



ET ÜRÜNLERİNDE TUZUN FONKSİYONLARI, TUZ AZALTIMASI AMACIYLA KULLANILAN İKAME KATKILAR ve ETKİLERİ

Gülen Yıldız Turp*, Ayşegül Atalı

Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

Geliş / Received: 12.05.2021; Kabul / Accepted: 12.08.2021; Online baskı / Published online: 20.09.2021

Yıldız Turp, G., Atalı, A. (2021). Et ürünlerinde tuzun fonksiyonları, tuz azaltılması amacıyla kullanılan ikame katkıları ve etkileri. *GIDA* (2021) 46 (5) 1256-1269 doi: 10.15237/gida.GD21091

Yıldız Turp, G., Atalı, A. (2021) The functions of salt, substitute additives used for salt reduction and their effects in meat products. GIDA (2021) 46 (5) 1256-1269 doi: 10.15237/gida.GD21091

ÖZ

Et ürünlerinde kullanılan tuz, su tutma kapasitesini geliştirilmesi, etin yumuşaklığını sağlaması, mikrobiyel koruyucu etki göstermesi, uçucu bileşiklerin etkinliğini artırması, renk pigmentinin gelişiminde rolü olması, lezzete katkısı sebebiyle önemlidir. Ancak yüksek miktarda tuz tüketimi birçok hastalığa neden olmaktadır. Tüketici bilincinin artması ve devlet otoritelerinin sağlık ile ilgili yaklaşımları gıda endüstrisinde tuz kullanımının azaltılmasına yönelik araştırmaların artmasına neden olmaktadır. Et ürünlerinde tuz kullanımını azaltmaya yönelik çalışmaların başında; ürün formülasyonlarında tuza alternatif olabilecek katkıların, örneğin klorür tuzları, laktatlar, fosfatlar, polisakaritler, deniz yosunları, lezzet artırıcılar, aminoasitler ve nükleotidler, süt mineralleri karışımlarının geliştirilmesi gelmektedir. Bu çalışmalarda temel amaç, tuzun sağladığı özellikleri üründe koruyacak katkıları geliştirerek sodyum tüketimini azaltmaktır. Bu çalışmada, et ürünlerinde tuz ikamesi olarak kullanılan katkıları ve bu katkıların ürün özellikleri üzerine etkileri derlenerek sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Et, et ürünleri, tuz, katkı maddeleri, sağlık

THE FUNCTIONS OF SALT, SUBSTITUTE ADDITIVES USED FOR SALT REDUCTION AND THEIR EFFECTS IN MEAT PRODUCTS

ABSTRACT

The use of salt in meat products is important, because salt increases the water retention capacity, provides tenderness of meat, has a microbial protective effect and contributes to taste. However, high consumption of salt causes many diseases. Increasing consumer awareness and health policies of state authorities lead to increase researches on reducing salt use in the food industry. The primary studies to reduce the use of salt in the meat industry have a content of the addition of additives such as chloride salts, lactates, phosphates, polysaccharides, seaweeds, flavor enhancers, amino acids and nucleotides, milk minerals mixtures that may be an alternative to salt in product formulations. The purpose of using salt substitute is to reduce sodium consumption by developing additives that will keep salt providing quality characteristics. This review includes the additives used in the meat products as salt substitutes and their effects on product properties.

Keywords: Meat, meat products, salt, additives, health

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ gulen.yildiz.turp@ege.edu.tr

☎ (+90) 232 311 3038

☎ (+90) 232 311 4831

Gülen Yıldız Turp; ORCID no: 0000-0002-9318-3349

Ayşegül Atalı; ORCID no: 0000-0002-6563-3090

GİRİŞ

Sodyum; hücre zarını koruyan, ince bağırsakta besinlerin emiliminde rol oynayan, asit-baz dengesini sağlayan, hücrenin dışındaki sıvının hacmini düzenleyen, kan basıncı hacmini etkileyen ve dengeli alımı önemli olan bir mineraldir (WHO, 2020). Sodyum klorür (NaCl), yaklaşık olarak %40 sodyum ve %60 klorürden oluşmaktadır. İnsan vücudundaki sodyumun %90'ından fazlası diyetdeki yenilebilir tuzdan gelmektedir. Halk arasında "tuz" denildiğinde büyük çoğunlukla "sodyum klorür tuzu" ifade edilmektedir (Kamenik vd., 2017; Pretorius ve Schönfeldt, 2018; European Commission, 2020). 1 g sodyum klorür, 393.4 mg sodyum'a eşittir (Bistola vd., 2020).

Tuz, gıdalara lezzet vermesinin yanı sıra gıdaların raf ömrü süresince ürün güvenliğini koruması ve yapısal özelliklerini iyileştirmesi sebebiyle üretim proseslerinde ve tüketim tercihlerinde önemli bir yere sahiptir (Inguglia vd., 2017). Ancak aşırı tuz tüketimi; kalp-damar hastalıkları, böbrek hastalıkları ve tansiyon bozuklukları başta olmak üzere felç, diyabet, osteoporoz, mide kanseri, obezite, multiple skleroz (MS), katarakt gibi birçok rahatsızlığa neden olmaktadır (Desmond, 2006; Mora-Gallego vd., 2016; Öztürk ve Garipağaoğlu, 2018; Pandian vd., 2018; Cappuccio vd., 2019).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yetişkinler için günde <5 g tuz (yaklaşık <2 g sodyum) tüketilmesini önermektedir (WHO, 2012). Küresel tuz tüketimi önerilen seviyeye düşürülürse, her yıl yaklaşık 2,5 milyon ölümün önlenebileceği açıklanmıştır (WHO, 2020). Ancak küresel ortalamanın önerilen tuz tüketiminden çok yüksek olduğu ve ortalama 9-12 g/gün olduğu belirtilmektedir (He ve Macgregor, 2012; Erkoyun vd., 2016). Dünyada en yüksek tuz tüketimi Orta Asya'da (13.775 g/gün) görülmektedir (Powles, 2013). Avrupa'da kişi başına yılda en fazla sodyum alımına sahip ülkeler, Çek Cumhuriyeti başta olmak üzere Doğu ve Orta Avrupa ülkeleridir. Almanya, Kıbrıs, Bulgaristan ve Letonya günlük en düşük tuz tüketimine sahip ülkeler arasında yer almaktadır (Kloss vd., 2015).

Türkiye'de tuz tüketiminin önerilenin üç katı olması Sağlık Bakanlığı'nı harekete geçirmiş ve "Türkiye Aşırı Tuz Tüketiminin Azaltılması Programı"nın başlamasına neden olmuştur. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın da desteklediği bu program kapsamında, öncelikle ekmeklerin tuzu azaltılmıştır. Sonra peynir, salça, et ürünleri gibi işlenmiş gıdaların tuzunun azaltılması, toplu beslenme yapılan yerlerdeki menülerde tuz oranının düşürülmesi, masalardan tuzluğun uzaklaştırılması gibi önlemler alınmıştır ve alınmaya devam etmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2016). Ülkemizde Türkiye Hipertansiyon ve Böbrek Hastalıkları Derneği tarafından yapılan ve Türk Toplumunda Tuz Tüketimi Çalışması "SALTürk" adı verilen çalışmada, 2008 yılında ortalama 18 g/gün olan tuz tüketimi, yapılan yasal düzenlemeler ve bilinçlendirme faaliyetleri sayesinde 2012 yılında 15 g/gün'e düşmüştür (Öztürk ve Garipağaoğlu, 2018).

Türkiye'de ve dünyada tüketici bilincinin artması ve devlet otoritelerinin sağlık politikaları, gıda endüstrisinde tuz kullanımının azaltılmasına yönelik düzenlemelerin ve araştırmaların artmasını sağlamakla birlikte tuz tüketiminde istenilen seviyeye ulaşamadığı görülmektedir. Günümüzde yetişkin insanların tükettikleri günlük ortalama tuz seviyesi tavsiye edilen miktarın çok üstündedir (Conroy vd., 2019). WHO üye devletlerinin, önerilen <5 g/gün tuz tüketimi hedefine ulaşma yolunda 2025 yılına kadar tuz tüketimlerini %30 azaltma kararları bulunmaktadır (Chestnov, 2013).

Az miktarda tuz içeren taze gıdalar (et, sebze ve meyve gibi) işlem gördüğünde tuz seviyesi önemli oranda artmaktadır (Inguglia vd., 2017; USDA, 2018). Endüstriyel olarak işlenmiş gıda maddeleri, gelişmiş ülkelerde tuz alımının yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır. Sodyum alımına en fazla katkıda bulunan gıdalar; işlenmiş etler (%18), ekmek ve unlu mamuller (%13), süt ürünleri (%12) ve soslardır (%11) (Aaslyng, Vestergaard ve Koch, 2014; Kamenik vd., 2017).

Bilimsel çalışmalar ışığında tüketiciler ve et endüstrisi daha az sodyum içeren daha sağlıklı bir diyetin yararları hakkında bilinçlenirken, az tuzlu

et ürünlerine olan talep birçok ülkede artmaktadır. İşlenmiş et ürünlerinde tuz azaltma çalışmaları 1980'lerde başlamıştır. Ancak et ürünlerinde tuz azaltma, gıda endüstrisi için büyük zorluktur. Tuz, ürüne lezzet vermesinin yanı sıra ürün güvenliğini ve raf ömrünü korumaya yardımcı olmaktadır ve et proteinlerinin yapısını etkileyerek işlenmiş et ürünlerinin istenilen özelliklerde üretilmesi üzerinde etkisi bulunmaktadır (Bingöl ve Bostan, 2012; Inguglia vd., 2017; Conroy vd., 2019).

Et endüstrisinde tuz kullanımını azaltmaya yönelik çalışmaların başında; tuza benzer kalite sağlama rolünü gerçekleştirebilecek alternatif katkıların et ürünlerinin tuzluluk lezzetini etkilemeden ürün formülasyonlarına ilavesi gelmektedir. Tuz ikamesi katkı maddelerinin kullanımı ile tuz tüketiminde yaklaşık %30-50 oranında azalma öngörülmektedir (CTAC, 2009).

Bu çalışmada; tuzun et ve et ürünleri üzerindeki fonksiyonları ve et ürünlerinde tuzun kullanımını azaltmak amacıyla ilave edilen katkı maddeleri ve bu katkı maddelerinin et ve et ürünlerine etkileri derlenmiştir.

TUZUN ET ÜRÜNLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Et ve et ürünleri, yüksek protein değeri, esansiyel amino asitleri, esansiyel yağ asitleri, B-kompleks vitaminleri, demir ve çinko gibi mineralleri bulundurmasından dolayı insan beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir (Riberio vd., 2019). Ancak işlenmiş etler, diyetimizde başlıca tuz kaynaklarından biridir. Et ürünlerinin muhafazasında antik çağlardan beri kullanılmakta olan tuz, aynı zamanda modern et endüstrisinde de en çok kullanılan katkı maddelerinden biridir.

Tuz, antibakteriyel bir bileşiktir. Tuzun mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etkisi, et ürünlerine uygulanan diğer antimikrobiyel bileşenler ve işlemlerle desteklenmektedir (Gökalp vd., 2012). Tuzun su aktivitesini düşürmesi ve mikroorganizmalar üzerine etkili olan ozmotik basınç oluşturan iyonlarının varlığı işlenmiş etlerin raf ömrünü arttırmaktadır (Weiss vd., 2010). Tuz aynı zamanda kas dokusundaki

oksijenin çözünürlüğünü azaltarak ve bakteriyel proteolitik enzimlerin aktivitesini limitleyerek de bakteri çoğalmasını engelleyebilmektedir. Tuzun, bakteriler üzerinde yüksek toksik etkisi olmasına rağmen maya ve küflere karşı etkisi sınırlıdır (Gökalp vd., 2012).

Tuz, et ürünlerine karakteristik lezzetini veren önemli bir bileşendir. Bu kapsamda tuzun işlenmiş et ürünlerinin tipik lezzetini arttırdığı belirlenmiştir (Weiss vd., 2010). Et ürünlerinde algılanan tuzluluğun sebebi Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarından kaynaklanmaktadır. Lezzet yoğunluğu, et ürünlerinde tuzun konsantrasyonuna bağlıdır. Et ürünlerini işleme sırasında tuz, proteoliz ve lipolizi etkileyerek lezzete katkısını arttırmaktadır. Sodyum klorür oranının değiştirilmesi, gıda matrisinin yapısını değiştirmektedir. Bu durum gıda matrisinin uçucu ve uçucu olmayan bileşenlerini ve aralarındaki fizikokimyasal etkileşimler yoluyla lezzet bileşiklerinin salınım kinetiğini etkilemektedir (Taylor vd., 2018; Flores, 2018; Thomas-Dangui vd., 2019; Campo vd., 2020).

Tuzun et ürünlerinde %1.5-2.5 arasında bulunması, myosin proteinini çözündürerek et ürünlerinin su tutma kapasitesinde ve etin yumuşaklığı gibi dokusal özelliklerinin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Guo vd., 2020). Tuz, etin gevrekliğini su tutma kapasitesinde artış sağlayarak ve jelatinizasyonla arttırmaktadır (Zheng vd., 2019). Tuz eklendiğinde ve proteinler çözündüğünde, et hamurlarının viskozitesi artar, proteinler protein ağını oluşturmak üzere bir interaksiyona girerler, böylece stabil bir emülsiyon oluşur (Desmond, 2006; Weiss vd., 2010). Düşük tuzlu et ürünleri ile ilgili temel problem, esas olarak düşük iyonik mukavemet altında myofibriler proteinin düşük çözünürlüğü nedeniyle pişme verimi, sululuk ve dokunun bozulmasıdır (Tamm, 2016; Akgün vd., 2018; Guo vd., 2020).

Et ürünlerinin rengi, renk pigmentleri ile kürlenme maddelerinin reaksiyonuna bağlıdır. Sodyum klorür tuzunun, et ürünlerinde meydana gelen renk pigmentinin gelişiminde rolü bulunmaktadır. Klorür iyonunun, kürlenmiş etlerde nitrinden nitrik

oksit oluşum oranını artırarak kürlenmiş renk oluşumunu hızlandırdığı bildirilmiştir (Tarte, 2009; Pinna vd., 2020).

Et ve et ürünlerindeki suyun değişimi ve yayılımı, ürünün görünüm, gevreklik, sertlik, sululuk gibi kalite özellikleri ve mikrobiyolojik stabilitesinde önemli bir etkiye sahiptir. Su molekülü kılcıl damarlar ile myofibriller arasındaki boşlukta tutulmakta ve bu boşluktaki artma veya azalma su tutma kapasitesini belirlemektedir. Tuz, pH değişimini sağlamakta ve proteinlerin çözünmesi gerçekleşmektedir. pH değeri, tuzlu ve kuru et ürünlerinde su kaybı ve su tutma kapasiteleriyle ilişkilendirilmektedir. Tuz ilavesi, etin su aktivitesini ve pH değerini düşürmekte, mikrobiyel koruyucu etki oluşmaktadır (Inguglia vd., 2017; Vidal vd., 2019).

Sodyum klorürün pro-oksidant aktivitesi; hücre membranı bütünlüğüne zarar vererek okside ajanların lipid substratlarına ulaşmasını kolaylaştırması, hem proteinleri gibi demir içeren moleküllerden demir iyonlarının serbest kalması, antioksidan enzimlerin aktivitelerinin engellenmesi nedeniyledir (Mariutti ve Bragagnolo, 2017).

Yapılan bir çalışmada, kavurma üretiminde farklı oranlarda kullanılan tuzun, depolama süresince üründe kalite ve besin değeri kaybına neden olan furozin ve ileri glikasyon ürünlerinden biri olan Ne-karboksimetil-lisin oluşumu üzerine etkileri incelenmiştir. Üründe %1.5 ve %2 oranlarında tuzun, %1 tuz kullanımına göre daha yüksek furozin içeriğine neden olduğu, bunun yanında farklı tuz oranlarının Ne-karboksimetil-lisin oluşumu üzerinde önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir (Bayrak vd., 2021). Farklı pastırma tiplerinde iki farklı tuz oranı (%3 ve %5) kullanımının ürün yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, %5 tuz içerikli örneğin, %3 tuz içerikli örneğe kıyasla daha yüksek oleik asit oranına sahip olduğu, bunun yanında palmitik, stearik, oleik ve linoleik yağ asitleri üzerinde pastırma çeşidi x tuz oranı interaksiyonunun önemli olmadığı belirlenmiştir (Kabil vd., 2020).

ET ÜRÜNLERİNDE TUZA İKAME OLARAK KULLANILAN KATKI MADDELERİ

Klorür Tuzlarının Kullanımı

Sodyum klorürün (NaCl) et ürünlerinde kullanımının azaltılması amacıyla sodyumun, kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi klorür tuzlarıyla değiştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Ancak klorür tuzları, et ürünlerinin lezzeti üzerine olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Klorür tuzlarının bu etkilerini azaltmak amacıyla lezzeti geliştirecek katkılar ile birlikte kullanımları üzerine çalışmalar yürütülmektedir (Inguglia vd., 2017).

Mineral tuzlarının, özellikle istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini kontrol etmede etkili olduğu belirtilmiştir (Mitchell, 2019). Et proteinlerinin jelleşmesi sırasında iki değerlikli katyonların (kalsiyum ve magnezyum) ve tek değerlikli katyonun (potasyum) et proteinlerinin işlevselliğini arttırdığı belirtilmektedir. Düşük tuz/sodyum içeren gıdalarda sodyum klorür alternatifi olarak en çok kullanılan katkı maddesi potasyum klorürdür (Bidlas ve Lambert, 2008). WHO, potasyum mineralinin sağlık faydaları sebebiyle >3.5 g/gün alımını önermektedir. Günlük potasyum alımının sodyum alımından fazla olması gerektiği belirtilmektedir. Ancak potasyumun fazla alımının böbreklerden atılımı zorlaştırması sebebiyle kullanımına da dikkat edilmesi gerekmektedir (Luta vd., 2018).

Potasyum klorürün tek başına sodyum klorürün alternatifi olarak kullanımı acı ve metalik bir tat vermesi nedeniyle ancak düşük oranlarda gerçekleşebilmektedir. Artan kullanım miktarlarında tadın iyileştirilmesi amacıyla lezzet arttırıcılar (genellikle MSG, maya ekstraktları veya umami tat veren aromalar) veya maskeleyen ajanları (trikalsiyum fosfat; sitrik asit; magnezyum sülfat; potasyum iyodür; tartar kreması) kullanılmaktadır. Diğer katkı maddeleri ile kullanımında %50 potasyum klorür (KCl) kullanımı mümkün olmaktadır. Sodyumun %50 oranında azaltılması amacıyla %30-50 KCl ve %5-20 lezzet arttırıcılar formülasyonlarda yer alabilmektedir. Sodyum klorürün 1.5 katı kadar potasyum klorürün mikrobiyel gelişme üzerinde

benzer bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (CTAC, 2009; Capanec vd., 2017; Mitchell, 2019).

PuraQ®Arome NA4; şeker, organik asit tuzları ve aroma karışımının fermantasyonundan üretilmektedir ve potasyum klorürün kullanımını arttırmak amacıyla ticari lezzet arttırıcı olarak kullanılmaktadır. PuraQ®Arome NA4 eklenen hamburger köftesinin mikrobiyolojik, duyuşal ve fiziko-kimyasal özellikleri incelenmiştir. 100%NaCl, 50%NaCl + 50%KCl + PuraQ®Arome NA4 ve 40%NaCl +60%KCl + PuraQ®Arome NA4 formülasyonu ile hazırlanan hamburger köftelerinde mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerde belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir. %50 NaCl ile %100 NaCl kullanılan köftelerin genel beğeni puanlarının yakın olduğu gözlemlenmiştir. %60 KCl kullanılan köfte formülasyonunda potasyum klorürden kaynaklanan hafif acımsı tat hissedilirken genel beğenide yüksek bir düşüş belirlenmemiştir (Vidal, 2020).

KCl, CaCl₂, ve MgCl₂'ün kısmi olarak sodyum klorür ile yer değiştirmesinin myofibriller proteinlerin jel yapısına etkilerinin incelendiği bir araştırmada en yüksek tuz içeriğine sahip örneklerde, jel yapısının homojen ve yüksek kalitede olduğu belirlenmiştir. Ayrıca %25 KCl ikamesinin diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği ve jel mukavemeti ile birlikte su tutma kapasitesini arttırdığı gözlemlenmiştir (Ge vd., 2020). Potasyum klorürün acı-metalik tadını azaltmak amacıyla kristal yapısının değiştirilmesi esasına dayanan modifiye edilmiş potasyum klorür kullanılabilir. Yapılan bir çalışmada sosis üretiminde, modifiye potasyum klorürün yalnızca potasyum klorür kullanımına kıyasla örneklerin duyuşal değerlendirme sonuçlarını olumlu etkilediği belirlenmiştir (Stanley vd., 2017).

İstenilen tuzluluk tadı, daha düşük sodyum içerikli bazıları ticarileştirilmiş olan tuz karışımları ile elde edilebilmektedir. Bunun bir örneği Pansalt'tır. Pansalt, patentli bir NaCl ikamesidir. Pansalt'ın formülasyonunda sodyumun yaklaşık %50'si potasyum klorür, magnezyum sülfat ve esansiyel amino asit l-lisin hidroklorür ile yer değiştirmiştir. Amino asidin kullanımı, NaCl ikame edicisinin

tuzluluğunu arttırmaktadır ve potasyum ve magnezyumun tadını maskelerken insan vücudundan sodyum atılımını arttırmaktadır. Pansalt içeriğinde fosfatlı çözeltilerde çözünmeyen Mg⁺² iyonlarının bulunmasından dolayı, fosfat eklenmemiş et ürünleri için daha uygundur (Desmond ve Vasilopoulos, 2019). Malabar firması tarafından et ürünlerinde tuz ikamesi olarak kullanılmak üzere üretilen "Low-So Salt", modifiye edilmiş potasyum klorür ve pirinç unu içermekte ve salamda %25 oranında tuz azaltılmasını sağlamaktadır (Inguglia vd., 2017). Wixon firması tarafından üretilen patentli KcLean Salt®, potasyum klorür ve sodyum klorürün bir karışımı olup, tuz kullanımında %50'ye varan bir azalma sağlamaktadır. Potasyum klorür içerikli Kalimer ise Kali firması tarafından üretilmekte ve ürünlerde sodyum içeriğini %30 oranında azaltmaktadır. Benzer şekilde potasyum klorür ana bileşenli Salt Trim, Wild Flavors firması tarafından üretilmekte ve ürünlerde %50 oranına kadar sodyum azaltılmasını sağlayabilmektedir (CTAC, 2009; Inguglia vd., 2017).

Geleneksel Türk et ürünleri arasında olan pastırma tuz içeriği yaklaşık %5 civarındadır. Yapılan bir çalışmada, pastırma üretiminde NaCl miktarı %50 oranında azaltılarak, yerine KCl ve CaCl₂ tuzları kullanılmıştır. Elde edilen pastırma örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler bakımından kabul edilebilir düzeyde olduğu, en uygun ikame maddesinin KCl olarak belirlendiği bildirilmiştir (Ekmekçi, 2012). Bununla birlikte ısı işlem görmüş sucuk örneklerinin koku ve tat puanlarını azaltması nedeniyle KCl'nin ikame seviyesinin %50'yi geçmemesi gerektiği bildirilmiştir (Oral ve Kaban, 2021). Ayrıca ısı işlem görmüş sucukta KCl'nin artan oranlarının üründe oksidasyonu arttırdığı ve pH değerini azalttığı yapılan başka bir çalışma ile ortaya konulmuştur (Bayraktar, 2017). Sucuk üretiminde sodyum klorür yerine farklı oranlarda KCl, MgCl₂, CaCl₂ tuzlarının kullanıldığı ve bu tuz karışımlarının olgunlaştırma sırasındaki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, en düşük *Micrococcus*/*Staphylococcus* sayısı ve su aktivitesi değerinin NaCl kullanılan kontrol örneğinde belirlenmiştir (Şimşek, 2016).

Laktatların Kullanımı

Laktik asit ve tuzu olan laktatlar, tüketiciler için sağlık riski oluşturmamaları, ürünün renk, lezzet ve doku gibi duyuşsal özelliklerini iyileştirmeleri ve ayrıca ürünlerin mikrobiyolojik güvenilirliklerini arttırmaları nedeniyle katkı maddesi olarak önerilmektedir. Sodyum laktat, sodyum klorüre oranla %50 daha az sodyum içermektedir. Potasyum ve sodyum laktatlar et ve kanatlı endüstrisinde antimikrobiyel ajanlar olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Sodyum ve potasyum laktat tuz oranı azaltılmış et ürünlerinde denenmiş ve belirli bir tuzluluk seviyesini korudukları tespit edilmiştir (Bingöl ve Bostan, 2012). Potasyum laktat, tuz benzeri işlevselliğe ve güçlü su bağlama özelliğine sahip olduğu ve ayrıca antimikrobiyel özellik gösterdiği için tuz ikamesi olarak tercih edilebilmektedir. Bununla birlikte, Potasyum laktat, genellikle potasyum bazlı ürünlerle ilişkilendirilen acı tat verici maddeler içermemektedir (Choi vd., 2014). Yapılan bir çalışmada sosis üretiminde tuzun %40 oranında potasyum laktat ile ikame edilmesi sonucunda doku özelliklerinden sertlikte azalma olduğu tespit edilmiştir (Gelabert vd., 2003). Kalsiyum laktatın içerdiği kalsiyum; kemik sağlığı, diğer fizyolojik fonksiyonlar ve enzimatik reaksiyonlar sebebiyle insan diyetinde en önemli minerallerden biridir (Gore vd., 2019). Ayrıca et ürünlerinde oksidasyonu geciktirerek renk stabilitesini sağlamaktadır (Kim vd., 2019). Sertleştirici ve kabartma ajanı olarak kullanılan kalsiyum laktat içeren karışım, Harbin sucuğuna ilave edildiğinde NaCl oranının %30 azaldığı, lipit ve protein oksidasyonunun geciktirildiği görülmüştür (Wen vd., 2019).

Fosfatların Kullanımı

Fosfatlar genellikle su tutma kapasitesini ve pişme verimini arttırmak için et ürünlerinde kullanılmaktadır. Fosfatların işlevselliği tuz ilavesinden büyük ölçüde etkilenmektedir ve bu bileşenler sinerjistik etki etmektedir. Yapılan bir çalışmada, sodyum difosfat ve tetra potasyum profosfatın bologna tipi sosis ve jambon üretiminde tuz azaltılması amacıyla kullanılabildiği belirlenmiştir (Ruusunen vd., 2002). Sodyum fosfat %30 sodyum içeriğine sahip olması nedeniyle et ürünlerinde sodyum miktarını

arttıran bir katkı maddesidir. Bu nedenle tuz ikamesi olarak sodyum fosfat yerine potasyum fosfat kullanımı önerilmektedir. Sodyum difüzyon oranlarının sınırlandırılması yoluyla sodyum azaltma stratejisi uygulanan bir çalışmada, hindi küplerinde yüksek moleküler ağırlıklı sodyum tuzlarının etkisi incelenmiştir. Çalışmada, sodyum klorürden (35 g/mol) daha büyük moleküler ağırlıklı sodyum anyon tuzu olan disodyum fosfatın (95 g/mol) sodyum klorür ile 50:50 (ağırlıkça) karışımının kullanılması durumunda üründe %20 daha düşük sodyum içeriğine ulaşıldığı saptanmıştır. Duyusal değerlendirme sonucunda ürünün doku özelliklerinin geliştiği ve genel kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Pandya vd.,2020).

Polisakkaritlerin Kullanımı

Polisakkaritler, monomerlerin glikozit bağlar yoluyla birleşmesiyle hayvan, bitki veya mikroorganizmalardan üretilen makromoleküllerdir (Ruusunen vd., 2003) Sodyum nitrat, karboksimetil selüloz ve karragenan karışımı ilave edilen düşük tuz içerikli sosislerin pişme kaybının azaldığı, lezzet yoğunluğu ve sululuğunun arttığı belirlenmiştir (Kaur, 2019). Yapılan başka bir çalışmada, tavuk ürünlerinde tuz ve polifosfat içeriğinin azaltılmasında yulaf β -glukanın jel oluşturma kabiliyetinden yararlanılarak, yüksek basınç işleminin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Omana vd., 2011).

Deniz Yosunlarının Kullanımı

Deniz yosunu; polisakkaritler, uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), protein, karotenoidler, fenolik bileşikler, vitaminler ve mineralleri içeren önemli bir gıdadır (Gullon vd., 2020). Dolayısıyla antioksidan, antihiperlipidemik, antihipertansif ve antikanser özellikleri sebebiyle sağlık açısından faydalıdır. AB tarafından finanse edilen TASTE Projesi ile, yenilebilir alglerin farklı gıdalarda NaCl'nin yerini alma potansiyeli araştırılmaktadır. Na, Ca, Mg, P, Mn, K, I, Fe ve Zn gibi yüksek mineral içeriği, deniz yosunlarının işlenmiş ette tuz ikame maddesi olarak kullanımına imkan vermekte, ayrıca et ürünlerinde bulunmayan diğer minerallerin alımını arttırmaktadır. Bunun yanında deniz yosunları, hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalık

risklerini önlemek için uygun bir özellik olan düşük Na / K oranına sahiptir. Deniz yosunları et ürünlerinde tuz miktarını azaltma, besin değerini artırma, pişme kaybını azaltma, duyu özellikleri iyileştirme ve fiziko kimyasal yapıyı geliştirme amaçlı kullanılabilir. Deniz yosunu özütü içeren AlgySalt®, PureSea ve Seagreens ticari ürünleri tuz ikamesi olarak piyasada bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada, sosis üretiminde tuz ikamesi olarak AlgySalt® ile KCl, CaCl₂ ve MgCl₂ karışımı etkileri karşılaştırılarak incelenmiştir. Her iki formülasyon da NaCl içeren kontrol örneklerine kıyasla benzer mikrobiyolojik koruyucu etki göstermiştir. AlgySalt® ile formüle edilen et ürünlerinde istenen renk, doku ve sululuk elde edilmiştir (Triki vd., 2017; Gullon vd., 2020).

Lezzet Arttırıcıların Kullanımı

Lezzet arttırıcılar, gıdanın tadını doğrudan değiştirmeden tat ve koku algısını arttıran maddelerdir. Bunlar ağız ve boğazdaki duyu merkezlerini aktifleştirerek tuzun azaltılması sonucunda ortaya çıkan lezzet kaybını geriye kazanmaya yardımcı olmaktadır. Bazı lezzet arttırıcılar umami tadını algılayan reseptörleri uyatarak gıdanın lezzet dengesini değiştirmektedir ve bu tat, düşük sodyumlu ürünlerin yavan lezzet profilini iyileştirmektedir. Maya özütü, hidrolize bitkisel protein (HVP), monosodyum glutamat (MSG), glutamik asit, nükleotid içeren bileşenler gibi gıda bileşenleri umami karakteri ortaya çıkarmaktadır (Inguglia vd, 2017; Sağlık Bakanlığı, 2019).

Glutamik asit, umami lezzet veren bir bileşiktir ve protein bakımından zengin mantar, bezelye, domates, mısır ve sığır eti gibi gıdalarda doğal olarak bulunmaktadır. Glutamik asit ayrıca pekmez fermantasyonu veya bitkisel proteinin hidrolizi yoluyla ticari olarak üretilmektedir. Monosodyum glutamat elde etmek için sıklıkla sodyum ile birleştirilmektedir (CTAC, 2009; Chapman ve Speirs, 2014). Glutamik asit ve sodyumun bir kombinasyonu olan MSG, işlevselliği, ucuz olması, kolay üretilmesi ve düşük konsantrasyonda kullanılabilme avantajları sebebiyle en çok kullanılan lezzet arttırıcıdır. MSG daha önceleri alg gibi protein

bakımından zengin kaynaklardan elde edilirken, günümüzde endüstriyel fermantasyon yöntemiyle melastan üretilmektedir. MSG tuzdan üç kat daha az sodyum içermektedir ve sodyum miktarının %20-40 oranında azaltılmasına olanak sağlamaktadır. Tuzlu yiyeceklerin lezzetini ve algılanan tuzluluğunu arttırmaktadır ve umami tat reseptörlerini uyaran tuzlu bir tat vermektedir (Henney, 2010; Mitchell, 2019; Sağlık Bakanlığı, 2019). Ancak MSG'nin hiperaktivite, obezite, mide rahatsızlıkları, migren gibi sağlık problemlerine yol açma olasılığı nedeniyle kullanımından kaçınılmaktadır. Bu nedenle gıda üreticileri maya özütleri gibi alternatif doğal lezzet arttırıcılarını araştırmaya yönelmektedirler (Kilcast ve Ridder, 2007; Henry-Unaeze, 2017; Mitchell, 2019).

Maya ekstraktı; peptitler, nükleotidler, glutatyon, B vitaminleri ve amino asitlerce zengin olup lezzeti iyileştirmek için kullanılan doğal bir maddedir. Maya ekstraktı, endüstriyel gıda fermantasyonu ile birçok formda üretilmektedir. Maya ekstraktında uçucu olan veya olmayan aromayı aktifleştiren bileşiklerin çoğu ısısal işlem sırasında üretilmektedir ve lezzeti arttırmaktadır. Genellikle “ızgara veya kızarmış” etki oluşturan bir tat sağlamaktadır. Tuzlu ve umami etki sağlamak için kullanılmaktadır. Springer® Maya Ekstraktı, ticari olarak satılan maya ekstraktına örnek verilebilir (Alim vd., 2018; Vidal vd., 2019).

Hidrolize bitkisel protein, yüksek seviyelerde glutamat içeren bir lezzet arttırıcıdır. Hafif et lezzeti oluşturmaya katkıda bulunması sebebiyle et suyu, çorba, sos ve et ürünlerinde kullanılan baharat karışımlarında özellikle tercih edilmektedir. Toz, macun veya sıvı halde bulunabilmektedir (CTAC, 2009; Chapman ve Speirs, 2014; Mitchell, 2019).

Aminoasitlerin ve Nükleotidlerin Kullanımı

Myosinin çözünürlüğünü arttırmak, tuzu azaltılmış et ürünlerinin üretiminde önemlidir. Histidin, L-arginin ve besin değeri yüksek esansiyel bir amino asit olan L-lisin düşük iyonik güçte olan myosinin çözünürlüğünü arttırmaktadır. L-arginin ve L-lisin emülsiyon stabilitesini ve su tutma kapasitesini arttırmakta, jel yapısını

iyileştirmekte, ayrıca pişme kaybını azaltmaktadır (Li vd., 2019). Et ürünlerinde NaCl içeriğinin kısmen KCl ile yer değiştirilmesi durumunda lisinin üründe bir lezzet arttırıcı olarak görev yaptığı ve KCl kaynaklı acı-metalik tadın azaldığı belirlenmiştir (Vidal vd.2020). Yeniden formüle edilerek sodyum içeriğinde %35.8 oranında azalma sağlanan jambona %0.8 L-lisin ilavesinin su tutma kapasitesini artırdığı, dokusal özellikleri iyileştirdiği ve duyuşal değerlendirme ile belirlenen genel kabul özelliğini olumsuz yönde etkilemediği gözlemlenmiştir (Guo vd., 2020).

Umami tat, inosin-5-monofosfat (IMP), guanosin-5-monofosfat (GMP) ve adenosin-5a-monofosfat (AMP) gibi serbest nükleotitlerin varlığı ile arttırılabilmektedir. Nükleotidler, MSG ile sinerji halinde umami tadın yoğunluğunu yükseltebilmekte ve lezzeti geliştirebilmektedirler. Bu nükleotidlere örnek disodyum guanilat, disodyum inosinat, kalsiyum inosinat, disodyum ribonükleotid, kalsiyum ribonükleotid verilebilir (Hoppu vd., 2017; Mitchell, 2019). Marlow Foods firmasının ürünü olan Mycoscent, ribonükleotitlerden oluşan bir mikoprotein türevidir. Aroma geliştirici olarak belirtilmektedir. Mycoscent'in tuzlu tat verebilme işlevi, gıdanın içeriğindeki tuzun tadını artırması şeklinde gerçekleştiği için, tuz ile kombinasyonu gereklidir (Parniakov vd., 2020).

Aromatik Bitkiler ve Baharatların Kullanımı

Aromatik bitkiler ve baharatlar, lezzet yoğunluğunu arttırdıklarından dolayı tuz azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadırlar. Tuzu azaltılmış et ürünlerine kırmızı biber, dereotu, nane, kekik, fesleğen, soğan, sarımsak, maydanoz, kereviz, kişniş, kekik, limon, biberiye, kekik, köri ve ısırgan otu ilavesi lezzeti geliştirmektedir. Aromatik bitki ve baharatların et ürünlerinde yapısal fonksiyonlarının azlığı sebebiyle, düşük sodyum içerikli veya sodyum dışındaki tuzların baharatlarla karışımları tercih edilmektedir. Aroma, lezzet arttırıcı ve renklendirici eklenen azaltılmış sodyum klorürden oluşan formülasyonların ticari başarılarının yüksek olduğu gözlenmektedir (Parniakov vd., 2020; Taladrid vd., 2020).

Farklı Yapıda Sodyum Klorür Tuzu Kullanımı

Tuz mikroküreleri olarak patentli üretilen Soda-Lo® içeriğinde, standart deniz tuzu kristallerinden dönüşen kristal mikroküreler bulunmaktadır. Bu mikrokürelerin içi boştur ve normal tuz kristallerinden çok daha küçüktür (parçacık büyüklüğü 20-30 µm). Soda-Lo® gıda matrisinde mükemmel bir dağılım sağlayarak, sodyum benzeri tat oluşturmada ve sodyum azaltılmasına imkân vermektedir. Jambon, hindi göğüs eti ve sosiste Soda-Lo® kullanılan bir çalışmada sosiste %30.07, jambonda %21.93 ve hindi göğüs etinde %10 sodyum azaltılması sağlandığı belirtilmiştir (Raybaudi-Massilia vd., 2019).

Yapılan bir çalışmada iki boyuta indirilen tuz kristallerinin sığır köftesinde tuzluluk hissini azaltmadığı ve başarılı bir şekilde sodyum miktarının azaltılması amacıyla kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Gaudette vd., 2019).

Süt Mineralleri Karışımı Kullanımı

Süt mineralleri; süt ve peynir üretimi yapan işletmelerin yan ürünleridir. Süt mineralleri, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum gibi minerallerden oluşmaktadır ve peynir altı suyu, et ve balık ürünlerinde doğal bileşenler olarak ve tuz ikame maddeleri olarak kullanılabilir. Potasyum açısından zengin süt mineralleri, sosislere eklendiğinde iyi bir Na: K oranı sağlayabilmektedir ve tuzluluğu arttırabilmektedir (Engeloug vd., 2017). Yapılan bir çalışmada mezgit balığı pudinginde süt minerallerinin kullanımının et proteinlerinin çözünürlüğünü ve su tutma kapasitesini arttırdığı ve tuzluluk tadını etkilemeden sodyum miktarında azalma sağladığı belirlenmiştir (Greiff vd., 2015). Sütten elde edilen konsantre mineral karışımı, acı tat vermeden lezzeti arttırıcı olarak kullanılmaktadır. Armor Proteines firması tarafından üretilen Lacto Optitaste ürününün %25 oranında tuz kullanımını azalttığı, ayrıca temiz etiket olarak da tercih sebebi olabildiği belirtilmiştir (Chapman ve Speirs, 2014).

SONUÇ

Et ürünlerinde önemli fonksiyonları bulunan tuzun kullanım miktarının azaltılması amacıyla çok sayıda katkı maddesi denenmiştir. Potasyum ve kalsiyum gibi klorür tuzlarının kullanımı

üzerine yapılan çalışmaların en kapsamlı çalışmalar olduğu, ancak bu katkı maddelerinin et ürünlerinin duyuusal ve fiziksel bazı kalite özelliklerinde olumsuz etkiler oluşturabildiği gözlemlenmiştir. Klorür tuzlarının lezzet artırıcı katkılar ile birlikte et ürünlerinde kullanılması durumunda ise olumlu sonuçlar elde edilebildiği belirlenmiştir. Bunun yanında yapılan çalışmalarda et ürünlerinde tuz ikamesi olarak laktatların, aminoasitlerin, nükleotidlerin, polisakkaritlerin, deniz yosunlarının, aromatik bitki ve baharatların başarı ile kullanılabilirdiği, bu alanda üretilen bazı tuz ikamelerinin ticarileştirilerek endüstride kullanımına başlandıği görülmektedir. Son yıllarda umut vadeden çalışmaların bir kısmını da süt minerallerinin ve mikrokürelerinin yapısal özellikleri değiştirilen sodyum klorürün et ürünlerinde tuz ikamesi olarak kullanıldığı çalışmalar oluşturmaktadır. Ancak halen farklı tipte et ürünlerinin duyuusal, fonksiyonel ve mikrobiyolojik özelliklerinde, tuzun gösterdiği fonksiyonları gerçekleştirebilecek katkı arayışına yönelik, ayrıca farklı katkıların sinerjistik özelliklerinin de incelendiği daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu makale ile ilgili olarak başka kişiler ve/veya kurumlar arasında çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

YAZAR KATKILARI

Tüm yazarlar makalenin yazılmasında ve yayınlanmasında katkı sağlamışlardır. Makalenin hazırlanmasında başka kişi ve/veya kurumların katkısı yoktur.

KAYNAKLAR

Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., Koch, A. G. (2014). The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Sci*, 96(1), 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.004>

Akgün, B., Genç, S., Arıcı, M. (2018). Tuz: gıdalardaki algısı, fonksiyonları ve kullanımının azaltılmasına yönelik stratejiler. *Akademik Gıda*, 16(3), 361–370. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.475397>

Alim, A., Song, H., Liu, Y., Zou, T., Zhang, Y., Zhang, S. (2018). Flavour-active compounds in thermally treated yeast extracts. *J Sci Food Agr*, 98(10), 3774–3783. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8891>

Bayrak, D., Anlar, P., Feyza, Z., Oral, Y., Kaya, M., Kaban, G. (2021). Furosine and N^ε-carboxymethyl-lysine in cooked meat product (kavurma): Effects of salt and fat levels during storage. *J Stored Products Research*, 93 (July), 101856. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2021.101856>

Bayraktar, F. (2017). Isıl işlem görmüş sucuk üretiminde potasyum klorür kullanımının ürün özelliklerine etkileri. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.

Bidlas, E., Lambert, R. J. W. (2008). Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. *Int J Food Microbiol*, 124(1), 98–102. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.031>

Bingöl E.B., Bostan K. (2012). Bir gıda katkı maddesi olarak laktatların et ve et ürünlerinde kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 38(1), 79–88–88. <https://doi.org/10.16988/iuvfd.86496>

Bistola, V., Arfaras-Melainis, A., Trogkanis, E., Bakosis, G., Polyzogopoulou, E., Karavidas, I. N., Karavidas, A. (2020). Safety and efficacy of salt substitution with a low sodium-potassium enriched dietary salt in patients with heart failure with reduced ejection fraction: A pilot study. *Clinical Nutrition ESPEN*, 35, 90–94. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.11.004>

Campo, R., Rosato, P., Giagnacovo, D. (2020). Less salt, same taste: food marketing strategies via healthier products. *Sustainability*, 12(9), 3916. <https://doi.org/10.3390/su12093916>

Cappuccio, F. P., Beer, M., Strazzullo, P. (2019). Population dietary salt reduction and the risk of cardiovascular disease. A scientific statement from the European Salt Action Network. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 29(2), 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2018.11.010>

- Cepanec, K., Vugrinec, S., Cvetković, T., Ranilović, J. (2017). Potassium Chloride-Based Salt Substitutes: A Critical Review with a Focus on the Patent Literature. *Comprehensive Reviews in Food Sci Food Safety*, 16(5), 881–894. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12291>
- Chapman, S. ve Speirs, C. (2014). *Campden BRI Station Road Chipping Campden Review of Current Salt Replacing Ingredients*. <https://www.campdenbri.co.uk/news/june12c.php> (Erişim:10.05.2020)
- Chestnov, O., Mendis, S., Bettcher, D. (2013). A milestone in the response to non-communicable diseases. *The Lancet*, 382(9891), 481–482. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61457-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61457-9)
- Choi, Y. M., Jung, K. C., Jo, H. M., Nam, K. W., Choe, J. H., Rhee, M. S., Kim, B. C. (2014). Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter sausage. *Meat Sci*, 96(1), 21–25. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.022>
- Conroy, P. M., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M., Kerry, J. P. (2019). Sensory optimisation of salt-reduced corned beef for different consumer segments. *Meat Sci*, 154 (February 2018), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.03.015>
- CTAC (2009). Reformulation of products to reduce sodium: Salt Reduction guide for the Food Industry. <https://www.foodtechcanada.ca/wp-content/uploads/2018/05/Salt-reduction-guide-for-the-food-industry.pdf> (Erişim Tarihi:03.05.2020)
- Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Sci*. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.014>
- Desmond, E., Vasilopoulos, C. (2019). Reducing salt in meat and poultry products. In *Reducing Salt in Foods* (Second Ed). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100890-4.00007-x>
- Dötsch, M., Busch, J., Batenburg, M., Liem, G., Tareilus, E., Mueller, R., Meijer, G. (2009). Strategies to reduce sodium consumption: A food industry perspective. *Critical Reviews in Food Sci Nutr*, 49(10), 841–851. <https://doi.org/10.1080/10408390903044297>
- Ekmekçi, M. (2012). Tuzu Azaltılmış Pastırma Üretiminde Potasyum Klorür ve Kalsiyum Klorür Kullanımının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 77.
- Engelou, A. M., Yi, G., Egelanddal, B., Haug, A., Nordvi, B. (2017). Commercial mineral enhanced dairy by-products as sodium replacers, antioxidants and calcium fortifiers in sausages. *J Food Sci*, 82(6), 1302–1309. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13718>
- Erkoyun, E., Sözmen, K., Bennett, K., Unal, B., Boshuizen, H. C. (2016). Predicting the health impact of lowering salt consumption in Turkey using the DYNAMO health impact assessment tool. *Public Health*, 140, 228–234. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2016.04.014>
- European Commission (2020). <https://ec.europa.eu/jrc/en/health-knowledge-gateway/promotion-prevention/nutrition/salt> (Erişim:07.06.2020)
- Flores, M. (2018). Understanding the implications of current health trends on the aroma of wet and dry cured meat products. *Meat Sci*, 144, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.016>
- Gaudette, N. J., Pietrasik, Z., Johnston, S. P. (2019). Application of taste contrast to enhance the saltiness of reduced sodium beef patties. *Lwt-Food Sci Techn*, 116(June), 108585. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108585>
- Ge, G., Han, Y., Zheng, J., Zhao, M., Sun, W. (2020). Physicochemical characteristics and gel-forming properties of myofibrillar protein in an oxidative system affected by partial substitution of NaCl with KCl, MgCl₂ or CaCl₂. *Food Chem*, 309 (October 2019), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125614>
- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L., Arnau, J. (2003). Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Sci*, 65(2), 833–839. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00288-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00288-7)

- Gore, E., Mardon, J., Cécile, B., Lebecque, A. (2019). Calcium lactate as an attractive compound to partly replace salt in blue-veined cheese. *J Dairy Sci*, 102(1), 1–13. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15008>
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Zorba, Ö. (2012). Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi, Yayın No: 786, Ziraat Fakültesi Yayın No: 320, Ders Kitapları Serisi: 70, Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Ofset Tesisi, Erzurum
- Greiff, K., Staurem, C. J., Nordvi, B., Rustad, T. (2015). Novel utilization of milk-based ingredients in salt reduced fish pudding. *LWT - Food Sci Techn*, 63(1), 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.073>
- Gullon, P., Astray, G., Gullón, B., Franco, D., Campagnol, P. C. B., Lorenzo, J. M. (2020). Inclusion of seaweeds as healthy approach to formulate new low-salt meat products. *Current Opinion in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.05.005>
- Guo, X., Tao, S., Pan, J., Lin, X., Ji, C., Liang, H., Li, S. (2020). Effects of L-Lysine on the physiochemical properties and sensory characteristics of salt-reduced reconstructed ham. *Meat Sci*, 166 (April). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108133>
- He, F. J., Macgregor, G. A. (2012). Salt intake, plasma sodium, and worldwide salt reduction. *Annals of Medicine*, 44(SUPPL. 1). <https://doi.org/10.3109/07853890.2012.660495>
- Henney, J. E., Taylor, C. L., Boon, C. S. (2010). Strategies to reduce sodium intake in the United States. In *Strategies to Reduce Sodium Intake in the United States*. <https://doi.org/10.17226/12818>
- Henry-Unaeze, H. N. (2017). Update on food safety of monosodium L-glutamate (MSG). *Pathophysiology*, 24(4), 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2017.08.001>
- Hoppu, U., Hopia, A., Pohjanheimo, T., Rotola-Pukkila, M., Mäkinen, S., Pihlanto, A., Sandell, M. (2017). Effect of Salt Reduction on Consumer Acceptance and Sensory Quality of Food. *Foods*, 6(12), 103. <https://doi.org/10.3390/foods6120103>
- Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., Burgess, C. M. (2017). Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Sci Techn*, 59, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.016>
- Kabil E., Hazar F. Y., Kaban G., Kaya M. (2020). Farklı Tuz Oranları Kullanılarak Üretilen Pastırma Çeşitlerinin Yağ Asidi Kompozisyonu, IV. Et Ürünleri Çalıştayı, Aydın, Türkiye, 6 - 08 Ekim 2020, ss.84
- Kameník, J., Saláková, A., Vyskočilová, V., Pechová, A., Haruštiaková, D. (2017). Salt, sodium chloride or sodium? Content and relationship with chemical, instrumental and sensory attributes in cooked meat products. *Meat Sci*, 131(May), 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.010>
- Kaur, R., Sharma, M. (2019). Cereal polysaccharides as sources of functional ingredient for reformulation of meat products: A review. *J Funct Foods*, 62 (August), 103527. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103527>
- Kilcast, D., Ridder, C. (2007). Sensory issues in reducing salt in food products. In *Reducing Salt in Foods: Practical Strategies*. <https://doi.org/10.1533/9781845693046.2.201>
- Kim, Y. H., Keeton, J. T., Smith, S. B., Maxim, J. E., Yang, H. S., Savell, J. W. (2019). Evaluation of antioxidant capacity and colour stability of calcium lactate enhancement on fresh beef under highly oxidising conditions. *Food Chem*, 115(1), 272–278. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.12.008>
- Kloss, L., Meyer, J. D., Graeve, L., Vetter, W. (2015). Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union - A review. *NFS Journal*, 1, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2015.03.001>
- Li, S., Li, L., Zhu, X., Ning, C., Cai, K., Zhou, C. (2019). Conformational and charge changes induced by L-Arginine and L-lysine increase the solubility of chicken myosin. *Food Hydrocolloids*,

- 89(2018), 330–336. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.10.059>
- Luta, X., Hayoz, S., Krause, C. G., Sommerhalder, K., Roos, E., Strazzullo, P. (2018). Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases The relationship of health / food literacy and salt awareness to daily sodium and potassium intake among a workplace population in Switzerland. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 28(3), 270–277. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.10.028>
- Mariutti, L. R. B., Bragagnolo, N. (2017). Influence of salt on lipid oxidation in meat and sea food products: A review. *Food Res Int*, 94, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.02.003>
- Mitchell, H. L. (2019). In Reducing Salt in Foods (Second Edition). Alternative ingredients to sodium chloride <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100890-4.00005-6>
- Mora-Gallego, H., Guàrdia, M. D., Serra, X., Gou, P., Arnau, J. (2016). Sensory characterisation and consumer acceptability of potassium chloride and sunflower oil addition in small-caliber non-acid fermented sausages with a reduced content of sodium chloride and fat. *Meat Science*, 112, 9–15. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.008>
- Omana, D. A., Plastow, G., Betti, M. (2011). The use of β -glucan as a partial salt replacer in high pressure processed chicken breast meat. *Food Chemistry*, 129(3), 768–776. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.018>
- Parniakov, O., Mikhrovskaya, M., Toepfl, S., Roselló-Soto, E., Pinto, C. A., Saraiva, J. A., Barba, F. J. (2020). Current and future strategies to reduce salt consumption. In *Agri-Food Industry Strategies for Healthy Diets and Sustainability*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817226-1.00006-0>
- Pandian, J. D., Gall, S. L., Kate, M. P., Silva, G. S., Akinyemi, R. O., Ovbiagele, B. I., Thrift, A. G. (2018). Prevention of stroke: a global perspective. *The Lancet*, 392(10154), 1269–1278. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31269-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31269-8)
- Pandya, J. K., Decker, K. E., Goulette, T., Kinchla, A. J. (2020). Sodium reduction in Turkey breast meat by using sodium anion species. *Lwt-Food Sci Technol*, 124(2019), 109110. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109110>
- Petit, G., Jury, V., Lamballerie, M., Duranton, F., Pottier, L., Martin, J. L. (2019). Salt Intake from Processed Meat Products: Benefits, Risks and Evolving Practices. *Comprehensive Reviews in Food Sci Food Safety*, 18(5), 1453–1473. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12478>
- Pinna, A., Sacconi, G., Schivazappa, C., Simoncini, N., Virgili, R. (2020). Revision of the cold processing phases to obtain a targeted salt reduction in typical Italian dry-cured ham. *Meat Sci*, 161, 107994. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107994>
- Powles, J., Fahimi, S., Micha, R., Khatibzadeh, S., Shi, P., Ezzati, M., Mozaffarian, D. (2013). Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: A systematic analysis of 24 h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide. *BMJ Open*, 3(12). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003733>
- Pretorius, B., Schönfeldt, H. C. (2018). The contribution of processed pork meat products to total salt intake in the diet. *Food Chem*, 238, 139–145. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.078>
- Raybaudi-Massilia, R., Mosqueda-Melgar, J., Rosales-Oballos, Y., Citti de Petricone, R., Frágenas, N. N., Zambrano-Durán, A., Urbina, G. (2019). New alternative to reduce sodium chloride in meat products: Sensory and microbiological evaluation. *Lwt-Food Sci Technol*, 108(2018), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.057>
- Resende, J., Silva, G., Paula, A., Pires, D. S., Oliveira, D. C. De, Riani, V., Condoncelli, L. (2020). *Acta Scientiarum Technological and sensory analysis of beef burger replacing NaCl with KCl and flavor enhancer*. 1–8. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v42i1.45632>
- Ruusunen, M., Niemistö, M., Puolanne, E. (2002). Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures.

- Agr Food Sci in Finland*, 11(3), 199–207. <https://doi.org/10.23986/afsci.5725>
- Ruusunen, M., Vainionpa, J., Niemisto, M. (2003). *Effect of sodium citrate, carboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages*. 64, 371–381. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00178-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00178-X)
- Omana, D. A., Plastow, G., Betti, M. (2011). The use of β -glucan as a partial salt replacer in high pressure processed chicken breast meat. *Food Chem*, 129(3), 768–776. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.018>
- Öztürk, İ., Garipağaoğlu, M. (2018). Salt Consumption and Health: Review. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 3(1), 57–65. <https://doi.org/10.5336/healthsci.2017-55160>
- Sağlık Bakanlığı, 2016. Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Obezite, Diyabet ve Metabolik Hastalıklar Daire Başkanlığı. [The world's taking action to reduce excessive salt/sodium intake]. Türkiye Aşırı Tuz Tüketiminin Azaltılması Programı 2017-2021. 2. Baskı. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayınları; p.61.
- Sağlık Bakanlığı, 2019. Gıda ve içecek sektörü için protokol uygulama ve tuz azaltma rehberi <https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2020/02/Tuz-Azaltma-Rehberi.pdf> (Erişim:16.06.2020)
- Stanley, R. E., Bower, C. G., Sullivan, G. A. (2017). Influence of sodium chloride reduction and replacement with potassium chloride based salts on the sensory and physico-chemical characteristics of pork sausage patties. *Meat Sci*, 133(5), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.021>
- Şimsek, D. (2016). Sucuk üretiminde farklı klorür tuzlarının kullanım imkanları. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Taladrid, D., Laguna, L., Bartolomé, B., Moreno-Arribas, M. V. (2020). Plant-derived seasonings as sodium salt replacers in food. *Trends in Food Sci Techn* 99(2019), 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.002>
- Tamm, A., Bolumar, T., Bajovic, B., Toepfl, S. (2016). Salt (NaCl) reduction in cooked ham by a combined approach of high pressure treatment and the salt replacer KCl. *Innovative Food Sci Emerging Techn*, 36, 294–302. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.07.010>
- Tarte, R. (Ed.). (2009). Ingredients in Meat Products. Joseph G. S. Basic Curing Ingredients, 6-7. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-71327-4>
- Taylor, C., Doyle, M., Webb, D. (2018). “The safety of sodium reduction in the food supply: A cross-discipline balancing act” Workshop proceedings. *Critical Reviews in Food Sci Nutr*, 58(10),1650–1659. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1276431>
- Thomas-Danguin, T., Guichard, E., Salles, C. (2019). Cross-modal interactions as a strategy to enhance salty taste and to maintain liking of low-salt food: A review. *Food and Function*, 10(9), 5269–5281. <https://doi.org/10.1039/c8fo02006j>
- Trieu, K.,McMahon, E., Santos, J. A., Webster, J. (2017). Review of behaviour change interventions to reduce population salt intake. *J Nutr Intermediary Metabolism*, 8, 118. <https://doi.org/10.1016/j.jnim.2017.04.218>
- Triki, M., Khemakhem, I., Trigui, I., Salah, R. Ben, Jaballi, S., Ruiz-capillas, C.,Besbes, S. (2017). Free-sodium salts mixture and AlgySalt® use as NaCl substitutes in fresh and cooked meat products intended for the hypertensive population. *Meat Sci*, 133(July), 194–203. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.005>
- USDA (2018). Nutrient Data Laboratory Home Page. United States Department of Agriculture. <https://fdc.nal.usda.gov/> (Erişim Tarihi: 10.06.2020).
- Vidal, V. A. S., Bernardinelli, O. D., Paglarini, C. S., Sabadini, E., Pollonio, M. A. R. (2019). Understanding the effect of different chloride salts on the water behavior in the salted meat matrix along 180 days of shelf life. *Food Res Int*, 125(8), 108634. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108634>

- Vidal, V. A. S., Paglarini, C. S., Freitas, M. Q., Coimbra, L. O., Esmerino, E. A., Pollonio, M. A. R., Cruz, A. G. (2020). Q Methodology: An interesting strategy for concept profile and sensory description of low sodium salted meat. *Meat Sci*, 161, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108000>
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Sci*, 86(1), 196–213. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.008>
- Wen, R., Hu, Y., Zhang, L., Wang, Y., Chen, Q., Kong, B. (2019). Effect of NaCl substitutes on lipid and protein oxidation and flavor development of Harbin dry sausage. *Meat Sci*, 156(February), 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.011>
- World Health Organization WHO. (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children., Geneva, Switzerland 1–56. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241504836> (Erişim Tarihi:04.05.2020)
- World Health Organization WHO. (2020). Salt reduction <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction> (Erişim Tarihi:31.05.2020)
- Yılmaz Oral Z. F. , Kaban G. (2021). Salt (NaCl) reduction in sucuk, heat-treated sucuk and pastırma. International Symposium of Scientific Research and Innovative Studies, Balıkesir, Türkiye, 22 Şubat - 25 Nisan 2021, ss.1-9
- Zheng, J., Han, Y., Ge, G., Zhao, M., Sun, W. (2019). Partial substitution of NaCl with chloride salt mixtures: Impact on oxidative characteristics of meat myofibrillar protein and their rheological properties. *Food Hydrocolloids*, 96 (December 2018), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.05.003>