

Kırmızı Etin Gevrekleştirilmesinde Kuru ve Yaş Olgunlaştırma Yöntemleri

Veysel Fatih ÖZDEMİR¹, Mete YANAR^{1*}

ÖZET: Et günlük hayatta vücuda alınması için gerekli olan biyolojik değeri yüksek esansiyel aminoasitler gibi besin maddelerini yeterli miktarda yapısında bulundurması ile insan beslenmesinde önemli yeri olan bir gıdadır. Sağlıklı ve dengeli bir yaşam sürebilmek için en temel besin maddelerinden olan et üretiminin artırılması yanında kalitesini de yükseltme çabaları uzun yıllardır bilim insanlarının önemli çalışma alanlarından birisini oluşturmuştur. Etin lezzet ve kalitesini artırmak için kesim öncesi ve sonrası kalite özellikleri üzerine etkili faktörlerin araştırılması amacıyla yürütülen çalışmalar günümüzde de güncelliğini muhafaza etmektedir. Kesim sonrası karkasların gevrekliğini artırmak ve yumuşak et elde etmek için uygulanan en yaygın yöntemlerden biri de etlerin olgunlaştırılması işlemidir. Avrupa ülkeleri ve ABD’de yaygın olarak kullanılan kuru ve yaş olmak üzere iki tip olgunlaştırma metodu vardır ve son yıllarda bunlara alternatif olarak vakum paketlerde kuru olgunlaştırma yöntemi de yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, etlerin gevreklik, lezzet ve genel anlamda kalitesinin artırılması için kullanılan kuru ve yaş olgunlaştırma metodlarının genel prensipleri, uygulama yöntemleri, olgunlaştırılan etlerde meydana gelen fizikokimyasal değişimler ve olgunlaştırma işleminin et kalite özellikleri ile mikrobiyal gelişim üzerine etkileri değerlendirilerek konunun detaylı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Et kalite özellikleri, sığır eti, gevrekleştirme, kırmızı et, koyun eti, olgunlaştırma

Dry and Wet Aging Methods for Tenderization of Red Meat

ABSTRACT: Meat is a food that has an important role in human nutrition, as it contains sufficient amount of nutrients with high biological value like essential aminoacids, which are necessary for taking into the body in daily life. Efforts to increase the quality of meat, which is one of the most essential nutrients in order to sustain a healthy and balanced life, have been one of the important fields of study of scientists for many years. The studies carried out to investigate the factors affecting the quality characteristics of the meat before and after slaughtering to increase the taste and quality of the meat are still up to date. One of the most common methods applied to increase the tenderness of carcasses after slaughter and to obtain soft meat is the aging of meat. There are two types of aging methods, which are widely used in European countries and USA, dry and wet aging, and in recent years, method of dry aging in the vacuum bags has become widespread. In this study, it is aimed to examine the subject in detail by evaluating the general principles of dry and wet aging, application methods, physicochemical changes in aged meats, and the effects of aging on quality characteristics and microbial development of meat.

Keywords: Meat quality characteristics, beef, tenderization, red meat, lamb, aging

¹Veysel Fatih ÖZDEMİR (Orcid ID: 0000-0003-3035-7695), Mete YANAR (0000-0002-5311-5675), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mete YANAR, e-mail: mtyanar@gmail.com

GİRİŞ

Son yıllarda, yurdumuzda ve bir çok gelişmiş ülkede tüketicilerin et satın alma tercihlerini etkileyen en önemli faktörlerin başında et kalite özellikleri gelmektedir (Maughan et al., 2012; Thorslund et al., 2016). İçerdiği yüksek biyolojik yararıyla sahip proteinlerle insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan ette iyi bir kalite, yumuşaklık (gevreklik), sululuk ve yoğun et tadının birleşimi ile sağlanmaktadır (Aaslyng and Meinert, 2017). Etlere oluşan sertlik, sarkomer uzunluğu, kas içi yağlar ve kas içi bağ dokuları gibi bir dizi faktörlere atfedilmektedir (Kemp et al., 2010). Yumuşak et elde etmenin yanı sıra ve kalitesini artırmak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve birçok ülkede uygulamaya konulmuştur. Bu yöntemler arasında elektriksel stimülasyon, karkası farklı askıya alma yöntemleri ile gerdirme, bıçaklı gevrekleştiricilerin kullanımı, et teknolojisinde yüksek hidrostatik basınç uygulamaları, kimyasal marinyasyon yöntemleri, et gevrekleştirici olarak eksojen enzim ekstraktlarının kullanımı ve geleneksel olgunlaştırma yöntemleri sayılabilir (Bhat et al., 2018).

Etlere olgunlaştırma süreci etlerin gevreklik, sululuk ve aroma gibi lezzet özelliklerini maksimum seviyeye çıkarmak için belirli bir süre buzdolabı sıcaklığında depo edilmesini içermektedir. Kesimin hemen sonrasında rigor mortis ile birlikte etlerin sertliğinin arttığı bilinmekte (kesimi takiben 6-12 saat sürer) olup, daha sonra ise gevreklik kademeli olarak artmaya başlar. Olgunlaştırma sırasında etlerde meydana gelen yumuşamanın büyük oranda miyofibriller proteinlerin proteolizi ile oluştuğu bildirilmektedir (Wang et al., 2018). Olgunlaştırma sürecinde, lezzet ve aromayı arttıran mekanizmanın, etin su kaybederek dokuların lezzet bileşenlerinin (stearik, linoleik, palmitik, oleik asit, glutamat, aspartat, karnosin, inosin monofosfat) yoğunluklarının artmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Kahraman ve Gürbüz, 2018). Bu derleme çalışmasında etlerde lezzet ve gevreklik gibi kalite parametrelerini artırmak için kullanılan ve son yıllarda popülerliği gittikçe artan kuru ve yaş olgunlaştırma metotlarıyla birlikte uygulama koşullarına ait bilgiler incelenerek değerlendirilmiştir.

Et Olgunlaştırma Yöntemleri

Günümüzde birçok gelişmiş ülkede yaygın olarak kullanılan, kuru ve yaş olgunlaştırma olarak adlandırılan iki tip olgunlaştırma tekniği kullanılmaktadır. Kuru olgunlaştırma karkasların ya da parça etlerin herhangi bir koruyucu materyal olmaksızın sıcaklık (0-4°C), nem (%85-90) ve hava akımının (0,5-2 m/s) kontrol altında tutulduğu depolarda belirli bir süre bekletilmesi olarak tanımlanmaktadır (Karaduman ve ark., 2018). Kuru olgunlaştırma yönteminde başarıyı sağlayabilmek için dikkat edilmesi gereken en önemli faktörler ortamın sıcaklığı, olgunlaştırma süresi, hava akımı, ortamın bağıl nemi ve hijyeni olup, optimum gevreklik ve lezzette, sağlıklı bir et elde etmek için bu faktörlerin tamamının kontrol altında tutulması gerekir (Dashdorj et al., 2016).

Yaş olgunlaştırma ise etlerin hava almalarını engelleyecek vakum paketler içerisinde belli bir süre buzdolabı sıcaklığında bekletilmesi işlemidir (Akıncı, 2015). Yaş olgunlaştırma metodunun tarihi kuru olgunlaştırma metodu kadar eski değildir. Bu metot 1960 yıllarında Amerika'da uygulanmaya başlanmış ve 1980'li yıllara gelindiğinde dünyada hızla yaygınlaşmıştır. Bu metotta etler vakum paketlenildiği için enzimatik aktivite devam eder ancak etlerdeki dehidrasyon kaynaklı kayıpların önüne geçilerek maliyet önemli ölçüde düşürülmüş olur.

Yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin kuru olgunlaştırma metodu kullanılanlara göre daha gevrek olurken (USMEF, 2014; Parrish et al., 1991), kuru olgunlaştırma metoduna tabi tutulan etler ise yaş olgunlaştırma metoduna tabi tutulan etlere göre daha yoğun bir et aromasına sahip olabilmektedir (Lepper-Blilie et al., 2014). Kuru olgunlaştırma metodunda, dehidrasyon ve etin arzu edilmeyen kısımlarının tıraşlanarak atılması sonucu oluşacak kayıplar ile maliyetin önemli ölçüde artacağı unutulmamalıdır (Dikeman et al., 2013). İki metodun da avantajları yanında dezavantajları da

bulunmaktadır ve hangi metodun daha etkin olduğu sorusunun cevabı tüketici tercihinin bağlı olarak değişmektedir. Bu iki metodun karşılaştırıldığı ve tüketicilerin tercihlerinin incelendiği bir çalışma sonucunda tüketicilerin %39,2'sinin yaş olgunlaştırılmış etleri, %29,3'ünün fiyatının daha yüksek olmasına rağmen kuru olgunlaştırılmış etleri tercih ettikleri ve %31,5'inin kararsız kaldığı bildirilmiştir (Sitz et al., 2006). Diğer bir çalışmada da panel testlerine katılan panelistlerin %20'si kuru olgunlaştırılan etleri tercih ederken, %65'i kararsız kalmış ve panelistlerin %31,65'i fiyat farkı ödeyerek kuru olgunlaştırılan etleri tercih edebileceklerini belirtmişlerdir (Savell et al., 2007).

Son yıllarda, kuru olgunlaştırma metodunun bir kısım dezavantajlarını ortadan kaldırmak için yeni bir uygulama olarak vakum paketlenmiş etin kuru olgunlaştırma metodu geliştirilmiştir. Bu metotta kullanılan olgunlaştırma torbaları özel tek yönde hava geçirgen bir membran içermektedir. Bu durum, et yüzeyinde meydana gelen yoğunlaşma sonucu oluşan suyun buharlaşma yolu ile dışarıya atılmasına ve etin kurummasına imkan sağlar. Bununla birlikte, söz konusu membran dış ortamdaki su ve mikroorganizmaların ete bulaşmasını engeller. İşlemin çalışması için et paketlerinin vakumla kapatılması gerekir. Bu metod kullanılarak, etlerde kuru olgunlaştırma metodu ile aynı duyusal kaliteyi yakalarken, tıraşlama kayıplarını ve kontaminasyon riskinin azaltılması amaçlanmaktadır (Ahnström et al., 2006).

Geleneksel kuru olgunlaştırma metodu ile vakum paketlenerek yapılan kuru olgunlaştırma metodlarının karşılaştırıldığında ise vakum paketlenen etlerde olgunlaştırma süresindeki ağırlık kaybının, tıraşlama kaybının ve yağsız dokudaki maya oluşumunun önemli derecede azaldığı, Laktik asit bakterileri sayısının önemli derecede arttığı bildirilmiştir (Ahnström et al., 2006). Ayrıca bu yöntemle yapılan kuru olgunlaştırma sonucunda olgunlaştırılan etlerin kuru olgunlaştırma metodu kullanılan etlere göre daha gevrek ve daha sulu olduğu, tüketiciler tarafından yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan etlere göre ise daha fazla tercih edildiği bildirilmiştir (Li et al., 2013).

Etin Olgunlaşması Sırasında Meydana Gelen Fizikokimyasal Değişimler

Kesim sonrası karkasın depolanması ile işleme koşulları etin gevrekliğini ve aromasını etkileyerek son ürünün kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir (Honkavaara et al., 2003). Hayvanların kesimlerini takiben hücresel kontrol sistemlerindeki kesintilerden dolayı üretilmiş enzimler gelişigüzel bir şekilde farklı hücre moleküllerini etkilemeye ve sonuçta büyük aromatik olmayan moleküllerin parçalanarak küçük boyutlarda olan, tat ve aroma içeren bileşiklere parçalanmasına neden olurlar (McGee, 2004). Proteinler iştah açıcı lezzet veren amino asitlere ve kuru olgunlaştırılmış etin karakteristik et aromasını veren yağlara ve bu yağların içerdiği yağ asitlerine parçalanırlar. Daha sonra bu parçalanmış ürünler pişirme sırasında diğer maddelerle reaksiyona girerek yeni aromatik bileşiklerin oluşumuna ve sonuçta etin aroması ve tadının zenginleşmesine yol açarlar. Olgunlaşmış sığır eti kuvvetli, lezzetli, kızartılmış bir kokuya sahip iken, olgunlaşmamış bir ette zayıf ve belirgin olmayan bir tat söz konusudur.

Post-mortem olgunlaştırma işleminde en önemli fizikokimyasal değişim et gevrekliğinin (yumuşaklığının) artmasını sağlayan, miyofibrillerin proteoliz yolu ile parçalandığı işlem basamağıdır. Bu dönemde miyofibriller proteinler Z bantlarının zayıflaması ve kırılması ile desmin ve titin gibi cytoskeletal proteinlerin degradasyonu sonucunda etin yumuşaklığını artırır (Ramanathan et al., 2020).

Calpain ve cathepsin gibi hücresel endojenik proteazlar post-mortem proteolizini etkileyen enzimler olup, calpainler C-protein, M-protein, ve cytoskeletal proteinler gibi kasın yapısal proteinlerini parçalarlar. Cathepsinler ise kas hücrelerindeki lizozomlarda mevcut olup, uzun süreli olgunlaştırma işlemlerinde asidik pH seviyelerinde etkindirler. Hayvanlarda dolaşım sisteminin kesim

sonrası durması laktik asit birikimine ve aroma değişikliğini kolaylaştıran pH'nın düşmesine neden olur. pH'nın 4.5 ve altında olması durumunda cathepsin B ve L ile diğer proteazlara göre daha fazla peptit bağlarını hidrolize edebilen tiol proteinaz gibi endojenik enzimler aktive edilirler ve olgunlaşma sırasında hücre içinde yeniden bir dağılıma uğrarlar (Spanier, 1990). Bu enzimlerin aktiviteleri sıcaklıktan bağımsız olup, cathepsin B ve L pişirme sıcaklığında (70 °C) bile yüksek etkinliğe sahiptirler.

Post-mortem tekstürel değişimlerden sorumlu μ - ve m-calpainler muhtelif peptidler tarafından oluşturulan etteki ekşi, tuzlu ve ransid tadın oluşumundan sorumlu olup, bu konuda Bauer (1983)'in bir çalışmasında 7 gün olgunlaştırılan etlerde glutamik asidin 4. gün olgunlaştırılan etten 2 kattan daha fazla (21 mg a karşılık 9 mg) olduğunu bilmiştir. Proteinlerin mikrobiyal parçalanması ette glutamik asit üretimine katkıda bulunmaktadır. Lipitlerin oksidasyonu ile oluşan karbonil üretimi olgunlaştırma süresince artmakta ve bu durum önemli derecede arzu edilmeyen aromatik tadların gelişimine yol açabilmektedir.

Otuzbeş günden uzun olgunlaştırma periodları da ette metalik bir tat gelişimine ve 21. günden sonra ise aroma yoğunluğunda bir azalmaya yol açmaktadır (Yancey et al., 2005). Ayrıca lipitlerin mikrobiyal parçalanması olgunlaşma periyodu boyunca aromatik ön maddelerin konsantrasyonunun artmasında önemli role sahiptirler. Yüksek oranda oksijen içeren ortamlarda olgunlaştırılan etlerde yanmış et aroması ortaya çıkabilir. Kuru olgunlaştırma yöntemiyle yaş ve vakum paketli kuru olgunlaştırmaya göre daha yoğun et aroması olduğu bildirilmiştir (Sitz et al., 2006). İnosin 5-monofosfat (IMP) konsantrasyonu olgunlaştırma süresince azalır ve bu dönemde inosin ve hipoksantin konsantrasyonları artar (Kato and Nishimura, 1987). IMP'nin en yüksek konsantrasyonlarına post-mortem olgunlaştırma işleminin 72. saatlerinde rastlanılır. Bu durum post-mortem metabolik aktivitenin kesimi takiben 2. günde başladığına işaret etmektedir.

Olgunlaştırmanın Et Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Olgunlaştırma et rengini etkileyen bir yöntem olup, olgunlaştırılmış etin rengi bazı proteinlerin parçalanması sonucunda ortaya çıkan enzimatik değişimler sonucu parlak ve hafif kırmızı bir renktedir (Jayasooriya et al., 2007). Tüketicilere ulaşıncaya kadar etin bu parlak kırmızı renginin korunması, tüketicilerin açısından et kalitesi hakkında karar verilmesinde önemli bir kriter olarak önem taşımaktadır. Bu son derece önemli durum, et tüketicilerinin çoğunun, et rengi ile etin tazeliği arasında sıkı bir ilişki olduğunu düşündüklerinden dolayı ortaya çıkmaktadır. Birçok teknolojik ve biyokimyasal faktörlere bağlı olarak değişebilen kas miyogloblin seviyesi et renginin bir ölçüsü olup bunun yanı sıra pH, proteinlerin denatürasyonu ve pişirme sıcaklığı gibi faktörlerde et renginde görülen varyasyonlara neden olan unsurlar arasındadır (Trout and Schmidt, 1984). Etin olgunlaşması ile etteki proteinler pH'nın yükselmesine neden olan birtakım aminoasitlere hidrolize olarak et rengini etkilemektedir (Jayasooriya et al., 2007). Ayrıca, olgunlaştırma süresi de enstrümental olarak ölçülen *Longissimus dorsi* kasına ait renk parametrelerini (L, a, b değerleri) etkileyebilmektedir (Boakye and Mittal, 1996).

İki hafta süre ile 0-2 °C de tutularak olgunlaştırılan sığır *Longissimus lumborum* kaslarının organoleptik özelliklerinin kontrol grubuna göre çok daha yüksek olduğu Daszkiewicz et al., (2003) tarafından bildirilmiştir. Benzer şekilde, Koohmaraie and Geesink (2006) da olgunlaştırmanın pişmiş etin lezzeti ve strüktürel değişimleri üzerine olumlu etkilerinin bulunduğunu rapor etmiştir. Dört haftalık bir olgunlaştırma işleminde de et kalite özelliklerinden gevreklik, aroma yoğunluğu, genel kabul edilebilirlik derecesinde önemli artışlar görülmüştür (Jeremiah and Gibson 2003). Paralel yönde

sonuçlara ulaşan Campo et al., (1999) da, olgunlaşma sırasında etin aroma yoğunluğunda da bir artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Ette olgunlaştırma periyodu süresince organik asitler, şeker, serbest amino asitler, peptidler ve nükleik asit metabolitleri gibi kimyasal bileşiklerin içeriklerinde de önemli değişimler meydana gelmektedir. Post-mortem olgunlaşma döneminde oluşan peptidler, aroma yapan ön maddelerin oluşumu ve gelişimini sağlarlar (Koochmaraie et al., 1988). Söz konusu aromatik ön maddelerin kendi aralarında ve diğer bileşiklerle gerçekleştirdikleri reaksiyonlar sonucunda da yeni tad ve aroma bileşikleri meydana gelmektedir (Bailey et al., 1989). (Spanier et al., (1997) 10 günlük olgunlaştırma sonucunda ette asidik tadın arttığını, Koutsidis et al., (2008) de uzun süreli olgunlaştırılan etlerde yüksek oranda proteolizin bir sonucu olarak meydana gelen serbest amino asitlerin ve sığır eti aroması oluşturan ön maddelerin artışlarına paralel olarak kızartılmış tereyağı tadı, lezzetli tuzlu-baharatlı bir tat geliştiğini bildirmişlerdir.

Etin Olgunlaştırılmasındaki Etkili Çevresel Faktörler

Olgunlaştırma süresi: Optimum et olgunlaştırma süresinin ne kadar olması gerektiği ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Olgunlaştırma süresinin uzamasıyla beraber etin gevrekliği ve et aroma yoğunluğunun artışıyla birlikte ette meydana gelen ağırlık kayıpları da artmaktadır (Epley, 1992). Bir ete kuru olgunlaştırmaya tabii tutulmuş diyebilmek için en az 14 gün olgunlaştırma işlemine tabii tutulması önerilmektedir (Savell, 2008). Kesimi takiben 2-4 °C’lerde yapılan olgunlaştırmalarda ilk 4 gün etlerin gevrekliklerinde herhangi bir değişiklik olmadığı rapor edilmiştir (Bischoff, 1984). Bu süreler içerisinde uygulanacak olgunlaştırma uzunluğunun belirlenmesinde tüketici tercihi göz önünde bulundurulmalıdır.

Farklı sürelerde uygulanan kuru olgunlaştırma metodunun bonfile, nuar ve kaburga etlerine etkilerinin incelendiği bir araştırma sonucunda et örneklerinde olgunlaştırma süresinin artışı ile beraber pH değerlerinin arttığı, nem ve su tutma kapasitesinin ise azaldığı belirlenmiştir (Karaduman ve ark., 2018). Etlerin 14, 21, 28, 35, 42 ve 49 gün yaş ve kuru olgunlaştırmaya tabii tutulduğu diğer bir çalışmada, 28 güne kadar uygulanan olgunlaştırmalarda gevrekliğin önemli ölçüde arttığı ancak daha uzun sürelerde önemli bir artış olmadığı, 42-49 günlük olgunlaştırmaların 14-21 günlere oranla et aromasını önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Lepper-Bililie et al., 2014). Benzer bir çalışmada 21 ve 28 gün kuru olgunlaştırmaya tabii tutulan *Longissimus dorsi et lumborum* kasında aroma farkının önemli olmadığı, ancak 28 gün süreyle olgunlaştırılan kaslarda su kaybı oranının daha yüksek düzeyde olduğunu rapor edilmiştir (Degeer et al., 2009). Yine aynı kas üzerinde yapılan diğer bir çalışmada 7, 14 ve 21 günlük kuru olgunlaştırma süreleri karşılaştırılmış, 14 günlük olgunlaştırmaların etlerde aroma ve gevrekliği kontrol ve 7 gün olgunlaştırmaya göre önemli ölçüde artırdığı, 21 günlük olgunlaştırma süresinin 14 gün ile aralarında önemli farklılık olmadığı bildirilmiştir (Campbell et al., 2001). USMEF (2014) kuru olgunlaştırma için zaman aralığının 14 ila 70 gün arasında değiştiğini ancak önerilen olgunlaştırma süresini 28 ila 55 gün arasında olduğunu bildirmiştir. Benzer bir araştırma sonucunda 3, 7, 14 ve 28 gün olgunlaştırılan etler karşılaştırmış ve en gevrek etlerin 28 gün olgunlaştırma ile elde edildiği rapor edilmiştir (Huff and Parrish, 1993).

Yaş olgunlaştırma metodu uygulanan etlerde 15 gün ve üstü sürelerde gevrekliğin önemli ölçüde arttığını Hodges et al., (1974) tarafından bildirilmiştir. Nair et al., (2019) 7, 14 ve 21 gün yaş olgunlaştırmaya tabii tuttuğu *Longissimus dorsi et lumborum* kasında en gevrek etlerin 21. günde elde edildiğini rapor etmişlerdir. *Biceps femoris* ve *Semimembranosus* kaslarından alınan ve 63 gün yaş olgunlaştırma metoduna tabii tutulan etlerde renk stabilitesinin olumsuz yönde etkilendiği ancak gevrekliğin arttığı rapor edilmiştir (Kahraman ve Gürbüz, 2018). Sığır karkaslarında konu ile ilgili

yapılan çalışmalarda en uygun yaş olgunlaştırma sürelerinin 14-35 günler arasında yoğunlaştığı, ancak optimum olgunlaştırma sürelerinin belirlenmesinde etin elde edildiği hayvanın türü, ırkı, yaşı, cinsiyeti, kesim sırasındaki stres durumu, kaslarda mozaikleşme derecesi, yemin enerji seviyesi, yemleme metotları vs. gibi faktörler de dikkate alınması gerektiği bildirilmektedir (Monson et al. 2005).

Olgunlaştırma süresiyle ilgili koyun etlerinde yapılan çalışmalar sonucunda Yanar and Yetim, (2001) ve Abdullah and Qudsieh (2009), 24 saat ve 7 gün olgunlaştırma sürelerini karşılaştırdıkları araştırmalarında, 7 gün olgunlaştırmaya tabi tuttıkları etlerde farklı yaş ve kas gruplarında etlerin gevrekliğinin önemli derecede arttığını rapor etmişlerdir. Benzer bir çalışmada 1, 3 ve 8 gün olgunlaştırma süreleri karşılaştırılmış ve en gevrek etlerin 8 gün olgunlaştırma süresi sonucunda elde edildiği bildirilmiştir (Pouliot et al., 2012). MLA (2016), 39 gün kuru olgunlaştırmaya tabii tuttuğu koyun ve kuzu etlerinde su kayıplarını sırasıyla % 14,8 ve % 14,2 olarak rapor etmiştir.

Depolama sıcaklığı: Olgunlaştırma sürecinde göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametrelerden bir tanesi de ortam sıcaklığıdır. Sıcaklığın gerekenden yüksek olması özellikle kuru olgunlaştırma metodunda bakteriyel gelişimi hızlandırır ve ette kötü bir tat ve kokunun oluşmasına neden olabilir. Sıcaklığın gerektiğinden düşük olması da enzim aktivitesinin yavaşlamasına veya durmasına neden olabilir. Olgunlaştırma sistemlerinde, depolama sıcaklığı etin donma sıcaklığının altına (-2 °C ile -3 °C) düştüğünde, olgunlaştırma ile ilgili enzimatik reaksiyonlar yavaşlar (Muştu, 2019). Bu nedenle olgunlaştırma sürecinde ortamın sıcaklığının kontrolü hayati önem taşımaktadır. Konu ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda uygulanan depo sıcaklığı değerlerinin 0-4 °C arasında yoğunlaştığı görülmektedir.

Sığır etlerinde yapılan ilgili çalışmalarda olgunlaştırma ortam sıcaklığını Parrish et al., (1991) çalışmasında 0-1°C, Miller et al., (1985) 1-3 °C, Ryu et al.,(2018) 1-4 °C, Laster et al.,(2008) -0,6 °C, Perry (2012) -0,5-1 °C, Warren and Kastner (1992) 3,1-3,6 °C olarak rapor etmişlerdir. Olgunlaştırma süresinin 1-2 hafta olması durumunda sıcaklığın 2-3 °C, uzun dönemli yapılacak olgunlaştırmalarda ise -0,5-1 °C arasında olması gerektiğini bildirmişlerdir (Dashdorj, 2016). Farklı bir uygulama olarak Epley, (1992) kısa dönem olgunlaştırmalarda karkasları 12 saat süre ile 15,5-18,5 °C de tuttuktan sonra 0-1 °C ye almanın inek etlerinde gevrekliğin artırılmasına önemli katkı sağladığını bildirmiştir. MLA, (2018) eğer olgunlaştırma karkaslar ile yapılacaksa ortam sıcaklığının 7 °C 'nin, karkas parçaları halinde yapılacak olan olgunlaştırmalarda ise 5 °C 'nin üzerine çıkılmaması gerektiğini tavsiye etmiştir.

Koyun etlerinde yürütülen çalışmalar sonucunda MLA (2016) ortalama depolama sıcaklığını 0-2 °C arasında olması gerektiğini belirtmiş, Yanar and Yetim, (2001) 1±1 °C, Abdullah and Qudsieh (2009) ve Pouliot et al., (2012) ise olgunlaştırma sıcaklıklarını 4 °C olarak uygulamışlardır.

Bağıl nem: Olgunlaştırma işlemi uygulanırken özellikle kuru olgunlaştırma sürecinde kontrol altında tutulması gereken diğer bir önemli parametre de ortamın bağıl nemidir. Nemin gerektiğinden yüksek seviyelerde seyretmesi etlerde bozulma yapan mikroorganizmaların gelişiminin artması ve etin bozulması ile sonuçlanabilir (Dashdorj et al., 2016). Nem gerektiğinden az ise mikroorganizma gelişimi sınırlanır. Ancak fazla su kaybı olacağından etlerdeki sululuk azalacak, etler daha kuru bir hal alacak ve bu durumda genel kabul edilebilirlik azalacaktır. Bu nedenle olgunlaştırma odalarında nemölçer cihazların mutlaka çalışır durumda hazır bulunması önem arz etmektedir.

Etkin bir olgunlaştırma için depolama yeri bağıl nemi %75-85 arasında tutulması tavsiye edilmektedir (CSIRO, 2010; MLA, 2018). Konuyla ilgili sığır etlerinde yapılan çalışmalar sonucunda ortam bağıl nemini Savell et al., (2007) kuru ve yaş olgunlaştırma metotlarında %78 ± 9.3, Smith et

al., (2008) %83, Campbell et al., (2001) %75, Laster et al., (2008) %78, Jeremiah and Gibson (2003) %60-%80 arasında, Warren and Castner (1991) %78 ve Parrish et al., (1991) %75-80 olarak uygulamışlardır.

Koyun etleri üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, bağıl nem oranının % 70-80 arasında tutulmasını gerektiği tavsiye edilmektedir (MLA, 2016).

Olgunlaştırma sırasında hava akımı: Olgunlaştırılan etin dış katmanlarını sertleştirmek için ortamdaki hava akımı ve havanın et yüzeyleri üzerinden akış hızı da çok önemlidir. Ortamdaki hava akımının gereğinden fazla olması etin çok hızlı kurumasını ve olgunlaştırma sürecinden sonra etteki tıraşlama kayıplarının artmasına sebep olacaktır. Hava akımının yetersiz oluşu ise etin su kaybını azaltacak ve etin nem oranının düşmesini engelleyecektir (Dashdorj et al., 2016). Hava akımı etin üzerindeki katmanları serleştirerek mikrobiyal gelişimin yavaşlatılmasına da yardımcı olur (MLA, 2018). Bu süreçte etin tüm noktalarının hava akımına maruz kaldığından emin olunmalıdır. USMEF, (2014) ortamdaki hava akımının 0,5-2 m/s, ürün üzerindeki akımın ise 0,2-1,6 m/s olmasının yeterli olacağını rapor etmiştir. Kim et al., (2019) etleri kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tuttuğu çalışmada, hava akımını 2,5 m/s olarak uygulamıştır. MLA, (2018) et yüzeyine düşen havanın ortalama 0,2-0,5 m/s olması gerektiğini bildirmiştir.

Ultraviyole (UV) ışınlarının kullanılması: Olgunlaştırma odalarında UV ışınlarının kullanılması son zamanlarda popüler olan uygulamalardan bir tanesidir. Kuru olgunlaştırma sırasında ortamın hijyeni, bozulmaya ve kokulara sebebiyet vermemek, istenmeyen bakteri oluşumunu engellemek, sağlıklı et elde etmek için olmazsa olmazdır. Olgunlaştırma odalarında veya dolaplarında UV ışınlarının kullanılması ortamdaki bu istenmeyen bakterilerin gelişimini yavaşlatmak için kullanılır. Dalga boyları 200-300 nm arasındaki UV ışınımının mikroorganizmaları öldürmede veya zarar vermede etkili olduğu bilinmektedir (Muştı, 2019).

Olgunlaştırma Süresince Meydana Gelen Mikrobiyal Gelişim

Etin mikrobiyal gelişimi, kesim ve olgunlaştırma sürecinde tüm çevresel koşullara bağlı olarak değişir ve belli seviyelerin altına veya üstüne çıktığı zaman ette kalite kaybı ve bozulmalara neden olabilir (Kim et al., 2019). Bu nedenle depolama sürecinde etlerdeki mikrobiyal gelişimin kontrol altında tutulması çok önemlidir. Konuyla alakalı çeşitli çalışmalar yapılmış ve optimum olgunlaştırma koşulları ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalardan birinde araştırmacılar 28 gün kuru olgunlaştırılan etleri 7, 14 ve 21 gün vakum paketleyerek depolamışlar ve mikrobiyal gelişimlerini takip etmişlerdir. Araştırma sonucunda laktik asit bakterilerinin sayısının ilk 7 gün hızla arttığını, total aerobik bakteri sayısının istenmeyen düzeylere çıkmaması için kuru olgunlaştırılmış etlerin 14 güne kadar vakumlanarak depo edilmesinin yeterli olacağı rapor edilmiştir (Kim et al., 2019). Geleneksel ve vakum paketlerde kuru olgunlaştırma metodlarının karşılaştırıldığı benzer bir çalışmada, etler 14 ve 21 er gün olgunlaştırmaya tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda vakum paketlerde olgunlaştırılan kontrfile etlerinin kuru olgunlaştırılanlara oranla daha yüksek miktarda laktik asit bakteri oluşumu gösterdikleri, kaslardaki laktik asit bakteri sayısının olgunlaştırma metoduna bağlı olmaksızın olgunlaştırma süresinin artması ile önemli derecede azalma gösterdiği, maya oluşumunun ise artış gösterdiği rapor edilmiştir (Ahnström et al., 2006). Farklı sürelerde kuru ve yaş olgunlaştırmaya tabi tutulan antrikot, kontrfile ve döş eti alınan örneklerdeki bakteri gelişimlerinin incelendiği bir araştırma sonucunda iki metotta da olgunlaştırma süresinin artmasıyla birlikte total aerobik bakteri, maya ve küf seviyelerinde artışlar meydana geldiği, 28 gün olgunlaştırma süresinde etlerin tüketilemez hale geldiği bildirilmiştir (Demircioğlu, 2011).

Torbalarda kuru olgunlaştırma ve yaş olgunlaştırma metotlarının karşılaştırıldığı bir çalışma sonucunda araştırmacılar *Gluteus medius* kasını 14 gün olgunlaştırmaya tabi tutmuşlardır. Çalışma sonucunda kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerdeki total bakteri ve maya seviyesinin daha yüksek olduğu, ancak laktik asit bakteri seviyesinin daha düşük bulunduğu bildirilmiştir (Li et al., 2013).

Olgunlaştırmanın Yapıldığı Depolama Yerleri

Tüm bu parametreler göz önünde tutulduğunda etlerde kuru olgunlaştırma metodunun yaş olgunlaştırmaya da kıyasla son derece titizlikle yapılması gerektiği görülmektedir. Bunun mümkün olabilmesi için de tam kontrollü dolaplarına (Şekil 1) ya da olgunlaştırma odalarına (Şekil 2) ihtiyaç vardır. Sıcaklık ve nemin kontrol altında tutulabilmesi için çalışır durumda bir termometre ve nemölçerin ortamda her zaman hazır olması gerekir. Eğer olgunlaştırma karkaslarla değil karkas parçaları ile yapılacaksa, olgunlaştırma rafları belli aralıklarla et yüzeylerinin hava almalarını engellemeyecek şekilde düzenlenmelidir. Ortamdaki hava akımını sağlayabilmek ve havanın oda içerisinde farklı noktalara hareketini sağlamak için tavana birkaç fan monte edilmesi faydalı olabilir (Perry, 2012). Olgunlaştırma raflarının kolay temizlenebilir şekilde olmasında önemlidir, böylece ortamda sağlanan hijyenik koşullar etlerde bozulmalara neden olan bakterilerin etkinliğini azaltacaktır.



Şekil 1. Olgunlaştırma Dolabı



Şekil 2. Olgunlaştırma Odası

Ağırlık Kayıpları ve Randıman

Ağırlık ve randıman kayıpları özellikle kuru olgunlaştırma metodu için göz ardı edilmemesi gereken önemli bir konudur. Kuru olgunlaştırma metodu uygulanan etler lezzet ve yeme zevki bakımından diğer etlerden son derece üstündür ancak fiyat olarak da pahalıdır, bunun nedeni büyük oranda olgunlaştırma sürecinde meydana gelen kayıplardan kaynaklanmaktadır. Olgunlaştırmanın 21. gününde etler su kaybı yoluyla ağırlıklarının %10'unu, 30. gününde %15 ini kaybederler (Dashdorj et al., 2018). Konuya yönelik mevcut çalışmalar göz önüne alındığında, kuru olgunlaştırma sonucunda oluşan su kaybı ve kesim kayıpları toplandığında olgunlaştırma süresine ve koşullarına bağlı olarak %30-50 civarında toplam bir kayıp olduğu ve bu kayıpların et fiyatlarını önemli derecede artıracığı bilinmektedir. Konuya ilişkin yürütülen bir araştırma sonucunda 14, 21, 28 ve 35 gün kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan kontrfilelerin tüketilebilir et oranlarını sırasıyla %76,5, %72,1, %71,6, %69,8 olarak bildirilmiştir (Smith et al., 2008). Benzer bir çalışmada 14, 21, 28 ve 35 gün kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan *Longissimus dorsi thoracis* kaslarında satılabilir et oranları sırası ile %72,2, %69,3, %64,3 ve %63,5 yaş olgunlaştırmaya tabi tutulanlarda %88,4, %88,4, %86,9 ve %88,1; kuru olgunlaştırılmış *Longissimus dorsi et lumborum* kasında sırasıyla %61,4, %56,6, %51,6 ve %52

yaş olgunlaştırılanlarda ise sırasıyla %81,9, %82,5, %75,9 ve %78,6 olarak rapor edilmiştir (Laster et al., 2008)

Olgunlaştırmanın başarısı için tam kontrollü, kurulum maliyeti yüksek bölmeler ve uzun süreli dikkat gerektiren bir takip gereklidir burada kurulacak bu bölmelerin soğutma maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun yanında lezzetli, et aromasını iyi derecede barındıran bir et elde edebilmek için olgunlaştırmada kullanılacak etlerin üstün kalitede, kas içi yağlanması yüksek etlerden oluşması gerektiği tavsiye edilmektedir (Dashdorj et al., 2018). Tüm bu maliyet kalemleri göz önüne alındığında bu metot ile olgunlaştırmaya tabi tutulan etlerin fiyatlarının önemli derecede yüksek olacağı görülmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak son yıllarda popülerliği ülkemizde de her geçen gün artan olgunlaştırmada başarıyı artırabilmek, istenilen kaliteyi ve lezzeti elde edebilmek, kayıpları en aza indirebilmek için sıcaklık, bağıl nem, hava akımı ve depolama süresinin tavsiye edilen aralıklarda uygulanması önem arz etmektedir. Kuru olgunlaştırmaya tabi tutulan etler duyuşsal özellikler bakımından üstün olabilir ancak, gerek tıraşlama ve ağırlık kayıpları, gerek kontaminasyon riski gerekse tam kontrollü atmosferik ortamlara olan ihtiyaç bu etlerin olgunlaştırılması için gerekli maliyeti artıracaktır. Yaş olgunlaştırma metodunda ise, risk daha azdır. Bu iki metodun da avantajlarını elde edebilmek için yapılan vakum paketlerde kuru olgunlaştırılma metodu değerlendirilebilir. Bu metotlar arasında yapılacak seçim eldeki imkânlarla ve tüketici tercihinine bağlıdır. Etlerin depolanacağı yerlerin hijyeni ve temizliğine özen gösterilmelidir. Endüstriyel düzeyde yapılacak olgunlaştırmalarda tam donanımlı ve kontrollü olgunlaştırma odalarına gereksinim vardır. Bakteri gelişimini azaltabilmek için odalarda UV ışınlarının kullanılması bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Aaslyng MD, Meinert L, 2017. Meat flavour in pork and beef–From animal to meal. *Meat Science*, 132: 112-117.
- Abdullah AY, Qudsieh RI, 2009. Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. *Meat Science*, 82(3), 309-316.
- Ahnström ML, Seyfert M, Hunt MC, Johnson DE, 2006. Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. *Meat Science*, 73(4): 674-679.
- Akıncı İ, 2015. Dry aging application in home-type refrigerators. The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Master's thesis (Printed).
- Bailey ME, Shin-Lee SY, 1989. Prevention of warmed-over Flavour by heating with beef diffusate mixtures. 49th annual meeting of Institute of Food Technology (no.369), Chicago, IL. USA.
- Bauer F, 1984. " Free glutamic acid in meat products [Enzymatic analysis] ". *Nutrition* 7(12): 688.
- Bhat ZF, Morton JD, Mason SL, Bekhit AEDA, 2018. Applied and emerging methods for meat tenderization: A comparative perspective. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(4): 841-859.
- Bischoff J, 1983. Dry-aging beef: Is it worth it. *Meat Industry*, 30(12): 12.
- Boakye K, Mittal GS, 1996. Changes in colour of beef M. longissimus dorsi muscle during ageing. *Meat Science*, 42(3): 347-354.
- Campbell RE, Hunt MC, Levis P, Chambers Iv. E, 2001. Dry aging effects on palatability of beef longissimus muscle. *Journal of Food Science*, 66(2): 196-199.

- Campo MM, Sanudo C, Panea B, Albertý P, Santolaria P, 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Science*, 51(4): 383-390.
- CSIRO, (2010). Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. Dry ageing of beef. *Meat Technology Update* 2/10. file:///C:/Users/HP/Downloads/Dry_Aged_Food_Safety_Brochure%20(2).pdf (Erişim Tarihi: 22.06.2020)
- Dashdorj D, Tripathi VK, Cho S, Kim Y, Hwang I, 2016. Dry aging of beef; Review. *Journal of Animal Science and Technology*, 58(1): 20.
- Daszkiewicz T, Wajda S, Matusevicius P, 2003. Changing of beef quality in the process of storage. *Veterinarija ir Zootechnika*, 21(43): 62-65.
- DeGeer SL, Hunt MC, Bratcher CL, Crozier-Dodson BA, Johnson DE, Stika JF, 2009. Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processes for two aging times. *Meat Science*, 83(4): 768-774.
- Demircioğlu SK, 2011. “Kuru ve yaş olgunlaştırma yöntemlerinin taze sığır eti kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması”. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Dikeman ME, Obuz E, Gök V, Akkaya L, Stroda S, 2013. Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef *Longissimus lumborum* steaks. *Meat Science*, 94(2), 228-233.
- Epley RJ, 1992. Aging beef <https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/51510/1/05968.pdf> (Erişim tarihi: 15.06.2020).
- Hodges JH, Cahill VR, Ockerman HW, 1974. Effect of vacuum packaging on weight loss, microbial growth and palatability of fresh beef wholesale cuts. *Journal of Food Science*, 39(1): 143-146.
- Honkavaara M, Rintasalo E, Ylonen J, Pudas T, 2003. Meat quality and transport stress of cattle. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 110(3): 125-128.
- Huff EJ, Parrish Jr. FC, 1993. Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem aging time, animal age and sex. *Journal of Food Science*, 58(4): 713-716.
- Jayasooriya SD, Torley PJ, D’Arcy BR, Bhandari BR, 2007. Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles. *Meat Science*, 75(4): 628-639.
- Jeremiah LE, Gibson LL, 2003. The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability. *Food Research International*, 36(9): 929-941.
- Kahraman HA, Gürbüz Ü, 2018. Aging Applications on Beef Meat Sığır Etlerinde Dinlendirme Uygulamaları. *Manas Journal of Engineering*, 6(1): 7-13.
- Karaduman TA, Gökçe R, Ergezer H, Akcan T, 2018. Kuru Olgunlaştırma Yöntemi ile Olgunlaştırılan Bonfile, Nuar ve Kaburga Etlerinin Bazı Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 20: 46-54.
- Kato H, Nishimura T, 1987. Taste Components and Conditioning of Beef, Pork, and Chicken. In: Y. Kawamura and M.R. Kare (eds) *Umami: A Basic Taste*. New York, Marcel Dekker. 289-306.
- Kemp CM, Sensky PL, Bardsley RG, Buttery PJ, Parr T, 2010. Tenderness—An enzymatic view. *Meat Science*, 84(2), 248-256.
- Kim S, Lee HJ, Kim M, Yoon JW, Shin DJ, Jo C, 2019. Storage Stability of Vacuum-packaged Dry-aged Beef during Refrigeration at 4°C. *Food Science of Animal Resources*, 39(2), 266.

- Koohmaraie M, Babiker AS, Merkel RA, Dutson TR, 1988. Role of Ca²⁺ dependent proteases and lysosomal enzymes in post-mortem changes in bovine skeletal muscle. *Journal of Food Science* 53(5): 1253-1257.
- Koohmaraie M, Geesink GH, 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the claspain system. *Meat Science*, 74(1): 34-43.
- Koutsidis G, Elmore JS, Oruna-Concha MJ, Campo MM, Woo JD, Mottram DS, 2008. Water-soluble precursors of beef flavor. Part II: Effect of post mortem conditioning. *Meat Science*, 79(2): 270-277.
- Laster MA, Smith RD, Nicholson KL, Nicholson JDW, Miller RK, Griffin DB, Harris DB, Savell JW, 2008. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. *Meat Science*, 80(3): 795-804.
- Lepper-Blilie AN, Berg EP, Buchanan DS, Berg PT, 2014. Effects of post-mortem aging time and type of aging on palatability of low marbled beef loins. *Meat Science*, 1(96): 473-474.
- Li X, Babol J, Wallby A, Lundström K, 2013. Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum. *Meat Science*, 95(2): 229-234.
- Maughan C, Tansawat R, Cornforth D, Ward R, Martini S, 2012. Development of a beef flavor lexicon and its application to compare the flavor profile and consumer acceptance of rib steaks from grass-or grain-fed cattle. *Meat Science*, 90(1): 116-121.
- McGee H, 2004. *On food and cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. Scribner. 1230 Avenues of the Americans, NY, USA. <http://wtf.tw/ref/mcgee.pdf> (Erişim Tarihi: 01.07.2020).
- Miller MF, Davis GW, Ramsey CB, 1985. Effect of subprimal fabrication and packaging methods on palatability and retail caselife of loin steaks from lean beef. *Journal of Food Science*, 50(6), 1544-1546.
- MLA, 2018 Meat & Livestock Australia. Guidelines for the safe production of dry aged meat. <https://irp-cdn.multiscreensite.com/5eadafa5/files/uploaded/Guidelines%20for%20the%20safe%20production%20of%20dry%20aged%20meat%20%28002%29.pdf> (Erişim tarihi: 06.06.2020)
- Monson F, Sanudo C, Sierra I, 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science*, 71(3):471-479.
- Muştu Ç, 2019. Etlerde Kuru Yaşlandırma. *Aydın Gastronomy*, 3(1), 23-35.
- Nair MN, Canto AC, Rentfrow G, Suman SP, 2019. Muscle-specific effect of aging on beef tenderness. *LWT- Food Science and Technology*, 100: 250-252.
- Parrish Jr. FC, Boles JA, Rust RE, Olson DG, 1991. Dry and wet aging effects on palatability attributes of beef loin and rib steaks from three quality grades. *Journal of Food Science*, 56(3): 601-603.
- Pouliot E, Gariépy C, Thériault M, Avezard C, Fortin J, Simmons NJ, Castonguay FW, 2012. Effects of low-voltage electrical stimulation and aging on lamb meat quality. *Canadian Journal of Animal Science*, 92(1): 59-66.
- Ramanathan R, Mafi GG, Yoder L, Perry M., Pfeiffer M, Van Overbeke DL, Maheswarappa NB, 2020. Biochemical changes of postmortem meat during the aging process and strategies to improve the meat quality. *Meat Quality Analysis, Advanced Evaluation Methods, Techniques, and Technologies*. Editor Ashim Kumar Biswas, Prabhat Kumar Mandal, Academic Press, pp. 67-80.

- Ryu S, Park MR, Maburutse BE, Lee WJ, Park DJ, Cho S, Kim Y, 2018. Diversity and characteristics of the meat microbiological community on dry aged beef. *Journal of Microbiol Biotechnology*, 28(1): 105-108.
- Savell JW, 2008. Dry-aging of beef, executive summary. National Cattlemen's Beef Association. (2008). <http://www.beefresearch.org/cmdocs/beefresearch/dry%20Aging%20of%20beef.pdf> (Erişim Tarihi 28.05.2020)
- Savell JW, Harris KB, Miller RK, Griffin DB, Laster MA, Voges KL, 2007. Tenderness flavor and yield assessments of dry aged beef. Project summary. National Cattlemen's Beef Association. http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Project_Summaries/FY06Tenderness_flavor_yield_assessments.pdf (Erişim Tarihi: 25.04.2020)
- Sitz BM, Calkins CR, Feuz DM, Umberger WJ, Eskridge KM, 2006. Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks. *Journal of Animal Science*, 84(5):1221-1226.
- Smith RD, Nicholson KL, Nicholson JDW, Harris KB, Miller RK, Griffin DB, Savell J W, 2008. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. *Meat Science*, 79(4): 631-639.
- Spanier AM, Flores M, Mcmillin KW, Bidner TD, 1997. The effect of postmortem aging on meat flavor quality. Correlation of treatment, sensory, instrumental, and chemical descriptors. *Food Chemistry*, 59(4): 531-538
- Spanier AM, McMillin KW, Miller JA, 1990. Enzyme activity levels in beef: Effect of postmortem aging and endpoint cooking temperature. *Journal of Food Science*, 55(2): 318-326.
- Thorslund CA, Sandøe P, Aaslyng MD, Lassen J, 2016. A good taste in the meat, a good taste in the mouth—Animal welfare as an aspect of pork quality in three European countries. *Livestock Science*, 193: 58-65.
- Trout GR, Schmidt GR, 1984. Effect of phosphate type and concentration, salt level and method of preparation on binding in restructured beef rolls. *Journal of Food Science*, 49(3): 687-694.
- USMEF, 2014. Meat Export Federation of USA. Guidelines for U.S. dry aged beef for international markets. <https://www.usmef.org/guidelines-for-u-s-dry-aged-beef-for-international-markets/> (Erişim Tarihi: 20.05.2020)
- Wang A, Kang D, Zhang W, Zhang C, Zou Y, Zhou G, 2018. Changes in calpain activity, protein degradation and microstructure of beef M. semitendinosus by the application of ultrasound. *Food Chemistry*, 15(245): 724-730.
- Warren KE, Kastner CL, 1992. A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef striploins. *Journal of Muscle Foods*, 3(2): 151-157.
- Yanar M, Yetim H, 2001. The effects of aging period and muscle type on the textural quality characteristics of mutton. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(2), 203-207.
- Yancey EJ, Dikeman ME, Hachmeister KA, Chambers E, Milliken GA, 2005. Flavor characterization of top blade, top sirloin, and tenderloin steaks as affected by pH, maturity, and marbling. *Journal of Animal Science*, 83(11): 2618-2623.