



Özgün Araştırma/Original Article

Fermente sucuk üretiminde kekik ve reyhan uçucu yağları kullanılarak olgunlaştırma ve raf ömrüne etkisinin araştırılması

Investigation of the effects of thyme and basil essential oils on ripening and shelf life in fermented sausage production

Kader Çetin^{1*}, Arzu Akpınar Bayazit¹, Ertürk Bekar², Muhammet Alpgiray Çelik¹, Özüm Özoğlu², Nalan Çırak³

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, BURSA, TÜRKİYE

²Bursa Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, BURSA, TÜRKİYE

³Bursa Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, BURSA, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre)

ORCID ID: 0000-0001-5369-0728, Öğr. Gör. Dr.

ORCID ID: 0000-0003-1898-1153, Doç. Dr.

ORCID ID: 0000-0001-8783-921X, Araş. Gör.

ORCID ID: 0000-0001-5193-5293, Doktora Öğrencisi

ORCID ID: 0000-0003-3600-142X, Araş. Gör.

ORCID ID: 0000-0002-0580-9023, Öğr. Gör. Dr.

*Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author: kadercetin@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 19.11.2021

Kabul Tarihi: 14.01.2022

Özet

Amaç: Bu çalışmada fermente sucuk üretiminde nitrat ve nitritin yerine kekik yağı ve reyhan yağının kullanılması amaçlanmıştır.

Materyal ve yöntem: Projede nitrat/nitrit yerine kullanılabileceği düşünülerek farklı oranlarda, antioksidan ve koruyucu özellikleri olması nedeniyle kekik ve destekleyici materyal olarak reyhan kullanılmıştır.

Bulgular ve sonuç: Sonuç olarak kekik ve reyhan ilavesiyle yapılan sucuk üretiminde nitrat ve nitrit kullanımıyla elde edilen raf ömrüne ulaşılmıştır. Ayrıca duyuşal olarak değerlendirildiğinde lezzet oranı artan bir ürün elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: sucuk, reyhan, kekik, fermente gıda

Abstract

Objective: In this study, it was aimed to use thyme oil and basil oil instead of nitrate and nitrite in fermented sausage production.

Material and method: In this study, it was aimed to use thyme oil and basil oil instead of nitrate and nitrite in fermented sausage production.

Results and conclusion: As a result, the shelf life obtained by the use of nitrate and nitrite in the production of sausage made with the addition of thyme and basil has been reached. In addition, when evaluated sensorially, a product with an increased flavor ratio was obtained.

Keywords: sausage, basil, thyme, fermented food

1. Giriş

Sağlıklı yaşamın en önemli şartı yeterli ve dengeli beslenmedir (Biesalski, 2004). Toplumlar gelişmişlik düzeylerine göre güvenilir ve besin değeri yüksek gıdaları talep etmektedirler. Güvenilir gıda; üretildiği gıdanın özelliklerini taşıyan, besin değerini kaybetmemiş veya üretilme amacına uygun hazırlanmış, ürün bilgisine tam uyan, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik vb. açıdan temiz olan, bozulmamış gıda maddesi demektir. Yüksek besin değeri nedeniyle et ve et ürünlerinin dünyada kişi başına düşen yıllık ortalama tüketiminin giderek artış gösterdiği gözlenmektedir (Godfray vd., 2018; Morrison vd., 2003). Ülkelerin gelişmişlik ve kalkınma seviyelerinin belirlenmesinde de kişi başına düşen et ve et ürünü tüketimi baz alınmaktadır (Watford ve Wu, 2018).

Kırmızı et başta histidin olmak üzere esansiyel amino asitleri içermektedir. Bu esansiyel aminoasitler insan vücudu tarafından üretilmediği için besinler ile dışarıdan alınmalıdır. Esansiyel amino asitler dışında kırmızı ette B₂ (riboflavin), B₃ (niasin), B₁₂, pantotenik asit, folik asit, B₆, A, D ve E vitaminleri ile selenyum, çinko, demir, fosfor, potasyum, magnezyum, bakır, kobalt, krom ve nikel elementleri de önemli oranlarda bulunmaktadır (Chan vd., 1996; Souberbielle vd., 2010; Banjari ve Hjærtaker, 2018). Etin en pratik ve günümüz koşullarında ki en uygun tüketim şekli, dondurma, pişirme, ısıtılarak servis edilme ve hatta ekmek arası ya da aç-bitir şeklinde anlık tüketime uygun işlenmiş et ürünleri formudur. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği et ürününü “etin işlenmesinden veya işlenmiş ürünlerin daha ileri düzeyde işlenmesiyle elde edilen ve kesit yüzeyi çiğ etin karakteristik özelliklerini göstermeyen ürünler” olarak tanımlamaktadır (Anonim, 2019). Etin tadını iyileştirmek ya da raf ömrünü uzatmak amacıyla tuzlama, konserveleme, fermente etme, tütsüleme gibi yöntemlerle işlenen bazı et ürünleri pastırma, jambon, sosis, sucuk, salam, salamura et, kurutulmuş et, konserve et ve et bazlı soslardır.

Geleneksel Türk Fermente sucuğu çok eski zamanlardan beri bilinen ve ülkemiz insanı tarafından beğeni ile tüketilen geleneksel bir et ürünüdür. Genel olarak sonbahar mevsiminde sığır ve manda etlerinin hayvansal yağ ile birlikte baharat, sarımsak ve tuz ilave edilerek iyice karıştırıldıktan sonra doğal bağırsaklara doldurulan ve açık havada 15-20 gün süre ile doğal fermantasyona bırakılarak üretilen fermente bir üründür (Nazlı, 1995; İnce, 1998). Türk Standartlar Enstitüsü Sucuk Standardı TS 1070'e göre *Türk Sucuğu* “büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin, yağ, kemik, tendon, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ile büyük sinir ve damarlarından ayrıldıktan sonra kıyma makinası veya kuterden çekilerek içine tuz, kırmızıbiber, karabiber, kimyon

hâkim olmak üzere çeşitli baharat, çeşni maddeleri, starter kültürlerden bir veya birkaçı, gövde yağı, iç yağı, kuyruk yağı, böbrek yağı, böbrek etrafı yağı ile mevzuatında katılmasına izin verilen katkı maddelerinden bir veya bir kaçının karıştırılıp, kılıflara doldurularak fermantasyona tabi tutulan ısıtılmış işlem görmemiş geleneksel et ürünü” şeklinde tanımlanmıştır (TSE, 2012).

Fermentasyon sonucu oluşan değişiklikler, pH değerinin düşmesi, mikrofloranın değişmesi, nitratın nitrite yıkımı ile nitrozomiyogloblin oluşması, miyofibriller ve sarkoplazmik proteinlerin çözünürlüğünün artması ile jelleşmesi, proteolitik, lipolitik ve oksidatif değişiklikler ile dehidrasyona bağlı asidifikasyondur (Ordóñez vd., 1999; Casaburi vd., 2007; Dalmış, 2007; Essid ve Hassouna, 2013). Fermente sucuk üretiminin temelini mikroorganizmalar oluşturmaktadır. Üründe aroma, renk, lezzet ve kıvamın meydana gelişi ile karakterize edilen olgunlaşma çeşitli mikroorganizmaların oluşturdukları biyokimyasal reaksiyonlar sonucu gelişmektedir (Değirmencioglu vd., 2006).

Beslenme ve sağlık arasındaki ilişki özellikle son yıllarda sıklıkla gündeme gelmektedir. Gıda katkı maddeleri bilinçli olarak gıda maddelerine ilave edilen, kendi başına besin değeri taşımayan, gıdaların yapılarının ve duyu özelliklerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, raf ömrünün uzatılması, besleyici değerinin korunması ve oluşabilecek kayıpların azaltılması gibi amaçlar doğrultusunda güvenilir limitlerde kullanılan maddelerdir (Quemener vd., 2000; Suman ve Joseph, 2013; Saltmarsh ve Insall, 2013; Inetianbor vd., 2015; Pressman vd., 2017). Sucukta rengin kırmızı olması ve satış süresince korunması, bunun yanında patojen ile bozucu özellikteki mikroorganizmaların çoğalmaması ve inaktive edilmesi için de çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkı maddeleri arasında özellikle sucuk, sosis, salam, pastırma gibi kür edilmiş et ürünlerinin üretiminde kullanılan nitrat ve nitrit, tüketicinin bu ürünlere olan ilgisini olumsuz yönde etkilemekte ve satın alma tercihlerini değiştirmektedir (Ince, 1998).

Bilinçli tüketiciler sağlıklı yaşama değer katabilecek bileşenler eklenerek kompozisyonları geliştirilmiş, yağ, kolesterol, tuz ve nitrit seviyesi düşürülmüş sağlıklı et ve et ürünlerine artan bir ilgi göstermektedir. Bu nedenle tüketici taleplerini karşılamak ve işlenmiş et ürünlerine karşı negatif algıyı değiştirmek amaçlı yeni ürünlerin geliştirilmesi için içerik ve oranlarının değiştirilmesiyle sağlıklı yaşama katkı sağlayabilecek, yenilikçi, fonksiyonel ve sürdürülebilir ürünlerin geliştirilmesi mümkündür (Jiménez-Colmenero vd., 2010). Bitkisel gıdalarla

zenginleştirilmiş yiyeceklerin kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalıkların riskini azalttığını gösteren çalışmalar yapılmıştır (Ludwig vd., 2018).

İnsan sağlığı üzerine olan olumsuz etkilerinden dolayı nitrat ve nitrit, belirli dozların üzerinde gıdalarda bulunması istenmeyen maddelerdir. Bu maddelerin toksik olmalarının nedeni kansızlığa yol açmaları ve insan vücudunda bulunan sekonder aminlerle tepkimeye girerek kanserojen olan nitrozaminleri oluşturmasıdır (Boada vd., 2016). Başta *Clostridium* cinsine ait patojen bakteriler olmak üzere diğer bazı patojenlerin gelişimini engellemek ve ürüne özgü kür lezzetini oluşturmak üzere nitrat ve nitrit et ürünlerine yasaların izin verdiği oranda katılabilmektedir.

Et ürünlerinde renk; renk pigmentleri ile kürlenme maddelerinin reaksiyonu sonucu şekillenmektedir. Taze ette en önemli renk pigmenti miyoglobindir. Hemoglobin ve stokrom gibi pigmentlerin etkisi yok denecek kadar azdır. Kürlenme prosesinde, miyoglobinin, nitrat ve nitrit tuzlarının parçalanma ürünü olan nitrik oksit ile birleşerek renk oluşumunda temel bileşen olan nitrozomiyoglobini oluşturmaktadır. Nitrozomiyoglobinin (nitrozilmiyoglobinin), fermente sucuk, pastırma gibi ısıtılmayan et ürünlerinde oluşan tipik renktir. Nitrozomiyoglobinin denatürasyonu sonucu oluşan nitrozohemokrom (nitrozilhemokrom) ise kür edilmiş pişirilmiş et ürünlerinin rengini oluşturmaktadır (Vural ve Öztan, 1992; Henikel, 2008; Suman ve Joseph, 2013). Nitrozaminler karsinojenik, mutajenik ve teratojenik özelliğe sahip N-nitrozo bileşiklerdir. Nitrozobileşikler, nitrozamin ve nitrozamid şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Bu bileşikler kimyasal stabilitesi ve biyolojik etkinliklerine göre farklı özelliklere sahiptir (Reinik vd., 2005). Et ürünlerinde nitrozamin oluşumunda en önemli aminler, sekonder aminler olup bu bileşiklerin nitrozasyonu nitrit konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğundan, nitrit miktarı nitrozamin oluşumunda doğrudan etkili olabilmektedir (Belitz vd., 2001). Izgara, kavurma ve kızartma gibi çeşitli pişirme teknikleri kullanılarak tüketime hazır hale getirilen et ürünlerinde, uygulanan sıcaklık dereceleri ve muamele süreleri nitrozamin oluşumu açısından önemli faktörlerdir. Uçucu nitrozaminlerin sıcaklık ve süre arttıkça miktarlarının arttığı ve sıcaklık ile sürenin nitrozamin oluşumunda çok önemli faktörler olduğu belirtilmektedir (Rywotycki, 2002).

Kekik ve reyhan; antioksidan, antimikrobiyal ve aroma verici olarak yaygın kullanımı olan doğal gıda katkı maddeleridir. *Lamiaceae* familyasının en önemli bitkilerinden olan kekik bitkisine ait Türkiye'de *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Tymbra* ve *Coridothymus* isimli beş cins bulunmaktadır. Türkiye'de *Lamiaceae* familyasına dahil türlerin

%44,2'si, *Origanum* cinsine ait türlerin %65,2'si ve *Thymus* cinsine ait türlerin %52,6'sı ve *Satureja* cinsine ait türlerin ise %28'i endemiktir. Bu bilgiler, Türkiye'nin bu cinsler bakımından ne kadar zengin ve bu cinslerin gen merkezi olduğunun göstergesidir (Kintzios, 2002; Stahl-Biskup ve Sáez, 2019). Kekik'in alternatif tıpta ilk kullanımı hakkında bilgiler incelendiğinde, Antik Yunan'da sinir gevşetici ve fumigant olarak; Antik Mısır'da mikroorganizma inhibe edici ve koruyucu özelliklerinden yararlanılarak mumya yapımında; M.S. I. yüzyıldan itibaren kekik yağının ağız hijyeni için gargara suyu ve yaralar için antiseptik olarak, şarapla karıştırılarak çocuklarda öksürük ile grip tedavisinde, yaşlılarda zihinsel sağlığın korunmasında ve kekikle doldurulmuş yastıkların melankoli tedavisinde kullanıldığı görülmüştür. Eski Yunan ve Roma'da alkollü içeceklerin ve peynirin tatlandırılması için kekik kullanılırken, Avrupa'da evlerde tütsüsü yapılarak evin havasının temizlendiği ve bedenlerin bu bitki yağıyla ovulması sonucu vebacüzam gibi bulaşıcı hastalıklara karşı koruma sağlandığı bilinmektedir. Orta Çağ Avrupası ve İngiltere'de sindirim problemlerinden romatizmaya ve menstrual şikayetlere kadar çeşitli rahatsızları iyileştirmek amacıyla kullanılan kekik 1. Dünya Savaşı'na kadar savaş alanlarında antiseptik olarak da değerlendirilmiştir (Bozdemir, 2019).

Reyhan (*Ocimum basilicum*), İtalyanca Basilico, Yunanca Basilicos, Almanca Basilicum, Fransızca Basilic, İngilizce Basil olarak tanınmaktadır. Uluslararası ticarete "Basil" adı ile yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Reyhan tek yıllık hoş kokulu, kendine has aroması olan, yemeklere lezzet verici, süs ve ilaç baharat bitkilerindedir. Gıda sanayinde baharat olarak ya da uçucu yağı alkolsüz içecekler, fırın ürünleri, şekerlemeler, dondurmalar, sirke, et ve çeşni ürünlerinde kullanılmaktadır. Uçucu yağ oranı %0,3-1 arasında değişmektedir (Akgül, 1989; Erşahin, 2006; Ekren vd., 2009; Muráriková vd., 2017). Türkiye'de ev bahçelerinde ve saksılarda yetiştirilen reyhan bitkisinin İstanbul, Elazığ, Mardin, Denizli, Maraş ve Hatay illerinde ticari olarak yetiştirildiği bildirilmektedir. Reyhan bitkisinin çiçekli dallarından elde edilen uçucu yağı, tıpta antimikrobiyal, antifungal, yatıştırıcı, idrar söktürücü, gaz söktürücü, idrar yolları antiseptiği, ağrı dindirici, balgam söktürücü, solucan düşürücü, sakinleştirici, öksürük kesici olarak ya da mide rahatsızlıkları, ağız ve diş şikayetleri, ishal ve kronik dizanteri, solunum rahatsızlıkları ile mantar hastalığının tedavisinde etkilidir (Nurzyńska-Wierdak vd., 2012; Beatović vd., 2015; Złotek vd., 2016; Da Silva vd., 2021). Yapılan çalışmalarda, Türkiye'deki reyhan genotiplerinin taze ve kuru yapraklarının rosmarinik asit, sisorik asit ve gallik asit gibi değerli fenolik maddeler bakımından zengin olduğu, uçucu yağda bulunan ana bileşenlerin linalol,

metil kavikol, öjenol, metil sinamat, kafur ve sitral olup, farklı kemotiplere göre bu etken maddelerin yoğunluğu değişmektedir. Ayrıca antioksidan aktivitelerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda reyhan uçucu yağında bulunan apigenin, linalol ve ursolik asit gibi sekonder metabolitlerin antiviral, metil kavikol ve linalol içeriğinin antifungal, uçucu yağ kombinasyonlarının ve öjenolun antimikrobiyal ile linalolun antibakteriyel etki gösterdiği belirtilmiştir (Hussain vd., 2008; Yucharoen vd., 2011; Erdoğan Orhan vd., 2012; Sienkiewicz vd., 2013; Vieira vd., 2014).

Ülkemizde sucuk formülasyonu, işletmelerin kendi tercihlerine göre değişmekle beraber genellikle 100 kg sucuk için; 90 kg kırmızı et (%18 yağlı), 10 kg kuyruk yağı, 2 kg tuz, 0,6 kg sakkaroz, 1 kg sarımsak, 0,033 kg NaNO₃ veya 0,005 kg NaNO₂, 0,7 kg toz kırmızıbiber, 0,5 kg toz karabiber, 0,9 kg kimyon ve 0,25 kg yenibahar kullanılmaktadır. Sucuk yapımında kullanılacak olan et, kesimden sonra 1-2 gün dinlendirilmelidir. Etin mikroorganizma içeriği düşük olmalıdır. İyi soğutulmuş veya dondurulmuş et kullanılmalıdır. Sucuğa işlenecek etlerin fazla yağları kesilerek uzaklaştırılmalı, çok kaba bağ dokuları ve sinirleri mümkün olduğunca ayrılmalıdır. Etin pH değeri 5,4-5,8 arasında olmalıdır. Yağ olarak genellikle koyun kuyruk yağı kullanılmaktadır. Genç danalardan elde edilen sırt yağı (kabuk yağı) veya iç yağlardan üretilen yağ da kullanılabilir. Sucuk hamurunun hazırlanmasında öncelikle etler kuşbaşı halinde doğranarak paslanmaz çelikten yapılmış teknelerde toplanır. Üzerine yeterli oranda katkı maddeleri ilave edilerek karıştırma makinesinde iyice karıştırılır. Karıştırma işlemine katkı maddeleri homojen hale gelene kadar devam edilir ve soğuk depoda (2-4°C) 12-24 saat bekletilir. Bu sırada et parçalarından sızan tuzlu ve baharatlı su içerisinde et parçaları olgunlaşır. 24 saat sonra yine kuşbaşı halde doğranmış ve ayrılmış yağlar, kuşbaşı ete katılarak iyice karıştırılarak kıyma makinesinden çekilir. Kıyma makinesinden çıkan sucuk kıyması özel karıştırma ve yoğurma makinelerinde homojen kitle haline getirilerek doldurulmaya hazırlanır. Homojen hale getirilen sucuk hamurunun sıcaklığı mümkün olduğu kadar +2°C'nin altında olmalı ve en fazla +4°C'yi geçmemelidir. Yoğurma makinesinden çıkan sucuk hamuru dolum aşamasında doğal veya yapay kılıflar kullanılarak mümkün olduğunca sıkı ve hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulur. Dolumdan sonra gerekli olduğunda temiz iğnelerle hava boşlukları giderilebilir. Daha sonra sucuklar iplere dizilip tekerlekli arabalarla birbirine fazlaca değmeyecek şekilde asılır, yüzeyleri basınçlı su ile yıkanır ve olgunlaştırmak üzere olgunlaştırma odalarına alınır (Özcan, 2003; Anar, 2020).

Türk Sucuğu Standardına göre yağ oranı, ekstra sınıfta %30 veya altında, 1. sınıfta ise %40'ın altında, nem en çok %40, tuz en çok %5, pH değeri en fazla

5,4, protein miktarı ekstra sınıfta en az %18, 1. sınıf sucukta en az %16 olmalıdır (Anonim, 2012).

Bu çalışmada fermente sucuk üretiminde nitrat ve nitritin yerine kekik yağı ve reyhan yağının kullanılması amaçlanmıştır. Bitkisel yağların antioksidan ve koruyucu özelliklerinden yararlanılarak kimyasal nitelikli gıda katkı maddeleri yerine doğal ve zararsız katkı maddeleri kullanımı sağlanmıştır. Bu şekilde et ürünlerine yakışan tat, koku, aroma veren bu maddeler kimyasal katkı maddelerinde olduğu gibi ısı etkisinde de ortamdaki kolayca uzaklaşacağı için olumsuz herhangi bir etkisi olmayacaktır. Ayrıca büyük miktarlarda üretilen sucuk ve diğer kütleme uygulanan ürünler için de bir örnek oluşturacağı, böylece toplum sağlığına olumlu etki sağlanacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan Reyhan bitkisi (*Ocimum basilicum*) Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde bulunan Tarla Bitkileri Bölümü'nden; Kekik bitkisi (*Origanum vulgare*), Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Sucuk örnekleri %80 yağsız sığır eti ve %20 kuyruk yağı ana bileşenleri ile birlikte farklı oranlardaki bitki uçucu yağ ekstraktlarıyla gerçekleştirilen 6 farklı uygulama ile üretilmiş ve Bilim, Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (BİTUAM) bünyesinde bulunan fermantasyon/iklimlendirme odasında ilgili standartta (TS 1070) belirtilen koşullar altında fermantasyona bırakılmıştır (TSE, 2012).

2.2. Yöntem

2.2.1. Sucuk üretimi

Bitki uçucu yağları, bitkiler kurutulduktan sonra Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde hidro destilasyon (Neo-Clevenger) yöntemiyle (TS-EN-ISO 6571) elde edilmiştir (TSE, 2011). Sucuk formülasyonu, %80 yağsız sığır eti, %20 kuyruk yağı ana bileşenleri olmak üzere 1 kg için; 25 g tuz, 12 g sarımsak, 4 g sakkaroz, 8 g kırmızı toz biber, 5 g karabiber, 10 g kimyon, 2,5 g yenibahar ve 10 mL laktik asit bakterisi içeren yoğurt mayası olarak belirlenmiştir. Yoğurt mayası 40-45°C'de 20 dakika bekletildikten sonra hamura ilave edilmiştir. 18 kg hazırlanan sucuk hamuru eşit olarak bölünmüş ve aşağıda belirtilen deneme desenine göre kekik ve reyhan uçucu yağları 3'er kg'lık hamura ilave edilerek 6 farklı uygulama şeklinde hazırlanmıştır (Çizelge 1). Her partiden 200'er gramlık 15 adet sucuk yapılmıştır. Sucuklar 16,6-18,0°C arasında %65-68 bağıl nemde olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşma sonrası sucuklar vakum paketlenmiş, buzdolabı şartlarında 3 ay süre ile bekletilmiştir. Analizler, 1., 2. ve 3. ayda yapılmıştır. 0. ay analizleri sucuk hamurunda; 1. ay analizleri ise olgunlaşma sonrası (rafa konulduktan sonraki) sucuklardaki yapılan analizlerdir.

Çizelge 1. Kekik ve reyhan uçucu yağı içeren sucuk hamurlarına ait deneme deseni

Uygulama Kodu	Açıklama
1	Kontrol (Uçucu yağ içermeyen)
2	500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren
3	500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren
4	500 mg/kg kekik uçucu yağı + 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren
5	1000 mg/kg kekik uçucu yağı + 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren
6	1500 mg/kg kekik uçucu yağı + 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

2.2.2. Analizler

Fiziko-kimyasal analizler ilk üretim analizleri (0. ay) ve fermentasyon tamamlandıktan sonra (1. ay) olarak yapılmış, raf ömrünü belirlemek için ise buzdolabı şartlarında bekletilen ürünler 1, 2 ve 3. ay süresince mikrobiyolojik ve duyu analize tabi tutulmuştur.

Fiziko-kimyasal analizler

Toplam nem, kül, ham protein, ham yağ ile pH değeri AOAC (2002)'ye göre belirlenmiştir. Örneklerin renk yoğunluklarının ölçümünde Minolta (CR-300, Minolta Co., Osaka, Japonya) kolorimetre cihazı kullanılmıştır. Örneklerin tekstür analiz cihazı (TA.XT2 Texture Analyzer, Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/Stable MicroSystems, Godalming, Birleşik Krallık) ile analizi için Warner Bratzler Shear Force (WBSF) yöntemi uygulanmıştır (Bozkurt ve Bayram, 2006). Warner Bratzler kesme eki (V tipi bıçak seti) kullanılarak sertlik ve gevreklik parametreleri ölçülmüştür. Ölçümler sırasında test hızları 2 mm/s'ye ayarlanmıştır.

Duyusal değerlendirme

Duyusal analizleri gerçekleştirmek için Karaca

Demircioğlu vd. (2013)'nin uyguladığı prosedür modifiye edilmiştir. 7 yarı-eğitilmiş panelist seçilmiş ve sucuk örnekleri renk, koku, tat, ürün içi yağ dağılımı, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından puanlandırılarak (1=çok kötü, 10=çok iyi) değerlendirilmiştir.

Uçucu yağ bileşenleri analizi

Bitki uçucu yağ bileşenleri analizleri Bagamboula vd. (2004)'nin belirttiği metot modifiye edilerek GC-MSQP2020 (Shimadzu, Japonya) kullanılarak, DB-5MS 30m, 0,25mm, 0,25µm kolonu ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde taşıyıcı gaz olarak 3mL/dk akış hızındaki helyum gazı kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 60°C'de 3 dakika bekletildikten sonra 9°C/dk artışla 60°C'den 240°C'ye çıkarılarak 10 dakika bu sıcaklıkta bekletilecek şekilde programlanmıştır. Analizde kullanılacak örnekler 1/10 oranında hekzan (v/v) ile seyreltilmiştir. Reyhan ve kekik ekstraktlarının uçucu bileşen tanımlanmasına ait GC-MS spektrumları alıkonma süreleri (RT) dikkate alınarak Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST2017) kütle spektral kütüphanesi ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Reyhan ve kekik ekstraktlarının uçucu yağ bileşenleri

Reyhan		Kekik	
RT	Bileşen	RT	Bileşen
12.65	Caryophyllene	4.95	Pinene(alpha)
13.47	Methylchavical	5.79	Myrcene
13.54	Meral	5.98	Terpinene(alpha)
14.11	Geranial	6.40	Terpinene(gamma)
14.52	Bisabolene	6.68	Terpinolene
17.06	Methyl eugenal	8.53	Cymene
		8.82	Terpinene-4-ol
		9.52	Borneol
		9.66	Thymol
		10.11	Carvone
		15.83	Carvacrol

Çalışmada kullanılan reyhan uçucu yağı bileşenleri, %2,94 caryophyllene, %65,21 metilchavical, %7,7 neral, %18,99 geranial, %2,13 bisabolene, %2,89 metil eugenel ve Kekik uçucu yağı bileşenleri %84,44 carvacrol, %6,23 cymene, %2,83 terpinene (gamma), %0,99 terpinene (alpha), %0,4, terpinene-4-ol, %0,89 myrcene, %0,87 pinene (alpha), %0,15 carvone, %0,27 terpinolene, %0,7 borneol olarak saptanmıştır.

Mikrobiyolojik analizler

Sucuk örneklerinden 10'ar g tartılarak; aseptik koşullar altında 90 mL fizyolojik tuzlu su çözeltisinde (%0,85 NaCl) homojenize edilmiştir. Ardından aynı çözelti kullanılarak seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Seri dilüsyonlardan, yayma plak yöntemine göre uygun besiyerlerine ekim yapılarak toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), toplam koliform ve maya/küf sayıları belirlenmiştir. TMAB için Plate

Count Agar (PCA, Merck) besiyeri kullanılmış ve petriler, 28°C'de 48 saat inkübe edilmiştir. Toplam koliform için Eosin Metilen Blue Agar (EMB, Merck) besiyeri kullanılmış ve petriler, 37°C'de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. Maya ve küf sayımı için ise Potato Dextrose Agar (PDA, Merck) besiyeri kullanılmış ve petriler, 25°C'de 3-5 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır (Anonim, 2002; Halkman vd., 2019). Tüm mikrobiyolojik analizler üç tekerrürlü olacak şekilde yapılmış ve sayım sonuçları log kob/g olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel analizler

Çalışma kapsamında üretilen sucuk örneklerindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla, analiz sonuçlarının SPSS 25 istatistik programında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Ürün gruplarının ortalama verileri arasındaki farklılıklar karşılaştırılarak (Duncan testi) karşılaştırma gruplarına ait veriler $\alpha=0,05$ güven aralığında test edilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Fiziko-kimyasal analizler

Sucuk örnekleri hazırlanırken ilave edilen uçucu yağ oranları her ne kadar düşük olsa da; bir etkileşim sonrası oluşabilecek muhtemel farklılıkların tespit edilmesi amacıyla fizikokimyasal analizler yürütülmüştür. Analizler, hem üretim sonrasında hem de olgunlaşmanın tamamlanmasını takiben son

üründe gerçekleştirilerek Çizelge 3'de verilmiştir. Olgunlaşmada Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği'ne (Anonim, 2019) uygunluk aranmış ve ürünün ve olgunlaşma sürecinin daha güvenli olması için nem oranının %25 seviyesinde bulunması sağlanarak; 18 günlük süreç içinde olgunlaşma gerçekleşmiştir. Bu çerçevede örneklerin yüzde nem değerleri %54,34-56,54 aralığından %21,23-23,06 değerlerine gerilemiştir. Üretim sonrası gerçekleştirilen nem tayininde elde edilen veriler kapsamında örnekler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Aynı sonuca 1. Ay sonunda gerçekleştirilen son ürün analizinde de ulaşılmıştır.

Sucuk örneklerinin % protein, yağ ve kül tayinlerinde örnekler arasında istatistiksel olarak farklılık önemli bulunmamakla birlikte ($p>0,05$); olgunlaştırma ile birlikte nem miktarlarındaki azalmaya bağlı olarak 1. Ay sonunda, tüm örneklerden elde edilen değerlerde artışlar gözlenmiştir. Son ürün nem miktarları ele alındığında %21-23 değerleri elde edilmiştir. Ergezer vd. (2018) yürüttükleri çalışmada, olgunlaşma sonrasında %37-41'e ayarlanan son ürün nemi ile birlikte yüksek protein (%27,50-28,42) ve yağ (%25,07-28,45) değerlerini tespit etmişlerdir. Protein ve yağ miktarı yüksek, kül miktarı (%4,66-4,96) ise daha düşük nem oranına karşın elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermiştir. Bu durumun, sucuk hamuru hazırlığında kullanılan yardımcı maddelerin farklı oranlarda kullanımı sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Çizelge3. Sucuk örneklerinin kimyasal analizleri

Uygulamalar		Protein (%)	Yağ (%)	Nem (%)	pH	Kül (%)
0. Ay	1	22,08±0,40	23,23±1,13	54,49±0,61	4,87±0,05	3,12±0,08
	2	21,41±0,36	24,23±0,25	54,38±0,80	4,98±0,09	3,15±0,03
	3	21,40±0,13	24,29±0,69	54,50±0,47	4,94±0,04	3,25±0,13
	4	21,98±0,33	23,58±0,42	56,14±1,19	4,88±0,10	3,29±0,11
	5	21,86±0,24	23,84±0,34	54,34±0,23	4,89±0,60	3,14±0,06
	6	21,94±0,27	23,17±0,92	55,00±0,33	4,92±0,09	3,21±0,09
1. Ay	1	32,13±0,36	37,15±1,12	21,44±0,91	4,86±0,12	4,00±0,62
	2	30,79±1,28	37,12±1,38	23,06±1,21	4,79±0,05	4,66±0,32
	3	32,41±1,13	37,51±0,99	21,23±0,77	4,75±0,02	4,08±0,73
	4	31,74±0,81	35,19±1,36	21,46±0,40	4,75±0,07	4,18±0,37
	5	31,75±0,66	35,66±1,05	22,95±1,08	4,86±0,14	4,74±0,23
	6	31,49±1,05	35,99±0,58	22,99±0,64	4,80±0,03	4,69±0,59

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

Üretim sonrası örneklerin pH değerleri 4,87-4,98 aralığında iken, olgunlaşma sırasında gerçekleşen laktik asit fermentasyonunun etkisiyle 4,75-4,86 olarak belirlenmiştir. Olgunlaşmış örneklerin pH değerleri benzerlik göstermiş olup ($p>0,05$); uçucu yağ ilavesi pH değerlerinde değişime neden olmamıştır.

Tekstür analizi sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4), et kesme kuvveti (N) olgunlaşma sonunda 37,18-

39,91 olarak ölçülmüştür. Fermente kuru sosislerin üretimini takiben 35. gün sonunda gerçekleştirilen tekstür analizlerinde Kamenik vd. (2014) kesme kuvveti değerlerini 30,37-41,43 (N) aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar literatürle benzerlik göstermiştir. Sıkılık değerleri (N) ise olgunlaşma sonunda nem oranının azalmasına bağlı olarak artış göstermiştir. Olgunlaşma sonrasında depolama süresince gerçekleştirilen kontrollerde, alınan sonuçlarda herhangi bir farklılık olmamış ve sabit kaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.Sucuk örneklerinin tekstür analizleri

Sucuk örnekleri		Kesme Kuvveti (N)	Sıklık (N)
0. Ay	1	8,58±0,96	1,02±0,05
	2	9,58±0,80	1,00±0,04
	3	9,09±0,29	1,11±0,08
	4	9,44±1,02	1,05±0,07
	5	8,73±1,45	0,95±0,10
	6	8,51±1,28	0,94±0,08
1. Ay	1	37,18±2,12	4,04±0,22
	2	38,11±1,48	3,67±0,45
	3	38,27±0,95	3,89±0,27
	4	38,36±1,74	3,79±0,30
	5	39,91±1,30	4,06±0,17
	6	39,31±2,43	3,65±0,11

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

Sucuk örneklerinin renk parametrelerinde, üretim sonrası kırmızıya yakın olan rengin olgunlaşma sonrası kahverengine dönmesi, açıktan koyuya doğru eğilim olduğunu göstermiştir. Bu durum *L*, *a* ve *b* değerlerindeki azalmayla açıklanabilir (Çizelge 5). Elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak, Bozkurt ve Bayram (2006) ile El Adab ve Hassouna (2016)

fermente sucuklar üzerine yürüttükleri çalışmalarında, *L* değerlerinde olgunlaşma ile birlikte azalma olduğunu belirtmiştir. Bu durum, olgunlaşma sırasında meydana gelen nem miktarındaki azalışa bağlanmış olmakla birlikte, bu çalışmada da önemli oranda nem kaybı ile bu koyulaşmanın yaşanarak, daha düşük *L* değerleri elde edildiği düşünülmüştür.

Çizelge 5. Sucuk örneklerinin renk analizleri

Sucuk örnekleri		<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
0. Ay	1	48,22±1,48	11,42±0,61	16,52±0,94
	2	46,91±0,98	12,91±1,18	17,19±0,57
	3	48,54±1,21	11,82±0,52	16,65±0,45
	4	48,39±1,53	12,39±0,90	17,38±0,91
	5	48,39±0,66	12,66±1,26	16,42±0,77
	6	47,66±0,87	11,76±1,39	16,71±0,83
1. Ay	1	42,37±0,90	6,64±0,63	11,28±0,40
	2	43,41±1,34	7,15±0,14	10,93±0,15
	3	42,60±0,76	7,23±0,37	10,78±0,23
	4	41,06±1,42	7,02±0,50	10,72±0,19
	5	43,86±1,17	6,45±0,52	11,26±0,29
	6	43,50±0,72	7,19±0,65	11,01±0,34

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

Kurt ve Ceylan (2017) yaptıkları çalışmada fermente sucukların *a* değerlerinde azalma belirlemiş ve bu durumu olgunlaşma sürecinde yaşanabilen miyogloblin ve oksimiyogloblin denatürasyonuna bağlamışlardır. Pérez-Alvarez vd. (1999) İspanyol tipi fermente sosisin *b* değerinin fermantasyon aşamasında azaldığını ve bu azalmanın mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen oksijen tüketiminin neticesinde sarılık değeriyle etkileşimli oksimiyogloblindeki azalmaya bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda, *b* değerindeki azalmanın miyogloblin ve oksimiyogloblin denatürasyonunun yanı sıra ürün formülasyonlarına nitrit ilavesi yapılmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

3.2. Mikrobiyolojik analizler

Üretim sonrası ile olgunlaştıktan sonra 4°C'de 1., 2. ve 3. aylarda sucuk numunelerinin mikrobiyal yük (log KOB/g) değişimleri Çizelge 6'da verilmiştir. Genel olarak olgunlaşmadan sonraki 3 aylık depolama süresince tüm mikroorganizma sayılarında azalma gözlenmiş olup bu azalmanın özellikle 1 aylık depolamadan sonra istatistiki açıdan önemli olduğu belirtilmiştir ($p<0,05$). Laktik asit bakterilerinin (LAB), fermente sucuklarda baskın mikroorganizmalar olduğu ve fermantasyondan sorumlu oldukları bilinmektedir (El Adab ve Hassouna, 2016; Sahin vd., 2017). Ayrıca LAB, organik asitler gibi metabolitleri üretmesi nedeniyle de istenmeyen mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon etkisine sahiptir (Kurt ve Ceylan, 2017;

Sucu ve Yıldız Turp, 2018; Sarıcaoğlu ve Turhan, 2019; Demirok Soncu vd., 2020). Yapılan çalışmada da yoğurt mayası kullanılmış olup, depolama sürecinde özellikle 1. ayın sonunda sucukların toplam bakteri florasında LAB baskın suşlar haline geldiği

düşünülmektedir. Depolama sırasında nem oranının düşük olması ve örneklerin soğukta (4°C) muhafaza edilmelerinin mikrobiyal gelişmenin azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Şimşek ve Kılıç, 2016; Demirok Soncu vd., 2020).

Çizelge 6. Üretim sonrası ile olgunlaştıktan sonra 4°C'de 1., 2. ve 3. aylarda sucuk örneklerinin mikrobiyal sayım (log KOB/g) sonuçları (ortalama ± ss)

Uygulamalar		1	2	3	4	5	6
TMAB	Üretim sonrası	8,93±0,05A,a	8,77±1,06A,a	8,62±0,09A,a	8,54±0,12A,a	8,94±0,33A,a	8,43±0,03A,a
	Olgunlaşma						
	1. ay	8,17±0,02B,ab	8,05±0,02B,ab	7,77±0,16B,ab	6,87±0,02B,ab	8,16±0,01B,ab	8,29±0,05B,ab
	2. ay	7,18±0,01C,b	7,07±0,02C,b	7,13±0,01C,b	6,83±0,04C,b	7,13±0,01C,ab	7,21±0,01C,ab
	3. ay	6,64±0,02D,b	6,47±0,04D,b	6,19±0,03D,b	6,38±0,02D,b	6,43±0,03D,b	6,25±0,04D,b
TOPLAM KOLIFORM	Üretim sonrası	8,70±0,06AB,a	8,21±0,16AB,a	8,24±0,05AB,a	8,30±0,05AB,a	8,06±0,07AB,a	8,14±0,01AB,a
	Olgunlaşma						
	1. ay	5,56±0,06E,ab	5,43±0,17E,ab	5,47±0,13E,ab	5,61±0,15E,ab	5,68±0,20E,ab	5,63±0,33E,ab
	2. ay	3,76±0,19F,b	3,94±0,08F,b	3,55±0,09F,b	3,71±0,12F,b	3,70±0,25F,ab	3,50±0,10F,ab
	3. ay	3,78±0,07F,b	4,21±0,02F,b	3,64±0,01F,b	3,73±0,21F,b	3,88±0,08F,b	4,05±0,16F,b
MAYA/KÜF	Üretim sonrası	8,94±0,11A,a	9,12±0,10A,a	9,18±0,34A,a	8,62±0,02A,a	8,17±0,04A,a	8,42±0,07A,a
	Olgunlaşma						
	1. ay	8,02±0,02B,ab	8,15±0,08B,ab	7,70±0,12B,ab	7,48±0,02B,ab	7,87±0,05B,ab	8,23±0,01B,ab
	2. ay	6,31±0,11CD,b	6,75±0,33CD,b	6,88±0,03CD,b	6,24±0,05CD,b	6,59±0,10CD,ab	6,85±0,02CD,ab
	3. ay	6,65±0,06D,b	6,63±0,06D,b	6,18±0,05D,b	6,55±0,02D,b	6,68±0,02D,b	6,52±0,07D,b

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+ 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

*Aynı sütunda farklı büyük harflerle takip edilen değerler önemli ölçüde farklıdır ($p < 0.05$) ($n = 3 \pm ss$).

*Aynı satırda farklı küçük harflerle takip edilen değerler önemli ölçüde farklıdır ($p < 0.05$) ($n = 3 \pm ss$).

TMAB, toplam koliform ve maya/küf sayımlarında tüm numuneler için sırasıyla yaklaşık olarak 2, 5 ve 2 log birim düşüş görülmektedir. Dolayısıyla LAB'ın koliform mikroorganizmaların gelişmesini önemli ölçüde engellediği ifade edilebilir. Ayrıca, LAB suşlarının mezofilik bakteri ve mayalar için de inhibisyon etkisinin olabileceği bilinmektedir (Lee vd., 2020, Oriola vd., 2017, Ignat vd., 2020). Sucuk numunelerindeki (1'den 6'ya kadar) başlangıçtaki TMAB sayıları sırasıyla; 8,93; 8,77; 8,62; 8,54; 8,94 ve 8,43 log KOB/g'dır. Ardından, 3 aylık depolamanın sonunda bu sayı azalarak 6,19-6,64 log KOB/g aralığında değişmektedir. Bu sonuçlar, Sarıcaoğlu ve Turhan (2019)'ın ısıtılmış sucukların kekik (KEY) veya karanfil esansiyel yağları (KAHEY) içeren mekanik ayrılmış tavuk eti protein solüsyonu (MATEPS) kaplamaları ile yaptıkları çalışması ile karşılaştırıldığında biraz farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmada, KEY veya KAHEY içeren MATEPS kaplamalı sucuk numuneleri, 4°C'de 45 günlük depolama süresince 15 günlük aralıklarla incelenmiş ve depolama boyunca toplam canlı sayısının arttığı saptanmıştır. KEY15 (%1,5 kekik esansiyel yağı ile hazırlanmış) ve KAHEY15 (%1,5 karanfil esansiyel yağı ile hazırlanmış) içeren MATEPS kaplanmış örneklerde,

kaplanmamış sucuk (KS) ve sadece MATEPS ile kaplanmış sucuklara (MKS) göre toplam canlı sayısında ise uçucu yağların antimikrobiyal etkisi nedeniyle daha düşük bir artış olmuştur. 30. depolama gününün sonunda KS, MKS ile KEY15 ve KAHEY15 ile kaplanmış sucukların toplam canlı sayımlarında sırasıyla 5,43-5,94, 5,44-5,79, 5,54-5,79 ve 5,48-5,52 log KOB/g şeklinde artış görülmüştür. Yapılan çalışmayla, KEY ve KAHEY içeren kaplama uygulamalarının mikroorganizmaların gelişmesini geciktirdiği gösterilmiştir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak yapılan bu çalışmada gözlenen artışın nedeni, uygulanan ısıtılmış işlemin LAB gelişimini engellemesi olduğu düşünülmektedir. Demirok Soncu vd. (2018) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, 4°C'de 3 aylık depolama süresince kuru fermente sucuklarda yüzeyde küf gelişimine karşı kitosan, kekik veya biberiye esansiyel yağları ile zenginleştirilmiş kitosan ve potasyum sorbat etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, bu çalışmada olduğu gibi her örnekte toplam canlı mikroorganizma sayısı azalma göstermiştir. Depolamanın başlangıcı ile sonu arasında toplam canlı sayısında 8,52-8,34 ile 7,79-7,48 log KOB/g aralığında azalma meydana geldiği ifade edilmiştir. Azalma miktarı bu çalışmaya göre daha düşük olmakla birlikte; esansiyel yağ

uygulamaları arasında bu çalışmadakine benzer şekilde istatistiki anlamlı farklılık ($p>0,05$) bulunmamıştır.

TMAB sayılarına benzer şekilde, hammaddelerde maya ve küf sayısı 9,18-8,17 log KOB/g aralığında değişirken, 3. aylık depolama sonunda 6,68-6,18 log KOB/g aralığında azalmıştır. Örneklerdeki başlangıçtaki yüksek maya yükü, fermente sucuklarda doğal olarak bulunan maya kültürlerinden (*Candida zeylanoides* ve *Debaryomyces hansenii* gibi) kaynaklanabileceği sonucuna birçok çalışmada ulaşılmıştır. (Ozturk ve Sagdic, 2014; Ozturk, 2015; Ozturk vd., 2021). Uçucu yağ ilave edilen örneklerde; TMAB ve maya/küf sayılarındaki azalma miktarları istatistiki açıdan önemli olmamakla birlikte diğer örneklerden daha yüksek bulunmuştur ($p>0,05$). Dolayısıyla, kekik (özellikle karvakrol ve timol) ve reyhan uçucu yağları, mikroorganizmaların gelişmesi üzerinde inhibisyon etkisi göstermiştir. Bu durum kekik ve reyhanın hidrofobik özelliğinden kaynaklı antimikrobiyal etkisinden dolayı beklenen bir sonuçtur (Bagamboula vd., 2004; Oussalah vd., 2006; Hussain vd., 2008; Abdollahzadeh vd., 2014; Sharafati-Chaleshtori vd., 2015; Van Haute vd., 2016; Hernández-Hernández vd., 2019; Saricaoğlu ve Turhan, 2019; Sedki vd., 2020). Bu sonuçlara ek olarak, uçucu yağ içeren hiçbir numunede önemli küf gelişimi belirlenmemiştir. Bu durum uçucu reyhan ve kekik yağının antifungal etkileri ile açıklanabilir. Ayrıca, sucuk numunelerindeki (1'den 6'ya kadar) başlangıçtaki toplam koliform sayısı sırasıyla 8,70; 8,21; 8,24; 8,3; 8,06 ve 8,14 log KOB/g olarak bulunmuştur. 3 aylık depolama sonunda sırasıyla 3,78; 4,21; 3,64; 3,73; 3,88 ve 4,05 log KOB/g olarak belirlenmiştir. Saricaoğlu ve Turhan (2019) sucuk örneklerine ısıtma işlemi uygulanması sonucunda herhangi bir koliform gelişimi olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaya benzer şekilde Van Haute vd. (2016), *Oreganum compactum* (kekik), *Cinnamomum zeylanicum* (tarçın) ve *Thymus zygis* ct. *Thymol* (kekik)'den elde edilen uçucu yağlar ile marine edilmiş balık ve et ürünlerinde, uçucu yağların maya ve küf gelişimini tüm numunelerde etkilediğini ve 6 günlük depolama süresince sadece domuz sırt yağında toplam koliform sayısı üzerinde etkin olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 6'da görüldüğü gibi, uçucu yağlar, birlikte kullanılmak yerine Uygulama 2 ve Uygulama 3'te olduğu gibi tek olarak kullanıldığında mikrobiyal gelişme üzerinde daha etkili olmuştur. Ancak, 3 aylık depolama sonunda TMAB sayımlarında en yüksek azalma Uygulama 5'te görülmüştür; 8,94'ten 6,43 log KOB/g'a düşüş meydana gelmiştir. Yine de, 3 aylık depolamanın sonunda TMAB, toplam koliform, maya ve küf sayımları açısından uçucu yağ uygulamaları arasında istatistiki açıdan önemli

farklılıklar gözlenmemiştir ($p>0,05$). Bu nedenle, farklı oranlarda uçucu yağların ilave edilmesinin sucukların doğal mikrobiyotasını etkileyemediği düşünülmüştür. Çalışmamızda elde edilen veriler, Demirok Soncu vd. (2018)'nin kekik ya da biberiye esansiyel yağları ile zenginleştirilmiş kitosan kaplı Türk fermente sucukları ile ilgili çalışması ile uyumluluk göstermiştir. Araştırmacılar olgunlaşma sürecinde tüm sucuk örneklerinde TMAB, LAB ve *Micrococcaceae* sayılarında artış gözlemlenmişler, ancak sucuk kaplamalarında kitosan, uçucu yağ ve potasyum sorbat kullanımını arasında ise istatistiki açıdan önemli bir farklılık belirlemedişlerdir ($p>0,05$).

Sonuç olarak, kekik ve reyhan ya da bunların uçucu yağlarının gıdalarda doğal koruyucu olarak kullanımına, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinden dolayı yaygın olarak rastlanmaktadır. Bu nedenle, mevcut çalışmanın sonuçları, kekik ve reyhan uçucu yağlarının fermente sucuk üretiminde kullanılmasının, olgunlaşma sonrasında 4°C'de 3 aylık depolama süresince sucuğu; mikrobiyolojik olarak olumlu etkilediğini göstermektedir. Fermente sucuklara kekik ve reyhan ekstraktlarının katılması mikrobiyal gelişmeyi 2-5 log KOB/g oranında yavaşlatırken, depolama süresi sonunda örneklerin uçucu yağ oranlarının antimikrobiyal etkisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Kekik ve reyhan esansiyel yağlarının tekli olarak sucuk hamurunda kullanımının mikrobiyal gelişmenin inhibisyonu üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Sucukların; fırınlama, ızgara gibi ısıtma işlemlerden sonra tüketilmesi göz önünde bulundurulduğunda mikrobiyal üremenin tamamen engellenememesi bir sorun teşkil etmemektedir. Mikrobiyolojik sonuçlar literatürle uyumlu bulunmuştur. Bu nedenle, fermente sucuk üretiminde yasal olarak kullanımına izin verilen ve raf ömrüne etki eden nitrat ve nitrit yerine aynı etkiyi gösteren, sağlık açısından da faydalı olan kekik ve reyhan ekstraktlarının kullanılması önem kazanmaktadır.

3.3. Duyusal değerlendirme

Sucuk örnekleri yağsız olarak, farklı yapılmaz tavalarda, aynı süre ve sıcaklık ayarında elektrikli ocakta pişirilmiştir. Pişirme işlemi eş zamanlı gerçekleştirilmiş olup; hazırlanan örnekler rastgele numaralandırılmış, sunuma hazır hale getirilmiş, panel odasına alınmış ve duyusal değerlendirmeler numune sıcak iken gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, duyusal parametreler arasında istatistiksel olarak ($p>0,05$) farklılık olmadığı gözlenmiştir.

İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte panelistlerin verdiği puanlar dikkate alındığında, yalnızca kekik uçucu yağı içeren örneğin (Uygulama 2) koku ve lezzet parametrelerinde en yüksek beğeni

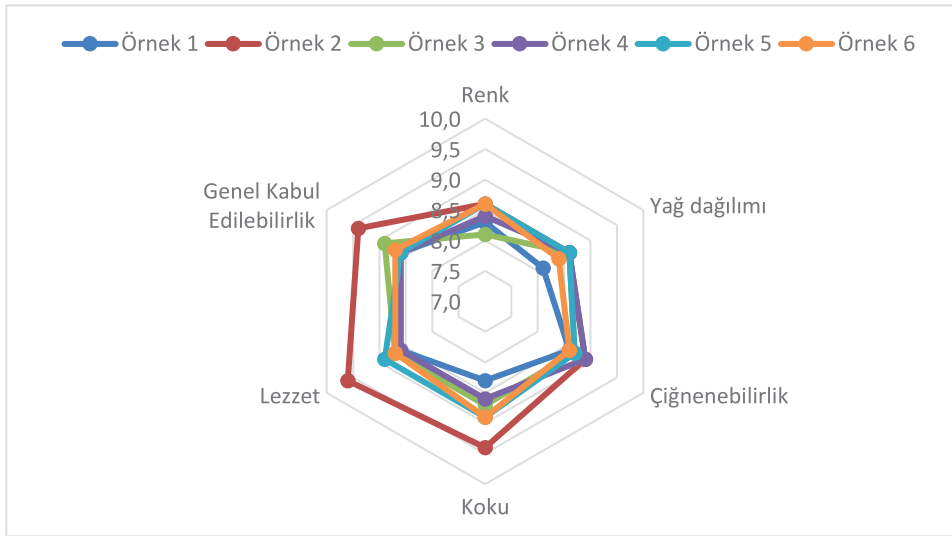
Çizelge 7. Sucuk örneklerinin duyusal analizi

Parametreler	Uygulamalar					
	1	2	3	4	5	6
Renk	8,3±0,5	8,6±0,5	8,1±0,4	8,4±1,0	8,6±1,0	8,6±0,8
Yağ dağılışı	8,1±0,4	8,6±0,8	8,6±0,5	8,6±1,0	8,6±1,1	8,4±0,8
Koku	8,3±0,5	9,4±0,5	8,7±0,8	8,6±1,0	8,9±0,9	8,9±0,4
Lezzet	8,6±0,5	9,6±0,5	8,7±1,0	8,6±0,8	8,9±0,7	8,7±0,5
Çiğnenebilirlik	8,6±0,5	8,9±0,9	8,7±0,8	8,9±0,7	8,7±1,1	8,6±0,5
Genel Kabul Edilebilirlik	8,6±0,5	9,4±0,5	8,9±0,9	8,6±0,8	8,6±0,5	8,7±0,5

1: Kontrol (Uçucu yağ içermeyen); 2: 500 mg/kg kekik uçucu yağı içeren; 3: 500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 4: 500 mg/kg kekik uçucu yağı+500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 5: 1000 mg/kg kekik uçucu yağı+500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren; 6: 1500 mg/kg kekik uçucu yağı+500 mg/kg reyhan uçucu yağı içeren

alan örnek olduğu görülmüştür. Genel kabul edilebilirlik açısından da aynı örneğin, diğer örneklerle göre ön plana çıktığı belirlenmiştir. (Çizelge 7.)

Verilerin görsel olarak daha iyi anlatılabilmesi açısından örümcek ağı diyagramı oluşturulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Sucuk örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları

4. Sonuç

Bu çalışmada fermente sucuk üretiminde nitrat ve nitritin yerine geçebileceği düşünülen kekik uçucu yağı ve reyhan uçucu yağının kullanılması amaçlanmıştır. Bitkisel uçucu yağların antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden yararlanılarak, kimyasal koruyucu katkı maddesi yerine doğal ve zararsız katkı maddelerinin fermente sucuğun fiziko-kimyasal, mikrobiyal ve duyusal özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bitkisel uçucu yağların kullanımı fermente sucuk örneklerinde tat, koku ve aroma açısından sorun oluşturmamıştır. Tüm uygulamalarda, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında, toplam koliform grubu bakteri sayısında ve maya-küf sayılarında üç aylık depolama süresince azalma görülmüştür. Büyük miktarlarda üretilen sucuk ile diğer kürlenme uygulanan ürünler için kekik ve reyhan uçucu yağlarının kullanımı toplum sağlığının korunduğu ve gıda güvenliğinin sağlandığı yenilikçi bir uygulama olarak önerilmiştir.

Sucukta rengin kırmızı olması ve satış süresince korunması, bunun yanında hastalık yapıcı ve bozucu

mikroorganizmaların gelişmemesi ile inaktive edilmesi için katkı maddesi olarak nitrat ve nitrit kullanılmaktadır. Bu kimyasallar sucuğu daha cazip göstermekte ve sucuğun rafta kalış süresini artırmaktadır. Bunlar yasal olarak ürüne ilave edilebilse de ürünün yapısında olmayan kimyasal maddelerdir ve aşırı kullanımı ile sağlık üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Yapılan çalışmada elde edilen bulgular neticesinde beğenilen, besin değeri yüksek ve herhangi bir kimyasal nitelikte katkı maddesi kullanılmadan fermente sucuk üretimi gerçekleştirilmiştir. Sucuk örneklerinde üretim ve olgunlaşma sonrası (1. ay) fiziko-kimyasal, tekstürel ve duyusal olarak herhangi bir bozulma meydana gelmemiştir. Aynı zamanda kullanılan kekik ve reyhan uçucu yağlarının etkileri istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte genel beğeniyi de artırmıştır. Örneklerde nitrat ve nitrit ilavesiyle korunan kırmızı renk oluşmamıştır. Aslında örneklerde oluşan renk, doğal ve olması gereken bir renktir. Piyasada satılan sucuklarla karşılaştırıldığında daha sert bir sucuk elde edilmiştir. Örneklerin piyasaya göre daha düşük nem

içermesinden dolayı, özellikle protein içeriğiyle besin değeri yükselmiştir. Bu durum tüketici bilinçlenmesi ve bilgilenmesi sağlandığı takdirde

5. Kaynaklar

Abdollahzadeh, E., Rezaei, M. and Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: the role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35(1), 177-183.

Akgül, A. (1989). Volatile oil composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivating in Turkey. *Nahrung*, 33(1), 87-88.

Anar, Ş. (2020). Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Dora Yayıncılık, Bursa. 470 s.

AOAC. (2002). Official Methods of Analysis. 17th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Anonim. (2019). Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2018/52. Erişim Tarihi: 14/08/2021.

Bagamboula, C.F., Uyttendaele, M. and Debevere, J. (2004). Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiology*, 21(1), 33-42.

Banjari, I. and Hjærtaker, A. (2018). Dietary sources of iron and vitamin B12: Is this the missing link in colorectal carcinogenesis?. *Medical Hypotheses*, 116, 105-110.

Beatović, D., Krstić-Milošević, D., Trifunović, S., Šiljegović, J., Glamočlija, J., Ristić, M. and Jelačić, S. (2015). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils of twelve *Ocimum basilicum* L. cultivars grown in Serbia. *Records of Natural Products*, 9, 62-75.

Belitz, H.D., Grosch, W. and Schieberle, P. (2001). *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Biesalski, H. K. (2004). Meat as a component of a healthy diet - Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?. *Meat Science*, 70(3), 509-524.

Boada, L.D., Henríquez-Hernández, L.A. and Luzardo, O.P. (2016). The impact of red and processed meat consumption on cancer and other health outcomes: Epidemiological evidences. *Food Chemistry and Toxicology*, 92, 236-244.

Bozdemir, Ç. (2019). Türkiye'de Yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3): 583-594.

Bozkurt, H. and Bayram, M. (2006). Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73, 344-350.

aşılabilir, bireylerin organik veya katkısız ürün talebinin arttığı günümüzde toplum tarafından da kabul görebilecektir.

Casaburi, A.M, Conception, A., Cavella, S., Di Monaco, R., Ercolini, D., Toldrá, F. and Villani, F. (2007). Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, 76, 295-307.

Chan, W.K.M., Hakkarainen, K., Faustman, C., Schaefer, D.M., Scheller, K.K. and Liu, Q. (1996). Dietary vitamin effect on color stability and sensory assessment of spoilage in three beef muscles. *Meat Science*, 42(4), 387-399.

Da Silva, W.M.F., Kringel, D.H., De Souza, E.J.D., Da Rosa Zavareze, E. and Dias, A.R.G. (2021). Basil essential oil: Methods of extraction, chemical composition, biological activities, and food applications. *Food and Bioprocess Technology*, doi:10.1007/s11947-021-02690-3

Dalmış, Ü. (2007). Sucukta üretim ve depolama sırasında meydana gelen mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Değirmencioğlu, A., Arslan, M., Gökgözoğlu, İ. ve Tavşanlı, H. (2006). Klasik tip ve ısıl işlem uygulanarak olgunlaştırılan sucukların özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 9. Gıda Kongresi 24-26 Mayıs, Bolu, Türkiye, s 401-402.

Demirok Soncu, E., Arslan, B., Erturk, D., Kucukkaya, S., Ozdemir, N. and Soyer, A. (2018). Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of Turkish fermented sausages (sucuk) coated with chitosan-essential oils. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie (Food Science and Technology)*, 97, 198-204.

Demirok Soncu, E., Ozdemir, N., Arslan, B., Kucukkaya, S. and Soyer, A. (2020). Contribution of surface application of chitosan-thyme and chitosan-rosemary essential oils to the volatile composition, microbial profile, and physicochemical and sensory quality of dry-fermented sausages during storage. *Meat Science*, 166, 108127.

Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S. ve Bayram E. (2009). Farklı dikim sıklıklarının fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(3), 165-173.

El Adab, S. and Hassouna, M. (2016). Proteolysis, lipolysis and sensory characteristics of a Tunisian dry fermented poultry meat sausage with oregano and thyme essential oils. *Journal of Food Safety*, 36, 19-32.

- Erdoğan Orhan, İ., Özçelik, B., Kartal, M. ve Kan, Y. (2012). Antimicrobial and antiviral effects of essential oils from selected Umbelliferae and Labiatae plants and individual essential oil components. *Turkish Journal of Biology*, 36(3), 239-246.
- Ergezer, H., Gökçe, R., Elgin, Ş. ve Akcan, T. (2018). Kızılcık (*Cornus mas* L.) ekstraktı kullanımının sucuk kalite karakteristikleri üzerine etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(7), 1376-1381.
- Erşahin, L. (2006). Diyarbakır ekolojik koşullarında yetiştirilen fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) popülasyonlarının agronomik ve kalite özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Essid, I. and Hassouna, H. (2013). Effect of inoculation of selected *Staphylococcus xylosum* and *Lactobacillus plantarum* strains on biochemical, microbiological and textural characteristics of a Tunisian dry fermented sausage. *Food Control*, 32, 707-714.
- Godfray, H.C.J., Aveyard, P., Garnett, T., Hall, J.W., Key, T.J., Lorimer, J., Pierrehumbert, Ray, T., Scarborough, P., Springmann, M. and Jebb, S. A. (2018). Meat consumption, health, and the environment. *Science*, 361(6399), eaam5324.
- Halkman, A.K., Akpınar, M., Ataman, P., Bağder Elmacı, S., Halkman, B., Halkman, H., Koçaker, N., Kolcuoğlu, G., Yolcu Ömeroğlu, P., Özçelik, F., Etiz Sağdaş, Ö., Çakmak Sancar, B., Yıldırım, G. ve Yılmaz, A. (2019). Gıda Mikrobiyolojisi. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd., Ankara, 648 s.
- Henikel, K.O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78, 68-76.
- Hernández-Hernández, E., Castillo-Hernández, G., González-Gutiérrez, C.J., Silva-Dávila, A.J., Gracida-Rodríguez, J.N., García-Almendárez, B.E., Di Pierro, P., Vázquez-Landaverde, P. and Regalado-González, C. (2019). Microbiological and physicochemical properties of meat coated with microencapsulated Mexican oregano (*Lippia graveolens* Kunth) and Basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oils mixture. *Coatings*, 9(7), 414.
- Hussain, A.I., Anwar, F., Sherazi, S.T.H. and Przybylski, R. (2008). Checimal composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*, 108(3), 986-995.
- Ignat, M.V., Salanță, L.C., Pop, O.L., Pop, C.R., Tofană, M., Mudura, E., Coldea, T.E., Borșa, A. and Pasqualone, A. (2020). Current functionality and potential improvements of non-alcoholic fermented cereal beverages. *Foods*, 9(8), 1031.
- Ince, K. (1998). Dry fermented sausages. *Meat Science*, 49, 169-177.
- Inetianbor, J.E., Yakubu, J.M. and Ezeonu, S.C. (2015). Effects of food additives and preservatives on man- A review. *Asian Journal of Science and Technology*, 6(02), 1118-1135.
- Jiménez-Colmenero, F., Ventanas, J. and Toldrá, F. (2010). Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet. *Meat Science*, 84(4), 585-593.
- Kamenik, J., Salakova, A., Borkovcova, I., Pavlik, Z. ve Varlova, L. (2014). The effect of surface mould application to selected properties of dry fermented sausages. *Journal of Microbiolog and Biotechnology Food Science*, 3, 22-27.
- Karaca Demircioglu, S., Obuz, E. and Kayaardı, S. (2013). Textural, chemical and sensory properties of döners produced from beef, chicken and ostrich meat. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(6), 917-921.
- Kintzios, E.S. (2002). *Oregano: The Genus Origanum and Lippia*, 1st Edition. CRC Press, London, 296 p.
- Kurt, Ş. and Ceylan, H.G. (2017). Effects of olive leaf extract on the oxidation stability and microbiological quality of dry fermented sausage (sucuk). *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 9(4), 178-188.
- Lee, J.-J., Choi, Y.-J., Lee, M.-J., Park, S.-J., Oh, S.-J., Yun, Y.-R., Min, S.-G., Seo, H.-Y., Park, S.-H. and Lee, M.-A. (2020). Effects of combining two lactic acid bacteria as a starter culture on model Kimchi fermentation. *Food Research International*, 136, 109591.
- Ludwig, D.S., Willett, W.C., Volek, J.S. and Neuhaus, M.L. (2018). Dietary fat: From foe to friend?. *Science*, 362(6416), 764-770.
- Morrison, J.A., Balcombe, K., Bailey, A., Klonaris, S. and Rapsomanikis, G. (2003). Expenditure on different categories of meat in Greece: The influence of changing tastes. *Agricultural Economics*, 28(2), 139-150.
- Muráriková, A., Tažk, A., Neugebauerová, J., Planková, A., Jampilek, J., Mučaji, P. and Mikuš, P. (2017). Characterization of essential oil composition in different basil species and pot cultures by a GC-MS method. *Molecules*, 22(7): 1221.

Nazlı, B. (1995). Türk fermente sucuğu mikroflorasından elde edilmiş bir starter kültür kombinasyonunun sucuk kalitesi üzerine etkisinin araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21, 217-235.

Nurzyńska-Wierdak, R., Bogucka-Kocka, A., Kowalski, R. and Borowski, B. (2012). Changes in the chemical composition of the essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on the plant growth stage. *Chemija*, 23, 216-222.

Ordóñez, J.A., Hierro, E.M., Bruna, J. and de la Hoz, L. (1999). Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 39, 329-367.

Oriola, O.B., Boboye, B.E. and Adetuyi, F.C. (2017). Bacterial and fungal communities associated with the production of a Nigerian fermented beverage, 'Otika.' *Jordan Journal of Biological Sciences*, 10(2), 127-133.

Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L. and Lacroix, M. (2006). antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat. *Meat Science*, 73(2), 236-244.

Ozturk, I. (2015). Presence, changes and technological properties of yeast species during processing of pastirma, a Turkish dry-cured meat product. *Food Control*, 50, 76-84.

Ozturk, I. and Sagdic, O. (2014). Biodiversity of yeast mycobiota in "sucuk," a traditional turkish fermented dry sausage: Phenotypic and genotypic identification, functional and technological properties. *Journal of Food Science*, 79(11), M2315-M2322.

Ozturk, I., Sagdic, O. and 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.

Öztan, A. (2003). Et bilimi ve teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi Yayın No:1, 4. Baskı, Ankara, 495 s.

Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barberá, M.E., Fernández-López, J. and Aranda-Catala, V. (1999). Physicochemical characteristics of Spanish-type dry-cured sausage. *Food Research International*, 32, 599-607.

Pressman, P., Clemens, R., Hayes, W. and Reddy, C. (2017). Food additive safety. *Toxicology Research and Application*, 1, 1-22.

Quemener, B., Marot, C., Mouillet, L., Da Riz, V. and Diris, J. (2000). Quantitative analysis of hydrocolloids in food systems by methanolysis coupled to reverse HPLC. Part 1. Gelling carrageenans. *Food Hydrocolloids*, 14(1), 9-17.

Reinik, M., Tamme, T., Roasto, M., Juhkam, K., Jurtsenko, S., Tenno, T. and Kiis, A. (2005). Nitrites, nitrates and N-nitrosoamines in Estonian cured meat products: Intake by Estonian children and adolescents. *Food Additives and Contaminants*, 22(11), 1098-1105.

Rywotycki, R. (2002). The effect of selected additives and heat treatment on nitrosamine content in pasteurized pork ham. *Meat Science*, 60, 335-339.

Sahin, A., Carkcıoglu, E., Demirhan, B. and Candogan, K. (2017). Chitosan edible coating and oxygen scavenger effects on modified atmosphere packaged sliced sucuk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), 1-8.

Saltmarsh, M. and Insall, L. (2013). Food Additives and Why They are Used. In: Essentials Guide to Food Additives, M. Saltmarsh (Ed.), pp 52-63. RSC Publishing, U.K.

Saricaoglu, F.T. and Turhan, S. (2019). Performance of mechanically deboned chicken meat protein coatings containing thyme or clove essential oil for storage quality improvement of beef sucuks. *Meat Science*, 15, 107912.

Sedki, A.G., El-Zainy, A.R. and Rajab, B.T. (2020). Thyme and clove essential oils as antioxidants and antimicrobial in beef sausage. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 8(5), 117.

Sharafati-Chaleshtori, R., Rokni, N., Rafieian-Kopaei, M., Drees, F. and Salehi, E. (2015). Antioxidant and antibacterial activity of basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil in beef burger. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17(4), 817-826.

Sienkiewicz, M., Łysakowska, M., Pastuszka, M., Bienias, W. and Kowalczyk, E. (2013). The potential of use basil and rosemary essential oils as effective antibacterial agents. *Molecules*, 18, 9334-9351.

Simsek, A. and Kilic, B. (2016). Physicochemical and microbiological assessment of ready-to-eat Tuna Doner Kebab during marination, cooking, and different storage conditions. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(3), 423-33.

- Souberbielle, J.C., Body, J.J., Lappe, J.M., Plebani, M., Shoenfeld, Y., Wang, T.J., Bischoff-Ferrari, H.A., Cavalier, E., Ebeling, P.R., Fardellone, P., Gandini, S., Gruson, D., Guérin, A.P., Heickendorff, L., Hollis, B.W., Ish-Shalom, S., Jean, G., von Landenberg, P., Largura, A., Olsson, T., Pierrot-Deseilligny, C., Pilz, S., Tincani, A., Valcour, A. and Zittermann, A. (2010). Vitamin D and musculoskeletal health, cardiovascular disease, autoimmunity and cancer: Recommendations for clinical practice. *Autoimmunity Reviews*, 9(11), 709-715.
- Stahl-Biskup, S. and Sáez, F. (2019). Thyme: The Genus *Thymus*, 1st Edition. CRC Press, London, 352 p.
- Sucu, C. and Yildiz Turp, G. (2018). The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. *Meat Science*, 140, 158-166.
- Suman, S.P. and Joseph, P. (2013). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual Review of Food Science and Technology*, 4, 79-99.
- TSE. (2011). TS EN ISO 6571, Baharat, çeşni maddeleri ve tıbbi bitkiler - Uçucu yağ muhtevası tayini (hidrodistilasyon yöntemi), Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 14/08/2021.
- TSE. (2012). TS 1070, Türk Sucuğu, Türk Standartları Enstitüsü, Bakanlıklar/Ankara. Erişim Tarihi: 14/08/2021.
- Van Haute, S., Raes, K., Van der Meeren, P. and Sampers, I. (2016). The effect of cinnamon, oregano and thyme essential oils in marinade on the microbial shelf life of fish and meat products. *Food Control*, 68, 30-39.
- Vieira, P.R.N., Morais, S.M.D., Bezerra, F.H.Q., Augusto, P., Ferreira, T., Oliveira, Í.R. and Silva, M.G. (2014). Chemical composition and antifungal activity of essential oils from *Ocimum* species. *Industrial Crops and Products*, 55, 267-271.
- Vural, H. and Öztan, A. (1992). Fermente et ürünlerinde nitrozomyoglobin oluşumu ve etkileyen faktörler. *Gıda*, 17(3), 191-196.
- Watford, M. and Wu, G. (2018). Protein. *Advances in Nutrition*, 9(5), 651-653.
- Yucharoen, R., Anuchapreeda, S. and Tragoolpua, Y. (2011). Anti-herpes simplex virus activity of extracts from the culinary herbs *Ocimum sanctum* L., *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum americanum* L.. *African Journal of Biotechnology*, 10(5), 860-866.
- Złotek, U., Michalak-Majewska, M. and Szymanowska, U. (2016). Effect of jasmonic acid elicitation on the yield, chemical composition, and antioxidant and anti-inflammatory properties of essential oil of lettuce leaf basil (*Ocimum basilicum* L.). *Food Chemistry*, 213, 1-7.