

Atf İçin: Erdemir E, Karaoğlu M.M, 2021. Et ve Et Ürünlerinin Tekstürel Özelliklerini Enstrümantal Olarak Tespit Etme Yöntemleri ve Tekstür Profil Analizi Üzerine Bir Derleme. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(4): 2836-2848.

To Cite: Erdemir E, Karaoğlu M.M, 2021. A Review on Methods of Determining Textural Properties of Meat and Meat Products Instrumentally and Texture Profile Analysis. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(4): 2836-2848.

Et ve Et Ürünlerinin Tekstürel Özelliklerini Enstrümantal Olarak Tespit Etme Yöntemleri ve Tekstür Profil Analizi Üzerine Bir Derleme

Ebru ERDEMİR^{1*}, Mehmet Murat KARAOĞLU²

ÖZET: Gıdalarda tekstür, dokunsal duyu başta olmak üzere vücudun bazı kısımları ile gıda arasındaki fiziksel temas sonucunda verilen tepkidir. Tekstür, et ve et ürünlerinin seçimi ve tüketilmesi sürecinde en önemli kalite özelliklerinden biridir. Çiğ, işlenmiş ve tüketime hazır et ürünlerinin tekstür değerlendirmesi ürün kalitesini kontrol etmek, tasarım ve optimizasyon süreçlerini belirlemek ve istenen son ürün tekstürünü elde etmek için oldukça önemlidir. Et ürünlerinin tekstürü büyük ölçüde myofibriler proteinin jelleşme özelliklerine bağlıdır. Yüksek basınç ve sıcaklık uygulamaları, tuzlama, kurutma gibi işleme yöntemleri de et ve et ürünlerinin tekstürünü etkilemektedir. Et ürünlerinin tekstürünü geliştirmek için tuz, fosfatlar ve/veya alkalin ve/veya hidrokolloidler (zamklar, dekstroz ve/veya karragenanlar) kullanılmaktadır. Tekstürün değerlendirilmesi, ürün yüzeyinin görsel algılanması, farklı etkilere yanıt olarak ürün davranışı, çiğneme ve özellikle yutma sırasında algılanan ağız içi duyu entegrasyonunu içeren dinamik ve karmaşık bir süreçtir. Kesme (shear), delme (penetration), gerilim ve gevşeme (stress-relaxation), tekstür profil analizi (TPA), ekstrüzyon (extrusion), germe ve bükme (tension and torsion) gibi enstrümantal testler formülasyonları optimize etmeye ve tüketici tarafından algılanacak duyu özellikleri (sertlik, çiğnenebilirlik vb.) tespit etmeye yardımcı olmaktadır. Birçok gıdanın tekstürel özelliklerini değerlendirmek için iyi bir yöntem olan TPA ile elde edilen kurveden sertlik (hardness/firmness), yapışkanlık (adhesiveness), elastikiyet (springiness), kırılabilirlik (fracturability), kohesivlik (cohesiveness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness) ve anlık elastikiyet (resilience) gibi ürünün tüketim kalitesini önemli derecede etkileyen tekstürel özellikler belirlenebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Et, sucuk, pastırma, sosis-salam, kavurma, tekstür profil analizi

A Review on Methods of Determining Textural Properties of Meat and Meat Products Instrumentally and Texture Profile Analysis

ABSTRACT: Texture in foods is a reaction that results from physical contact between some parts of body, especially tactile senses, and food. Texture is one of the most important quality features in selection and consumption of meat and meat products. Texture evaluation of raw, processed and ready-to-eat meat products is very important for controlling product quality, determining the design and optimization processes and obtaining the desired final product texture. The texture of meat products largely depends on gelling properties of myofibril protein. High pressure and temperature applications, processing methods such as salting, drying also affect the texture of meat and meat products. Salt, phosphates and / or alkaline and / or hydrocolloids (gums, dextrose and / or carrageenan) are used to improve the texture of meat products. The evaluation of the texture is a dynamic and complex process that includes the visual perception of product surface, the product behavior in response to different effects, the integration of the intra-oral senses perceived during chewing and especially swallowing. Instrumental tests such as shear, penetration, stress-relaxation, texture profile analysis (TPA), extrusion, tension and torsion are used to optimize formulations and to determine the sensory properties (hardness, chewiness etc.) to be perceived by consumer. TPA is a good tool to assess textural properties of food. TPA parameters are hardness, adhesiveness, springiness, fracturability, cohesiveness, gumminess, chewiness and resilience etc. textural properties that significantly affect consumption quality of product.

Keywords: Meat, sucuk, pastırma, sausage, salami, kavurma, texture profile analysis

¹ Ebru ERDEMİR ([Orcid ID: 0000-0001-5001-8151](https://orcid.org/0000-0001-5001-8151)), Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ağrı, Türkiye

² Mehmet Murat KARAOĞLU ([Orcid ID: 0000-0002-9919-8824](https://orcid.org/0000-0002-9919-8824)), Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Ebru ERDEMİR, e-mail: eerdemir@agri.edu.tr

Eğer varsa kongre beyanı veya Tez alıntısı: Derleme 23-25 Ekim 2018 tarihinde Antalya’da düzenlenen 13th International Conference of Food Physicists (ICFP 2018) kongresinde sözlü olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Görünüş, lezzet, tekstür ve besin içeriği gıdalarda tüketim kalitesini etkileyen en önemli faktörlerdir. Tekstür genel anlamda, bir ürünün dokunsal, görsel ve işitsel reseptörler vasıtası ile algılanabilen, her türlü mekanik, geometrik ve yüzey özellikleri olarak tanımlanırken, gıda tekstürü, öncelikle dokunsal duyu ile gıda arasındaki fiziksel temastan kaynaklanan etkiye karşı gıdanın verdiği tepkidir. Dokunma (dokunsal duyu) tekstürü hissetmek için ilk yöntemdir. Ancak kinestetik (hareket ve konum hissi) ve bazen görme (çökme derecesi, akış hızı) ve ses (keskin, gevrek ve çatlak dokularla ilişkili) de tekstürü değerlendirmek için kullanılabilir (Ertuş ve Doğruer, 2010).

Gıdanın genel kabul edilebilirliğinde tekstürün önemi gıdanın tipine bağlı olarak önemli derecede değişim göstermektedir. Bu bağlamda tekstürü besinlerdeki önem derecesine göre; kritik, önemli ve önemsiz olmak üzere üç kategoriye ayırmak mümkündür. Tekstürün kritik derecede önemli olduğu et, mısır gevreği ve patates cipsi gibi gıdalarda tekstür son derece baskın bir kalite karakteristiğidir. İkinci grupta yer alan meyve ve sebzeler, peynirler, şekerlemeler, sucuk, pastırma ve ekmek gibi gıdalarda tekstür önemli olmakla birlikte toplam kalite üzerine etkisi birinci kategorideki kadar değildir. Tekstürün çok az önemli olduğu içecekler ve sulu çorbalar gibi gıdalarda ise tekstür toplam kaliteye çok az etki etmektedir. Ayrıca, berrak meşrubat ve içeceklerde genel kalite üzerine tekstürün etkisi bulunmamaktadır (Bourne, 2002; Ertuş ve Doğruer, 2010).

Yiyeceklerin duyuşal olarak kabul edilebilirliği tüketici tercihi açısından son derece önemlidir. Görünüş, lezzet ve tekstür doğrudan duyuşal tarafından algılandığı için "duyuşal kabul edilebilirlik faktörleri" olarak adlandırılmaktadır (Bourne, 2002).

Tekstürün değerlendirilmesi, ürün yüzeyinin görsel algılanmasını, uygulanan etkiye karşı ürün davranışını, çiğneme ve özellikle yutma sırasında ağız içinde algılanan duyuşal özellikleri içeren dinamik ve karmaşık bir süreçtir (Wilkinson ve ark., 2000; Ertuş ve Doğruer, 2010; Conroy ve ark., 2017). Gıdaların tekstürü duyuşal veya enstrümantal olarak test edilebilmektedir. Duyuşal yöntemler eğitilmiş panelistler gerektirir ve sonuçların çoğaltılması zordur. Enstrümantal yöntemler ise daha ekonomiktir ve duyuşal analizden daha kısa sürede gerçekleştirilir. Kesme-delme, gerilim-gevşeme, ekstrüzyon, eğme, germe, bükme ve TPA gibi testler formülasyonları optimize etmeye ve tüketicinin algılayacağı duyuşal özellikleri tespit etmeye yardımcı olmaktadır (Bourne, 2002; Barbut, 2015).

Kesme ve delme testleri daha çok bütün bir kas ürününün sertliğini veya çeşitli et proteinleri ile yapılan bir jeli değerlendirmek için kullanılmaktadır. Kesme testinde örneği kesmek için bir bıçak kullanılırken delme testinde örneğin yapısına göre değişmekle birlikte genelde küçük çaplı silindirik bir prob kullanılmaktadır. Elde edilen değerler çoğunlukla duyuşal analiz ile ilişkilendirilmekte ve daha zor kesilen etin kesme/delme değeri daha yüksek çıkmaktadır (Barbut, 2015).

Gerilim-gevşeme testlerinde sabit bir germe uygulanmakta ve deformasyonu sağlamak için gerekli olan gerilme, zamanın bir fonksiyonu olarak ölçülmektedir (Del Nobile ve ark., 2007). Gerilim-gevşeme testleri Bellido ve Hatcher (2009) tarafından yumuşak katı gıdaların ve diğer biyolojik malzemelerin viskoelastik özelliklerini karakterize eden popüler, mekanik bir test olarak tanımlanmıştır.

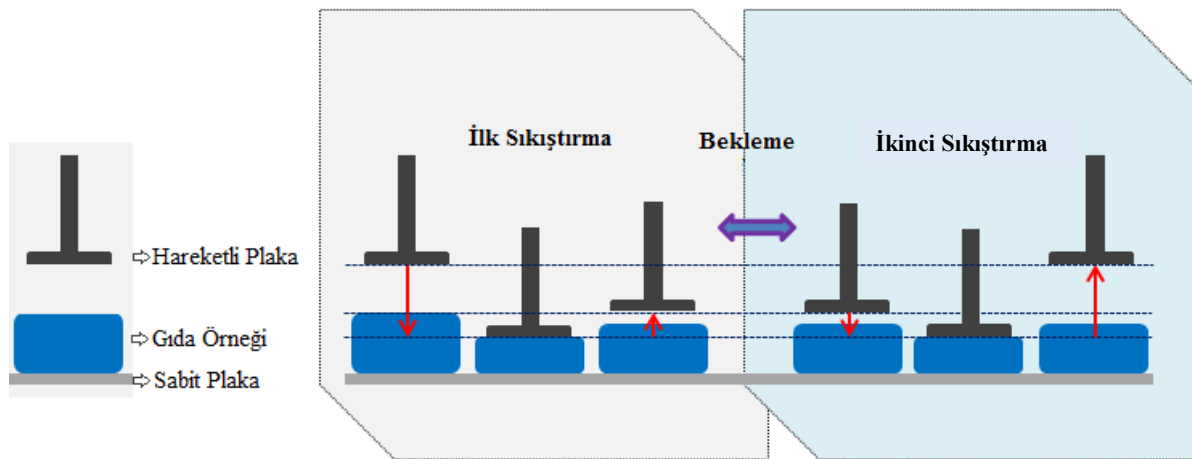
Ekstrüzyon, belli bir viskoz yapıya sahip gıdaların dar bir aralıktan geçmeye zorlanmasıdır. Ekstrüzyon testleri belirli bir aralıktan gıdanın akışını sağlamak için uygulanan (gerekli) kuvvetin ölçümü esasına dayanmaktadır. Bu testte, gıdanın yapısı bozuluncaya kadar sıkıştırılıp ve belli bir aralıktan geçmeye zorlanarak elde edilen kuvvet-zaman grafiğinden gıdanın reolojik özellikleri belirlenmektedir. Tekstür analiz cihazlarında ekstrüzyon testi ileri ve geri ekstrüzyon olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. İleri ekstrüzyon testinde incelenen numune pistonla aynı yönde hareket ederken geri ekstrüzyon testinde bunun tersi gerçekleşmektedir. Ekstrüzyon testleri genel olarak

gıdaların hem viskozite hem de sertlik, konsistens ve kohesivlik gibi tekstürel özelliklerini belirlemede kullanılmaktadır. İleri ve geri ekstrüzyon testleri yoğurtlar, kozmetik kremler, yumuşak jeller, soslar ve yağlama maddeleri gibi viskoz akışkanların akış özelliklerini belirlemek için kullanılmaktadır (Bourne, 2002; Chu, 2014).

Ürünü deforme edici özellik taşıyan germe ve bükme testleri mühendislikte malzemelerin mukavemeti hakkında temel tasarım bilgilerini sağlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Germe testinde numuneye, uçlarından birinin sabit diğerinin ise pnömatik bir pistonla tutturulmasıyla iki zıt kuvvet ve belirli bir mesafede tek eksenli bir germe hızı uygulanmaktadır. Analiz esnasında kuvvet, cihazın yük hücresi tarafından kaydedilerek numunenin gösterdiği direncin zamana veya uzama mesafesine karşı grafiği elde edilmektedir. Çiğneme sırasında azı dişleri arasında germe değil sıkıştırma işlemi meydana geldiği için germe testi gıdalarda yaygın olarak kullanılmamaktadır (Bourne, 2002). Bükme testinde numunenin bir bölümünü diğer parçalara göre bir eksen etrafında döndüren veya bükme bir kuvvet uygulanmaktadır (Bourne, 2002).

TPA testi, tekstürel özellikler de dahil olmak üzere reolojik davranışı belirlemek için en sık kullanılan enstrümantal yöntemlerden birisidir. Gıdaların tekstürel özelliklerini değerlendirmek için iyi bir yöntem olan TPA duyuşal değerlendirme parametreleriyle daha tatmin edici bir düzeyde ilişkili olduğu görülen bir dizi tekstürel parametre sağlamaktadır. TPA testi sonucu elde edilen kurveden sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kırılabilirlik, kohesivlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve anlık elastikiyet gibi önemli tekstür parametreleri hesaplanmaktadır (Bourne, 2002; Barbut, 2015).

TPA testinin uygulama prensibi Şekil 1.'de gösterilmektedir. Bu testte, standart boyut ve şekilde alınan gıda örneği aynı yönde olmak koşulu ile alet tabanına yerleştirilmekte ve örnek tahrip sistemine bağlı bir plaka ile iki kez sıkıştırılmaktadır. Test esnasında dişlerin çiğneme etkisini taklit etmek için örneğin yapısı da göz önünde bulundurularak örneğin temel yapısı bozulmayacak şekilde uygun bir sıkıştırma yapılması gerekmektedir. Bu sıkıştırma oranı salam gibi esnek ürünlerde %50'lere kadar çıkarken yapısı daha hassas olan ürünlerde %10'a kadar düşebilmektedir.



Şekil 1. Tekstür profil analiz testi için gerekli iki sıkıştırmanın şematik diyagramı (Anonim, 2021)

Sertlik (Hardness/firmness): İlk sıkıştırma kurvesinden tespit edilen 'sertlik' numuneyi belli bir düzeye kadar deforme etmek için gereken kuvvet veya ilk sıkıştırma için gereken maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Bourne, 2002; Chang ve ark., 2011) (Şekil 2).

Kırılabilirlik (Fracturability): İlk sıkıştırmada kurvedeki önemli bozulmaya neden olan kuvvet 'kırılabilirlik' olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2). Kırılabilirlik değeri verilecek bir gıdanın viskozite değeri verilemez. Viskozite, kırılabilirliği olmayan sıvı gıdaları ifade etmektedir (Bourne, 2002).

Kohesivlik (Cohesiveness): Birinci ve ikinci sıkıştırmaların ($A2/A1$) altındaki pozitif kuvvet alanlarının oranı ‘kohesivlik’ olarak hesaplanmaktadır. Gıdanın içyapısını şekillendiren iç bağların mukavemeti/esnekliği olarak veya gıdanın içyapısının parçalanmasının zorluk derecesinin bir ölçüsü ‘kohesivlik’ olarak tanımlanmaktadır (Bourne, 2002; Chang ve ark., 2011).

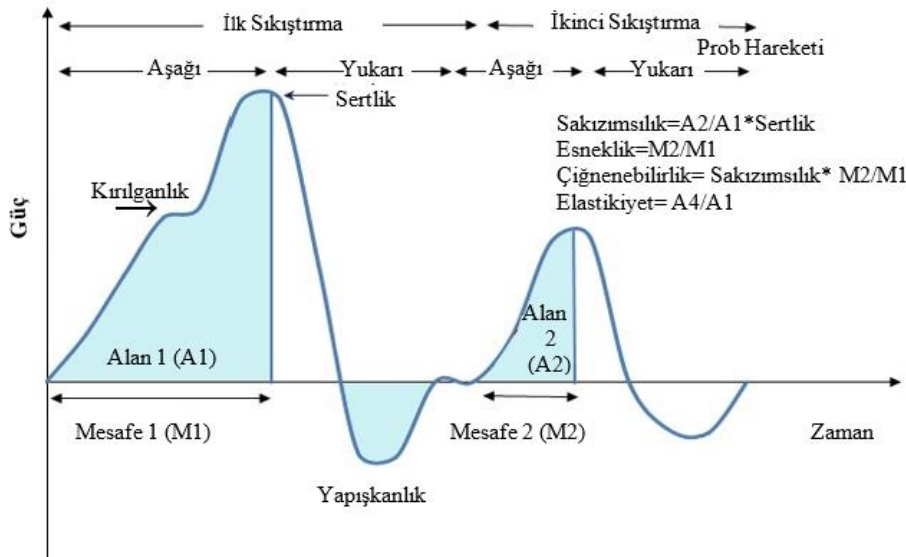
Yapışkanlık (Adhesiveness): Birinci ısırığın ($A3$) negatif kuvvet alanı, sıkıştırma pistonunu numuneden uzaklaştırmak için gerekli işi temsil etmekte ve ‘yapışkanlık’ olarak adlandırılmaktadır. Gıda yüzeyi ile temas halinde olan dil, diş ve damak gibi yüzeyler arasındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gereken kuvvet ‘yapışkanlık’ olarak ifade edilmektedir (Bourne, 2002; Chang ve ark., 2011).

Elastikiyet (Springiness): İkinci sıkıştırmada örneğin mesafesinin (Mesafe 2: $M2$) orjinal yani ilk sıkıştırma mesafesine (Mesafe 1: $M1$) bölünmesi ($M2/M1$) ile hesaplanır. Elastikiyet sıkıştırma sonrası numune dokusunun yeniden yapılanma kapasitesini yansıtmakla birlikte örneğin orijinal haline dönebilme yeteneğinin bir göstergesidir (Bourne, 2002; Chang ve ark., 2011).

Sakızımsılık (Gumminess): Yarı katı gıdaları yutmaya hazır hale getirmek için gerekli olan parçalama enerjisi ‘sakızımsılık’ olarak tanımlanmaktadır. TPA testinde ölçülen birincil parametrelerden sertlik ve kohesivlik çarpımından elde edilen ikincil bir parametredir (Bourne, 2002).

Çiğnenebilirlik (Chewiness): Sakızımsılık ile elastikiyet veya sertlik, kohesivlik ve elastikiyet çarpımlarından hesaplanan bir diğer ikincil parametredir. Çiğnenebilirlik katı bir gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme enerjisi olarak tanımlanmaktadır (Bourne, 2002). Szczesniak (1996) çiğnenebilirliğin katı gıdalar için, sakızımsılığın ise yarı katı gıdalar için uygun parametreler olduğunu belirtmekte ve çalışmasında genellikle sakızımsılık ve çiğnenebilirliğin aynı gıda için verilemeyeceğine dikkat çekmektedir.

Anlık elastikiyet (Resilience): İlk sıkıştırma döngüsündeki kuvvet pikinin maksimum yüksekliği sonrası oluşan alanın ($A4$) birinci sıkıştırma altındaki pozitif kuvvet alanına ($A1$) oranı olarak hesaplanmaktadır ($A4/A1$) (Epstein ve ark., 2002).



Şekil 2. Tipik bir TPA kurvesi (Bourne, 2002; Epstein ve ark., 2002)

TPA analizinde test şartları ile örnek boyutları ve cihaza yerleştirme yönü son derece önem arz etmektedir. Mittal ve ark. (1992) et örneklerini değerlendirmek için kullanılan test parametrelerini (sertlik, kohesivlik, anlık elastikiyet, sakızımsılık, çiğnenebilirlik) incelemiş ve farklı test parametrelerinin farklı laboratuvarlardan elde edilen sonuçlarının karşılaştırmayı zorlaştırdığını ifade

etmişlerdir. Araştırmacılar, örnek uzunluğu veya yüksekliğinin (L) 10-20 mm arasında ve çapın (D) 13-73 mm arasında ve “D/L” oranının 1-4 arasında, sıkıştırma oranının %50-85 arasında ve sıkıştırma hızının 5-200 mm dakika⁻¹ arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yazarlar, sıkıştırma oranının artırılmasının elastikiyet, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirliği azalttığını bildirmişlerdir. Araştırmada, analiz edilen tüm örneklerin TPA parametrelerinin “D/L” ve sıkıştırma oranı tarafından etkilendiği belirlenmiş, et ürünlerinin örnek boyutları, deformasyon seviyesi ve uygulanma oranı farklı olan testler sonucunda elde edilen TPA parametrelerinin karşılaştırılmayacağı ifade edilmiş ve “D/L” oranı 1.5, sıkıştırma %75 ve sıkıştırma oranı 1-2 cm dakika⁻¹ olarak önerilmiştir.

Çizelge 1. TPA Parametrelerinin Boyut Analizi (Bourne, 2002)

Mekanik Parametreler	Ölçülen Değişken	Ölçülen Değişkenin Boyutları
Sertlik (Hardness/firmness)	Güç	N
Kohesivlik (Cohesiveness)	Oran	Boyutsuz
Elastikiyet (Springiness)	Oran	Boyutsuz
Yapışkanlık (Adhesiveness)	İş	Ns
Kırılabilirlik (Fracturability)	Güç	N
Sakızimsılık (Gumminess)	İş	N
Çiğnenebilirlik (Chewiness)	İş	N
Anlık Elastikiyet (Resilience)	Oran	Boyutsuz

Et ve Et Ürünlerinde TPA Analizi

TPA analizi ve elde edilen parametreler et ve et ürünlerinin seçiminde ve tüketilmesinde en önemli kalite özellikleri (renk, lezzet, yumuşaklık, sululuk vb.) arasında yer almaktadır (Mittal ve ark., 1992; Bekhit ve ark., 2014; Akköse ve ark., 2018). Çiğ etin ve tamamen hazırlanmış et ürünlerinin tekstür değerlendirmesi; ürün kalitesini kontrol etmek, tasarım ve optimizasyon süreçleri ve belirli tekstür özelliklerine ulaşmak için malzeme seçiminde çok önemlidir (Barbut, 2015). Et ve et ürünlerinin yapısal özellikleri ürün bileşiminden, yüksek basınç ve sıcaklık uygulamalarından ve tuzlama, kurutma gibi işlem yöntemlerinden etkilenmektedir.

Taze Et

Etin kalitesini etkileyen ana reaksiyonlar/faktörler arasında glikojen yıkımı, rigor-mortis, glikoliz, proteoliz, oksidasyon ve lipoliz bulunmaktadır. Son pH ve yağ asidi kalitesi, tartışmasız, etin yeme kalitesini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Bunlar, sığırların kesim öncesi ve sonrası işlemlerinden etkilenmektedir. Etin tüketim kalitesini etkileyen en önemli özellikleri tekstürel yapı, lezzet ve renktir. Etin yeme kalitesini iyileştirmek için gerekli stratejiler arasında kesim öncesi hayvanların vücut durumunun iyileştirilmesi, kesim öncesi stresin azaltılması, etin olgunlaşması ve uygun beslenme yönetimlerinin geliştirilmesi sayılmaktadır (Muchenje ve ark., 2009; Conroy ve ark., 2017).

Etin tekstürü, özellikle yumuşaklığı ve sululuğu, müşterilerin kabulünü, fiyatını ve işleneceği ürünü belirlemektedir (Bourne, 2002; Bekhit ve ark., 2014; Barbut, 2015). Sert veya kuru olan et ya düşük fiyata satılmakta ya da kıyma veya çeşitli sosis türlerine eklenmektedir. Yumuşak sığır eti ise daha yüksek bir fiyata, genellikle rosto ve biftek şeklinde satılmaktadır. Etin yumuşaklığını kas liflerinin yapısı, kas liflerindeki değişimler, bağ dokusunun tipi ve miktarı, kasın su içeriği ve kas dokusundaki yağ miktarı ve dağılımı etkilemektedir. Genç hayvanlarda kas lifleri yaşlılarınkinden daha incedir. Bu durum genç hayvanların etlerinin daha yumuşak olmasını sağlamaktadır (Bourne, 2002; Barbut, 2015).

Et ürünlerine uygulanan işlemler hem ürünün genel bileşiminde hem de ürünün bileşimini oluşturan bileşenler üzerinde önemli etkilere sahip olabilmektedirler. Bu işlemlerin bir sonucu olarak özellikle etin su içeriğinde ve et proteinlerinde önemli değişimler meydana gelmektedir. Isıl işlemin et

tekstürü üzerindeki etkisi esas olarak miyofibriler proteinlerin denatürasyonu ve ayrışmasından, et liflerinin enine ve boyuna çekilmesinden, sarkoplazmik proteinlerin agregasyonu ve jel oluşumundan ve bağ dokusu kollajenin çözünmesinden kaynaklanmaktadır (Kong ve ark., 2008; Chang ve ark., 2011).

Chang ve ark. (2011) sığır *Semitenndinosus* (ST) kasının ısı ile indüklenen kas içi bağ dokusu ve kollajen değişikliklerinin et tekstür özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. ST kasları su banyosunda ve mikrodalga fırında sırasıyla 40 °C ile 90 °C çekirdek sıcaklıklarına ulaştırılmıştır. Araştırmada, ısı işlem görmüş etin TPA parametrelerinin ısı işlemi şekli ve çalışılan sıcaklıklar tarafından önemli oranda etkilendiği belirlenmiştir. Mikrodalga fırında ısı işlem gören etlerin su banyosundaki etlere göre 65 °C'den sonraki sıcaklıklarda daha sert ve 70°C'den sonraki sıcaklıklarda ise daha az esnek olduğu bulunmuştur. Araştırmada, etin esnekliğinin muhtemelen liflerin şişmesi ve dolayısıyla çapı ile alakalı olduğu ve ısı işlem sırasında elastikiyette meydana gelen esas değişikliğin yaklaşık 65 °C'de intramuskular kollajenin termal büzülmesi/küçülmesi ile ilgili olduğu ifade edilmiştir.

Tabilo ve ark. (1999) tarafından, dişi domuz etlerindeki nem içeriğinin erkek domuzlarınkinden daha yüksek olması nedeniyle dişi domuz etinden üretilen kuru kürlenmiş jambonların sertliğinin daha düşük olduğu ve diğer TPA parametrelerinde ise iki grup (dişi ve erkek domuz etleri) arasında önemli bir farklılık olmadığını ifade edilmiştir. Araştırmacılar, PSE (Pale, Soft, Exudative; Soluk-Yumuşak-Sulu) etlerden üretilen jambonların sertlik, elastikiyet, kohesivlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin RFN (Red, Firm, Nonexudative; Kırmızımsı-Sert-Sulu olmayan) etlerden üretilen jambonlarınkinden önemli derecede düşük olduğunu bulmuşlardır.

Conroy ve ark. (2017) çalışmalarında 4 °C'de 2, 7 ve 21 gün olgunlaştırdıkları sığır *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) kasının sertlik değerlerini sırası ile ortalama 140 N, 122 N ve 99 N olarak tespit etmişlerdir. Sonuçlardan görüldüğü gibi olgunlaşma arttıkça sertlikte önemli oranlarda azalma meydana gelmiştir. Araştırmacılar, 21 günlük olgunlaştırma sonunda çiğnenebilirlik değerinin ortalama 58 N'den 37 N'e düştüğünü bulmuşlardır. Bazı araştırmacılar, olgunlaştırma sırasında etlerin sertliğinin azalmasının/yumuşamasının büyük oranda miyofibriler proteinlerin proteolizindeki artıştan ve kas bütünlüğünün değişmesinden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir (Ruiz-Ramirez ve ark., 2006; Wang ve ark., 2018).

Sucuk

Sucuk vb. ürünler kıyılmış et ve yağın, tuzun, şekerin, çeşitli baharatların ve çok az miktardaki diğer katkı maddelerinin karıştırılıp, doğal ve yapay kılıflara doldurulup belli sıcaklıkta, nispi rutubette, hava cereyanında ve sürede olgunlaştırılması ile elde edilen fermente, kuru et ürünleridir (Gökalp ve ark., 2010). Bazı araştırmacılar, ürünün TPA değerleri üzerinde ürün formülasyonunun (özellikle kullanılan yağın sucuğun yapışkanlığını ve sertliğini önemli oranda etkilediğinin), artan mikrobiyolojik aktivitenin, starter kültür kullanımının, pH'nın proteinlerin izoelektrik pH (5.2-5.3) değerine düşmesinin ve protein yapısında meydana gelen degradasyonun, su kaybının, işleme aşamalarının ve depolama sıcaklığının ve süresinin etkili olabileceğini ifade etmişlerdir (Gimeno ve ark., 2000; Gök, 2006; Ergönül, 2009; Gökalp ve ark., 2010; Demirel ve Gurler, 2018).

Sucuğun dilimlenebilir bir kıvamda veya tekstürde olması gerekmektedir. Üreticiler, sucukların iyi bir tekstüre erişip erişmediğini parmakları arasında bastırarak, sıkarak veya keskin bir bıçak ile sert bir zemin üzerinde dilimleyerek belirlemektedirler. Ancak bu uygulamalar oldukça tecrübe gerektirmektedir. Bunun yanı sıra sucuğun tekstürü, tekstür analiz cihazları ile objektif olarak belirlenebilmektedir (Gökalp ve ark., 2010).

Demirel ve Gurler (2018) araştırmalarında TPA'da sertlik, kohesivlik ve anlık elastikiyet değerlerinin sucuk üretiminde kullanılan mikroorganizmalar (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus*

sake, *Lactobacillus curvatus* ve *Staphylococcus xylosus*) tarafından önemli derecede etkilendiğini belirlemişlerdir. Çalışmada üretimi yapılan sucuk gruplarının sertlik değerleri 2519 - 3391 g arasında tespit edilmiş ancak grupların yapışkanlık, elastikiyet ve çignenebilirlik değerlerinde önemli bir fark bulunmamıştır. En yüksek sertlik değeri kontrol grubu sucuklarında belirlenirken en yüksek kohesivlik ve anlık elastikiyet değerleri *L. plantarum*, *L. sake* ve *S. xylosus* ilave edilen sucuklarda belirlenmiştir. Bazı çalışmalarda, laktik asit bakterilerinin et hamurunu asitleştirerek kas proteinlerinin pıhtılaşmasına neden olduğunu ve işleme sırasında eksopolisakkaritler oluşturarak tekstürel değişikliklere katkıda bulunduğunu gösterilmiştir (Laranjo ve ark., 2017; Velasco ve ark., 2021).

Yapılan bir çalışmada sucuğa probiyotik karakter kazandırmak amacıyla *Lactobacillus casei* ve *Lactobacillus acidophilus* probiyotik kültürleri ayrı ayrı ve karışım olarak sucuk starter kültürüne ek olarak kullanılmış ve üç farklı grup hindi sucuğu üretilerek 8 ay boyunca 4±1 °C'de depolanmıştır. Araştırmacı, 0., 2. ve 4. aylarda sertlik değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık olmadığını ancak 6. ve 8. aylarda sertliğin önemli ölçüde arttığını belirlemiştir. Sucuk örneklerinin sertlik değerlerindeki bu artışın depolama sırasında nem kaybına bağlı olarak meydana gelen kuruma olduğunun düşünüldüğü ifade edilmiştir. Çignenebilirlik ve sakızimsılık değeri gıdanın sertliği ile yakından ilgili olan özelliklerdir. Çignenebilirlik değerindeki artışın tüketici tercihini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiş ve sakızimsılık değerlerindeki artışın sebebinin sertlik değerlerinde meydana gelen artışın yansıması olabileceği rapor edilmiştir (Ergönül, 2009).

Araştırmacılar, geleneksel olarak kuru fermente edilmiş Türk sucuklarından izole edilen maya kültürlerinin (*Candida zeylanoides* ve *Debaryomyces hansenii*) ürünün bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında maya kültürlerinin kullanımının, yapışkanlık değerlerini artırırken, sucukta sertlik, sakızimsılık ve çignenebilirlik değerlerini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Çalışmada, bu sonucun sucuk numunelerinin düşük pH değerinden ve daha fazla nem kaybından kaynaklanıyor olabileceği rapor edilmiştir (Ozturk ve ark. 2021). Bazı araştırmacılar mikrobiyal gelişmenin, olgunlaşma sırasında sosilerin pH seviyesini düşürerek sosinin kurummasına ve et proteinlerinin denatürasyon ve jelleşme özelliklerine yol açtığını ifade etmişlerdir. Bu durumun sucuğun sertlik değerini etkilediğini ve aynı zamanda sucukta daha düşük nem seviyesinin yapışkanlık değerini düşürerek ürünün kesme kabiliyetini geliştirdiğini tespit etmişlerdir (Bozkurt ve Bayram, 2006; Ozturk ve ark., 2021).

Gök (2006) biberiyeli, biberiye ekstraktlı ve α -tokoferollü Türk sucuklarının bazı kalite özelliklerini araştırdığı çalışmada sucuk örneklerinin sertlik değerlerinin fermantasyon ve kurutma sürecinin hemen sonunda 3.5 kg ile 3.7 kg arasında değişim gösterdiğini belirlemiş, sucuk örneklerinin sertlik değerlerinin soğuk koşullarda (10 °C) gerçekleştirilen depolama süresince (90 gün) giderek yükseldiğini belirlemiştir. 90 günün sonunda sucuk örneklerinin sertlik değerlerinin 12.8 kg ile 13.1 kg arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı, sucukların sertlik değerlerindeki bu artışın, depolama süresince meydana gelen nem kaybına bağlı olduğunu ifade etmiştir.

Yalınkılıç ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, farklı oranlarda portakal lifi (%0, %2 ve %4) ve yağ (%10, %15 ve %20; koyun kuyruk yağı) kullanılarak üretilen sucukların, olgunlaştırma süresince, tekstürel parametreleri incelenmiştir. Portakal lifi kullanımı tüm gruplarda sertlik, çignenebilirlik, sakızimsılık ve elastikiyet parametrelerini önemli seviyede etkilemiştir. Sertlik değeri portakal lifi kullanım oranı arttıkça artmış ve portakal lifli örneklerde 211 - 295 N aralığında bulunmuştur. Yağdaki artış sertlik değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etki göstermezken yapışkanlık, anlık elastikiyet, çignenebilirlik, sakızimsılık ve elastikiyet değerleri yağ seviyesinden etkilenmiştir. Araştırmada, olgunlaştırma süresi tüm tekstürel parametreler üzerinde en etkili faktör

olarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma süresince örneklerin sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde sürekli bir artış gözlenirken, en yüksek artış sertlikte tespit edilmiştir. Sertlik değeri olgunlaştırmanın 1. gününde 55 N iken 9. gününde 404 N'a yükselmiştir.

Pastırma

Kuru, kürlenmiş, geleneksel bir et ürünü olan pastırma üretimi süresince önemli fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Pastırmanın tekstürel özellikleri ve bileşimi kürlenme, kurutma, baskılama ve çemenleme işlemlerinden etkilenmektedir (Aksu ve ark., 2016). Kürlenme pastırmada görünüm, renk, tekstür, tat, aroma ve lezzet gibi özellikleri geliştirmek için uygulanan bir işlemdir (Erdemir ve Aksu, 2017). Kas yapısal proteinlerinin proteolizi, kuru kürlenme sırasında gelişen etin yumuşamasından/gevrekleşmesinden sorumlu olan ana biyokimyasal mekanizmadır. Esas olarak bu proseste yer alan enzimler proteazlar (katepsinler B, D, H ve L ve daha az ölçüde kalpainler) (Toldra ve ark., 1993) ve ekzopeptidazlardır (peptidazlar ve aminopeptidazlar) (Toldra ve Flores, 1998). Belli bir düzeyde yumuşaklık ve gevreklik kurutulmuş et ürünleri için istenen bir özelliktir ancak aşırı derecede meydana gelen proteoliz, tekstürü ve tüketici kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Pastırmada önemli bir özellik olan tekstürü değerlendirmek için başlıca sertlik, anlık elastikiyet ve çiğnenebilirlik parametreleri dikkate alınmaktadır. Birinci sınıf pastırmalar orta sertlikte, kolay çiğnenen ve ağızda kalıntı bırakmayan özellikteyken üçüncü sınıf pastırmalar ise çok sert ya da çok yumuşak olup güçlülükle çiğnenebilir özelliktedir (Tekinşen ve Doğruer, 2000; Ertaş ve Doğruer, 2010). TSE Pastırma Standardına (TS 1071) göre pastırma orta kıvamda olmalı, kolay kesilebilmeli, kesme sırasında bıçağa hafifçe direnç göstermeli, aşırı sert veya yumuşak olmamalıdır. Aynı standartta pastırmanın gevrekliği ise pastırma ağıza alındığında kolay çiğnenebilmeli, kolay yutulmalı ve ağızda artık bırakmamalıdır (Anonim, 2002).

Akköse ve ark. (2018) yürüttükleri çalışmalarında manda etinden sırt, bohça, kuşgözü, şekerpare ve kürek pastırma çeşitlerini üretmişlerdir. Araştırmada pastırma çeşidinin sertlik, çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve kohesivlik değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, elastikiyet değeri üzerinde ise önemli bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Daha hızlı bir kurumanın gerçekleştiği kuşgözü çeşidinin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin diğer pastırma çeşitlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacıların kuşgözü, sırt, bohça, kürek ve şekerpare pastırma çeşitlerinde belirledikleri ortalama sertlik değerleri sırasıyla 64 N, 38 N, 32 N, 28 N ve 29 N'dir.

Ruiz-Ramirez ve ark. (2006) geleneksel kuru kürlenmiş jambonların sertlik, yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinin daha yüksek proteoliz indeksine sahip jambonlarda, (özellikle en düşük nem içeriğinde) daha düşük sertlik ve daha yüksek kohesivlik ve elastikiyet gösterdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, proteoliz indeksini, kuru kürlenmiş jambon kaslarının su içeriği ve doku parametreleri (sertlik, yapışkanlık ve yaylanma) arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan parametre olarak ifade etmişlerdir.

Hastaoglu ve Vural (2018) tarafından yapılan çalışmada, aynı kürlenme karışımında iki farklı tuz (NaCl-KCl) ve iki farklı kürlenme tekniği (doğal ve kontrollü şartlarda) kullanarak üretilen pastırmalarda NaCl yerine daha yüksek oranda KCl kullanılmasının, duyusal analiz sonuçlarına göre, sertlik ve çiğnemeyi olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, kuru kürlenme tekniğinin tekstür parametrelerini etkilemediğini, hammaddede kohesivlik değerlerinin ortalama 0.2-0.4 arasında olduğunu ve ortalama kohesivlik değerlerinin hammaddeye göre son üründe arttığını, en düşük değerlerin ise sadece NaCl ile tuzlanan örneklerde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Sosis ve Salam

TS 980'de sosis, kasaplık büyükbaş ve küçükbaş hayvan gövde etlerinden hazırlanan sosis hamurunun uygun kılıflara doldurulması ve belli aralıklarla boğumlanarak dizi şekline sokulması, yöntemine göre dumanlanması ve haşlanması ile elde edilen et ürünü olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2016). TS 979'da salam ise büyükbaş ve küçükbaş hayvan gövde etlerinin veya bunların karışımlarının kemik, yağ, tendon, sinir ve kıkırdaklarından ayrılıp kıyıldıktan sonra, gerekli yardımcı maddelerin katılmasıyla hazırlanan et hamurunun, kılıflara doldurulması ve tiplerine uygun tarzda dumanlanıp, suda pişirilmesiyle yapılan et mamulü olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2017).

Girard ve ark. (1990) tarafından yürütülen bir araştırmada sosislerin tekstürünün hamurun yapısına bağlı olduğu ve sosis yapımı sırasında sosisin içindeki havanın mevcudiyetinin, yayılmasının ve hamurun karıştırılması sırasında oluşan ısının tekstürü etkilediği belirtmiştir (Ertaş ve Doğruer, 2010). Araştırmacılar tuzun (NaCl) frankfurter tipi sosislerin sululuğunu, anlık elastikiyetini, sertliğini ve kohesivliği etkilediğini ifade etmişlerdir (Girard ve ark., 1990).

Li (2006) tarafından yapılan bir çalışmada derisi alınmış, kemikleri çıkarılmış tavuk etinden ekstrakte edilen miyofibriler proteinler (MP) ve standart tuz çözeltisi ile %6 MP'li tuzlu çözelti elde edilmiştir. Bu çözelti ve MP içermeyen tuzlu su, yerel bir işletmeden alınan tavukgöğüslerine ve domuz jambonlarına ağırlıklarının %20'sine kadar enjekte edilmiştir. 60 °C'de 1 saat torbalar içerisinde su banyosunda pişirilen örnekler, pişirme kaybı ve tekstürel özellikler bakımından değerlendirilmiştir. %6 MP içeren tavukgöğüslerin MP olmayanlardan daha yüksek ($P<0.05$) sertlik ve sakızimsılığa sahip olduğu, %6 MP'li domuz jambonlarının ise MP olmayanlara göre daha yüksek ($P<0.05$) sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bertola ve ark. (1994) başlıca proteinleri aktin ve miyosin olmakla birlikte birkaç proteinden oluşan miyofibriler proteinlerin etin toplam protein içeriğinin %60'ını oluşturduğunu ve ısıl işlem ile denature edilen miyofibriler proteinler ve etin tekstürel özellikleri arasında ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, artan aktin denaturasyonunun etin sertliğini artırdığını belirtmişlerdir.

Yuste ve ark. (1999) çalışmalarında sırasıyla %100, 75, 50, 25 ile %0 mekanik olarak ayrılmış kümes hayvanı eti ve %0, 25, 50, 75 ile %100 kıyılmış domuz eti içeren beş çeşit sosis üretmişlerdir. Sosislere 30 dakika süreyle 50, 60, 70 ve 75 °C'de 500 MPa basınç uygulanmış veya 75 °C'de 30 dakika boyunca pişirilmişlerdir. Basınç ile muamele edilen sosislerin daha esnek ve sert fakat daha kohesiv bir yapıya sahip olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, yüksek basıncın mekanik olarak geri kazanılmış kümes hayvanı eti ile üretilen pişmiş sosislere kabul edilebilir bir tekstür kazandırabileceğini bildirmişlerdir.

Bhuyan ve ark. (2018) tarafından yapılan araştırmada geleneksel dumanlama ve sıvı duman ile muamele edilmiş domuz sosislerinin besleyicilik, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Kontrol sosislerin sertlik, kırılgenlik, çiğnenebilirlik, kohesivlik, elastikiyet ve anlık elastikiyet değerleri sırasıyla ortalama 2.8 N/cm², 8.5 N, 0.9 N cm⁻¹, 0.5, 0.6 cm ve 0.2 cm olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar, farklı tütsüleme muamelelerinin sosislerin TPA değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Akşit (2018) çalışmasında 3 farklı (ayva, greyfurt ve domates) posayı 4 farklı oranda (%0.5, %1, %2 ve %3) kullanarak piliç eti ile su içinde yağ emülsiyonları oluşturmuştur. Araştırmacı pişmiş emülsiyonların sertlik değerlerinin çiğ emülsiyonların sertlik değerlerinden yüksek olduğunu bulmuştur. Araştırmada, çiğ emülsiyonların sertlik değerinin 150-247 g arasında ve pişmiş emülsiyonların sertlik değerinin 241-519 g arasında olduğu belirlenmiştir.

Sisik ve ark. (2012) yaptıkları bir araştırmada koyun kuyruğu yağının yerine mısır yağı kullanarak ve farklı seviyelerde brokoli ilave ederek ürettikleri bologna tipi sosisleri 4 °C'de 90 gün

depolanmışlardır. %100 koyun kuyruğu yağı ile üretilen sosislerin sertlik değerleri ortalama 62 N olarak belirlenirken mısır yağı ile üretilen sosislerin ortalama sertlik değerleri 58 N olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar, sakızimsılık ve çignenebilirlik değerlerinin koyun kuyruğu yağlı örneklerde daha yüksekken kohesivlik ve elastikiyet değerlerinin mısır yağlı sosislerde daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. %0, %5 ve %10 oranlarında brokoli kullanılarak üretilen sosislerin sertlik değerleri ise sırasıyla 63 N, 61 N ve 56 N olarak tespit edilmiştir. Brokoli ilaveli sosislerin en yüksek sakızimsılık ve çignenebilirlik değerleri %0 brokolili grupta belirlenmiş ve brokoli ilavesinin kohesivlik ve elastikiyet değerlerini etkilemediği bildirilmiştir. Depolama süresince sosislerin sertlik değerlerinin genellikle arttığı ve depolama süresinin sakızimsılık ve çignenebilirlik değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Depolama süresinin kohesivlik ve elastikiyet değerleri üzerindeki etkisinin ise istatistiksel olarak önemli olduğu rapor edilmiştir.

Araştırmacılar, sığır yağının yerine farklı oranlarda soğuk pres kabak çekirdeği yağı kullanarak ürettikleri bologna tipi sosislerin sertlik, yapışkanlık ve çignenebilirlik değerlerinin önemli ölçüde azaldığını, kohesivlik ve anlık elastikiyet değerlerinin ise arttığını tespit etmişlerdir. Araştırmada tespit edilen düşük sertlik değerlerinin kabak çekirdeği yağında bulunan tekli doymamış yağ asidi ile hayvansal yağ dokusunun daha sert ve katı bir yapıya sahip olmasından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Uzlaşır ve ark., 2020).

Kavurma

Kavurma: Büyükbaş veya küçükbaş veya kanatlı hayvan karkas etlerinin kemiksiz olarak, boyutları 7 cm'yi geçmeyen parçalar halinde doğandıktan sonra belirli oranlarda tuz ve etin elde edildiği hayvan türüne ait iç yağları ile birlikte pişirilmesiyle hazırlanan ısı işlem uygulanmış et ürünüdür (Anonim, 2018).

Et ürünlerinin tekstürünü iyileştirmek için tuz, fosfatlar ve/veya alkali ve/veya hidrokolloidler (zamklar, dekstroz ve/veya karagenanlar) kullanılmaktadır (Ranken, 2000; Long, 2012). Çeşitli araştırmalarda, aşırı pişirmenin ve su kaybının etin sertleşmesine neden olduğu rapor edilmiştir (Yuste ve ark., 1999; Ertaş ve Doğruer, 2010; Chang ve ark., 2011).

Ozcan ve Bozkurt (2015) tarafından yapılan bir araştırmada atmosferik basınçta, basınçlı ortamda ve mikrodalgada pişirme yöntemlerinin ve farklı pişirme sürelerinin (10-50 dakika arasında) kavurma üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmada, atmosferik basınçta ve basınçlı ortamda pişirme yöntemlerinin kullanıldığı kavurmaların, mikrodalga ile pişirme yöntemiyle elde edilen kavurmaya göre daha fazla arzu edilen kalite özelliklerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Mikrodalga ile pişirilmiş kavurmaların sertlik ve çigneme değerlerinin atmosferik basınçta ve basınçlı ortamda pişirilmiş kavurmalarınkinden anlamlı derecede farklı olduğu bulunmuştur. Sertlik ve çignenebilirlik değerlerinin atmosferik basınçta ve mikrodalga ile pişirilen örneklerde pişirme süresince arttığı tespit edilmiştir. Mikrodalga ile pişirilen kavurmanın daha düşük nem içeriğine sahip olmasının yemeye hazır kavurmanın daha sert olmasına neden olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, pişirme süresinin basınçlı pişirme yönteminde kavurmaların sertlik ve çignenebilirlik değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

SONUÇ

Etin kalitesini etkileyen ana reaksiyonlar glikojen yıkımı, rigor-mortis, glikoliz, proteoliz, oksidasyon ve lipoliz olmakla birlikte etin tüketim kalitesini ve tüketici tercihi etkileyen en önemli özellikleri arasında tekstürel yapı, çignenebilirlik, yumuşaklık, sululuk, aroma, lezzet ve renk sayılmaktadır. Et ve et ürünlerinin tekstürel (dokusal) özellikleri yukarıda detaylıca açıklandığı üzere

ürün çeşidine, kullanılan formülasyona, ürünün fizikokimyasal özelliklerine, mikrobiyal floraya, uygulanan işlemlere ve sürelerine, ilave edilen maddelere ve oranlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Gıdalarda tekstürel özellikler, duyuşal ve objektif (aletsel) değerdendirmeler olmak üzere iki şekilde belirlenebilmektedir. Çok sayıda aletsel tekstür ölçüm testi olmasına rağmen, ağızda çiğneme işlemini taklit eden ve gıdanın tüketim kalitesini belirlemede oldukça etkili olan sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kırılğanlık, kohesivlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik gibi parametreleri veren TPA testi oldukça önemli bir yere sahiptir.

Sonuç olarak söyleyebiliriz ki et ürünlerinde formülasyon optimizasyonu, ürün geliştirme, ürünlerde kalitatif özelliklerin iyileştirilmesi ve proseslerde işlem şartlarının ürün kalitesine etkisini belirlemede TPA kullanımı büyük önem arz etmektedir. Tekstür analizlerinden biri olan TPA'nın önemi tüketicinin algılayacağı duyuşal özellikleri objektif olarak belirlemede ve değerdendirmede öne çıkmaktadır. Ayrıca duyuşal testlere göre bütün dünyada kıyaslanabilir daha sağlıklı bilimsel veriler elde edilebilmektedir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları arasında herhangi bir çıkar çatışması olmadığı beyan olunur.

Yazar Katkısı

Yazarlarım makaleye eşit oranda katkı sağladığı beyan olunur.

KAYNAKLAR

- Akköse A, Kaban G, Karaoğlu M, Kaya M, 2018. Characteristics of Pastırma Types Produced From Water Buffalo Meat. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24: 179-185.
- Aksu MI, Erdemir E, Cakici N, 2016. Changes in The Physico-Chemical and Microbial Quality During The Production of Pastırma Cured with Different Levels of Sodium Nitrite. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36: 617-625.
- Akşit Z, 2018. Gıda Atıklarından Elde Edilen Bazı Bitkisel Posaların Emülsiyon Özellikleri Ve Sosis Üretiminde Kullanımı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Anonim, 2002. Et ve Et Ürünleri-Pastırma Standardı, TS 1071. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2016. Sosis, TS 980. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2017. Salam, TS 979. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2018. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2021. http://www.horninstr.com.tw/eng_2/texture_analyzer/eq_design_0_3_e.html (Son Erişim Tarihi: 02.04.2021).
- Barbut S, 2015. Evaluating Texture and Sensory Attributes. *The Science of Poultry and Meat Processing*. Universty of Guelph, PhD Thesis (Printed).
- Bekhit AEA, Carne A, Ha M, Franks P, 2014. Physical Interventions to Manipulate Texture and Tenderness of Fresh Meat: A Review. *International Journal of Food Properties*, 17: 433-453.
- Bellido GG, Hatcher DW, 2009. Asian Noodles: Revisiting Peleg's Analysis for Presenting Stress Relaxation Data in Soft Solid Foods. *Journal of Food Engineering*, 92: 29-36.
- Bertola NC, Bevilacqua AE, Zaritzky NE, 1994. Heat Treatment Effect on Texture Changes and Thermal Denaturation of Proteins in Beef Muscle. *Journal of Food Processing and Preservation* 18 (1): 31-46.
- Bozkurt H, Bayram M, 2006. Colour and Textural Attributes of Sucuk During Ripening. *Meat Science*, 73: 344-350.
- Bhuyan D, Das A, Laskar SK, Bora DP, Tamuli S, Hazarika M, 2018. Effect of different Smoking Methods on The Quality of Pork Sausages. *Veterinary World*, 11: 1712-1719.

- Bourne MC, 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press, 525 B Street, Suite 1900, San Diego, California 92101-4495, USA.
- Chang HJ, Wang QA, Xu XL, Li, CB, Huang M, Zhou GH, Dai Y, 2011. Effect of Heat-Induced Changes of Connective Tissue and Collagen on Meat Texture Properties of Beef Semitendinosus Muscle. *International Journal of Food Properties*, 14: 381-396.
- Chu J, 2014. Effect of Cultivar and Growth Region on The Mechanical and Biochemical Properties of Canned Baked Beans. The University of Leeds, Leeds, West Yorkshire, England.
- Conroy PM, O'Sullivan MG, Hamill RM, Kerry, JP, 2017. Sensory Capability of Young, Middle-Aged and Elderly Irish Assessors to Identify Beef Steaks of Varying Texture. *Meat Science*, 132: 125-130.
- Del Nobile MA., Chillo S, Mentana A, Baiano A, 2007. Use of The Generalized Maxwell Model for Describing The Stress Relaxation Behavior of Solid-Like Foods. *Journal of Food Engineering* 78: 978-983.
- Demirel YN, Gurler Z 2018. The Effect of Natural Microbiota on Colour, Texture and Sensory Properties of Sucuk During The Production. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 65: 137-143.
- Epstein J, Morris CF, Huber KC, 2002. Instrumental Texture of White Salted Noodles Prepared From Recombinant Inbred Lines of Wheat Differing in The Three Granule Bound Starch Synthase (Waxy) Genes. *Journal of Cereal Science*, 35: 51-63.
- Erdemir E, Aksu, MI, 2017. Changes In The Composition Of Free Amino Acid During Production Of Pastirma Cured With Different Levels of Sodium Nitrite. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41.
- Ergönül B, 2009. Farklı Probiyotik Kültürler Kullanılarak Hindi Sucuğu Üretimi ve Kalite Üzerine Etkileri, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Basılmış).
- Ertaş N, Doğruer Y 2010. Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi*, 7: 35-42.
- Gimeno O, Ansorena D, Astiasaran I, and Bello J, 2000. Characterization of Chorizo De Pamplona: Instrumental Measurements of Colour and Texture. *Food Chemistry*, 69: 195-200.
- Girard JP, Culioli J, Maillard T, Denoyer C, Touraille C, 1990. Influence of Technological Parameters on The Structure of The Batter and The Texture of Frankfurter Type Sausages. *Meat Science*, 27: 13-28.
- Gök V, 2006. Antioksidan Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmış).
- Gökalg HY, Kaya M, Zorba Ö, 2010. Et ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 786, Erzurum-Türkiye.
- Hastaoglu E, Vural H, 2018. New Approaches to Production of Turkish-type Dry-cured Meat Product "Pastirma": Salt Reduction and Different Drying Techniques. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38: 224-239.
- Kong FB, Tang J, Lin MS, Rasco B, 2008. Thermal effects on Chicken and Salmon Muscles: Tenderness, Cook Loss, Area Shrinkage, Collagen Solubility and Microstructure. *Lwt-Food Science and Technology*, 41: 1210-1222.
- Li CT, 2006. Myofibrillar Protein Extracts From Spent Hen Meat to Improve Whole Muscle Processed Meats. *Meat Science*, 72: 581-583.
- Long NHBS, 2012. The Effects of Selected Phosphate Salts and Hydrocolloids on The Textural Properties of Meat Products, Tomas Bata University in Zlín.
- Laranjo M, Elias M, Fraqueza MJ, 2017. The Use of Starter Cultures in Traditional Meat Products. *Journal of Food Quality*, 2017, 1-18.
- Mittal GS, Nadulski R, Barbut S, Neg SC, 1992. Textural Profile Analysis Test Conditions for Meat-Products. *Food Research International*, 25: 411-417.
- Muchenje V, Dzama K, Chimonyo M, Strydom, PE., Hugo A, Raats JG, 2009. Some Biochemical Aspects Pertaining to Beef Eating Quality and Consumer Health: A Review. *Food Chemistry*, 112: 279-289.
- Ozcan AU, Bozkurt H, 2015. Physical and Chemical Attributes of a Ready-to-Eat Meat Product during The Processing: Effects of Different Cooking Methods. *International Journal of Food Properties*, 18: 2422-2432.

- Ozturk I, Sagdic O, Yetim H, 2021. Effects of Autochthonous Yeast Cultures on Some Quality Characteristics of Traditional Turkish Fermented Sausage “Sucuk”. *Food Science of Animal Resources*, 41 (2): 196-213.
- Ranken MD 2000. *Handbook of Meat Product Technology*, Oxford, UK: Blackwell Science Ltd.
- Ruiz-Ramirez J, Arnau J, Serra X, Gou P, 2006. Effect of pH₂₄, NaCl Content and Proteolysis Index on The Relationship Between Water Content and Texture Parameters in Biceps Femoris and Semimembranosus Muscles in Dry-Cured Ham. *Meat Science*, 72: 185–194.
- Sisik S, Kaban G, Karaoglu MM, Kaya M, 2012. Effects of Corn Oil and Broccoli on Instrumental Texture and Color Properties of Bologna-Type Sausage. *International Journal of Food Properties*, 15: 1161-1169.
- Szczesniak AS, 1996. Texture Profile Analysis - Methodology Interpretation Clarified (Reprinted from *Journal of Food Science*, vol 60 pg vii, 1995). *Journal of Texture Studies*, 27: R6-R7.
- Tabilo G, Flores M, Fiszman SM, Toldra F, 1999. Postmortem Meat Quality and Sex Affect Textural Properties and Protein Breakdown of Dry-Cured Ham. *Meat Science*, 51: 255-260.
- Tekinşen OC, ve Doğruer Y, 2000. Her Yönüyle Pastırma. Selçuk Üniversitesi Yayın Ünitesi, Konya.
- Toldra F, Flores M, 1998. The Role of Muscle Proteases and Lipases in Flavor Development During The Processing of Dry-Cured Ham. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38: 331-352.
- Toldra F, Rico E, Flores J, 1993. Cathepsin-B, Cathepsin-D, Cathepsin-H and Cathepsin-L Activities in The Processing of Dry-Cured Ham. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 62: 157-161.
- Uzlaşır T, Aktaş N, Gerçekaslan E, 2020. Pumpkin Seed Oil as a Partial Animal Fat Replacer in Bologna-type Sausages. *Food Science of Animal Resources*, 40 (4): 551-562.
- Velasco L, Weiss J, Loeffler M, 2021. Influence of Microbial in-situ Heteropolysaccharide Production on Textural Properties of Raw Fermented Sausages (Salami). *Journal of Food Science and Technology*, 58: 562-570.
- 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.
- Wilkinson C, Dijksterhuis GB, Minekus M, 2000. From Food Structure to Texture. *Trends in Food Science & Technology*, 11: 442-450.
- Yalınkılıç, B, Karaoğlu MM, Oğraş ŞŞ, Kaban G, Kaya M, 2016. Textural Properties of Fat - Reduced Sucuk with Orange Fiber. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22: 431-435.
- Yuste J, Mor-Mur M, Capellas M, Guamis B, Pla R, 1999. Mechanically Recovered Poultry Meat Sausages Manufactured with High Hydrostatic Pressure. *Poultry Science*, 78: 914-921.