

Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) Antioksidan Etkisi

Hatice Basmacıoğlu Malayoğlu

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bornova, İzmir
e-posta: hatice.basmacioglu@ege.edu.tr Tel: +90 (232) 3112702; Fax: +90 (232) 388 1867

Özet

Son yıllarda tüketicilerin doğal veya ekolojik ürünleri tercih etmesine bağlı olarak tıbbi ve aromatik bitkiler ile bunlardan elde edilen ürünlere (uçucu yağ ve ekstre) ilgi artmıştır. Biberiye önemli bir tıbbi-aromatik bitki türü olup antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, bağışıklık sistemini iyileştirici gibi biyolojik etkileri bulunmaktadır. Biberiyenin antioksidan aktivitesi üzerine yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışma sonuçları, bitkinin yetiştiği bölgeye, hasat zamanına, kullanılan bitki kısmına, fenolik yapıya ve konsantrasyona, ekstraksiyon yöntemine, ürün ve oksidasyon koşullarına, analitik yöntemine ve hayvan türüne göre farklılık göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Tıbbi ve aromatik bitki, biberiye, uçucu yağ, ekstre, doğal antioksidan

The Antioxidant Effect of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.)

Abstract

The interest has been increased to medical and aromatic plants, and products (volatile oils and extracts) from them due to preferring to natural or ecological products by consumers in recent years. Rosemary is important a medical and aromatic plant, and has antimicrobial, antioxidant, antiviral and immune system stimulator. The results of *in vitro* and *in vivo* studies on rosemary's antioxidant activity differ according to plant's growing region, harvest time, plant part, phenolic composition and concentration, extraction method, product and oxidation conditions, analytical method and animal species.

Key words: Medical and aromatic plant, rosemary, essential oil, extract, natural antioxidant

Giriş

Laminaceae (Labiatae) familyasından biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) önemli bir tıbbi ve aromatik bitki türüdür. Ülkemizde farklı isimlerle de (kuşdili, hasalbal ve akpüren) adlandırılan biberiye 50-100 cm yükseklikte, çalı görünüşte, kışın yaprağını dökmeyen, çiçekleri soluk mavi renkli çok yıllık bir bitkidir (Baytop, 1984). Türkiye'nin batı ve güney kıyılarında doğal olarak yetişmekle birlikte yaygın olarak Çanakkale, Mersin, Adana, Tarsus, Hatay illerinde özellikle Mersin ve Adana yöresinde maki florası içerisinde, orman içi boşluklarda, tarla ve üzüm bağları kenarlarında, koruma altındaki ağaçlandırma sahaları içerisinde geniş yayılım göstermiştir. Mersin ve Adana yöresindeki doğal popülasyondan 341 ton kuru biberiye yaprağı üretildiği (Anonim, 2001) ve 1999-2003 yılları arası Türkiye'de biberiye ihracatının toplam 328 bin ton, sağlanan yıllık gelirin de 523 bin dolar olduğu bildirilmektedir (Özguven ve ark., 2005). Ülkemizde biberiye'nin kültürü yapılmamasına rağmen Fransa, İtalya, İspanya, Portekiz, Yunanistan gibi ülkelerde ekimi ve kültürü yaygındır.

Eski Yunan ve Romalılar döneminde gıdaların lezetlendirilmesi ve tıbbi tedavi amacıyla kullanılan

biberiye günümüzde kozmetik, parfümeri, aromaterapi, eczacılık ve gıda gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Yapılan bilimsel çalışmalarla biberiye'nin antibakteriyel, antioksidan, antiviral, bağışıklık sistemini iyileştirici etkileri ortaya konmuştur (Gachkar ve ark., 2007). Bu derlemede, biberiyenin antioksidan etkisi ele alınacak ve bu konuda yapılan *in vitro* ile *in vivo* çalışmalar özetlenecektir.

Biberiyenin Antioksidan Etkin Bileşenleri

Biberiye bitkisinin kimyasal kompozisyonu ile antioksidan aktivitesinin ortaya konduğu bilimsel çalışmalarda, biberiyenin ya direkt kendisi (yaş veya kurutularak) ya da su buharı-su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağı veya farklı ekstraksiyon yöntemleri (solvent veya süper kritik CO₂) ile elde edilen ekstresi kullanılmıştır.

Biberiyeden elde edilen uçucu yağ ve ekstrenin ana bileşenleri farklılık gösterir. Yapılan çalışmalarda biberiye uçucu yağının ana bileşenleri 1,8-cineole, α -pinene, camphor, camphene, borneol, β -caryophyllene, bornly acetate, verbenone, linalool, limonene, sabinene, α -terpineol (Bayrak ve Akgül, 1989; Baratta ve ark., 1998a; Fu ve ark., 2007; Gachkar ve ark., 2007);

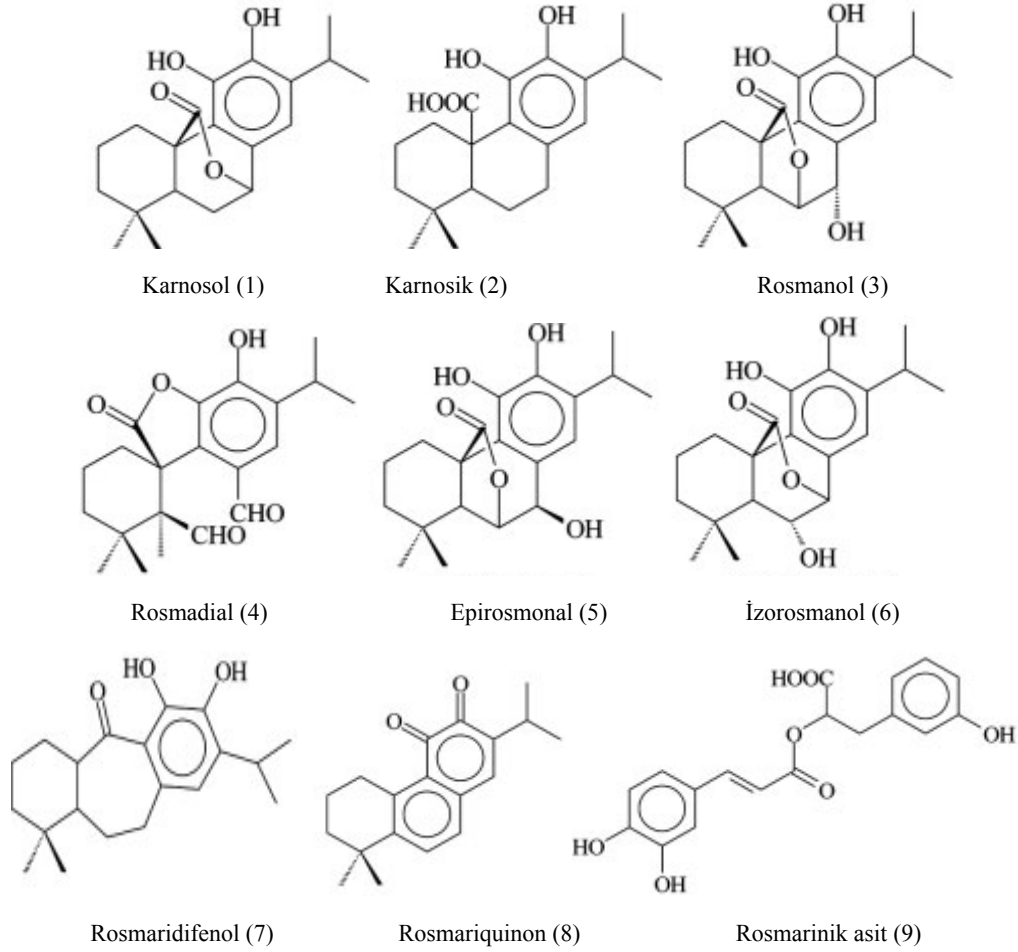
biberiye ekstresinin ise karnosol, karnosik asit, rosmanol, rosmadial, epirosmanol, isorosmanol, rosmaridifenol, rosmariquinon ve rosmarinik asit (Bracco ve ark., 1981; Nakatani ve Inatani, 1981; Nakatani ve Inatani 1984; Houlihan ve ark., 1984; Houlihan ve ark., 1985) saptanmıştır. Biberiye ekstresinde bulunan söz konusu 9 fenolik bileşik antioksidan etkiye sahip olup kimyasal yapıları Şekil 1'de verilmiştir (Yanishlieva ve ark., 2006). Her ne kadar bazı araştırmacılar (Baratta ve ark., 1998a; Gachkar ve ark., 2007) tarafından biberiye uçucu yağının antioksidan etkisi saptanmış olmasına rağmen 1,8-cineole, α -pinene, camphor ve verbenone gibi uçucu yağ bileşenlerinin antimikrobiyal etkisinin yüksek olduğunu bildiren bildirişlerle (Pandit ve Shelef, 1994; Baratta ve ark., 1998b; Moghtader ve Afzali, 2009) karşılaşmak mümkündür. Yeşil Çelikleş ve ark. (2007b) *R. officinalis* bitkisinden elde edilen uçucu yağ ve metanol ekstrelerinin antimikrobiyal aktivitelerini araştırdıkları çalışmalarında, metanol ekstresinin uçucu

yağa göre daha düşük antimikrobiyal aktivite gösterdiğini saptamışlardır. Bir grup araştırmacı (Frankel ve ark., 1996; Munne-Bosch ve ark., 2000; Wu ve ark., 2004) tarafından ise buhar distilasyonu ile elde edilen biberiye uçucu yağında güçlü antioksidan etkiye sahip rosmarik asit, karnosik asit ve rosmanol gibi fenolik bileşiklerin bulunmadığı bildirilmektedir.

Biberiyenin Antioksidan Aktivitesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

In vitro çalışmalar

Biberiyenin antioksidan etkili bileşenleri, oranları ve aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; sonuçların mevsime, bölgelere, bitkinin kullanılan kısmına, elde ediliş yöntemi ve ekstraksiyonda kullanılan solvente göre farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Bunların dışında genetik, su, ışık ve vejetasyon döneminin de etkili olduğu bildirilmektedir (Del Baño ve ark., 2003).



Şekil 1. Biberiyenin antioksidan etkili bileşenleri (Yanishlieva et al., 2006)

Yeşil Çelikaş ve ark. (2007a) tarafından farklı dönemlerde (Aralık-Mart-Haziran-Eylül) ve farklı bölgelerden (İzmir, Çanakkale ve Mersin) toplanan biberiye bitkilerinden super kritik CO₂ yöntemi ile elde edilen ekstraların aktif etken bileşenlerinin (karnosol, karnosik asit ve rosmarinik asit) oranlarının ve antioksidan aktivitelerinin farklılık gösterdiği; Eylül ayında toplanan biberiyeden elde edilen ekstralar ile Mersin bölgesinden elde edilen ekstraların antioksidan etken bileşenlerinin ve antioksidan aktivitelerinin yüksek olduğu saptanmıştır. Mevsimsel farklılığın saptandığı bir başka çalışmada (Munne-Bosch ve ark., 2000) yaz dönemi boyunca ışık ve su stresine maruz kalmış biberiye bitkisinin yapraklarında karnosik asit ile karnosol oranı azalmış; kış döneminde ise söz konusu bileşiklerin oranları artmıştır. Moreno ve ark. (2006) biberiye bitkisinin yaprak ve çiçek kısımlarının dal kısmına göre söz konusu etken bileşenlerce daha zengin yapı gösterdiğini; Del Baño ve ark. (2003) biberiyenin kök, gövde, çiçek ve dal kısımlarında bulunan fenolik bileşiklerin (polifenolik diterpenler, rosmarinik asit ve flavonların) oranlarının vejetasyon dönemlerine göre farklılık gösterdiğini, tüm etken bileşenlerinin yaprakta ve vejetasyonun erken döneminde en yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Moreno ve ark. (2006) biberiye ekstresinin içerdiği söz konusu bileşenlerin oranlarının aseton, metanol ve su ekstraksiyonuna göre farklılık gösterdiğini ve antioksidan aktivitesi bakımından aseton ekstraksiyonunun daha iyi sonuç verdiğini ortaya koymuşlardır. Oysa literatürde hekzan ekstraksiyonunun etil asetat ve aseton ekstraksiyonuna göre (Pokorny ve ark., 1997), metanol ekstraksiyonunda hekzan, benzen, etilether, kloroform, etilen diklorid, dioksan ekstraksiyonlarına göre (Chang ve ark., 1977); etanol ekstraksiyonunun kloroform ve kloroform/etanol ekstraksiyonuna göre (Hernández-Hernández ve ark., 2009) daha iyi sonuç verdiğini bildiren bildirişlerde bulunmaktadır.

Gıdaların hazırlanması ve tüketilmesi sırasında ortaya çıkan en önemli değişikliklerden biri oksidasyondur. Antioksidanlar gıdanın temel maddesi olan lipidlerin oksidasyonunu önleyerek ürün kalitesini korumaya yardımcı olurlar. Bu amaçla uzun yıllar gıda sektöründe BHA (butilat hidroksianisol), BHT (butilat hidroksitoluen), propil gallat (PG), tersiyer hidroksiquinon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar ile α -tokoferol asetat, β -karoten ve Vitamin C gibi doğal antioksidanlar yaygın olarak kullanılmıştır. Sentetik antioksidanlarının insan sağlığı üzerinde toksik etkilerinin olabileceğinin bildirilmesi ve bu nedenle

kullanımlarına sınırlama veya yasaklama getirilmesi; sağlık otoritelerinin bitkisel antioksidanları güvenilir ürünler olarak açıklamaları ve bilinçli tüketicilerin doğal ürünleri tercih etmeleri bitkisel ürünlerin kullanımını gündeme getirmiştir. Yapısında flavonoidler, fenolik bileşikler ve onların türevleri olan bitkisel ürünlerin otooksidasyonu önlemede etkili oldukları ortaya konmuş ve etki mekanizmaları serbest radikalleri temizleme, metal iyonlarla bileşik oluşturma, oksijen oluşumunu engelleme veya azaltma şeklinde açıklanmıştır. Ayrıca bu bileşikler aromatik halkalarının hidroksil gruplarındaki hidrojeni vererek besin maddelerinin serbest radikallerce okside olmalarını engellerler.

Özellikle son yıllarda fenolik bileşiklerce zengin adaçayı, kekik, biberiye ve karanfil gibi tıbbi ve aromatik bitkilerin gıdalarda koruyucu madde olarak kullanımlarına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Bunlar arasında biberiyenin üzerinde yoğun olarak çalışılmış ve günümüzde söz konusu bitki Avrupa ve ABD’de antioksidan olarak kullanıma sunulan tek ticari ürün durumundadır (Bozin ve ark., 2007).

Biberiye yapraklarından elde edilen ekstrenin antioksidan olarak kullanılabileceği ilk defa Rac ve Ostric-Matijasevic (1955)’e atfen Yanishlieva ve ark. (2006) tarafından rapor edilmiştir. Yapılan bilimsel çalışmalarda söz konusu bitkinin antioksidan aktivitesi öncelikle gıdalarda yaygın olarak kullanılan antioksidanların (α -tokoferol asetat, Vitamin C, sentetik antioksidanlar) aktiviteleri ile karşılaştırılmıştır. Briskorn ve Domling (1969) karnosik asit ve karnosol’un BHA kadar etkili ve ancak bu etkinin konsantrasyona bağlı olduğunu bildirirken; Richheimer ve ark. (1996) biberiye ekstresinin en güçlü antioksidan aktivite gösteren bileşiğinin karnosik asit olduğunu ve bunun diğer bir bileşiği olan karnosolden 3 kat; BHT ve BHA gibi sentetik antioksidanlardan da 7 kat daha yüksek aktivite gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Sebranek ve ark. (2005) biberiye ekstresinin pişirilerek dondurulmuş domuz etinde BHT/BHA kadar ve çiğ dondurulmuş ette ise daha yüksek; Ahn ve ark. (2002) pişmiş sığır etinde biberiye ekstraktının BHT/BHA’dan daha düşük ancak α -tokoferol asetat’tan daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiğini bildirmişlerdir. Oysa Wong ve ark. (1995) biberiyenin pişmiş sığır etinde α -tokoferol asetatdan daha düşük antioksidan aktivite gösterdiğini saptamışlardır.

Biberiye ekstresi, α -tokoferol asetat, askorbil palmitat ve sitrik asit gibi farklı antioksidanların tek veya birlikte kullanımlarının ayçiçeği yağı oksidasyonu üzerine

etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Hrás ve ark., 2000) antioksidan aktivite sırasıyla biberiye ekstresi+askorпил palmitat>biberiye ekstresi+sitrik asit>biberiye ekstresi>askorпил palmitat>biberiye ekstresi+ α -tokoferol>sitrik asit> α -tokoferol şeklinde saptanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre biberiye ekstresi ile askorпил palmitat ve sitrik asit arasında sinerjik ancak α -tokoferol asetat arasında antagonistik etkinin olabileceği; deneme koşullarında α -tokoferolün prooksidatif etki gösterdiği bildirilmiştir. Benzer bir sonuç olarak, Hopia ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada α -tokoferolün biberiye ekstresinin ana etken bileşenleri karnosol ve karnosik asitin oksidatif stabilitesini azaltmıştır. Oysa bu çalışmalardan farklı olarak Wada ve Fang (1992) tarafından biberiye ekstraktı ile α -tokoferol arasında sinerjik etki saptanırken Wong ve ark. (1995) ise biberiye ile α -tokoferol arasında ne antagonistik ne de sinerjik bir etki saptamıştır.

Literatürde biberiyenin antioksidan etkisinin sentetik antioksidanlar ve α -tokoferol asetat yanında diğer bitkisel ürünlerle karşılaştırıldığı çalışmalara da rastlamak mümkündür. Nitekim Rababah ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada çemen otu, zencefil, yeşil ve siyah çay, üzüm çekirdeği, gotu kola (Hindistan ve Endonezyaya ait tropik bir bitki), ginkgo (Japon eriği) ekstraktları ile Vitamin E, tert-Butilhidroksiquinon (TBHQ)'nın toplam fenol içeriği ile antioksidan aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; toplam fenol içeriği en yüksek biberiye ekstresinde saptanmasına karşılık en yüksek antioksidan aktivitesi üzüm çekirdeği ile yeşil çay ekstralarında elde edilmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi toplam fenol içeriği ile antioksidan aktivitesi arasında bir ilişki olmadığını bildiren araştırmacılar (Hernández-Hernández ve ark., 2009) yanında bir başka araştırmacı grupları (Moreno ve ark., 2006; Erkan ve ark., 2008) tarafından toplam fenol içeriği ile antioksidan aktivitesi arasında pozitif yönde yüksek bir korelasyon olduğu bildirilmiştir.

In vitro çalışmaların bazıları söz konusu bitkisel ürünlerin ete muamelesi (post-mortem) ile etin oksidatif stabilitesinin saptanması şeklindedir. Nitekim bu çalışmalardan birinde (Nissen ve ark., 2000) suyu uzaklaştırılmış tavuk etinin oksidatif stabilitesini artırmak amacıyla biberiye, çay, üzüm kabuğu, kahve ekstraları ile sentetik antioksidanlar (BHA, octyl gallat) ete uygulanmış ve biberiye~sentetik antioksidanlar>kahve~çay>üzüm kabuğu şeklindeki sıralama ile lipid oksidasyonu engellenmiştir.

Farklı bitki ekstraları ve uçucu yağlarının kuzu etinin oksidatif stabilitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir başka post-mortem çalışmada (Dang ve ark., 2001) biberiye ekstresi>zencefil ekstresi>tarçın uçucu yağı yağı>tarçın ekstresi>biberiye esansiyel yağı şeklinde azalan sırada antioksidan etki saptanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bir diğer önemli bulgu, ele alınan bitkilerin antioksidan aktivitelerinin uçucu yağ veya ekstralarına göre farklılık göstermesidir.

Rojas ve Brewer (2007) tarafından üzüm çekirdeği (%0.01 ve %0.02), biberiye (%0.02) ile kekik (%0.02) ekstralarının vakumlanarak dondurulmuş sığır ve domuz etinin oksidatif stabilitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Her iki et türü için bitkisel ekstralar arasında antioksidan aktivite açısından belirgin bir farklılık saptanamamakla birlikte söz konusu ürünlerin dondurulmuş çiğ ürünlerde doğal antioksidan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Hindi eti ile yürütülen bir başka çalışmada (Yu ve ark., 2002) suda-çözünebilir biberiye ekstraktı (100, 250 ve 500 ppm) pişirilmiş ve buzdolabında 13 gün boyunca depolanmış etin lipid stabilitesini artırmış; özellikle en yüksek dozda kullanılan biberiye ekstraktının etkisi diğer dozlara göre daha belirgin olmuştur.

***In vivo* çalışmalar**

Normal fizyolojik koşullarda üretilen düşük düzeylerde serbest radikaller yaşam ve büyüme için gereklidirler. Vücutta normal koşullarda serbest radikaller ile antioksidanlar (enzimatik, enzimatik olmayan ve yemlerle veya gıdalarla dışarıdan alınan) arasında bir denge bulunmaktadır. Söz konusu bu dengenin bozulması 'oksidatif stres' olarak tanımlanır. Oksidatif stres altındaki hayvanlarda lipid, protein ve nükleik asit gibi biyolojik makromoleküllerde oksidatif değişim görülür. Oksidatif strese neden olan etkenler çevresel ve besinsel olabilir. Nitekim son yıllarda omega-3 yağ asitlerince zengin ürün üretimi kapsamında yemin çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinin artırılmasını besinsel bir oksidatif stres etkeni olarak değerlendirmek mümkündür. Bu şekildeki yemlerle beslenen hayvanların dokularında söz konusu yağ asitleri içeriğinin artması çoklu doymamış yağ asitlerince zengin et ve yumurta gibi hayvansal ürünlerin lipid peroksidasyonuna karşı duyarlılığını daha da artıracaktır. Organizmada hücresel düzeyde oluşan lipid peroksidasyonu hücrelerin yapı ve fonksiyonlarını değiştirdiği gibi hayvanın büyüme, üreme ve bağışıklık sistemi üzerinde olumsuz etkiler.

Hayvansal üretim sürecinde oluşan oksidasyon yanında

elde edilen ürünlerin işlenmesi, pişirilmesi ve saklanması sırasında da membran fosfolipidlerin yüksek düzeyde doymamış yağ asitlerinde lipid peroksidasyonu oluşabilmektedir. Lipid oksidasyonu ürün kalitesindeki değişimler, taze veya işlenmiş ürünlerin tadında, renginde, görünümünde ve besinsel değerinde olumsuz yönde değişiklikler meydana getirerek raf ömrünü kısaltmaktadır (Gordon, 1991; Sahoo ve Verma, 1999). Dolayısıyla yeme antioksidan ilavesi oldukça önemlidir. Günümüzde yemlere yaygın olarak α - tokoferol asetat ilavesi söz konusu olmakla birlikte son yıllarda fitokimyasallar olarak bilinen tıbbi ve aromatik bitkiler ile bunlardan elde edilen ürünlere (uçucu yağ ve ekstre) yoğun bir ilgi bulunmaktadır.

Farklı türlerle yapılan çalışmalarda antioksidan olarak yeme biberiye (direkt kendisi, uçucu yağı veya ekstresi) ilavesi ile hayvanlardan elde edilen ve çoklu doymamış yağ asit içeriği yüksek et, yumurta gibi ürünlerin raf ömrünü artırmak, çevresel veya besinsel etkenlerce oluşan oksidatif stresin hayvan üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak, hayvanlarda antioksidan savunma sistemini geliştirmek ve son olarak ta son yıllarda insan sağlığı açısından önem taşıyan fonksiyonel gıda kapsamında doğal antioksidanlarca zengin gıda üretebilmek amaçlanmıştır.

Konu ile ilgili olarak farklı türlerle yapılan *in vivo* çalışmalar Çizelge 1'de özetlenmiştir. Çizelge 1'de sunulan araştırmalar incelendiğinde sonuçların farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Araştırmaların büyük bir

bölümünde bu farklılıklar büyük ölçüde kullanılan hayvan türü ve biberiye'nin kimyasal kompozisyon ile oksidasyonun saptandığı analitik yöntem farklılığına dayandırılmıştır. Nitekim Galobart ve ark. (2001) yumurta tavuğu ile yaptıkları çalışmalarında 500 ve 1000 mg/kg düzeylerinde kullanılan biberiye ekstresinin yumurta sarısı lipid oksidasyonu üzerinde etkili olmamasını kullanılan ticari ekstredeki karnosik asitin düşük düzeyde olması şeklinde açıklamışlardır.

Sonuç ve Öneriler

Biberiye'nin antioksidan aktivitesi üzerine yapılan gerek *in vitro* ve gerekse *in vivo* çalışmalardan farklı sonuçların alınmasını; bitkinin yetiştiği bölge, kullanılan bitki kısmı, fenolik yapı ve fenolik bileşiklerin konsantrasyon, ekstraksiyon yöntem, üzerinde çalışılan ürün (et veya yağın türü), oksidasyon koşulları (çiğ veya pişmiş ette, yüksek basınç altında işleme gibi), analitik yöntem ve hayvan türü gibi farklılıklara dayandırmak mümkündür.

Tıbbi-aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen ürünlerle (uçucu yağ ve ekstre) yürütülen birçok besleme çalışmasındaki en önemli eksiklik ürünün kimyasal kompozisyonunun veya içermiş olduğu etken bileşenlerin oranlarının verilmemesidir. Bununla birlikte bu ürünlerin içermiş olduğu etken bileşenlerinin hayvan organizmasındaki etki mekanizmalarına açıklık getirecek metabolizma çalışmalarına ağırlık verilmeli, fenolik bileşikler arasındaki olası sinerjik veya antagonistik etkiler araştırılmalıdır.

Çizelge 1. Biberiye'nin antioksidan etkisi ile ilgili yapılan *in vivo* çalışmalar

Hayvan türü	Araştırma	Sonuç	Kaynak
Etlik piliç	500 mg/kg biberiye ve adaçayı ekstraktları ile 200 mg/kg alfa-tokoferol asetat	Bitkisel ekstraktlar et lipid stabilitesini artırmada, mikrosomal ve kolesterol oksidasyonu azaltmada çok az düzeyde etkili olmuşlardır. Oksidatif stabilite açısından sıralama α -tokoferol>adaçayı>biberiye şeklindedir.	Lopez-Bote ve ark., 1998
Yumurta tavuğu	200mg/kg Vitamin E ile 500mg/kg ve 1000mg/kg biberiye ekstresi	Vitamin E ilavesi omega-3 yağ asitlerince zengin yumurtaların lipid peroksidasyonunu önemli düzeyde düşürürken biberiye ekstresi (her iki dozu) lipid peroksidasyonunu etkilememiştir.	Galobart ve ark., 2001
Etlik piliç	200mg/kg α -tokoferol asetat ile 150mg/kg ve 300mg/kg biberiye ve kekik uçucu yağı (tek ve birlikte)	Omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş karma yemlerde kekik ve biberiye uçucu yağının birlikte kullanımı, tek kullanımlarına ve α -tokoferol asetat ilavesine göre et lipid oksidasyonunu önlemede daha etkili olmuştur. Kekik ve biberiye uçucu yağı arasında sinerjik etkinin olabileceği bildirilmiştir.	Basmacıoğlu ve ark., 2004
Yumurta tavuğu	5 g/kg düzeyinde kekik ve biberiye, 20 g/kg safran, 200 mg/kg α -tokoferol asetat	Yumurta sarısı lipid oksidasyonunu engellemede sıralama; α -tokoferol asetat>safran>kekik>biberiye şeklindedir.	Botsoglou ve ark., 2005

Çizelge 1'in devamı

Güvercin	1000 mg/kg biberiye ekstraktı	Biberiye ekstraktı depolanmış etin oksidatif stabilitesini artırırken taze ette etkisi görülmemiştir.	Dal Bosco ve ark., 2005
Et sığırı	1000 mg/hayvan/gün çay kateşini ve biberiye ekstresi	Yeme ilave edilen doğal antioksidanlar etin lipid oksidasyonunu engellemede etkili olmamakla birlikte sonradan ete muamele (post-mortem) ile olumlu etki saptanmıştır. İn vivo kısmında antioksidan etkinin görülmemesinin nedeni yeme ilave edilen düzeylerinin yetersiz olmasına ve çay kateşininin alkali ortamda etki gösterememesine dayandırılmıştır.	O'Grady ve ark., 2006
Yumurta tavuğu	5 ve 10 g/kg öğütülmüş biberiye ile 200 mg/kg alfa-tokoferol asetat	Ele alınan antioksidanlar lipid oksidasyonunu engellemede; 5 g/kg biberiye>10 g/kg biberiye> α -tokoferol asetat şeklinde sıralama göstermişlerdir. Biberiye'nin antioksidan aktivitesi doza bağlı olarak değişmiştir.	Florou-Faneri ve Dotas, 2006
Hindi	%0.5 ve %1.0 öğütülmüş biberiye yaprağı ile 300 mg/kg α -tokoferol asetat (tek ve birlikte)	Lipid oksidasyonunu engellemede sıralama; α -tokoferol asetat>% 1.0 biberiye yaprağı >% 0.5 biberiye yaprağı şeklindedir. Biberiye yaprağı ile α -tokoferol asetat arasında sinerjik bir etki saptanmamıştır.	Botsoglou ve ark., 2007
Hindi	5 g/kg ve 10 g/kg kurutulmuş biberiye (yaprak ve çiçekleri) ile 300 mg/kg alfa-tokoferol asetat	Kullanılan antioksidanlar α -tokoferol asetat>10 g/kg biberiye>5 g /kg biberiye şeklindeki sıralama ile lipid oksidasyonunu engellemişlerdir.	Govaris ve ark., 2007
Sıçan	5 g/kg biberiye, üzüm, turunçgil, kadife çiçeği ekstraktı	Omega-3 yağ asitleri içeriği artırılmış yemlere polifenolik bileşiklerce zengin bitkisel ekstrelerin ilavesi ile plasma lipid oksidasyonu biberiye>üzüm>turunçgil>çuhaçiçeği şeklindeki sıralama ile engellenmiştir.	Gladine ve ark., 2007
Etlik piliç	500 mg/kg biberiye ekstresi ve 40 mg/hayvan α -tokoferol asetat	Biberiye ekstresi et (but ve göğüs) lipid oksidasyonunu geciktirmiş ancak etkisi α -tokoferol asetatın etkisine göre düşüktür.	Šperňáková ve ark., 2007
Domuz	40 ppm alfa tokoferol asetat ve biberiye ekstresi (+2ppm gallik asit), tek veya birlikte kullanımları.	Okside olmuş keten tohumu içeren yemlerde biberiye ekstresi kullanımı çığ ve pişmiş etin renk, protein ve lipid oksidasyonunu etkilemezken α -tokoferol asetat ilavesi sadece çığ etin lipid oksidasyonunu engellemiştir. Antioksidanlar arasında (alfa-tokoferol asetat+biberiye ekstresi, biberiye ekstresi+gallik asit) sinerjik etki görülmemiştir.	Haak ve ark., 2008
Etlik piliç	Sentetik antioksidan karışımının (BHT, BHA, Ethoksiquin), tek veya α -tokoferol asetat ile birlikte kullanımı, ile biberiye, yeşil çay, üzüm çekirdeği, domates ekstreleri (tek veya birlikte)	Doğal antioksidanların oksidasyonu engellemede etkisi sentetik antioksidan karışımı+ α -tokoferol asetata göre daha düşük düzeydedir. Bitkisel ekstratlar arasında dikkate değer farklılıklar saptanmakla birlikte yeşil çayın etkisi en belirgin olup biberiye ekstresi ikinci sırada yer almıştır. Bitkisel ekstrelerin arasında sinerjik etki saptanmamıştır.	Smet ve ark., 2008
Koyun	%10 ve % 20 distile biberiye yaprağı	Biberiye yaprağı kuzu etinin raf ömrünü artırmıştır. Her iki doz arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır.	Monino ve ark., 2008
Sıçan	20 g/kg kekik ve 20 g/kg biberiye (tek ve birlikte)	CCl ₄ intoksitesinde biberiye ve kekiğin antioksidan etkisi görülürken oksidatif stres koşullarının oluşturulmadığı durumda (CCl ₄ verilmediği durumda) etkileri görülmemiştir. Biberiye, biberiye+kekik ilavesi, kekik ilavesine göre daha etkili olmuştur.	Botsoglou ve ark., 2009
Koyun	% 10 ve % 20 kurutulmuş biberiye yaprağı	Biberiye yaprağı kuzu eti lipid oksidasyonunu engellemiştir. Her iki düzey arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Biberiye yaprağının hayvan beslemede sentetik antioksidanlara alternatif olarak kullanılabilmesi ortaya konmuştur.	Nieto ve ark., 2010

Kaynaklar

- Ahn, J., Grün, I.U., Fernando, L.N. 2002. Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *Journal of Food Science* 67(4):1364-1369.
- Anonim, 2001. Tarsus, Adana, Karaisalı Orman İşletmesi Müdürlükleri 2001 Yılı Kayıtları.
- Baratta, M. T., Dorman, H. J. D., Deans, S. G., Biondi, D. M., Ruberto, G. 1998a. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. *Journal of Essential Oil Research* 10: 618-627.
- Baratta, M.T., Dorman, H.J.D., Deans, S.G., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G., Ruberto, G. 1998b. Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour and Fragrance Journal* 13: 235-244.
- Basmacıoğlu, H., Tokuşoğlu, Ö. and Ergül, M. 2004. The effect of oregano and rosemary essential oils or alpha-tocopheryl acetate on performance and lipid oxidation of meat enriched with n-3 PUFAs in broilers. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 34: 197-210.
- Bayrak, A., Akgül, A. 1989. Biberiye bitkisinin uçucu yağ kompozisyonu üzerinde araştırma. *Gıda Sanayi Dergisi* 5: 20-22.
- Baytop, T. 1984. Türkiye’de bitkilerle tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3255, Ecz. Fak. Yayın No:40, İstanbul.
- Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, P., Nikolakakis, I., Giannenas, I., Dotas, V., Botsoglou, E. N., Aggelopoulos, S. 2005. Effect of dietary saffron (*Crocus sativus* L.) on the oxidative stability of egg yolk. *Br. Poult. Sci.* 46:701-707.
- Botsoglou, N. A., Govaris, A., Giannenas, I., Botsoglou, E., Papageorgiou, G. 2007. The incorporation of dehydrated rosemary leaves in the rations of turkeys and their impact on the oxidative stability of the produced raw and cooked meat. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 58: 312-320.
- Botsoglou, N. A., Taitzoglou, I.A., Botsoglou, E., Zervos, I., Kokoli, A., Christaki, E., Nikolaidis, E. 2009. Effect of long-term dietary administration of oregano and rosemary on the antioxidant status of rat serum, liver, kidney and heart after carbon tetrachloride-induced oxidative stress. *J. Sci. of Food and Agric.* 89:1397-1406.
- Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Jovin, E. 2007. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils. *J. Agric. Food Chem.* 55:7879-7885.
- Bracco, U., Lölliger, J., Viret, J.-L. 1981. Production and use of natural antioxidants. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 58:686-690.
- Briskorn, C. H., Domling, H. J. 1969. Carnosolsaure, der wichtige antioxidativ wirksame Inhaltsstoff des Rosmarin- und Salbeiblattes. *Z Lebensm Unters Fofsch.* 141: 10-16.
- Chang, S.S., Ostric-Matijasevic, B., Hsieh, O.A.L., Huang, C.L. 1977. Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.* 42: 1102-1106.
- Dal Bosco, A., Castellini, C., Cardinali, R. 2005. Effect of dietary administration of rosemary extract on the oxidative stability of pigeon meat. *Ital. J. Food Sci.* 4 (17): 419-428.
- Dang, M.N., Takácsová, M., Nguyen, D.V., Kristiánová, K. 2001. Antioxidant activity of essential oils from various spices. *Nahrung/Food* 45(1): 64-66.
- Del Baño, M. J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-García, O., Del Río, J.A., Ortuño, A., Quirin, K.W., Gerard, D. 2003. Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 51: 4247-4253.
- Erkan, N., Ayrancı, G., Ayrancı, E. 2008. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry* 110: 76-82.
- Florou-Paneri, P., Dotas, D., Mitsopoulos, I., Dotas, V., Botsoglou, E., Nikolakakis, I., Botsoglou, N. 2006. Effect of feeding rosemary and α -tocopherol acetate on hen performance and egg quality. *The Journal of Poultry Science* 43:143-149.
- Frankel, E. N., Huang, S. W., Aeschbach, R., Prior, E. 1996. Antioxidant activity of a rosemary extract and its constituents, carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid, in bulk oil and oil-in-water emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44. 131-135.
- Fu, Y., Zu, Y., Chen, L., Shi, X., Wang, Z., Sun, S., Efferth, T. 2007. Antimicrobial activity of clove and rosemary essential oils alone and in combination. *Phytotherapy Research* 21: 989-994.
- Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M.B., Taghizadeh, M., Astaneh, S.A., Rasooli, I. 2007. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chemistry* 102:898-904.
- Galobart, J., Barroeta, A.C., Baucells, M. D., Codony, R., Ternes, W. 2001. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with ω 3-fatty acids. *Poultry Sci.* 80: 460-467.

- Gladine, C., Morand, C., Rock, E., Bauchart, D., Durand, D. 2007. Plant extracts rich in polyphenols (PERP) are efficient antioxidants to prevent lipoperoxidation in plasma lipids from animals fed *n*-3 PUFA supplemented diets. *Animal Feed Science and Technology* 136: 281-296.
- Gordon, M.H. 1991. Oils and fats: taint or flavour? *Chemistry in Britain*, November, 1020-1022.
- Govaris, A., Florou-Paneri, P., Botsoglou, E., Giannenas, I., Amvrosiadis, I., Botsoglou, N. 2007. The inhibitory potential of feed supplementation with rosemary and/or alpha-tocopheryl acetate on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast during refrigerated storage. *LWT-Food Sci. Technol.* 40: 331-337.
- Haak, L., Raes, K., Van Dyck, S., Smet, De Smet, S. 2008. Effect of dietary rosemary and α -tocopheryl acetate on the oxidative stability of raw and cooked pork following oxidized linseed oil administration. *Meat Science* 78:239-247.
- 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.
- Hopia, A.I., Huang, S.W., Schwarz, K., German, J.B., Frankel, E.N. 1996. Effect of different lipid systems on antioxidant activity rosemary constituents carnosol and carnosic acid. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2030-2036.
- Houlihan, C.M., Ho, C.T., Chang, S.S. 1984. Elucidation of the chemical structure of a novel antioxidant, rosmaridiphenol, isolated from rosemary. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61:1036-1039.
- Houlihan, C.M., Ho, C.T., Chang, S.S. 1985. The structure of rosmariquinone-a new antioxidant isolated from *Rosmarinus officinalis* L. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 62:96-98.
- Hraš, A.R., Hadolin, M., Knez, Z., Bauman, D. 2000. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. *Food Chemistry* 71: 229-233.
- Lopez-Bote, C.J., Gray, J. I., Gomaa, E.A., Flegal, C. J. 1998. Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. *Br. Poult. Sci.* 39: 235-240.
- Moghtader, M., Afzali, D. 2009. Study of the antimicrobial properties of the essential oil of rosemary. *American-Euroasian J. Agric. & Environ. Sci.* 5(3): 393-397.
- Moñino, I., Martínez, C., Sotomayor, J.A., Lafuente, A., Jordán, M.J. 2008. Polyphenolic transmission to segureño lamb meat from ewes dietary supplemented with the distillate from rosemary (*Rosmarinus officinalis*) leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 3363-3367.
- Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C.S., Vojnov, A.A. 2006. Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Radical Research* 40(2): 223-231.
- Munne-Bosch, S., Alegre, L., Schwarz, K. 2000. The formation of phenolic diterpenes in *Rosmarinus officinalis* L. under mediterranean climate. *Eur. Food. Res. Technol.* 210: 263-267.
- Nakatani, N., Inatani, R. 1981. Structure of rosmanol, a new antioxidant from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Agric. Biol. Chem.* 45: 2385-2386.
- Nakatani, N., Inatani, R. 1984. Two antioxidative diterpenes from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and a revised structure for rosmanol. *Agric. Biol. Chem.* 48: 2081-2085.
- Nieto, G., Díaz, P., Bañón, S., Dolores Garrido, M. 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.
- Nissen, L.R, Mansson, L., Bertelsen, G., Huynh-Ba, T., Skibsted, L.H. 2000. Protection of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 48: 5548-5556.
- O'Grady, M.N., Maher, M., Troy, D.J., Moloney, A.P., Kerry, J.P. 2006. An assessment of getary supplementation with tea catechins and rosemary extract on the quality of fresh beef. *Meat Science* 73: 132-143.
- Özgülven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoğlu, F., Ekren, S. 2005. Tütün, tıbbi ve aromatik bitkiler üretimi ve ticareti. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, Ankara.
- Pandit, V.A., Shelef, L.A. 1994. Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). *Food Microbiol.* 11: 57-63
- Pokorny, J., Nguyen, H.T.T., Korczak, J. 1997. Antioxidant activities of rosemary and sage extracts in sunflower oil. *Nahrung* 41:176-177.
- Rababah, T. M., Hettiarachchy, N. S., Horax, R. 2004. Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin E, and *tert*-butylhydroquinone. *J. Agric. Food Chem.* 52: 5183-5186.
- Richheimer, S. L., Bernart, M. W., King, G. A., Kent, M. C., Bailey, D. T. 1996. Antioxidant activity of lipid soluble phenolic diterpenes from rosemary. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 73: 507-514.

- Rojas, M.C., Brewer, M.S. 2007. Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork. *Journal of Food Quality* 31: 173-188.
- Sahoo, J., Verma, S.P. 1999. Oxidative problems in meat and meat products and use of antioxidant vitamins. *Journal of Food Science Technology* 36(6): 487-499.
- Smet, K., Raes, K., Huyghebaert, G., Haak, L., Arnouts, S., De Smet, S. 2008. Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. *Poult. Sci.* 87: 1682-1688.
- Sebranek, J.G., Sewalt, V.J.H., Robbins, K.L., Houser, T.A. 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science* 69: 289-296.
- Šperňáková D., Máté, Rózaňska, H., Kováč, G. 2007. Effects of dietary rosemary extract and α -tocopherol on the performance of chickens, meat quality, and lipid oxidation in meat stored under chilling conditions. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 51: 585-589.
- Yanishlieva, N. V. Marinova, E. Pokorny, J. 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108: 776-793.
- Yeşil Çeliktaş, Ö., Girgin, G., Orhan, H., Wichers, H. J., Bedir, E., Vardar Sukan, F. 2007a. Screening of free radical scavenging capacity and antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts with focus on location and harvesting times. *Eur. Food Res. Technol.* 224: 443-451.
- Yeşil Çeliktaş, Ö., Hameş Kocabaş, E.E., Bedir, E., Vardar Sukan, F., Özek, T., Başer, K.H.C. 2007b. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry* 100: 553-559.
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., Schmidt, G. 2002. Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage. *Journal of Food Science* 67(2): 582-585.
- Wada, S., Fang, X. 1992. The synergistic antioxidant effect of rosemary extract and α -tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat. *J. Food Process. Preserv.* 16: 263-274.
- Wong, J.W., Hashimoto, K., Shibamoto, T. 1995. Antioxidant activities of rosemary and sage extracts and vitamin E in a model meat system. *J. Agric. Food Chem.* 43: 2707-2712.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., Prior, R.L. 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J. Agric. Food Chem.* 52: 4026-403.