak şekilde belirtilmesi, k bendinde ise ürün etiketinde "Çözündürüldükten sonra tekrar dondurulmaz" ifadesinin yer alması zorunlu kılınmıştır (52). MAKE'nin mikrobiyolojik özellikleri TGK Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği (50)'nde ele alınmış; aerobik koloni sayısının 5 örneğin 2 sinde 5×10^6 kob/g'ın üzerinde olmaması, 25 g örnekte ise *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7 bulunmaması gerektiği belirtilmiştir.

Günümüzde çoğunlukla kanatlı ve sonrasında domuz karkas ve etli kemiklerinden elde edilen MAE'nin, AB'de bovine spongiform encephalopathy (BSE) riski yönünden kontrol altında olmayan ve risk durumu belirlenmemiş ülke ve bölgelerdeki sığır, koyun, keçi gibi hayvanlardan elde edilmesi yasaklanmıştır (40). Bununla beraber, MAKE üretiminde baş, boyun derisi ve ayaklar, MAE üretiminde ise diğer hayvanlar için baş, ayak, kuyruk, femur, tibia, fibula, humerus, radius ve ulna kemiklerinin kullanımına izin verilmemektedir (41). MAE'de bulunan kalsiyumun üst limiti 100 mg/100 g (1000 ppm) olarak belirlenmiş (43), mikrobiyolojik kriterleri ise üretim hijyen ile gıda güvenliği kriterleri olarak sırasıyla aerobik koloni ve *E. coli* sayısı ile *Salmonella* spp. varlığı yönünden değerlendirilmiştir (42).

ABD'de USDA-FSIS Federal Regulation 319.6 (70)'ya göre; MAE'nin, bebek ve çocuk gıdalarında kullanımı yasaklanmış olup et ürünlerindeki kullanım oranı ise % 20 ile sınırlandırılmıştır. Kalsiyum miktar limiti MAE'de % 0.75 ve MAKE'de çıkma yumurta tavuğu ve hindilerde en fazla % 0.235 ve diğer kanatlılarda % 0.175 olarak belirlenmiştir. Kemik parçaları ve büyüklükleri, MAE'de pütürlü bir tekstür ve tüketici için olası fiziksel bir tehlikeye (ör. ağız içi veya gastrointestinal hasar) neden olabileceğinden önem taşımaktadır. Bu nedenle, ABD'de, MAE ve MAKE'de sırasıyla kemik partikül oranının % 3 ve % 1'i geçmemesi, kemik partiküllerinin % 98'inin boyutunun 0.5 mm ve 1.5 mm altında olmasının yanında partiküllerin 0.85 mm ve 2.0 mm'den daha büyük olmaması şeklinde bir yasal sınırlandırma da bulunmaktadır (71, 72). Dünya'da kanatlı eti endüstrisinde ABD'den sonra en büyük üretici konumunda olan Brezilya'da ise, MAKE'nin ürüne göre değişmekle birlikte ısıtma işlem görmüş et ürünlerine % 60 oranına kadar katılmasına izin verilmektedir (24).

11. Sonuç

MAKE, Dünya'da ekonomik ve teknolojik avantajları ile özellikle emülsifiye et ürünleri üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ürünler, tüketiciler için ucuz bir protein kaynağı olması ve kanatlı endüstrisinde hem broyler kesimhane yan ürünlerinin hem de verimden çıkan yumurta tavuğunun değerlendirilmesine olanak sağlaması açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, üründe MAKE kullanımında ürünün kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi ile halk sağlığı gereklilikleri göz ardı edilmemelidir. Bunun da ancak etkin HACCP ve iyi hijyen uygulamalarına sahip entegre işletmelerde üretilip uygun koşullarda muhafaza edilen MAKE'nin yasal sınırlar içerisinde kontrollü kullanımı ile gerçekleştirilebileceği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. **Abdullah B, Al-Najdawi R** (2005): *Functional and sensory properties of chicken meat from spent-hen carcasses deboned manually or mechanically in Jordan*. Int J Food Sci Technol, **40**, 537-543.
2. **Al-Najdawi R, 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.
3. **Andersen MBS, Frydenvang J, Henckel P, Rinnan A** (2016): *The potential of laser-induced breakdown spectroscopy for industrial at-line monitoring of calcium content in comminuted poultry meat*. Food Control, **64**, 226-233.
4. **Barbut S** (2015): *Portioning, Deboning and Fresh Meat Composition*, In: *The Science of Poultry and Meat Processing*, Ed: Barbut S. University of Guelph, Ontario, Canada.
5. **Bigolin J, Weber CI, da Trindade Alfaro A** (2013): *Lipid Oxidation in Mechanically Deboned Chicken Meat: Effect of the Addition of Different Agents*. Food Nutr Sci, **4**, 219-223.
6. **Botka-Petrak K, Hraste A, Lucic H, Gottstein Z, Gomeri MD, Jaksic S, Petrak T** (2011): *Histological and chemical characteristics of mechanically deboned meat of broiler chickens*. Veterinarski Arhiv, **81**, 273-283.

7. Branscheid W, Judas M, Höreth R (2009): *The morphological detection of bone and cartilage particles in mechanically separated meat*. Meat Sci, **81**, 46-50.
8. Cavalheiro CP, Lüdtke FL, Stefanello FS, Kubota EH, Terra NN, Fries LLM (2014): *Replacement of mechanically deboned chicken meat with its protein hydrolysate in mortadella-type sausages*. Food Sci. Technol, **34**, 478-484.
9. CDC (2014): *Outbreak of Salmonella Heidelberg Infections Linked to Tyson Brand Mechanically Separated Chicken at a Correctional Facility (Final Update)*. Centers for Disease Control and Prevention. Erişim linki: <https://www.cdc.gov/salmonella/heidelberg-01-14/index.html>. Erişim tarihi 15.02.2019.
10. Chow FC, Oliveira A de L, Oliveira RBP de (2014): *Frozen Mechanically Deboned Chicken Meat: Compliance With Brazilian Legal Parameters*. Proc XII Lat Am Congr Food Microbiol Hyg, **1**, 415-416.
11. Cortez-Vega WR, Pizato S, Prentice C (2014). *Nutritional quality evaluation of surimi and kamaboko obtained from mechanically separated chicken meat*. Nutrition & Food Science, **44**, 483-491.
12. Cunha LCM, Monteiro MLG, Lorenzo JM, Munekata PES, Muchenje V, Carvalho FAL, Conte-junior CA (2018): *Natural antioxidants in processing and storage ability of sheep and goat meat products*. Food Res Int, **111**, 379-390.
13. Dalipi R, Berneri R, Curatolo M, Borgese L, Depero LE, Sangiorgi E (2018): *Total reflection X-ray fluorescence used to distinguish mechanically separated from non-mechanically separated meat*. Spectrochim Acta Part B, **148**, 16-22.
14. Day L, Brown H (2001): *Detection of mechanically recovered chicken meat using capillary gel electrophoresis*. Meat Sci, **58**, 31-37.
15. Du L, Keplova L, Khiari Z, Betti M (2014): *Preparation and characterization of gelatin from collagen biomass obtained through a pH-shifting process of mechanically separated turkey meat*. Poult Sci, **93**, 989-1000.
16. EFSA (2013): *European Food Safety Authority Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). Scientific Opinion on the public health risks related to mechanically separated meat (MSM) derived from poultry and swine*. EFSA J, **11**, 1-78.
17. Erge A, Zorba Ö (2018): *Optimization of gelatin extraction from chicken mechanically deboned meat residue using alkaline pre-treatment*. LWT Food Sci Technol, **97**, 205-212.
18. Eskandari MH, Hasheminasab S, Niakosari M, Shekarforoush S (2018): *Application of ozone for reducing the microbial count of mechanically deboned chicken meat*. J Food Hyg, **8**, 23-35.
19. European Commission (2.12.2010 tarihli ve 704 sayılı): *Communication from the Commission to the European Parliament and the Council on the future necessity and use of mechanically separated meat in the European Union, including the information policy towards consumers*. Erişim Tarihi: 20.03.2019, Erişim Linki: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/HIS/?uri=CELEX:52010DC0704>
20. Gomes Hde A, da Silva EN, Cardello HM, Cipolli KM (2003): *Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality*. Meat Sci, **65**, 919-926.
21. Hac-Szymanczuk E, Cegiela A, Lipinska E, Ilczuk P (2014): *Effect of sage on the microbial quality and TBARS value of mechanically deboned poultry meat*. Medycyna Weterynaryjna, **70**, 704-708.
22. Hac-Szymanczuk E, Cegiela A, Lipinska E, Piwowarek K (2017): *Application of rosemary for the prolongation of microbial and oxidative stability in mechanically deboned poultry meat from chickens*. Ital J Food Sci, **29**, 329-342.
23. Hecer C, Sözen BHU (2011): *Microbiological properties of mechanically deboned poultry meat that applied lactic acid, acetic acid and sodium lactate*. African J Agric Res, **6**, 3847-3852.
24. Horita CN, Messias VC, Morgano MA, Hayakawa FM, Pollonio MAR (2014): *Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts*. Food Res Int, **66**, 29-35.
25. Hutchinson JA, Wheeler C, Mohle-Boetani JC (2018): *Outbreak epidemiologically linked with a composite product of beef, mechanically separated chicken and textured vegetable protein contaminated with multiple serotypes of Salmonella enterica including multidrug-resistant Infantis, California 2016*. Epidemiol Infect, **146**, 430-436.
26. Jin SK, Go GW, Jung EY, Lim HJ, Yang HS, Park JH (2014a): *Effect of Mechanically Deboned Chicken Meat Hydrolysates on the Physicochemical Properties of Imitation Fish Paste*. Asian Australas J Anim Sci, **27**, 115-122.
27. Jin SK, Hwang JW, Moon S, Choi YJ, Kim GD, Jung EY, Yang HS (2014b): *Effect of Mechanically Deboned Chicken Hydrolysates on the Characteristics of Imitation Crab Stick*. Korean J Food Sci An, **34**, 192-199.
28. Jin SK, Choi JS, Choi YJ, Lee SJ, Lee SY, Hur SJ (2015): *Development of Sausages Containing Mechanically*

- Deboned Chicken Meat Hydrolysates*. J Food Sci, **80**, S1563-S1567.
29. **Karagöz A, Şireli UT** (2014): *Mekanik olarak ayrılmış broiler etlerinin (MABE) bazı mikrobiyolojik ve kimyasal niteliklerinin belirlenmesi*. Ankara Univ Vet Fak Derg, **61**, 185-191.
 30. **Kolsarıcı N, Candoğan K** (2002): *Mekanik Ayrılmış Etin Kalite Özellikleri ve Kullanım Alanları*. Gıda, **27**, 277-283.
 31. **Kolsarıcı N, Ensoy Ü, Candoğan K, Üzümcüoğlu Ü** (2004): *Soğuk ve Dondurulmuş Depolamanın mekanik Ayrılmış Tavuk Etlerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesine Etkisi*. On-Line Mikrobiyol Derg, **2**, 2-13.
 32. **Kolsarıcı N, Candogan K, Akoğlu IT** (2010): *Effect of frozen storage on alterations in lipids of mechanically deboned chicken meats*. Gıda, **35**, 403-410.
 33. **Massingue AA, de Almeida Torres Filho R, Fontes PR, de Lemos Souza Ramos A, Fontes EAF, Perez JRO, Ramos EM** (2018): *Effect of mechanically deboned poultry meat content on technological properties and sensory characteristics of lamb and mutton sausages*. Asian-Australasian J Anim Sci, **31**, 576-584.
 34. **Mayer AL, Smith JS, Kropf DH, Marsden JL, Milliken GA** (2007): *A comparison in the composition of recovered meat produced from beef neckbones processed using hand boning, a traditional Advanced Meat Recovery (AMR) system, and a Desinewated Minced Meat system*. Meat Sci, **77**, 602-607.
 35. **Menezes B da S, Cortez-Vega WR, Prentice C** (2017): *Nanocomposites films obtained from protein isolates of mechanically deboned chicken meat added with montmorillonite*. Polímeros, **27**, 75-82.
 36. **Mielnik MB, Aaby K, Skrede G** (2003): *Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat*. Meat Sci, **65**, 1147-1155.
 37. **Mohamed HMH, Mansour HA** (2012): *Incorporating essential oils of marjoram and rosemary in the formulation of beef patties manufactured with mechanically deboned poultry meat to improve the lipid stability and sensory attributes*. LWT - Food Sci Technol, **45**, 79-87.
 38. **Mohamed MA, Zahran DA, Kassem GMA, Emara MMT, Mansour NM** (2016): *Detection of Mechanically Recovered Poultry Meat (MRPM) in Traditional Egyptian Luncheon (Emulsion Type Sausage)*. Polish J Food Nutr Sci, **66**, 17-23.
 39. **Navarro-Rodriguez de Vera C, Sanchez-Zapata EJ, Viuda-Martos M, Perez-Alvarez JA** (2010): *Mechanical Deboning: Applications and Product Types*. 59-72. In: Guerrero-Legarreta I. and Hui YH. (Ed.), Handbook of Poultry Science and Technology, Vol 2: Secondary Processing, John Wiley & Sons Inc, USA.
 40. **Official Journal of the European Communities** (31 Mayıs 2001 tarihli ve L147 999/2001 sayılı) *European Union Regulation of the European Parliament and of the council of 22 May 2001 laying down rules for the prevention, control and eradication of certain transmissible spongiform encephalopathies*.
 41. **Official Journal of the European Communities** (29 Nisan 2004 tarihli ve L139 853/2004 sayılı): *European Union Regulation No: 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 Laying Down Specific Hygiene Rules for Food of Animal Origin intended for human consumption*.
 42. **Official Journal of the European Union** (15 Kasım 2005 tarihli ve L338 2073/2005 sayılı): *Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs*.
 43. **Official Journal of the European Union** (05 Aralık 2005 tarihli ve L338 2074/2005 sayılı): *Commission Regulation (EC) No 2074/2005 of 5 December 2005 laying down implementing measures for certain products under Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council and for the organisation of official controls under Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council and Regulation (EC) No 882/2004 of the European Parliament and of the Council, derogating from Regulation (EC) No 852/2004 of the European Parliament and of the Council and amending Regulations (EC) No 853/2004 and (EC) No 854/2004*.
 44. **Oswell NJ, Thippareddi H, Pegg RB** (2018): *Practical use of natural antioxidants in meat products in the U.S.: A review*. Meat Sci, **145**, 469-479.
 45. **Özer O, Sariçoban C** (2010): *The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid, and α -tocopherol on some quality characteristics of mechanically deboned chicken patty during freeze storage*. Czech J Food Sci, **28**, 150-160.
 46. **Pindi W, Mah HW, Munsu E, Ab Wahab N** (2017): *Effects of addition of *Kappaphycus alvarezii* on physicochemical properties and lipid oxidation of mechanically deboned chicken meat (MDCM) sausages*. Br Food J, **119**, 2229-2239.
 47. **Püssa T, Raudsepp P, Toomik P, Pallin R, Maeorg U, Kuusik S, Soidla R, Rei M** (2009): *A study of oxidation products of free polyunsaturated fatty acids in mechanically deboned meat*. J Food Compos Anal, **22**, 307-314.
 48. **Resmi Gazete** (3 Ağustos 2007 tarihli ve 26602 sayılı) (2007a): *Türk Gıda Kodeksi Mekanik Olarak Ayrılmış Kanatlı Eti Tebliği No 2007/34*.

49. **Resmi Gazete** (3 Ağustos 2007 tarihli ve 26602 sayılı) (2007b): *Türk Gıda Kodeksi Mekanik Olarak Ayrılmış Kırmızı Et Tebliği No 2007/35*.
50. **Resmi Gazete** (29 Aralık 2011 tarihli ve 28157 sayılı) (2011): *Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği*.
51. **Resmi Gazete** (5 Aralık 2012 tarihli ve 28488 sayılı) (2012): *Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği No 2012/74*.
52. **Resmi Gazete** (29 Ocak 2019 tarihli ve 30670 sayılı) (2019): *Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği No 2018/52*.
53. **Rivera JA, Sebranek JG, Rust RE** (2000): *Functional properties of meat by-products and mechanically separated chicken (MSC) in a high-moisture model petfood system*. Meat Sci, **55**, 61-66.
54. **Sarakatsianos I, Manousi N, Georgantelis D, Goula A, Adamopoulos K, Samanidou V** (2018): *Detection of mechanically deboned meat in cold cuts by inductively coupled plasma-mass spectrometry*. Pak J Anal Environ Chem, **19**, 115-121.
55. **Sarıcaoğlu FT, Gul O, Tural S, Turhan S** (2017): *Potential application of high pressure homogenization (HPH) for improving functional and rheological properties of mechanically deboned chicken meat (MDCM) proteins*. J Food Eng, **215**, 161-171.
56. **Sarıcaoğlu FT, Turhan S** (2017): *Functional and Film-forming Properties of Mechanically Deboned Chicken Meat Proteins*. Int J Food Eng, **13**: 1-10.
57. **Sarıcaoğlu FT, Tural S, Gül O, Turhan S** (2018): *High pressure homogenization of mechanically deboned chicken meat protein suspensions to improve mechanical and barrier properties of edible films*. Food Hydrocoll, **84**, 135-145.
58. **Serdaroğlu M, Yıldız Turp G, Bağdathoğlu N** (2005): *Effects of deboning methods on chemical composition and some properties of beef and turkey meat*. Turkish J Vet Anim Sci **29**, 797-802.
59. **Sharma BD** (2000): *Packaging of Meat, Dairy and Poultry Products*, Indian Veterinary Research Institute: Izatnagar.
60. **Singh M** (2015): *Mechanically Separated Poultry*. American Meat Science Association AMSA). *Fact Sheet*.
61. **Song DH, Choi JH, Choi YS, Kim HW, Hwang KE, Kim YJ, Ham YK, Kim CJ** (2014): *Effects of Collagen and Mechanically Deboned Chicken Meat on Quality Characteristics of Semi-Dried Chicken Jerky*. Korean J Food Sci Anim Resour, **34**, 727-35.
62. **Surowiec I, Fraser PD, Patel R, Halket J, Bramley PM** (2011): *Metabolomic approach for the detection of mechanically recovered meat in food products*. Food Chem, **125**, 1468-1475.
63. **Tasic A, Kureljusic J, Nesic K, Rokvic N, Vicentijevic M, Radovic M, Pisinov B** (2017): *Determination of calcium content in mechanically separated meat*. 59th International Meat Industry Conference MEATCON2017, IOP Conf Ser Earth Environ Sci, **85**, 012056.
64. **Temelli S** (2018): *Kanatlı Hayvan Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi Ders Notları*. Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Bursa.
65. **Tjernsbekk MT, Tauson AH, Kraugerud OF, Ahlström** (2017): *Raw mechanically separated chicken meat and salmon protein hydrolysate as protein sources in extruded dog food: effect on protein and amino acid digestibility*. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl), **101**, 323-331.
66. **Tournour HH** (2014): *Skin and Seed Grape Extract as an Antioxidant for Mechanically Deboned Chicken Meat, During Frozen Storage*. PhD Thesis. Porto: University of Porto, Faculty of Nutrition and Food Sciences and Faculty of Sciences.
67. **Tournour HH, Cunha LM, Magalhães LM, Lima RC, Segundo MA** (2017): *Evaluation of the joint effect of the incorporation of mechanically deboned meat and grape extract on the formulation of chicken nuggets*. Food Sci Technol Int, **23**, 328-337.
68. **Trindade MA, Felicio PE, Castillo CJC** (2004): *Mechanically separated meat of broiler breeder and white layer spent hens*. Scientia Agricola, **61**, 234-239.
69. **Ulusoy Sözen B, Hecer C** (2013): *Potential Risks of Mechanically Separated Poultry Meat* Technol, **11**, 59-63.
70. **USDA-FSIS** (1982): *United States Department of Agriculture-Food Safety Inspection Service. Code of Federal Regulation §319.6 Limitations with respect to use of Mechanically Separated (Species)*.
71. **USDA-FSIS** (1995): *United States Department of Agriculture-Food Safety Inspection Service. Code of Federal Regulation §381.173 Mechanically Separated (Kind of Poultry)*.
72. **USDA-FSIS** (2004): *United States Department of Agriculture-Food Safety Inspection Service. Code of Federal Regulation §319.5 Mechanically Separated (Species)*.
73. **Viuda-Martos M, Sanchez-Zapata EJ, Navarro-Rodriguez de Vera C, Perez-Alvarez JA** (2010): *Mechanical*

Deboning: Applications and Product Types. 73-80. In: Guerrero-Legarreta I. and Hui YH. (Ed.), Handbook of Poultry Science and Technology, Vol 2: Secondary Processing, John Wiley & Sons Inc, USA.

74. **Wubshet SG, Wold JP, Böcker U, Sanden KW, Afseth NK** (2019): *Raman spectroscopy for quantification of residual calcium and total ash in mechanically deboned chicken meat.* Food Control, **95**, 267-273.
75. **Wong TL, Horn B, Graham C, Paulin S** (2011): *Bacterial concentrations of poultry offal and in mechanically separated meat products at the processing plant.* MAF Ministry of Agriculture and Forestry Technical Paper No: 2011/59, Wellington New Zealand.
76. **Yaylı D, Turhan S, Sarıcaoglu FT** (2017): *Edible packaging film derived from mechanically deboned chicken meat proteins: Effect of transglutaminase on physicochemical properties.* Korean J Food Sci Anim Resour, **37**, 635645.