

Et ve Et Ürünlerinde Antioksidan Kullanımındaki Güncel Gelişmeler

Azim Şimşek¹, Birol Kılıç²¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Eğirdir, Isparta²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

Geliş Tarihi (Received): 23.02.2012, Kabul Tarihi (Accepted): 02.04.2012

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): azimsimsek@sdu.edu.tr (A. Şimşek)

☎ 0 246 311 66 61 📠 0 246 311 63 94

ÖZET

Lipit oksidasyonu et ve et ürünlerinin raf ömrünü sınırlandıran ve kalitesinde kayıplara neden olan önemli bir sorundur. Lipit oksidasyonunu kontrol etmek için butillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) ve butillendirilmiş hidroksianisol (BHA) gibi sentetik antioksidanlar uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu sentetik antioksidan maddelerin olası toksik etkisi, yüksek maliyeti ve tüketicilerin katkı maddeleri hakkındaki endişeleri nedeniyle kullanımlarına şüphe ile bakılmaktadır. Bu nedenle tüketici tercihleri doğal ürünlere kaymış, doğal antioksidanların kullanımı gündeme gelmiştir. Bu çalışmada, son yıllarda et ve et ürünlerinde antioksidan kullanımındaki eğilim ile ilgili bilgiler derlenerek antioksidan kullanımındaki yeni gelişmeler aktarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Et ve et ürünleri, Lipit oksidasyonu, Antioksidan, Meyve ekstraktı

Recent Developments in Antioxidant Use in Meat and Meat Products

ABSTRACT

Lipid oxidation in meat and meat products is a significant problem because it may cause quality losses and reduce the shelf life of the products. Synthetic antioxidants like butyllated hydroxyanisole (BHA) and butyllated hydroxytoluene (BHT) have been used for many years to control lipid oxidation in meat and meat products. However, there are concerns and limitations about the use of these antioxidants because recent scientific studies have shown potential toxic effects and high costs, and consumer concerns about food additives are increasing. For these reasons, consumer demand for natural products has shifted the food industry to the use of natural antioxidants in foods. In this review, recent developments and trend of the antioxidant use in meat and meat products are reviewed.

Key Words: Meat and meat products, Lipid oxidation, Antioxidant, Fruit extract

GİRİŞ

Et ve et ürünleri gelişmiş ülkelerin beslenme sistemi içerisinde yer alan önemli bir besin grubudur. Et ve et ürünlerinin insan beslenmesindeki başlıca önemi içerdiği esansiyel yağ asitleri ve proteinlerinin yüksek oranda sindirilebilir özellikte olmasından ileri gelmektedir [1]. Bu derece önemli olan et ürünlerinin raf ömrü ve tüketici kabul edilebilirliği mikrobiyal gelişim, lipit oksidasyonu vb. değişimlerden olumsuz etkilenmektedir [2]. Lipit oksidasyonu et ve et ürünlerinin fizikokimyasal

ve duyu kalitesinin bozulmasına sebep olan temel etkenlerden birisidir [3-6].

Et ve et ürünlerinin kalitesinin bozulmasına sebep olan lipit oksidasyonu ürünün tat, koku, renk, tekstür ve besleyici değerinde değişiklikler ve toksik bileşenlerin oluşumu ile karakterize edilen kimyasal bir reaksiyondur [3, 7-9]. Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonu ürünlerin yağ asitleri kompozisyonu ve doymamışlık dereceleri, etteki lipitlerin dağılımı, metal iyonları, pH, oksidatif enzimler, tokoferol, karotenoid gibi doğal maddeler,

depolama sıcaklığı ve süresi, ışık, oksijen, su aktivitesi ve paketlenme gibi faktörler tarafından etkilenmektedir [1, 5, 10, 11]. Et ürünlerinde istenmeyen ransit tat ve koku oluşumuna paralel olarak oksidasyon ürünlerinin ette mevcut besin bileşenleri ile reaksiyona girmesiyle besin kalitesi de azalmakta [12, 13], buna ilaveten lipit oksidasyonu sonucu kanserojenik ve mutajenik maddelerin oluşumunun tetiklenmesi ve yağ asitlerinin oksidasyonuna bağlı olarak serbest radikallerin oluşması sonucu gıdanın güvenilirliği de tehlikeye girmektedir [2, 8, 10, 14, 15]. Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunun kontrol altına alınması ya da geciktirilmesi amacıyla kürlleme [6], vakum veya modifiye atmosferde paketlenme [6, 16-18], depolama sıcaklığının düşürülmesi veya dondurarak depolama [17, 19] ile doğal veya sentetik antioksidanların kullanımı [6, 20-23] en çok başvurulan yöntemlerdir. Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonunun önlenmesinde antioksidan maddelerin kullanılması uzun yıllardan beri başvurulan bir yöntemdir [4, 10, 24]. Lipit oksidasyonunu kontrol etmek için BHT, BHA, tersiyer butil hidroksikinon (TBHQ) ve propil galatlar gibi sentetik veya vitamin E, askorbik asit ve β -karotenler gibi doğal antioksidan maddeler uzun yıllardan beri başarıyla kullanılmaktadır [15, 25-27]. Lipit oksidasyonunun önlenmesi amacıyla sentetik antioksidanlar yüksek düzeyde stabilite ve güçlü antioksidan aktivite göstermelerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır [28].

Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu sentetik antioksidan maddelerin toksik etkisi, yüksek maliyeti ve tüketicilerin katkı maddeleri hakkındaki endişeleri nedeniyle ve özellikle de kansere neden olma riskinin ortaya çıkması ile kullanımlarına şüphe ile bakılmaktadır. Bu yüzden bazı ülkelerde kullanımı sınırlandırılarak bazılarında yasaklanmıştır [15, 28-31]. Bundan dolayı son yıllarda baharatlar, aromatik bitkiler, meyve kabuk ve posaları ile bunlardan elde edilen ekstraktların antioksidan özelliklerinden dolayı gıdalarda koruyucu ajan olarak kullanımı yaygınlaşmıştır [15, 23, 31, 32]. Baharatlar, aromatik bitkiler, meyve kabuk ve posalarının antioksidan özellikleri içerdikleri vitaminler ve fenolik bileşenler (flavonoidler, terpenoidler, karotenoidler, kumarinler vb. fitokimyasallar)'den kaynaklanmaktadır [6, 14, 33-37]. Ayrıca, içerdikleri karnosol, karnosik asit, kuersetin, timol, karvakrol, kafeik asit ve rosmarinik asit gibi birçok uçucu olmayan bileşikler iyi birer serbest radikal savar olarak bilinmektedir [14, 31, 38-40]. Bu derleme ile son yıllarda et ve et ürünlerinde antioksidan kullanımının hangi yöne doğru eğilim gösterdiği ile ilgili bilgiler toplanarak antioksidan kullanımındaki gelişmelere ışık tutulmaya çalışılmıştır.

ET ve ET ÜRÜNLERİNDE LİPİT OKSİDASYONU

Lipit oksidasyonu özellikle yüksek miktarda yağ içeren et ve et ürünlerinin besinsel değerinin azalmasına, kalitesinin bozulmasına ve raf ömrünün kılmasına neden olan en önemli faktörlerden birisidir [8, 9]. Lipitlerde oluşan oksidatif tepkimeler, kimyasal, enzimatik, otokatalitik, termik oksidasyon, oksipolimerizasyon veya bunların karışımı şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Ancak hangi şekilde olursa

olsun, lipit oksidasyonunda yapıda yer alan yağ asitlerinin oranı ve doymamışlık dereceleri ile ortamda bulunan oksijen, tepkimelerin başlamasına neden olan esas faktörlerdir [4, 5, 14].

Lipit oksidasyonu başlangıç, gelişme ve sonuç olmak üzere üç aşamadan meydana gelen ve serbest radikallerin oluşumu ile sonuçlanan kimyasal bir reaksiyondur [5, 41]. Bu reaksiyonun başlangıç bileşiği doymamış yağ asitleridir. Bu oksidatif değişiklik oksijen, ışık, metal iyonları, sıcaklık gibi etkenlerle başlangıç enerjisini aldıktan sonra oto katalitik olarak devam etmektedir [5, 42]. Lipit oksidasyonunda tepkime hızı, kısmi oksijen basıncı, lipitlerin oksijenle temas ettiği yüzey genişliği, yağın bileşimindeki yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, sıcaklık ve nem gibi depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir [25, 43]. Lipit oksidasyonunda, doymamış yağ asidi tepkimenin başlangıç aşamasında çift bağa komşu karbon atomuna bağlı kararsız yapıdaki H^+ iyonunun, ortamda bulunan oksijen, ışık, sıcaklık ve ağır metallerin etkisiyle uzaklaşması sonucu alkil ve hidroksil radikallerine parçalanmaktadır. Gelişme aşamasında, başlangıçta oluşan serbest radikaller, oksijenle reaksiyona girerek hidroperoksitleri oluşturmakta ve kararlı bileşikler olmayan hidroperoksitler, pigment ve vitaminlerin oksidasyonuna neden olarak polimerizasyonla koyu renkli organik bileşikler oluşturmaktadır. Oksidasyonun devam etmesiyle birlikte üründe kötü tat ve kokuya neden olan aldehitler, ketonlar, alkoller, hidrokarbonlar, epoksi asitler gibi oksidasyon ürünleri oluşmaktadır [28, 44]. Bu yüzden insan sağlığını korumak, gıdalarda söz konusu istenmeyen değişimlerin oluşmasını önlemek, et ürünlerinin raf ömrünü uzatmak ve lipit oksidasyonunun önüne geçmek için et ve et ürünleri sanayinde çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bunlar, et ve et ürünlerinin oksijenle temaslarının kesilmesi, modifiye atmosferde ambalajlama, et ve et ürünlerinin, mümkün olduğunca düşük sıcaklık derecelerinde ve karanlık ortamlarda depolanmaları ve antioksidan maddelerin kullanılması ile yapılmaktadır. Bu uygulamalardan en yaygın olanı et ve et ürünlerinde antioksidanların kullanılmasıdır [20, 22, 28].

Antioksidanlar, gıda sanayinde, bitkisel ve hayvansal yağlar ve yağ içeren gıda maddelerinin üretimi, depolanması, taşınması ve pazarlanması sırasında, normal koşullarda atmosfer oksijeninin etkisini geciktirerek, gıdanın bozulması ve acılaşmasını belli bir süre engelleyen maddeler olarak tanımlanmaktadır [4]. Antioksidanlar, serbest radikaller ile bağlanıp kompleks oluşturmak, serbest form da bulunan moleküler oksijeni bağlamak, lipit oksidasyonunu katalize ettiği bilinen demir ve bakır gibi metal iyonları ile kompleks oluşturmak ve hidroperoksitleri parçalamak suretiyle dört farklı şekilde etkilerini göstermektedirler [3, 10, 25].

Et ve et ürünlerinde oksidatif bozulmaların önlenmesinde yapay ve doğal antioksidanlar ile birlikte bitki ekstraktları da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [3, 35, 45, 46]. Gıda sanayinde en yaygın kullanılan yapay antioksidanlar propil gallat, BHA, BHT, TBHQ'dur [5, 14, 47]. Tüketici tercihinin doğal maddelere yönelmesiyle birlikte, sentetik

antioksidanların et ve et ürünlerinde kullanımı azalmaktadır [15, 25, 27]. Yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda yapay antioksidanların toksikolojik ve kanserojenik etkileri tespit edildiğinden gıdalarda kullanımları katı denetimlere ve kurallara bağlanmıştır. Bu nedenle son yıllarda doğal antioksidanların ve bitki ekstraktlarının et ürünlerinde kullanımına yönelik çalışmalar gün geçtikçe artmakta ve bu tür et ürünleri tüketiciler tarafından daha çok tercih sebebi olmaktadır [15, 31, 48].

ET ve ET ÜRÜNLERİNDE DOĞAL ANTIOKSIDAN KULLANIMINDAKİ GELİŞMELER

Yapılan bilimsel çalışmalarda biberiye [24, 49], adaçayı [27], yeşil çay [50], üzüm kabuğu ve çekirdeği [17, 51, 52], soğan ve soğan kabuğu [53], turunçgil ve elma kabukları [46, 54], baharatlar [39, 45] vb. bitkilerden elde edilen ekstraktların antioksidan özelliklerinin sentetik antioksidanlarla kıyaslandığında benzerlik gösterdiği veya daha etkili olduğu bildirilmektedir. Hasapidou ve Savvaidis [55] tavuk ciğeri kalitesi üzerine modifiye atmosfer paketlenme (MAP), etilen diamin tetraasetik asit (EDTA) ve keklikotu yağı ilavesinin etkisini inceledikleri çalışmalarında keklikotu yağı ilave edilen gruplarda TBA değerlerinin diğer gruplara göre daha düşük sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada ışınlama (6, 7 ve 8 kGy) işlemi uygulanan ve ışınlama işlemi uygulanmayan sığır burgerlerine doğal antioksidan olarak biberiye (400 mg/kg) ve keklik otu (400 mg/kg) ekstraktları, ticari antioksidan olarak da BHA/BHT (200 mg/kg) karışımı ilave edilmişler ve burgerlerin dondurularak depolanması esnasında lipit oksidasyon değişimlerini incelemişlerdir. Depolama süresi ve ışınlama dozunun artışına paralel olarak lipit oksidasyonunun artış gösterdiğini, lipit oksidasyonunu önlemede biberiye ekstraktı ilave edilen tüm grupların, keklikotu ilave edilen tüm gruplardan daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak, ışınlanmış etlerde doğal antioksidan olarak bu baharatların kullanımının potansiyel oluşturduğunu bildirmişlerdir [24]. Biberiye ekstraktı kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada ise ön pişirme işlemi uygulanmış hamburger etlerinin buzdolabı şartlarında depolanması esnasında organik asit (sodyum asetat; 3000 ppm ve sodyum laktat; 1500 ppm) ve biberiye ekstraktı (500 ppm) kullanımı ile birlikte modifiye atmosferde paketlenmenin (%30 CO₂-MAP, %100 N₂-MAP) depolama stabilitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Biberiye ekstraktı ve organik asit uygulamasının %30 CO₂-MAP ile birlikte uygulandığı grupta raf ömrünün uzatılabildiği sonucuna varmışlardır [49]. Doolage ve ark. [56] biberiye ekstraktının farklı dozlarının (0, 250, 500 ve 750 mg/kg) ciğer ezmelerinde kullanımının nitrit seviyesinin azaltılması, antioksidan konsantrasyonu ve lipit oksidasyonu üzerine etkisini incelemişlerdir. 4°C'de 48 saat süren depolama sonucunda biberiye ekstraktı kullanımının lipit oksidasyon seviyesini önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca askorbik asit seviyesinin biberiye ekstraktı eklenmiş gruplarda en yüksek, nitrit seviyesinin ise en düşük olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak ciğer ezmesinde kullanılan sodyum nitrit dozunun 120 mg/kg'dan 80 mg/kg'a azaltılmasında herhangi bir

renk değişimine sebep olmadan ve lipit oksidasyonunu olumsuz yönde etkilemeden biberiye ekstraktının ilavesi ile gerçekleştirilebileceğini bildirmişlerdir. Mathenjwa ve ark. [57] doğal koruyucu olarak biberiye ve kitosan ekstraktlarının kullanımının Boerewors sucuklarının mikrobiyolojik kalitesi, lipit stabilitesi ve duyuşsal kabul edilebilirliği üzerine etkilerini incelemişlerdir. Boerewors, 450 mg/kg seviyesinde SO₂ ile korunan ve taze olarak saklanan bir et ürünüdür. Kitosan uygulanan örneklerde SO₂'ye göre daha iyi bir renk özelliği tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Biberiye ekstraktı kullanılan örneklerde lipit stabilizasyonu açısından SO₂ ile karşılaştırılabileceği ve biberiye ekstraktının lipit stabilitesi açısından kitosana göre daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak 100 mg/kg düzeyinde SO₂ ile birlikte kullanılan kitosanın; renk stabilitesi ve antimikrobiyal olarak iyi bir sinerjistik etki gösterdiğini, 100 mg/kg SO₂ ile kullanılan biberiyenin ise sucukların duyuşsal özelliklerini iyi yönde geliştirdiğini ve antioksidan olarak iyi bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Mohamed, Mansour ve Farag [27] ışınlama işlemi uygulanmış (0.2 ve 4.5 kGy) sığır kıymalarının duyuşsal özelliklerini ve lipit stabilitesinin geliştirilmesinde doğal bitki ekstraktları (mercanköşk, biberiye ve adaçayı; % 0.04) kullanımının etkisini araştırdıkları çalışmalarında ışınlama işlemi uygulanmayan örneklerde tiyobarbütirik asit reaktif madde (TBARS) değerleri açısından bitki ekstraktları arasında fark tespit edilmezken kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Işınlama işlemi uygulanan örneklerde ise en iyi antioksidan aktiviteyi mercanköşkün gösterdiğini ve oksidasyonun engellenmesinde bitki ekstraktlarının her birinin başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Lara ve ark.[58] tarafından gerçekleştirilen çalışmada modifiye atmosferde paketlenmiş pişmiş domuz köftelerine doğal antioksidan olarak biberiye (30 mg/100 g) ve oğul otu (100 mg/100 g) ekstraktı ile ticari antioksidan olarak da BHT (20 mg/100g) ilavesinin antioksidan olarak etkisi araştırılmıştır. Doğal antioksidanların antioksidan aktiviteleri sentetik antioksidanlar ile karşılaştırıldığında bu iki ekstraktın oksidasyonu önleme potansiyelinin olduğunu bildirmişlerdir. Buna göre 6 günlük depolama sonucunda biberiye ekstraktının en etkili antioksidan etkiyi (%90.7) gösterdiği sonrasında ise sırasıyla en yüksek antioksidan aktivite değerlerinin BHT (%76.3) ve oğul otu (%74.8) kullanılmış gruplarda tespit edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca gruplar arasında duyuşsal özellikler açısından bir farklılık belirlemediklerini açıklamışlardır.

Rodríguez-Carpena ve ark. [59] burger köftelerinde domuz gömlek yağı yerine avokado, ayçiçek ve zeytinyağı kullanarak ürünlerin oksidatif stabilitesini ve kalitesini inceledikleri çalışmalarında TBARS değerlerinin avokado (0.39 mg MDA/kg), ayçiçeği (0.45 mg MDA/kg) ve zeytinyağı (0.49 mg MDA/kg) kullanılan gruplarda kontrol grubuna (0.56 mg MDA/kg) göre daha düşük tespit edildiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak burger köftelerinde bitkisel yağların ikame olarak kullanılmalarının daha iyi bir yağ asidi profili göstermeleri ve yüksek oksidatif stabilitesi nedeniyle besinsel özelliklerini geliştirdiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca avokado ve zeytinyağı eklenmiş gruplarda burger köftelerinin uçucu bileşenler açısından ürünlerde daha hoş bir aroma profili gösterdiğini belirtmişlerdir. Avokado

meyvesinin kabuklarından elde edilen ekstraktların kolesterol oksidasyonunun önlenmesi amacıyla doğal antioksidan olarak kullanıldığı diğer bir çalışmada domuz etinden üretilen köftelerin pişirilmesi boyunca kolesterol oksidasyon ürünlerinin oluşumunun önemli düzeyde engellendiğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak avokado ekstraktlarının kullanılması ile kolesterol oksidasyon ürünleri oluşumu engellenerek daha sağlıklı et ürünlerinin üretimine olanak sağlanacağı vurgusunda bulunmuşlardır [60]. Soğukta depolanan çiğ domuz köftelerinde lipit ve protein oksidasyonu ile renk bozulmasının engellenmesi için avokado yan ürünlerinin (kabuk ve çekirdek) kullanımı üzerine yapılan çalışmada, avokado ekstraktlarının eklendiği köftelerdeki TBARS değerlerinin ekstrakt eklenmemiş köftelere göre önemli düzeyde düşük olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak oksidasyonların ve renk bozulmalarının engellenmesinde avokadodan elde edilen ekstraktların inhibitör etki gösterdiğini belirtmişlerdir [61].

Farvin ve ark. [62] soğukta depolanmış istavritlerde (*Trachurus trachurus*), patates kabuğu ekstraktının doğal antioksidan olarak değerlendirilmesi amacı ile lipit ve protein oksidasyonuna etkisini incelemişlerdir. Etanol ekstraksiyonu ile elde edilen patates kabuğu ekstraktının kullanıldığı gruplarda peroksit değerlerinin, kontrol ve su ile ekstrakte edilen patates kabuğu ekstraktlarının kullanıldığı gruplara göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Gomez ve ark. [63] çiğ sığır köftelerine üzüm çekirdeği ekstraktı ilavesinin ürünlerin renk, duyu özellikleri ve oksidatif stabilitesi üzerine etkilerini incelemişler ve ilave edilen üzüm çekirdeği ekstraktlarının (0, 500, 1250 ve 2500 mg/kg) bütün dozlarının oksidasyona bağlı acılaştırmanın önlenmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Üzüm çekirdeği ekstraktı ilave edilerek yapılan diğer bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunduğu bildirilmektedir [64]. Selani ve ark. [52] dondurarak depolama boyunca çiğ ve pişmiş tavuk etlerinde doğal antioksidan olarak şarap endüstrisi atıklarından (kabuk ve çekirdek; 60 mg/kg) elde edilen ekstraktları ve ticari antioksidan olarak da sodyum eritorbat (%0.37) ve BHT'yi (%0.01) kullandıkları çalışmalarında ilave edilen ekstraktların lipit oksidasyonunu engelleme düzeylerini incelemişlerdir. Şarap atıklarından elde edilen ekstraktların kullanılan sentetik antioksidanlar kadar etkili olduğunu vurgulamışlardır. Çiğ tavuk etlerinde TBARS değerlerini kontrol grubunda (0.86 mg MDA/kg), BHT eklenen grupta (0.13 mg MDA/kg), üzüm kabuk ve çekirdeği eklenen grupta (0.43-0.49 mg MDA/kg), sodyum eritorbat eklenen grupta (0.38 mg MDA/kg), pişmiş tavuk etlerinde ise kontrol grubunda (6.88mg MDA/kg), BHT eklenen grupta (0.88mg MDA/kg), üzüm kabuk ve çekirdeği eklenen grupta (1.69-1.95 mg MDA/kg), sodyum eritorbat eklenen grupta (1.27mg MDA/kg) olarak belirlemişlerdir. Sayago-Ayerdi ve ark. [65] çiğ ve pişmiş tavuk burgerlerinin lipit oksidasyonu üzerine üzüm posası (%0.5, 1, 1.5 ve 2) kullanımının antioksidan etkisini araştırdıkları çalışmalarında 13 gün boyunca soğukta depolama yaparak lipit oksidasyon seviyelerini ölçmüşlerdir. Üzüm posası ilavesinin çiğ ve pişmiş tavuk burgerlerinde oksidatif stabiliteyi ve serbest

radikal indirgeme aktivitesini geliştirdiğini, ilave edilen konsantrasyona bağlı olarak lipit oksidasyonunu önleme özelliğinin arttığını ve üzüm posası ilavesinin genel kabul edilebilirliği etkilemediğini ve doğal antioksidan olarak kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Hayes ve Allen [51] domuz etinden üretilen sosislere doğal antioksidan olarak üzüm çekirdeği ekstraktı (100, 200, 300 µg/mL) ve biberiye-nar ekstraktı (250, 500, 1000 µg/mL) ilave ederek sosislerde yağ ve myoglobin oksidasyonu üzerine etkilerini incelemişler ve üzüm çekirdeği ve biberiye-nar ekstraktı ilavesinin lipit ve myoglobin oksidasyonunu engelleyerek azalttığını ve sağlıklı fonksiyonel et ürünlerinin geliştirilmesinde doğal flavonoid içeren ekstraktların kullanımının potansiyel oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Garrido ve ark. [66] yapmış oldukları çalışmada domuz burgerlerinin et kalitesi üzerine (pH, mikrobiyal bozulma, lipit oksidasyonu ve renk stabilitesi) farklı ekstraksiyon yöntemleri altında (metanol ekstraksiyonu+HLIP (düşük-yüksek ani basınç uygulaması)) ve metanol ekstraksiyonu elde edilen iki farklı kırmızı üzüm posası ekstraktının (0,06 g/100g) 4°C'de 6 gün depolanması esnasında etkilerini incelemişlerdir. 6 günlük depolama sonucunda metanol ekstraksiyonu+HLIP yöntemiyle elde edilen ekstraktların lipit oksidasyonunun engellenmesinde daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Petron ve ark. [67] Chorizo sucuklarının oksidasyon stabilitesini arttırmak üzere ticari proteaz enzimi kullanımı üzerine yaptıkları çalışmalarında ticari proteaz eklenmeyen ve fungal ticari proteaz ekledikleri iki grup oluşturmuşlardır. Sonuç olarak proteaz enzimi kullanılan sucuklarda daha düşük hegzanal seviyesi tespit edildiğini bildirmişlerdir. Broncano ve ark. [68] yapmış oldukları çalışmada proteaz kullanımının domuz etinden üretilen sucuklarda oksidatif stabiliteye etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla antioksidan aktivite potansiyeli olan üç farklı proteaz (nötr bakteriyel proteaz (*Bacillus subtilis*, 1 g/kg), fungal proteaz (*Aspergillus oryzae*, 1 g/kg), fungal proteaz konsantratu (*A. oryzae*, 1g/kg) kullanmışlardır. Araştırma sonucunda en yüksek oksidasyon değerini kontrol grubunda tespit ettiklerini belirtmişler ve fermente et ürünlerinde proteaz kullanımının lipit oksidasyonu önleme potansiyeli olduğunu belirtmişlerdir.

Kang ve ark. [69] Hanwoo sığır model sisteminde gallik asit (50 µM), fisetin (50 µM) ve Çin lake ağacı (15 ppm) bitkisinden elde edilen sulu ekstraktın kullanımının myoglobin, protein ve lipit oksidasyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında elde edilen tüm antioksidanların TBARS seviyesinin inhibisyonunda etkili olduğu ve etki düzeylerini ise sırasıyla fisetin>Çin lake ağacı ekstraktı >gallik asit olacak şekilde belirtmişlerdir. Karbonil bileşenlerinin inhibisyonunda Çin lake ağacı ekstraktının ve fisetinin etkili olduğunu, protein oksidasyonunun önlenmesinde ise fisetinin Çin Lake ağacı ekstraktından daha etkili olduğunu vurgulamışlardır. Tüm antioksidanlar tarafından myoglobin oksidasyonunun önlenemediğini, ayrıca fisetin ve gallik asit ilave edilen gruplarda metmyoglobin formu oluşumunun birikim gösterdiğini belirtmişlerdir.

Sığır etinden elde edilen homojenatların depolama stabiliteilerinin geliştirilmesinde Çin Lake ağacı ekstraktının gallik asit ve fisetinden daha avantajlı olduğunu bildirmişlerdir. Kang ve ark. [70] yapmış oldukları çalışmada sığır eti kullanarak üretilen köftelerin yüksek oksijen-modifiye atmosfer (%70 O₂/%20 CO₂/%10 N₂) varlığında paketlenerek 8°C'de 12 gün boyunca depolanması esnasında Çin Lake ağacı bitkisinden elde edilen sulu ekstraktların (%0.02 veya 0.04) ve gallik asit (%0.02) ilavesinin köftelerin kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Köftelere Çin Lake ağacı ekstraktı ve gallik asit ilavesinin karbonil bileşiklerinin ve TBARS'ın oluşumunu geciktirdiğini belirtmişlerdir. Çin Lake ağacı ekstraktı ve gallik asitin güçlü antioksidan aktivite gösterdiğini, renk stabilitesi üzerine Çin Lake ağacı ekstraktının daha etkili olduğunu, lipit oksidasyon stabilitesi üzerine ise gallik asitin daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Hayes ve ark. [8] modifiye atmosfer (%80 O₂: %20 CO₂) ile aerobik şartlarda paketlenmiş ve 4°C'de sırasıyla 8 ve 12 gün depolanmış çiğ sığır köftelerinde lutein (100 ve 200 µg/g kas), sesamol (250 ve 500 µg/g kas), ellajik asit (300 ve 600 µg/g kas) ve zeytin yaprağı ekstraktı (100 ve 200 µg/g kas) ilavesinin toplam canlı sayısı, lipit oksidasyonu (TBARS), renk, oksimiyogloblin oksidasyonu, pH, su tutma kapasitesi, duyu özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir. Kullanılan nutrasötik maddelerin tamamının toplam canlı sayısını azalttığını, sesamol, ellajik asit ve zeytin yaprağı ekstraktının ilave edildiği gruplarda her iki paketleme şeklinde de TBARS değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Sesamol ilave edilen grupların CIE a* (kırmızılık) değerinin düşük olduğunu ve oksimiyogloblin oksidasyonunun arttığını, ayrıca, lutein ve zeytin yaprağı ekstraktının kontrole göre oksimiyogloblin oksidasyonunu düşürdüğünü ve ellajik asit ile zeytin yaprağı ekstraktının kademeli olarak artırılmasının su tutma kapasitesini artırdığını belirtmişlerdir.

Choe ve ark. [71] altın başak bitkisinin yapraklarından ve köklerinden elde edilen ekstraktlarının ilavesinin pişmiş domuz etinin soğukta depolanması boyunca oksidatif stabilitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında TBARS değerlerinin çok yavaş artış gösterdiğini ve istatistiksel olarak kontrol grubuna göre daha düşük seviyelerde kaldığını, bu ekstraktların et ürünlerinde doğal antioksidan olarak kayda değer etkiler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kim ve Chin [72] domuz sosislerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri ve fiziko-kimyasal özellikleri üzerine domates tozu ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında TBARS seviyesinin domates tozu ilave edilen gruplarda, kontrol ve BHT eklenen gruplara göre daha düşük seviyelerde kaldığını belirtmişlerdir. Domates tozunun et ürünlerinde herhangi bir olumsuz etkiye neden olmadan doğal renk ajanı ve antioksidan olarak kullanılabilmesi sonucuna varmışlardır.

Jung ve ark. [53] tarafından yapılan çalışmada pişmiş domuz köftelerinde depolama periyodu boyunca lipit oksidasyonunun önlenmesi amacıyla doğal antioksidan olarak soğan (%0.3) ve soğan kabuğu (%0.3 ve 0.6)

ekstraktlarını kullanmışlardır. Depolama süresinin artışı ile birlikte TBARS değerlerinin artış gösterdiğini, en düşük TBARS değerinin soğan kabuğu ekstraktı ilave edilen grupta tespit edildiğini bildirmişlerdir. Lipit oksidasyonunun engellenmesinde ve radikal süpürme aktivitesinin artmasında özellikle %0.3 ve %0.6 oranında soğan kabuğu ekstraktının soğan ekstraktına ve kontrol grubuna göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Mason ve ark. [73] domuz etinden üretilen sosislerin raf ömrünü arttırmak amacıyla doğal antioksidan olarak mango çekirdek ve kabuk tozlarını kullandıkları çalışmalarında mango çekirdeklerinden elde edilen tozların eklendiği sosis grubunun TBARS değeri kabuktan elde edilen tozların eklendiği sosis grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Sonuç olarak mango çekirdekleri mango kabuklarına göre antioksidan aktivite açısından daha etkili bulunduğunu bildirmişlerdir.

Ergezer ve ark. [74] sığır etinden ürettikleri köftelere doğal antioksidan olarak enginar ekstraktı, ticari antioksidan olarak da BHT ekleyerek antioksidan potansiyellerini karşılaştırmışlardır. TBARS analizi sonuçlarına göre lipit oksidasyonunun sınırlandırılmasında enginar ekstraktının BHT'ye göre daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Armenteros ve ark. [75] domuz etinden elde edilen sosislere kuşburnu meyvesinden elde ettikleri ekstraktları ilave etmişler ve 45 gün boyunca 4°C'de depolanan sosislerde ransit tat, renk ve nitrit seviyelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Kuşburnu ekstraktı eklenen gruplarda diğer gruplara göre daha düşük ransit tat tespit edildiğini, sonuç olarak kuşburnu ekstraktının pişmiş sosislerde oksidatif stabiliteyi ve duyu kaliteyi geliştirdiğini bildirmişlerdir.

Devatkal ve Naveena [76] yapmış oldukları çalışmada kıyma haline getirilmiş çiğ keçi etinin buzdolabı şartlarında depolanması esnasında tuz, mandalina kabuğu tozu ve nar çekirdeği ve kabuğu tozu ilavesinin kıymanın renk ve oksidatif stabilitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. TBARS seviyeleri en yüksek tuz ilave edilen grupta tespit edilirken en düşük %2 oranında nar çekirdeği tozu ilave edilen grupta tespit edildiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak bu çalışma ile lipit oksidasyonunun azaltılmasında bu tozların doğal antioksidan olarak kullanım potansiyelinin olduğunu ve tuz kullanımının lipit oksidasyonunu hızlandırdığını belirtmişlerdir. Devatkal ve ark. [77] tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise mandalina kabuğu ekstraktı (10 mL), nar kabuğu ekstraktı (10 mL) ve nar çekirdeği ekstraktı (10 mL) ilavesinin pişmiş keçi eti köftelerindeki antioksidan etkisini incelemişlerdir. TBARS değerleri açısından mandalina kabuğu, nar kabuğu ve nar çekirdeği tozlarının eklendiği gruplar, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında en düşük değerlerin sırasıyla nar kabuğu tozu, nar çekirdeği tozu ve mandalina kabuğu tozu eklenmiş gruplarda tespit edildiğini bildirmişlerdir.

D'Souza ve Skonberg [78] kıyma haline getirilmiş alabalık kasına soyadan su ve metanol kullanarak ekstrakte edilen soya ekstraktlarını ilave etmişler ve toplam fenolik bileşen ve TBARS değerleri açısından

değerlendirmişlerdir. Gruplara soya küspesi ve soya protein izolatu 1000-4000 µg/g oranlarında ilave ederek 14 gün boyunca buzdolabı şartlarında depolamışlardır. Su ile ekstrakte edilen soya protein izolatu ve soya küspesi ilave edilmiş gruplar arasında en düşük TBARS değeri 1000 µg/g soya protein izolatu eklenmiş grupta tespit edilirken, metanol ile ekstrakte edilen soya protein izolatının ve soya küspesinin lipit oksidasyonunun önlenmesinde etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Brettonnet ve ark. [14] kanola ekstraktının pişmiş sığır, tavuk ve domuz etinde fenolik asit kompozisyonunu ve antioksidan aktivitesini incelemişlerdir. Farklı oranlarda kullanılan kanola ekstraktlarının bütün uygulamalarında en yüksek lipit oksidasyon seviyesini sırasıyla tavuk>domuz>sığır etinde elde ettiklerini belirtmişlerdir. 4°C'de 6 gün depolama sonucundaki antioksidan aktivite değerlerini sırasıyla sığır domuz ve tavuk etinde; %66–92, %43–75 ve %36–70 olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak kanola ekstraktının 6 günlük depolama süresince lipit oksidasyonunu önlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Castro, Mariutti ve Bragagnolo [79] çiğ ve ızgara tavuk köftelerinin donmuş olarak depolanması boyunca vitamin E, renk ve lipit oksidasyonu üzerine Colorifico (Annatto+mısır unu)'nun (%0.4) etkilerini inceledikleri çalışmalarında Colorifico'nun lipit oksidasyonunun önlenmesinde alternatif olabileceğini bildirmişlerdir.

Jayawardana ve ark. [11] kürlenmiş ve kürlenmemiş domuz sosislerine doğal antioksidan olarak adzuki fasulye ekstraktı (%0.05, 0.1, 0.2 ve 0.3) ve ticari antioksidan olarak da BHT (%0.1) ilavesinin lipit oksidasyon üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. % 0. oranında Adzuki fasulye ekstraktı ilavesinin TBARS değerini önemli ölçüde azalttığını, en yüksek CIE a* değerinin ve en düşük L ve b* değerinin elde edildiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar Adzuki fasulye ekstraktının lipit oksidasyonunun sınırlandırılmasında potansiyel oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Choe ve ark. [15] pişmiş domuz kıymalarına doğal antioksidan olarak nilüfer yaprağı lifi tozu (%0.1 ve 0.5) ve arpa lifi tozu (%0,1 ve 0.5) ticari antioksidan olarak da BHT (%0.01) ilavesinin renk ve oksidatif stabilitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında en düşük oksidasyon değerinin %0.5 oranında nilüfer tozu ilave edilen grupta tespit edildiğini bildirmişlerdir. En düşük peroksit değerlerinin ise nilüfer ve arpa lif tozlarının eklendiği gruplarda tespit edildiğini belirtmişlerdir. Bu bitkilerden elde edilen tozların ürünlerin pişirilmesi sonucunda oluşan oksidasyonun önlenmesinde etkili oldukları sonucuna vardıklarını belirtmişlerdir. Nilüfer bitkisinin yaprağından (%3) ve kökünden (%3) elde edilen ekstraktların kullanıldığı diğer bir çalışmada, kök ve yaprak ekstraktlarının ilave edildiği et örneklerinde antioksidan aktivitenin önemli düzeyde yükseldiğini, lipit oksidasyonuna karşı kök ekstraktının daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Nilüfer bitkisinin kök ve yapraklarından elde edilen ekstraktların et endüstrisinde raf ömrünü uzatmaya yönelik kullanım potansiyelinin olabileceğini vurgulamışlardır [47].

Banerjee ve ark. [6] yapmış oldukları çalışmada keçi eti kullanılarak üretilen *nugge*'lara doğal antioksidan olarak brokoli tozu ekstraktı (%1, 1.5 ve 2) ve ticari antioksidan olarak da BHT (100 ppm) ilavesinin antioksidan etkisini incelemişlerdir. Toplam fenolikler açısından 5 mg brokoli tozu ekstraktı, 100 ppm BHT'den önemli düzeyde yüksek bulunduğunu, serbest radikal giderme aktivitesi açısından 2.25 mg ve 3 mg brokoli tozunun 50 ve 100 ppm BHT ile benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Depolama boyunca brokoli tozu ekstraktı eklenen *nugge*'larda TBARS değerinin kontrol grubuna göre daha düşük seviyede kaldığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak %2 oranında eklenen brokoli tozu ekstraktının ürünlerin duyuusal kabul edilebilirliğini bozmadan doğal antioksidan olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

SONUÇ

Et ve et ürünlerinde lipit oksidasyonu kaliteyi bozarak raf ömrünü sınırlandıran temel faktörlerden biridir. Bu sınırlandırmayı ortadan kaldırmak amacıyla sentetik antioksidanlar geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar sonucunda et ürünlerinde oksidasyon probleminin giderilmesi amacıyla kullanılan sentetik antioksidanların insan sağlığı üzerine toksikolojik ve kanserojenik etkileri tespit edildiğinden sentetik antioksidanların gıdalarda kullanımı katı denetimlere ve kurallara bağlanmıştır. Bu nedenle tüketici tercihleri doğal ürünlere kaymakta ve bitkilerde bulunan doğal antioksidanlara olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Bundan dolayı yapılan son çalışmaların bitki ve baharatlardan elde edilen ekstraktların et ürünlerinde doğal antioksidan olarak kullanılabileme potansiyellerinin araştırılması üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Baharat ve meyvelerden elde edilen ekstraktların kullanımı üzerine çalışmalar artış gösterirken antioksidan aktiviteye sahip etken maddenin ayrımı ve kullanımı üzerine yapılan çalışmaların daha düşük oranlarda kalması bu yönde yapılacak çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Serpen, A., Gökmen, V., Fogliano, V., 2012. Total antioxidant capacities of raw and cooked meats. *Meat Science* 90: 60-65.
- [2] Zanardi, E., Battaglia, A., Ghidini, S., Conter, M., Badiani, A., Lanieri, A., 2009. Lipid oxidation of irradiated pork products. *LWT- Food Science and Technology* 42: 1301-1307.
- [3] Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M., 2000. Antioxidants in Food, Practical Applications. Woodhead Publishing in Food Science and Technology, Cambridge.
- [4] Decker, E. A., Faustman, C., Lopez-Bote, C. J., 2000. Antioxidants in Muscle Foods. Nutritional Strategies To Improve Quality, A John Wiley and Sons, Inc. Publication, New York.
- [5] Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., Suman, S.P., 2010. Myoglobin and lipid oxidation interactions: mechanistic bases and control. *Meat Science* 86: 86-94.
- [6] Banerjee, R., Verma, A.K., Das, A.K., Rajkumar, V., Shewalkar, A.A., Narkhede, H.P., 2012. Antioxidant

- effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Science*, Article in Press, MESC-05619.
- [7] Kanner, J. 1994. Oxidative process in meat and meat products. *Meat Science* 36: 169-189.
- [8] Hayes, J. E., Stepanyan, V., Allen, P., O'Grady, M. N., Kerry, J. P., 2010. Effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on the quality and shelf-life stability of packaged raw minced beef patties. *Meat Science* 84: 613-620.
- [9] Waraho, T., McClements, D.J., Decker, E.A., 2011. Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. *Trends in Food Science and Technology* 22: 3-13.
- [10] Frankel, E. N., 2007. Antioxidants in Food and Biology. The Oily Press, Bridgwater, England.
- [11] Jayawardana, B.C., Hirano, T., Han, K., Ishii, H., Okada, T., Shibayama, S., Fukushima, M., Sekikawa, M., Shimada, K., 2011. Utilization of Adzuki bean extract as a natural antioxidant in cured and uncured cooked pork sausages. *Meat Science* 89: 150-153.
- [12] Love, J.D. and Pearson, A.M., 1970. Lipid oxidation in meat and meat products. ISF-AOCS World Congress, 1970, Chicago, 547-549p.
- [13] Labuza, T.P., 1971. Kinetics of lipid oxidation in foods. *Crit. Rev. Food Technol.* 2: 355.
- [14] Brettonnet, A., Hewavitarana, A., DeJong, S., Lanari, M.C., 2010. Phenolic acids composition and antioxidant activity of canola extracts in cooked beef, chicken and pork. *Food Chemistry* 121: 927-933.
- [15] Choe, J., Jang, A., Lee, E., Choi, J., Choi, Y., Han, D., Kim, H., Lee, M., Shim, S., Kim, C., 2011. Oxidative and color stability of cooked ground pork containing lotus leaf (*Nelumbo nucifera*) and barley leaf (*Hordeum vulgare*) powder during refrigerated storage. *Meat Science* 87: 12-18.
- [16] Kılınc, B., Çaklı, Ş., 2004. Su ürünlerinin modifiye atmosferde paketlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 21(3-4): 349-353.
- [17] Mielnik, M.B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D., Skrede, G., 2006. Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. *LWT* 39: 191-198.
- [18] Bağdatlı, A.B., Kayaardı, S., 2010. Et ve et ürünlerinde kullanılan paketleme yöntemleri. *Akademik Gıda* 8(2): 24-30.
- [19] Georgantelis, D., Blekas, G., Katikou, P., Ambrosiadis, I., Fletouris, D., 2007. Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on lipid oxidation and colour stability during frozen storage of beef burgers. *Meat Science* 75(2): 256-264.
- [20] Sahoo, J. and Anjaneyulu, A.S.R. 1997. Quality Improvement of ground buffalo meat by preblending with Sodium ascorbate. *Meat Science* 46(3): 277-247.
- [21] Mielnik, M.B., Aaby, K., Skrede, G., 2003. Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. *Meat Science* 65: 1147-1155.
- [22] Nassu, R.T., Gonçalves, L.A.G., Pereira da Silva, M.A.A. and Beserra, F.J., 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science* 63: 43-49.
- [23] Kanatt, S.R., Chander, R., Sharma, A., 2008. Chitosan and mint mixture: A new preservative for meat and meat products. *Food Chemistry* 107: 845-852.
- [24] Trindade, R.A., Mancini-Filho, J., Villavicencio, A.L.C.H., 2010. Natural antioxidants protecting irradiated beef burgers from lipid oxidation. *LWT - Food Science and Technology* 43: 98-104.
- [25] Altuğ, T., 2006. Gıda Katkı Maddeleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Uçurur Tarım Kitapları, İzmir.
- [26] Liu, H.W., Gai, F., Gasco, L., Brugiapaglia, A., Lussiana, C., Guo, K.J., Tong, M.J., Zoccarato, I., 2009. Effects of chestnut tannins on carcass characteristics, meat quality, lipid oxidation and fatty acid composition of rabbits. *Meat Science* 83: 678-683.
- [27] Mohamed, H.M.H., Mansour, H.A., Farag, M.D.E.H., 2011. The use of natural herbal extracts for improving the lipid stability and sensory characteristics of irradiated ground beef. *Meat Science* 87: 33-39.
- [28] Chen, Q.; Shi, H.; Ho, C.T. 1992. Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybean lipoxygenase activity. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 69: 999-1002.
- [29] Shaidi, F., Nacz, M., 1995. Antioxidant Properties of Food Phenolics. In Food Phenolics Sources, Chemistry, Effects, Applications. Technomic Publishing Co., Inc.: Lancaster, USA, 235-277p.
- [30] Jayaprakasha, G.K., Rao, L.J. and Sakariah, K.K. 2003. Volatile constituents from *Cinnamomum zeylanicum* fruit stalks and their antioxidant activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 4344-4348.
- [31] Hernández- Hernández, E., Ponce-Alquicira, E., Jaramillo- Flores, M.E., Legarreta, I.G., 2009. Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters. *Meat Science* 81: 410-417.
- [32] Ahn, J., Grün, I. U., Mustapha, A. 2007. Effects of plant extracts on microbial growth, colour change, and lipid oxidation in cooked beef. *Food Microbiology* 24: 7-14.
- [33] Decker, E.A., Park, Y., 2010. Healthier meat products as functional foods. *Meat Science* 86: 49-55.
- [34] Nieto, G., Diaz, P., Banon, S., Garrido, M.D., 2010. Dietary administration of ewe diets with a distillate from rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis* L.): influence on lamb meat quality. *Meat Science* 84: 23-29.
- [35] Alves, A.B., Bragagnolo, N., Silva, M.G., Skibsted, L.H., Orlien, V., 2011. Antioxidant protection of high-pressure processed minced chicken meat by industrial tomato products. *Food and Bioprocess Processing*, Article in Press, FBP-274.
- [36] Badr, H.M., Mahmoud, K.A., 2011. Antioxidant activity of carrot juice in gamma irradiated beef

- sausage during refrigerated and frozen storage. *Food Chemistry* 127: 1119-1130.
- [37] Bastida, S., Sanchez-Muniz, F., Olivero, R., Perez-Olleroz, L., Ruiz-Roso, B., Jimenez-Colmenero, F., 2009. Antioxidant activity of Carob fruit extracts in cooked pork meat systems during chilled and frozen storage. *Food Chemistry* 116: 748-754.
- [38] Çoban, Ö.E., Patır, B., 2010. Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 5(2): 7-19.
- [39] Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., Salminen, H., 2010. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science* 86: 196-213.
- [40] Wang, H., Liu, F., Yang, L., Zu, Y., Wang, H., Qu, S., Zhang, Y., 2011. Oxidative stability of fish oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during long-term storage. *Food Chemistry* 128: 93-99.
- [41] Min, B., Ahn, D.U., 2005. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products-A Review. *Food Science and Biotechnology* 14(1): 152-163.
- [42] Ostendorf, J.P. 1987. Antioxidants in the food industry. The first international Symposium on the Food Industry. *Food Additives*, 383-397p.
- [43] Saldamlı, İ., 1998. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- [44] Tironi, V.A., Tomás, M.C., Añón, M.C., 2010. Quality loss during the frozen storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*) effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract. *LWT-Food Science and Technology* 43: 263-272.
- [45] Öneç, S. S., Açıkgöz, Z., 2005. Aromatik bitkilerin hayvansal ürünlerde antioksidan etkileri. *Hayvansal Üretim* 46(1): 50-55.
- [46] Aysel, M. B., 2008. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve mercanköşk (*Origanum onites* L.) bitkilerindeki antioksidan aktivite potansiyellerinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 48s.
- [47] Huang, B., He, J., Ban, X., Zeng, H., Yao, X., Wang, Y., 2011. Antioxidant activity of bovine and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizome knot and leaf. *Meat Science* 87: 46-53.
- [48] Lorenzo, J.M., Martínez, S., Franco, I., Carballo, J., 2007. Biogenic amine content during the manufacture of dry-cured lacon, a Spanish traditional meat product: Effect of some additives. *Meat Science* 77: 287-293.
- [49] Muhlisin, Kang, S.M., Choi, W.H., Lee, K.T., Cheong, S.H., Lee, S.K., 2011. The combination effect of modified atmosphere packaging and the addition of rosemary and organic acids on the storage quality of pre-cooked Hamburg steak refrigerated storage. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [50] Perumalla, A.V.S., Hettiarachchy, N.S., 2011. Green tea and grape seed extracts-potential applications in food safety and quality. *Food Research International* 44: 827-839.
- [51] Hayes, J. and Allen, P., 2011. The development of functional pork breakfast sausages containing flavonoid rich extracts: sensory and technological impact. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [52] Selani, M.M., Contreras-Castillo, C.J., Shirahigue, L.D., Gallo, C.R., Plata-Oviedo, M., Montes-Villanueva, N.D., 2011. Wine industry residues extracts as natural antioxidants in raw and cooked chicken meat during frozen storage. *Meat Science* 88: 397-403.
- [53] Jung, E.Y., Kim, G.D., Lim, H.J., Joo, S.T., Yang, H.S., Kong, I.K., 2011. Antioxidant properties of onion and onion peel extracts in cooked pork patties during storage period. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [54] Fernandez-Lopez, J., Fernandez-Gines, J.M., Aleson-Carbonell, L., Sendra, E., Sayas-Barbera, E., Perez-Alvarez, J.A., 2004. Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science and Technology* 15: 176-185.
- [55] Hasaphidou, A., Savvaidis, I.N., 2011. The effects of modified atmosphere packaging, EDTA and oregano oil on the quality of chicken liver meat. *Food Research International* 44: 2751-2756.
- [56] Doolaege, E.H.A., Vossen, E., Raes, K., Meulenaer, B.D., Verhé, R., Paelinck, H., Smet, S.D., 2011. Effect of rosemary extract dose on lipid oxidation, colour stability and antioxidant concentrations, in reduced nitrite liver pâtés. *Meat Science*, Article in press.
- [57] Mathenjwa, S.A., Hugo, C.J., Bothma, C., Hugo, A., 2011. The effect of natural preservatives on the microbial quality, lipid stability and sensory acceptability of boerewors. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [58] Lara, M.S., Gutierrez, J.I., Timon, M., Andres, A.I., 2011. Evaluation of two natural extracts (*Rosmarinus officinalis* L. and *Melissa officinalis* L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP. *Meat Science* 88: 481-488.
- [59] Rodríguez-Carpena, J.G., Morcuende, D., Estévez M., 2012. Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat Science* 90: 106-115.
- [60] Rodríguez- Carpena, J.G., Morcuende, D., Petron, M.J., Estevez, M., 2011. Avocado phenolics inhibit the oxidation of cholesterol in porcine patties. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [61] Rodríguez- Carpena, J.G., Morcuende, D., Estevez, M., 2011. Avocado by-products as inhibitors of color deterioration and lipid and protein oxidation in raw porcine patties subjected to chilled storage. *Meat Science* 89: 166-173.
- [62] Farvin, K.H.S., Grejsen, H.D., Jacobsen, C., 2012. Potato peel extract as a natural antioxidant in chilled storage of minced horse mackerel (*Trachurus trachurus*): Effect on lipid and protein oxidation. *Food Chemistry* 131: 843-851.
- [63] Gomez, I., Insausti, K., Marin, R., Mendizabal, J.A., Garcia, S., Sarries, M.V., Zudaire, G., Beriain, M.J.,

2011. Effect of grape seed extract on colour, sensory properties and oxidative stability of beef. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [64] Gonzales, R.M., Temperian, S., Lorenzo, J.M., Montes, R., Bermudez, R., Franco, D., 2011. Evaluation of grape seed extract as antioxidant in hamburgers. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [65] Sayago-Ayerdi, S. G., Brenes, A., Goni, I., 2009. Effect of grape antioxidant dietary fiber on the lipid oxidation of raw and cooked chicken hamburgers. *LWT* 42: 971-976.
- [66] Garrido, M.D., Auqui, M., Martí, N., Linares, M.B., 2011. Effect of two different red grape pomace extracts obtained under different extraction systems on meat quality of pork burgers. *LWT* 44: 2238-2243.
- [67] Petron, M.J., Broncano, J.M., Martin, L., Parra, V., Timon, M.L., 2011. Use of a commercial protease to increase oxidative stability of Iberian Chorizo. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [68] Broncano, J.M., Timón, M.L., Parra, V., Andrés, A.I., Petró M.J., 2011. Use of proteases to improve oxidative stability of fermented sausages by increasing low molecular weight compounds with antioxidant activity. *Food Research International* 44: 2655-2659.
- [69] Kang, S.M., Cho, S., Kim, D.H., Lee, S.K., 2011. Effects of *Rhus verniciflua* stokes extract, gallic acid and fisetin on the lipid, protein and myoglobin oxidation in Hanwoo (Korean cattle) beef model system. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [70] Kang, S.M., Cho, S., Kim, D.H., Lee, S.K., 2011. Effects of addition of *Rhus verniciflua* stokes extract and gallic acid on the quality characteristics of Hanwoo (Korean cattle) beef patties stored in high oxygen-modified atmosphere package. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [71] Choe, J.H., Choi, Y.S., Kim, H.Y., Han, D.J., Kim, H.W., Kim, Y.J., Park, J.H., Chung, H.K., Kim, C.J., 2011. Effects of goldenrod (*Solidago virgaurea*) leaf and stem extracts on oxidative stability in cooked ground pork during chilled storage. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [72] Kim, H.S., Chin, K.B., 2011. Tomato powder in regular-fat pork sausages suppressed lipid oxidation during refrigerated storage. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [73] Mason, S.L., Le, H.M., Bickerstaffe, R., 2011. The effects of antioxidants from mango on shelf life of pork sausages. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [74] Ergezer, H., Serdaroğlu, M., Akcan, T., 2011. Evaluation of the antioxidant potential of artichoke (*Cynara scolymus* L.) extract in raw beef patties. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [75] Armenteros, M., Ventanas, S., Viguera, J., Morcuende, D., Estevez, M., 2011. Evaluation of nitrite, colour and rancidity in porcine cooked sausages prepared with rose-hips' extracts. International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 August, Belgium.
- [76] Devatkal, S.K. and Naveena B.M., 2010. Effect of salt, kinnow and pomegranate fruit by-product powders on color and oxidative stability of raw ground goat meat during refrigerated storage. *Meat Science* 85: 306-311.
- [77] Devatkal, S., Narsaiah, K., Borah, A., 2010. Antioxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties. *Meat Science* 85: 155-159.
- [78] D'Souza, N. and Skonberg, D.J., 2011. Antioxidant properties of aqueous and methanol soy extracts in minced trout muscle. *LWT - Food Science and Technology* 44: 1212-1217.
- [79] Castro, W. F., Mariutti, L.R.B., Bragagnolo, N., 2011. The effects of colorifico on lipid oxidation, color and vitamin E in raw and grilled chicken patties during frozen storage. *Food Chemistry* 124: 126-131.