

**KÖFTELERİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ÖĞÜTÜLMÜŞ
ÇÖREK OTUNUN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS

Gülşah ATEŞ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OCAK, 2014

Bu tez çalışması 13.FEN.BİL.08 numaralı proje ile Afyon Kocatepe Üniversitesi BAPK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÖFTELERİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ÖĞÜTÜLMÜŞ ÇÖREKOTUNUN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Gülşah ATEŞ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OCAK, 2014

TEZ ONAY SAYFASI

Gülşah ATEŞ tarafından hazırlanan “Köftelerin bazı kalite özellikleri üzerine öğütölmüş çörek otunun etkisinin belirlenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 17/01/2014 tarihinde aşğıdaki jüri tarafından oy birliğı ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Başkan	: Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	İmza
Üye	: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi	İmza
Üye	: Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi	İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÖFTELERİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ÖĞÜTÜLMÜŞ ÇÖREK OTUNUN ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Gülşah ATEŞ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

Bu araştırmada, öğütülmüş çörekotu tohumunun köftelerin bazı kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada çörek otu tohumu içermeyen grup kontrol örneği (S0) olarak, 35°C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulanarak öğütülmüş çörekotu tohumundan %0.5 (S1), %1.0 (S2) ve %2.5 (S3) oranlarında ve 60 °C’de 30 dk ısıtma işlemi uygulanarak öğütülmüş çörekotu tohumundan ise %0.5 (S4), %1.0 (S5) ve %2.5 (S6) oranlarında kullanılarak 7 farklı grup köfte örneği hazırlanmıştır.

Yapılan analizlerde, buzdolabı şartlarında depolama süresince köfte örneklerinin TBA değerlerinin 0.53 ila 0.98 mg malonaldehit/kg örnek arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek antioksidan aktiviteyi S3 ve S6 göstermiştir. Depolanan köfte örneklerinin depolama süresince su aktivitesi (a_w) değerleri 0.918 ila 0.949 arasında değişmiştir. Genel kabul edilebilirlik kriterlerinde en yüksek puanları %0,5 oranında ilave edilen köfte örneği almıştır. Genel olarak tüm köfte örneklerinde en yüksek pH değerleri depolamanın 10. gününde bulunurken, en düşük pH değerleri ise depolamanın 3.gününde bulunmuştur. Tüm köfte grubu örneklerinde depolama süresince pH değerlerinde bir azalma ve daha sonra bir artış görülmüştür.

2014, xi + 69 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, çörek otu, duyu özellikleri, köfte, TBA

ABSTRACT

M.Sc Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECT OF GROUND BLACK CUMIN ON SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF PATTIES

Gülşah ATEŞ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

In this research, ground black cumin seeds on some quality characteristics of the meatballs were investigated. In study black cumin seed-free group control samples (S0), the 35 ° C for 30 minutes by applying heat treatment ground black cumin seed 0.5% (S1), 1.0% (S2) and 2.5% (S3) ratios and 60 ° C. applying heat treatment at 30 min and 0.5% for ground black cumin seed (S4), 1.0% (S5) and 2.5% (S6) ratios were prepared using seven different groups of patties.

According to the analysis, samples patties during storage at refrigerator temperature values between 0.53 and 0.98 mg TBA malonaldehyde / kg sample was determined to be between. Highest antioxidant activity showed S3 and S6. During storage patties samples for water activity (aw) values ranged from 0.949 to 0.918. General acceptance criteria for the highest score by 0.5% in the black seed has been added to the patties. Generally all patties 10th day of storage in the case of pH values found in the highest and lowest pH values were found at day 3 of storage. After a decrease in pH value before the increase is obtained.

2014, xi + 69 pages

Key Words: Antioxidant, black cumin, patty, sensory properties, TBA

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ramazan Şevik'e; laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN'a ve Araş. Gör. Hasan İbrahim KOZAN'a teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında beni destekleyen ve yanımda olan anneme, babama, sevgili eşime ve canım kızım Rabia Bengisu'ya ve canım oğlum İbrahim İlterış'e çok teşekkür ederim.

Bu alışma Afyon Kocatepe Üniversitesi BAPK (13.FEN.BİL.08) tarafından desteklenmiştir. Kuruma teőekkürü borç bilirim.

Gülşah ATEŞ

AFYONKARAHİSAR, 2014

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	2
2.2 Lipid Oksidasyonu	2
2.2 Antioksidanlar ve Sınıflandırılması	4
2.2.1 Serbest Radikaller ile Kompleks Oluşturan Antioksidanlar	5
2.2.1.1 Bütillenmiş Hidroksianisol(BHA) ve Bütillenmiş Hidroksitoluen(BHT)	5
2.2.1.2 Tetra butilhidroksikinon (TBHQ)	7
2.2.1.3 Gallik Asit Esterleri (Gallatlar)	8
2.2.1.4 Tokoferoller	9
2.2.1.5 Nordihidroguairatik Asidi (NDGA)	10
2.2.1.6 Aminoasitler, Peptidler, Proteinler	11
2.2.2 İndirgen Özellik Gösterenler: Bağlayıcılar	12
2.2.2.1 Askorbik Asit ve Türevleri	12
2.2.2.2 Sülfidler	14
2.2.2.3 Glukoz Oksidaz	15
2.2.3 Chelating (Çelat) Ajanları	15
2.2.3.1 Sitrik Asit	15
2.2.3.2 Polifosfatlar	16
2.2.3.3 Etilendiamintetraasetikasit (EDTA)	16
2.2.4 İkincil (Sekonder) Antioksidantlar	16
2.3 Doğal ve Sentetik Antioksidanların Karşılaştırılması	16

2.4 Çörek Otu.....	17
2.4.1 Genel Bilgi	18
2.4.2 <i>Nigella sativa</i> nın Kimyasal Kompozisyonu ve Lipid Fraksiyonunun Fizikokimyasal Karakteristikleri.....	19
2.4.3 <i>Nigella sativa</i> 'nın Temel Etken Maddesi	23
2.4.4 Biyolojik Etkiler	24
2.4.4.1 Antifungal Etki	24
2.4.4.2 SSS Etkileri	25
2.4.4.3 Antiülser Etki	26
2.4.4.4 Antibakteriyel Etki.....	27
2.4.4.5 Antitümör Etki	28
2.4.4.6 Antidiyabetik Etki	30
2.4.4.7 İmmünomodülatör Etki	31
2.4.4.8. Antienflamatuvar Etki	31
2.4.4.9 Analjezik Etki	32
2.4.4.10 Antiviral Etki	32
2.4.4.11 Antihiperlipidemik Etki	32
2.4.4.12 Hepatoprotektif Etki	33
2.4.4.13 Antioksidan Etki	33
2.4.4.14 Antihistaminik Etki	34
2.4.4.15 Antihelmintik Etki	35
2.4.4.16 Antihipertansif Etki	35
2.4.4.17 Toksisite ve İlaç Etkileşimleri.	36
3. MATERYAL ve METOT	37
3.1 Materyal.....	37
3.1.1 Deneme Planı	37
3.2 Metot	37
3.2.1 Tohumların Hazırlanması	37
3.2.2 Köftelerin Hazırlanması.....	38
3.3 Analiz Metotları	39
3.3.1 Su miktarının belirlenmesi	39
3.3.2 Protein miktarının belirlenmesi	39

3.3.3 Yağ miktarının belirlenmesi	39
3.3.4 pH değerlerinin belirlenmesi	40
3.3.5 Tiobarbiturik asit (TBA) değerlerinin belirlenmesi	40
3.3.6 Su aktivitesi değerlerinin belirlenmesi	40
3.3.7 Renk değerlerinin belirlenmesi	40
3.3.8 Duyusal analizler	41
3.3.12 İstatistikî analizler.....	41
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	42
4.1 Kimyasal Analiz Sonuçları	42
4.1.1 Su, protein ve yağ miktarı sonuçları.....	42
4.1.2 pH değerleri.....	42
4.1.3 Tiobarbiturik asit (TBA) değerleri	44
4.1.4 Su aktivitesi değerleri	48
4.1.5 Renk değerleri.....	50
4.1.5.1 L^* değeri.....	51
4.1.5.2 a^* değeri.....	51
4.1.5.3 b^* değeri.....	52
4.2.6 Duyusal analiz sonuçları.....	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	58
6. KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ.....	69

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

H ⁺	Hidrojen iyonu
RH	Yağ asidi
R [·]	Alkil radikali
ROO [·]	Peroksit radikali
ROOH	Hidroperoksit
ROOR	Oksidasyon ürünü
Nm	Nonometre
Cu	Bakır
Fe	Demir
Cr	Krom
Ppm	Milyonda bir birim
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
Zn	Çinko
Mn	Mangan
<i>a</i> *	Kırmızılık
<i>b</i> *	Sarılık
<i>L</i> *	Parlaklık

Kısaltmalar

BHA	Bütillenmiş hidroksianisol
BHT	Bütillenmiş hidroksitoluen
TBHQ	Tersiyer bütihidroksikinon
PG	Propil gallat
EDTA	Etilendiamintetraasetikasit
CIE Lab	Commission Internationale de L.Eclairage, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu <i>L</i> *, <i>a</i> *ve <i>b</i> *

FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
NDGA	Nordihidroguairatik asit
FDA	Amerika Gıda ve İlaç Yönetimi
GRAS	Generally recognized as safe =Genel olarak güvenilir
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı
TBA	Tiyobarbütirik asit
TDPA	Tiodipropiyonik asit
DLTDP	Dilauriltiodipropiyonat
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
TQ	Timokinon
DTQ	Ditimokinon
THY	Timol
PFA	Koruma faktörü
SPF	Yüksek perdeleme gücü
THQ	Timohidrokinon

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Lipid oksidasyon mekanizması.....	3
Şekil 2.2 Lipit oksidasyonunda oluşan parçalanma ürünlerinin meydana geliş sırası	4
Şekil 2.3 Bütillenmiş hidroksianisol (BHA) izomerleri kimyasal yapıları.....	6
Şekil 2.4 Bütillenmiş hidroksitoluenin(BHT) kimyasal yapısı	7
Şekil 2.5 <i>tert</i> -Butilhidroksikinonun kimyasal yapısı.....	8
Şekil 2.6Yaygın olarak kullanılan galatların kimyasal yapıları	9
Şekil 2.7 Tokoferollerin kimyasal yapısı	10
Şekil 2.8 Nordihidroguairatik asit (NDGA)'in kimyasal yapısı	11
Şekil 2.9 Askorbik asitin çeşitli formları ve onun radikallerle reaksiyonu.....	13
Şekil 2.10 <i>Nigella sativa</i> bitkisi	18
Şekil 2.11 <i>Nigella sativa</i> tohumları	18
Şekil 2.12 <i>Nigella sativa</i> yağının temel bileşenleri ve kimyasal gösterimleri	19
Şekil 2.13 Timokinonun kimyasal yapısı.....	24

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Tunus ve İran'dan toplanan <i>Nigella sativa</i> tohumlarının kimyasal içerikleri	20
Çizelge 3.2 Tunus ve İran'dan toplanan <i>Nigella sativa</i> tohumlarının yağ asidi kompozisyonları(g/100 g total yağ asidi).....	21
Çizelge 4.1 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları	42
Çizelge 4.2 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	43
Çizelge 4.3 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin TBA değerlerine ait varyans analizi sonuçları	45
Çizelge 4.4 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin TBA değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	46
Çizelge 4.5 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin su aktivitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları	48
Çizelge 4.6 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin su aktivitesi değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.7 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin L^* renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 4.8 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin a^* renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.9 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin b^* renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.10 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	53
Çizelge 4.11 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin duyuusal özelliklerinin değerlerine ait varyans analizi sonuçları	54

Çizelge 4.12 Farklı oranlarda öğütölmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin duyusal değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.16 (Devamı) Farklı oranlarda öğütölmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	57

1. GİRİŞ

Türkiye’de ve dünyanın birçok ülkesinde köfte üretimi et sanayinde önemli bir yere sahiptir. Köfteye farklı ülke ve yörelerde pek çok çeşit baharat, doğal bitki ve çeşitli katkı maddeleri ilave edilmektedir. İlave edilen bu maddelerin çeşit ve miktarı, üretilen ürünün çeşidine, pazar şartlarına ve ürünün üretildiği bölgeye, hatta yöreye göre değişmektedir. Geleneksel formülle yapılan ürünlere değişik ve farklı oranlarda, çeşitli maddeler ilave edildiğinden son ürün kalitesi ve duyuşal özellikler üründen ürüne farklılık gösterir ve çeşitlilik artar.

Günümüzde, yağ ve yağlı gıda ürünlerinde oksidasyonla bozulmayı önlemek için yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidanlar bütillenmiş hidroksianizol (BHA) ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT)’dir. Son zamanlarda, gıda ürünlerinde lipid oksidasyonunu önleme, duyuşal ve besinsel kalite kaybını korumak amacıyla kullanılan söz konusu yapay katkı maddelerinde sağlık açısından ciddi tereddütler ortaya çıkmış ve bazı ülkelerde gıdalara katılmaları sınırlanmış veya yasaklanmıştır. Ayrıca, yapay antioksidanlar yüksek sıcaklıklarda uçucu ve kolayca bozulan maddeler olduklarından na hoş tat ve kokular meydana getirdiği belirlenmiştir. Bu sebeplerden dolayı, tüketiciye daha güvenli gıda ürünleri sunmak için özellikle beslenmede kullanılanlar başta olmak üzere doğal oksidasyon inhibitörleri veya antioksidan etkiye sahip doğal bileşenlerin tercih edilmesi yönünde genel bir talep oluşmuştur.

Bu çalışmanın amacı, öğütölmüş çörek otu tohumu ilavesinin köftenin bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

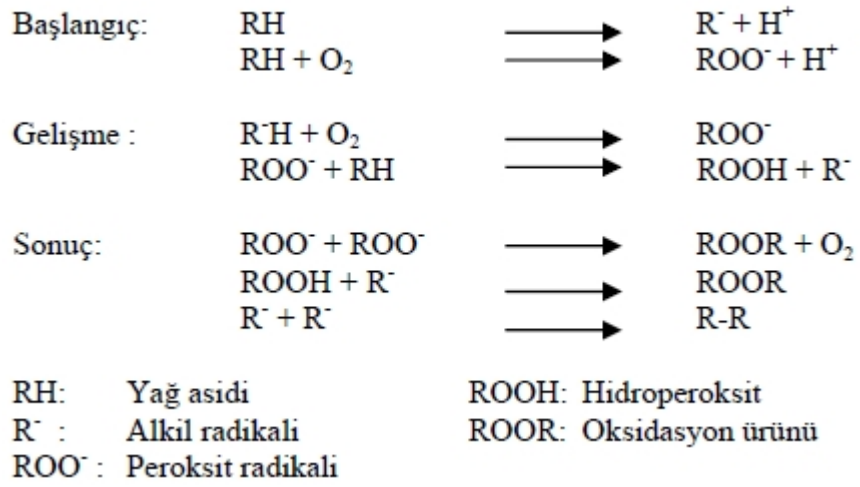
2.1. Lipid Oksidasyonu

Lipit oksidasyonu et ve et ürünlerinin kalitesinin bozulmasına sebep olan temel etkenlerden birisidir (Ladikos and Lougovois 1990). Bütün katı ve sıvı yağların yapısında bulunan doymamış yağ asitleri, oksijenle tepkimeye giren birer aktif merkez görevi görmektedir. Lipit oksidasyonu doymamış yağ asitlerinin, moleküler oksijen ile reaksiyona girerek ikincil oksidasyon ürünleri olan aldehit, keton ve alkol gibi bileşikler oluşturması sonucu yağ ve yağ içeren besin maddelerinde tüketim için uygun olmayan durumların ortaya çıkmasına neden olan kimyasal bir reaksiyondur (De man 1990).

Oksidasyon reaksiyonu sonucunda yağ ve yağ içeren besin maddelerinin tat ve kokusunda meydana gelen bozulmaya “ransidite” adı verilmektedir. Ransidite hayvan kesiminden hemen sonra başlamakta ve tüketiciye gelinceye dek artarak devam etmektedir. Etin ransidite sürecine girmesinde kesim öncesi stres ile erken postmortem pH, karkas sıcaklığı, soğuk kısılması ve elektriksel stimülasyon gibi kesim sonrası şartlar etkili olmaktadır (Gray and Monahan 1992).

Et ve ürünlerinin kalitesinin bozulmasına sebep olan lipit oksidasyonu ürünün koku, renk, tekstür ve besleyici değerinde değişiklikler ve toksik bileşiklerin oluşumu ile ortaya çıkmaktadır (Kanner 1994, Miller *et al.* 1993). Et ürünlerinde istenmeyen tat ve koku oluşumunun yanında okside olan lipitlerin ette mevcut proteinler, karbonhidratlar ve vitaminlerle reaksiyona girmesiyle ürünün besin kalitesi de azalmaktadır (Labuza 1971). Bununla birlikte karsinojenik ve mutajenik maddelerin ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu meydana gelen malonaldehitler, gıdanın güvenirliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Oksidatif bozulma sonucu yağda eriyen vitaminler (A, D, E, K) tahrip olmakta, yağ asitleri parçalanmakta ve kötü kokular meydana gelmektedir (Nergiz ve Ünal 1986). Lipit oksidasyonu, serbest radikallerin oluşumu ile sonuçlanan başlangıç, gelişme ve sonuç olmak üzere üç aşamadan meydana gelen bir mekanizmadır (Şekil 2.1). 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 (Ostendorf 1987). 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 oluşturmaktadırlar. Bundan sonraki reaksiyonlar oluşacak ürünün niteliğini ve reaksiyonun hızını belirlemektedir.

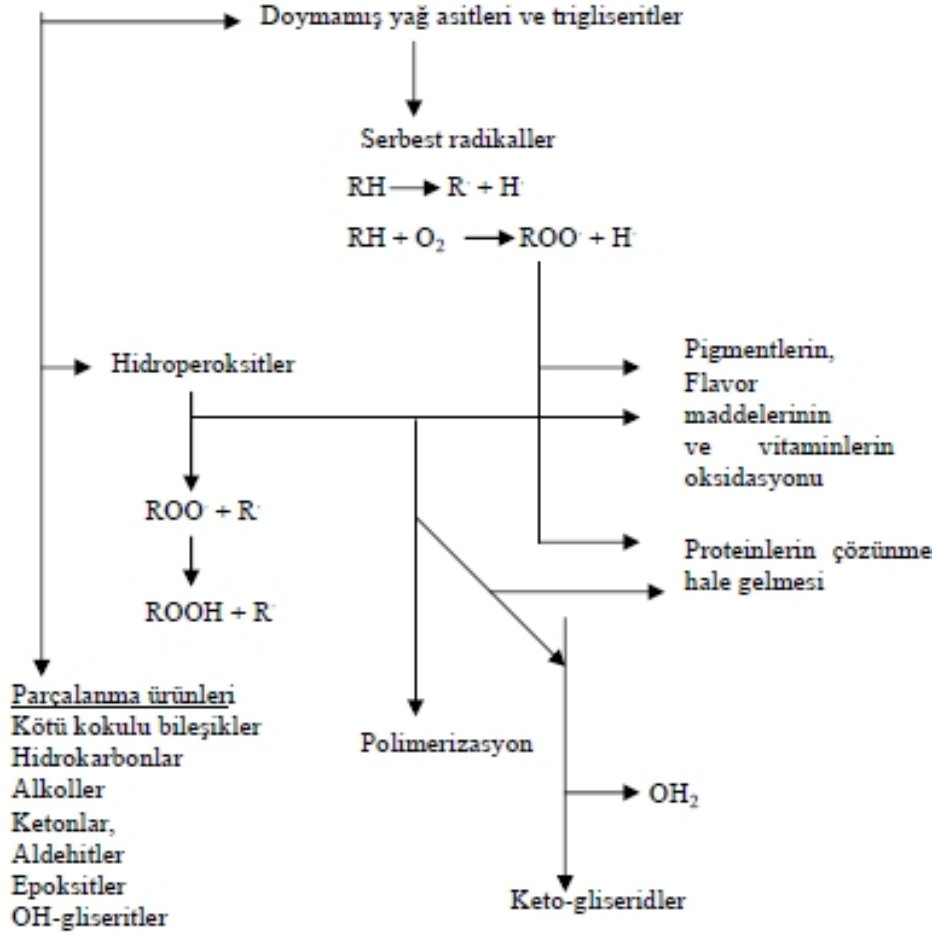


Şekil 2.1. Lipit oksidasyonu mekanizması (Gordon 2001)

Kararlı bileşikler olmayan hidroperoksitler, pigment ve vitaminlerin oksidasyonuna neden olarak polimerizasyonla koyu renkli organik polimerler oluşturmaktadır. Oksidasyonun devam etmesiyle birlikte üründe kötü tat ve kokuya neden olan aldehitler, ketonlar, alkoller, asitler, hidrokarbonlar, epoksitler gibi oksidasyon ürünleri oluşmaktadır. Bunlardan aldehitler kötü koku ve lezzet kaybının başlıca sorumlusu olarak kabul edilmektedir (Khayat and Schwall 1983, Wu and Brewer 1994, Macleod 1998) (Şekil 2.2).

Et ürünlerinde ürünün raf ömrünü uzatmak ve lipit oksidasyonunun önüne geçmek için gıda sanayinde çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalardan en yaygın olanı et ve et ürünlerinde antioksidanların kullanılmasıdır (Chen *et al.* 1984, Wu and Brewer

1994, Smith and Alfawaz 1995, Gray *et al.* 1996, Sahoo and Anjaneyulu 1997, Lee *et al.* 1999, Nassu *et al.* 2003).



Şekil 2.2. Lipit oksidasyonunda oluşan parçalanma ürünlerinin meydana geliş sırası (Khayat and Schwall 1983, Soyer 1995)

2.2 Antioksidanlar ve Sınıflandırılması

Antioksidanlar, zincir mekanizmasında stabil ara ürünlerin oluşumunu sağlamaktadırlar. Oluşan ürünler oksidasyon zincir tepkimesini kırmakta ve özellikle yağ ve yağlı gıdalarda mutlaka kullanılması gereken maddelerdir. Söz konusu maddelerinin beklenen etkiyi gösterebilmeleri için, yağ ve yağlı gıdaların üretimi sırasında veya üretimden hemen sonra eklenmesi ve gerek bitkisel gerekse hayvansal yağlarla çok iyi karıştırılması, ürünün içine homojen şekilde dağıtılması gerektiğine işaret edilmiştir (Çakmakçı ve Gökcalp 1992).

Lipit oksidasyonunu engellemek amacıyla kullanılan antioksidanlar, etki mekanizmalarına göre iki farklı gruba ayrılmaktadırlar. Bunlardan birincisi yağ asidinin parçalanması ile oluşacak radikalin oluşumunu engelleyerek işlev gören antioksidanlar, diğeri ise oluşan radikallerle birleşerek işlev gören antioksidanlardır. Bu iki grup antioksidan birlikte kullanıldıkları zaman sinerjistik etki göstererek antioksidatif etkiyi artırmaktadırlar (Sherwin 1976).

Antioksidan maddeleri temel olarak dört grupta incelemek mümkündür. Birincisi; lipit oksidasyonunda serbest radikal zincirini sonlandıran antioksidanlar (fenolik yapıdaki maddeler, butillendirilmiş hidroksianizol (BHA), butillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), ikincisi; kapalı sistemde oksijenle reaksiyona giren antioksidanlar (L-askorbil palmitat, L-askorbik asit, erithorbik asit, sodyum erithorbat), üçüncüsü lipit oksidasyonunu katalize ettiği bilinen demir ve bakır gibi metal iyonlarını bağlayan antioksidanlar (şelatlar, sitrik asit, EDTA) ve dördüncüsü: hidroperoksitleri parçalayarak etki gösteren sekonder antioksidanlar (dilaüril tiyodipropiyonat, tiyodipropiyonik asit) (Dizezak 1986).

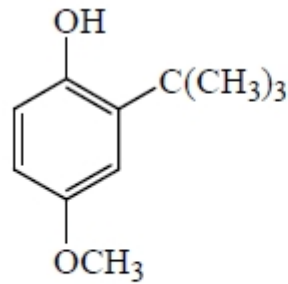
2.2.1 Serbest Radikaller ile Kompleks Oluşturan Antioksidanlar

2.2.1.1 Bütillenmiş Hidroksianizol (BHA) ve Bütillenmiş Hidroksitoluen(BHT)

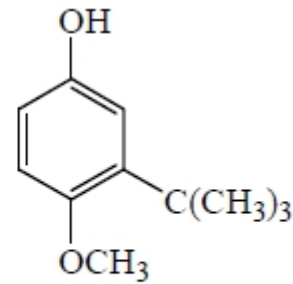
Sentetik yolla elde edilen bu antioksidanlar önceleri petrol ürünlerinin oksidatif gelişmesini önlemek için kullanılmıştır (Dziezak 1986, Hamama and Nawar 1991). Her iki prezervatifin de National Research Council Food Additive Committee' nin verilerine göre gıdalarda kullanımında 1970'den beri azalma olmasına rağmen 23 büyük gıda kategorisinde en fazla kullanılan antioksidanlar olduğu bilinmektedir (Dziezak 1986).

BHA kimyasal olarak iki izomerin karışımı olup (3-tertiary butyl-4-hidroksianizol ve 2-tertiary butyl-4-hidroksianizol) beyaz mumsu parçacıklar halindedir (Şekil 2.3). BHT ise yapısı Şekil 2.4' de verilen 2,6-ditert-butyl-4-metilfenol beyaz renkli kristal bir yapıya, 265 °C kaynama ve 70 °C erime noktasına sahipolan, yağlarda çözünebilen fakat suda çözünmeyen ve oksidasyonu önleyici etkisi, hayvansal yağlarda bitkisel yağlara

oranla daha fazla olan tek bir bileşikten oluşan antioksidandır. Bu antioksidan bitkisel yağlarda daha düşük aktiviteye sahip olmasına karşın diğer antioksidanlar ile beraber kullanıldığında, yağın ilave edildiği gıdayı koruma özelliğinden faydalanılmaktadır (Riemenschneider 1955, Keskin 1981, Dziezak 1986). Her iki bileşik de yağda tamamıyla eriyip suda erimez. BHA'nın gıda içinde taşınması BHT'den daha iyidir (Dziezak 1986, Dinçer 1987). Genellikle gıdanın yağ muhtevasının ağırlığı üzerinden tek başına veya antioksidant karışımı olarak % 0.02 veya 200 ppm oranında kullanılır (Keskin 1981, Dziezak 1986, Hamama and Nawar 1991), Uçuculuğundan dolayı BHA ve BHT ambalajlama materyallerine katılarak da kullanılabilir. Buradan gıdaya nüfuz ederler. Bu uygulamada; antioksidanlardan her biri vaks yapımında vaksa direkt olarak ilave edilmekte veya bir emülsiyon gibi ambalajlama materyaline uygulanmaktadır (Dziezak 1986, Elgün ve Ertugay 1990). BHA hayvansal yağlara nazaran bitkisel yağların oksidasyonunu önlemede daha etkilidir. BHA özellikle uçucu yağların renk ve tat-kokularının korunmasında faydalıdır (Stuckey 1972, Dziezak 1986). Bilhassa kısa zincirli yağ asitlerinin oksidasyonunu (Hindistan cevizi ve palm çekirdeği yağları) kontrol etmede etkilidir. Genellikle tahıl ve konfeksineri ürünlerinde kullanılır. BHA ve BHT birlikte kullanıldıkları zaman sinerjisi bir etkiden bahsedilmektedir. Fındık, ceviz gibi sert kabuklu ürünlerde oksidatif reaksiyondan engellemede bu antioksidan kombinasyonu çok iyi sonuç vermektedir (Dziezak 1986).

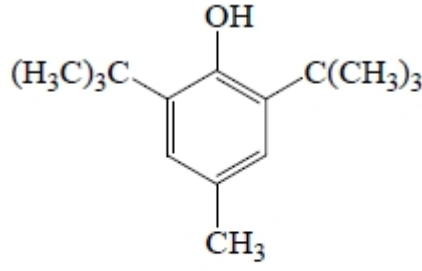


2-*ter*-butil-4-hidroksianisol



3-*ter*-butil-4-hidroksianisol

Şekil 2.3. Bütillenmiş hidroksianisol (BHA) izomerleri kimyasal yapıları.



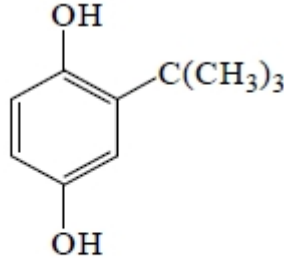
3,5-ditert-butil-4-metil fenol

Şekil 2.4. BHT'nin kimyasal yapısı.

Bu antioksidanların fazla tüketimi insanda aşırı hassasiyete ve alerjiye yol açabilmektedir. Günümüzde kanserojenik etkileri üzerinde de tartışmalar yapılmaktadır (Kahveci ve Bayındırlı 1991). Vücut ağırlığı üzerinden günlük alınabilir miktarın 0,5 mg/kg olduğu, ancak FAO/WHO Birleşik Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Ekspertler Komitesi, BHT'nin sağlığa zararsız olduğu yeni bulgularla kesinleştirilinceye kadar bu miktarı geçici olarak kabul etmiştir (Saldamlı 1985).

2.2.1.2 Tertra Butilhidroksikinon (TBHQ)

Şekil 2.5'de kimyasal yapısı verilen, mono-*ter*-butilhidroksikinon (C₁₀H₁₄O₂); yağlarda orta, suda ise çok az çözünebilir, beyaz ile sarımsı kahverengi arası renkte ve kristal yapıda bir madde olup, 127 °C erime noktalı ve bitkisel yağlarda diğer antioksidanlardan daha kuvvetli aktivite gösteren antioksidan maddedir. Kızartmalık yağlan oksidasyona karşı korumak için en iyi antioksidan olarak bilinmektedir. Kızartma işlemi bitmiş ürünleri de iyi bir şekilde korumaktadır (Buck 1984, Dziezak 1986, Dinçer 1987). Bej renkli bir toz olan TBHQ, katı ve sıvı yağlarda erir. Profil gallat (PG) gibi, demir ve bakır iyonları ile kompleksler meydana getirmez. Buna rağmen, kızartma işleminde gıda içinde mükemmel şekilde taşınabilmektedir. Fırınlanmış ürünlerde iyi sonuç vermemektedir (Dziezak 1986).



tert-butilhidroksikinon

Şekil 2.5. *tert*-Butilhidroksikinonun kimyasal yapısı.

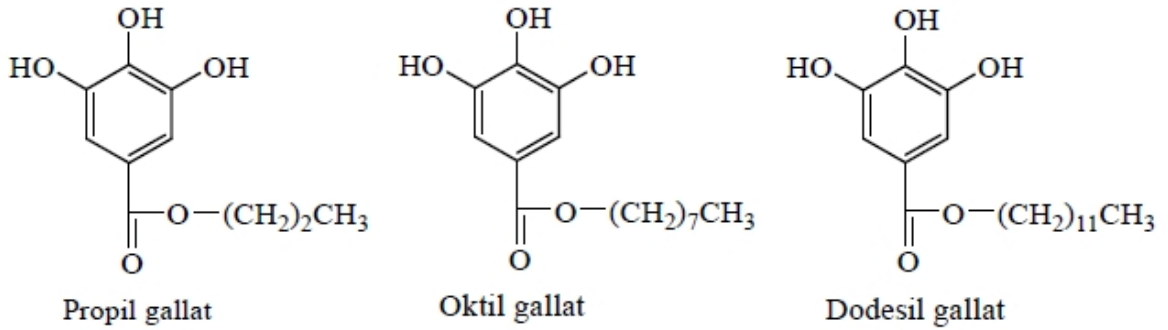
Tek başına veya BHA ve/veya BHT ile kombine olarak kullanımı daha uygundur. Kullanım sınırı yağ miktarı üzerinden en fazla % 0,02 veya 200 ppm'dir. PG ile birlikte kullanımı etkisini azalttığından tavsiye edilmez (Dziezak 1986, Dinçer 1987).

TBHQ ve sitrik asit kombinasyonu, genellikle bitkisel yağlar shorteningler ve nispeten de hayvansal yağlarda kullanılmaktadır. Fındık ürünleri ve şekerleme imalatçıları tarafından da fazlaca kullanılmaktadır (Dziezak 1986).

2.2.1.3 Gallik Asit Esterleri (Gallatlar)

Gallik asidin en çok kullanılan esterleri propil gallat (PG), oktil gallat, dodesil gallat ve lauril gallattır (Şekil 2.6). Bunlar suda çözünmezler, yağda yalnız oktil ve dodesil gallatlar iyi çözünür (Saldamlı 1985). PG ‘piyasada beyaz kristal toz olarak bulunur ve suda çok az çözünür. Erime noktası 148 °C olup bu derecenin üzerinde etkisini kaybeder. FDA'nın izniyle gıdalarda 1947'den beri kullanımı yaygın bir şekilde anmış sentetik bir antioksidandır ve ticari olarak gallik asit ile propil alkolün esterifikasyonu ve takiben fazla alkolün distilasyonla uzaklaştırılmasıyla elde edilir (Keskin 1981, Dziezak 1986, Dinçer 1987). PG özellikle hayvansal yağlar ve bitkisel sıvı yağların stabilizasyonunda fonksiyonerdir. Ancak bitkisel yağlarda TBHQ'dan daha az etkilidir. Özellikle demir iyonları ile koyu renkli kompleksler oluşturma özellikleri, yağda ve substratta istenmeyen mavi-siyah renk değişikliklerine neden olduğundan PG daima sitrik asit çelatörü ile kullanılmaktadır. Sitrik asit, demir ve bakır iyonlarının kataliz ettiği prooksidatif reaksiyonları önleyebilmektedir. BHA ve BHT ile iyi sinerjistik etki oluşturmaktadır. PG'nin TBHQ ile beraber kullanımına izin verilmemektedir. FDA,

gıdanın katı ve sıvı yağda, uçucu yağ içeriğinde toplam olarak en fazla % 0,02 oranında kullanımına izin vermektedir (Saldamlı 1985, Dziezak 1986). Çeşitli et ürünleri, taze veya dondurulmuş domuz ürünleri, sosis ve salamlar ve baharatlarda kullanılabilir (Dziezak 1986). Gallatlar süttozuna katıldıkları gibi A vitamininin stabilizasyonunu sağlamak için de çeşitli gıdalara katılmaktadır. Gallatların kullanılmasında toplum sağlığı ve gıda hijyeni açısından olumsuz hiçbir bilgi ileri sürülmemektedir. FAO/WHO örgütünün ilgili komisyonu insan tarafından günlük tüketilme düzeyini 0,2 mg/kg olarak önermektedir (Saldamlı 1985).

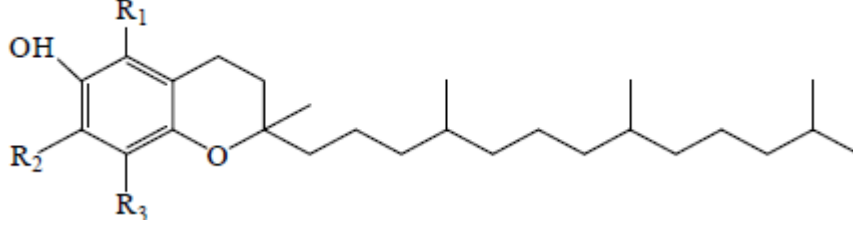


Şekil 2.6. Yaygın olarak kullanılan galatların kimyasal yapıları.

2.2.1.4 Tokoferoller

En yaygın ve en fazla bilinen doğal antioksidandır (Şekil 2.7). Alfa, beta, gama ve delta homologların bir karışımı olarak bitki dokularında her zaman bulunmaktadır (Riemenschneider 1955, Stuckey 1972, Sonntag 1979, Keskin 198, Dinçer 1987). Antioksidant etkileri deltadan alfaya azalırken vitamin E aktivitesi artmaktadır. Yani antioksidant etkileri vitamin E olarak etkileri ile ters gitmektedir (Sonntag 1979, Keskin 1981, Dziezak 1986). Tokoferoller özellikle A vitamini, karotenoidler ve hayvansal yağlar için kuvvetli antioksidant olarak etkilidir (Cort 1974, Dinçer 1987). Doymamış bitkisel yağlar ile yapılarında fazla tokoferol bulunan maddelere fazla tokoferol ilavesi faydalı değildir. Kullanım miktarı % 0,01 ile 0,02 arasında değişmektedir. Isıya karşı hassas olup etkisini çabuk kaybeder (Dziezak 1986). Bu nedenle ısıl işlemlerden sonra gıdaya katılması gerekmektedir. Ayrıca ışıkta, karanlığa nazaran daha az etkilidir (Sonntag 1979). Tokoferoller doğal olarak çeşitli ürünlerden destilasyonla ekstrakte

edilebilir. Bununla birlikte ticari olarak piyasada bulunan tokoferollerin çoğu sentetiktir (Dziezak 1986).



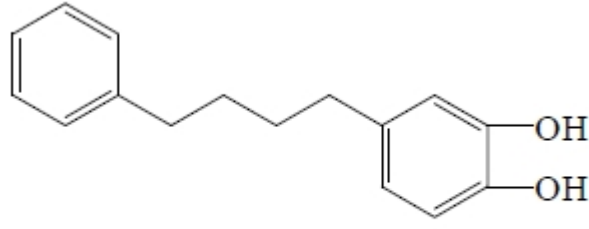
Şekil 2.7. Tokoferollerin kimyasal yapısı.

Alfa ve gama tokoferoller askorbil palmitat ile sinerjistik etki gösterir (Dziezak 1986, Dinçer 1987). Tokoferoller gıda koruyucuları olarak GRAS listesindedir ve USDA tarafından hayvansal yağların oksidasyonunu kontrol etmek için onaylanmıştır (Dziezak 1986). Tokoferoller hayvansal yağlarda düşük miktarda bulunmaktadır (5-30 mg/kg). Bu miktar tokoferol, optimal antioksidant etki gösteren miktarın yaklaşık 1/10'u kadardır (Saldamlı 1985).

Buğday ve mısır embriyosu yağları yüksek miktarda tokoferol içerdiği için antioksidatif etkilerinden yararlanılmaktadır. Ancak, duyuşal açıdan süt ürünlerini etkilediklerinden dolayı bu ürünlerde kullanılmazlar (Saldamlı 1985).

2.2.1.5 Nordihidroguairatik Asidi (NDGA)

Kimyasal yapısı Şekil 2.8'de verilen ve dipirokateşol (C₁₈H₂₂O₄) yapısında olan NDGA; beyaz veya grimsi beyaz kristalimsi bir maddedir. NDGA, *Larrea divaricata* bitkisinden elde edilen doğal bir antioksidandır. Ayrıca sentetik olarak da üretilebilmektedir. Fırın ürünleri, uçucu yağlar, domuz yağı ve balık yağlarında kullanılmaktadır. ABD'de, NDGA, limon asidi, tartarik asit, askorbik asit ve lesitin gibi maddelerle birlikte kullanılmaktadır. NDGA'nın bazı ülkelerde gıdalara kullanılmasına izin verilmemiştir (Keskin 1981, Saldamlı 1985).



Nordihidroguairatik asit

Şekil 2.8. Nordihidroguairatik asit (NDGA)'in kimyasal yapısı.

2.2.1.6 Aminoasitler, Peptidler, Proteinler

Son yıllarda yapılan çeşitli araştırmalarda bazı aminoasitlerin antioksidan ve sinerjist etki gösterdikleri belirlenmiştir. Örneğin margarinlerde, antioksidant, yağsız süt katılmasıyla sinerjist olarak desteklenmiştir. Triptofan ve çeşitli peptidlerden oluşan antioksidant salam, sucuk ve süt ürünleri için önerilmektedir. Bazı süt ürünlerinde depolama sırasında süt yağının oksidasyona uğramasını önlemede etkili olan triptofan (% 0,20'lik) ve lizin önemli derecede antioksidatif etkisi olduğu belirlenmiştir. Bunlar, ürünün duyuşal özellikleri üzerinde de olumsuz etki göstermezler. Bazı araştırmacılar göre aminoasitlerin antioksidant özellikleri prolin, lizin, sistein, triptofan sırasını izlemekte ancak hiç biri BHA kadar etkili olamamaktadır (Saldamlı 1985). Kazein-şeker karışımları ve kazeinin de antioksidatif etki gösterdiği belirtilmektedir (Mc Gookın ve Augustin 1991).

Antioksidan etkiye sahip diğer doğal maddeler ise şöyle sıralanabilir:

- a) Enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının ürünleri,
- b) Tütsü bileşenleri,
- c) Flavon türevleri, bunlar Quercetin (*Quercus tinctoria* bitkisinin kabuklarından), rutin (bazı sitrus türlerinden) vb. maddeler,
- d) Guayak reçinesi,
- e) Bazı soya preparatları,
- f) Embriyosu çıkarılmış yulaf danelerinden hazırlanmış bazı preparatlar,

g) Bazı baharat ve rayihalı otlar (biberiye, adaçayı, anason, kişniş, dereotu, zencefil, merzengüş vb.) (Saldamlı 1985).

Lesitin, katıldığı ürünlerde metaller ile kompleks oluşturarak onları inaktif hale getirdiğinden otoksidasyonu engelleyici olarak da görev yapmaktadır (Saldamlı 1985). Ayrıca susam yağında bulunan sesamol, sesamin, sesamolin; pamuk yağında bulunan gossipol bitkisel yağlarda bulunan doğal antioksidanlardır. Gossipol zehirli bir maddedir ve tek başına antioksidant olarak kullanılamaz (Sonntag 1979, Keskin 1981).

2.2.2 İndirgen Özellik Gösterenler (Bağlayıcılar)

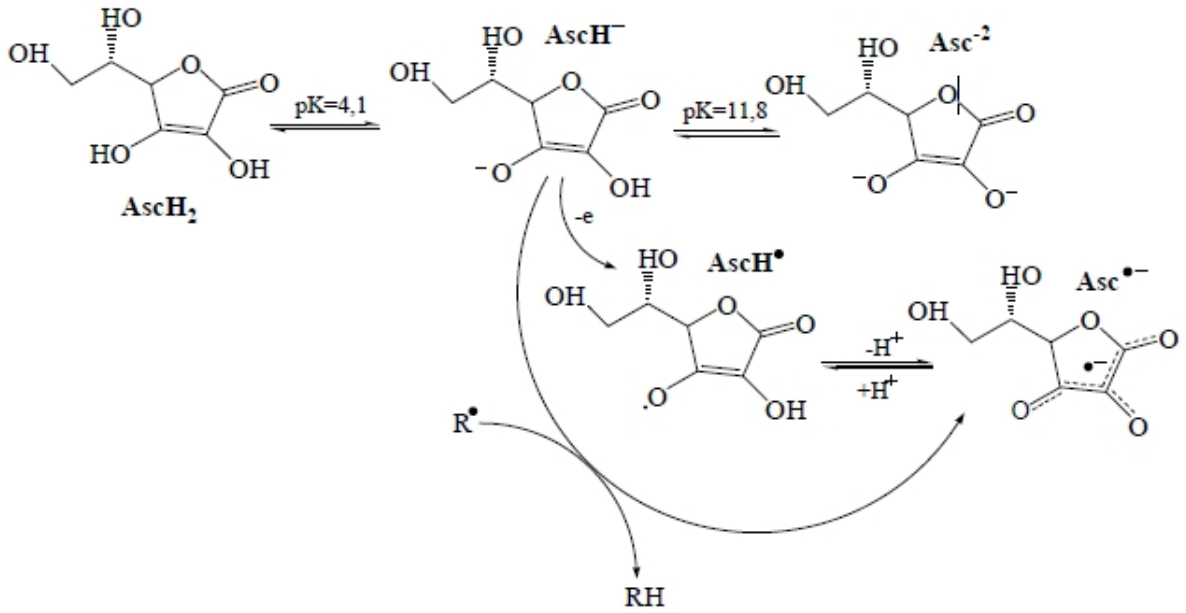
Antioksidanların oksidasyonu engelleyici etkileri, yalnız serbest radikallerin zincirleme oksidasyon reaksiyonunu durdurmak ile olmaz. Oksijen bağlayıcılar, hidrojen atomlarını oksijene transfer ederek, oksijenin oksitleyici etkisini kaldırır ve ransiditeyi geciktirirler (Dziezak 1986). Esas antioksidanlara yardımcı maddelerdir. Renk bozulmalarını önlerler.

Askorbik asit (vitamin c), askorbil palmitat, erithorbik asit ve glukoz oksidaz gıda sistemlerinde oksijeni bağlayıcı etkisi ile oksidasyonu önleyici fonksiyon görürler (Anonim 1991).

2.2.2.1 Askorbik Asit ve Türevleri

Birçok gıda hammaddesinde yüksek oranda yaygın ve doğal olarak bulunan antioksidandır (Şekil 2.9). Bu gruba askorbik asidin D ve L formları ve bunların palmitat, stearat ve miristatları ile D-izo askorbik asit girmektedir. Bu bileşikler, yağ oksidasyonunda doğrudan antioksidant olarak etkili oldukları gibi normal olarak fenolik antioksidanları dejenere etmekte ve iz metalleri de bağlamaktadırlar. Bu bakımdan ilk planda sinerjistik olarak kabul edilebilirler. Sentetik olarak da üretilen askorbik asidin miktar olarak yaklaşık yarısının gıda endüstrisinde kullanıldığı ve bu miktarın çok az bir kısmının beslenme amacı (C vitamini) ile büyük bir kısmının ise antioksidatif etkisi nedeni ile teknolojik yardımcı madde olarak tüketildiği bilinmektedir. Askorbik asit

kimyasal koruyucu olarak GRAS listesindedir. Suda eriyen formları askorbik asit, sodyum askorbat ve yağda eriyen formu askorbil palmitat ve askorbil miristattır (Saldamlı 1985, Dziezak 1986, Özdalyan 1991). Askorbik asit beyaz kristal tozudur. Tek başına gerçek bir antioksidant değildir, ancak diğer antioksidanlarla kullanıldığında onların etkisini artırır (Borenstein 1972, Dinçer 1987). Bu grubun yaygın olarak kullanıldığı gıda endüstrisi alanları şunlardır (Saldamlı 1985, Dziezak 1986); Meyve suyu ve konsantratları ile meşrubatlarda ve karbonatlı içeceklerde (aromatize edici olarak, özellikle limon konsantratları için antioksidant ve besleyici niteliği nedeniyle); fırın ürünlerinde (hamur niteliğinin geliştirilmesinde); ayrıca kesilmiş ve soğukta saklanan şeftali gibi meyvelerin enzimatik esmerleşmelerini önlemek için) biracılıkta (1-6 mg/l) ve şarapçılıkta (50-70 mg/l) (stabilize edici ve koruyucu olarak); tereyağı teknolojisinde; Et, kür edilmiş et ürünleri ve balık ürünlerinde (etin doğal kırmızı renginin korunması ve geliştirilmesi için).



Şekil 2.9. Askorbik asidin çeşitli formları ve onun radikallerle reaksiyonu

Ayrıca et mamulleri üretiminde antimikrobiyal bir madde olarak kullanılan nitrit ve nitratın etteki serbest amin bileşikleriyle birleşerek kanserojenik bir bileşik olan nitrozaminlerin oluşmalarının engellenebilmesi için askorbik asit ve askorbat

kullanılmaktadır. Bu antioksidanlar ortamdaki aminler ile nitrit ve nitratların reaksiyona girmelerini engellerler (Gökalp 1985, Saldamlı 1985, Özdalyan 1991).

Uygun olmayan işleme ve depolama şartları ve substrattaki bakır gibi prooksidatif etkisi olan katalizörlerin fazla miktarda bulunması, askorbik asidin oksidasyonuna ve hidrojen peroksit oluşumuna yol açmaktadır. Bu durumda stabilizasyon yerine oksidasyonun hızlanması olayı ortaya çıkabilmektedir (Borenstein 1972, Saldamlı 1985). Bitkilerde doğal olarak bulunan askorbik asit antioksidant etkili birçok madde tarafından korunmaktadır.

Askorbil palmitat, beyaz veya sarı kristal bir tozdur ve turunçgil kokusundadır (Dziezak 1986, Dinçer 1987). Kullanım oram gıdanın yağ miktarının % 0,02'si olarak sınırlandırmıştır. % 0,01 düzeyinde kullanıldığında bitkisel sıvı yağların raf ömrü artar. GRAS listesinde bulunan bir maddedir (Dziezak 1986). Cort (1974)'a göre ransidite üzerine % 0,01'lik seviyesinin inhibitör etkisi, % 0,02'lik BHA ve BHT' den daha fazladır. Diğer antioksidanlarla birlikte uygun kullanımı bitkisel kızartmalık yağları stabilize etmektedir (Dziezak 1986). Suda çok az çözünen bu madde (0,00018 g/100 ml), yağlarda biraz daha fazla çözünmekte (Hindistan cevizi yağı 0,12 g/100 ml, yerfıstığı, ayçiçek ve zeytinyağlarında 0,03 g/100 ml) ve etanolde ise oda sıcaklığında çok az çözünmektedir (12,5 g/100 ml). Yağ asitleri ile askorbik asidin esterifikasyonu onu daha az polar hale getirir ve yağda çözünme kabiliyetini artırır. Askorbil palmitat canlı sisteminde palmitik asit ve askorbik aside hidroliz olabilmektedir (Dziezak 1986). Askorbil palmitat antioksidant sistemleri bugün genellikle sitrik asit çelatörü ve çözünürlüğü amacı bir emülgatörü kapsamaktadır (Dziezak 1986, Dinçer 1987).

2.2.2.2 Sülfidler

Daha çok antimikrobiyal etkisi için kullanıldığı bilinen sülfidler (Dinçer 1987, Gökalp ve Çakmakçı 1991) antioksidant etkisi de vardır (Dziezak 1986). Sülfidler olarak kükürt dioksit, sodyum sülfid, sodyum ve potasyum bisülfid ve roetabisülfid kompleksleri çeşitli gıdalarda antioksidant olarak kullanılır. Örneğin, SO₂ biranın depolama sırasında aromasının bozulmasını önlemek için katılır. Zayıf antioksidanlardır. Bunlar enzimatik

veya enzimatik olmayan renk değişmelerini önleyici özelliklere sahiptir (Dziezak 1986, Dinçer 1987, Gökalp ve Çakmakçı 1991). Örneğin sülfatajanları taze dilimlenmiş meyve ve sebzelerde renk dönüşümünü engellemek için kullanılır (Keskin 1981, Dziezak 1986). Oksijeni etkisiz hale getirerek antioksidant maddelere yardımcı olurlar. Son yıllarda GRAS olmaktan çıkarak sadece antimikrobiyal olarak kullanılabilmektedir (Dziezak 1986). İngiltere gibi bazı ülkelerde ise kullanımları tamamen yasaklanmıştır. Sitrik, askorbik ve erithorbik asit bileşenleri bu alanda sülfat ajanlarının yerini almada en potansiyel bileşiklerdir (Dziezak 1986).

2.2.2.3 Glukoz Oksidaz

Pahalı olması nedeniyle fazla kullanım alanı bulamamış indirgen bir enzimdir Ticari olarak *Aspergillus niger* 'den üretilmektedir. Özellikle yumurta ürünleri meyve suları, kolalı ve meyveli meşrubatlarda renk bozulmalarını önlemek için % 0,1 oranında kullanılabilir. pH 2,5-7,0 değerlerinde ve 0-50 °C sıcaklıklarda etkilidir (Dziezak 1986, Dinçer 1987).

2.2.3 Chelating (Çelat) Ajanları

Çelat ajanları gerçekte antioksidan değildirler. Ancak gıdanın stabilitesinde önemli rol oynarlar. Çelat yapan maddelerin özelliği ortamda iz miktarda bulunan demir ve bakır gibi prooksidant metallerle kompleks oluşturarak onların katalitik etkisini engellemek ve böylece ürünün bazı özelliklerinin stabil hale dönüşmesinde rol oynayarak onların renk, aroma ve yapısını kararlı hale getirmektir (Saldamlı 1985, Dziezak 1986). Başlıca çelatlar sitrik asit ve tuzları, fosfatlar ve etilendiamintetraasetikasit (EDTA)'tir.

2.2.3.1 Sitrik Asit

En yaygın ve etkili bir çelat olup GRAS listesindedir. Geniş bir kullanım alanı vardır. Antioksidanlarla birlikte kullanıldığında onların etkisini artırır. 100-200 ppm oranında kullanılan bir antioksidana % 0,1-0,3 oranında katılabilir. Deniz ürünlerinde askorbik asit ile sinerjist etki oluşturarak enzimleri etkisiz hale getirip oksidasyonu önler.

Sinerjist kombinasyonunda her iki asidin kullanım konsantrasyonu azaltılır (Dziezak, 1986, Dinçer 1987).

2.2.3.2 Polifosfatlar

Fosforik asit türevleridir. pH yükseldikçe özelliklerini kaybederler. Kısa zincirli polifosfatlar-sodyum asit pirofosfat ve sodyum tripolifosfat- daha etkilidir. Özellikle hayvansal yağlarda kullanılır. Bitkisel shorteninglerde oksidatif ransidite için önceden tedbir almada fosforik asit diğer antioksidanlara sinerjist etki yapar (Monsanto 1985).

2.2.3.3 Etilendiamintetraasetikasit (EDTA)

Kalsiyum disodyum EDTA ve disodyum EDTA genellikle demir, bakır ve kalsiyumun etkilerini yok eder. Özellikle yüksek pH'da etkilidir. Aslında antioksidant değildir ancak antioksidanlarla birlikte kullanılarak etkisini artırır (Dziezak 1986, Dinçer 1987). Beyaz ve sarı renkli sebze konservelerinde, ortamda iz halde bulunan Cu, Fe ve Cr'un meydana getirdiği gri renk oluşması sterilizasyondan önce ortama 50-100 ppm düzeyinde Na₂EDTA ilavesi ile ödenebilmektedir (Cemeroğlu ve Acar 1986).

2.2.4 İkincil (Sekonder) Antioksidanlar

Tiodipropiyonik asit (TDPA) ve dilauriltiodipropiyonat (DLTDP). Bunlar lipid oksidasyonu sırasında hidrojen peroksidi dekompoze ederek antioksidan maddelere yardımcı olurlar (Dziezak 1986).

2.3 Doğal ve Sentetik Antioksidanların Karşılaştırılması

Besinlerde ve besinler alındıktan sonra canlı içinde oluşan serbest lipid radikallerinin yüksek derişimi nedeniyle antioksidanlar insan beslenmesinin en önemli konularından birisi haline gelmiştir.

Gıdalarda kullanılacak antioksidanların sahip olması gereken temel özellikler şunlardır:

- İnsan sağlığı için zararsız olmalı,
- Çok küçük miktarlarda kullanılmalı, böylece maliyeti arttırmamalı,
- Gıdanın doğal koku, görünüş ve tadını bozmamalı,
- Koruyacağı madde içinde çözünmeli veya iyice karışmalı,
- Normal üretim sırasında etkisini kaybetmemelidir (özellikle yüksek sıcaklık uygulamalarında) (Sezgin 2006).

Depolama, ısıtma ve sindirim sonucu lipid serbest radikallerin miktarı da artmaktadır. Antioksidanlar, lipid oksidasyonunu engellemekte veya geciktirmektedir. Böylece hem gıdaların kalitesi korunmakta hem de raf ömrü uzamaktadır. Bu amaçla gıdalara bütillenmiş hidroksitoluen (BHT), bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve tersiyer bütillhidroksikininon (TBHQ) gibi sentetik antioksidanlar eklenmektedir. Ancak, son yıllarda elde edilen bulgular sentetik antioksidanların toksisite gösterebileceğini, yüksek maliyet gerektirdiğini ve doğal antioksidanlara göre daha az etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle özellikle besinlerle alınabilecek doğal antioksidanlar hem ekonomik hem de daha fazla antioksidan aktivite gösterdiğinden bu bileşiklere yönelik arayış oldukça artmıştır. Günümüzde besin ve ilaçlara ilave edilen stabilize edici sentetik antioksidan bileşiklerin kullanımı zararlı etkilerinden dolayı yasal olarak sınırlanmakta ve bunların yerine doğal antioksidan bileşikler tercih edilmektedir. Ayrıca sentetik antioksidanların karaciğer, akciğer ve bağırsak hasarlarına neden olduğu (Wanasundara and Shahidi 1998) ve karsinojenik etkiye sahip olduğu gözlenmiş ve bu nedenle doğal antioksidanlara olan ilgi artmıştır. Sentetik bileşikler yerine doğal ürünlerin kullanılmasına yönelik ilginin giderek artması bitkiler üzerindeki çalışma sayısının artmasına neden olmuştur.

2.4 Çörek Otu

Çörek otu (*Nigella sativa L.*), *Ranunculaceae* familyasına mensup (Al-Gaby 1998) ve çoğunlukla Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde yetişen otsu bir bitkidir (Gad *et al.* 1963). Halk arasında bilinen adıyla çörek otu, *Nigella sativa* türü bitkilerin kapsül içerisinde oluşan tohumudur (Şekil 2.10 ve Şekil 2.11). Yeni bir yemeklik yağ kaynağı

olarak düşünölen Çörek otu tohumu yağının insan sağlığı ve beslenmesinde çok önemli bir yeri vardır.



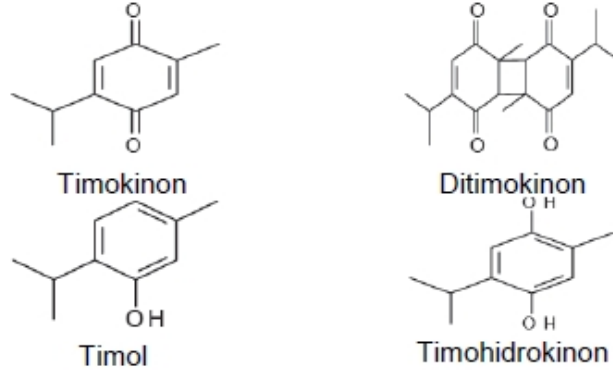
Şekil 2.10. *Nigella sativa* bitkisi. **Şekil 2.11.** *Nigella sativa* tohumları.

Çörek otu tohumu ve tohumundan elde edilen preparatlar eskiden olduğu gibi günümüzde de hala Uzakdoğu ve bazı Asya ülkelerinde halk hekimliğinde, soğuk algınlığı, baş ağrısı, astım, gaz giderici, idrar söktürücü, sarılık, çeşitli romatizma ve iltihap hastalıkları ve benzeri pek çok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Al-Ghamdi 2001). Bu tohum yağının antioksidan aktivitesi (Burits ve Bucar 2000), antitümör aktivitesi (Worthen ve ark. 1998), anti inflamatuvar aktivitesi (Houghton *et al.* 1995), antibakteriyel aktivitesi (Morsi 2000) ve immün sistem üzerine uyarıcı etkisi (Salem and Hossain 2000) olduğu rapor edilmiştir. *Nigella sativa* tohumlarının kimyasal içerikleri ve tohum yağının fizikokimyasal özellikleri ile çalışmalar yapılmıştır.

2.4.1 Genel Bilgi

Nigella Sativa tohumlarının kimyasal içerikleri bitkisinin yetiştiği coğrafi bölgeye ve iklime bağlı olarak küçük değişiklikler göstermekle birlikte tohumlar ortalama % 36 – 38 oranında sabit yağ, protein, alkaloid, saponin ve % 0,4 – 2,5 oranında uçucu yağ içerir. *Nigella sativa*'nın uçucu yağı Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile analizlenmiş ve temel bileşenlerinin timokinon (TQ), ditimokinon(DTQ), timohidrokinon (THQ) ve timol (THY) olduğu saptanmıştır. *Nigella sativa* tohumları,

karbonhidratlar, yağlar, vitaminler, mineraller ve 9 esansiyel aminoasidin sekizini içeren proteinler gibi besinsel bileşenler de ihtiva etmektedir (Omar *et al.* 1999, Al Jassir 1992, Bhatia *et al.* 1972, Chun *et al.* 2002, Correa *et al.* 1986). *Nigella sativa* tohumun SDS PAGE ile fraksiyonlanması sonucunda molekül kütleleri 94 – 10 kDa aralığında değişen bir dizi protein bandı elde edilmiştir (Haq *et al.* 1999). Doymamış ve esansiyel yağ asitleri bakımından zengin *Nigella sativa* tohumlarının, glukoz, ramnoz, ksiloz ve arabinoz formlarında monosakkarit içerdikleri bulunmuştur. Total lipidlerin yağ asidi profili incelendiğinde, linoleik asidinin *Nigella*'da en bol bulunan doymamış yağ asidi olduğu tespit edilmiştir (Omar *et al.* 1999, Al-Jassir *et al.* 1992, Mahmoud *et al.* 2002, Nickavar *et al.* 2003, Ramadan and Mörsel 2002). *Nigella sativa*'da bulunan temel fosfolipid sınıfları fosfatidilkolin, fosfatidiletanolamin, fosfatidilserin ve fosfatidilinisitol olarak sıralanır (Omar *et al.* 1999, Al-Jassir *et al.* 1992, El-Mahmoudy *et al.* 2002). Tohumlar, karaciğerde A vitaminine dönüştürülen karoten içerirler (Al-Jassir 1992). *Nigella sativa* tohumları kalsiyum, potasyum ve demir kaynağıdır (Al-Gaby 1998).



Şekil 2.12. *Nigella sativa* yağının temel bileşenleri ve kimyasal gösterimleri

2.4.2 *Nigella sativa*'nın Kimyasal Kompozisyonu ve Lipid Fraksiyonunun Fizikokimyasal Karakteristikleri

Nigella sativa tohumları, dikkate değer miktarda mineral elementler içermektedir. Çörek otu tohumunda en bol bulunan element Potasyumdur ve onu fosfor ile kalsiyum takip eder. Miktarlarındaki azalmaya göre, tohumda bulunan diğer elementler Mg, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu'dır. *Nigella* tohumları yüksek miktarda mineral içerirler (Mn, Zn, Cu

ve Fe). Buna karşın, tüketilen çörek otu miktarına göre söz konusu minerallerin nütrisyonel durumu tahmin edilememektedir (Takturi and Dameh 1998). Çizelge 2.1’de Tunus ve İran’den toplanan *Nigella sativa* tohumlarının mineral element miktarları da dâhil olmak üzere kimyasal içerikleri görülmektedir (Cheikh-Rouhou *et al.* 2007).

Çizelge 2.1 Tunus ve İran’den toplanan *Nigella sativa* tohumlarının kimyasal içerikleri

İçerik	Tunus <i>Nigella sativa</i> tohumları	İran <i>Nigella sativa</i> tohumları
Kuru Madde (%)	91.35 ± 0.26	95.92 ± 0.70
Yağ (% kuru madde bazında)	28.48 ± 0.36	40.35 ± 0.16
Ham Protein (% kuru madde bazında)	26.7 ± 0.35	22.6 ± 0.24
Kül (% kuru madde bazında)	4.86 ± 0.06	4.41 ± 0.01
K (mg/dL kuru madde bazında)	783 ± 6.61	708 ± 7.98
Mg (mg/dL kuru madde bazında)	235 ± 4.87	260 ± 48.7
Ca (mg/dL kuru madde bazında)	572 ± 21.5	564 ± 33.4
P (mg/dL kuru madde bazında)	48.9 ± 0.04	51.9 ± 0.01
Na (mg/dL kuru madde bazında)	20.8 ± 2.21	18.5 ± 3.17
Fe (mg/dL kuru madde bazında)	8.65 ± 0.65	9.42 ± 0.88
Cu (mg/dL kuru madde bazında)	1.65 ± 0.03	1.48 ± 0.21
Zn (mg/dL kuru madde bazında)	8.04 ± 0.21	7.03 ± 0.49
Mn (mg/dL kuru madde bazında)	4.43 ± 0.11	3.37 ± 0.21
Total Karbohidrat (% kuru madde bazında)	40.0 ± 0.46	32.7 ± 0.41

Yapılan çalışmalarla *Nigella* tohumlarının yağ asidi kompozisyonları gösterilmiştir. Buna göre, linoleik, oleik ve palmitoleik asitler, çörekotu tohumundaki yağ asidi kompozisyonunun yaklaşık %74’ünü oluşturmaktadır. Bu yağ asitleri, temel doymamış yağ asitlerini ihtiva eder. Doymuş yağ asitleri ise, *Nigella* tohumlarının yaklaşık %26’sını oluşturmaktadır. Temel doymuş yağ asitleri, palmitik, stearik, behenik, miristik ve araşidik ile margarik ve lingoserik asitleri ihtiva eder. Margarik ve margaroleik asitler, *Nigella* tohumlarıyla ilgili çalışmaların pek çoğunda tespit edilmemiştir (Abdel-Aal and Attia 1993, Atta 2003, Babayan 1978, Gad 1963, Üstün ve

ark. 1990). Farklı çalışmalardaki kompozisyon farklılıkları, kullanılan tohumların toplandığı bölgeye, buna bağlı genetik özelliklerine, tohumların kalitesine (olgunluk, hasata bağlı zararlar, saklama koşulları vb.), yağın işlenmesindeki değişikliklere veya lipid ekstraksiyon yöntemlerine, işlemin hassasiyetine ve miktar belirleme tekniklerine bağlıdır (Ramadan and Mörsel 2002). Çizelge 2.2’de Tunus ve İran’dan toplanan *Nigella sativa* tohumlarının yağ asidi kompozisyonları g/100 g total yağ asidi cinsinden gösterilmektedir (Cheikh-Rouhou *et al.* 2007).

Çizelge 2.2. Tunus ve İran’dan toplanan *Nigella sativa* tohumlarının yağ asidi kompozisyonları (g/100 g total yağ asidi).

Yağ asidi	Tunus <i>Nigella sativa</i> tohumları	İran <i>Nigella sativa</i> tohumları
Mristik C14:0	0.34 ± 0.02	0.41 ± 0.05
Palmitik C16:0	17.2 ± 0.15	18.4 ± 0.25
Palmitoleik C16:1	1.15 ± 0.05	0.78 ± 0.25
Stearik C18:0	2.84 ± 0.08	3.69 ± 0.12
Oleik C18:1	25.0 ± 0.24	23.7 ± 0.06
Linoleik C18:2	50.31 ± 0.25	49.15 ± 0.06
Linolenik C18:3	0.34 ± 0.06	0.32 ± 0.05
Araşidik C20:0	0.14 ± 0.02	0.22 ± 0.01
Eikosenoik C20:1	0.32 ± 0.04	0.34 ± 0.05
Behenik C22:0	1.98 ± 0.08	2.60 ± 0.05
Doymuş yağ asitleri	22.7 ± 0.37	25.5 ± 0.69
Tekli doymamış yağ asitleri	26.6 ± 0.39	25.0 ± 0.58
Çoklu doymamış yağ asitleri	50.7 ± 0.70	49.8 ± 0.20

Nigella sativa tohumlarının renkleri CIE Lab renk uzayının L^* , a^* ve b^* parametrelerine göre incelenmiştir. Renk uzayları, bütün renkleri temsil edecek şekilde oluşturulan ve renkleri tanımlamak için kullanılan matematiksel modellerdir. Renk uzayları cihaz bağımlı ve cihaz bağımsız olmak üzere ikiye ayrılır ve cihaz bağımsız renk uzayları CIE (Commission Internationale de L. Eclairage: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) tarafından geliştirilen ve bütün renkler için ölçümü sağlanan yani renk metride kullanılan uzaylardır. CIE Lab renk uzayının bileşenleri değer (L^* : lightness), tonlama ve doygunluk (a^* , b^*)’dir. CIELab değerlerine göre *Nigella sativa* yağının açık renkli ve sarı olduğu, fazlaca sarı pigment içerdiği tespit edilmiştir (Cheikh-Rouhou *et*

al. 2007). Palmiye, soya fasulyesi, ayçiçeği, zeytin ve mısır gibi diğer sebze yağlarının CIELab (L^* , a^* , b^*) değerleri sırasıyla 63.4 – 69.5, 3.8 – 4.4 ve 9.2 – 10.4'tür (Hsu and Yu 2002). *Nigella* tohumunun yağının b^* değeri, söz konusu sebze yağlarından daha yüksektir. Buna göre *Nigella sativa* yağı, Hsu ve Yu (2002) tarafından çalışılan sebze yağlarına göre daha fazla sarı renktir. Bu durum, *Nigella sativa* yağında daha fazla sarı pigment (karotenoid) bulunduğunu akla getirmektedir (Cheikh-Ruohou *et al.* 2007).

UV absorpsiyonu, görünür bölge spektrumunun dışında olmasına rağmen renk değişiklikleri ile ilişkilidir (Mazza and Qi, 1992). *Nigella sativa* yağı, görece yüksek perdeleme gücü (SPF) ve koruma faktörü (PFA) derecesi ile UV radyasyonlarına karşı koruma sağlar. *Nigella sativa* yağı hem UV-A (derideki oksidatif stresin kökeni) hem de UV-B'ye karşı koruyucudur. *Nigella* tohumu yağının, özellikle 290–400 nm UV aralığındaki optik iletkenliği, UV-B'ye karşı güneş koruma faktörleri (SPF) ve UV-A'ya karşı koruma faktörleri olarak kullanılan hurma tohumu yağı, frambuaz tohumu yağı ve titanyum dioksit preparatları ile kıyaslanabilmiştir (Besbes *et al.* 2004, Oomah *et al.* 2000).

Nigella sativa yağının, insan gözünün ayırt edebileceği en düşük limit olan 450 nm'deki yüksek absorbansı, bu yağdaki sarı pigment miktarının yüksek olduğuna tekabül etmektedir (Cheikh-Rouhou 2007). Karotenoid içeren söz konusu sarı renkler, yağ endüstrisinde sıklıkla kullanılan birincil renklendiriciler karoten ve annatto kullanılmaksızın tereyağı görünümünün simüle edilmesinde oldukça karlıdır (Oomah *et al.* 2000).

Oksidatif stabilite, yağların kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Aparicio *et al.* 1999). Aparicio vd. (1999) çalışmalarında zeytinyağında, Rancimat ile hesaplanan yağ stabilitesi ile yağın içeriğindeki fenollerin, oleik/linoleik asit oranının ve tokoferollerin anlamlı bir korelasyonu olduğundan bahsetmişlerdir. Rancimat ile total fenol içeriği ve oksidatif stabilite arasında yüksek direk korelasyon olduğu gözlenmiştir (Salvador *et al.* 2001). Yağın kalitesi, raf ömrü ve özellikle oksidasyona olan direnciyle değerlendirilir. Bu nedenle ham tohum yağındaki fenol miktarı yağın kalitesinin değerlendirilmesinde çok önemli bir faktördür (Cinquanta *et al.* 1997). Temel Polimer

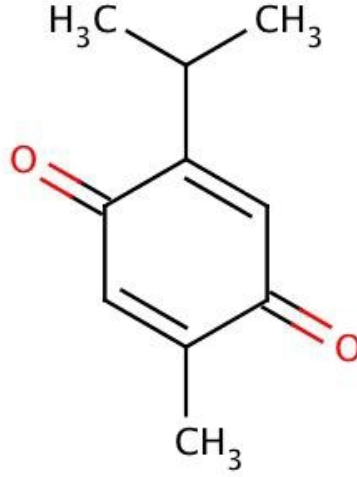
Fiziğine göre, viskozitenin molekül ağırlığına bağlı olduğu bilinmektedir (Gloria *et al.* 1998).

Zengin bir fenolik bileşik kaynağı olduğu düşünülen zeytinyağı haricinde, *Nigella* tohumu yağı, diğer sofraya yağlarından daha yüksek fenol içeriğine sahiptir. Buna göre, *Nigella sativa* yağının doğal fenolik bileşikler için potansiyel bir kaynak olduğu düşünülebilir. Fenolik bileşikler, yağa kendine özgü bir tat ve koku verir (Caponio *et al.* 1999). Bunun yanı sıra, fenolik bileşikler, koroner kalp hastalığı ve kanserden korunmada pozitif etkiye sahiptir (Owen *et al.* 2000, Tuck *et al.* 2002).

Yağın rengi, kalitesinin değerlendirilmesindeki temel özelliklerden biridir. Renkle olan korelasyonundan dolayı, yağın klorofil pigmenti içeriği kalitesinin değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Salvador *et al.* 2001). Bu pigmentler otooksidasyon ve fotooksidasyon mekanizmalarına katılır (Gutierrez *et al.* 1990).

2.4.3 *Nigella sativa*'nın Temel Etken Maddesi

Çörekotu uçucu yağının temel biyoaktif bileşeni olan timokinon (C₁₀H₁₀O₂; 2-izopropil-5-metil-1,4-benzokinon (Şekil 2.12) (molekül ağırlığı 164.2) 2000 yılı aşkın süredir antioksidan, anti-inflamatuar ve antineoplastik ilaç olarak kullanılmaktadır (Trang *et al.* 1993, Hosseinzadeh *et al.* 2004). Yapılan çalışmalarda timokinonun pek çok kanser türünde hücre çoğalmasını durdurucu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Timokinonun etkili olduğu kanser türleri; göğüs adenokarsinomu, over adenokarsinomu (Shoieb *et al.* 2003), kolorektal kanser (Gali-Mutasib *et al.* 2004), insan pankreatik adenokarsinomu, rahim sarkoması (Worthen *et al.* 1998), neoplastik keratinosit (Gali-Mutasib *et al.* 2004), insan osteosarkoması (Roepke *et al.* 2007), fibrosarkoma, akciğer sarkoması (Kaseb *et al.* 2007) olarak sıralanabilir. Ayrıca timokinonun androjen reseptörü ve transkripsiyon faktörü E2F-1'i hedefleyerek hormon-refraktör (cevap vermeyen) prostat kanserini inhibe ettiği rapor edilmiştir (Kaseb *et al.* 2007).



Şekil 2.12. Timokinonun kimyasal yapısı.

2.4.4 Biyolojik Etkiler

2.4.4.1. Antifungal Etki

Nigella sativa tohumunun ve etkili bileşiği timokinon'un antifungal etkisi *Trichophyton rubrum*, *T. interdigitale*, *T. mentagrophytes*, *Epidormo phytonflocosum* ve *Microsporum canis*'e karşı test edilmiştir. *Nigella sativa* eterli ekstresi, timokinon ve griseofulvin'in antifungal etkilerini ölçmek için Agar dilüsyon yöntemi kullanılmıştır. 14 gün süre ile 30 °C'de inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Her bir dilüsyonda mantar konilerinin çapı ve her mantar gelişiminin inhibisyon yüzdesi tespit edilmiştir. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MIC); mantar gelişimini % 80-100'ünü inhibe eden minimum konsantrasyon olarak değerlendirilmiştir. *Nigella sativa* tohumları'nın ve timokinon'nun MIC değerleri sırasıyla 10, 40, 0.125, 0.25 mg/ml arasında iken griseofulvin' inki 0,0095 ile 0,0155 mg/ml arasında bulunmuştur. Bu sonuçlar antifungal bir ilaç kaynağı olarak *Nigella sativa*'nın kullanılabilirliğini göstermiştir ve mantar enfeksiyonlarında halk ilacı olarak kullanılmasını desteklemiştir (Aljabre *et al.* 2005).

Fareler, *Candida albicans* ile enfekte edildiğinde karaciğer, dalak ve böbreklerde koloniler oluşturmaktadır. Böyle bir model kullanılarak *Nigella sativa* tohumlarının sulu ekstresininin antifungal etkisi incelendiğinde, *Candida albicans* enfeksiyonundan 24 saat

sonra başlayarak 3 gün süreyle enfeksiyonlu farelerin her gün muayene edilmesi sonucu, incelenen bütün organlarda mantar büyümesinin belirgin bir şekilde inhibe olduğu gözlemlenmiştir (Khan *et al.* 2003).

2.4.4.2 SSS Etkileri

Bir çalışmada *Nigella sativa* tohumlarının sulu ve metanollü ekstresi, genel davranış biçimlerinde bir değişiklik, anlık hareketlilikte önemli azalışlar, vücut sıcaklığında düşüş, hot plate ve basınç testlerinde önemli analjezik etki, SSS üzerinde sakinleştirici etki ve kas gevşetici gibi SSS baskılayıcı etkiler saptanmıştır (Al- Naggar *et al.* 2003).

Bir çalışmada farelerdeki pentilenetrazol (PTZ) modelinde *Nigella sativa* uçucu yağının antikonvülsan etkisi araştırılmıştır. *Nigella sativa* uçucu yağı; farelerde PTZ'nin konvülsif ve letal etkilerini (antiepileptogenik etki) baskılamak aynı zamanda uyarma oluşmadan önce ve her bir PTZ enjeksiyonundan önce profilaktik olarak verildiğinde beyin dokusundaki PTZ'nin indüklediği oksitlenmeden kaynaklanan yaralanmayı azaltmak için test edilmiştir. Antiepileptik bir ilaç olan Valproate da kontrol olarak kullanılmıştır. Her iki madde de, PTZ grubuna kıyasla, farenin beyin dokusundaki oksijenden kaynaklanan zedelenmeyi belirgin olarak azaltmıştır (antioksidan etki). Ayrıca *Nigella sativa* uçucu yağının Valproate' a kıyasla PTZ'nin yol açtığı nöbetleri önlemede çok daha etkin olduğu tespit edilmiştir. *Nigella sativa* yağı, uyarılan farenin PTZ'nin öldürücü ve kasıcı etkilerine karşı duyarlılığını düşürdüğü için antiepileptogenik özellikler de göstermiştir. Valproate bu etkilerin herhangi birisinin gelişmesini engellemede etkili değildir. Elde edilen veriler *Nigella sativa*'nın sinirsel koruyucu işlevinin bitkinin sadece oksijen radikallerinin oluşmasını engelleme kabiliyeti ile kalmayıp aynı zamanda nöbet oluşumu ile de bağlantılı olabileceği hipotezini desteklemektedir (Ilhan *et al.* 2005).

Yapılan başka bir çalışmada *Nigella sativa* tohumlarının majör bileşiği olan timokinon'un spazm önleyici etkisi pentilenetrazol (PTZ) ve maksimal elektroşok (MES) ile indüklenmiş nöbet modelleri kullanılarak araştırılmıştır. Ayrıca pentobarbital tarafından indüklenen hipnoz, lokomotor aktivite ve motor koordinasyonu da

incelenmiştir. PTZ tarafından indüklenen nöbette, 40 ve 80 mg/kg dozlarda timokinonun periton içine enjekte edilmesi nöbet başlangıcını uzatmıştır ve miyoklonik nöbetleri azaltmıştır. Timokinon'un protektif etkisi belirtilen dozlarda sıra ile % 71.4 ve % 100 bulunmuştur. MES modelinde, timokinon kasılma süresini azaltmada başarısız olurken, ölümcüllüğe karşı tam koruma göstermiştir. PTZ modelinde, GABA – BZD reseptör kompleksindeki Benzodiazepin'in (BZD) bir karşıtı olan Flumazenil (10 mg/kg) nöbet gecikmesinin uzamasını engellemiştir ancak myoclonic nöbetlerin süresi üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir. Maloxone (0.1 ve 0.3 mg/kg.ip) ile yapılan ön tedavi de nöbet gecikmesinin uzamasını engellemiştir ve PTZ modelinde timokinon (40 ve 80 mg/kg) tarafından indüklenen miyoklonik kasılmanın azalmasına karşı etki göstermiştir. Üstelik timokinon (40 ve 80 mg/kg) pentobarbitolun neden olduğu hipnozda herhangi bir hipnoz (uyuşukluk) etkisi göstermemiştir ancak motor koordinasyonunu zayıflatıp lokomotor etkinliğini düşürmüştür. Bu sonuçlar timokinon'un hafif mal epilepside antikonvülsan olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Hosseinzadeh ve Parvardeh, 2004).

2.4.4.3 Antiülser Etki

Nigella sativa tohumlarının majör bileşeni olan timokinon'un farelerdeki akut gastrik ülseri önlemede yararlı etkiler yapma kabiliyetinin olup olmadığını saptamak amacıyla etanol ile gastrik yaralar oluşturulup, timokinon'un antiülser ve antioksidan etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar malondialdehit seviyesinde, süperoksit dismutaz seviyesinde, lipid peroksidasyonunda artış olduğunu gösterirken, fare mide dokusunda glutatyon seviyesinde azalma olduğunu göstermiştir. 20 mg/kg dozda timokinon verilmesi ülser belirtisini ve malondialdehid seviyesini azaltmış ve glutatyon salımını tersine çevirmiştir. Bununla birlikte, etanol tarafından indüklenen süperoksit dismutaz etkinliğini istatistiksel olarak değiştirmemiştir. Bu sonuçlar etanol tarafından indüklenen gastrik ülserin gelişimini timokinon'un engelleyebileceğini, ayrıca bu maddenin gastroprotektif etkinliğinin kısmen antioksidan özelliğine bağlı olduğunu göstermiştir (Arslan *et al.* 2005).

Bir başka çalışmada erkek Wistar farelerinde, iskemi/reperfüzyon (I/R) ile indüklenerek gastrik lezyon oluşturulmuş; *Nigella sativa* uçucu yağı (2,5 ve 5 ml/kg. p.o) veya timokinon (5, 20, 50 ve 100 mg/kg p.o) da enjekte edilmiştir. Sonuçlar lipit peroksit (LPX) ve laktat dehidrogenaz (LDH) seviyelerini artırdığını, glutatyon (GSH) ve süperoksit dismutaz (SOD) seviyelerini azalttığını göstermiştir. *Nigella sativa* yağı LDH, GSH ve SOD seviyelerini normalleştirme eğilimi göstermiştir. Bununla birlikte LPX seviyesinde düzelmeye sadece reperfüzyondan 24 saat sonra görülmüştür. Bu parametreler timokinon tarafından da düzeltilmiştir. Diğer taraftan, yüksek timokinon dozları (50 ve 100 mg/kg) reperfüzyondan 1 saat sonra GSH muhtevasını ciddi olarak artırmıştır. Bu sonuçlar hem *Nigella sativa* uçucu yağı hem de timokinon'un gastrik mukozasındaki redoks durumunun korunması ile bağlantılı olarak gastroprotektif etkiye sahip olduğunu işaret etmektedir (El-Abhar *et al.* 2003).

Nigella sativa yağının gastrik sekresyon ve farelerde etanol ile indüklenen ülser modelindeki etkileri de araştırılmış ve bu çalışmada otuz iki yetişkin erkek fare (dört grupta) kullanılmıştır. Farelerde *Nigella sativa* yağı verilmesinin mucin muhtevasında ve glutatyon seviyesinde belirli bir artışa ve mukozal histamin muhtevasında azalmaya yol açtığı tespit edilmiştir. Etanol verilmesi % 100 ülser meydana gelmesine neden olmuştur. Asiditede ve glutatyon seviyesinde belirgin bir düşüşe neden olurken, mukozal histamin seviyesinde belirgin bir artışa neden olmuştur. Farelere ülser meydana gelmeden önce *Nigella sativa* yağı ile ön işlem yapıldığında glutatyon seviyesi, mucin ve asiditede belirgin bir artış olup, etanol grubuna kıyasla % 53.6 bir koruma oranı ile mide mukozası histamin muhtevasında belirgin bir azalma görülmüş ve *Nigella sativa* yağının farelerde etanolün neden olduğu ülserlere karşı koruyucu bir etki sağladığı sonucuna varılmıştır (El-Dakhkhny *et al.* 2000).

2.4.4.4 Antibakteriyel Etki

Timokinon, Gram-pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etki göstermiş ve *Nigella sativa*'nın dietileter ekstresi ise, Gram-pozitif bakteri olan *Staphylococcus aureus* ve Gram-negatif bakteriler olan *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli* karşısında konsantrasyona bağlı bir inhibisyon göstermiştir. Buna ilave olarak, *Nigella sativa*'nın

eter ekstresi birçok antibiyotik ile sinerjik ve additif antibakteriyel etki göstermiştir. *Nigella sativa*'nin eter ekstresi, *V. cholera*, *E. coli* ile *Shigella dysenteriae*'nin tüm türleri dahil ilaca dirençli bakteriler için daha etkilidir.

Listeria monocytogenes besinlerin taşıdığı önemli bir patojendir. Gıdalardaki *L. monocytogenes*'leri etkin şekilde azaltma yöntemleri listeriosis'in gıdalar tarafından taşınan çoğalmalarının ortaya çıkması ihtimalini azaltacak ve gıda sanayindeki ekonomik kayıpları düşürecektir. *Nigella sativa* tohumları orta doğuda baharat ve tatlandırıcı olarak kullanılan bir bitkidir. Yapılan bir araştırmanın amacı disk difüzyon yöntemi ile 20 *L. monocytogenes* üzerinde tohum yağının antibakteriyel etkisini saptamak olup, *Nigella sativa* gentamisinden daha fazla inhibisyon yapmıştır. *Nigella sativa* yağının *L. monocytogenes*'i engellemek için potansiyel olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Nair *et al.* 2005).

2.4.4.5 Antitümör Etki

Genel olarak, tümör hücrelerinin fibrinolitik potansiyelinin hücrelerin malinite fenotipine bağlı olduğu kabul edilir. Bu çalışmada, *Nigella sativa* tohum yağının fibro sarkoma hücrelerinin fibrinolitik potansiyelinin modülasyonu ile bu yağın antitümör etkinliği incelenmiştir. *Nigella sativa* yağı doku tipi plasminojen aktivatör (t-PA), ürokinaz-tipi plasminojen aktivatör (u-PA) ve plasminojen aktivatör inhibitör tip I (PAI-I)'i konsantrasyona bağlı olarak inhibe etmiştir. Bu çalışma ile ayrıca *Nigella sativa* yağının laboratuardaki insan fibrosarkoma hücrelerinde (HT1080) fibrinolitik potansiyeli in-vitro azalttığı ve bu mekanizma ile tümör ve metastazını inhibe ettiği saptanmıştır (Awad 2005).

Nigella sativa tohumlarının etanol ekstresinin etil asetat fraksiyonu Hep G2, Molt4 ve LL/2'ye karşı selektivite göstermiştir. Bu fraksiyon 50 mg/ml dozda insan göbek bağı endotelial hücrelerine toksik değildir, fare splenosit hücreleri üzerinde uyarıcı etkisi yoktur (Swamy and Tan 2000).

Nigella sativa uçucu yağının majör bileşeni timokinon' un bir siklofosfamid analogu olan ifosfamid tarafından meydana getirilen fanconi sendromu üzerindeki etkisi ve anti tümör etkinliği sıçan ve fareler üzerinde araştırılmıştır. Sıçanlarda 5 gün süreyle günde 50 mg/kg dozda intraperitoneal olarak verilen ifosfamid, serum kreatinin yükselmesi, üre yükselmesi ile kreatinin azalması, glukoz, elektrolitler ve organik asitlerin kaybı ile karakterize olan Fanconi sendromunu meydana getirmiştir. Tedavi öncesi ve tedavi sırasında farelerin içme suyuna timokinon karıştırılması (günde 5mg/kg) ile ifosfamid tarafından meydana gelen böbrek hasarını iyileştirmiştir. Timokinon belirgin olarak ifosfamid tarafından meydana getirilen fosfatüri, glikozüri, serum kreatinin yükselmesini ve üre yükselmesini belirgin olarak düzeltirken, kreatin oranını belirgin şekilde normalleştirmiştir. Üstelik timokinon ifosfamid tarafından meydana getirilen GSH salınması ve lipid peroksit birikmesini de önlemiştir. Ehrlich ascites carcinoma farelerin içme suyunda verilen günde 10 mg/kg dozda timokinon, ifosfamid'in 1-4 ve 15-18. günlerde, günde 50mg/kg dozda antitümör etkisini belirgin olarak artırmıştır. Dahası, timokinon ile birlikte ifosfamid ile tedavi edilen fareler sadece ifosfamid ile tedavi edilenlere kıyasla daha az vücut ağırlığı kaybı ve daha az ölüm oranı göstermişlerdir (Badary 1999).

In-vitro ve *in-vivo* araştırmalar, *Nigella sativa* tohumlarının etkili bileşenlerinin antitümör etkiye sahip olduğuna işaret etmektedir. *Nigella sativa*'nın uçucu yağının farklı tipteki insan kanserli hücrelerinde etkisi araştırılmıştır. MCF-7 meme kanserli hücrelerin sulu veya alkollü ekstraktlara maruz bırakılması sonucu hücre büyümesi tamamen inaktive olmuştur (Salem 2005).

Nigella sativa yağının ve etkin bileşeni olan timokinon ve ditimokinon rapor edilen *in-vitro* antitümör etkilerinin farklı *in-vivo* tümör modellerinde de geçerli olduğu saptanmıştır. *Nigella sativa*'nın topikal uygulanması, farelerde 7,12-dimetilbenz(α)antrasen/kroton yağı ile indüklenen antrasen/kroton yağı deri karsinogenesis'ini inhibe etmiştir. Bu olayda, papilloma oluşumu geciktirilmiş veortalama papilloma sayısı azalmıştır. *Nigella sativa*'dan elde edilen yağ asitleri, Ehrlich ascites carcinoma'sını ve *Dalton's lymphoma ascites* hücrelerini tamamen inhibe etmiştir. *Nigella sativa* kolon karsinomasında da etkindir (Salem 2005).

Nigella sativa yağının taşıdığı α -hederin'in de lösemiye ve akciğer karsinoma'sına karşı in-vivo antitümör aktivite göstermekte ve tümörlü farelerin ömrünü uzatmaktadır (Kumara and Huat 2001). *Nigella sativa* yağının antitümör etkisi, timokinonun etkisine bağlanabilir çünkü timokinon'un içme suyu ile verilmesi, benzopinen ile indüklenen ön mide kanserinde etkindir. Aynı şekilde, timokinonun, 2-metilklonatren ile indüklenen yumuşak doku Fibrosarkoma'sının tümör insidansı ve tümör yoğunluğunu anlamlı derecede inhibe etmiştir. Ayrıca, Ehrlich ascites karsinoma ksenograftı taşıyan farelere oral timokinon verilmesi, ifosfamid'in antitümör etkisini büyük ölçüde artırmış ve bu duruma daha az vücut ağırlık kaybı ile daha az ölüm oranı eşlik etmekte olup doksorubisin ile indüklenen kardiyotoksositeye karşı koruma sağlamıştır. Bu gözlemler timokinonun, profilaktik ve terapötik antitümör tesirlerine ilave olarak, standart kemoterapide potansiyel bir kemoterapötik adjuvan olabileceğini göstermekte olup standart kemoterapi ilaçlarının antitümör etkinliğini artırırken kullanılacak dozlarını azaltabileceğini açıklamaktadır (Salem 2005).

2.4.4.6 Antidiyabetik Etki

Streptozotosin (STZ) ile indüklenmiş farelerde, *Nigella sativa* yağının hipoglisemik etkisi incelenmiştir. Farelere 65 mg/kg STZ vücut ağırlığına göre intraperitoneal olarak verilerek farelerde diyabet oluşturulmuştur. *Nigella sativa* yağı ise 400 mg/kg dozda verilmiştir. Karaciğer glikoz üretimini tespit etmek için kollagenaz kullanılarak izole hepatositler toplanmıştır. *Nigella sativa* yağı tedaviden önce 39 ± 3.0 mg/dl olan kan şekeri sırasıyla bir, iki, üç ve dört haftalık tedaviden sonra 325 ± 4.7 ; 246 ± 5.9 ; 208 ± 2.5 ; ve 179 ± 3.1 mg/dl değerlerine düşürmüştür. *Nigella sativa* yağının hipoglisemik etkisinin ise kısmen hepatik glikojenezis' deki bir azalıştan kaynaklandığı rapor edilmiştir (Fararh *et al.* 2004).

Streptozotosin ve Nikotinamid verilmiş farelerde *Nigella sativa* yağının muhtemel insulintropik (insulin salgılanmasını artıran) özellikleri araştırılmıştır. Nikotinamid, damardan streptozotosin enjekte edilmeden 15 dakika önce periton içine enjekte edilmiştir. *Nigella sativa* yağı ile ağızdan tedaviye, diyabet oluşumundan

(indüksiyondan) 4 hafta sonra başlamıştır. Serumdaki insulin, enzim bağışıklık analizi (enzim immunoassay) ile ölçülmüştür. İnsülin önleyici monoklonal antikor kullanılarak insulin işaretlenmiştir. Dört hafta süre ile *Nigella sativa* yağı ile tedavi yapıldıktan sonra serum insulin seviyesinde belirgin artışla birlikte kan glikoz seviyesinde belirgin düşüş gözlemlenmiştir (Fararh *et al.* 2002).

2.4.4.7 İmmunomodülatör Etki

Timokinon'un fare periton makrofajları tarafından üretilen nitrit oksid (NO) üzerindeki immunomodülatör rolünü tespit etmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bazı şartlar altında makrofajlar ve diğer bazı hücreler L-arjinin prekursorlerinden nitrit oksit sentetaz (iNOS) kanalıyla yüksek konsantrasyonda NO meydana getirebilirler. Timokinon, NO sentezi için bir parametre olan zamana bağılı olarak lipopolisakkarit (LPS) tarafından uyarılan makrofajlar da nitrit üretimini azaltmıştır. Periton makrofajlarındaki iNOS protein seviyesi de konsantrasyona bağılı olarak timokinon tarafından düşürülmüştür. Sonuçta enflamasyonlu ve oto immun hastalıklarının iyileştirilmesinde timokinon'un makrofajlarda NO üretimini azaltarak yararlı olabileceği saptanmıştır (El-Mahmoudy *et al.* 2002).

Nigella sativa tohumunun, insanlarda hücrel bağışıklık sistemini T lenfosit alt grupları ve toplam lökosit sayısı üzerine etkisi araştırılmıştır. T lenfosit ve total lökosit değerlerinde anlamlı bir artış olduğunu saptanması üzerine çörek otu tohumunun insan bağışıklık sistemini güçlendirebileceği sonucuna varılmıştır (Kaya vd. 2003).

Nigella sativa tohumlarının immünomodülatör etkisi Salem (2005) tarafından da incelenmiş, hem yağın hem de timokinonun T hücrelerine ve immün cevaba aracılık eden killer hücrelerinin artışı sağlayarak önemli oranda immünomodülatör etki yaptığını saptanmıştır.

2.4.4.8 Antienflamatuar Etki

Nigella sativa'nın sulu ekstresi karragen ile indüklenen pençe ödemi testi ile antienflamatuar etkinliği yönünden araştırılmıştır. Ekstrenin 3 saat içinde pençe ödeminde önemli oranda düşüşe yol açtığı saptanmıştır (Al-Ghamdi 2001).

Yapılan klinik bir çalışmada romatoid artritli hastaların *Nigella sativa* yağı ile 2 ay süre ile 2 g/gün doz tedavisinde hastaların, eritrosit sedimentasyon hızında, plazmada Cu, ürik asit, kreatinin, AST ve ALT değerlerinde düşüş gözlemlenmiş, plazmada Zn, vitamin E ve vitamin C değerlerinde de artış gözlemlenmiş, anti enflamatuar aktivite saptanmıştır (Al-Okbi *et al.* 2000).

2.4.4.9 Analjezik Etki

Nigella sativa'nın sulu ekstresinin farelerde hot-plate yöntemi ile analjezik etkisi ölçülmüş ve ekstrenin anlamlı derecede analjezik etkisinin olduğu saptanmıştır (Al-Ghamdi 2001)

Nigella sativa yağı ve timokinon'un antinosiseptif etkileri farelerde başka araştırmacılar tarafından da araştırılmıştır. *Nigella sativa* yağının 50, 400 mg/kg dozda hot-plate, tail-flick, writhing ve formalin testleri uygulanmıştır. Timokinon formalin testine göre; yalnızca ağrının erken safhasında etkili olmayıp, geç safhalarında da ağrıyı baskılamaktadır. Aynı sonuçlar hot-plate, writhing ve tail-flick testlerinde de alınmıştır. Etkiden sorumlu madde timokinon'dur (Abdel-Fettah *et al.* 2000).

2.4.4.10 Antiviral Etki

Murin cytomegalivirus (MCMV) model olarak kullanılmak sureti ile *Nigella sativa* tohum yağının antiviral etkisi araştırılmıştır. Viral yükleme ve NK hücrelerinin innate immunitesi ile bağışıklık incelenmiştir. *Murin cytomegalivirus* enfeksiyonlu farelerin peritonu içine verilen *Nigella sativa* yağının belirgin şekilde enfeksiyonun 3. gününde dalak ve karaciğerdeki virüs kümelerini inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Salem and Hossain 2000).

2.4.4.11 Antihiperlipidemik Etki

Timokinon'un doksarubusin (DOX) tarafından indüklenen hiper lipidemik nefropatideki etkisi farelerde araştırılmıştır. DOX' un 6 mg/kg dozda i.v olarak enjekte edilmesi

serum hipoalbuminüri, hipoproteinemi, serumda üre artışı, hiperlipidemi, idrarda yüksek protein çıkması, albuminüri ve N-asetil-β-D-glikozaminidaz ile bağlantılı nefrotik sendromlar meydana getirmiştir. Ayrıca trigliserid, total kolesterol ve lipid peroksidlerde önemli artış da olmuştur. Farelerin DOX'dan önce 5 gün süre ile ve DOX verildikten sonraki içme suyu ile birlikte verilen timokinon ile tedavisi (günde 10 mg/kg) sonucu serumdaki üre, total trigliserit, ve total kolesterol' ün belirgin olarak düştüğü saptanmıştır (Badary *et al.* 2000).

2.4.4.12 Hepatoprotektif Etki

Timokinon'un, izole edilmiş farelerin hepatositlerinde tersiyer butil hidroperoksit (TPBH) toksisitesine karşı hepatoprotektif etkisi incelenmiştir. TPBH ile hepatositlerde oksidatif hasar oluşmuş, hücre içindeki glutatyon'un (GSH) boşalmasına, alanin aminotransferaz (ALT) ve aspartat aminotransferaz (AST) azalması ile hücre canlılığında kayba neden olmuştur. Timokinon verilmesi ile TPBH ile işlem yapılan hepatositlere kıyasla azalan ALT ve AST değerlerinde düzelme olmuştur (Daba and Abdel-Rahman 1998).

Nigella sativa uçucu ve sabit yağın hepatoprotektif etkisi CCl₄ ile indüklenen modelde test edilmiştir. Karaciğerin histopatolojik incelenmesi sonucu belirgin bir hepatoprotektif etki saptanmıştır (Türkdoğan vd. 2003).

2.4.4.13 Antioksidan Etki

Biyolojik yapılarda oluşan oksitleyici hasarlar, özellikle kardiyovasküler hastalık ve kanser gibi birçok hastalığın nedenidir. Bu hasarın sebebi serbest radikallerdir. Oksidan bileşikler ve aşırı oksitleyici stresin sebep olduğu serbest radikal üretiminin artması veya vücuttaki süpürme kabiliyetinin azalması nedeniyle, oksidatif hasar oluşur. Serbest radikaller olan O₂, OH⁻ ve NO⁻ elektriksel olarak yüklü olup, hücre membranı içinden geçerek hücrelere saldırıp ve vücuttaki nükleik asitler, proteinler ve enzimler ile reaksiyona girerek yıkım oluşturur. *In-vitro* araştırmalar, *Nigella sativa* tohum ekstresinin yılan ve akrep zehirlerinin hemolitik etkisini önlediğini; eritrositleri lipid peroksidasyonuna, proteindenaturasyonuna, H₂O₂'nin sebep olduğu artan ozmotik

kırılmalığa karşı koruduğunu ve laringeal karsinoma hücreslerini, lipopolisakkarid (LPS) veya kortisolarafından indüklenen apoptosist' ten koruduğunu göstermiştir (Salem 2005).

Nigella sativa yağı, CCl₄ ile indüklenen toksisitede, artan serum potasyum ve kalsiyum seviyelerini azaltarak ve azalmış olan eritrosit, lökosit ve hemoglobin seviyelerini iyileştirerek, yükselen karaciğer enzim seviyelerini azaltarak ve azalan antioksidan enzim seviyelerini artırarak, hepato toksisiteye karşı düzelme sağlamaktadır. Ayrıca, *Nigella sativa* yağı ile yapılan tedavi, antioksidan statusünü düzenlemek suretiyle farelerde CCl₄ ile indüklenen karaciğer fibrozisini önlemiştir. Gentamisin ile indüklenen toksisitede *Nigella sativa* yağı ile yapılan tedavi, nefrotoksisitenin biyokimyasal ve histolojik parametrelerinde doza bağımlı bir iyileşme sağlamış, bu iyileşmeye, renal korteksteki GSH konsantrasyonu ve toplamam tioksidan düzeyinde artış eşlik etmiştir. Bu bulgular bir arada ele alındığında, *Nigella sativa* tohumlarının ham ekstre veya yağ biçiminde kullanıldığında antioksidan özelliklerinin aracılık ettiği potansiyel antitoksik tesiri olduğu anlaşılmaktadır (Nagi *et al.* 1999, Meral vd. 2001, Meral ve Kanter 2003, Türkddoğan vd. 2003, Ali 2004).

2.4.414 Antihistaminik Etki

Histamin, bronşiyal astım gibi durumlarla ilgili allerjik reaksiyonlar oluşturacak şekilde vücut dokuları tarafından salıverilir. *Nigella sativa* tohumlarının geleneksel kullanımından, etkin bileşenlerinin histaminin aracılık ettiği enflamatuar hastalıkla üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu düşünölmektedir. *Nigella sativa* tohumunun uçucu yağından izole edilen ditimokinon bileşiminin, bronşiyal astımlı olan bazı hastalara ağız yoluyla verildiğinde bu hastaların çoğunda semptomları bastırđıđı görölmüşür (Salem 2005).

Etkili bileşiklerden nigellon bronşiyal astım tedavisinde çocuklar ve erişkinlere tatbik edilmiş ve her hangi bir toksisite görülmeksizin başarılı sonuçlar alınmıştır. Allerjikrinit, bronşiyal astım, atopik ekzema dahil alerjik hastalıklara sahip hastaların tedavisinin yürütüldüğü klinik bir çalışmada, *Nigella sativa* yağının alerjik hastalıklar tedavisinde adjuvan olarak etkinliği kanıtlanmıştır (Kalus *et al.* 2003).

Nigella sativa sulu ekstresi, kobay nefes borusu üzerinde gevşetici ve antihistaminik etkiler göstermiştir (Boskabady *et al.* 2004).

2.4.4.15 Antihelmintik Etki

Schistosomiasis mansoni dünya ve ülkemizde yaygın olan tropikal parazitik birhastalık ajanıdır. *Schistosomiasis mansoni* enfeksiyonlu farelerin *Nigella sativa* yağı ile tedavisi karaciğerdeki *S. mansoni* kurtçuklarının sayısında azalma sağlamış ve bu duruma hem karaciğerdeki ve hem de bağırsaklardaki yumurta miktarında azalma eşlik etmiştir. Ayrıca *Nigella sativa* yağı, *schistosomiasis*'in tedavisinde tercih edilen ilaç olan praziqual ile birlikte additif etkiler göstermiştir (Mahmoud *et al.* 2002).

Nigella sativa tohum ekstreleri ve timokinon, *S. mansoni* enfeksiyonuna karşı potansiyel koruyucu etkiler göstermiştir (Aboul-Ela 2002).

2.4.4.16 Antihipertansif Etki

Nigella sativa tohumlarının diklorametan ekstresi hipertansiyonlu fareler dehipotansif etkisi araştırılmıştır. Farelere 0.6 mL/kg/gün dozda oral olarak *Nigella sativa* ekstresi 15 gün boyunca verilmiş ve idrar sıklığını % 16-30 oranında artırdığı; Cl⁻, Na⁺, K⁺ ve ürenin idrarla atılması da arttığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda arter kan basıncı % 22 oranında düştüğü saptanmıştır. *Nigella sativa* tohumlarının hipotansif etkisi kısmen idrar söktürme özelliğinden kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Zaoui *et al.* 2000).

2.4.4.17 Toksisitesi ve İlaç Etkileşimleri

Nigella sativa sabit yağının LD50 değerlerini tespit ederek ve muhtemel biyokimyasal, hematolojik ve hispatolojik değişimler incelenmiştir. *Nigella sativa* tohum sabit yağının toksisitesi fareler üzerinde araştırılmıştır. Farelere ağızdan ve periton içine tek doz halinde verilerek saptanan LD50 değerleri sırasıyla ile 28.8ml/kg ve 2.06 ml/kg olarak bulunmuştur. 12 hafta süre ile 2 ml/ kg vücut ağırlığı günlük doz ile işlem yapılan farelerde kronik toksisite incelenmiştir. *Nigella sativa* alan farelerde aspartat aminotransferaz, alanin aminotransferaz ve gamaglutamiltransferaz'ı kapsayan temel hepatik enzim seviyelerindeki değişimler ile histopatolojik değişimler (kalp, karaciğer, böbrekler ve pankreas) 12 haftalık işlemden sonra gözlemlenmiştir. Serum kolesterol, trigliserit ve glikoz seviyeleri ile lökosit ve platelet sayısı kontrol değerlerine kıyasla belirgin olarak azalırken, hematokrit ve hemoglobin seviyeleri belirgin olarak artmıştır. Kontrol hayvanlarına kıyasla *Nigella sativa* sabit yağı ile işlem yapılan farelerde vücut ağırlığının artışında yavaşlama da gözlemlenmiştir. Yüksek LD50 değerleri, temel hepatik enzimlerin istikrarı ve organ bütünlüğü ile kanıtlanan *Nigella sativa* sabit yağının düşük toksisitesi, *Nigella sativa* sabit yağının tedavi amaçları yönünden emniyeti konusunda geniş bir sınırı işaret ederse de hemoglobin metabolizmasındaki değişimler ile lökosit ve platelet sayısındaki düşüşler dikkate alınmalıdır (Zaoui *et al.* 2002).

Timokinon'un akut toksisitesinin çok düşük olduğu (LD50 2.4 g/kg) saptanmıştır. Timokinon'un sürekli verilmesi sonucu görülen tek etki hipoglisemidir (Hosseinzadeh and Pavardeh 2004).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Araştırmada kullanılan sığır eti Konya'daki anlaşmalı bir kasaptan temin edilmiştir. Araştırmada kullanılacak et soğuk zincirde (+2 °C) Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir. Araştırmada kullanılan çörek otu tohumu Konya'daki bir aktardan temin edilmiştir.

3.1.1 Deneme Planı

Denemede kontrol grubu dâhil 7 grup oluşturulmuş ve bu pişirilmemiş köfte grupları analizler süresince 4 °C'de 10 gün süreyle bir buzdolabında muhafaza edilmiştir. 35 °C'de 30 dk (SY) ve 60 °C'de 30 dk (SG) ısı işlem uygulanan çörek otu tohumları köfte hamurları hazırlanmadan hemen önce çekiçli değirmende ayrı ayrı öğütülmüştür. Öğütülen çörek otu tohumları %0 (S0), %0.5 (S1), %1(S2) ve %2.5 (S3) oranlarında köftelere ayrı ayrı ilave edilmiş ve köfte hamurları ayrı gruplar halinde elle yoğrulmuştur. Ardından, her bir köfte ağırlığı yaklaşık 30–40 g olacak şekilde köftelere elle şekil verilmiştir. Kontrol grubu köfte örneğine ise öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilmeden hazırlanmıştır. Denemeler iki tekerrürlü ve her bir tekerrürde üç paralel olacak şekilde fiziksel, kimyasal ve duyuşsal analizler gerçekleştirilmiştir. Böylece denemeler; 2 (çörek otu) x 4 (köfte oranları) x 4 (depolama periyodu) faktöriyel düzenleme şeklinde, tam şansa bağlı deneme desenine göre yürütülmüştür.

3.2 Metot

3.2.1 Tohumların hazırlanması

Konya'daki bir aktardan alınan çörek otu tohumları laboratuvara getirilmiş ve yabancı maddeler titizlikle elle uzaklaştırılmıştır. Çörek otu tohumları 2 gruba ayrılmış: 1. Grup çörek otu tohumlarına 35 °C'de 30 dk (SY) ve 2. Grup çörek otu tohumlarına ise 60 °C'de 30 dk (SG) etüvde ısı işlem uygulanmıştır.

3.2.2 Köftelerinin hazırlanması

Sığır eti köfte örnekleri Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Et ve Et Ürünleri Araştırma Laboratuvarı'nda hazırlanmıştır. Araştırmada kullanılan sığır eti 7 eşit gruba ayrılmıştır. Her bir grup köfte örneğine sonuçları etkilememesi açısından diğer katkı maddeleri katılmamış ve sadece %1,50 tuz içerecek şekilde formülasyonları hazırlanmıştır. Homojen karışım sağlanması için öğütülen çörek otu tohumları köfte hamuruna tuz ile birlikte ilave edilmiştir. Kullanılan sığır eti baştan 2 gruba ayrılmış ve her bir grup da kendi aralarında 4 gruba daha ayrılmıştır. 1. Grup köfte örneklerine (1) Kontrol (öğütülmüş çörek otu ilave edilmeyen) (S0), (2) %0,5 (S1), (3) %1 (S2), (4) ve %2,5 (S3) oranlarında 35 °C'de ısıtma işlemi uygulanarak öğütülen çörek otu tohumu, 2. Gruba ise yine aynı oranlarda 60 °C'de ısıtma işlemi uygulanarak öğütülen çörek otu tohumu ilave edilen köfte örnekleri hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlar homojen hale gelene kadar ayrı ayrı elle yoğrulmuş ve şekil verilen köftelerden (30-40 g), duyuşal, kimyasal ve fiziksel analizlerde yetecek kadar sayıda örnek polistiren tabaklara konulup kilitli poşetlerde 4 °C'de 10 gün süreyle bir buzdolabında analizler süresince depolanmıştır. Hazırlanan köfte örneklerinde 0., 3., 7. ve 10. günlerde pH, TBA, su aktivitesi ve renk analizleri yapılmıştır. Denemeler iki tekerrürlü ve her bir tekerrür de üç paralel olacak şekilde yürütülmüştür.

Duyuşal analizlere başlamadan önce her bir gruptaki köfte örnekleri orta sıcaklıkta (170–180 °C) çalıştırılan bir elektrikli ızgarada alt-üst çevrilerek 20 dakika süreli pişirme işlemi uygulanmıştır. Yarı eğitimli Ziraat Fakültesi personelinden 8 panelist duyuşal değerlendirmeye katılarak, Hedonik testte istenilen parametreleri 9 puan (en iyi)'dan 1 puan (en kötü)'a kadar puanlamışlardır. Duyuşal analizde tat-lezzet, koku, görünüş, tekstür ve genel kabul edilebilirlik kriterleri değerlendirilmiştir. Duyuşal analizler 0., 3. ve 7. günlerde yapılmıştır. Depolamanın 10. gününde köfte örneklerinde bozulmalar başladığı için duyuşal değerlendirmeye alınmamıştır.

3.3 Analiz Metotları

3.3.1 Su miktarının belirlenmesi

Her bir gruptaki parçalanmış köfte örnekleri ayrı ayrı homojen hale getirildikten sonra 5-10 g bir kurutma kabına alınmış ve 105 ± 2 °C'ye ayarlı etüvde sabit tartıma gelinceye kadar yaklaşık 12 saat tutulmuştur. Etüvden çıkarılan kurutma kapları desikatöre konulup oda sıcaklığına kadar soğutulup, tartılmıştır (AOAC 2000).

3.3.2 Protein miktarının belirlenmesi

Her bir gruptaki parçalanmış ve homojen hale getirilmiş köfte örneklerinden 5-10 g tartılarak içinde kaynama taşı, susuz potasyum sülfat ve bakır-2-sülfat bulunan Kjeldahl balonu içine konulmuş ve Kjeldahl balonuna sülfirik asit ilave edilerek renk tamamen berrak oluncaya kadar ısıtma cihazında asitle parçalanması sağlanmıştır. Balon 40 °C'ye soğutulup borik asit+sodyum hidroksit çözeltisi ile distile edildikten sonra hidroklorik asit çözeltisi ile titre edilmiştir. Sonuç 6.25 faktörü ile çarpılarak (%) protein miktarı olarak hesaplanmıştır (AOAC 2000).

3.3.3 Yağ miktarının belirlenmesi

Her bir gruptaki parçalanmış köfte örnekleri ayrı ayrı homojen hale getirildikten sonra 3-5 g bir kartuş içine aktarılıp tartılmıştır. Bu kartuş ekstraksiyon cihazında ekstraksiyon başlığına yerleştirilerek, çözücü olarak dietileter ile yaklaşık 6 saat süreyle, ekstrakte edilmiş ve ekstraksiyon kartüşü daha sonra etüvde 105 ± 2 °C' de 1 saat süreyle tutulup, ardından oda sıcaklığına soğutulduktan sonra tartılmıştır (AOAC 2000).

3.3.4 pH değerlerinin belirlenmesi

Homojen hale getirilmiş her bir köfte örneğinden ayrı ayrı 10 g tartılıp beher içerisine konulmuş ve üzerine 100 ml saf su ilave edilmiştir. Uygun bir karıştırıcı ile örnek 1 dakika karıştırılarak homojenize edilmiştir. Standardize edilmiş pH metre ile pH tayini yapılmıştır (Gökalp vd. 1995).

3.3.5 Tiobarbiturik asit (TBA) değerlerinin belirlenmesi

10 g örnek 50 °C'deki 50 ml saf su ile 2 dk. homojenize edilmiştir. Homojenat destilasyon balonuna aktarılmış ve üzerine 47.5 ml saf su daha eklenmiştir. Üzerine 2.5 ml HCl çözeltisi (%37'lik konsantre 1:2, HCl : saf su) ilave edilmiş ve toplam hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. Köpük önleyici olarak parafin, kaynamayı kolaylaştırmak amacıyla da kaynama taşları konulmuş ve sonra destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Yaklaşık 50 ml destilat toplanana kadar destilasyona devam edilmiştir. 5 ml destilat kapaklı tüplere alınıp üzerine 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Şahit deneme için de 5 ml saf suya 5 ml TBA reaktifi eklenmiştir. Tüpler iyice karıştırıldıktan sonra kaynar su banyosuna konulup 35 dk. bekletilmiş, daha sonra 10 dk. su içinde soğutulmuştur. Hafif pembe renge sahip çözeltiler spektrofotometre küvetlerine aktarılmış, şahide karşı 538 nm'de absorbans okunmuş ve belirlenen katsayı (7,8) ile çarpılarak TBA sayısı mg malonaldehit/kg örnek olarak hesaplanmıştır (Gökalp vd. 1995).

3.3.6 Su aktivitesi değerlerinin belirlenmesi

Denemelerden elde edilen her bir köfte örneğinin ayrı ayrı su aktivitesi değerleri Troller vd. (1978)'nin önerdiği su aktivitesi tayin metoduna göre tespit edilmiştir.

3.3.7 Renk değerlerinin belirlenmesi

Köfte örneklerinin renk ölçümleri oda sıcaklığında (20±2 °C); D₆₅, 2° gözlem aydınlatıcılı chromameter CR-400'in (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan) Diffuse/O mode, aydınlatma ve ölçüm için 8 mm diyafram açıklığı kullanılarak belirlenmiştir.

Enstrüman, ölçümden önce beyaz referanslı fayans ile ($L^*=97,10$, $a^*=-4.88$, $b^*=7,04$) kalibre edilmiştir. L^* , a^* (\pm kırmızı-yeşil) ve b^* (\pm sarı-mavi) renk koordineleri CIELab renk skalasına göre belirlenmiştir (Hunt *et al.* 1991). Ölçümler doğrudan örneklerin 3 farklı noktasından okumalar yapılarak tamamlanmıştır.

3.3.8 Duyusal analizler

Sığır eti kıymalarından yapılan köftelere kontrol ve altı ayrı öğütülmüş çörek otu ilave edilmiş köfte grupları 170-180 °C’de iç sıcaklıkları 75 °C olacak şekilde alt-üst çevrilerek 20 dakika pişirilmiştir. Köfte gruplarının duyusal değerlendirilmeleri Çizelge 4.1’de verilen özellikler ile Hedonik skala kullanılarak yapılan duyusal analizde 1-9 arası puanlama sistemi uygulanarak, 9 “çok iyi”, 5 “ne iyi ne kötü” ve 1 “çok kötü” olarak değerlendirilmiştir (Anonymous 1988).

Çizelge 3.1 Köfte örneklerinin duyusal panel testi için kullanılan değerlendirme formu

Duyusal Kriterler	Kötü Çok İyi								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat-Lezzet									
Koku									
Tekstür									
Görünüş									
Genel Kabul									

3.3.12 İstatistikî analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler deneme desenine uygun olarak hazırlanan Çizelgeler halinde MINITAB Release 14.0 (Minitab 2000) programı kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve analiz sonuçları istatistikî olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiş ve uygulama grupları arasında farklılık olup olmadığı ortaya konmuştur (MstatC 1986).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1 Kimyasal Analiz Sonuçları

Araştırmada kullanılan sığır etinin ortalama su miktarı %68.76, protein miktarı %20.43, yağ miktarı %9.00 ve pH değeri 5.76 olarak bulunmuştur.

4.1.1 Su, protein ve yağ miktarı sonuçları

Köfte örneklerinin ortalama su, protein ve yağ miktarları sırası ile % 61.58–63.29, %19.37–20.71 ve %7.79–8.28 arasında olduğu belirlenmiştir.

4.1.2 pH değerleri

Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin pH değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.1’de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; köfte örneklerinin pH değerleri üzerine çörek otu oranı (B), depolama süresi (C), ile “AxB” ve “BxC” interaksiyonlarının etkisi istatistikî açıdan önemli ($P<0,01$; $P<0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.1 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KO	F
Çörek otu (A)	1	0,000143	0,08ös
Çörek otu oranı (B)	3	0,050409	9,11**
Depolama süresi (C)	3	0,640584	115,75**
AxB	3	0,021609	3,90*
AxC	3	0,001209	0,22ös
BxC	9	0,080028	4,82**
AxB xC	9	0,019578	1,18ös
Hata	96	0,177100	-

(**) $P<0.01$ seviyesinde önemli, (*) $P<0.05$ seviyesinde önemli, ös: önemsiz

Çizelge 4.2 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	N	pH
Çörek otu (A)		
35 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SY)	64	5,93
60 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SG)	64	5,93
Çörek otu oranı (%) (B)		
0.0 (S0)	32	5,90
0.5 (S1)	32	5,92
1.0 (S2)	32	5,94
2.0 (S3)	32	5,95
Depolama süresi (gün) (C)		
0.(G0)	32	5,95
3.(G1)	32	5,81
7.(G2)	32	5,97
10.(G3)	32	5,98
AxB		
SYxS0	16	5,90
SYxS1	16	5,94
SYxS2	16	5,93
SYxS3	16	5,95
SGxS0	16	5,90
SGxS1	16	5,89
SGxS2	16	5,96
SGxS3	16	5,95
AxC		
SYxG0	16	5,95
SYxG1	16	5,80
SYxG2	16	5,98
SYxG3	16	5,98
SGxG0	16	5,95
SGxG1	16	5,81
SGxG2	16	5,97
SGxG3	16	5,98
BxC		
S0xG0	8	5,95
S0xG1	8	5,75
S0xG2	8	5,98
S0xG3	8	5,93
S1xG0	8	5,93
S1xG1	8	5,77
S1xG2	8	5,98
S1xG3	8	5,96
S2xG0	8	5,95
S2xG1	8	5,84
S2xG2	8	5,96
S2xG3	8	6,02
S3xG0	8	5,95
S3xG1	8	5,86
S3xG2	8	5,97
S3xG3	8	6,02

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$; * $P < 0,05$).

Çizelge 4.2 (Devamı) Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığıret köftelerinin pH değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	N	Ph
<i>AxBxC</i>		<i>Önemsiz</i>
SYxS0xG0	4	5,95
SYxS0xG1	4	5,75
SYxS0xG2	4	5,98
SYxS0xG3	4	5,93
SYxS1xG0	4	5,93
SYxS1xG1	4	5,79
SYxS1xG2	4	6,03
SYxS1xG3	4	5,98
SYxS2xG0	4	5,93
SYxS2xG1	4	5,84
SYxS2xG2	4	5,94
SYxS2xG3	4	5,98
SYxS3xG0	4	5,95
SYxS3xG1	4	5,85
SYxS3xG2	4	5,97
SYxS3xG3	4	6,03
SGxS0xG0	4	5,95
SGxS0xG1	4	5,75
SGxS0xG2	4	5,98
SGxS0xG3	4	5,93
SGxS1xG0	4	5,93
SGxS1xG1	4	5,76
SGxS1xG2	4	5,94
SGxS1xG3	4	5,93
SGxS2xG0	4	5,93
SGxS2xG1	4	5,85
SGxS2xG2	4	5,98
SGxS2xG3	4	6,06
SGxS3xG0	4	5,95
SGxS3xG1	4	5,88
SGxS3xG2	4	5,97
SGxS3xG3	4	6,00

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

4.1.3 Tiobarbiturik asit (TBA) değerleri

Lipit oksidasyonunun derecesini belirlemede kullanılan TBA sayısı, oksidasyonun üçüncü aşamasında oluşan keton ve aldehit gibi karbonil bileşiklerin konsantrasyonunu ölçmektedir. Bu bileşikler yağlı gıdalarda genel olarak ransid tat olarak adlandırılan, gıdaların kabul edilemez duruma gelmesine veya raf ömürlerini düşüren çeşitli kötü tat ve kokuların oluşmasına neden olmaktadır (Nawar 1985, Shermin 1990, Üstün ve Turhan 1999). Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığıreti köftelerinin TBA değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.3’de, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.4’de

verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; köfte örneklerinin TBA değeri üzerine çörek otu tohumu (B) ve depolama süresi (B) ile “BxC” interaksyonunun etkisi istatistikî açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin TBA değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KO	F
Çörek otu (A)	1	0,05823	2,26**
Çörek otu oranı (B)	3	0,94835	36,82**
Depolama süresi (C)	3	1,75060	67,97**
AxB	3	0,00790	0,31ös
AxC	3	0,04055	1,57ös
BxC	9	0,38801	15,07**
AxB xC	9	0,04977	1,95ös
Hata	96	0,02575	-

(**) $P<0.01$ seviyesinde önemli, ös: önemsiz

Çizelge 4.4 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin TBA değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	N	TBA (mg malonaladehit/kg örnek)
Çörek otu (A)		**
35 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SY)	64	0,761
60 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SG)	64	0,718
Çörek otu oranı (%) (B)		**
0.0 (S0)	32	0,975
0.5 (S1)	32	0,693
1.0 (S2)	32	0,727
2.0 (S3)	32	0,563
Depolama süresi (gün) (C)		**
0.(G0)	32	0,449
3.(G1)	32	0,652
7.(G2)	32	0,910
10.(G3)	32	0,947
AxB		Önemsiz
SYxS0	16	0,975
SYxS1	16	0,715
SYxS2	16	0,753
SYxS3	16	0,601
SGxS0	16	0,975
SGxS1	16	0,671
SGxS2	16	0,701
SGxS3	16	0,526
AxC		önemsiz
SYxG0	16	0,450
SYxG1	16	0,658
SYxG2	16	0,916
SYxG3	16	1,022
SGxG0	16	0,450
SGxG1	16	0,646
SGxG2	16	0,905
SGxG3	16	0,873
BxC		**
S0xG0	8	0,450
S0xG1	8	0,610
S0xG2	8	1,488
S0xG3	8	1,353
S1xG0	8	0,450
S1xG1	8	0,620
S1xG2	8	0,845
S1xG3	8	0,858
S2xG0	8	0,450
S2xG1	8	0,737
S2xG2	8	0,740
S2xG3	8	0,983
S3xG0	8	0,450
S3xG1	8	0,640
S3xG2	8	0,568
S3xG3	8	0,595

^{a-b} Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

Çizelge 4.4 (Devamı) Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin TBA değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	N	TBA (mg malonaladehit/kg örnek)
<i>AxBxC</i>		<i>önemsiz</i>
SYxS0xG0	4	0,450
SYxS0xG1	4	0,610
SYxS0xG2	4	1,488
SYxS0xG3	4	1,353
SYxS1xG0	4	0,450
SYxS1xG1	4	0,646
SYxS1xG2	4	0,889
SYxS1xG3	4	0,876
SYxS2xG0	4	0,450
SYxS2xG1	4	0,692
SYxS2xG2	4	0,646
SYxS2xG3	4	1,227
SYxS3xG0	4	0,450
SYxS3xG1	4	0,683
SYxS3xG2	4	0,640
SYxS3xG3	4	0,632
SGxS0xG0	4	0,450
SGxS0xG1	4	0,610
SGxS0xG2	4	1,488
SGxS0xG3	4	1,353
SGxS1xG0	4	0,450
SGxS1xG1	4	0,595
SGxS1xG2	4	0,802
SGxS1xG3	4	0,841
SGxS2xG0	4	0,450
SGxS2xG1	4	0,782
SGxS2xG2	4	0,835
SGxS2xG3	4	0,739
SGxS3xG0	4	0,450
SGxS3xG1	4	0,599
SGxS3xG2	4	0,497
SGxS3xG3	4	0,558

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

TBA sayısının antioksidan ilavesiz ve doğal antioksidan ilaveli et ve su ürünlerinde depolama süresince arttığı değişik araştırmacılar (Vareltzis ve ark. 1997, El-Alim ve ark. 1999, Cheah ve Hasim 2000, Formanek ve ark. 2001, Kaprinska ve ark. 2001, McCarthy ve ark. 2001a, McCarthy ve ark., 2001b, Ahn ve ark. 2002, Sanchez-Escalante ve ark., 2003; Gimenez ve ark. 2004, O’Sullivan ve ark., 2004; Fernandez-Lopez ve ark., 2005; Hassan ve Fan, 2005; Juntachote ve ark., 2006; Lin ve Lin, 2005; Mitsumoto ve ark., 2005; Rey ve ark., 2005) tarafından da ortaya konulmuştur.

4.1.4 Su aktivitesi değerleri

Farklı oranlarda öğütölmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığıreti köftelerinin su aktivitesi değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.5’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 5.8’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçları incelendiğinde; köfte örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine çörek otu, çörek otu oranı ve depolama süresi ile “BxC” ve “AxBxC” interaksyonlarının etkisi istatistikî açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Farklı oranlarda öğütölmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin su aktivitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KO	F
Çörek otu (A)	1	0,001445	8,50**
Çörek otu oranı (B)	3	0,013426	26,35**
Depolama süresi (C)	3	0,121796	717,02**
AxB	3	0,000243	1,43ös
AxC	3	0,000389	2,29ös
BxC	9	0,003855	22,69**
AxB xC	9	0,000485	2,86**
Hata	96	0,000170	-

(**) $P<0.01$ seviyesinde önemli, ös: önemsiz

Çizelge 4.6 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin su aktivitesi değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	N	Su aktivitesi (a_w)
Çörek otu (A)		**
35 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SY)	64	0,928
60 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SG)	64	0,935
Çörek otu oranı (%) (B)		**
0.0 (S0)	32	0,918
0.5 (S1)	32	0,935
1.0 (S2)	32	0,928
2.0 (S3)	32	0,946
Depolama süresi (gün) (C)		**
0.(G0)	32	0,987
3.(G1)	32	0,966
7.(G2)	32	0,927
10.(G3)	32	0,847
AxB		Önemsiz
SYxS0	16	0,918
SYxS1	16	0,928
SYxS2	16	0,925
SYxS3	16	0,942
SGxS0	16	0,918
SGxS1	16	0,942
SGxS2	16	0,932
SGxS3	16	0,949
AxC		önemsiz
SYxG0	16	0,987
SYxG1	16	0,963
SYxG2	16	0,925
SYxG3	16	0,839
SGxG0	16	0,987
SGxG1	16	0,969
SGxG2	16	0,929
SGxG3	16	0,855
BxC		**
S0xG0	8	0,987
S0xG1	8	0,957
S0xG2	8	0,886
S0xG3	8	0,841
S1xG0	8	0,987
S1xG1	8	0,958
S1xG2	8	0,963
S1xG3	8	0,833
S2xG0	8	0,987
S2xG1	8	0,971
S2xG2	8	0,896
S2xG3	8	0,859
S3xG0	8	0,987
S3xG1	8	0,979
S3xG2	8	0,963
S3xG3	8	0,855

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

Çizelge 4.6 (Devamı) Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin su aktivitesi değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	N	Su aktivitesi (a_w)
<i>AxBxC</i>		**
SYxS0xG0	4	0,987
SYxS0xG1	4	0,957
SYxS0xG2	4	0,886
SYxS0xG3	4	0,841
SYxS1xG0	4	0,987
SYxS1xG1	4	0,956
SYxS1xG2	4	0,966
SYxS1xG3	4	0,806
SYxS2xG0	4	0,987
SYxS2xG1	4	0,967
SYxS2xG2	4	0,887
SYxS2xG3	4	0,860
SYxS3xG0	4	0,987
SYxS3xG1	4	0,972
SYxS3xG2	4	0,962
SYxS3xG3	4	0,849
SGxS0xG0	4	0,987
SGxS0xG1	4	0,957
SGxS0xG2	4	0,887
SGxS0xG3	4	0,841
SGxS1xG0	4	0,987
SGxS1xG1	4	0,960
SGxS1xG2	4	0,961
SGxS1xG3	4	0,861
SGxS2xG0	4	0,987
SGxS2xG1	4	0,976
SGxS2xG2	4	0,906
SGxS2xG3	4	0,859
SGxS3xG0	4	0,987
SGxS3xG1	4	0,986
SGxS3xG2	4	0,963
SGxS3xG3	4	0,861

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

4.1.5 Renk değerleri

Et ve et ürünlerinin tüketici tarafından tercihinde en önemli ve belki de tek özellik rengidir. Et rengi, bir protein olan myoglobinin kimyasal durumuna büyük ölçüde bağlıdır. Et rengi miyoglobin miktarı, ısı, sıcaklık, muhafaza süresi ve paketleme durumu gibi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Çoğu kez bu faktörlerin bir kombinasyonu et ürünlerinin rengini belirlemektedir. (Hettiarachchy ve ark., 1996). Oksijen myoglobine bağlandığında kiraz kırmızısı renk oluşmaktadır. Bu pigment oksimiyoglobin olarak bilinmektedir. Taze ette istenilmeyen kahverengileşme,

oksimyoglobinin metmyoglobine oksidasyonundan kaynaklanmaktadır. Yüksek oksidatif aktiviteye sahip kaslarda renk duyarlılığının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmalar, ette renk bozulmasının myoglobin oksidasyonu nedeniyle gerçekleştiğini ve bunun da lipid oksidasyonundan kaynaklandığını göstermektedir. Bununla birlikte bazı araştırmacılar, pigment oksidasyonunun, lipid oksidasyonunu başlatıcı etki yaptığını bildirmişlerdir (Turp 1999). Günümüzde gıda ürünlerinde rengin belirlenmesinde L^* , a^* ve b^* değerlerinden yaygın olarak yararlanılmaktadır.

4.1.5.1 L^* değeri

Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığırti köftelerinin L^* değerlerine (parlaklık) ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.7’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.7 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığırti köftelerinin L^* renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KO	F
Çörek otu (A)	1	0,11	0,01ös
Çörek otu oranı (B)	3	313,874	60,15**
Depolama süresi (C)	3	260,141	49,86**
AxB	3	0,613	0,12ös
AxC	9	2,209	0,42ös
BxC	9	62,978	12,07**
AxB xC	96	2,437	0,47ös
Hata	160	5,218	-

(**) $P < 0.01$ seviyesinde önemli, (*) $P < 0.05$ seviyesinde önemli, ös: önemsiz

4.1.5.2 a^* değeri

Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığırti köftelerinin a^* (kırmızılık) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.8’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.8 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin a^* renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KO	F
Çörek otu (A)	1	22,42	6,91**
Çörek otu oranı (B)	3	164,06	50,56**
Depolama süresi (C)	3	1448,17	446,30**
AxB	3	10,84	3,34*
AxC	9	11,37	3,50*
BxC	9	37,05	11,42**
AxB xC	96	10,95	3,38**
Hata	160	3,24	-

(**) $P < 0.01$ seviyesinde önemli, (*) $P < 0.05$ seviyesinde önemli

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi, köftelerin depolanması süresince, a^* değerleri için muamele grupları arasındaki fark istatistikî açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Depolama esnasında et ve et ürünlerinin a^* değerlerinde benzer düşüşler Bertelsen ve ark. (1991), McCarthy ve ark., (2001a), McCarthy ve ark., (2001b), Sanchez-Escalante ve ark. (2001), Sanchez-Escalante ve ark. (2003), Estevez ve ark. (2005), Fernandez-Lopez ve ark. (2005) ve Akarpat (2006) tarafından da belirlenmiştir.

4.1.5.3 b^* değeri

Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığıretti köftelerinin b^* (sarılık) değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 5.9’da ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin b^* renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

VK	SD	KO	F
Çörek otu (A)	1	8,392	6,36*
Çörek otu oranı (B)	3	54,983	41,68**
Depolama süresi (C)	3	135,578	102,77**
AxB	3	7,732	5,86**
AxC	9	1,051	0,80ös
BxC	9	20,053	15,20**
AxB xC	96	2,359	1,79ös
Hata	160	1,319	-

(**) $P < 0.01$ seviyesinde önemli, (*) $P < 0.05$ seviyesinde önemli, ös: önemsiz

Çizelge 4.10 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	L^*	a^*	b^*
Çörek otu (A)		<i>önemsiz</i>	**	*
35 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SY)	64	38,68	16,61	7,29
60 °C’de ısıt işlem uygulanmış (SG)	64	38,66	15,93	6,87
Çörek otu oranı (%) (B)		**	**	**
0.0 (S0)	32	41,72	17,38	7,25
0.5 (S1)	32	39,77	18,28	8,48
1.0 (S2)	32	37,15	14,92	6,60
2.0 (S3)	32	36,06	14,98	5,98
Depolama süresi (gün) (C)		**	**	**
0.(G0)	32	40,93	23,11	8,31
3.(G1)	32	40,32	18,27	8,64
7.(G2)	32	37,37	12,43	6,24
10.(G3)	32	36,07	11,27	5,13
AxB		<i>önemsiz</i>	*	**
SYxS0	16	41,71	17,38	7,25
SYxS1	16	39,80	19,27	8,91
SYxS2	16	37,28	14,89	6,36
SYxS3	16	35,92	14,90	6,63
SGxS0	16	41,71	17,38	7,25
SGxS1	16	39,74	17,29	8,06
SGxS2	16	37,01	14,94	6,83
SGxS3	16	36,20	14,10	5,33
AxC		<i>önemsiz</i>	*	<i>önemsiz</i>
SYxG0	16	40,93	23,05	8,35
SYxG1	16	40,49	18,19	8,77
SYxG2	16	37,52	13,32	6,58
SYxG3	16	35,78	11,89	5,46
SGxG0	16	40,93	23,17	8,27
SGxG1	16	40,15	18,34	8,51
SGxG2	16	37,22	11,54	5,89
SGxG3	16	36,36	10,66	4,81
BxC		**	**	**
S0xG0	8	40,93	23,17	8,27
S0xG1	8	42,44	19,80	10,16
S0xG2	8	43,42	14,96	6,10
S0xG3	8	40,06	11,59	4,47
S1xG0	8	40,93	22,92	8,27
S1xG1	8	40,74	21,23	10,06
S1xG2	8	39,36	15,88	8,79
S1xG3	8	38,07	13,09	6,81
S2xG0	8	40,93	23,17	8,44
S2xG1	8	40,92	15,37	7,52
S2xG2	8	33,60	10,96	6,64
S2xG3	8	33,13	10,17	3,79
S3xG0	8	40,93	23,17	8,27
S3xG1	8	37,18	16,67	6,81
S3xG2	8	33,11	7,90	3,41
S3xG3	8	33,02	10,25	5,44

^{a-b} Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

Çizelge 4.10 (Devamı) Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığıret köftelerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	L^*	a^*	b^*
<i>AxBxC</i>		<i>Önemsiz</i>	<i>**</i>	<i>önemsiz</i>
SYxS0xG0	4	40,93	23,17	8,27
SYxS0xG1	4	42,44	19,80	10,16
SYxS0xG2	4	43,42	14,96	6,10
SYxS0xG3	4	40,06	11,59	4,47
SYxS1xG0	4	40,93	22,67	8,27
SYxS1xG1	4	41,03	23,14	10,69
SYxS1xG2	4	40,20	17,90	9,43
SYxS1xG3	4	37,05	13,39	7,23
SYxS2xG0	4	40,93	23,17	8,60
SYxS2xG1	4	41,01	14,06	6,42
SYxS2xG2	4	34,00	11,99	6,80
SYxS2xG3	4	33,19	10,35	3,62
SYxS3xG0	4	40,93	23,17	8,27
SYxS3xG1	4	37,45	15,78	7,80
SYxS3xG2	4	32,47	8,41	3,99
SYxS3xG3	4	32,79	12,22	6,46
SGxS0xG0	4	40,93	23,17	8,27
SGxS0xG1	4	42,44	19,80	10,16
SGxS0xG2	4	43,42	14,96	6,10
SGxS0xG3	4	40,06	11,59	4,47
SGxS1xG0	4	40,93	23,17	8,27
SGxS1xG1	4	40,45	19,32	9,43
SGxS1xG2	4	38,53	13,86	8,14
SGxS1xG3	4	39,08	12,80	6,39
SGxS2xG0	4	40,93	23,17	8,27
SGxS2xG1	4	40,83	16,68	8,63
SGxS2xG2	4	33,20	9,93	6,49
SGxS2xG3	4	33,07	9,98	3,96
SGxS3xG0	4	40,93	23,17	8,27
SGxS3xG1	4	36,87	17,56	5,82
SGxS3xG2	4	33,74	7,39	2,83
SGxS3xG3	4	33,24	8,72	4,41

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

4.2.6. Duyusal analiz sonuçları

Buzdolabı şartlarında depolanan, farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığıret köftelerinin duyusal test değerlerine ait Varyans Analizi sonuçları Çizelge 4.11’de ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin duyuusal özelliklerinin değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Duyusal özellik	VK	SD	KO	F
Tat-lezzet	Çörek otu (A)	1	0,521	0,18ös
	Çörek otu oranı (B)	3	6,944	2,37ös
	Depolama süresi (C)	2	26,359	8,98**
	AxB	3	1,910	0,65ös
	AxC	2	0,068	0,02ös
	BxC	6	1,408	0,48ös
	AxB xC	6	1,061	0,36ös
	Hata	168	2,936	-
Koku	Çörek otu (A)	1	2,083	0,86ös
	Çörek otu oranı (B)	3	11,076	4,55**
	Depolama süresi (C)	2	15,224	6,25**
	AxB	3	2,694	1,11ös
	AxC	2	0,536	0,22ös
	BxC	6	6,488	2,66ös
	AxB xC	6	0,356	0,15ös
	Hata	168	2,435	-
Tekstür	Çörek otu (A)	1	1,333	0,55ös
	Çörek otu oranı (B)	3	27,333	11,36**
	Depolama süresi (C)	2	13,609	5,66**
	AxB	3	0,278	0,12ös
	AxC	2	0,505	0,21ös
	BxC	6	2,943	1,22ös
	AxB xC	6	0,616	0,26ös
	Hata	168	2,406	-
Görünüş	Çörek otu (A)	1	1,88	0,79ös
	Çörek otu oranı (B)	3	68,450	28,63**
	Depolama süresi (C)	2	3,755	1,57ös
	AxB	3	0,519	0,22ös
	AxC	2	0,161	0,07ös
	BxC	6	3,637	1,52ös
	AxB xC	6	1,238	0,52ös
	Hata	168	2,391	-
Genel Kabul	Çörek otu (A)	1	1,021	0,48ös
	Çörek otu oranı (B)	3	24,201	11,29**
	Depolama süresi (C)	2	17,828	8,31**
	AxB	3	0,118	0,06ös
	AxC	2	0,474	0,22ös
	BxC	6	1,321	0,62ös
	AxB xC	6	0,342	0,16ös
	Hata	168	2,144	-

(**) $P < 0.01$ seviyesinde önemli, (*) $P < 0.05$ seviyesinde önemli, ös: önemsiz

Çizelge 4.12 Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin duyuşal değelerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	Tat- Lezzet	Koku	Tekstür	Görünüş	Genel Kabul
Çörek otu (A)		<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>
35 °C’de ısıı işlem uygulanmış (SY)	96	6,55	6,18	5,92	6,19	6,35
60 °C’de ısıı işlem uygulanmış (SG)	96	6,45	5,97	6,08	5,99	6,21
Çörek otu oranı (%) (B)		<i>önemsiz</i>	**	**	**	**
0.0 (S0)	48	6,17	5,54	6,08	7,08	6,42
0.5 (S1)	48	6,96	6,63	6,83	6,83	7,02
1.0 (S2)	48	6,67	6,29	6,08	6,00	6,38
2.0 (S3)	48	6,21	5,83	5,00	4,44	5,32
Depolama süresi (gün) (C)		**	**	**	<i>önemsiz</i>	**
0.(G0)	64	7,22	6,61	6,53	6,33	6,89
3.(G1)	64	6,30	5,95	5,70	5,84	5,98
7.(G2)	64	5,98	5,66	5,77	6,09	5,97
AxB		<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>
SYxS0	24	6,17	5,54	6,08	7,08	6,42
SYxS1	24	6,75	6,58	6,79	7,00	7,13
SYxS2	24	6,88	6,29	5,96	6,21	6,46
SYxS3	24	6,42	6,29	4,83	4,46	5,42
SGxS0	24	6,17	5,54	6,08	7,08	6,42
SGxS1	24	7,17	6,67	6,88	6,67	6,92
SGxS2	24	6,46	6,29	6,21	5,79	6,29
SGxS3	24	6,00	5,38	5,17	4,42	5,21
AxC		<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>
SYxG0	32	7,28	6,78	6,38	6,41	7,06
SYxG1	32	6,38	6,09	5,72	6,00	6,00
SYxG2	32	6,00	5,66	5,66	6,16	6,00
SGxG0	32	7,16	6,44	6,69	6,25	6,72
SGxG1	32	6,22	5,81	5,69	5,69	5,97
SGxG2	32	5,97	5,66	5,88	6,03	5,94
BxC		<i>önemsiz</i>	*	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>
S0xG0	16	7,25	7,00	7,00	7,75	7,38
S0xG1	16	6,00	5,38	5,75	7,13	6,13
S0xG2	16	5,25	4,25	5,50	6,38	5,75
S1xG0	16	7,69	6,94	7,44	7,06	7,69
S1xG1	16	6,56	6,69	6,56	6,38	6,56
S1xG2	16	6,63	6,25	6,50	7,06	6,81
S2xG0	16	7,25	6,38	6,56	6,06	6,94
S2xG1	16	6,63	6,32	6,06	5,44	6,13
S2xG2	16	6,13	6,19	5,63	6,50	6,06
S3xG0	16	6,69	6,13	5,13	4,44	5,56
S3xG1	16	6,00	5,44	4,44	4,44	5,13
S3xG2	16	5,94	5,94	5,44	4,44	5,25

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

Çizelge 4.16 (Devamı) Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin L^* , a^* ve b^* renk değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Faktör	n	Tat- Lezzet	Koku	Tekstür	Görünüş	Genel Kabul
<i>AxBxC</i>		<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>	<i>önemsiz</i>
SYxS0xG0	8	7,25	7,00	7,00	7,75	7,38
SYxS0xG1	8	6,00	5,38	5,75	7,13	6,13
SYxS0xG2	8	5,25	4,25	5,50	6,38	5,75
SYxS1xG0	8	7,63	7,00	7,38	7,00	7,88
SYxS1xG1	8	6,50	6,63	6,63	6,50	6,50
SYxS1xG2	8	6,13	6,13	6,38	7,50	7,00
SYxS2xG0	8	7,63	6,63	6,50	6,13	7,25
SYxS2xG1	8	6,88	6,38	6,13	5,75	6,25
SYxS2xG2	8	6,13	5,88	5,25	6,75	5,88
SYxS3xG0	8	6,63	6,50	4,63	4,75	5,75
SYxS3xG1	8	6,13	6,00	4,38	4,63	5,13
SYxS3xG2	8	6,50	6,38	5,50	4,00	5,38
SGxS0xG0	8	7,25	7,00	7,00	7,75	7,38
SGxS0xG1	8	6,00	5,38	5,75	7,13	6,13
SGxS0xG2	8	5,25	4,25	5,50	6,38	5,75
SGxS1xG0	8	7,75	6,88	7,50	7,13	7,50
SGxS1xG1	8	6,63	6,75	6,50	6,25	6,63
SGxS1xG2	8	7,13	6,38	6,63	6,63	6,63
SGxS2xG0	8	6,88	6,13	6,63	6,00	6,63
SGxS2xG1	8	6,38	6,25	6,00	5,13	6,00
SGxS2xG2	8	6,13	6,50	6,00	6,25	6,25
SGxS3xG0	8	6,75	5,75	5,63	4,13	5,38
SGxS3xG1	8	5,88	4,88	4,50	4,25	5,13
SGxS3xG2	8	5,38	5,50	5,38	4,88	5,13

^{a-b}Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (** $P < 0,01$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinin bazı kalite özelliklerine etkisini konu alan bu araştırmada elde edilen sonuçları ve bu sonuçlara ait önerileri şu şekilde sıralayabiliriz.

pH değerleri bakımından muamele grupları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Genel olarak tüm köfte örneklerinde en yüksek pH değerleri depolamanın 10.gününde bulunurken, en düşük pH değerleri ise depolamanın 3.gününde bulunmuştur. Tüm köfte grubu örneklerinde depolama süresince pH değerlerinde bir azalma ve daha sonra bir artış görülmüştür.

Yapılan analizlerde, buzdolabı şartlarında depolama süresince köfte örneklerinin TBA değerlerinin 0.53 ila 0.98 mg malonaldehit/kg örnek arasında değiştiği belirlenmiştir. Depolanan köfte örneklerinin depolama süresince su aktivitesi (a_w) değerleri 0.918 ila 0.949 arasında değişmiştir.

Duyusal analiz sonuçları bakımından köfte örneklerinin muameleleri arasında fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Fakat genel kabul edilebilirlik kriterlerinde en yüksek puanları %0,5 oranında ilave edilen köfte örneği almıştır. Farklı oranlarda öğütülmüş çörek otu tohumu ilave edilerek üretilen sığır eti köftelerinde, çalışılan depolama kriterleri dikkate alındığında bu tip ürünlerde öğütülmüş çörek otu tohumu kullanımını önerebiliriz. Ayrıca doğal antioksidanlar üzerine çalışmaların yoğunlaştırılması ve her ürün için etkin dozlarının ortaya konulması önem arz etmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Aal ESM, Attia RS. (1993). Characterization of black cumin (*Nigella sativa*) seeds. 2-Proteins. *Alexandria Science Exchange*, **14**: 483–496.
- Abdel-Fattah, A., Matsumoto, K., Watanabe, H. (2000). Antinociceptive effects of *Nigella sativa* oil and its major component, thymoquinone, in mice. *European Journal of Pharmacology*, **400**: 89–97
- Aboul-Ela, E. I. (2002). Cytogenetic studies on *Nigella sativa* seeds extract and thymoquinone on mouse cells infected with schistosomiasis using karyotyping. *Mutation Research / Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, **516**: 11 – 17.
- al-Gaby A.M. (1998) Amino acid composition and biological effects of supplementing broad bean and corn proteins with *Nigella sativa* (black cumin) cake protein. *Nahrung*, **42**: 290–294.
- Al-Ghamdi M.S. (2001) The anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activity of *Nigella sativa*. *Journal of Ethnopharmacol*, **76**: 45–48.
- Ali, B.H.(2004). The effect of *Nigella sativa* oil on gentamicin nephrotoxicity in rats. *Am J Chin Med*, **32**: 49 – 55.
- Aljabre, S. H., M., Randhawa, M. A., Akhtar, N., Alakloby, O. M., Alqurashi, A. M., Aldossary, A. (2005). Antidermatophyte activity of ether extract of *Nigella sativa* and its active principle, thymoquinone. *Journal of Ethnopharmacology*, **101**: 116–119
- Al-Jassir M.S. (1992) Chemical composition and microflora of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds growing in Saudi Arabia. *Food Chemistry*, **45**: 239– 242.
- Al-Naggar, T.B., Gomez-Serranillos, M. P., Carretero, M. E., Villar, A. M. (2003). Neuropharmacological activity of *Nigella sativa* L. extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, **88**: 63-68
- Al-Okbi, S. Y., Ammar, N. M., Soroor, K. A., Mohammed, D. A. (2000). Impact of natural oils supplements on disease activity and antioxidant state of egyptian patents with rheumatoid arthritis. *Medical Journal of Islamic Academy of Sciences*, **13**: 4, 161-171

- Anonymous, 1991. The Secrets of Shelflife (Ingredient Technology). *Dairy Foods*, **92** (12): 59-60.
- Aparicio R, Roda ., Albi MA, Gutie'rrez F. (1999). Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **47**: 4150–4155.
- Arslan, S. O., Gelir, E., Armutcu, F., Coskun, O., Gurel, A., Sayan, H., Celik, I. L. (2005). The protective effect of thymoquinone on ethanol-induced acute gastric damage in the rat. *Nutrition Research*, **25**: 673–680
- Atta, M.B. (2003). Some characteristics of *nigella* (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. *Food Chemistry*, **83**: 63–68.
- Awad, E. M.(2005). In vitro decreases of the fibrinolytic potential of cultured human fibrosarcoma cell line, HT1080, by *Nigella sativa* oil. *Phytomedicine*, **12**: 100-107
- Babayan VK, Koottungal D, Halaby GA. (1978). Proximate analysis, fatty acid and amino acid composition of *Nigella sativa* L. seeds. *Journal of Food Science*, **43**: 1315–1319.
- Badary, O. A, Abdelnaim, A. B., Abdel-Wahap, M. H.,Farid,M. A.Hamada, F. M. A. (2000). The influence of thymoquinone on doxorubicin-induced hyperlipidemic nephropathy in rats. *Toxicology*, **143**: 219–226
- Badary, O. A. (1999). Thymoquinone attenuates ifosfamide-induced Fanconi syndrome in rats and enhances its antitumor activity in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, **67**: 135–142
- Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Lognay, G., Drira, N. E. and Attia, H. (2004). Quality characteristics and oxidative stability of date seed oil during storage. *Food Science and Technology International*, **10**: 333–338.
- Bhatia, I.S. and Bajaj, K.L. (1972) Tannins in black-plum (*Syzygium cumini* L.) seeds. *Biochem J*, **128**: 56.
- Borenstein, B., 1972. Vitamins and Amino Acids. Ch. 3. In. "CRC Handbook of Food Additives " Second Ed. T.E. Furia (Ed.)> P 85. The Chemical Rubber Co., Cleveland, Ohio, USA.
- Boskabady, M. H., Shirmohammadi, B., Jandaghi, P. and Kaini, S. (2004). Possible mechanism(s) for relaxant effect of aqueous and macerated extracts from *Nigella sativa* on tracheal chains of guinea pig. *BMC Pharmacology*, **4**: 3-9

- Buck, D.F., (1984). Food Antioxidants-Application and Uses in Snack Foods. *Cereal Foods World* **29**(5): 301-303.
- Burtis, M. and Bucar, F. (2000). Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research*, **14**: 323 – 328.
- Caponio, F., Alloggio, V. and Gomes, T. (1999). Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of paste preparation techniques. *Food Chemistry*, **64**: 203–209.
- Cemeroğlu, B. ve J. Acar, 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Demeği Yayın No: 6, Ankara.
- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C. and Attia, H. (2007). *Nigella sativa* L.: Chemical composition and physicochemical characteristics of lipid fraction. *Food Chemistry*, **101**: 673 – 681.
- Chen, C.C., Pearson, A.M., Gray, J.I. and Merkel, R.A. (1984). Effects of salt and someantioksidant upon the TBA numbers of meat. *Food Chemistry*, **14**: 167-172.
- Chun, H., Shin, D.H., Hong, B.S., Cho, W.D., Cho, H.Y. and Yang, H.C. (2002). Biochemical properties of polysaccharides from black pepper. *Biol Pharm Bull*, **25**: 1203– 1208.
- Cinquanta, L., Esti, M. and La Notte, E. (1997). Evaluation of phenolic compounds in virgin olive oil during storage. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **74**: 1259–1264.
- Correa, A.D., Jokl, L. and Carlsson, R. (1986). Amino acid composition of some *Amaranthus* sp. grain proteins and of its fractions. *Arch Latinoam Nutr*, **36**: 466–76.
- Cort, W.M. (1974). Antioxidant Activity of Tocopherols, Askorbyl Palmitate, andAscorbic Acid and Their Mode of Action. *JAOCS*, **51** (7): 321-325.
- Çakmakçı, S. ve Gökalp, H.Y. (1992). Gıdalarda kısaca oksidasyon antioksidantlar vegıda sanayinde kullanılmaları. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Der., 23(2); 174-192.
- Daba, M. H. and Abdel-Rahman, M. S. (1998). Hepatoprotective activity of thymoquinone in isolated rat hepatocytes. *Toxicology Letters*, **95**: 23–29
- De Man, J.M. (1990). Principles of food chemistry. An AVI Book, Canada.
- Dinçer, A. (1987). Gıdalarda Kullanılan Antioksidantlar ve Fonksiyonlan. *GıdaSanayii*, **1**: 40-42.
- Dizezak, J.D. (1986). Preservatives: Antioxidants. *Food Technology*, september; 94-102.

- El-Abhar, H. S., Abdallah, D. M. and Saleh, S. (2003). Gastroprotective activity of *Nigella sativa* oil and its constituent, thymoquinone, against gastric mucosal injury induced by ischaemia/reperfusion in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, **84**: 251- 258
- El-Dakhakhny, M., Barakat, M., Abd El-Halim, M. and Aly, S. M. (2000). Short communication. Effects of *Nigella sativa* oil on gastric secretion and ethanolinduced ulcer in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, **72**: 299-304
- Elgün, A. ve Z. Ertugay, (1990). Tahıl işleme Teknolojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum.
- El-Mahmoudy, A., Matsuyama, H., Borgan, M. A., Shimizu, Y., Elsayed, M. G., Minamoto, N. and Takewaki, T. (2002). Thymoquinone suppresses expression of inducible nitric oxide synthase in rat macrophages. *International Immunopharmacology*, **2**: 1603–1611
- Fararh, K. M., Atoji, Y., Shimizu, Y., Shuna, T., Nikami, H., Takewaki, T. (2004). Mechanisms of the hypoglycaemic and immunopotentiating effects of *Nigella sativa* L. oil in streptozotocin-induced diabetic hamsters. *Research in Veterinary Science*, **77**: 123-129
- Fararh, K. M., Atoji, Y., Shimizu, Y. and Takewaki, T. (2002). Isulintropic properties of *Nigella sativa* oil in Streptozotocin plus Nicotinamide diabetic hamster. *Research in Veterinary Science*, **73**: 279–282
- Gad, A. M., El-Dakhakni M. and Hassan, M. (1963) Studies on the chemical composition of Egyptian *Nigella sativa* L. oil . *Planta Medica*, **11**: 134–138. .
- Gloria, H., Aguilera, J.M. (1998). Assessment of the quality of heated oils by differential scanning calorimetry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **46**: 1363–1368.
- Gordon, M. H. (2001). The development of oxidative rancidity in foods. In antioxidants in food practical applications. Edited by Pokorny, J., Yanishlieva, N and Gordon, M., CRC Pres, Woodhead Publishing Ltd., England.
- Gök, V. (2006). Antioksidant Kullanımının Fermente Sucukların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Gökalp, H.Y. (1985). Et Ürünlerine Katılan Nitrat, Nitrit Miktarının Azaltılması, N-Nitrosamin Oluşum Reaksiyonlarının Engellenmesi ve Gıdalarda N-Nitrosaminlerin Saptanması. *Gıda*, **10**(3): 161-167.
- Gray, J.I. and Monahan, J. (1992). Measurement of lipid oxidation in meat and meatproducts. *Trend in Food Science and Technology*, **3**: 315-319.
- Gray, J.I., Goma, E.A. and Buckley, D.J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, **43**: 111-123.
- Gutiérrez F. (1989). Determinación de la estabilidad oxidativa de aceites de oliva vírgenes : comparación entre el método A.O.M. y el método Rancimat. *Grasas y aceites*, **40**: 1-5.
- Hamama, A.A. and Nawaf, W.W. (1991). Tftenuaî Decotnposition of Some PbenolicAiMoxic,.rts. *J. Agric, Food Cherr.* **39**(6): 1063-1Cr'.
- Haq, A., Abdullatif, M., Lobo, P.I., Khabar, K.S., Sheth, K.V. and al-Sedairy, S.T. (1995). *Nigella sativa*: effect on human lymphocytes and polymorphonuclear leukocyte phagocytic activity.
- Hosseinzadeh, H. and Parvardeh, S. (2004). Anticonvulsant effects of thymoquinone, the major constituent of *Nigella sativa* seeds, in mice *Phytomedicine*, **11**: 56-64
- Houghton, P.J., Zarka, R., De La Heras, B. and Hoult, J.R.S. (1995). Fixed oil of *Nigella sativa* and derived thymoquinone inhibit eicosanoid generation in leukocytes and membrane lipid peroxidation. *Planta Medica*, **61**: 33 - 36.
- Hsu, S.Y. and Yu, S.H. (2002). Comparisons on 11 plant oil fat substitutes for low-fat kung-wans. *Journal of Food Engineering*, **51**: 215-220.
- Ilhan, A., Gürel, A., Armutçu, F., Kamışlı, S. and Iraz, M. (2005). Antiepileptogenic and antioxidant effects of *Nigella sativa* oil against pentylene tetrazol-induced kindling in mice. *Neuropharmacology*, **49**: 456-464
- Haq, A., Lobo, P.I., Al-Tufail, M., Rama, N.R. and Al-Sedairy, S.T. (1999). Immunomodulatory effect *Nigella sativa* proteins fractionated by ion exchange chromatography. *Int J Immunopharmacol*, **21**: 283-295.
- Kahveci, A. ve Bayındırlı, L. (1991). Gıda Katkı Maddelerinin Güvenilirliği ve Tabiiilik. *Araştırma Dergisi*, **32**: 2-25.

- Kalus, U., Pruss, A., Bystron, J., Jurecka, M., Smekalova, A., Lichius, J.J., et al. (2003). Effect of *Nigella sativa* (black seed) on subjective feeling in patients with allergic diseases. *Phytotherapy Research*, **17**: 1209– 1214.
- Kanner, J. (1994). Oxidative process in meat and meat products. *Meat Science*, **36**: 169-189.
- Kaya, M. S., Karal, M. ve Özbek, H. (2003). Çörek otu (*Nigella sativa*) tohumunun insan hücrel bağışıklık sisteminin CD3+, CD4+, CD8+ hücreleri ve toplam lökosit sayısı üzerine etkileri. *Genel Tıp Dergisi*, **13**(3):109-112
- Keskin, H. (1981). Besin Kimyası. I. Cilt (4. Bash). Fatih Yayınevi ve Matbaası, İstanbul.
- Khan, M. A., Ashfaq, M. K., Zuberi, H. S., Mahmood, M. S., Gilani, A. H. (2003). The in vivo antifungal activity of the aqueous extract from *Nigella sativa* seeds. *Phytotherapy Research*, **17**: 183– 6.
- Khayat, A. and Schwall, D. (1983). Lipid oxidation in seafood. *Food Technol.*, July; 130-140.
- Labuza, T.P. (1971). Kinetics of Lipid Oxidation in Foods. *CRC Crit. Rev. Food Technol.*, 2: 355.
- Ladikos, D. and Lougovois, V. (1990). Lipid oxidation in muscle foods. *Food Chemistry*, **35**: 295-314.
- Macleod, G. (1998). The Flavour of beef. In Flavor of meat, meat products and seafood. F. Shahidi. (Ed.) 2nd Ed. Blackie Academic and Professional. 429 p., London, England.
- Mahmoud, M.R, El-Abhar, H.S. and Saleh, S. (2002). The effect of *Nigella sativa* oil against the liver damage induced by *Schistosoma mansoni* infection in mice. *J Ethnopharmacol*, **79**: 1–11.
- Mazza, G. and Qi, H. (1992). Effect after-cooking darkening inhibitors on stability of frying oil and quality of French fries. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **69**: 847–853.
- Mc Gookin, B.J. and Augustin, M.A. (1991). Antioxidant Activity of Casein and Maillard Reaction Products From Casein-Sugar Mixtures. *J. Dairy Res.*, **58**(3): 313-120.

- Meral, I. and Kanter, M. (2003). Effects of *Nigella sativa* L. and *Urtica dioica* L. On selected mineral status and hematological values in CCl₄-treated rats. *Biological Trace Element Research*, **96**: 263–270.
- Meral, I., Yener, Z., Kahraman, T. and Mert, N. (2001). Effect of *Nigella sativa* on glucose concentration, lipid peroxidation, anti-oxidant defence system and liver damage in experimentally- induced diabetic rabbits. *Journal of Veterinary Medicine A Physiology Pathology Clinical*, **48**: 593–599.
- Monsauto, Co. (1985). Food Phosphaüs. Pübi. FI-85 11-LT. Nutrition Chemicals Div., St. Louis, Mo.
- Morsi, N.M. (2000). Antimicrobial effect of crude extracts of *Nigella sativa* on multiple antibiotics-resistant bacteria. *Acta Microbiologica Polonica*, **49**: 641-649.
- Nagi, M.N., Alam, K., Badary, O. A., Al-Shabanah, O. A., Al-Sawaf, H. A. and Al-Bekairi, A.M. (1999). Thymoquinone protects against carbon tetrachloride hepatotoxicity in mice via an antioxidant mechanism. *Biochemistry and Molecular Biology International*, **47**: 153–159.
- Nair, M. K. M., Vasudevan, P. and Venkitanarayanan, K. (2005). Antibacterial effect of black seed oil on *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, **16**: 395–398
- 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.
- Nergiz, C. ve Ünal, K. (1986). Lipidlerin bozulması üzerine metallerin etkileri. *E.Ü. Müh. Fak. Derg.* 4(1): 89-97.
- Nickavar, B., Mojab, F., Javidnia, K. and Amoli, M.A. (2003). Chemical composition of the fixed and volatile oils of *Nigella sativa* L. from Iran. *Z Naturforsch [C]*, **58**: 629–631.
- Omar, A., Ghosheh, S., Abdulghani, A., Houdi, A. and Crookscor, P.A. (1999). High performance liquid chromatographic analysis of the pharmacologically active quinones and related compounds in the oil of the black seed (*Nigella sativa* L). *J Pharm Biomed Anal*, **19**: 757-62.
- Oomah, B. D., Ladet, S., Godfrey, D. V., Liang, J. and Girard, B. (2000). Characteristics of raspberry (*Rubus idaeus* L.) seed oil. *Food Chemistry*, **69**: 187-193.

- Ostendorf, J.P. (1987). Antioxidants in the food industry. The first international Symposium on the Food Industry. *Food Additives*, 383-397.
- Owen, R.W., Giacosa, A., Hull, W.E., Haubner, R., Spiegelhalder, B. and Bartsh, H. (2000). The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *European Journal of Cancer*, **36**: 1235–1247.
- Özdalyan, B. (1991). Doğal Antioksidant Vitamiuler. *Gıda Sanayii*, **5**(3): 27.
- Ramadan, M.F. and Morsel, J.T. (2002). Characterization of phospholipid composition of black cumin (*Nigella sativa* L.) seed oil. *Nahrung*, **46**: 240–4.
- Riemenschneider, R.W. (1955). Oxidative Rancidity and Antioxidan. Tlandbook of Food ard Agriculat. F.C. Blanck (Ed.), Reinhold PublishingCorporation New York. Chapman Hail Ltd. London.
- Sahoo, J. and Anjaneyulu, A.S.R. (1997). Quality Improvement of ground buffalo meatby preblending with Sodium ascorbate. *Meat Science*, **46**(3): 277-247.
- Saldamlı, İ. (1985). Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler. Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Gıda Müh. Böl, Ankara.,
- Salem, M.L. (2005). Immunomodulatory and therapeutic properties of *Nigella sativa* L. seed. *International Immunopharmacology*, **5**: 1749–1770.
- Salem, M.L., Hossain, M.S. (2000). In vivo acute depletion of CD8(+) T cells before murine cytomegalovirus infection upregulated innate antiviral activity of natural killer cells. *International Journal of Immunopharmacology*, **22**: 707–718.
- Salem, M. L. (2005). Immunomodulatory and immunotherapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed. *International imunopharmacology*, **5**(13-14): 1749-1770.
- Salvador, M.D., Aranda, F., Go´mez-Alonso, S. and Fregapane, G. (2001). Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability. *Food Chemistry*, **74**: 267–274.
- Sezgin, N. (2006). Adaçayı (*Salvia spp.*) Bitkisinde Antioksidan Maddelerin Araştırılması. İstanbul Üniv., Fen Bil. Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Sherwin, E.R. (1976). Antioksidant for vegetable oils. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **53**: 430-436.
- Smith, S.J. and Alfawaz, M. (1995). Antioxidative activity of maillard reaction productsin cooked ground beef, sensory and TBA values. *Journal of Food Science*, 234-237.

- Sonntag, N.O.V. (1979). Bailey's Industrial Oil and Fat and Products. Vol. 1, 4 thed. D. Swem (Ed), A Wiley Interseince Publication, John Wiley Sons.New York. Chichester Brisbane, Toronto.
- Soyer, A. (1995). Dondurulmuş kolyoz (*Scomber japonicus*) balıklarında lipidoksidasyonu üzerine bazı antioksidanların ve vakum paketlenmenin etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 90s.
- Stuckey, B.N. (1972). Antioxidants as Food Stabilizers. Ch. 3. In "CRC Handbook of Food Additives." Second ed. T.E, Furia (Ed), P 115, The ChemicalRubber Co., Cleveland, Ohio, USA.
- Swamy, S. M. K. ve Tan B.K.H. (2000). Cytotoxic and immunopotentiating effects of ethanolic extract of *Nigella sativa* L. seeds. *Journal of Ethnopharmacology*, **70**: 1–7
- Takruri, H.M.H. and Dameh, M.A.F. (1998). Study of the nutritional value of black cumin seeds (*Nigella sativa* L.). *Journal of the Sciences of Food Agriculture*, **76**: 404–410.
- Tuck, K.L. and Hayball, P.J. (2002). Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *Journal of Nutritional Biochemistry*, **13**: 636–644.
- Türkdogan, M. K., Ozbek, H., Yener, Z., Tuncer, I., Uygan, I. and Ceylan, E. (2003). The Role of *Urtica dioica* and *Nigella sativa* in the Prevention of Carbon Tetrachloride-induced Hepatotoxicity in Rats. *Phytotherapy Research*, **17**: 942-946
- Üstun, G., Kent, L., Çekin, N. and Cilvelekoglu, H. (1990). Investigation of the technological properties of *Nigella sativa* (Black cumin) seed oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, **67**: 958–960.
- Wanasundara, U.N. and Shahidi, F. (1998). Antioxidant and pro-oxidant activity of green tea extracts in marine oils. *Food Chemistry*, **63**: 335-342.
- Worthen, D.R., Grosheh, O.A. and Crooks, P.A. (1998). The in vitro anti-tumor activity some crude and purified components of blackseed, *Nigella sativa* L. *Anticancer Research*, **18**: 1527–1532.
- Wu, S.Y. and Brewer, M.S. (1994). Soy protein isolate antioxidant effect on lipidperoxidation of ground beef microsomal lipid. *Journal of Food Science*, **59**(4): 702-706.

Zaoui, A., Cherrah, Y., Lacaille-Dubois, M., Settaf, A., Amarouch, H., Hassar, M. (2000). Diuretic and hypotensive effects *Nigella sativa* in the spontaneously hypertensive rat. *Therapie*, **55**(3): 379-382.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gülşah ATEŞ
Doğum Yeri ve Tarihi : 20.07.1988- KONYA
Yabancı Dili : İNGİLİZCE
İletişim (Telefon/e-posta) :05418853878/gulsahguclu88@hotmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Özel Lale Lisesi (2005)
Lisans :Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği
(2010)
Yüksek Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
(2014)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Ennur Et Ve Et Ürünleri (2011)

Yayımları (SCI ve diğer) :

Diğer konular