



Drying Methods and Suggestions in Snack Meat Production

Anıl Bodruk^{1a}, Özgün Köprüalan^{1b}, Figen Kaymak-Ertekin^{1c*}

¹Department of Food Engineering, Faculty of Engineering University, 35100 Bornova/İzmir, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Review Article</i></p> <p>Received : 30/11/2018 Accepted : 15/01/2019</p> <p>Keywords: Jerky Conventional drying Marination Freeze drying Microwave drying</p>	<p>Meat with high protein, vitamin and mineral content is processed in different ways because it cannot be consumed fresh. Drying is one of the oldest methods for long-term storage of meat. Dried meat products, called as Jerky are generally produced by drying of the meat after the application of various pretreatments (marination, salting, smoking, etc.). Common methods for drying of the meat are sun drying and conventional hot air drying, which is modelled as shade drying. However, the development of various drying methods to reduce the quality losses as textural, sensorial and physicochemical created by the traditional methods and the use of these techniques in meat drying are becoming widespread nowadays. This review study includes the studies on the drying of various meat groups with traditional and current methods and the recommendations regarding these methods.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(3): 523-530, 2019

Atıştırmalık Et Üretiminde Kurutma Yöntemleri ve Öneriler

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Derleme Makale</i></p> <p>Geliş : 30/11/2018 Kabul : 15/01/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Et atıştırmalığı Geleneksel kurutma Marinasyon Dondurarak kurutma Mikrodalga kurutma</p>	<p>Protein, vitamin ve mineral içeriği yüksek olan et, taze olarak tüketilemediği için farklı yöntemlerle işlenmektedir. Kurutma, etin uzun süre saklanması için kullanılan en eski yöntemlerden birisidir. Kurutulmuş et ürünleri genel kapsamda Jerky olarak isimlendirilmekte ve genel olarak etin çeşitli ön işlemlere tabi tutulup (marinasyon, tuzlama, tütsüleme vb.) sonrasında uygun kurutma işlemiyle son ürün haline getirilmesi ile üretilmektedir. Etin kurutulmasında yaygın olarak kullanılan yöntemler güneşte kurutma ve gölgede kurutmaya model alan geleneksel sıcak hava ile kurutmadır. Bununla birlikte, günümüzde geleneksel yöntemlerin meydana getirmiş olduğu çeşitli fizikokimyasal, dokusal ve duyu kalite kayıplarının azaltılmasına yönelik olarak çeşitli kurutma tekniklerinin geliştirilmesi ve bu tekniklerin et kurutulmasında kullanılması yaygınlaşmaktadır. Yapılan bu derleme çalışması, çeşitli et gruplarının geleneksel ve güncel yöntemlerle kurutulmasına yönelik çalışmaları ve bu yöntemlere ilişkin güncel önerileri içermektedir.</p>

^a anilbodruk@hotmail.com
^c figen.ertekin@ege.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-2663-5800>
^d <https://orcid.org/0000-0001-5042-3659>

^b ozgunkoprualan@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0001-8800-7714>



Giriş

Et, besleyici değerinin yüksek olması ve sağlıklı bir diyetteki gerekliliğinden dolayı önemli bir gıda grubunu oluşturmaktadır. Yüksek biyolojik değeriğe sahip proteinlerin, B grubu vitaminlerin ve minerallerin de önemli bir kaynağı olan et, besleyici özelliği ve sağlığa faydaları açısından önem taşımaktadır (Doğu ve Sarıçoban, 2015). Ayrıca geçmişten günümüze besleyici özelliğine bağlı doyuruculuğu ve lezzeti de etin popülerleşmesini sağlamıştır (Öztan, 2013). Et, insan hayatında geçmişten günümüze önemli bir noktada olmakla birlikte taze et ile ilgili bazı depolama ve tüketim kısıtlamaları bulunmaktadır. Ölüm sertliği sonrasında tüketim için depolanacak olan taze etin pH'sı ortalama 5,5-7,0 (kümes hayvanları, balık, küçük baş ve büyük baş hayvanların geneli için) değerlerindedir. Bu değerler çoğu patojen mikroorganizmanın üreme aralığı ve enzimlerin de genelde çalıştıkları pH aralığındadır. Besi ve kümes hayvanları ile balıklarının su aktivite ve nem değerleri de yüksektir (Deniz, 2009). Bu özellikler et ürünlerinin sağlıklı bir şekilde işlenmesinde ve depolanmasında dikkate alınması gereken faktörlerin başında gelmektedir. Bununla birlikte etlerin doğal mikro florası ile ilgili şartlar göz önüne alındığında et işlenmeden uzun süre saklanamamaktadır (Hecer, 2012; Öztürk ve ark., 2006). Taze etin saklanmasında yaygın olarak kullanılan yöntemler soğutma veya dondurmadır. Soğutarak etleri muhafaza etmek buzdolabı sıcaklıklarında gerçekleştirilmekte olup, depolama süresi bu durumda kısa olmakta ve et her ne kadar hijyenik şartlarda kesilmiş ve soğuk zincirle depolanmaya alınmış olsa da, bozulma ve mikrobiyolojik tehditler yine de görülebilmektedir. Dondurma işlemi ise, etin daha uzun süreler boyunca depolanmasına olanak sağlamaktadır. Fakat dondurulma sırasında ette bulunabilecek mikroorganizmalar kısmen de olsa canlı kalabilmektedir. Et, başta mikrobiyolojik riskler olmak üzere, gastronomik ve sindirim zorluğu gibi sebeplerle (Candan ve Bağdatlı, 2018; Balpetek, 2009; Özkaya ve Cömert, 2008) taze (çiğ) olarak tüketilememekte ve buna bağlı olarak etin farklı yöntemler ile işlenmesi gerekmektedir.

İşleme amacıyla etler genellikle kurutma, sıcak hava veya sıcak su yardımıyla pişirme veya tütsüleme gibi ısı işlemlere tabi tutulurlar (Atlan ve İşleyici, 2012). Pişirme etin tarihsel olarak tüketimi ve işlenmesi ile yaygınlığı açısından bilinen en eski yöntemlerden biridir. Ancak, pişirilen etlerde her ne kadar kimyasal ve mikrobiyolojik tehditler azaltılmış olsa da etlerin su aktivitesi ve nem içeriği değerlerinde ciddi değişim olmaması sebebiyle etler kısmi olarak güvenli hale getirilmektedir ve kısa sürede tüketilmemesi durumunda bu riskler özellikle çevresel kontaminasyon yoluyla tekrar söz konusu olabilmektedir. Tütsüleme işlemi ise; uzun yıllardan beri insanlar tarafından etin korunması ve tüketime uygun hale gelmesinde kullanılan eski işleme yöntemlerinden biridir. Etin yakılan odun talaşlarının dumanında bekletilmesi prensibine dayanan tütsüleme yöntemi, yüksek sıcaklığın etkisiyle etteki suyun bir kısmının uzaklaşmasına neden olmakta ve odun talaşlarının yanması ile ortaya çıkan aromatik bileşenler de antimikrobiyal etki oluşturmaktadır. Ayrıca bu yöntem günümüzde sıvı tütsüleme şeklinde de uygulanmaktadır. Bu işlemde her ne kadar etin nemi

azaltılmış ve mikrobiyolojik açıdan et daha güvenilir hale getirilmiş olsa da tütsüleme işlemi sırasında oluşan bazı bileşenlerin insan sağlığı açısından çeşitli olumsuz etkilerinin olduğu da bildirilmektedir (Alçıçek, 2010; Stołyhwo ve Skorski, 2005; Jira, 2004).

Kurutma; herhangi bir materyalden suyun uzaklaştırılması olarak tanımlanan ve gıdaların korunması ve işlenmesi açısından yaygın kullanılan bir prosestir. Etin işlenmesinde de kullanılan en eski yöntemlerden biri olan kurutma ile etin su aktivitesi ve nem içeriği azaltılmakta ve böylece kimyasal ve mikrobiyolojik risklerin önüne geçilmektedir. Ayrıca, kurutulmuş et ürünleri buzdolabı sıcaklığına gereksinim olmadan birkaç hafta ile birkaç ay arasında bozulmadan muhafaza edilebilmekte ve etin tüketilmesi için fazladan herhangi bir işleme ihtiyaç duyulmamaktadır (Doğu ve Sarıçoban, 2015; Temelli, 2011). Son yıllarda günümüz teknolojileri ile taze veya alışılmış lezzete yakın sonuç verecek kurutulmuş ürünlerin üretilmesi üzerine çalışmalar artış göstermiştir (Ratti, 2001).

Et Atıştırmalıkları

Atıştırmalıklar, öğünler arasında tüketilen gıdalar olarak tanımlanmakla birlikte, hızlı ve kolay ulaşılır olmaları ve her yerel bölgede uygun bir atıştırmalık türünün olması sebebiyle popüler olmuşlardır. Bilinenin aksine, atıştırmalıklar sadece cipsler, bisküviler, kuruyemişler, krakerler gibi ürünleri değil, çok daha farklı ve yerel ürün gruplarını da kapsamaktadır (Fellows ve Hampton, 1992). Taze et ise farklı coğrafyalarda genellikle kurutularak parça veya bütün olarak öğünler ve yemeklerde yer almaktadır. Gıda endüstrisinde de farklı coğrafyaların damak zevkine ve üretim şekline uygun olarak, etler atıştırmalık formunda üretilmektedir. Et atıştırmalıkları çoğunlukla farklı ön işlemler uygulanarak kurutulduktan sonra son ürün haline getirilmekte ve bu ürünler "jerky" olarak isimlendirilmektedir. Jerky ürünleri; ısı işlem görmüş (özellikle kurutularak güvenli hale getirilmiş), oda sıcaklığında saklanabilen yenmeye hazır et ürünleri olarak tanımlanmaktadır (Nummer ve ark., 2004). Bu tip ürünlerin uzun depolama süreleri, düşük su içerikleri ve taşıma kolaylıkları gibi özellikleri yaygınlaşmasına olanak sağlamıştır (Li ve ark., 2014).

Et atıştırmalıkları, istenen nitelikte boyutlandırılan taze etlerin, farklı ön işlemler ile dokusal özelliklerinin geliştirilmesi, mikrobiyal olarak daha güvenli hale getirilmesi ve çeşitli fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerinin geliştirilmesi işlemlerinin (marinatlama, tuzlama gibi) ardından kurutularak veya fermantasyon ve kurutmanın birlikte kullanılmasıyla elde edilmektedir. Genellikle kümes hayvanlarının göğüs, besi hayvanlarının ise farklı bölgeleri kullanılarak, çeşitli baharatlar, tuz veya lezzet bileşenleri de katılarak bu atıştırmalıklar üretilmektedir. Et atıştırmalıkları üretiminde marinatlama en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Marinasyonda asıl amaç etin izoelektrik pH'dan (5,4) uzaklaştırılması olup, eti güvenilir hale getirmek için pH genellikle düşürülmektedir. Bu amaç doğrultusunda asetik asit (İnanlı ve ark., 2010), askorbik asit, sitrik asit ve laktik asit (Toomik ve ark., 2012; Ergezer, 2005) gibi organik asitler

yaygın olarak kullanılmaktadır. Etin gevrekliğinin, su tutma kapasitesinin ve lezzetinin artırılması amacıyla değişik işleme teknikleriyle birlikte uygulanan marinatlama yöntemleri geliştirilmiştir (Deniz, 2009). Tuzlama da etin korunması veya işlenmesi açısından önemli bir yöntemdir. Etlerin genelde kuru veya belli oranda tuz içeren çözeltiler ile muamele edilerek mikrobiyal yükünün, su aktivitesinin ve nem içeriğinin azaltıldığı ve elde edilen ürünlerin daha lezzetli olduğu bildirilmektedir (Alçıçek, 2010). İstenen nitelikte boyutlandırılan ve çeşitli ön işleme tabi tutulan etler kurutularak üretilirken nem içeriği %8-10 (yaş temelde) aralığına düşürülür, su aktivitesi ise çoğu mikroorganizmanın üreyemeyeceği sınıra indirilir. Fermantasyon ile üretilen et atıştırmalıklarında ise çeşitli mikroorganizmalar starter kültür olarak kullanılır, etin pH değeri düşürülür ve genellikle sonraki süreçte et belli bir düzeye kadar kurutulur. Fermantasyon kullanılarak elde edilen atıştırmalık etlerin nem içerikleri sadece kurutma kullanılarak elde edilen ürünlere göre yüksek olsa da, pH değerlerinin daha düşük olması ve fermantasyonda starter kültürün kullanılmış olması sebebiyle kurutulmuş et

atıştırmalıkları gibi güvenilir ürünler oldukları ve uzun süre depolanabildikleri belirtilmiştir (Karaçıl ve Tek, 2013). Et atıştırmalıkları geleneksel kurutma yöntemi olan güneşte veya gölgede kurutma ile üretilbildiği gibi, bu yöntemin uzun süreli ve riskli bir yöntem olması sebebiyle, güneşte kurutmanın temel modifikasyonu olarak kabul edilen sıcak hava ile kurutularak da yaygın olarak elde edilmektedirler. Bununla birlikte sıcak hava ile kurutmanın sebep olduğu ısıl bozulmayı azaltmaya yönelik güncel kurutma ve işleme yöntemleri de mevcuttur.

Et Kurutma Üzerine Gerçekleştirilen Geleneksel ve Güncel Çalışmalar

Geleneksel Yöntemler ile Gerçekleştirilen Çalışmalar

Genellikle sıcak hava ile kurutmanın temel olarak kullanıldığı geleneksel yöntemde, ürünler çoğunlukla marinyona maruz bırakılmakta ve marinyon etkisiyle doku, lezzet ve mikrobiyal kalitenin artışı amaçlandığı görülmektedir. Geleneksel yöntemlerle yapılan çalışmalar Çizelge 1’ de özetlenmiştir.

Çizelge 1 Geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilen et atıştırmalık üretimi çalışmaları

Table 1 Jerky production studies with traditional drying methods

Ürün	Yöntem	Sonuç	Referans
Domuz ve Dana Eti	Marinyona tabi tutulan ürünler 70°C’ ta sıcak hava ile kurutulmuştur.	Domuz etlerinin su aktivitelerinin düşük, TBARS, doymamış yağ asidi içeriklerinin yüksek ve mikrobiyolojik kalitesinin daha iyi olduğu belirlenmiştir.	Yang ve ark., 2009
Tavuk Eti	%1 NaCl, %2 NaCl %1 NaCl ve %1 KCl içeren tavuk göğüs etleri sabit marinat ile (şeker, mısır unu, zencefil tozu, sarımsak tozu ve baharat karışımı) 65, 75 ve 85°C sıcaklıktaki fırında kurutulmuştur.	Kuruma kinetiği üzerine etki belirlenmeye çalışılıp NaCl azaltımının ve KCl kullanımının kuruma kinetiğini olumlu etkilediği bulgulanmıştır.	Luckose ve ark., 2017
Dana Eti	Güneşte, gölgede ve sıcak hava ile kurutma işlemi yapılmıştır.	Kalite ve duyuusal yönlerden güneşte ve gölgede kurutmanın daha nitelikli görüldüğü bildirilmiştir.	Nam ve ark., 2012
Balık Eti	%3 ve 5 oranında alg katkısı kullanılmıştır. Ürünler tuz, şeker, soğan-sarımsak tozları ve karabiber gibi baharatlarla marine edilmiş ve fırın tipi kurutucuda 60°C’ ta kurutulmuştur.	%5 alg içeren atıştırmalıkların tat hassasiyeti yarattığı, mineral içeriği yönünden alg içeren atıştırmalıkların daha zengin olduğu, antioksidan aktiviteye ise algin etkisinin olmadığı belirtilmiştir.	Hanjabam ve ark., 2017
Dana Eti	Aside dirençli <i>Salmonella</i> suşları eklenen ürünler, sodyum laktat, asetik asit ve %5 etanol içeren soya sosu kullanılarak marinate edilmiş ve sonra 60°C’ ta fırında kurutulmuştur.	İşlemlerin aside dirençli <i>Salmonella</i> suşlarının inaktivasyonu açısından etkin olduğu bildirilmiştir.	Çalıcıoğlu ve ark., 2003
Dana Eti	<i>Listeria monocytogenes</i> eklenen ürünler asidik ve farklı bir marinat ile marinyona tabi tutulmuş ve sonrasında sıcak hava kurutucuda 52, 57 ve 63°C’ lerde kurutulmuştur.	Kurutma sıcaklıklarının etkisinin düşük, marinyon farklılığının inaktivasyon üzerine etkisinin daha yüksek olduğu bulgulanmıştır.	Yoon ve ark., 2006
Domuz Eti	Mikrodalga ön işleme uygulanan etler, <i>Lactobacillus bulgaricus</i> ile fermente edilmiş ve ürünler fırında 60°C’ ta kurutulmuştur.	Fermantasyonun asidite açısından önemli olarak bulgulanmış olduğu bildirilmiştir.	Zhao ve ark., 2016

Yang ve ark. (2009)'nın, domuz ve dana etinden üretilen atıştırmalıkların fizikokimyasal ve mikrobiyolojik açıdan karşılaştırılmasını hedefledikleri çalışmada, ürünler öncelikle kas liflerine paralel olacak şekilde kesilip boyutlandırılmış ve marinasyon işlemine tabi tutulmuşlardır. Marinat içeriği %70 su, %1,5 tuz, %1,0 şeker, %0,02 sodyum nitrit ve %0,03 sodyum eritorbat, olacak şekilde belirlenmiştir. Örnekler daha sonra 70°C'ta sıcak hava ile kurutulurken (RH'in %70'ten %40'a indirilmesi koşulunda) su aktiviteleri 0,8 ve altına indirilmiştir. Domuz etlerinin pH, kesme kuvveti ve TBARS değerleri dana etine göre daha yüksek olarak bulgulanmışken, su aktivitesi değerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. Doymuş yağ asidi içeriği açısından dana etlerinin, doymamış yağ asidi içeriği açısından ise domuz etlerinin genel olarak daha yüksek değerde olduğu, mikrobiyolojik açıdan ise domuz etlerinin daha güvenli olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Etlerin kurutulmasında tuzlama ön işlemi geleneksel uygulamalardan biri olmakla birlikte, günümüzde sodyum'un azaltıldığı et tuzlama çalışmaları da yapılmaktadır. NaCl'ün %50 azaltıldığı kurutulmuş tavuk atıştırmalıklarında (Luckose ve ark. 2017), kurutma işlemi 65,75 ve 85°C sıcaklıklarda fırında gerçekleştirilmiştir. Üç farklı ürün için (%1 NaCl içeren tavuk göğüs etleri, %2 NaCl içeren tavuk göğüs etleri ve %1 NaCl ve %1 KCl içeren tavuk göğüs etleri) sabit karışım bileşenleri de eklendikten sonra (%1,5 şeker, %2 mısır unu, %1,5 zencefil tozu, %2 sarımsak tozu, %2 oranında da baharat karışımı) sıcak hava ile kurutma işlemi gerçekleştirilmiş ve kuruma davranışları karşılaştırılmıştır. KCl içeren ve %50 NaCl azalımı uygulanan ürünlerin kuruma davranışlarının %2 NaCl içeren üründen daha uygun olduğu belirlenmiştir. Güneşte ve gölgede kurutma eski zamanlardan beri kullanılan yöntemler olmakla birlikte, günümüzde de çeşitli et ürünlerinin üretiminde kullanımı mevcuttur. Bu yöntemlerin ve sıcak hava ile kurutmanın (tepsili kurutucuda 60°C'ta kurutma) dana eti atıştırmalıklarındaki kesme kuvveti direnci, serbest amino asit içeriği, dipeptit yapısı ve duyu kaliteye olan etkisi Nam ve ark. (2012) tarafından incelenmiştir. Güneşte kurutulan ürünlerin serbest aminoasit içeriğinin yüksek, dipeptit yapıları içinse gölgede kurutulan atıştırmalıkların daha yüksek değere sahip oldukları belirlenirken, kesme kuvvetinin sıcak hava ile kurutulan ürünlerde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmada duyu olarak sıcak havayla kurutulan ürünlerin genel beğeni açısından düşük puana sahip oldukları bildirilmiş, bu çalışma kapsamında herhangi bir mikrobiyolojik analiz ise yapılmamıştır. Önemli bir protein ve doymamış yağ asitleri kaynağı olan balıkların da atıştırmalık olarak üretimi mevcuttur. Alglerin kurutulmuş balık formülasyonlarında kullanılması durumunda oluşan fizikokimyasal, duyu ve antioksidan kapasite değişimleri gözlenirken, *Sargassum wightii* türünün %3 ve 5 oranlarında ton balıkları üzerinde kullanımı öncesi ürünler marine edilmiştir. Marinasyonda tuz, şeker, soğan-sarımsak tozları ve karabiber gibi baharatlar kullanılarak, balıklar bir gece bu karışımda bekletilmiş ve fırın tipi kurutucuda, 60°C'ta su aktivitesi değerinin 0,75 ve altında olduğu duruma kadar kurutulmuşlardır. %5 alg kullanımının tat algısını etkilediği, alg kullanılmamış kontrol gruplarında ise gevrekliğin daha yüksek olduğu, alg içeren tüm ürünlerin ise mineral madde bakımından

kontrol grubuna göre daha zengin olduğu, ancak antioksidan aktivitesi açısından alg içeren ürünlerin kontrol gruplarından daha düşük değerlere sahip oldukları belirtilmiştir (Hanjabam ve ark., 2017).

Etin mikrobiyolojik olarak riskli grupta olması sebebiyle işlenmiş et ürünlerinde mikrobiyal kalite çok önemlidir. Bu sebeple et ürünlerinde mikrobiyal inaktivasyon üzerine çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Çalicioğlu ve ark. (2003), marinatlama ile ön kurutma işleminin, aside adapte olan ve olmayan *Salmonella* cinsi bakterilerin dana et atıştırmalıklarındaki azalışı üzerine etkisini incelemiştir. Marinatlama işleminde %1,2 sodyum laktat, %9 asetik asit ve %5 etanol içeren %68'lik soya sosu kullanılmıştır. 24 saat (4°C) marinatlama sonrası etlere *Salmonella* suşları eklenerek, örnekler 60°C'ta fırında 10 saatlik bir süreyle kurutulmuştur. Tüm ön işleme, kurutma ve oda sıcaklığında depolama koşulları sonucunda, hiçbir üründe aside adapte olan *Salmonella*'nın direncinde artış görülmemiştir. *Listeria monocytogenes* türü üzerine olan bir çalışmada ise Yoon ve ark. (2006), dana etinden atıştırmalık üretmek için sıcaklığın ve ön kurutma işlemlerinin *L. monocytogenes*'e kurutma boyunca olan etkisini incelemiştir. *L. monocytogenes* inokülasyonu yapılan etlere kurutma işlemi öncesinde; %5'lik asit çözeltisine daldırma (10 dakika) ve %0,6'lık soya sosu, 15 ml Worcestershire sosu, 0,6 g karabiber, 1,25 g sarımsak tozu ve 1,5 g soğan tozu, 4,35 g tuz içeren bir karışım ile (10 dakika) marinasyon işlemi uygulanmıştır. Sonrasında sıcak hava ile 52, 57 ve 63°C'ta 10 saatlik kurutma işlemi uygulanmıştır. Farklı kurutma sıcaklıklarının mikroorganizma ölümü üzerinde ciddi bir değişim yaratmadığı, asidik ön işlem uygulamasının ise kurutma sıcaklıklarından bağımsız olarak organizmanın inaktivasyonu üzerinde daha fazla etkili olduğu belirtilmiştir.

Karbohidratlardan mikroorganizmalar yardımıyla çeşitli kimyasal bileşenlerin, enzimlerin ve ürünlerin meydana geldiği proses kısaca fermantasyon olarak adlandırılmaktadır (Karaçıl ve Tek, 2013). Fermantasyon, gıdaların işlenmesinde önemli bir yöntem olarak et sanayiinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. *Lactobacillus bulgaricus* ile fermente edilmiş domuz etinden atıştırmalık üretimi çalışmasında, uçucu bileşenler, protein içeriği ve pH değerleri fermente ürün üretimi öncesi ve sonrası belirlenmiştir. Etin işlenmesi sürecinde öncelikle 1000W gücünde elektromanyetik fırında 10 dakika NaCl içerikli suda ön pişirme yapılmıştır. Sonrasında dikdörtgen prizma şeklinde (2,5×1,5×1 cm) kesilen ürünler fermantasyon işlemine alınmıştır. Burada önce 160 °C 2 saatlik bir fırınlama işlemi uygulanmış olup, pH'ın 6,5 değerinde sabitlenmesi sağlanmış ve sonrasında kültür inokülasyonu yapıp ürün fermente halde son analizlere alınmıştır. Fermantasyonun serbest aminoasit içeriğinde artış sağladığı ve pH değerini düşürdüğü çalışmada bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2016).

Güncel Yöntemler ile Yapılan Çalışmalar

Gelişen teknoloji ile gıdaların sıcak hava etkisi dışındaki yöntemlerle kurutulması da yaygınlaşmaktadır. Yeni teknolojilerle et ve et ürünlerinin kurutulmasına yönelik çeşitli çalışmalar mevcuttur. Güncel yöntemlerle yapılan çalışmalar Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Vakum altında kurutma işlemi, gıdaların atmosfer

basıncı altındaki bir basınç değerinde düşük sıcaklıkta kurutulmasına olanak sağlayan ve sıcaklığın gıdalarda yaratmış olduğu ısıl bozulmayı engelleyen bir kurutma yöntemidir. Vakum altında kurutma yöntemi kullanılarak dana eti atıştırmalığı üretilmesinde (Dinçer ve Erbaş, 2018), farklı tuz konsantrasyonlarında tuzlanmış ürünler kurularak, işlemin kuruma kinetikleri ve sorpsiyon izotermi üzerine etkisi incelenmiştir. % 5-10-15 ve %20 oranında kuru tuzlanan dana eti örnekleri 70°C'ta 25 mbar basınçta sonuç nem içeriği %32 (kuru temelde) olana dek kurutulmuş ve sorpsiyon verilerinin Page, Pabis ve Henderson modelleri ile uygunlukları test edilmiştir. Sorpsiyon izotermi Tip-2'ye uygun olduğu bildirilmekle birlikte, tuz konsantrasyonu artışı ile Tip-3'e döndüğü ve tüm örneklere ait deneysel verilerin teorik modellerle yüksek uyum gösterdiği belirtilmiştir.

Dondurarak kurutma, ürünlerin ısıl zarar görmediği ve bu sebeple kalite kayıplarının en aza indirildiği, ürünün dondurulması ve sonrasında içeriğindeki donmuş suyun vakum basıncı altında katı fazdan süblimleşerek uzaklaştırıldığı bir yöntemdir (Telis ve Sobral, 2002). Aykın ve Erbaş (2016), dana etinin farklı bölümlerini kullanarak dondurularak kurutulmuş atıştırmalık üretmişlerdir. Kalite ve adsorpsiyon özellikleri incelenen çalışmada, herhangi bir marinat ve kütleme bileşeni kullanılmadan ürün doğrudan -40 °C' ta 5,3 kPa' da 48 saat dondurularak kurutulmuştur. Ürünler farklı denge nem içeriklerinde (% 2-93.7) ve farklı sıcaklıklarda bekletilerek su aktivitesi değerleri belirlenmiş, dana ön kolundan elde edilen etlerin su aktivite değerlerinin tüm koşullarda daha düşük olduğu, ortam ısıl iletkenlik katsayısının ise hemen hemen sabit kaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 2 Güncel yöntemlerle gerçekleştirilen et atıştırmalık üretim çalışmaları
Table 2 Jerky production studies with novel drying methods

Ürün	Yöntem	Sonuç	Referans
Dana Eti	Farklı konsantrasyonlarda tuzlanan örnekler vakum altında kurutulmuş ve sorpsiyon özellikleri incelenmiştir.	Tuz konsantrasyonuna bağlı olarak sorpsiyon özelliklerinin değiştiği ve oluşturulan modelin deneysel verilerle uyumunun yüksek olduğu belirlenmiştir.	Dinçer ve Erbaş, 2018
Dana Eti	Farklı bölümlerden alınan örnekler herhangi bir ön işlem olmadan dondurularak kurtulmuştur. Ürünlerin su aktiviteleri kıyaslanmıştır.	Dana ön kolunun su aktivite değerinin en düşük olduğu bildirilmiştir.	Aykın ve Erbaş, 2016
Hindi Eti	Herhangi bir ön işlem uygulanmadan örnekler farklı kalınlıkta boyutlandırılıp dondurularak kurutulmuş ve bir kurutma modeli oluşturulmuştur.	Oluşturulan nümerik modelin deneysel verilerle uyumu çok yüksek bulunmuştur.	Cumhur ve ark., 2016
Dana Eti	Düşük oranda tuzlama ile presleme işlemi kombine edilip ürünler dondurularak kurutulmuş ve mikrobiyal kalite karşılaştırılmıştır.	Kombine kurutmanın yüksek oranda etkili olduğu bulgulanmıştır.	Yağın ve Şeker, 2016
Tavuk Eti	Ozonlama ön işlemi uygulanan ürünler dondurularak kurutulmuş ve farklı koşullarda modifiye atmosferde paketlenmiştir.	CO ₂ ve N ₂ içeren ambalajların daha etkin koruma sağladığı bildirilmiştir.	Zouaghi ve Cantalejo, 2016
Tavuk Eti	Farklı parametrelerin dondurarak kurutulmuş ürünlerdeki kaliteye etkisi incelenmiştir.	Ürün kalınlığının kalite üzerinde en önemli etken olduğu belirlenmiştir.	Babic ve ark., 2009
Domuz Eti	Atmosferik basınç plazma metodu ile örneklerin kurutulması sağlanmış ve yöntemin nitrit içermeyen et atıştırmalığı üretimine etkisi belirlenmiştir.	Nitrit içermeden üretilen ürünlerin kalite özellikleri bakımından daha uygun bulunduğu ve yöntemin atıştırmalık üretiminde kullanılabileceği bildirilmiştir.	Yong ve ark., 2017
Antilop Eti	Öncelikle kürlenen ürünler hem fırın tipi kurutucuda hem de güneş panelli kurutucuda kurutulmuştur.	Güneş panelli kurutucunun kurutma süresi yönünden daha uygun olduğu bildirilmiştir.	Banout ve ark., 2012
Dana Sucuğu	Hızlı Dilimleme Sistemi (QDS) ve geleneksel fermantasyonla üretilen ürünler çeşitli yönlerden karşılaştırılmıştır.	QDS ile üretilen ürünlerde pH değerlerinin daha düşük olduğu bulgulanmıştır.	Kamenik ve ark., 2017
Somon Eti	Kütleme bileşenleri ile hamur haline getirilen somonlara farklı antioksidanlar da katılarak örnekler ekstrüdere beslenmiş ve sonrasında fırında sıcak hava ile kurutulmuştur.	Ekstrüzyon teknolojisinin omega-3'ün korunması açısından daha uygun bulunduğu bildirilmiştir.	Kong ve ark., 2011

Hindi etinin dondurularak kurutulduğu bir çalışmada ise; Cumhuri ve ark. (2016), herhangi bir ön işlem uygulamadan örnekleri farklı iki kalınlıkta (diğer boyutlar sabit kalacak şekilde) boyutlandırıp, -40°C ve 10 Pa vakum koşulunda dondurarak kurutmuş ve ağırlık kayıpları ile sıcaklık ölçümlerini almışlardır. İlgili çalışmada nümerik bir deneysel model oluşturulup, model ve deneysel verilerin uyumu belirlenmiş ve deneysel veriler ile modelin uyumunun yüksek olduğu bildirilmiştir. Kombine ön işlemlerin kurutmadaki etkisi geleneksel yöntemler ile çalışılmakla birlikte, güncel yöntemlerle de bu konuda çalışmalar mevcuttur. Düşük tuz konsantrasyonunda tuzlanan ve farklı bir ön işlemle kombine edilerek kurutulan atıştırmalık et üretimleri Yalçın ve Şeker (2016) tarafından çalışılmıştır. Tuzlama ve presleme ön işlemleri uygulanan örneklerin fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. %4 ila 8 oranında kuru tuzlanan ürünlerin bir kısmı 16 saat süre ile preslenerek nem içeriği daha da azaltılmış, sonrasında sabit koşullarda (-40°C ve 10 Pa) dondurularak kurutulmuştur (7-27 saat). Tuz oranının azaltılmasının mikrobiyolojik yönden ciddi bir olumsuzluk sağlamadığı, denge nem içeriğine kadar dondurularak kurutmanın ürünlerdeki mikrobiyal kaliteyi genel anlamda koruduğu, preslenen ve düşük tuz içeren ürünlerin mikrobiyal kalitesinin ise daha iyi olduğu, kurutma süresinin artışıdan çok, kurutma öncesi nem içeriğinin mikrobiyal kaliteyi daha fazla etkilediği vurgulanmıştır. Daha iyi bir tat ve kalite gelişimi açısından ozonlama işleminin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Tavuk etinden ozonlama ön işlemiyle atıştırmalık üretilen çalışmada Zouaghi ve Cantalejo (2016), boyutlandırdıkları tavuk göğüs etlerini %90 bağıl nem içeren odada onzlayıp (10 dakika 0,6 ppm) sonrasında dondurarak kurutmuşlardır. Dondurarak kurutma işlemleri 25 ve 30 kPa vakum basıncında 3 veya 7 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler farklı modifiye atmosfer koşullarında ambalajlanarak kalite özellikleri belirlenmiştir. CO₂ ve N₂ oranlarının yüksek olduğu ambalaj koşullarının sonuçları daha verimli bulunmuştur.

Kurutmada farklı parametrelerin kalite ve kuruma üzerinde etkisi bulunmaktadır. Tavuk göğüs etinden atıştırmalık üretiminde dondurarak kurutma işleminde farklı parametrelerin incelendiği çalışmada, Babic ve ark. (2009); farklı basınç koşulları, farklı ürün kalınlıkları, farklı kurutma süreleri ve dondurma sürelerinin son ürünün dokusal yapısı, nem içeriği, su aktivitesi ve su absorplama özelliklerine etkisini karşılaştırmışlardır. Örnek kalınlığının en önemli belirleyici parametre olduğu saptanmış olup, çalışma sonucunda, duyuşal ve görünüş açısından taze et özelliklerini koruyan bir ürün elde edilmiştir.

Kurutmada yaygın olarak ısısal yöntemler kullanılırken, basınç ve sıcaklığın etkisi kullanılmadan gerçekleştirilen prosesler ile de kurutma işlemleri yapılmaktadır. Et ürünleri üretiminde nitrit kullanımının azaltılmasına ve ısısal yöntemlere alternatif olarak, ürün bileşimine daha az zarar verecek atmosferik basınç plazma metodu Yong ve ark. (2017) tarafından çalışılmıştır. Domuz etinin kurutulmuş atıştırmalık olarak üretiminde atmosferik basınç plazma metodu kullanılmış ve nitrit içermeyen bir ürün üretimi amaçlanmıştır. Çalışmada renk, fizikokimyasal özellikler ve mikrobiyolojik kalite belirlenmiştir. 40 ve 60 dakika atmosferik basınç plazma

ünitesinde nitrit kullanılmadan üretilen ürünler, nitrit içeren kontrol grubuyla kıyaslanmış, renk korunumu, yağ oksidasyonunun düşüklüğü ve çeşitli patojenlere direnç açısından ilgili yöntemin nitrit kullanımı gerektirmeden bir atıştırmalık et üretimi sağlamada kullanılabileceği bildirilmiştir.

Güneşin direkt olarak ürün kurutulmasında kullanılmasının olumsuzlukları bilinmekle birlikte, güneş enerjisinin alternatif enerji kaynağı olarak kurutmada kullanımı mevcuttur. Güneş panelleri ile toplanan enerjinin kurutucu sistem içerisinde ısı kaynağı olarak kullanılmasyla, enerji tasarrufu sağlanarak daha çevreci kurutma işlemlerinin gerçekleştirilmesi mümkündür. Banout ve ark. (2012), çift geçişli solar panel kurutucu ile antilop etinin atıştırmalığını üretmişlerdir. Çalışmada öncelikle kütleme yapılan ürünlerin (15 ml Worchestershire sosu, 60 ml soya, 0,6 g karabiber, %50'lik bal karışımı, 1,5g kuru soğan ve 1,25 g sarımsak tozu) hem 50°C' ta laboratuvar tipi fırında, hem de çift geçişli solar panelde kurutulması (güneş ışığı için panelin ve hava akımı üretici bulunan klasik kabin kurutucunun modifiye edilmesi) gerçekleştirilmiştir. Güneş paneli ile kurutmanın 2 saat kadar daha kısa sürdüğü ve renk açısından çok daha koruyucu olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir.

Taze etten direkt olarak işlenen ürünler dışında, geleneksel olarak üretilen salam, sucuk gibi ürünlerin kurutma ile güncel işlenmesi üzerine de çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle salam ve sucuk üretiminde kullanılan hızlı dilim halinde kurutma sistemi (QDS) bu yöntemlerden biridir. İlgili yöntemde geleneksel işlemlerde olduğu gibi kürlenmiş, hamur haline getirilip ısıtılan veya fermente edilen ürünler, sisteme beslenip ani şekilde dondurulup, dilimlenip sıcak hava altında kurutulmaktadır (Stollewerk, 2012). İşlemin, geleneksel yöntemlerdeki kurutma sürelerini oldukça kısalttığı ve geleneksel ürünle aynı veya daha iyi kalitede ürünler ortaya çıkarttığı saptanmıştır. Ayrıca sistemin kurutmayı vakum ile yapabildiği uygulamalarının olduğu da bildirilmektedir (Kamenik ve ark., 2017). QDS sisteminin gösterimi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1 QDS Sistemi (Stollewerk, 2012)
Figure 1 QDS system (Stollewerk, 2012)

Geleneksel yöntemle üretilen sucuklar ile QDS ile üretilenlerin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri karşılaştırılmıştır (Kamenik ve ark., 2017). 3 farklı işleme sürecine tabi tutulan sucuklar, (tuzlama, fermantasyon süresi farklılıkları) -10°C' ta dondurulup, boyutlandırılmış ve sistemde 26-28°C'ta sıcak havayla kurutulmuştur. Duyuşal kalite ve renk değerlerinin çok

farklı bulunmadığı, QDS ile işlenen ürünlerin pH değerlerinin ise daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Gıdaların bütün halde kurutulması yerine emülsiyon formuna getirilip işlendiği bir başka yöntem ise ekstrüzyondur. Ekstrüzyon teknolojisi, gıdaların tekstürize edilmesi amacıyla kullanılan, yüksek basınç ve sıcaklığın etkisiyle gıdaların genellikle kısa sürede işlenebildiği bir yöntemdir. Nadiren et atıştırmalık üretiminde kullanılan ekstrüzyon teknolojisi ile somon atıştırmalığı elde edilmiştir (Kong ve ark., 2011). Çalışmada, yağ oksidasyonu değişimi belirlenmiştir. Teriyaki, nane ve küreme bileşenleriyle 12 dakika karıştırılan somonlar kontrol grubu hariç farklı antioksidanlar ilave edilip (biberiye, askorbil palmitat vb.) vida tipi ekstrüderde maksimum 150°C'ta (işlem 60-150°C arası) çıkış sıcaklığı 80°C olacak şekilde işlenmiş ve sonra sıcak hava ile fırında 93°C' ta bir saat kurutulmuştur. Sonrasında depolamaya alınan ürünlerde malonaldehit' in farklı antioksidan ilavelerinden etkilenmediği, asktansantin' in 8. haftaya kadar tüm bileşen kullanımlarıyla yüksek oranda korunduğu ve ekstrüde ürünün omega-3 korunumu açısından avantajlı olduğu bildirilmiştir.

Sonuç ve Tartışma

Atıştırmalık et üretiminde, genellikle sıcak hava ile kurutma yöntemi kullanılarak marinatlama ile ürünün dokusunun ve kalitesinin geliştirilmeye çalışıldığı görülürken, daha güncel olarak nitelendirilebilecek yöntemler kullanılarak (ekstrüzyon, dondurarak kurutma gibi farklı yöntemler) üretilen et atıştırmalıklarının, dokusunun daha gevrek, lezzetinin daha alışılmış forma yakın, bileşimi ve genel kalitesinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Geleneksel yöntemlerle üretilen ürünlerde kuruma süresinin uzunluğu ve elde edilen ürünlerin dokusunun genel olarak gevrek olmadığı bildirilirken, kurutma süresinin uzun olması araştırmacıları yeni yöntemlere yönlendirmiştir. Ancak, her ne kadar kalite kayıpları çalışmalarda minimize edilmiş olsa da, ekstrüzyon yönteminde ürünün hamur kıvamında beslenmesi, dondurarak kurutmada ise işlem süresinin uzunluğu, maliyeti ve sonuç durumdaki et ürününün alışılmış et kalitesinde olmaması gibi dezavantajlar mevcuttur. Gelişen teknoloji ile kurutulmuş etin dokusunun daha gevrek, besin içeriğinin yüksek oranda korunmuş ve lezzetinin alışılmış et lezzetine uygun, işleme süresi ve maliyetinin de nispeten düşük olduğu yöntemlerle et atıştırmalıklarının üretimi üzerinde gerçekleştirilecek yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

Alçiçek Z. 2010. Farklı Oranlarda Tuzlanarak Sıcak Tütsüleme Ve Sıvı Tütsüleme Teknikleri Uygulanmış Alabalık (*Oncorhynchus Mykiss*) Filetolarının Vakum Paketli ve Buzdolabı Koşullarında Depolanmalarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Ankara. DOI: 10.1501/ankara-23890.

Atlan M, İşleyici Ö. 2012. Van İli'nde Dondurulmuş Olarak Satışa Sunulan Bazı Etlerin Mikrobiyolojik Kalitesi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi., 7(2): 93-103. <http://e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/VBD>. Erişim:[18.09.2018].

Aykin E, Erbaş M. 2016. Quality Properties and Adsorption Behavior of Freeze-Dried Beef Meat from The Bicepsfemoris and Semimembranosus Muscles. Meat Science., 121: 272-277. DOI:10.1016/j.meatsci.2016.16.030.

Babic J, Cantalejo MJ, Arraqui C. 2009. The Effects of Freeze-Drying Process Parameters on Broiler Chicken Breast Meat. LWT- Food Science and Technology.,42(8):1325-1334. DOI: 10.1016/j.lwt.2009.03.020.

Banout J, Kucerova I, Marek S. 2012. Using A Double-Pass Solar Drier For Jerky Drying. Energy Procedia., 30: 738-744. DOI: 10.1016/egypro.2012.11.084.

Balpetek D. 2009. Bazı Et ürünlerinde E. coli O157:H7 Varlığının Araştırılması. Besin Hijyeni Ve Teknolojisi (Vet) Anabilim Dalı. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Konya. <http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/handle/123456789/8381>. [Erişim:25.09.2018].

Calicioglu M, Sofos J N, Samelis J, Kendall PA, Smith GC. 2003. Effect of Acid Adaptation on Inactivation of Salmonella During Drying and Storage of Beef Jerky Treated with Marinades. International Journal of Food Microbiology., 89(1): 51-65. DOI:10.1016/S0168-1605(03)00107-7.

Cumhur Ö, Şeker M, Sadıkoğlu H. 2016. Freeze Drying of Turkey Breast Meat: Mathematical Modeling and Estimation of Transport Parameters. Drying Technology.,34(5):584-594. DOI: 10.1080/07373937.2015.1064945.

Candan T, Bağdatlı A. 2018. Et Teknolojisinde Alternatif Isıtma Yöntemleri. El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi.,5(2): 656-670. DOI:10.31202/ecjse.403806.

Diñçer AE, Erbaş M. 2018. Drying Kinetics, Adsorption Isotherms and Quality Characteristics of Vacuum-Dried Beef Slices with Different Salt Contents. Meat Science.,145:114-120. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.06.007.

Deniz EE. 2009. Kesim Sonrasında Farklı Sürelerde Enjekte Edilen Marinat Çözeltilerinin Et Kalitesi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. İzmir. <http://acikerisim.ege.edu.tr:8081/jspui/handle/11454/4088>. [Erişim: 28.08.2018].

Doğu SÖ, Sarıçoban C. 2015. Et Kurutmada Mikrodalga Kullanımına İlişkin Yaklaşımlar ve Uygulamalar. Journal of New Results in Engineering and Natural Science., 4: 24-35. http://jrens.gop.edu.tr/Sayilar/Number_4-2015/JRENS-006. [Erişim: 14.08.2018].

Ergezer H. 2005. Değişik Yöntemlerle Marine Edilmiş Kanatlı Etlerinin Kimyasal, Mikrobiyolojik, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. <http://acikerisim.pau.edu.tr/xmlui/handle/11499/1207>. [Erişim: 28.08.2018].

Fellows P, Hampton A. 1992. Small Scale Food Processing: A Guide to Appropriate Equipment. Southampton Row. London WC1B 4HH. UK. Intermediate Technology Publications. ISBN: 1-85339-108-5.

Hanjabam MD, Zynudheen AD, Ninan G, Panda S. 2017. Seaweed As An Ingredient for Nutritional Improvement of Fish Jerky. Journal of Food Processing and Preservation., 41(2): e12845. DOI: 10.1111/jfpp.12845.

Hecer C. 2012. Et Teknolojisinde Ambalajlama Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Journal of Faculty Veterinary Medicine., 31(1): 57-61. <http://dergipark.gov.tr/uluvfd/issue/13518/163524>. [Erişim:14.09.2018].

İnanlı GA, Özpolat E, Çoban EÖ, Karaton N. 2010. Marine Edilmiş Hamsi Balığının (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Kimyasal Bileşimi ve Farklı Soslarda Duyusal Değerlendirilmesi. Journal of Fishery Sciences.,4(4): 455-461. DOI: 10.3153/jfscm.2010049.

Jira W. 2004. A GC/MS Method For The Determination Of Carcinogenic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) In Smoked Meat Products and Liquid Smokes. European Food Research and Technology., 218(2): 208-212. DOI:10.1007/s00217-003-0827-8.

- Kamenik J, Salakova A, Hulankova R, Duskova M, Borilova G, Sedo O, Staruch L. 2017. Selected Characteristics of Dry Fermented Sausages Prepared with Quick-Dry-Slice (QDS process) Technology and Their Comparison with Traditional Products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1):e13314. DOI:10.1111/jfpp.13314.
- Karaçıl MŞ, Tek NA. 2013. Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlık ile İlişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2):163-173. <http://ziraat.uludag.edu.tr/dergi.php>. [Erişim:6.10.2018].
- Kong J, Perkins BL, Dougherty MP, Camire ME. 2011. Control of Lipid Oxidation in Extruded Salmon Jerky Snacks. *Journal of Food Science*, 76:8-13. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01896.x.
- Li M, Wang H, Zhao G, Qiao M, Li M, Sun L, Gao X, Zhang J. 2014. Determining The Drying Degree and Quality of Chicken Jerky by LF-NMR. *Journal of Food Engineering*, 139: 43-49. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2014.04.015.
- Luckose F, Pandey MC, Harilal PT. 2017. Effect of Sodium Chloride Reduction on Drying Kinetics of Restructured Chicken Jerky. *Food Bioscience*, 19:156-162. DOI: 10.1016/j.fbio.2017.07.006.
- Nam KC, Jo C, Lee KH. 2012. Comparison of Free Amino Acids and Dipeptide Contents, Warner-Bratzler Shear Force and Sensory Property of Beef Jerky Manufactured with Different Drying Methods. *Korean Journal of Food Science*, 32: 796-802. DOI:10.5851/kosfa.2012.32.6.796.
- Nummer BA, Harrison JA, Harrison MA, Kendall P, Sofos JN, Andress E L. 2004. Effects of Preparation Methods on The Microbiological Safety of Home-Dried Meat Jerky. *Journal of Food Protection*, 67(10): 2337-2341. DOI:10.4315/0362-028X-67.10.2337.
- Öztan A. 2013. Et Bilimi ve Teknolojisi. 9.Baskı. Ankara. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları. ISBN:975-395-632-0.
- Özkaya FD, Cömert M. 2008. Gıda Zehirlenmelerinde Etken Faktörler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68(3):149-158. https://www.academia.edu/19595571/Gıda_Zehirlenmelerinde_Etken_Faktörler. [Erişim: 03.10.2018].
- Öztürk U, Gürbüz Ü, Çalım HD. 2006. Et ve Et Ürünlerinde Mikrobiyolojik Kriterler ve Halk Sağlığı Açısından Önemi. Türkiye 9. Gıda Kongresi. Bolu. 24-26 Mayıs 2006.
- Ratti C. 2001. Hot Air and Freeze-Drying of High-Value Foods: A Review. *Journal of Food Engineering*, 49(4): 311-319. DOI: 10.1016/S0260-8774(00)00228-4.
- Telis VRN, Sobral PJA. 2002. Glass Transitions for Freeze-Dried and Air-Dried Tomato. *Food Research International*, 35(5):435-443. DOI:10.1016/S0963-9969(01) 00138-7.
- Stollewerk K. 2012. Food Safety in Fast Drying (Qds Process®) of Dry-Cured Meat Products: High Pressure and NaCl-Free Processing Implementation, Universitat de Girona. PhD Thesis. Girona. Spain. <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/9873>. [Erişim: 04.10.2018].
- Stołyhwo A, Sikorski ZE. 2005. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Smoked Fish—a Critical Review. *Food Chemistry*, 91(2): 303-311. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.06.012.
- Toomik P, Leep K, Lepasalu L, Püssa T. 2012. The Effect of Tenderizing Acids on Linoleic Acid Oxidation During Marination of Pork. *Meat Science*, 92(4):870-873. DOI:10.1016/j.meatsci.2012.06.016.
- Temelli S. 2011. Geleneksel Yöntemlerle Üretilen Kurutulmuş Et Ürünleri. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.*, 30(2): 61-66. <http://dergipark.gov.tr/uluvfd/issue/13519/163537>. [Erişim: 03.09.2018].
- Yalçın MY, Şeker M. 2016. Effect of Salt and Moisture Content Reduction on Physical and Microbiological Properties of Salted, Pressed and Freeze Dried Turkey Meat. *LWT- Food Science and Technology*, 68:153-159. DOI:10.1016/j.lwt.2015.12.032.
- Yang HS, Hwang YH, Joo ST, Park GB. 2009. The Physicochemical and Microbiological Characteristics of Pork Jerky in Comparison to Beef Jerky. *Meat Science*, 82(3): 289-294. DOI:10.1016/j.meatsci.2009.01.029.
- Yong HI, Lee HS, Kim YS, Park S, Park J, Choe W, Jo C. 2017. Color Development, Physicochemical Properties, and Microbiological Safety of Pork Jerky Processed with Atmospheric Pressure Plasma. *Innovative Food Science&Emerging Technologies*. In Press, Corrected Proof. DOI: 10.1016/j.ifset.2017.09.005.
- Yoon Y, Skandamis PN, Kendall PA, Smith GC, Sofos JN. 2006. A Predictive Model for The Effect of Temperature and Predrying Treatments in Reducing *Listeria monocytogenes* Populations during Drying of Beef Jerky. *Journal of Food Protection*, 69(1): 62-70. DOI:10.4315/0362-028X-69.1.62. PMID:16416902.
- Zhao C, Zhao X, Lu Z, Huang J, He S, Tan H, Wang G, Li Y, Liu D. 2016. Production of Fermented Pork Jerky Using *Lactobacillus bulgaricus*. *LWT- Food Science and Technology*, 72: 377-382. DOI:10.1016/j.lwt.2016.04.060.
- Zouaghi F, Cantalejo MJ. 2016. Study of Modified Atmosphere Packaging on The Quality of Ozonated Freeze-Dried Chicken Meat. *Meat Science*, 119: 123-131. DOI:10.1016/j.meatsci.2016.04.032. PMID: 27179148.