



**T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**BALIK YAĞI İÇEREN YUMURTA TAVUĞU RASYONLARINA BİTKİSEL
EKSTRAKT KATKISININ YUMURTA SARISI OKSİDASYONU VE
YUMURTA VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Fatih ORHAN

(DOKTORA TEZİ)

Bursa-2008



T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

BALIK YAĞI İÇEREN YUMURTA TAVUĞU RASYONLARINA BİTKİSEL EKSTRAKT
KATKISININ YUMURTA SARISI OKSİDASYONU VE
YUMURTA VERİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Fatih ORHAN

(DOKTORA TEZİ)

Danışman: Doç. Dr. Mustafa EREN

Bursa-2008

İÇİNDEKİLER

ÖZET	III
SUMMARY	IV
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	5
Yağlar, Yağ Asitleri ve İnsan Beslenmesindeki Önemi	5
Tavuk Yumurtasının Yapısı ve İnsan Sağlığı İçin Önemi	9
Rasyonun Yumurta Sarısı Yağ Asit Kompozisyonuna Etkisi	11
Yumurta Tavuğu Beslenmesinde Yağların Kullanımı	12
Balık Yağı ve Yumurta Tavuğu Beslenmesinde Kullanımı	17
Yumurta Sarısındaki Lipit Oksidasyonu ve Önemi	18
Kanatlı Rasyonlarında Kullanılan Antioksidanlar	19
Bitkisel Karışımlar ve Kanatlı Rasyonlarındaki Kullanım Amaçları	21
GEREÇ VE YÖNTEM	24
Araştırmada Kullanılan Hayvanlar	24
Deneme Yeri, Alet ve Ekipmanlar	24
Denemede Kullanılan Yem Hammaddeleri	25
Denemede Kullanılan Yağlar	25
Denemede Kullanılan Yem Katkı Maddeleri	25
Denemede Kullanılan Laboratuvar Alet ve Ekipmanları	27
Deneme Planı	28
Deneme Yemlerinin Besin Maddesi ve Enerji İçeriklerinin Belirlenmesi	30
Yemleme, Sulama, Havalandırma ve Işıklandırma	30
Verilerin Elde Edilmesi	30
Yem Tüketimi, Yemden Yararlanma Oranı, Yumurta Ağırlığı ve Yumurta Veriminin Belirlenmesi	30
Numune Toplama	31
Denemede Kullanılan Yağların ve Yumurta Sarısı Yağ Asitlerinin Belirlenmesi	31
Yumurta Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi	32
Yumurta Kabuk Kırılma Direnci	32
Yumurta İç Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi	32
Tiyobarbitürik Asit Analizi	33
Deneme Verilerinin İstatistik Değerlendirmesi	33

BULGULAR	35
Denemede Kullanılan Yemlik Yağların Yağ Asidi Kompozisyonları	35
Yumurta Sarısı Yağ Asidi Kompozisyonu	36
Yumurta Sarısındaki Malondialdehit (MDA) Düzeyleri	37
Yemdeki Antioksidan Tipine Bağlı Farklılıklar	38
Zamana Bağlı Farklılıklar	40
Yemdeki Katkı Yağı İçeriğine Bağlı Farklılıklar	41
Haugh Birimi	41
Yumurta Sarısı İndeksi	42
Yumurta Verimi, Yem Tüketimi, Yemden Yararlanma Oranı ve Yumurta Ağırlığı	43
Hasarlı Yumurta Oranı ve Yumurta Kabuk Kırılma Direnci	45
TARTIŞMA VE SONUÇ	46
Denemede Kullanılan Yağların Yağ Asit Kompozisyonları	46
Yumurta Sarılarında Yağ Asidi Düzeyleri	46
Yumurta Sarısı Malondialdehit Düzeyleri	48
Haugh Birimi	50
Yumurta Sarısı İndeksi	50
Yumurta Verimi, Yumurta Ağırlığı, Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı	51
Hasarlı Yumurta Oranı ve Kabuk Kırılma Direnci	51
Sonuç	52
KAYNAKLAR	53
TEŞEKKÜR	58
ÖZGEÇMİŞ	59

ÖZET

Balık Yağı İçeren Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Bitkisel Ekstrakt Katkısının Yumurta Sarısı Lipit Oksidasyonu ve Yumurta Verim Parametreleri Üzerine Etkileri

Bu çalışmada, % 1.5 düzeyinde balık yağı ve % 3 düzeyinde soya yağı katılmış yumurta tavuğu yemlerine sentetik antioksidan (BHT, BHA, Ethoxyquine ve sitrik asit) ve bitkisel karışım (kurutulmuş kekik, kekik yağı, anason yağı, sarımsak yağı ve rezene yağı) ilavesinin, yumurta sarısı lipit oksidasyonu (Malondialdehit - MDA) ve yumurta verim parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada 315 adet 34 haftalık Lohmann beyaz yumurtacı tavuk kullanılmıştır. Denemede kullanılan yumurta tavukları 9 gruba ayrılmış ve her bir grup için 7 tekrar grubu oluşturulmuştur. Her bir tekrar grubu beş tavuktan oluşmuştur. Deneme 16 hafta sürdürülmüştür. Yumurtalar 56 gün boyunca +4°C' de depolanmışlardır.

Yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve yemden yararlanma oranı denemede kullanılan yağ ve antioksidan tipinden etkilenmemiştir ($p>0.05$).

Yemlerine balık yağı katılan grubun yumurta sarısı MDA düzeyleri depolamanın 28. gününden, soya yağlı grupta ise 42. günden sonra yükselmeye başlamıştır. Depolamanın 56. gününde balık yağlı grubun yumurta sarısı MDA düzeyi yağsız ve soya yağlı yem grubuna göre önemli ölçüde yükselmiştir ($p<0.05$). Yemlere ilave edilen sentetik antioksidan ve bitkisel karışım yumurtanın depolanması esnasında oluşan lipit oksidasyonunu yavaşlatmıştır. Yemlerinde balık yağı, soya yağı bulunan ve yağ bulunmayan ana gruplarda, yeme katılan hem bitkisel karışım hem de sentetik antioksidan karışımı depolamanın 1, 42 ve 56. günlerindeki yumurta sarısı MDA düzeylerini önemli ölçüde azaltmıştır. Yumurta sarısı lipitlerindeki depolamaya bağlı oksidasyonu yavaşlatmak için yumurta tavuğu yemlerinde BHA, BHT, Ethoxyquine ve sitrik asit gibi sentetik antioksidanların yanı sıra uygun karışım oranlarındaki bitkisel ürünlerin de antioksidan olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Balık yağı, yumurta sarısı, oksidasyon, bitkisel ekstrakt, antioksidan.

SUMMARY

Effects of Dietary Supplementation of Herbal Extract on Egg Yolk Lipid Oxidation and Egg Productivity Parameters in Fish Oil Added Laying Hen Diets

In this study it is aimed to determine the effects of synthetic antioxidant (BHT, BHA, Ethoxyquine and sitric acid) and herbal extract (dried oregano, oregano oil, anise oil, garlic oil and fennel oil) supplement in diets % 1.5 level added fish oil and % 3 level added soy oil and without any oil added groups on egg yolk fatty acid composition, lipid oxidation (to MDA level) and egg productivity parameters.

34 weeks of 315 Lohmann white laying hens were used in the study. Laying hens used in experiment were separated into 9 groups and 7 replicate groups were formed for each group. Each replicate group was formed as 5 hens. Experiment was carried on for 16 weeks.

Egg production, egg weight and feed conversion ratio were not affected by the oil and the antioxidant types used in the experiment ($p>0.05$).

MDA levels in egg yolks were arised in fish oiled group on the 28th day of storage and rised on the 42nd day in soy oiled group. MDA level was rised significantly in the 56th day of storage ($p<0.05$) against oil free and soy oiled groups. Synthetic antioxidant and herbal extract which were added to the diets slowed down the lipid oxidation that was occurred during the storage of eggs. Especially on the 1st, 42nd and the 56th days herbal extract showed antioxidant effect. BHA, BHT, Ethoxyquine and sitric acid right along with herbal origined natural antioxidants can be used either in order to slow down the oxidation due to the storage in egg yolk lipids.

Key words: Fish oil, egg yolk, oxidation, herbal extract, antioxidant.

GİRİŞ

İnsanların beslenme alışkanlıkları tarihsel süreçte köklü değişiklikler geçirmiştir. Son yıllarda, özellikle gelişmiş ülkelerde, sağlıklı yaşam sürmek isteyen insanlar beslenmelerine özen göstermeye başlamışlardır. Bu nedenle, beslenme yaşam kalite düzeyinin belirlenmesinde en önemli kriterlerden birisidir. Günümüzde yanlış, dengesiz ve yetersiz beslenmenin ana sebeplerinden bir tanesi, ekonomik nedenlerden dolayı gıda maddelerine ulaşamamanın dışında, son yıllarda ortaya çıkan hızlı yemek yeme (fast food) alışkanlığıdır. Çeşitli bilimsel araştırma sonuçları, insanların bu tarz beslenmeleri sonucunda, kardiyovasküler hastalıklardan kansere kadar uzanan çok çeşitli sağlık sorunları ile karşılaşabileceklerini ortaya koymuştur (1-3).

Son yıllarda farmakognozide ve gıda biliminde gelişmeler hızlanmış ve gıda ürünlerine insan vücudu için yararlı olduğu bilinen, doğal kaynaklı bitkisel ve hayvansal ürünler veya kimyasallar (vitamin, mineral, yağ asitleri, aminoasitler gibi) katılarak, beslenmedeki eksikliklerin giderilmesi veya bazı hastalıkların önlenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede, “gıda takviyeleri” (dietary supplements) adıyla anılan geniş bir yelpazedeki ürünler tüketime sunulmuştur. “Gıda takviyeleri” terimi, Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (U.S.A. Food and Drug Administration – FDA) tarafından temel besin maddelerini (vitaminler, mineraller, proteinler) içeren bir terim olarak kabul edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre, özel beslenme amaçlı gıdalara eklenebilecek besinsel bileşenler vitamin, mineral, amino asit ve diğer bileşenler olarak tanımlanmıştır (4). “Gıda takviyeleri” teriminin kapsamı 1994 yılında FDA tarafından ginseng, sarımsak, balık yağları, enzimler, hormonlar ve bunların karışımını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir (5). Ekstreler ve konsantreler de bu tanım kapsamına dâhil edilmiştir (6). Bu tanımın doğması ile fonksiyonel gıdalar, yeni gıdalar, nutrasötikler, tasarımcı gıdaları, farmagıdalar ve fitosötikler isimleri altında yeni terimler ortaya çıkmıştır. Bu terimlerin kavram, farklılık ve anlam açısından tam olarak oturmadığı söylenebilir.

Son yıllarda, sağlıklı yaşam için yapılan öneriler kolesterol seviyesi düşük olan yiyecekleri tercih etme doğrultusundadır (7). Bunun için kan kolesterol düzeyini azalttığı düşünülen doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan gıdaların tüketilmesi tavsiye edilmektedir. Bu gıdalar içerisinde de ilk sırayı çoklu doymamış yağ asitleri yönünden zengin olan balık, balık yağı ve diğer su ürünleri almaktadır.

Son yıllarda artan kalp hastalıklarının dünyanın belli bölgelerinde az görülmesinin nedenlerini araştıran bilim adamları, özellikle kutup bölgesinde yaşayan Eskimolardan kalp hastalıklarına bağlı olarak meydana gelen ölüm oranlarının daha düşük olduğunu görmüşlerdir. Buna dayanarak, bu bölgede 30 yıl öncesinde başlayan bir seri araştırma yapılmıştır. Araştırma sonuçları, bu bölgede yaşayan insanların diyetlerinin büyük bölümünü balık ve deniz ürünlerinin oluşturduğunu dolayısıyla yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitlerini aldıklarını ve buna paralel olarak da kalp hastalıkları görülme insidensinin azaldığını ortaya koymuştur (8). Böylece, balık yağlarının insan sağlığı üzerine olan olumlu etkileri balık lipitlerine olan ilgiyi arttırmıştır.

Balık yağının yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitlerini içerdiğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Marshall ve arkadaşları (9), yaptıkları çalışmada balık yağının doymamış yağ asidi oranını % 30.82 olarak bildirmişlerdir. Eseceli ve Kahraman (10) balık yağı ile bitkisel bir yağ kaynağı olan ayçiçeği yağını karşılaştırmış ve balık yağının yüksek oranda doymamış yağ asitleri içerdiğini göstermişlerdir. Baucells ve arkadaşları (11) ise balık yağı ile yumurta tavuğu rasyonlarına katılabilecek diğer yağ kaynaklarını (keten tohumu yağı, iç yağı, kolza tohumu yağı ve ayçiçeği yağı) karşılaştırarak etkilerini incelemişlerdir. Balık yağının rasyonlara katılmasıyla rasyonun doymamış yağ asidi düzeyinin arttığını, buna karşılık doymuş yağ asidi düzeyinin azaldığını bildirmişlerdir.

Esansiyel yağ asitlerini de içeren çoklu doymamış yağ asitleri omega-6 (n-6) ve omega-3 (n-3) olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Omega-6 yağ asitleri bitkilerde linoleik asit olarak özellikle mısır ve soya fasulyesi yağında bulunmaktadırlar. Omega-3 grubu ise keten tohumu ve cevizde alfa-linolenik asit, balık yağlarında ise eikosapentaenoik asit (EPA) ve dekohegzaenoik asit (DHA) olarak bulunur (12). Balık yağında bulunan EPA ve DHA'nın vücutta, biyokimyasal ve fizyolojik aktivitelerde önemli görevler üstlendiği yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur (12). Günümüzde, n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmesi yönünde çalışma yapılan başlıca gıda maddesi tavuk yumurtasıdır. Yumurtadaki yağ asitleri üzerinde yapılan bazı çalışmalar yumurta sarısındaki doymuş, çoklu doymuş ve çoklu doymamış yağ asidi konsantrasyonlarının rasyona eklenen farklı yağ kaynakları tarafından önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir (13-16). Omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri açısından zenginleştirilmiş yumurtaların güvenilir bir gıda kaynağı olduğu, insan sağlığı ve çocukların beslenmesine de önemli katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (17-19). Ancak yumurta sarısının kolesterol seviyesi, yumurta gibi önemli bir protein kaynağının tüketimi açısından olumsuz etki göstermiştir. Büyük boy tavuk yumurtasının 213 mg, en büyük boy tavuk yumurtasının 230 mg, orta boy tavuk

yumurtasının ise 180 mg kolesterol içerdiği bildirilmektedir (20). Yumurtada % 11'den fazla yağ bulunur ve bunun büyük bir bölümü yumurtanın sarısındadır (% 33–35) (21). Buradaki yağ asitlerinin doymamışlık oranı birçok hayvansal yağa göre daha yüksektir. Yumurtanın aynı zamanda esansiyel yağ asidi kaynağı olduğu ve özellikle n-6 yağ asitlerini çokça içerdiği, bununla beraber bir miktar n-3 yağ asitlerini de bünyesinde bulundurduğu bilinmektedir (20). Yumurta tavuğu rasyonlarına balık yağı katkısının temel amacı, yumurta sarısındaki toplam çoklu doymamış yağ asidi oranını artırmaktan ziyade n-3 yağ asidi oranını artırarak n-6/n-3 oranını insan sağlığı açısından daha faydalı olan bir seviyeye ulaştırmaktır.

Balık yağı, içerdiği yüksek orandaki n-3 yağ asitlerinden dolayı, kanatlı yemi endüstrisinde, yumurtadaki n-3 yağ asitlerinin oranını artırmak amacıyla, kullanılması düşünülen yem katkı maddeleri arasında bulunmaktadır. Ancak doymamış yağ asitlerinin yapısındaki çift bağların fazlalığı, bazı katalizörlerin de etkisi ile (yüksek çevre sıcaklığı, güneş ışığı) havanın serbest oksijeni ile reaksiyona girerek otooksidasyona neden olmaktadır. Otooksidasyon sonucu gıdalarda renk, koku ve tat değişimleri meydana gelmekte, ürünün acılaşması ve bozulması söz konusu olmaktadır. Bilimsel çalışmalarda balık yağı, keten tohumu yağı, keten tohumu ve deniz yosunları katılarak n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş yumurtalarda, oksidatif bozulmanın etkisiyle depolama esnasında lezzet kalitesinde değişiklikler oluşabileceği bildirilmiştir (11). Lezzet ve gıda kalitesinde meydana gelebilecek bu tür olumsuzlukların önlenmesi amacı ile antioksidan maddelerin, tavuk etinde ve yumurtasında ortaya çıkabilecek koku ve acılaşmayı engelleyici etkisini ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır (22-24).

Hayvansal ürünlerdeki oksidasyonu kontrol etmek için yem yapımında genellikle doğal ve sentetik yollarla elde edilen maddeler kullanılmaktadır (20). Rasyonlara doğal antioksidan olarak E ve C vitamini, sentetik antioksidan olarak ise bütilhidroksianizol (BHA), bütilhidroksitoluen (BHT) ve Etoksiquin katılmaktadır. Genellikle yem maliyetlerini düşürmek amacıyla sentetik antioksidanlar tercih edilmektedir. Bu sentetik antioksidanlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda, bunların vücutta birikmelerinin kanserojenik etkiler yarattığı bildirilmektedir (25). Son yıllarda, insan sağlığını korumak amacıyla hayvansal gıdalara geçme riski bulunan çeşitli kimyasal maddelerin hayvan yemlerinde kullanımında yasaklamalar getirilmeye başlanmıştır. Bununla beraber gelişen beslenme bilinci ile insanlar doğal kaynaklı gıda maddelerinin tüketimine doğru yönelmektedirler. Böylece doğal kaynaklı antioksidanların kullanılabilirlikleri araştırma

konusu olmaya başlamıştır. Bitkisel karışımlar ve esansiyel yağlar alternatif doğal ürünler olarak düşünülmüş ve antioksidan etkisi üzerinde çalışmalar yapılmıştır (26-28).

Bitkisel karışımların antioksidan etkileri üzerinde yapılan çalışmalarda daha çok et kalitesi üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun bir nedeni yumurtanın buzdolabı sıcaklığında uzun süre depolanabilmesi olarak görülmektedir (29).

Botsoglou ve arkadaşları (26) broyler yemlerine kattıkları oregano (kekik varyetesi) yağının broyler piliç etlerinde antioksidan etki gösterdiğini, Flourou- Paneri ve arkadaşları (30) ise yumurtacı tavuk yemlerine kattıkları biberiye bitkisinin yumurta sarısı lipitlerinde antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma; içeriğinde balık yağı bulunan yumurta tavuğu yemlerine ilave edilen kurutulmuş kekik, kekik yağı, sarımsak yağı, anason yağı, rezene yağından oluşan bitkisel karışımın, yumurta sarısındaki lipid oksidasyonuna ve yumurta verimi parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma ile balık yağı kaynaklı n-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş yumurtaların depolama süresince sarılarında oluşacak lipid oksidasyonunun bitkisel karışım vasıtasıyla düşürülmesi hedeflenmiştir.

GENEL BİLGİLER

Yağlar, Yağ Asitleri ve İnsan Beslenmesindeki Önemi

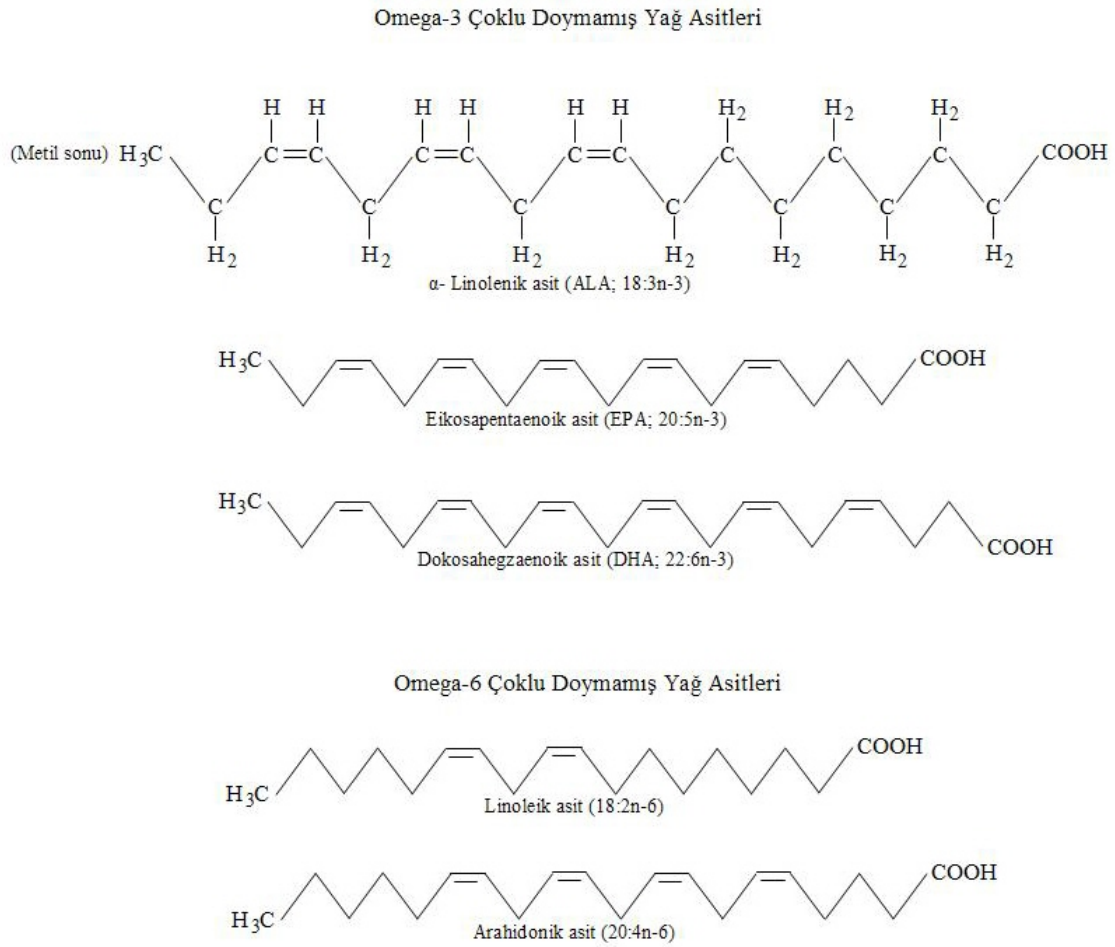
Bilindiği gibi, yağlar yağ asitleri ve gliserolün ester bağı ile birleşmesi sonucu oluşan esterlerdir. Bitkisel ve hayvansal maddelerde bulunan, suda erimeyen ancak eter, benzen, kloroform gibi çözücülerde eriyen maddelerdir. Yağların sindirimi, safra kesesinden ince bağırsağın lümenine salınan, safra tuzlarının emülsifikasyonu ile artmaktadır. Lipazlar emülsiyon olarak adlandırılan yağ su karışımında hareket ederler (13). Pankreas tarafından salgılanan lipaz yağların sindirimini sağlayan enzimdir. Kalsiyum (Ca) iyonları, safra tuzları ve sabunlar ile mikroemülsiyon durumuna gelen trigliseritler, hidroliz sonucunda monogliseritlere ve serbest yağ asitlerine parçalanırlar. Miseller şeklinde mukoza hücrelerine alınan yağ asitleri burada gliserol ile birleşerek tekrar trigliseritleri meydana getirirler. Trigliseritler, kolesterol, fosfolipit ve lipoproteinlerle birlikte şilomikronları oluştururlar. Şilomikronlar mukoza hücrelerini terk ederek lenf yolu ile kan dolaşımına dahil olurlar (31). Kan dolaşımı ile hedef hücrelere şilomikron olarak ulaşan yağ asitleri, bu hücrelerde enerji gereksinimini karşılamak için veya başka lipit moleküllerin sentezi için kullanılırlar.

Yağ asitleri kimyasal olarak alifatik karboksilik asitlerdir. Yapılarında bir karbon (C) zinciri ile bir karboksil grubu (-COOH) bulunmaktadır. Karbon zincirinde bulunan (C) atomları hidrojen (H) ile doyurulmuş ise “doymuş yağ asitleri”, doyurulmamış ve aralarında bir ya da birden fazla çift bağ bulunması durumunda “doymamış yağ asitleri” adını almaktadırlar. Doymamış yağ asitleri yapılarında bir tane çift bağ bulundursa tekli doymamış yağ asidi (monounsaturated fatty acid, MUFA), birden fazla çift bağ içerirse çoklu doymamış yağ asidi (polyunsaturated fatty acid, PUFA) adı verilir. Yağ asitleri bir karbonlu formik asitten 24 karbonlu çoklu doymamış yağ asitlerine kadar, değişik zincir uzunluğunda olabilirler. 6 C'luya kadar kısa zincirli, 8-14 orta zincirli ve 16' dan fazla C atomu içerenler ise uzun zincirli yağ asitleri olarak adlandırılırlar.

Hayvanlar ve insanların, terminal metil grubundan sonraki karbonlar arasında çift bağ olan yağ asitlerini sentezleyebilme yetenekleri olmamasından dolayı dışarıdan gıdalar yoluyla almaları gereken bu yağ asitleri, esansiyel yağ asitleri olarak nitelenmektedir. Bunlar birden fazla doymamış bağa sahip linoleik asit (LA), arahidonik asit (AA) ve linolenik asitlerdir (13, 32). Bunlardan AA, LA' dan sentezlenebilmektedir (13).

Linolenik asit, bitkisel kaynaklarda alfa-linolenik asit (ALA) ve gama-linolenik asit (GLA) olmak üzere iki farklı formda bulunmaktadır. Bunlardan ALA n-3 grubunda, GLA ise n-6 grubunda yer almaktadır.

Esansiyel yağ asitlerinin tamamında ilk çift bağ, karboksil grubu yerine, terminal metil gruptan başlamak üzere 3 ile 4, 6 ile 7, ve 9 ile 10. karbon atomları arasında yer almaktadır (12, 13). Buna göre ilk çift bağ, metil grubunun sonundan sayıldığında n-3 yağ asitlerinde 3. ile 4. karbon atomları arasında, n-6 yağ asitlerinde ise 6 ile 7. karbon atomları arasında yer almaktadır (şekil 1) (12).



Şekil-1: Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin zincir yapısı

Yağ asitleri için kullanılan bilimsel kısaltmalar, yapıları hakkında da bilgi vermektedir. ALA için kullanılan bilimsel kısaltma 18:3n-3 biçiminde olmaktadır. Şekil 1’ de görüldüğü gibi ilk kısım (18:3) bu yağ asidinin 18 karbonlu ve 3 çift bağ içeren bir yağ asidi olduğunu belirtmektedir. İkinci kısım ise (n-3) ilk çift bağın 3. ile 4. karbon

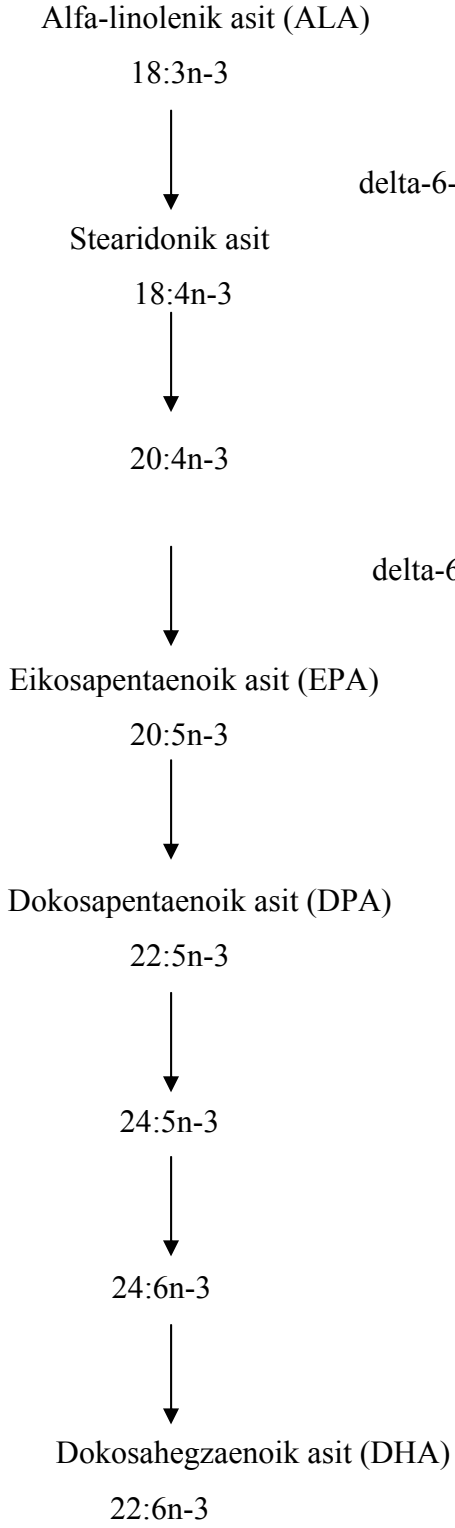
atomları arasında bulunduğunu belirtir (12). Birçok kaynakta, bu yapıdaki yağ asitleri n-3 yağ asidi olarak isimlendirilir ve n-3 kısaltması yerine ω -3 kısaltması da kullanılır (12). LA için C18:2n-6, AA için ise C20:4n-6 kısaltmaları kullanılmakta ve bunlar n-6 (ω -6) yağ asitleri olarak isimlendirilmektedir.

Omega-6 yağ asitleri serisinin ana yağ asidi LA, n-3 yağ asitleri serisinin ana yağ asidi ise ALA' dır (12,13,33). İnsan vücudunda LA ve ALA' dan bir dizi desaturasyon (bir çift bağın eklenmesi) ve uzama (iki karbon atomunun eklenmesi) reaksiyonu ile daha uzun n-6 ve n-3 yağ asitleri sentezlenebilir. LA vücutta dihomogama linolenik asit (DGLA-20:3n-6) ve AA (20:4n-6) gibi n-6 yağ asitlerine dönüştürülebilir. ALA' dan ise Eikosapentaenoik asit (EPA, 20:5n-3) ve Dokosaheptaenoik asit (DHA, 22:6n-3) gibi uzun zincirli n-3 yağ asitleri sentezlenebilmektedir. Ancak bu dönüşüm sınırlı ölçülerde olmaktadır. Yetişkin bir insanda, gıdalar ile alınan ALA' nın EPA'ya dönüşümü (12, 16) ve özellikle de DHA'ya dönüşümü kadınlarda erkeklere oranla daha fazla olduğu bildirilmektedir (12).

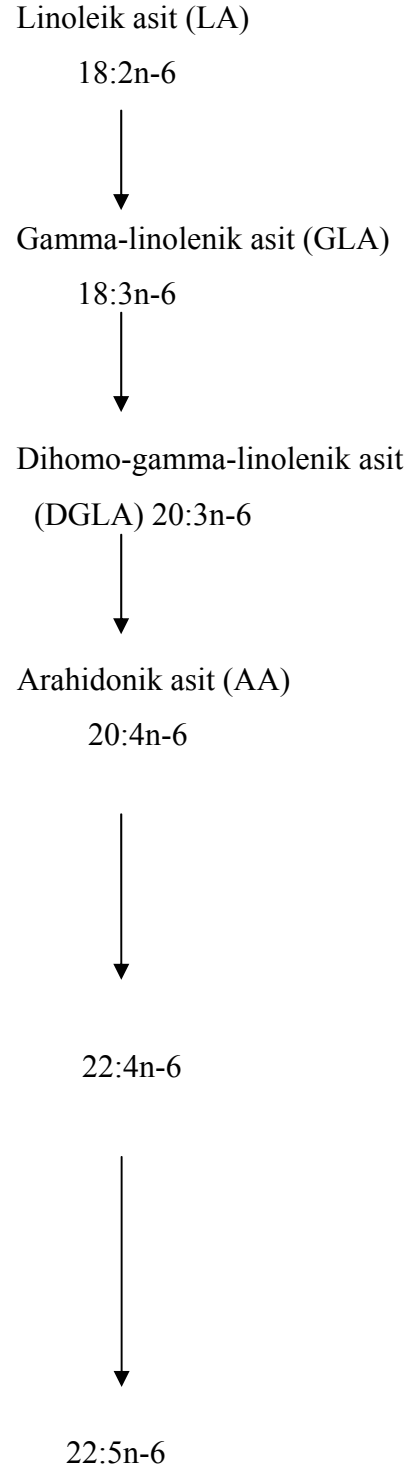
Omega-6 ve n-3 çoklu doymamış yağ asitleri hücre zarlarının ve birçok önemli hormonun yapımı için gereklidir. Fosfolipitler ile birleştiklerinde hücre membranının akışkanlık, esneklik ve geçirgenlik özelliklerini ve membranın enzim bağlama kapasitesini etkilerler (12). Omega-6 ve n-3 yağ asitlerinin bu etkileri prostoglandin sentezi için gerekli olmalarından kaynaklanmaktadır (34). Prostoglandinler böbreklerden sıvı atımı, kanın akışkanlığı, üreme, gastro-intestinal motilite, bağırsaklardan su atımı, endokrin bezlerin fonksiyonları, neurotransmitter salınımı ve immun sistem fonksiyonlarında önemli rol oynarlar (13).

İnsanlarda damar sertliği, yüksek tansiyon, koroner kalp rahatsızlıkları gibi hastalıkları artırdığı ifade edilen kolesterolün çoğunun vücut tarafından sentezlendiği, az bir kısmının ise gıdalarla dışarıdan alındığı ve gıdalarla alınan kolesterolün kan kolesterol seviyesine çok az etkisinin olduğu belirtilmektedir (31). Yiyeceklerle alınan trigliseritler, az miktarda serbest kolesterol, kolesterol esteri ve fosfolipid ile bir araya gelirler, protein tabakası ile kaplanarak suda çözülebilir ve taşınabilir hale gelen şilomikronları oluştururlar. Karaciğere gelen şilomikronlar lipoprotein lipazın etkisi ile parçalanırlar. Fazla miktarda enerji alındığı durumlarda ise şilomikronlar tam olarak yıkımlanamaz ve düşük yoğunluktaki lipoproteinlerle birleşirler (LDL). Trigliserit içerikleri çok düşük olan LDL'ler kolesterol ve kolesterol esterlerinden çok zengin lipoproteinlerdir.

OMEGA-3 YAĞ ASİTLERİ



OMEGA-6 YAĞASİTLERİ



delta-6-desaturaz

delta-6-desaturaz

Şekil-2: Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin metabolizması (11)

Kolesterolü karaciğerden başka dokulara taşıyan LDL' ler, kolesterolün bu dokularda birikmesine neden olurlar. Yüksek yoğunluklu lipoproteinler (HDL) ise karaciğerde sentezlenirler ve dokulardaki kolesterolün karaciğere getirilmesini sağlarlar. HDL, kalp krizi riskini azalttığı için iyi kolesterol, LDL' ler ise kalp krizi riskini artırdığı için kötü kolesterol olarak ifade edilmektedir (31). Omega-3 yağ asitleri, özellikle EPA ve DHA şilomikron oluşumunu ve lipoprotein lipaz aktivitesini artırarak kolesterolün ve yağların karaciğerde parçalanmasını sağlarlar (35). Omega-3 yağ asitlerinin prostoglandin metabolizmasını düzenlediği ve kandaki trigliseritleri azalttığı, yüksek dozlarda alındığında kolesterolü düşürdüğü ve bunların yanında antitrombotik ve antienflamatuvar özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (34, 36).

Omega-6 ve n-3 yağ asitlerinin vücutta kullanımının yararlı etkiler göstermesi için diyetteki n-6/n-3 oranı önem taşımaktadır (10). 1900 'lü yıllara kadar insan diyetlerinde n-6 yağ asitlerinin n-3 yağ asitlerine oranı düşük olmasına rağmen, son yüzyılda gıda tüketimindeki tercihlerin değişmesi sonucu gıdalardaki n-6 yağ asitlerinin oranı artmış, n-3 yağ asitlerini içeren gıdaların tüketimleri ise azalmıştır. Özellikle Batı ülkeleri n-6 yağ asitlerinden zengin diyetlerle beslenmektedir (10, 37). Yapılan araştırmalarda, özellikle batı ülkelerinde ve Hindistan'da bu oran oldukça yüksek bulunmuştur. Batı ülkelerinde 15/1 ve 16/1, Hindistan'da 38/1 ve 50/1 arasında değişmektedir. Kardiyovasküler hastalıklarda n-6/n-3 oranının 4/1 olması halinde ölüm riskinin % 70 azaldığı, yine aynı oranın beyin fonksiyonları için optimal oran olduğu bildirilmiştir (9, 10). Astım hastaları için 5/1 oranı, rheumatoid arthritis hastaları için ise 2-3/1 oranının yararlı etkiler göstereceği, kolorektal kanser hastaları için 2.5/1 oranının rektal hücre profilasyonunu azalttığı belirtilmiştir. Omega-6 ve n-3 yağ asitlerinin ne oranlarda alınması gerektiği konusunda henüz tam bir görüş birliğine varılmamasına rağmen son zamanlarda n-6/n-3 için 3/1 oranında olması gerektiği konusunda uzlaşıldığı görülmektedir. Ancak 1/1 olması konusunda da görüş bildiren çalışmalar vardır. Genel olarak, diyetle alınan n-3 yağ asitlerini arttırmak, n-6' yı ise sınırlamak amaçlanmaktadır. Özetle, insan sağlığı açısından diyetlerdeki n-6 ve n-3 yağ asitleri için 1/1 - 4/1 oranlarının optimal aralık olduğu bildirilmiştir (10).

Tavuk Yumurtasının Yapısı ve İnsan Sağlığı İçin Önemi

Yumurthanın insan beslenmesindeki yeri insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Kuşların yaşam döngülerinin devamını sağlayan dişi kökenli üreme hücresi yumurta olarak

tanımlanmaktadır. İnsan beslenmesi açısından düşünüldüğünde ise yumurta sözcüğü ilk olarak, evcil tavuk (*Gallus domesticus*) yumurtasını akla getirmektedir. Yumurta, içerisindeki besin maddelerinin biyolojik değeri dikkate alındığında, insan beslenmesinde temel gıda maddesi olarak yer almaktadır. Orta boy (58 g) bir tavuk yumurtası yaklaşık 80 Kkal enerji, 6.5 g protein içermektedir (29). Bir yetişkin insanın günlük protein ihtiyacının 1/3'ü, çocuk beslenmesinde ise gereksinimin en az yarısının hayvansal kökenli protein kaynaklarından sağlanması önerilmektedir (29). İnsan vücudunda en iyi şekilde kullanılan proteinin yumurta proteini olduğu bilinmektedir (38). Bu nedenle, gıdalarda bulunan proteinlerin kaliteleri de yumurta proteinine kıyaslanmaktadır. Yumurta, yalnızca protein bakımından değil, demir, kalsiyum, bakır, çinko gibi mineral maddeler ile A vitamini, D vitamini, B₂ vitamini, B₁₂ vitamini bakımından da iyi bir kaynaktır (29).

Yumurta; kabuk, albümin ve sarı kısmı olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Bütün bir yumurta, % 11 kabuk, % 58 albümin, % 31 oranında sarı kısımdan meydana gelmiştir (7). Kabuklu bütün bir yumurta, % 65 su, % 12 protein, % 11 yağ, % 1 karbonhidrat, % 11 oranında mineral içermektedir (7, 31). Yumurtanın sarı kısmında % 17.5 protein, % 32 yağ ve % 1 karbonhidrat mevcuttur (7).

Lipitler yumurta sarısının birincil bileşimidir (Kuru maddede % 65). Yumurtanın lipit bileşiminde % 65 trigliseridler, % 29 fosfolipitler, % 5 kolesterol, ve % 1' den az oranda serbest yağ asitleri bulunmaktadır (32). Orta büyüklükteki bir tavuk yumurtası yaklaşık 213 mg kolesterol içermektedir (7). İnsanlar ve tüm hayvanlarda vücutta sentezlenen yağ benzeri bir madde olan kolesterol; sinir liflerinin yalıtımı, hücre duvarı bütünlüğünün sağlanması, D vitamini sentezi, çeşitli hormonların ve sindirim salgılarının oluşumu için gerekmektedir. Bir yetişkinin günlük ortalama kolesterol ihtiyacı 1200 mg kadardır. 70 kg ağırlığında bir insanın vücudunda yaklaşık 140 g (vücut ağırlığının % 0.2 si kadar) kolesterol bulunmakta olup genellikle sinir dokusunda yer almaktadır (29). Yumurtadaki toplam kolesterol düzeyinin kan kolesterol seviyesini arttırdığı düşünülmekte ve bunun sonucu olarak kolesterolü yüksek insanlarda yumurta tüketimi sınırlandırılmaktadır. Son yıllarda n-3 yağ asitlerinin insanlarda kan kolesterol düzeyinin yükselmesine engel olabileceğini gösteren çeşitli araştırma bulguları elde edilmiştir (bkz bl, 2.1). Yumurtacı tavukların yemlerinde yapılan değişiklikler ile, yumurtanın yağ asidi kompozisyonunun n-3 yağ asitleri bakımından kolayca zenginleştirilebileceği ortaya konmuştur (9). Yapılan çalışmalarda, n-3 yağ asitlerinden zengin yumurtaların, kalp-damar hastalığı riskini azalttığı (9,40), terapötik ve koruyucu etki gösterdiği yönünde (8) sonuçlar bildirilmiştir. Böbrek hastalıkları, diabet, gastrointestinal hastalıklar, rheumatoid

arthritis, osteoporosis, systemic lupus erythematosus, göğüs kanserine kadar birçok hastalık üzerinde yararlı etkileri olduğu belirtilmiştir (10).

Rasyonun Yumurta Sarısı Yağ Asit Kompozisyonuna Etkisi

Yukarıda açıklanan nedenlerle, yumurtadaki yağ asitlerinin yapısının değiştirilmesi ve n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmesi üzerine yapılan çalışmaların, özellikle son yıllarda yoğunlaştığı izlenmektedir (21, 39-43). Sofralık tavuk yumurtalarının yağ asidi içeriğinin n-3 yağ asitlerinden fakir, tekli doymamış yağ asitleri açısından (% 42-45) zengin olduğu bildirilmektedir (38).

Yumurta sarısının yağ asidi kompozisyonunu etkileyen en önemli faktör, yemin içerdiği yağlar ve bu yağların yağ asidi kompozisyonlarıdır (44). Genel olarak, yumurta tavuğu yemlerinde kullanılan yağ kaynakları n-6 yağ asitleri bakımından zengin, n-3 yağ asitleri bakımından fakirdir.

Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunun değiştirilmesine yönelik yapılan çok sayıda araştırmanın sonucu, farklı kaynaklardan elde edilen yağların katıldığı yemler ile beslenen tavukların yumurta sarılarındaki yağ asit kompozisyonunun değiştiğini göstermiştir (13-16, 40, 45). Yumurta tavuğu yemlerinde bitkisel yağların veya yağlı tohumların kullanımının yumurta sarısındaki doymamış yağ asitlerinin seviyesinde artışa neden olduğu bilinmektedir. Örneğin, ayçiçeği yağı ve mısır yağı katılmış yemle beslenen tavukların yumurta sarılarında LA ve oleik asit miktarı artmaktadır (14, 21, 40). Diğer bir bitkisel yağ olan ve genelde yumurtacı tavuk yemlerinde yağ kaynağı olarak kullanılan soya yağı ile beslenen tavukların yumurta sarılarında, linoleik ve daha az oranda linolenik asit miktarı artmıştır (40). Omega-3 yağ asitlerince zengin olduğu bilinen bitkisel yağ kaynaklarından keten tohumu yağı ve aynı zamanda hayvansal yağ kaynağı olan balık yağı ile beslenen yumurtacı tavukların yumurta sarılarında linolenik ve linoleik asit miktarlarının önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (40). Toplam n-6 ve n-3 yağ asidi miktarlarına bakıldığı zaman, en yüksek oranın bitkisel yağ kaynakları arasında keten tohumu yağında bulunduğu bildirilmiştir (14, 21, 40, 45). Balevi ve Coşkun'un (40) yaptığı çalışmaya göre yemlerine balık yağı katılan tavukların yumurtalarında n-6/n-3 oranı 4.32, keten tohumu yağı katılanların yumurtalarında ise bu oran 2.82 olarak bulunmuştur. Baucells ve arkadaşları (21) tarafından yapılan deneme sonucunda yemlerine balık yağı katılan gruptaki yumurtalarda n-6/n-3 oranı 2.42 ve keten tohumu yağı katılan grupta ise 2.12 bulunmuştur. Yemlere katılan balık yağı ile yumurtaların sarılarındaki yağ asidi oranları değişmekte ve

yaşam için gerekli olan esansiyel yağ asitleri ile birlikte özellikle DHA ve EPA içeriği de artmaktadır (46). Ayrıca, Filardi ve arkadaşları, kanola yağının da yumurta sarısındaki n-3 yağ asidi konsantrasyonunu yükselttiğini bildirmişlerdir (13).

Yumurta Tavuğu Beslenmesinde Yağların Kullanımı

Omega-6 ve n-3 yağ asitleri insanlar için olduğu kadar kanatlılar için de esansiyeldirler ve dışarıdan gıdalar yolu ile alınmaları gerekmektedir (17). Tavuk embriyosunun sinir ve görme fonksiyonları gelişiminde, kemik gelişiminde (17) ve immun sistemin gelişiminde (34) önemli rolleri vardır. Ancak evcil kanatlı hayvanlar büyüme ve yumurta verimi için gereksinim duydukları esansiyel yağ asitlerini tipik kanatlı rasyonlarından sağlayabilmektedirler. Yumurtacı tavuklar, gelişim ve normal fonksiyonlarını devam ettirebilmek için rasyonlarında % 1 oranında LA' e ihtiyaç duymaktadırlar (17).

Yağlar, modern tavukçulukta yemlerin karbonhidratlardan sonra gelen en önemli enerji kaynağını oluşturmaktadırlar. Vücutta enerji kaynağı olarak kullanılmaları bakımından karbonhidratlara benzerler. Ancak bir gram yağın brüt enerjisi ortalama 9.1 Kkal olup karbonhidratların sağladığı enerjinin yaklaşık 2.25 katıdır (17).

Karma yemlere katılan yağlar “yemlik yağlar” olarak adlandırılırlar. Yemlik yağ olarak kullanılan yağlar temel olarak, bitkisel ham yağlar, hayvansal yağlar, asit yağlar, restoran yağları ve karışık yağlardır (47).

Bitkisel yağların birbirinden farklı olmasına neden olan faktörler iklim koşulları, toprak yapısı, bitkinin olgunluk derecesi, bitki sağlığı ve bitkinin genetik yapısıdır. Hayvansal yağların kompozisyonunda karkas yağı bölgesi, hayvanın türü, sağlığı ve yaşı önemlidir (47).

Tavuk rasyonlarında kullanılan bitkisel yağlar; soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı, pamuk yağı, yerfıstığı yağı, kanola yağı, keten tohumu yağı, zeytinyağı, hindistancevizi yağı olarak bilinmektedir (47).

Soya yağı proses ve formülasyon tekniklerinin sağladığı imkanlarla çok değişik kullanım alanı bulabilen ve bu yönüyle bitkisel yağların başında gelen bir sıvı yağdır. Soya yağının olumsuz sayılabilecek bir özelliği % 6-8 oranında linolenik asit içeriğidir. Bu değer soya yağının kolayca oksitlenmesini sağlamaktadır. Bu nedenle metalle şelatlama işlemi zorunludur (47).

Pamuk yağı, yaklaşık % 2'si gosipol, fosfolipitler, steroller, resin, karbonhidratlar ve bazı pigmentlerden oluşmaktadır. Bu bileşiklerin hemen hemen tümü rafinasyon esnasında elimine olmaktadır. Ancak rafinasyon işlemi iyi yapılmayan yağlar özellikle tavuk yumurtalarında istenmeyen durumlar ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle tavuk yumurtalarında kullanımı kısıtlı olmaktadır (47).

Ayçiçeği yağının yağ asit düzeyi iklim ve sıcaklığa göre değişmektedir. Otuz dokuzuncu paralelin kuzeyinde yetişen ayçiçeği tohumunda LA miktarı, güneyinde yetişen tohumlarda oleik asit miktarı yüksek olmaktadır (47).

Mısır yağı, mısır danesinin embriyo kısmından elde edilmektedir. Yapısında % 0.1 oranında tokoferol bulunmaktadır. Bu nedenle oksidatif stabilitesi yüksek bir yağdır (47).

Kanola yağı, kolza tohumu varyetelerinden elde edilmektedir. Kanolanın kolzadan farkı, kalp kası lezyonlarına ve kalp rahatsızlıklarına yol açan erusik asit ve glukozinolat düzeylerinin düşük olmasıdır (47).

Keten tohumu yağı yüksek oranda linolenik asit içermektedir. Bu nedenle n-3 yağ asitleri için iyi bir bitkisel yağ kaynağı olarak bilinmektedir (47). Ancak n-3 yağ asitlerinin yüksek seviyede olması çabuk oksitlenmesini sağlamak ve yemlerin uzun süreli depolanamamasına yol açmaktadır.

Yem sanayisinde kullanılan hayvansal yağların tamamına yakını rendering yağları oluşturmaktadır. Hayvan kesimhanelerinde et üretimi amacıyla kesilen hayvanlardan, eti sıyrılmış kemik ve karkas parçalarından elde edilen yağlardır (47). Yemlik hayvansal yağların başlıcalarını Türkiye'de don yağı ve tavuk yağı oluştururken, domuz eti tüketilen ülkelerde domuz rendering yağları eklenmektedir.

Don yağı, ruminantlardan (sığır, koyun vb) rendering işlemi sonucunda elde edilen yağdır. Yüksek oranda doymuş yağ asitlerini içerdikleri için oda sıcaklığında katı formdadır. Antioksidan ile korunmadıkları takdirde az da olsa linoleik ve linolenik asit içerikleri nedeniyle tat değişimi olmaktadır. Doymuş yağ asitlerince zengin olmalarından dolayı civcivler tarafından kolayca sindirilememektedir. Civciv yemlerine 15-17 günlük olana kadar ilave edilmesi tavsiye edilmemektedir (47).

Tavuk yağı, kanatlı kesimhanelerinde karkasın işlenmesi ve parçalanması sırasında ayrılan sindirim kanalı, et parçacıkları, ayak ve baş gibi kesim artıklarının rendering tesislerinde pişirilmesi sonucunda açığa çıkan yağlardan elde edilmektedir. Yağ asitleri profili ve sindirilebilirliğinin yüksek olması bakımından her tür kanatlı için elverişli bir yağdır (47).

Restoran yağları, gıdaların kızartılmasında kullanılan yağların toplanıp kalite kontrolden geçirilerek hayvan yemlerinde kullanımı sağlanan yağlardır. Restoran yağları son yıllarda bitkisel yağları daha yüksek oranda içermektedir. Yüksek sıcaklıkta ve çok uzun süreli kızartılmamak, tortusu alınmış olmak koşuluyla elde edildiğinde metabolik enerjisi tavuk yağına yakın olmaktadır. Yağ asitleri profili kullanılan yağlara göre değişmektedir (47).

Balık yağı, fiyatı ve kullanım zorlukları nedeniyle, yemlik yağlar arasında değerlendirilmemektedir. Ancak, son yıllarda tavuk yumurtasının n-3 yağ asitlerinden zenginleştirilmesinin eğilimi, balık yağının bu amaçla yemelerde kullanımını gündeme getirmiştir. Bunun nedeni, balık yağının yüksek oranda EPA ve DHA içermesidir. Ancak kanatlı ürünlerinde kullanımı ile yumurta veya ette koku oluşturma riskinden dolayı rasyonlarda belirli düzeylerde kullanılması gerekmektedir (20). Balık yağının özellikleri bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak vurgulanmıştır.

Tablo – 1: Doymuş yağ asitleri

Kısa Formül	Sistemik Adı	Genel Adı
C4:0	Butanoik	Butirik asit
C6:0	hegzanoik	Kaproik asit
C8:0	oktanoik	Kaprilik asit
C10:0	dekanoik	Kaprik asit
C12:0	dodekanoik	Laurik asit
C14:0	dekradekanoik	Miristik asit
C16:0	hegzadekanoik	Palmitik asit
C17:0	heptadekanoik	Margarik asit
C18:0	oktadekanoik	Stearik asit
C20:0	ikosanoik	Arahidik asit
C22:0	dokosanoik	Behenik asit
C24:0	tetrakosanoik	Lignokerik asit

Beare-Rogers J (48)

Tablo – 2: Doymamış yağ asitlerinin sınıflandırılması

C sayısı, çift bağ pozisyonları	Serileri	Genel adı	Sistemik adı	Kaynakları
Monoenoik asitler (1 çift bağ)				
C16:1;9	ω 7	palmitoleik	Cis-9 hegzadekanoik	Tüm yağlarda
C18:1;9	ω 9	oleik	Cis-9 oktadecenoik	Doğal yağlarda bulunan en yaygın yağ asidi
C18:1;9	ω 9	elaidik	Trans-9 oktadecenoik	Hidrojenize ve ruminant yağları
C22:1;13	ω 9	erulik	Cis-13 dokosenoik	Kolza ve hardal yağları
C24:1;15	ω 9	nervonik	Cis-15 tetrakosenoik	Serebrosidler
Dienoik asitler (2 çift bağ)				
C18:2;9,12	ω 6	linoleik	All-cis-9,12 oktadekadienoik	Ayçiçeği, soya, mısır, yer fıstığı, pamuk tohumu
Trienoik asitler (3 çift bağ)				
C18:3;6,9,12	ω 6	γ -linolenik	All-cis-6,9,12 oktadekatrienoik	Çuha çiçeği yağı, bazı bitkiler ve hayvanlarda çok az
C18:3;9,12,15	ω 3	α -linolenik	All-cis-9,12,15 oktadekatrienoik	Linoleik asitle beraber ve keten tohumu yağında
Tetraenoik asitler (4 çift bağ)				
C20:4;5,8,11,14	ω 3	arahidonik	All-cis-5,8,11,14 eikosatetraenoik	Yer fıstığı yağı ve hayvansal fosfolipidlerde
Pentaenoik asitler (5 çift bağ)				
C20:5;5,8,11,14, 17	ω 3	timnodonik	All-cis-5,8,11,14, 17 eikosapentaenoik	Balık yağları, morina balığı, karaciğer yağı
C22:5;7,10,13, 16,19	ω 3	culupanodonik	All-cis-7,10,13, 16,19 dokosapentaenoik	Balık yağları, beyindeki fosfolipidler
Hegzaenoik asitler (6 çift bağ)				
C22:6;4,7,10,13, 16,19	ω 3	cervonik	All-cis-7,10,13, 16,19 dokosahegzaenoik	Balık yağları, beyindeki fosfolipidler

Şenköylü (47).

Tablo – 3: Tavuk rasyonlarında kullanılan yağlardaki yağ asitleri

YAĞ ASİTLERİ	BİTKİSEL YAĞLAR											HAYVANSAL YAĞLAR		
	Soya yağı %	Ayçiçeği yağı %	Mısır yağı %	Pamuk toh. Yağı %	Yerfıstığı yağı %	Kolza yağı %	Keten toh. yağı %	Palmiye yağı %	Zeytin yağı %	Hindistan cevizi yağı %	Palmiye çekirdeği yağı %	Don yağı %	Tavuk yağı %	Balık yağı %
Kaproik asit C6:0										0.6	<0.8			
Kaprilik asit C8:0										7.5	2.4-6.2			
Kaprik asit C10:0										6	2.6-5			
Laurik asit C12:0	<0.1		0-0.3	<0.2	0-0.1			<0.4		44.6	45-55		0.3	
Miristik asit C14:0	<0.2	0.1	0-0.3	0.6-1	0-0.1	0.2		0.5-2	0-1	16.8	14-18	3.8	0.9	7-8
Palmitik asit C16:0	8.0-13.3	5.4-7	8.6-16.5	21.4-26.4	8.3-14	1.5-6.0	4-7	40.1-47.5	7.5-20	8.2	6.5-10	24.9	22.1	19-21
Palmitoleik asit C16:1, n-7	<0.2	<0.2	0-1.4	<1.2	<0.2	<3		<0.6	0.3-3.5			4.9	5.5	6-15
Margarik asit C17:0	<0.1								<0.5					
Stearik asit C18:0	2.4-5.4	3.5-4.5	<3.3	2.1-3.3	1.9-4.4	0.5-3.1	3-6	3.5-6	0.5-5	2.8	1.3-3	18.9	7.7	4-5
Oleik asit C18:1, n-9	17.7-26.1	45.3	20-42.2	14.7-21.7	36.4-67.1	8-60	13-29	36-44	56-83	5.8	12-19	36	34.7	17-25
Linoleik asit C18:2, n-6	49.8-57.1	39-50	39.4-65.6	46.7-58.2	14-43	11-23	17-30	6.5-12	3.5-20	1.8	1-3.5	3.1	26.5	1-4
α -linolenik asit C18:3, n-3	5.5-9.5	0.2	0.5-1.5	<0.4	<0.1	5-13	47-55	<0.3	0-1.5			0.6	1.1	1-3
Araşidik asit C20:0	0.1-0.6		0.3-0.7	0.2-0.5	1.1-1.7	<3		<1	<0.8					
Gonodoik asit C20:1, n-9			0.2-0.4	<0.1	0.7-1.7	3-15						0.3	0.6	
Arahidonik asit C20:4, n-6													1.7	<0.5
Eikosapentaenoik asit C20:5, n-3														10-15
Behenik asit C22:0	0.3		<0.5	<0.6	2.1-4.4	<2			<0.2					
Erusik asit C22:1, n-9	<0.3		<0.1	<0.3	<0.3	2-60								
Dokosapentaenoik asit C22:5, n-3														12-18
Lignokerik asit C24:0	<0.4		<0.4	<0.1	1.1-2.2	<2			<1					
Nervonik asit C24:1, n-9					<0.3	<3								

Beare-Rogers J (48)

Balık Yağı ve Yumurta Tavuğu Beslenmesinde Kullanımı

Balık yağlarının yağ asidi kompozisyonu üzerine ilk çalışmalar 1950'li yılların başında başlamıştır. Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalar balık yağlarının yapısının daha iyi anlaşılmasını sağlamış, balık yağlarının insan sağlığı üzerine olan olumlu etkilerini ortaya çıkarmıştır. Bundan dolayı, balık yağlarına olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Balık türlerine göre n-3 yağ asidi miktarı da farklılık göstermektedir. Özellikle siyah etli balıklarda n-3 yağ asitlerinin oranı çok yüksektir. Somon, sardalya, uskumru, ton balığı ve hamsi gibi balıklar n-3 yağ asitlerince çok zengin olmalarına rağmen kültür balıklarında bu seviye düşüktür (49).

Balık yağı, içerdiği yüksek orandaki EPA ve DHA adlı yağ asitleri nedeni ile son zamanlarda gerek insan beslenmesinde gerekse kanatlı yemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Broiler veya yumurta tavuğu yemlerine % 1-1.5 oranında balık yağı ilavesi et ve yumurtada bu yağ asitlerinin düzeylerinin yükselmesine yol açmaktadır (47).

Balık yağı % 30-40 arasında n-3 yağ asitleri içermektedir. Balık yağındaki toplam PUFA miktarı % 40-45, toplam doymuş yağ asidi miktarı da % 25-30 olarak bildirilmiştir. Yağ asit kompozisyonu palmitik asit (C16:0) % 15-20, stearik asit (C18:0) % 3-5, oleik asit (C18:1 n-9) % 17-20, linoleik asit (C18:2 n-6) %13-23, linolenik asit (C18:3 n-3) % 2-3 oranlarındaki yağ asitlerinden oluşmaktadır (18, 21, 47).

Birçok araştırmacı (21, 39, 40, 45, 50, 51) rasyonda balık yağının kullanılması ile yumurta sarısında uzun zincirli yağ asitleri düzeyinin önemli derecede arttığını bildirilmiştir. Balık yağlı rasyonlarda yumurta sarısı yağ asitlerinin doymuşluk düzeyi azalmış, EPA ve DHA düzeyleri yükselmiştir. Bu durum yumurta sarısındaki n-6/n-3 yağ asitleri oranını da küçültmektedir (21, 39, 40, 45, 50, 51).

Baucells ve arkadaşları (21), yumurta tavuğu rasyonlarına % 1 ile % 4 arasında değişen oranlarda kattıkları balık yağı, keten tohumu yağı, kolza yağı, ayçiçeği yağı ve donyağı ile yaptıkları çalışmada yumurta sarısındaki yağ asit düzeylerinin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini, en yüksek EPA ve DHA oranlarının rasyonlarına balık yağı katılan gruplarda bulunduğunu, balık yağının daha az olduğu gruplarda, PUFA düzeyi ve toplam n-3 yağ asit miktarının da azaldığını belirtmektedirler. Gonzalez ve Leeson (39), yumurta tavuğu rasyonlarına % 2, 4 ve 6 düzeylerinde balık yağı ilave ederek, yumurta sarısındaki n-3 yağ asitlerinin katılan oranla doğru orantıda arttığını tespit etmişlerdir. Balevi ve Coşkun (40), pamuk yağı, keten tohumu yağı, soya yağı, zeytinyağı, ayçiçeği yağı, balık

yağı ve don yağı kullanarak yaptıkları araştırmada, balık yağı katılmış yemlerle beslenen tavukların yumurtalarında n-3 yağ asitleri oranının arttığını bildirmişlerdir.

Ceylan ve arkadaşları (45), yumurtacı tavuk rasyonlarına ayçiçeği yağı, keten tohumu yağı, balık yağı ve kolza yağı ilave etmişler, balık yağının rasyonlara katılmasıyla yumurta sarısındaki DHA birikiminin, keten tohumu yağı katılan gruplarda ise linolenik asit miktarının artmış olduğunu göstermektedirler. Aynı şekilde, Basmacıoğlu ve arkadaşları (51), yumurtacı tavuk rasyonlarına balık yağı ve keten tohumu yağı ilave ederek balık yağının rasyonlara % 1.5 oranında katılmasıyla kolesterol düzeyinin düştüğünü, yumurta sarısındaki n-3 yağ asitleri oranının arttığını, linolenik asit miktarının keten tohumu yağı, DHA miktarının balık yağı eklenen gruplarda yüksek olduğunu saptamışlardır.

Balık yağı katılan rasyonlarla beslenen yumurtacı tavukların yumurtalarının pişirildiklerinde balık kokusunun yumurtalarda hissedildiği bilinmektedir. Yapılan çalışmalarla yeme % 2 düzeyinde balık yağı katılmasının bu sonucu doğurduğu, bu oranın altında ise yumurtaya balık kokusunun geçmediği saptanmıştır (21, 51). Bu durumdan dolayı, bu çalışmada % 1.5 oranında balık yağı kullanılmıştır.

Yumurta Sarısındaki Lipit Oksidasyonu ve Önemi

Yağda eriyen veya lipit kategorisinde yer alan steroller, A, D, E ve K vitaminleri ile beta karoten gibi pigmentler yapılarında bulunan ve çift bağ içeren yağ asitleri nedeni ile atmosferik oksijenle birleşerek kolayca oksitlenebilir ve bozulabilirler. Hayvansal ya da bitkisel kökenli yağların otooksidasyonu yemlerde kalitenin bozulmasına yol açan en önemli faktörlerdendir. Oksitlenerek bozulan yağlar, yem ve diğer gıdalarda renk, tat, aroma, tekstür ve kıvamda bozulmalara ve enerji değerini kaybederek biyolojik fonksiyonlarını yitirmelerine neden olmaktadır. Gıdalardaki lipit oksidasyonu sadece reaksiyon sonucu oluşan kötü tat ve koku açısından değil, insan ve hayvan sağlığı açısından da önemli olumsuzluklar taşımaktadır. Son yıllarda yapılan bazı araştırmalar, otooksidasyon sonucu oluşan ürünlerin sağlık açısından da ciddi tehdit unsuru oluşturduğu, hatta bu bileşiklerin bir kısmının karsinojenik etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Lipitlerin otooksidasyon hızları oksijen konsantrasyonuna, lipit-oksijen temas yüzeyinin genişliğine, yağ asitlerinin tipi ve miktarına, sıcaklık ve nem gibi depolama koşullarına bağlıdır (31, 32). Lipitlerin otooksidasyon mekanizması başlatma, yayılma ve bitiş olarak üç faz içeren, serbest radikal zincir reaksiyonu şeklinde oluşmaktadır (52). Başlatma adımının kimyasal işlem süreci ya moleküler oksijen tarafından organik bir materyalden

(doymamış yağ asitleri) bir hidrojen atomunun çalınması şeklinde ya da hidroperoksit bileşikler meydana getirmek için bir oksijen molekülünün çift bağına bağlanması şeklinde olmaktadır (52).

Lipit oksidasyonunun normal seyrinde çoklu doymamış yağ asitleri serbest radikaller vasıtasıyla, yağ asidi hidroperoksitlerine okside olmaktadır. Bununla beraber, oksidasyon sırasında bazı ikincil ürünler de oluşmaktadır. Yiyeceklerin ne kadar bozulduğunu anlayabilmemiz için oksidasyonun derecesini bilmemiz gerekmektedir. Oksidasyonun belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri, oksidasyon sırasında oluşan ikincil ürünleri ölçmektir. Üç veya daha çok çift bağ içeren yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında, ikincil oksidasyon ürünü olarak malondialdehit (MDA) ortaya çıkmaktadır. MDA seviyesinin ölçülmesi ile oksidasyon seviyesi belirlenebilmektedir. MDA ölçümünde birkaç metot bulunmaktadır. Bunlardan en sık kullanılanlar, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile MDA miktarının tayini ve kolorimetrik tiyobarbitürik asit (TBA) analiz metotlarıdır (53). Lipit peroksidasyonunun ikincil ürünü olan MDA, TBA ile reaksiyona girerek çözeltide kırmızı renk oluşturmaktadır. Çözeltideki MDA ve TBA miktarlarına göre değişen kırmızı renk spektrumu spektrofotometrik olarak tespit edilebilmektedir (54). Spektrofotometrik TBA analiz metodu lipid peroksidasyon düzeyinin belirlenmesinde, hızlı, düşük maliyetli ve güvenilir bir yöntem olarak bilinmektedir (54).

Kanatlı yemlerinin içeriğinde PUFA' nın artışı ile et ve yumurtada doymamış çift bağ sayısı arttığından lipidlerin oksidasyonu için gerekli ortam sağlanmış olur (55). Omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri yapılarındaki çift bağlardan dolayı oksidasyona daha yatkındırlar ve gıdalarda istenmeyen özellikler (tat ve koku) ortaya çıkarabilmektedirler (24,56). Ayrıca lipid oksidasyon ürünleri kalp damar hastalıkları başta olmak üzere bazı hastalıkların gelişiminde sorumlu tutulmaktadır (43).

Antioksidanlar oksidasyonu yavaşlatarak, gıda maddelerinin ve yemlerin depolanması ve raf ömürlerinin uzatılmasını sağlamakta olup, yağların otooksidasyonunu ve dolayısı ile bozulmalarını engelleyen en önemli inhibitörlerdir (47). Gıda ve yem endüstrisinde, lipid peroksidasyonu sonucu oluşan istenmeyen oksidatif etkileri önlemek amacıyla ürünlere antioksidanlar (genellikle sentetik olanlar) katılmaktadır (43).

Kanatlı Rasyonlarında Kullanılan Antioksidanlar

Oksidasyonu önleme ve geciktirme mekanizmalarına göre antioksidanlar iki grupta toplanmaktadır. Birinci gruptakiler primer antioksidanlar (otooksidasyon zincirini

kıran), ikinci gruptakiler sekonder antioksidanlardır (oksidasyonun başlamasını engelleyen). Primer antioksidanlar; tokoferoller (Vitamin E), propil galat, bütildihidroksianizol (BHA), bütildihidroksitoluen (BHT), tersiyer bütildihidrokinon (TBHQ) ve etoksiquin'dir. Sekonder antioksidanlar, şelatlar (sitrik asit, amino asit, etilendiamintetra asetik asit-EDTA), oksijeni bağlayan (askorbik asit-vitamin C) ve antioksidatif enzimlerdir.

Doğal antioksidan madde olan tokoferoller yağda erime özelliğine sahiptirler. Tokoferollerin dört formu bulunmaktadır. Bunlar alfa tokoferol, beta tokoferol, gama tokoferol ve delta tokoferollerdir. Tokoferollerin % 0.02 ile % 0.06 (200-600 ppm) arasındaki dozları iyi bir antioksidan etki göstermektedir (47). Vitamin E olarak da isimlendirilen alfa-tokoferol, hücre zarında antioksidan olarak fonksiyon göstermektedir. Vitamin C ise okside olmuş E vitaminini indirgeyerek hücre düzeyinde tekrar antioksidan etki göstermesini sağlamaktadır (50).

Antioksidanlar, sentetik ve doğal antioksidanlar olmak üzere de gruplandırılabilirler. Tavuk yemlerinde yaygın olarak kullanılan doğal antioksidanlar genellikle Vitamin E ve Vitamin C' dir. Her ne kadar doğal antioksidanlar olarak nitelenseler de, bu vitaminler tavuk yemlerinde kullanılmak üzere sentetik olarak üretilmektedir (47). Ancak vitaminlerin yemlere antioksidan olarak katıldıklarında ortaya çıkan maliyet diğer sentetik yem antioksidanlarına göre oldukça yüksektir. Tavuk yemlerinde yaygın olarak kullanılan diğer sentetik antioksidanlar ise Ethoxyquine, BHA ve BHT'dir (57).

BHA ve BHT yüksek ısıya karşı dayanıklı, yağda çok iyi çözünebilen ancak suda çözünmeyen antioksidanlardır (47). Son yıllarda BHA ve BHT' nin ya da metabolitlerinin kanser ve tümör hücrelerinin oluşumuna neden olduğu yönünde araştırma sonuçlarına rastlanmaktadır. Ito ve arkadaşlarının (58), ratlar üzerinde yaptıkları deneme sonucunda, BHA'nın mide kanserine ve idrar kesesinde tümör oluşumuna, BHT'nin karaciğer ve idrar kesesinde tümör oluşumuna, etoksiquin'in böbrek ve idrar kesesinde kanser oluşumuna neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Gelir düzeyinin ve beslenme konusundaki bilincin artması sonucu, sentetik ürünlere karşı duyulan kuşku artmış ve doğal ürünlere yönelme başlamıştır. Doğada yaygın olarak bulunan bitki ve baharatlar üzerine yapılan çalışmalarda bazı bitki, baharat, bitkisel yağ ve özütler, bitkilerin çeşitli kısımlarından elde edilmiş ürünler ve bunlardan oluşan karışımların antioksidan özellikleri olduğu bildirilmiştir (28, 59). Antioksidan aktivitesi üzerinde çalışmalar yapılmış bitki ve baharat türleri arasında zencefil, tarçın, karanfil,

defne, adaçayı, biberiye, kekik, oregano (kekikotu), fesleğen, maydanoz, kişniş, tarhun, yenibahar, kimyon, toz biber ve tohumları, muskat ve rezene bulunmaktadır (59).

Bitkisel Karışımlar ve Kanatlı Rasyonlarındaki Kullanım Amaçları

Bitkilerin ve bitkisel ürünlerin çeşitli amaçlarla kullanımı neredeyse insanlık tarihi kadar eskidir. Dünya ülkelerinde olduğu gibi Ülkemizde de deneme yanılma yöntemiyle bulunmuş halk arasında şifalı bitkiler olarak anılan birçok bitki hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (60) Aynı zamanda bitkiler, yan etkilerinin de çok az olmasından dolayı başta ilaç sanayisi olmak üzere birçok alanda kullanılan doğal kaynaklardır. Ülkemizde yetişen bitki çeşitleri tüm Avrupa'da yetişen bitki çeşitlerinin yaklaşık % 75'ine sahiptir. Komşu ülkelere nazaran iki misli çeşitliliğe sahip olan Türkiye florası tıbbi ve aromatik bitkiler açısından da oldukça zengindir. Türkiye'de yaklaşık 3000 çeşit aromatik özelliğe sahip bitki olduğu bilinmektedir. Bu özelliği düşünüldüğünde; bitkisel karışımlar ve bitkilerden elde edilen uçucu (aromatik-esansiyel) yağların hayvan beslemede kullanım alanı bulması ülke ekonomisi açısından da önemlidir.

Son yıllarda insan beslenmesinde doğal ürünlere karşı ilginin artması, hayvan besleme alanında bitkisel ürün kullanımının yaygınlaşmasındaki başlıca faktördür. Kanatlı beslemede bitkisel karışımlar ve bitkisel uçucu yağlar antibiyotik etkileri (61-63), antioksidan etkileri (26, 28) ve performans artırıcı (64) özelliklerinden dolayı kullanım alanı bulmaktadırlar.

Antibiyotiklerin aşırı yüksek dozlarda ve bilinçsizce kullanımı, bakterilerin direnç oluşturmaya ve et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünlere geçip kalıntı bırakarak çapraz direncin oluşmasına ve kısa sürede etkinliklerini kaybetmelerine neden olmuştur. Bu nedenlerden dolayı, antibiyotiklerin hayvan yemlerinde koruyucu ve verim artırıcı olarak kullanımının yasaklanma süreci 1999 yılında Avrupa Birliği tarafından başlatılmıştır. Bu süreç 2006 yılında yemlerde kullanımına izin verilen iki antibiyotiğin (Avilamicine ve Flavomicine) de yasaklanması ile son bulmuştur. Türkiye'deki tarım mevzuatı da AB mevzuatına endeksli olduğundan, Türk Yem Sanayisi için de yemlerde koruyucu antibiyotik kullanımı yasağı aynı tarihte yürürlüğe girmiştir. Bu durum Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de yem katkı maddesi sektörünü yeni alternatif ürünlerin arayışına itmiş ve bunun sonucu olarak tıbbi aromatik bitki ve bunlardan elde edilen esansiyel yağlar ile bitkisel özütlerden oluşan bitkisel ürünler gündeme gelmiştir.

Bitkilerin insan ve hayvanlarda tedavi amaçlı kullanılmaları çok eski yıllardan beri süregelmektedir. Aromatik bitkilerden elde edilen birçok esansiyel yağ kimyasal açıdan güvenilir kabul edilmektedir. Çeşitli yazarlar tarafından bitkiler ve bitkisel ürünlerin antioksidan (26, 28) ve antimikrobiyel (61, 64) etkilerinin varlığı bildirilmektedir. Bu bitkiler içerisinde en çok adı geçenler bir kekik türevi olan oregano (*oreganum vulgare*) ve kekik (*thymus vulgaris*) olmaktadır. Bu iki bitki de yüksek oranda içerdikleri timol ve karvakrol isimli etken maddeleri ile uzun zamandır çok yönlü bitkiler olarak bilinmektedirler.

Bitkisel ürünlerin yem katkı maddesi olarak kullanımındaki ilk beklenti; tavukların barsak mikroflorasında antibiyotik benzeri etki göstererek patojen mikroorganizma sayısının azaltılmasıydı. Türkiye’de şifalı bitki olarak yaygın kullanılan kekik bitkisinin farklı çözümlerle hazırlanan uçucu (aromatik, esansiyel) yağları ile yapılan çalışmada 14 mikroorganizma üzerinde denenmiş ve mikroorganizmalardan *Bacillus subtilis* üzerinde anti-mikrobiyolojik etkisinin olduğu bildirilmiştir (60). Hammer ve arkadaşları (61), 52 çeşit bitkisel yağ ve karışımlarının 15 farklı bakteri üzerine etkilerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, bitkisel karışım ve uçucu yağların minimum inhibitör konsantrasyonlarını (MIC) ölçmüşlerdir. 20 çeşit bitkisel karışım ve yağların *C.albicans*, *Staph.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı anti-bakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir (61). Nostro ve arkadaşları (63), oregano yağı, carvacrol ve thymol’ün *Staphylococci* suşları üzerinde anti-bakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Mitsch ve arkadaşları (65) ise bazı bitkisel uçucu yağ karışımlarının *Clostridium perfringens* kolonizasyonu üzerine etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Fakat, yapılan çalışmalar esnasında yem katkı maddesi olarak kullanım alanı bulan bitkisel ürünlerin içeriklerinde bulunan bazı etken maddelerin mikrobiyolojik etkiden başka etkilerinin de olabileceğinin farkına varılmıştır. Son yıllarda, tavukçuluk başta olmak üzere diğer hayvan türleri üzerinde bitkisel ürünlerin farklı özellikleri araştırılmaya başlanmıştır. Broyler yemlerine oregano yağının ilavesi sonucunda etteki lipit oksidasyon değerleri düşürerek antioksidan etki gösterdiği tespit edilmiştir (26, 66). Botsoglou ve arkadaşları (26), yaptıkları çalışmada yemlerine oregano yağı kattıkları broyler piliçlerin etlerinde oregano yağının antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Flouro-Paneri ve arkadaşları ise, yumurtacı tavuklar üzerinde yaptıkları çalışmanın sonucunda biberiye bitkisinin yumurta sarısında lipit oksidasyon ürünlerini azalttığını (28), hindilerde yaptıkları çalışmada (26) oregano yağının hindi etinde antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak bu bulguların aksine, Galobart ve arkadaşları (43)

biberiye bitkisinin n-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş yumurtalardaki lipit oksidasyon değeri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, biberiye bitkisinin etkili bir antioksidan özellik göstermediğini bildirmişlerdir.

GEREÇ VE YÖNTEM

GEREÇ

Araştırmada Kullanılan Hayvanlar

Araştırmada hayvan materyali olarak özel bir yumurta tavukçuluğu işletmesinde bulunan 315 adet 34 haftalık yaşta Lohmann beyaz yumurtacı tavuk kullanılmıştır.

Denemede kullanılan tavuklar tesadüfi olarak seçilmişlerdir.

Deneme Yeri, Alet ve Ekipmanlar

Çalışma, Balıkesir ili Bandırma ilçesi Mahbubeler köyünde yer alan Yaymacı Tavukçuluk Tic. Ltd. Şirketi'ne ait, 18000 baş kapasiteli ticari yumurta tavuğu kümesinde gerçekleştirilmiştir. Tavuklar, üç katlı Kaliforniya merdiven basamağı kafes sisteminde her bir kafeste beş adet tavuk bulunacak şekilde 63 kafese yerleştirilmiştir. Kafesler 50 cm yükseklik x 50 cm en x 50 cm derinlik ölçülerinde, üzeri sıcak galvaniz kaplamalı demir malzemeden üretilmiştir.

Denemenin yapıldığı kümeste kanal tipi yemlik sistemi kullanılmıştır. Deneme sırasında her grubun yemi yemliklere el ile dağıtılmıştır. Kafeslerde nipel (damlalıklı) suluk sistemi kullanılmıştır. Kümeste su kesintisi riskine karşı su deposu bulunmaktadır ve içme suyu suluk sistemine bu depodan verilmiştir. Aydınlatma için gündüz saatlerinde güneş ışığı (doğal aydınlatma), gün ışığının olmadığı saatlerde kümesin tamamında da kullanılan 60 adet 720 lümenlik 75 watt gücünde beyaz ışık veren ampüller kullanılmıştır. Kümes, deneme süresince pencereler vasıtasıyla doğal olarak havalandırılmıştır. Pencerelerde perde sistemi mevcuttur. Bunun yanında, doğal havalandırmanın yetersiz olduğu durumlarda 3 adet 140 cm çapında pervaneli fan, doğal havalandırmaya yardımcı olarak, kullanılmıştır.

Deneme esnasında kümesin genel içme suyu tesisatından gelen su kullanılmıştır. Deneme süresince içme suyuna antibiyotik, vitamin, mineral veya benzeri herhangi bir katkı yapılmamıştır.

Araştırmada kullanılan yemler, işletmenin öğütme ve 500 kg kapasiteli karıştırma makineleri kullanılarak toz formda hazırlanmıştır. Rasyonların hazırlanmasında Moonstar isimli bilgisayar programı kullanılmıştır.

Denemede Kullanılan Yem Hammaddeleri

Yemler, denemenin yapıldığı işletmeye ait yem ham maddeleri kullanılarak hazırlanmıştır. Denemede kullanılan yemlerin hazırlanmasında, mısır, soya küspesi, ayçiçeği tohumu küspesi, mermer tozu, di-kalsiyum fosfat, DL-metiyonin, tuz, vitamin-mineral premiksi, bitkisel karışım preparatı, sentetik antioksidan preparatı, balık yağı ve soya yağı kullanılmıştır.

Denemede Kullanılan Yağlar

Yemlere katılan balık yağı hamsi balığı işleyen Karadeniz Bölgesindeki özel bir işletmeden, soya yağı ise Bursa Organize Sanayi Bölgesindeki özel bir işletmeden satın alınmıştır. Deneme boyunca yeme katılan balık yağı, soya yağı ve bitkisel karışım soğuk hava deposunda +4 derecede muhafaza edilmiştir. Denemede kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonları bulgular bölümünde Tablo 6' da verilmiştir.

Denemede Kullanılan Yem Katkı Maddeleri

Denemede kullanılan FITOCOCCI® isimli preparatın içeriğini kurutulmuş Origanum vulgare (kekik varyetesi), Thymus vulgaris (kekik varyetesi) bitkileri, bu iki bitkiden distilasyon yöntemi sonucu elde edilen yağlar, anason tohumu yağı, rezene yağı, sarımsak yağı ve taşıyıcı oluşturmaktadır. Preparat içerisinde yer alan iki farklı kekik türü Türkiye'de genel olarak kekik adıyla tanınmakta ve baharat olarak kullanılmaktadırlar. Bu preparat Türkiye'de Farmavet İlaç San. Tic. A.Ş. tarafından üretilmekte olup, söz konusu firmadan temin edilmiştir.

FITOCOCCI® isimli preparatın içeriğinde bulunan bitkisel kökenli maddeler:

Origanum Vulgare	(Kurutulmuş kekik otu)
Thymus Vulgaris	(Kurutulmuş kekik otu)
Thyme Oil	(Kekik yağı)
Origanum Oil	(Oregano-kekik yağı)
Garlic Oil	(Sarımsak yağı)
Anise Oil	(Anason yağı)
Fennel Oil	(Rezene yağı)

Tablo – 4: Denemede kullanılan bitkisel karışımın bileşimindeki aktif olan etken maddelerin oranı

Bileşimdeki aktif olan etken maddeler*	%	ppm
1,8-CINEOLE	0.24	2498
ALLYL DERIVATES	0.36	3520
ALPHA-PINENE	0.12	1150
ALPHA-TERPINEOL	0.70	7010
BORNEOL	0.18	1784
CAFFEIC-ACID	2.28	22796
CAMPHENE	0.08	754
CARVACROL	4.48	44828
EUGENOL	0.12	1236
GERANIOL	1.04	10340
LIMONENE	0.56	5540
LINALOOL	0.96	9576
MYRCENE	0.18	1836
P-CYMENE	2.38	23800
PHENOL	0.86	8520
POLYPHENOL	6.00	59960
TANNINS	12.90	129000
ROSMARINIC-ACID	7.60	76000
TERPINEN-4-OL	0.06	692
URSOLIC AC	1.92	19200
THYMOL	3.26	32616

*Denemede kullanılan bitkisel karışımın bileşiminde bulunan aktif etken maddeler ve değerleri üretici firma tarafından verilmiştir.

Denemede kullanılan OXIFARM DRY-1® isimli sentetik antioksidan preparatı üretici firma olan Farmavet İlaç San. Tic. A.Ş.'den sağlanmıştır. İçeriğinde % 0.95 oranında ethoxyquine, % 4.74 bütihidroksitoluen, % 0.95 bütihidroksianizol ve % 0.48 oranında sitrik asit bulunmaktadır.

Denemede Kullanılan Laboratuvar Alet ve Ekipmanları

Denemede yumurta sarısı TBA tayini için kullanılan malzemeler:

- Cam çubuk
- 50 ml.'lik test tüpleri
- % 3.86'lık perklorik asit
- Whatmann 1 filtre kâğıdı
- 20 mM Tiyobarbitürik asit (TBA) solüsyonu
- Spektrofotometre

Yumurta sarısı yağ asidi tayininde kullanılan laboratuvar malzemeleri:

Kimyasal maddeler:

- NaOH (Merck)
- Metanol (Merck)
- % 2'lik Metanolik NaOH; 2 gr NaOH metanol ile 100 ml'ye tamamlandı.
- % 14'lük BF₃-Metanol kompleksi
- n- heptan (Merck)
- NaCl (Merck)
- Doymuş NaCl: Bir litrelik laboratuvar şişelerinde distile su ile karıştırılarak

hazırlandı.

Cam Malzemeler:

- Yağ Balonu (300 ml, düz tabanlı, şilifli cam balon)
- Ayırma hunisi (100 ml)
- Numune saklama şişeleri (20 ml)

Yumurta kalite kriterlerini belirlemek için kullanılan malzemeler;

- Kırılma direnci ölçme aleti (Imada Push-Pull Scale, Newton)
- Mikrometre (Mitutoyo, 0.01 mm hassas)
- Kumpas (Mitutoyo, 0.01 mm hassas)

YÖNTEM

Deneme Planı

Denemede kullanılan yumurta tavukları 9 gruba ayrılmış ve her bir grup için 7 tekrar grubu oluşturulmuştur. Her bir tekrar grubu, içerisinde beş tavuk bulunan bir göz kafesten meydana gelmiştir. Yemlerine yağ ilavesi yapılmamış negatif kontrol grubu olan Grup 1 kendi içinde üç alt gruptan oluşmuştur. Bu alt gruplar içinde Grup 1A, yağ ilavesi yapılmamış, 0.5 kg/ton oranında sentetik antioksidan katılmış, Grup 1B yağ ilavesi yapılmamış 0.5 kg/ton oranında bitkisel karışım katılmış, Grup 1C yemine yağ ve antioksidan katkısı yapılmamış grupları oluşturmuştur. Benzer olarak, yemlerine soya yağı katılan Grup 2 de üç alt gruba ayrılmıştır ve pozitif kontrol grubu olarak kabul edilmiştir. Grup 2A'nın yemleri 0.5 kg/ton oranında sentetik antioksidan karışımı içerirken, Grup 2B'nin yemleri 0.5 kg/ton oranında bitkisel karışım içermiştir. Grup 2C'nin yemine sadece soya yağı katılmış sentetik antioksidan veya bitkisel karışım ilavesi yapılmamıştır. Grup 3A'nın yemlerine 0.5 kg/ton oranında sentetik antioksidan katılmışken, Grup 3B'nin yemine 0.5 kg/ton oranında bitkisel karışım katılmıştır. Grup 3C ise %1.5 balık yağı katılmış ancak sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katılmamış grubu oluşturmaktadır.

Denemede oluşturulan hayvan grupları aşağıdaki gibidir:

- 1- Grup Y(-): % 0 yağ katkısı (kontrol)
- 2- Grup Y(-)BK: % 0 yağ katkısı + bitkisel karışım (0.5 kg/ton)
- 3- Grup Y(-)A: % 0 yağ katkısı + sentetik antioksidan (0.5 kg/ton)
- 4- Grup S: % 3 soya yağı katkısı (kontrol)
- 5- Grup SBK: % 3 soya yağı katkısı + bitkisel karışım (0.5 kg/ton)
- 6- Grup SA: % 3 soya yağı katkısı + antioksidan (0.5 kg/ton)
- 7- Grup B: % 1.5 balık yağ katkısı + % 1.5 soya yağı katkısı (kontrol)
- 8- Grup BBK: % 1.5 balık yağ katkısı + % 1.5 soya yağı katkısı + bitkisel karışım (0.5 kg/ton)
- 9- Grup BA: % 1.5 balık yağ katkısı + % 1.5 soya yağı katkısı + antioksidan (0.5 kg/ton)

Tesadüfi olarak seçilen hayvanlar deneme planına göre kafeslere yerleştirildikten sonra dört haftalık adaptasyon periyodu uygulanmıştır. Bu dönemde farklı yağ kaynakları

içeren yemlerdeki yağ asitlerinin yumurtaya geçişinin stabil hale gelmesi amaçlanmıştır. Adaptasyon periyodunun sonunda ilk yumurta numunelerinin toplandığı tarih deneme başlangıcı olarak kabul edilmiştir.

Tablo – 5: Denemede Kullanılan Yemler, Kimyasal Analiz Sonuçları ve Hesaplanmış Metabolize Olabilir Enerji Değerleri

Ham Maddeler (%)	Yağ Katkısız			Soya Yağ Katkılı			Balık Yağ Katkılı		
	Y(-)A	Y(-)BK	Y(-)	SA	SBK	S	BA	BBK	B
Mısır	63.23	63.23	63.28	58.11	58.11	58.16	58.11	58.11	58.16
Soya Küspesi	25.57	25.57	25.57	24.86	24.86	24.86	24.86	24.86	24.86
Ayçiçeği Toh. Küs.	0.12	0.12	0.12	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Balık Yağı	-	-	-	-	-	-	1.50	1.50	1.50
Soya Yağı	-	-	-	3.00	3.00	3.00	1.50	1.50	1.50
Mermer Tozu	8.12	8.12	8.12	8.12	8.12	8.12	8.12	8.12	8.12
DCP	2.09	2.09	2.09	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
DL-Metiyonin	0.17	0.17	0.17	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tuz	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Vit-Min Premiksi ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Sentetik Antioksidan ²	0.05	-	-	0.05	-	-	0.05	-	-
Bitkisel Karışım ³	-	0.05	-	-	0.05	-	-	0.05	-
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kuru Madde (%)	90.09	90.09	90.09	90.12	90.12	90.12	89.23	89.23	89.23
Ham Protein (%)	16.54	16.54	16.54	16.76	16.76	16.76	16.65	16.65	16.65
Ham Yağ (%)	2.67	2.67	2.67	5.45	5.45	5.45	5.68	5.68	5.68
Ham Kül (%)	12.67	12.67	12.67	12.99	12.99	12.99	12.89	12.89	12.89
Nişasta (%)	38.04	38.04	38.04	36.62	36.62	36.62	36.36	36.36	36.36
Sakaroz (%)	4.43	4.43	4.43	5.01	5.01	5.01	4.89	4.89	4.89
ME (kkal/kg)	2702	2702	2702	2738	2738	2738	2745	2745	2745
Ca (%)	3.54	3.54	3.54	3.56	3.56	3.56	3.54	3.54	3.54
P (%)	0.68	0.68	0.68	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68

1 Vitamin-Mineral Premiksi: 10.000.000 IU Vit.A, 2.500.000 IU Vit D₃, 20.000 mg Vit E, 2.500 mg Vit K₃, 2.000 mg Vit B₁, 5.000 mg Vit B₂, 3.500 mg Vit B₆, 15 mg Vit B₁₂, 30.000 mg Niasin, 8.000 mg Cal-D-Pan, 1.000 mg Folik asit, 25 mg D-Biotin, 160.000 mg Kolin Klorid, 50.000 mg Vit C, 1.000 mg Karofil kırmızı, 80.000 mg Mn, 40.000 mg Fe, 60.000 mg Zn, 5.000 mg Cu, 2.000 mg I, 500 mg Co, 150 mg Se

2 Oxifarm Dry-1® Denemede Kullanılan Yem Katkı Maddeleri bölümünde içeriği açıklanmıştır.

3 Fitococci® Denemede Kullanılan Yem Katkı Maddeleri bölümünde içeriği açıklanmıştır.

DCP. Di-kalsiyum fosfat

ME: Metabolize olabilir enerji

Denemede Yemlerinin Besin Maddesi ve Enerji İçeriklerinin Belirlenmesi

Denemede hayvanlara yedirilen yemlerin ham besin maddesi analizleri Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı Laboratuvarında A.O.A.C.'de (67) bildirilen metotlara göre yapılmıştır. Yemlerin ME içerikleri World Poultry Science Association tarafından da kullanılan Hartel (68) tarafından geliştirilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{ME kkal/kg} = [(\text{Ham Protein} \times 0.1551) + (\text{Ham Yağ} \times 0.3431) + (\text{Nişasta} \times 0.1669) + (\text{Şeker} \times 0.1301)] \times 239]$$

Yemleme, Sulama, Havalandırma ve Işıklandırma

Deneme süresince hayvanlara, 1.dönem yumurta yemindeki ham protein ve enerji düzeyleri göz önüne alınarak hazırlanan rasyonlar verilmiştir. Deneme süresince hayvanlara yem ve su ad libitum olarak verilmiştir.

Deneme kümesindeki ışık programı, sabah 05.00 ile akşam 21.00 arasında toplam 16 saat aydınlatma ve 8 saat karanlık olacak şekilde uygulanmıştır. Havalandırma doğal yolla ve fanlar aracılığı ile yapılmıştır. Pencerelerdeki perdeler hava koşullarına bağlı olarak yönetilmiştir.

Verilerin Elde Edilmesi

Yem tüketimi, Yemden Yararlanma Oranı, Yumurta Ağırlığı ve Yumurta Veriminin Belirlenmesi

Yem tüketimi ölçümleri denemenin başından itibaren 2 haftalık periyotlarda yapılmıştır. Hazırlanan yem hayvanların önüne verilmeden önce tartılmıştır. İki haftalık dönem sonunda hayvanların önünde kalan yemler toplanarak tartılmış ve dönem başında verilen yem miktarından çıkarılarak her grubun tükettiği yem miktarı bulunmuştur. Yemden yararlanma oranları ise tüketilen yem miktarının 2 haftalık dönem içinde elde edilen yumurta ağırlığına bölünmesiyle bulunmuştur. Yumurta ağırlıkları 2 haftalık periyotların sonunda toplanan yumurtalardan hesaplanmıştır. Yumurta verimleri ve hasarlı

yumurta oranı ise günlük olarak kaydedilerek, haftalık ortalamaları alınmış ve istatistikî değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Numune Toplama

Hayvan denemesindeki dört haftalık adaptasyon periyodu sonrası 12 haftalık deneme sonunda her tekrar grubundan 30 adet yumurta alınmıştır. Alınan yumurta numuneleri +4 °C' de soğutucuda muhafaza edilmiştir. Alınan yumurtaların 6 adedinde depolamanın 1.günüde, TBA, Haugh birimi, sarı çapı, sarı yüksekliği, kabuk kırılma direnci ve yumurta ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Geri kalan numunelerde ise depolamanın 14, 28, 42 ve 56. günlerinde, altışar yumurtada olmak üzere aynı ölçümler yapılmıştır. Denemenin sonunda her grubun kontrol gruplarından 6'şar adet yumurta alınarak yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonunu belirlemede kullanılmıştır.

Denemede Kullanılan Yağların ve Yumurta Sarısı Yağ Asitlerinin Belirlenmesi

Yumurta sarılarındaki yağ asitlerini belirlemek üzere ilk önce ekstraksiyon işlemi uygulandı. Bunun için; yumurtaların her birinin sarıları yumurtalar kaynatıldıktan sonra ayrıldı. Soxhaleth Yağ Ekstraksiyon cihazında yumurta sarılarının eter ile muamelesi sonucu yağlarının ayrılması sağlandı. Bu aşamadan sonra deneme yemlerine katılan yağ örnekleri ile yumurta sarılarının ekstraksiyonu sonucu elde edilen yağlara aynı esterleştirme işlemi uygulanmıştır. Bunun için; elde edilen yağlardan 0.2 g alınarak, üzerlerine 4 cc % 2'lik Metanolik NaOH çözeltisi ilave edildi ve su banyosu üzerinde sabunlaşma sağlanıncaya kadar kaynatıldı. Sabunlaşma sonunda yağ balonu içine 5 cc % 14'lük BF₃-Methanol kompleksi eklendi ve 5 dakika daha kaynamaya tabi tutuldu. Daha sonra üzerine 2 cc n-heptan ilave edildi, 1 dakika kadar kaynatıldıktan sonra üzerine doymuş NaCl çözeltisinden 4 cc eklendi. İyice karıştırıldıktan sonra ayırma hunisine alındı. 5-10 dakika kadar fazların ayrılması beklendi. Üstteki açık sarı renkli faz numune saklama şişelerine konuldu.

Numunelerin hepsine esterleştirme uygulandıktan sonra Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarındaki gaz kromatografi cihazına enjekte edilerek yağ asit kompozisyonları belirlendi (AOAC). Supelcovaks-10, 60 m x 0.32 mm, 0.25µm kalınlığında silica kapillar kolon kullanıldı. Fırın sıcaklığı 50° C' den 200° C' ye programlandı. Her dakikada 20° C artacak şekilde 200° C' ye çıkartıldı. 50

dakika boyunca bu ısıda kaldıktan sonra dakikada 10° C artacak şekilde 230° C' ye çıkartıldı ve 20 dakika beklendi. Heptadekanoik asit internal standart olarak kullanıldı.

Yağ asitleri metilleştirildikten sonra alev iyonlaştırıcı dedektörlü Hewlett Packard Agilent Technologies 6890N Network GS System cihazı ile analiz edildi. Kolon uzunluğu 30m X 0.32mm, kalınlığı ise 0.25µm' dır. Kolon sıcaklığı 180° C, enjektör ve dedektör bloğu sıcaklığı 220° C olarak ayarlandı. Taşıyıcı gaz olarak azot (20 ml/dk) kullanıldı. Diğer kullanılan gazlar; H₂=30 ml/dk ve kuru hava=300 ml/dk olarak belirlendi.

Yumurta Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi

Yumurta kalitesini belirlemek amacıyla, yumurta dışı (kabuk kalitesi) ve yumurta içi kalitesine ilişkin kriterler deneme sonunda ölçülmüştür. Kabuk kalitesine ait kriterler için yumurta ağırlığı ve kırılma direnci ölçülmüştür. Yumurta içi kalitesine ait kriterler için de haugh birimi, sarı çap ve sarı yüksekliği ölçülmüştür.

Yumurta Kabuk Kırılma Direnci

Denemenin sonunda alınan yumurta numunelerinde kabuk kırılma dirençleri, Rauch (1965) tarafından geliştirilmiş olan kırılma mukavemeti ölçme aleti ile kg/cm² olarak ölçülmüştür.

Yumurta İç Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi

Yumurtalar, kabuk kırılma dirençleri belirlendikten sonra, cam bir masaya kırılmış ve ölçümlerde büyük değişimlerin meydana gelmemesi için 10 dakika beklendikten sonra; sarı ve ak yüksekliği üç ayaklı mikrometre (1/100 duyarlı) ile; sarı çap, ak uzunluğu ve ak genişliği ise kompas ile ölçülmüştür. Bu değerlerden yararlanılarak sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (69).

$$\text{Haugh Birimi} : 100 \times \text{Log} (h + 7.57 - 1.7G^{0.37})$$

(h=Yumurta akı yüksekliği (mm), G=Yumurta ağırlığı (g))

Sarı İndeksi

Yumurta sarı genişliğinin uzunluğuna oranını ifade eder. Sarı indeksinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Sarı indeksi} = \frac{\text{Sarı yüksekliği (mm)}}{\text{Sarı genişliği(mm)}} \times 100$$

Tiyobarbitürik Asit Analizi (TBARS)

Numune yumurtaların sarılarından TBARS analizi için alınan 2 g örnek 50 ml.'lik test tüplerine konularak, üzerlerine 18'er ml % 3.86'lık perklorik asit konuldu. Homojenize edilen bu karışım Whatmann 1 filtre kâğıdından süzüldü. Süzüntüden 2 ml alınarak 20 mM TBA solüsyonundan 2 ml ile karıştırılarak kaynayan su banyosunda 30 dakika bekletildi. Absorbans spektrofotometrede 531 nm'de okundu (52).

Deneme Verilerinin İstatistik Değerlendirmesi

Deneme verilerinin istatistiki değerlendirmeleri SPSS 13 isimli bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (70). Her bir değişken için tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış, değişkenlik ölçüsü ise ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir. Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleriyle ilgilenilen sürekli değişkenlerin normal dağılım varsayımlarına uygun olup olmadığı araştırılmıştır (71).

Yumurta sarısı yağ asidi düzeylerinin karşılaştırılmasında her yağ grubunun ve yağ katkısız grubun yemlerine sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katılmayan (Y(-), S, B) gruplardan toplanan yumurta sarısı yağ asidi değerlerine parametrik bir test olan tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Çalışmada oluşturulan 9 deneme grubundan her biri için zamana bağlı ölçüm yapılan değişken değerlerine (MDA, Haugh birimi, sarı indeksi) tekrarlı ölçüm varyans analizi uygulanmıştır. Zamana bağlı değişiklikleri tablolarda ifade edebilmek için (A, B, C, D, E) harfleri kullanılmıştır (Tablo 8, 9, 10). Yeme katılan sentetik antioksidan ve bitkisel karışımın her yağ grubunda antioksidan etkisinin ortaya konabilmesi için her yağ grubu ile yağsız grubun alt gruplarını oluşturan kontrol, sentetik antioksidan ve bitkisel karışım gruplarının değişken değerlerine (MDA, Haugh birimi, sarı indeksi) kendi yağ grubu içerisinde her depolama periyodunda tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Her yağ grubu içerisindeki antioksidan tipine bağlı değişiklikleri tablolarda ifade edebilmek için (a, b) harfleri kullanılmıştır (Tablo 8). Ayrıca, bitkisel karışım ve

sentetik antioksidanın yeme katılan farklı yağ tiplerindeki değişkenlere (MDA, Haugh birimi, sarı indeksi) olan etkilerini karşılaştırabilmek için her yağ grubu ve yağsız gruptaki sentetik antioksidan (Y(-)A, SA, BA) ve bitkisel karışım grupları (Y(-)BK, SBK, BBK) üçlü olarak tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuşlardır. Bu karşılaştırmada sentetik antioksidan ve bitkisel karışımın fark yarattığı değerlerin işaretleme için (x, y) harfleri kullanılmıştır (Tablo 8).

Tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve fark olduğu saptanmış tüm değişkenler (yumurta sarısı yağ asidi, MDA, Haugh birimi, sarı indeksi) için gruplar arası farklılıkların belirlenmesinde Tukey HSD testinden faydalanılmıştır. Tek yönlü varyans analizinde farklılık saptanmayan değerlerde (Tablo 11, 12) ise harf ile işaretleme yapılmamıştır.

BULGULAR

Denemede Kullanılan Yemlik Yağların Yağ Asidi Kompozisyonları

Denemede kullanılan yağ kaynaklarının yağ asidi kompozisyonları Tablo 6' da verilmektedir.

Tablo – 6: Kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonları, (%)

Formülü	Genel Adı	Balık Yağı	Soya Yağı
C 14:0	miristik asit	6.89	0.07
C 16:0	palmitik asit	18.69	10.63
C 16:1n-7	palmitoleik asit	7.08	0.09
C 18:0	stearik asit	3.55	4.83
C 18:1n-9	oleik asit	14.92	23.18
C 18:2n-6	linoleik asit	1.96	52.1
C 18:3 n-3	alfa-linolenik asit	1.42	7.71
C 20:0	araşidik asit	0.6	0.39
C 22:0	behenik asit	0.29	0.4
C 20:5 n-3	eikosapentaenoik asit	14.33	0.21
C 22:6 n-3	dokosahegzaenoik asit	13.39	0
C 20:4 n-6	Arahidonik asit	8.59	0
toplam	Doymuş yağ asitleri (SFA)	30.02	16.32
toplam	Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)	22	23.27
toplam	Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)	39.69	60.02
toplam	n-3 yağ asidi	29.14	7.92
toplam	n-6 yağ asidi	10.55	52.1
	n-6/n-3	0.36	6.58

Denemede kullanılan yağların toplam SFA oranı balık yağında % 30.02, soya yağında % 16.32, toplam MUFA oranı balık yağında % 22, soya yağında %23.27, toplam PUFA oranı ise sırasıyla % 39.69 ve % 60.02 görülmektedir. Linoleik asit miktarı ise soya yağında % 52.1 oranı ile balık yağından (% 1.96) yüksek bulunmuştur. Balık yağındaki toplam n-3 yağ asitleri % 29.14 ve soya yağında ise % 7.92 ve yağ kaynaklarındaki toplam n-6 yağ asitleri ise sırasıyla % 10.55 ve % 52.1 olarak saptanmıştır. Omega-6/omega-3 oranı balık yağında 0.36 iken soya yağında bu oran 6.58 olduğu görülmektedir.

Yumurta Sarısı Yağ Asidi Kompozisyonu

16 haftalık hayvan denemesinin sonunda sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katılmamış gruplardan alınan yumurta numunelerinin sarılarındaki yağ asidi değeri ortalamaları, gruplara göre Tablo 7' de verilmektedir.

Tablo – 7: Yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu, (%)

		Yağsız	Soya Yağı	Balık Yağı
C 14:0	miristik asit	0.44 ± 0.014	0.38 ± 0.069	0.41 ± 0.040
C 16:0	palmitik asit	26.57 ^a ± 0.887	24.56 ^b ± 0.848	24.26 ^b ± 0.300
C 16:1 n-7	palmitoleik asit	3.42 ± 0.301	3.47 ± 0.388	2.96 ± 0.229
C 18:0	stearik asit	10.42 ^a ± 0.086	7.95 ^b ± 0.316	7.62 ^b ± 0.480
C 18:1 n-9	oleik asit	41.90 ^a ± 0.729	39.09 ^b ± 0.693	40.93 ^{ab} ± 0.736
C 18:2 n-6	linoleik asit	13.41 ^b ± 0.417	19.42 ^a ± 1.726	13.32 ^b ± 0.212
C 18:3 n-3	alfalinolenik asit	0.29 ^a ± 0.014	1.04 ^b ± 0.144	1.42 ^c ± 0.083
C 20:0	araşidik asit	0.033 ± 0.010	-	-
C 22:0	behenik asit	0.043 ^a ± 0.005	0.11 ^b ± 0.020	0.016 ^a ± 0.016
C 20:5 n-3	eikosapentaenoik asit	0.27 ^a ± 0.024	0.27 ^a ± 0.054	0.65 ^b ± 0.030
C 22:6 n-3	dokosahegzaenoik asit	-	0.15 ^b ± 0.023	3.64 ^a ± 0.012
C 20:4 n-6	arahidonik asit	-	0.12 ± 0.003	0.11 ± 0.018
Toplam	SFA	37.51 ^a ± 0.922	33.01 ^b ± 0.837	32.32 ^b ± 0.542
Toplam	MUFA	45.33 ^a ± 0.820	42.56 ^b ± 0.691	43.89 ^{ab} ± 0.869
Toplam	PUFA	13.97 ^a ± 0.432	20.72 ^b ± 1.844	18.64 ^b ± 0.248
Toplam	n-3	0.55 ^c ± 0.018	1.30 ^b ± 0.119	5.71 ^a ± 0.058
Toplam	n-6	13.41 ^b ± 0.417	19.42 ^a ± 1.726	13.32 ^b ± 0.212
	n-6/n-3	24.02 ^a ± 0.491	14.93 ^b ± 0.284	2.51 ^c ± 0.123

n=6

a,b,c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklıdır (p < 0.05).

Tablo 7' deki değerlere göre yumurta sarılarında en yüksek ALA (% 1.42) ve n-3 yağ asidi (% 5.71) düzeyi yemlerine balık yağı katılan grupta bulunmuştur. Soya yağı katılmış gruba ait yumurta sarılarındaki ALA oranı % 1.04 ve yağ katkısı yapılmayan gruba ait yumurta sarılarındaki ALA oranı % 0.29 bulunmuştur. Her üç gruptaki ALA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahiptir (p<0.05).

Yağ katkısı yapılmamış, soya yağı ve balık yağı katılmış gruplardaki toplam n-3 yağ asitleri oranları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş ve en yüksek n-3 yağ asidi

oranının balık yağı grupta olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Yağ katkısı yapılmamış ve balık yağı katılmış yemle beslenen tavukların yumurta sarılarındaki LA oranı arasındaki fark önemli bulunmazken ($p>0.05$), soya yağı katkısı yapılmış gruptaki LA oranı, diğer iki grubun yumurta sarılarındaki oranlardan yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Omega-6/omega-3 oranı en düşük balık yağı grupta, en yüksek ise yağ katkısı yapılmayan grupta çıkmıştır. Her üç gruba ait yumurta sarılarındaki n-6/n-3 oranları arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahip bulunmuştur ($p<0.05$).

Yemlerine yağ katkısı yapılmamış gruptaki toplam MUFA değeri, soya yağı katılmış gruba ait yumurta sarılarındaki toplam MUFA değerlerinden yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Soya yağı ve balık yağı katılmış gruplardaki toplam MUFA değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel öneme sahip değildir ($p>0.05$). Yağ katkısı yapılmamış grubun toplam PUFA değeri diğer iki gruba göre düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Soya yağı ve balık yağı katılmış gruplara ait yumurta sarılarındaki toplam PUFA değerleri arasındaki farklılıklar ise istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ($p>0.05$). Toplam SFA miktarı en yüksek yağsız grupta (% 37.51) çıkmıştır. Yağ katkısı yapılmayan grubun SFA değeri diğer iki grubun SFA değerlerinden yüksek bulunmuş, arasındaki farklılıkların önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Soya yağı ve balık yağı katılmış gruplardaki toplam SFA değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel öneme sahip değildir ($p>0.05$).

DHA düzeyleri yağ katılmamış grupta saptanamazken balık yağı grupta, soya yağı gruba göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). EPA değeri ise balık yağı grupta % 0.65 oranı ile soya yağı (% 0.27) ve yağsız (% 0.27) gruplardan daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$).

Yumurta Sarısındaki Malondialdehit (MDA) Düzeyleri

Yumurta sarısında meydana gelen lipid oksidasyon ürünü olan MDA düzeyleri; yemdeki sabit yağ tipine göre antioksidanlara bağlı farklılıklar, zamana bağlı farklılıklar ve yemdeki sabit antioksidan tipine göre yağ tipine bağlı farklılıklar olarak üç yönlü incelenmiştir. Yumurta sarısındaki MDA düzeyleri Tablo 8' de verilmektedir.

Tablo – 8: Yumurta sarısı malondialdehit düzeyleri (MDA, nmol/mg)

Deneme grupları		1.gün	14. gün	28. gün	42. gün	56. gün
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar Y(-)	Antioksidan Y(-)A	0.22 ^{aA} ± 0.020	0.25 ^{aA} ±0.031	0.28 ^A ± 0.026	0.28 ^{aA} ± 0.033	0.36 ^{abB} ±0.019
	Bitkisel Karışım Y(-)BK	0.25 ^{aA} ±0.020	0.29 ^{abAB} ±0.031	0.27 ^A ± 0.026	0.29 ^{aAB} ±0.033	0.33 ^{abB} ± 0.019
	Kontrol Y(-)	0.31 ^{baA} ±0.020	0.34 ^{bA} ± 0.031	0.34 ^A ± 0.026	0.38 ^{bbB} ± 0.033	0.39 ^{bbx} ± 0.019
Soya Yağlı Gruplar S	Antioksidan SA	0.23 ^{aA} ±0.018	0.28 ^B ±0.028	0.30 ^B ±0.039	0.30 ^{abB} ± 0.029	0.32 ^{aB} ± 0.023
	Bitkisel Karışım SBK	0.27 ^{aA} ±0.018	0.30 ^{AB} ±0.028	0.31 ^{AB} ±0.039	0.30 ^{aAB} ±0.029	0.34 ^{abB} ±0.023
	Kontrol S	0.32 ^{baA} ±0.018	0.33 ^{AB} ± 0.028	0.36 ^{AB} ±0.039	0.39 ^{bbB} ± 0.029	0.38 ^{bbx} ± 0.023
Balık Yağlı Gruplar B	Antioksidan BA	0.23 ^{aA} ± 0.009	0.30 ^{aB} ± 0.010	0.32 ^{abB} ± 0.008	0.35 ^{abB} ± 0.014	0.36 ^{abB} ± 0.007
	Bitkisel Karışım BBK	0.24 ^{aA} ± 0.011	0.29 ^{aAB} ± 0.013	0.32 ^{abC} ±0.008	0.36 ^{abC} ±0.007	0.37 ^{aC} ± 0.009
	Kontrol B	0.31 ^{baA} ± 0.016	0.35 ^{baB} ± 0.008	0.38 ^{bbC} ±0.007	0.41 ^{bbC} ±0.011	0.44 ^{bcy} ± 0.016

n=6

a, b : Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur (p < 0.05).

A, B, C : Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur (p < 0.05).

x, y : Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur (p < 0.05).

Y(-): Yemine yağ, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **Y(-)A:**Yemine yağ ve bitkisel karışım katılmayan ancak sentetik antioksidan karışımı katılan grup, **Y(-)BK:**Yemine yağ ve sentetik antioksidan karışımı katılmayan ancak bitkisel karışım katılan grup, **S:** Yemine soya yağı katılan ancak sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **SA:** Yemine soya yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **SBK:**Yemine soya yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup, **B:**Yemine balık yağı katılan, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **BA:**Yemine balık yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **BBK:**Yemine balık yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup.

Yemdeki Antioksidan Tipine Bağlı Farklılıklar

Yemlerine, yağ katkısı yapılmamış, soya yağı ve balık yağı katılmış grupların her birinde; sentetik antioksidan, bitkisel karışım ve antioksidan etki gösteren herhangi bir katkı yapılmamış gruplarının kendi aralarında, yumurta sarısı MDA düzeyleri bakımından farklılıkları incelenmiştir.

Yemine Yağ Katkısı Yapılmayan Gruplar

Yağ katkısı, bitkisel karışım ve sentetik antioksidan ilavesi yapılmayan grubun (Y(-)), 1. ve 42. gündeki ortalama MDA değerleri; yağsız grubun, antioksidan (Y(-)A) ve bitkisel karışimli (Y(-)BK) gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Yağ katkısız antioksidanlı ve Y(-)BK gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklar ise istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolamanın 14. gününde ise Y(-) grubunun ortalama MDA değerleri, Y(-)A grubunun ortalama MDA değerinden yüksek bulunmuştur ve YBK grubunun ortalama MDA değeri ile diğer iki grubun Y ve YA ortalama MDA değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Depolamanın 28. gününde denemenin Y(-), Y(-)A ve Y(-)BK gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ($p > 0.05$). Yağ katkısız (Y(-)) grubun 56. gün ortalama MDA değeri, Y(-)BK grubun ortalama MDA değerinden yüksek bulunmuştur. Y(-)A grubun ortalama MDA değeri ile Y(-)A ve Y(-)BK grupları arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Soya Yağlı Gruplar

Soya yağlı (S) grubunun ortalama MDA değeri depolamanın 1. ve 42. günlerinde, SA ve SBK gruplarının ortalama MDA değerlerinden yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Soya yağlı antioksidanlı ve SBK gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Depolamanın 14. ve 28. günlerinde, S, SA ve SBK gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel önemde bulunmamıştır ($p > 0.05$). Soya yağlı (S) grubun 56. gündeki ortalama MDA değeri, SA grubun ortalama MDA değerinden yüksek çıkmıştır. Soya yağlı bitkisel karışimli (SBK) grubun ortalama MDA değeri ise S ve SA gruplarının değerlerinden istatistiksel önemde farklı bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Balık Yağlı Gruplar

Depolamanın 1, 14, 28, 42 ve 56. günlerinde B grubunun ortalama MDA değeri, BA ve BBK gruplarının ortalama MDA değerlerinden yüksek bulunmuştur. BA ve BBK gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılık istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Zamana Bağlı Farklılıklar

Yemine Yağ Katkısı Yapılmayan Gruplar

Y(-)A grubunda 1. günden 42. güne kadar ortalama MDA düzeyleri açısından değerler arasında depolama süresine bağlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Ancak 56. gündeki ortalama MDA değerleri 1, 14, 28, ve 42. günlerdeki ortalama MDA değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$).

Depolamanın 1. günden 42. güne kadar Y(-)BK grubunda ortalama MDA düzeyleri açısından depolama süresine bağlı farklılık bulunmamaktadır ($p > 0.05$). Depolamanın 1. ve 28. günlerdeki ortalama MDA değerleri 56. güne göre daha düşük bulunmuştur ($p < 0.05$).

Depolamanın 1. gününden 28.gününe kadar, Y(-) grubunda ortalama MDA düzeyleri açısından depolama süresine bağlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Depolamanın 42. ve 56. günlerdeki ortalama MDA düzeyleri ise 1, 14 ve 28. günlere göre yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$).

Soya Yağlı Gruplar

Soya yağlı antioksidan katkılı grubun 14, 28, 42 ve 56. gün ortalama MDA değerleri 1. gün ortalama MDA değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). 14, 28, 42 ve 56. günlerdeki ortalama MDA değerleri arasındaki zamana bağlı farklılıklar istatistiksel önemde bulunmamıştır ($p < 0.05$).

Soya yağlı bitkisel karışım katkılı grubun, 56. gününde saptanan ortalama MDA değeri 1. güne göre daha yüksektir ($p < 0.05$). Depolamanın 14, 28 ve 42. günlerdeki ortalama MDA değerleri ile 1. ve 56. gün değerleri arasındaki farklar istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Soya yağlı grubun 42. ve 56. günlerindeki ortalama MDA değerleri zamana bağlı olarak 1. günden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Depolamanın 14 ve 28. günleri ile diğer günlere ait MDA değerleri arasındaki farklar ise istatistiksel önemde bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Balık Yağlı Gruplar

Balık yağlı antioksidan katkılı grubun 1. ile 14, 28, 42 ve 56. gün ortalama MDA değerleri arasında zamana bağlı oluşan yükselme istatistiksel öneme sahip bulunmuştur ($p < 0.05$). 14, 28, 42 ve 56. günlerdeki ortalama MDA değerleri arasındaki farklar ise istatistiksel öneme sahip değildir ($p > 0.05$).

Balık yağlı bitkisel karışım katkılı ve B gruplarında depolamanın 28, 42 ve 56. günlerindeki yumurta sarısı ortalama MDA değerleri 1. gün ortalama MDA değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Yine aynı gruplarda depolamanın 14, 28 ve 42. gün MDA ortalama değerleri arasında zamana bağlı farkların önemli olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$). Bununla beraber, 28, 42 ve 56. Gün MDA ortalama değerleri arasında da zamana bağlı farkların önemli olmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Yemdeki Katkı Yağı İçeriğine Bağlı Farklılıklar

Bu karşılaştırmada, her depolama periyodunda aynı antioksidanı içeren gruplar ve antioksidan içermeyen gruplar, değişken faktör yağ tipi olmak üzere kıyaslanmışlardır (Tablo 8). Depolamanın 56. gününde B grubunun ortalama MDA değerinin diğer iki gruptan, S ve Y(-), daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Depolamanın 1, 14, 28 ve 42. günlerinde ise Y(-), S ve B grupları arasındaki MDA ortalama değerleri farklılıklarının önemsiz olduğu saptanmıştır ($p > 0.05$).

Yemlerinde sentetik antioksidan ve bitkisel karışım bulunan grupların yumurta sarısı MDA düzeyleri, yemin yağ içeriğine göre karşılaştırıldığında, depolamanın 1, 14, 28, 42 ve 56. günlerinde ortalama değerler arasındaki farklılıkların istatistiksel öneme sahip bulunmadığı belirlenmiştir ($p > 0.05$).

Haugh Birimi

Depolamanın 1, 14, 28, 42 ve 56. günlerinde ölçülen Haugh birimi değerleri Tablo 9'da verilmiştir. Yumurta numunelerinde ölçümlenen Haugh birimi değerleri yağ tipine, antioksidan tipine ve zamana bağlı olarak istatistiksel önem açısından karşılaştırılmışlardır. Haugh birimlerindeki yağ ve antioksidan tipine bağlı farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p > 0.05$). Ancak, Haugh birimlerinin depolamanın 14. günden başlayarak,

her iki haftalık depolama süresinde bir önceki ölçüm gününe göre önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır ($p<0.05$).

Tablo – 9: Haugh Birimi

Deneme grupları		1. gün	14. gün	28. gün	42. gün	56. gün
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar	Antioksidan	95.32 ^A ± 1.606	86.35 ^B ± 4.013	75.32 ^C ± 4.002	60.51 ^D ± 3.837	50.24 ^E ± 4.267
	Bitkisel karışım	94.36 ^A ± 1.606	85.24 ^B ± 4.013	74.39 ^C ± 4.002	63.25 ^D ± 3.837	49.65 ^E ± 4.267
	Kontrol	94.02 ^A ± 1.606	86.14 ^B ± 4.013	73.29 ^C ± 4.002	61.24 ^D ± 3.837	51.32 ^E ± 4.267
Soya Yağlı Gruplar	Antioksidan	93.57 ^A ± 2.007	84.25 ^B ± 3.827	73.64 ^C ± 4.142	63.58 ^D ± 3.156	50.39 ^E ± 4.048
	Bitkisel karışım	94.05 ^A ± 2.007	83.26 ^B ± 3.827	74.95 ^C ± 4.142	61.57 ^D ± 3.156	50.37 ^E ± 4.048
	Kontrol	92.38 ^A ± 2.007	85.36 ^B ± 3.827	73.28 ^C ± 4.142	62.27 ^D ± 3.156	48.29 ^E ± 4.048
Balık Yağlı Gruplar	Antioksidan	95.24 ^A ± 1.824	85.25 ^B ± 3.688	72.56 ^C ± 4.288	62.84 ^D ± 3.387	49.71 ^E ± 4.122
	Bitkisel karışım	94.87 ^A ± 1.824	85.84 ^B ± 3.688	74.77 ^C ± 4.288	63.87 ^D ± 3.387	50.82 ^E ± 4.122
	Kontrol	94.35 ^A ± 1.824	84.54 ^B ± 3.688	73.46 ^C ± 4.288	64.24 ^D ± 3.387	49.11 ^E ± 4.122

n=6

A,B,C,D,E,: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Yumurta Sarısı İndeksi

Yumurta sarısı indeksi, depolamanın 1, 14, 28, 42 ve 56. günlerinde ölçülerek (Tablo 10), yağ tipine, antioksidan tipine ve zamana bağlı olarak istatistiksel önem açısından karşılaştırılmışlar, yağ tipine ve antioksidan tipine bağlı farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Depolama süresine bağlı olarak değerlendirildiğinde, yemlerine yağ katılmayan gruplarda yumurta sarısı indeksindeki azalmaların 28. günden itibaren başladığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Yemlerine soya ve balık yağı katılan gruplarda ise azalmaların depolamanın 42 ve 56. günlerinde başladığı belirlenmiştir ($p<0.05$).

Tablo – 10: Yumurta Sarısı İndeksi

Deneme grupları		1.gün	14. gün	28. gün	42. gün	56. gün
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar	Antioksidan	44.33 ^A ±0.88	43.33 ^A ±0.72	38.33 ^B ±0.82	39.00 ^B ±0.66	37.66 ^B ±0.57
	Bitkisel Karışım	43.66 ^A ±0.88	40.33 ^{AB} ±0.72	38.00 ^B ±0.82	37.33 ^B ±0.66	36.33 ^B ±0.57
	Kontrol	43.33 ^A ±0.88	39.66 ^{AB} ±0.72	38.66 ^B ±0.82	37.33 ^B ±0.66	37.00 ^B ±0.57
Soya Yağlı Gruplar	Antioksidan	43.66 ^A ±0.88	40.33 ^{AB} ±0.78	39.33 ^{AB} ±0.73	39.33 ^{AB} ±0.6	38.33 ^B ±0.66
	Bitkisel Karışım	44.66 ^A ±0.88	42.66 ^{AB} ±0.78	40.33 ^{ABC} ±0.73	39.66 ^{ABC} ±0.6	38.00 ^C ±0.66
	Kontrol	43.66 ^A ±0.88	41.66 ^{AB} ±0.78	39.66 ^{AB} ±0.73	39.33 ^B ±0.6	37.33 ^B ±0.66
Balık Yağlı Gruplar	Antioksidan	44.74 ^A ±0.75	42.64 ^{AB} ±0.77	39.42 ^{AB} ±0.68	38.58 ^{AB} ±0.65	37.21 ^B ±0.77
	Bitkisel Karışım	43.24 ^A ±0.75	41.45 ^{AB} ±0.77	38.28 ^{AB} ±0.68	39.32 ^{AB} ±0.65	37.66 ^B ±0.77
	Kontrol	43.47 ^A ±0.75	41.02 ^{AB} ±0.77	39.35 ^{AB} ±0.68	38.47 ^B ±0.65	37.41 ^B ±0.77

n=6

A,B,C : Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklıdır, (p< 0.05).

Yumurta Verimi, Yem Tüketimi, Yemden Yararlanma Oranı ve Yumurta Ağırlığı

Grupların yumurta verimi ortalama değerleri, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta ağırlığı Tablo 11’ de verilmektedir. Grupların yumurta verimi ortalama değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel anlamda öneme sahip olmadıkları belirlenmiştir (p >0.05).

Ortalama günlük yem tüketim miktarı 103.83 gr ile 109.66 gr arasında değişmiştir. Gruplar arasında ortalama yem tüketim miktarında meydana gelen farklılıklar istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır (p>0.05). Denemede oluşturulan hayvan gruplarının her 1 kg yumurta verimi için tükettikleri yem miktarlarına göre ortalama yemden yararlanma oranları 2.02 ile 2.10 arasında değişmektedir. Gruplar arasında yemden yararlanma oranı arasındaki farkların istatistiksel önem taşımadığı belirlenmiştir (p>0.05). Yumurta ağırlığı ortalama değerleri arasındaki farklar istatistiksel önemde bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo – 11: Yumurta Verimi, Yem Tüketimi, Yemden Yararlanma Oranı ve Yumurta Ağırlığı

Deneme Grupları	Denemenin Alt Grupları	Yumurta Verim Ortalamaları, %			Yem Tüketimi, g			Yemden Yararlanma Oranı			Yumurta Ağırlığı, g		
		Ortalama	Sx	n	Ortalama	Sx	n	Ortalama	Sx	n	Ortalama	Sx	n
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar	Antioksidan	89.98	0.519	16	105.83	0.703	8	2.02	0.014	8	64.50	1.133	30
	Bitkisel karışım	89.67	0.611	16	103.83	1.301	8	2.06	0.018	8	62.25	1.133	30
	Kontrol	88.98	0.507	16	106.11	0.690	8	2.07	0.023	8	61.51	1.133	30
Soya Yağlı Gruplar	Antioksidan	90.60	0.385	16	109.66	1.085	8	2.09	0.022	8	62.85	1.620	30
	Bitkisel karışım	90.78	0.743	16	106.33	1.358	8	2.10	0.029	8	62.47	1.620	30
	Kontrol	90.67	0.694	16	107.16	1.351	8	2.08	0.022	8	61.96	1.620	30
Balık Yağlı Gruplar	Antioksidan	90.57	0.394	16	107.16	0.307	8	2.05	0.016	8	62.51	1.122	30
	Bitkisel karışım	89.79	0.513	16	107.83	1.013	8	2.09	0.018	8	60.37	1.122	30
	Kontrol	89.43	0.533	16	108.50	0.846	8	2.04	0.027	8	61.11	1.122	30

Hasarlı Yumurta Oranı ve Yumurta Kabuk Kırılma Direnci

Deneme belirlenen hasarlı yumurtaların oranı ve yumurta kabuk kırılma direnci gruplara göre Tablo 12’ de verilmektedir. Denemenin sonunda, grupların hasarlı yumurta oranı ortalama değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Yumurta numunelerinde ölçümlenen yumurta kabuk kırılma direnci değerleri arasındaki farklılıkların da önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$).

Tablo – 12: Hasarlı yumurta oranı, Yumurta Kabuk Kırılma Direnci

Deneme Grupları	Denemenin Alt Grupları	Hasarlı yumurta, %			Kabuk Kırılma Direnci, kg/cm ²		
		Ortalama	Sx	n	Ortalama	Sx	n
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar	Antioksidan	1.59	0.162	16	37.19	1.256	30
	Bitkisel karışım	1.39	0.162	16	35.76	1.994	30
	Kontrol	1.42	0.127	16	35.08	1.724	30
Soya Yağlı Gruplar	Antioksidan	1.56	0.132	16	34.75	1.522	30
	Bitkisel karışım	1.39	0.167	16	36.87	1.124	30
	Kontrol	1.42	0.129	16	35.89	1.122	30
Balık Yağlı Gruplar	Antioksidan	1.30	0.081	16	37.33	1.288	30
	Bitkisel karışım	1.56	0.134	16	35.84	1.233	30
	Kontrol	1.36	0.084	16	36.32	1.257	30

TARTIŞMA VE SONUÇ

Denemede Kullanılan Yağların Yağ Asit Kompozisyonları

Denemede kullanılan yağların yağ asitleri kompozisyonları incelendiğinde, analiz sonuçlarının literatürdeki değerlere benzer olduğu görülmüştür (17, 47, 48). Tablo 6' da araştırmada kullanılan soya ve balık yağlarının gaz-kromatografisi ile belirlenen yağ asitleri kompozisyonları verilmiştir. Soya yağında SFA oranı, balık yağındaki orana göre düşüktür. Bununla beraber, MUFA düzeyleri birbirine yakın oranlarda tespit edilmiştir. Bu oranlar Ceylan ve arkadaşlarının (45) bulguları ile benzerlik göstermektedir. PUFA düzeylerine bakıldığında balık yağının, soya yağına göre düşük oranda PUFA içeriği olduğu görülmektedir (Tablo 6). Deneme yemlerine katılan yağlardan soya yağının toplam n-6 yağ asidini oluşturan LA düzeyinin, balık yağındaki LA düzeyine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Yemlere katılan yağlar n-3 yağ asitleri açısından incelendiğinde; balık yağındaki toplam n-3 yağ asidi düzeyinin, soya yağındaki düzeye göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Denemede yemlere katılan yağların yağ asidi kompozisyonlarının verildiği Tablo 6' daki analiz bulguları konu ile ilgili literatürlerde belirtilen oranlarla benzeşmektedir (16, 40, 47, 72). Yemlere katılan soya yağının gaz-kromatografik analizi sonucunda, arahidonik asit ve DHA'nın varlığı saptanamamıştır. Bu nedenle Tablo 6' da arahidonik asit ve DHA değerleri '0' olarak verilmiştir. Aynı zamanda, bu çoklu doymamış yağ asitlerinin soya yağındaki değerlerine incelenen klasik kaynaklarda da rastlanmamıştır (17, 47).

Deneme yemlerine katılan yağlardaki n-6/n-3 yağ asitleri oranları, balık yağında 0.36, soya yağında 6.58 bulunmuştur. Baucells ve arkadaşları (21) farklı yağ kaynakları ile yumurtacı tavukların yumurta sarısı yağ asitlerine etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, bu oranın balık yağında 1.21 bulunduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada Balevi ve Coşkun (40), n-6/n-3 oranını soya yağında 7.48 ve balık yağında da 1.48 bulunduğunu bildirmişlerdir. Balık yağı n-6/n-3 yağ asitleri oranının bu çalışmada düşük bulunmasının nedeni kullanılan balık yağlarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yumurta Sarılarında Yağ Asidi Düzeyleri

Yağ katılmamış yemler ile beslenen grupta yumurta sarısı toplam SFA düzeyi, yemlerine soya yağı ve balık yağı katılmış gruba göre daha yüksek bulunmuştur. Bu

bulgu, Grobas ve arkadaşlarının (16) yaptığı benzer çalışmadaki yumurta sarısı SFA düzeyi ile paralellik göstermektedir. Cherian ve arkadaşları (55) ise, balık yağı, keten tohumu yağı, palmye yağı ve ayçiçeği tohumu yağı kullanarak yaptıkları çalışmada SFA düzeyinin en düşük balık yağı ve keten tohumu yağı katılmış gruplarda olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, yumurta sarısı SFA düzeylerini, yukarıda belirtilen çalışmalardan farklı şekilde elde eden araştırmacılar da bulunmaktadır (40).

Yumurta sarılarındaki MUFA değerlerinin, yemlerine yağ katılmamış grupta, soya yağlı gruba göre daha yüksek olduğu, ancak balık yağı katılan grupla fark olmadığı görülmektedir (Tablo 7). Oluşan bu farkın özellikle yağsız grupların yumurta sarılarındaki oleik asit yüksekliğinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Grobas ve arkadaşlarının (16) yaptıkları çalışmada, % 5 oranında don yağı, zeytinyağı, ayçiçek tohumu yağı, keten tohumu yağı katılmış ve yağ katılmamış yemlerle beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta sarısı MUFA değerlerinin yağ katkısı yapılmamış gruplarda yüksek olduğu bildirilmiştir. Yağsız yem grubu kullanılmayan benzer çalışmalarda balık yağı ve soya yağı katılan grupların yumurta sarısı MUFA değerini keten tohumu yağı, ayçiçeği yağı ve iç yağına göre daha düşük ölçümleyen araştırmacılar da bulunmaktadır (21, 40).

Yumurta sarısı PUFA düzeylerine bakıldığında (Tablo 7), yemlerine soya yağı ve balık yağı katılmış gruplarda yağ katılmamış gruba göre daha yüksek değerler ölçüldüğü görülmektedir ($p < 0.05$). Tablo 7' ye bakıldığında PUFA düzeylerindeki bu farklılığın balık yağı katılan grupta yumurta sarılarındaki EPA ve DHA düzeylerinden, soya yağı katılan gruplarda LA'dan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Ceylan ve arkadaşları (45) yumurta tavuğu yemlerine balık, keten tohumu ve kanola yağı katılması sonucunda EPA ve DHA düzeyinin en yüksek oranda balık yağında bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu bulgular, benzer diğer çalışmaların verileri ile de örtüşmektedir (16,40). Bu çalışmada, yumurta sarısı DHA düzeyi yağsız grupta ölçülemezken, balık yağlı grupta (% 3.64), soya yağlı gruba göre (% 0.15) daha yüksek bulunmuştur. Benzer çalışmalarda, yumurta sarılarında DHA düzeyleri balık yağlı yemlerle beslenen tavukların % 2.43- % 3.18 arasında (16, 21, 45, 55), soya yağlı gruplarda % 0.77, % 1.28 (1, 10) olarak bildirilmiştir. Yumurta sarısı EPA düzeyi balık yağı katkısıyla, soya yağlı ve yağsız gruba göre önemli düzeyde yükselmiştir ($p < 0.05$). Bu bulgular benzer çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir (21, 40, 45, 55). Arahidonik asit düzeyleri de DHA düzeylerine benzer olarak yağsız grupta ölçülemezken, balık yağlı grupta (% 0.11), soya yağlı grupta (% 0.12) bulunmuştur. Yumurta sarısı arahidonik asit düzeyleri balık yağı ile beslenen gruplarda % 0.48,- % 1.31 arasında (21, 40, 45, 55), soya yağlı gruplarda ise, incelenen kaynaklardan

sadece bir çalışmanın bulgularında (40) % 0.08 olarak rastlanmıştır. Sunulan bu çalışmada elde edilen yumurta sarısı arahidonik asit düzeyleri, benzer çalışmalarda saptanan değerlere göre daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmada yumurta sarısı arahidonik asit düzeyinin diğer çalışmalara göre düşük olması konu hakkındaki diğer çalışma sonuçları ve klasik kaynaklara dayanarak yorumlanamamaktadır.

Yeme balık yağı katkısı yumurta sarılarındaki n-3 yağ asidi düzeyini, hem yemine yağ katılmamış hem de yemine soya yağı katılmış gruba göre yükseltmiştir. Soya yağı katılı grubun yumurta sarısı n-3 yağ asidi düzeyi ise yemine yağ katılmamış gruptan yüksektir. Yeme soya yağı katkısı n-6 yağ düzeyini balık yağına göre önemli ölçüde yükseltmiştir. Bu bulgulara benzer olarak, Baucells ve arkadaşları (21) değişik oranlarda balık yağı kattıkları yemlerle beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta sarısı n-6 yağ asidi seviyesinin balık yağının katılmasıyla artmadığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada (21), balık yağı ile beslenen tavukların yumurta sarılarında ise n-3 yağ asidi seviyelerinin diğer yağ kaynakları ile beslenen gruplara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Balevi ve Coşkun (40), farklı yağ kaynakları kattıkları yemlerle beslenen yumurtacı tavuklar arasında yeme katılan soya yağının yumurta sarısı n-6 yağ asidi seviyesini, balık yağının ise n-3 yağ asidi seviyesini yükselttiğini bildirmişlerdir. Hem sunulan bu çalışmada hem de diğer çalışmalarda elde edilen verilere dayanarak; tavuk yemlerine katılan yağların yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonunu etkilediği ve yeme katılan balık yağının yumurta sarısındaki n-3 yağ asidi düzeyini, soya yağının ise n-6 yağ asidi seviyesini yükselttiği söylenebilir.

Yumurta Sarısı Malondialdehit Düzeyleri

Tablo 8'e bakıldığında, her grubun yumurta sarısı MDA düzeylerinin depolama süresine bağlı olarak yükseldiği görülmektedir ($p < 0.05$). Bu veriler, her grupta farklı depolama günlerinde başlasa da depolama süresine bağlı olarak yumurta sarısı yağ asitlerinde oksidasyonun arttığını göstermektedir. Örneğin, yemine antioksidan ve bitkisel karışım katılmayan gruplardan, soya yağlı ve yağsız grupta, yumurta sarısı MDA düzeyi 42. günde yükselmeye başlarken, balık yağlı grupta 28. günde yükselmeye başlamıştır. Bununla beraber, yemine sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katılmamış balık yağlı grupta, depolamanın 42. günündeki yumurta sarısı MDA düzeyi, depolamanın 14. gününden yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu çalışmada elde edilen veriler, yumurta sarılarında yüksek düzeyde n-3 yağ asitlerinin bulunması durumunda oksidasyonun

depolamanın 4. haftasından sonra, n-6 yağ asitlerinin bulunması durumunda ise depolamanın 6. haftasından sonra hızlandığını göstermektedir. Ayrıca, yemlerine sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmamış, balık yağlı grupta depolamanın 56. gün MDA düzeyinin soya yağlı ve yağ katkısız iki gruba göre önemli ölçüde yükseldiği görülmüştür ($p<0.05$). Franchini ve arkadaşları (73) yemlerine yağ katılmamış tavukların yumurta sarılarında MDA düzeylerinin depolamanın 90. gününde önemli ölçüde yükseldiğini bildirmişlerdir. Ancak, Botsoglou ve arkadaşları (74) yumurta sarılarında MDA düzeylerinin depolamanın 20. gününden sonra yükseldiğini bildirmişlerdir. Hasanoğlu (75), yumurta tavuklarının rasyonlarına keten tohumu yağı katarak yaptığı çalışmada 14. günden itibaren MDA düzeylerinin arttığını tespit etmiştir. Bu sonuçlar yeme katılan yağ tipinin depolama periyodu boyunca yumurta sarısı lipitlerinin oksidasyon hızını etkileyebileceğini göstermektedir.

Denemede elde edilen yumurta sarısı MDA düzeyleri yemlere katılan sentetik antioksidan ve bitkisel karışımın etkileri açısından incelendiğinde önemli farklılıklar gözlenmektedir. Bu farklılık, öncelikle depolamanın 1. gününde ortaya çıkmaktadır. Yemlerine yağ katılan ve katılmayan gruplar, kendi içlerinde incelendiğinde; yemlerine sentetik antioksidan ve bitkisel karışım ilave edilen gruplardaki depolamanın 1. gün yumurta sarısı MDA düzeylerinin, katkı maddesi kullanılmayan gruplara göre daha düşük ($p<0.05$) olduğu görülmektedir (Tablo 8). Aynı karşılaştırma depolamanın 14. ve 28. günlerinde yapıldığında, yukarıdaki farklılığın sadece balık yağlı gruplarda tekrarladığı, yağsız ve soya yağlı gruplarda ise MDA düzeylerindeki bu farkın ortadan kalktığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Ancak, depolamanın 42. ve 56. günlerine gelindiğinde sentetik antioksidan ve bitkisel karışımın antioksidan etkisinin tekrar ortaya çıktığı görülmektedir. Florou-Paneri ve arkadaşları (28), alfa- tokoferol ve biberiye ilave ettikleri yemler ile beslenen tavukların yumurta sarılarında meydana gelen lipit oksidasyonunun, 60 günlük depolama zamanına bağlı olarak değişmediğini, ancak biberiye bitkisinin ve alfa- tokoferolün kontrol grubuna göre antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Florou-Paneri ve arkadaşlarının (27), oregano yağı ile yaptığı diğer bir çalışmada da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Hasanoğlu (75), yaptığı çalışmada bitkisel karışımların keten tohumu yağı ile n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş yumurta sarılarındaki MDA düzeyini düşürdüğünü belirtmektedir.

Denemede elde edilen bu bulgular, yemlerine balık yağı katılarak n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirilen yumurta sarılarındaki oksidasyonun, soya yağlı ve yağ katılmayan gruplara göre daha hızlı olduğunu göstermektedir. Yem sanayisinde yaygın

kullanım bulan sentetik antioksidanlardan BHT, BHA, Ethoxyquine ve sitrik asit karışımının yanı sıra, alternatif yem katkı maddeleri içerisinde değerlendirilen kekik yağı, rezene yağı, sarımsak yağı, anason yağı ve kurutulmuş kekik bitkileri karışımının da yumurtanın depolanması esnasında meydana gelen lipit oksidasyonunu yavaşlattığını göstermektedir.

Haugh Birimi

Tüm deneme gruplarında, her depolama periyodunda saptanan Haugh birimi bir önceki depolama periyoduna göre zamana bağlı olarak azalmaktadır ($p < 0.05$). Bu bulgular depolama süresi uzadıkça Haugh biriminin azaldığını göstermektedir. Deneme gruplarında ölçülen Haugh birimi değerlendirildiğinde, yeme katılan yağ tipine, sentetik antioksidana ve bitkisel karışıma bağlı olarak çıkan farkların önemsiz olduğu belirtilmektedir. Bu bulgular, yeme katılan yağ tipinin, bitkisel karışımların ve sentetik antioksidanların Hugh birimini etkilemediğini ortaya koymaktadır. Ancak, Franchini ve arkadaşları (73), yemlerine Vitamin E ve C katılan tavuklardan elde edilen taze yumurtalarda, askorbik asidin Haugh birimini kontrol grubuna göre arttırdığını, vitamin E'nin ise bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmadakine benzer olarak, çeşitli kaynaklarda (18, 69, 76-79) yumurta depolama süresine bağlı olarak Haugh biriminin azaldığı bildirilmiştir (Tablo 9).

Bu çalışmada ve benzer çalışmalarda elde edilen bulgular, yumurtaların depolanması esnasında haugh biriminin zamana bağlı olarak azaldığını göstermektedir. Yumurtacı tavukların tükettikleri yemlerin içeriğinde bulunan yağ katkısının ve antioksidan tipinin Haugh birimini etkilenme olasılığının düşük olduğunu düşündürmektedir.

Yumurta Sarısı İndeksi

Sarı indeksi, yumurta iç kalite özelliklerinde belirleyici bir role sahiptir. Avan ve Alisharlı (80) yaptıkları çalışmada sarı indeksi ile muhafaza sıcaklığı ve süresi arasında negatif bir korelasyon olduğunu belirtmiştir. Yani, muhafaza sıcaklığı ve süresi arttıkça sarı indeksi değeri düşmektedir. Tilki ve Saatçi (76) de aynı şekilde yumurta sarısı indeksinin depolama süresinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, yumurta sarısı indeks değerlerine bakıldığında (Tablo 10), yemlerine yağ katılmayan gruplarda yumurta sarısı indeksindeki azalmaların depolamanın 28. gününden itibaren başladığı, yemlerine

soya ve balık yağı katılan gruplarda ise azalmanın depolamanın 42. ve 56. günlerinde belirginleştiği görülmektedir. Yumurta sarısı indeksi değerleri yemdeki antioksidan tipi açısından değerlendirildiğinde gruplar arası farklılıkların önemsiz olduğu gözlenmektedir. Bu çalışmaya benzer çalışmalarda, yemdeki antioksidan tipinin, yumurta sarısı indeksine etkisine ait bulgulara rastlanmamaktadır. Sunulan bu çalışmada elde edilen verilere dayanarak yumurta sarısı indeksinin depolama süresine bağlı olarak azaldığı ve yeme yağ katkısının yumurta sarısı indeksindeki düşüşü yavaşlattığı söylenebilir.

Yumurta Verimi, Yumurta Ağırlığı, Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranı

Bu çalışmada elde edilen ve yumurta tavuklarında verim parametreleri olarak bilinen bulgular Tablo 11’ de verilmiştir. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı değerleri denemede kullanılan yumurtacı tavukların standart değerlerine benzer düzeylerde bulunmuştur. Tablo 11’ de gösterilen bu veriler yeme katılan yağ ve antioksidan tipi açısından karşılaştırıldığında, gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Bu çalışmada yumurta ağırlığının yeme yağ katkısından etkilenmemesi, yemin içeriğinde yüksek düzeyde mısır bulunmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Benzer çalışmalarda da yukarıda belirtilen performans parametrelerinin yeme katılan yağ tipi ile Vitamin E ve Vitamin C gibi doğal antioksidan katkısından etkilenmediği bildirilmektedir (13, 27, 28, 55, 73). Bu çalışmada ve benzer çalışmalarda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; yüksek düzeyde mısır içeren yumurta tavuğu yemlerine soya yağı, balık yağı, sentetik ve doğal antioksidan katkısının yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerine etkisinin olmadığı ortaya çıkmaktadır.

Hasarlı Yumurta Oranı ve Kabuk Kırılma Direnci

Hem yumurta dış kalite kriterleri hem de performans parametreleri içerisinde değerlendirilen hasarlı yumurta oranı ve kabuk kırılma direnci Tablo 12’ de verilmiştir. Bu tabloya göre veriler, yeme katılan yağ ve antioksidan tipi açısından karşılaştırma yapıldığında, gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). İncelenen benzer çalışmalar arasında hasarlı yumurta oranı ve kabuk kırılma direncinin tespit edildiğine dair bulgulara rastlanmamıştır. Bu çalışmada elde edilen verilere dayanarak

yeme katılan katkı yağının ve antioksidan tipinin hasarlı yumurta oranı ve yumurta kabuk kırılma direnci üzerine etkisinin olmadığı söylenebilir.

Sonuç

Bu çalışmada elde edilen veriler, benzer çalışmaların bulguları ile birlikte değerlendirildiğinde, izokalorik ve izonitrojenik yumurta tavuğu yemlerine katılan soya ve balık yağı ile sentetik antioksidan ve bitkisel ürünlerin, yumurta verim parametrelerini etkilemediği anlaşılmaktadır. Bununla beraber, yeme katılan balık yağının yumurta sarısındaki n-3 yağ asidi düzeyini, soya yağının ise n-6 yağ asidi düzeyini artırdığı görülmektedir. Bu çalışmada, yeme balık yağı katılarak n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş yumurtaların sarılarındaki depolama süresine bağlı oksidasyon hızının soya yağlı gruba göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yeme katılan bitkisel karışımın, yumurta sarısında depolama süresine bağlı olarak meydana gelen oksidasyonun azaltılması konusunda en az sentetik antioksidanlar kadar etkili olduğu belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı balık yağı veya soya yağı katılmış yumurta tavuğu yemlerinde BHA, BHT, Etoksiquin ve sitrik asit gibi sentetik antioksidanlara alternatif olarak uygun karışım oranlarındaki bitkisel kökenli ürünlerin de antioksidan olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. SIMOPOULOS AP. Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Disease. *Journal of the American College of Nutrition*, 21: 6, 495-505, 2002.
2. MENNICKEN L, PONSUKSILI S, THOLEN E, KHANG NTK, STEIRER K, PETERSEN J, SCHELLANDER K, WIMMERS K. Divergent selection for ω 3: ω 6 polyunsaturated fatty acids ratio in quail eggs. *Archive Tierzuchtforschung, Dummerstorf* 48, 5, 527-534, 2005.
3. COVINGTON MB. Omega-3 Fatty Acids. *American Family Physician*, 70: 1, 2004.
4. Türk Gıda Kodeksi, Özel beslenme amaçlı gıdalara eklenebilecek bileşenler tebliği. Tebliğ No: 2006/37, 2006.
5. FDA U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. Dietary Supplements Health and Aducaation Act of 1994, December 1, 1995.
6. BAŞER KHC. Fonksiyonel Gıdalar ve Nutrasötikler. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, Eskişehir, 31-44, 2002.
7. NORTH MO, BELL DD. Commercial Chicken Production Manuel. 4th Edition, The Avı Publishing Co. USA, 1984.
8. SIMOPOULOS AP. Human Requirement for n-3 Polyunsaturated Fatty Acids. *Poultry Science*, 79: 961-970, 2000.
9. LEWIS NM, SEBURG S, FLANAGON NL. Enriched eggs as a source of N-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poultry Science*, 79: 971-974, 2000.
10. SIMOPOULOS AP, CLELAND LG. Omega-6/Omega-3 Essantial fatty acid ratio: The Scientific Evidence. *World Review of Nutrirtion and Dietetics*, 92: VII-XIII, 2003.
11. MORRIS DH. Metabolism Of Omega-3 fatty acids. *New Flax Facts Sheet*, 2005.
12. HIGDON J. Essential fatty acids, Micronutrient Information Center of Linus Pauling Institute, Oregon State University, 2005
13. FILARDI SR, JUNQUEIERA OM, LAURENTIZ AC, CASARTELLI EM, RODRIGUES EA, ARAUJO LF. Influence of Different Fat Sources on The Performance, Egg Quality and Lipid Profile of Egg Yolks of Commercial Layers in The Second Laying Cycle. *Journal Applied Poultry Research*, 14: 258-264, 2005.
14. KAHRAMAN R, ABAŞ İ, ÖZPINAR H, PEKEL AY, KUTAY HC, KESER O. Farklı yağ asiti kaynaklarının yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu ve malondialdehit düzeyine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2: 2004.
15. AIDA H, HAMAMDZIC M, GAGIC A, MIHALJEVIC M, KRINIC J, VEGARA M, BALTIC M, TRAJKOVIC S, KADRIC M, PASIC JE. Egg yolk lipid modifications by fat supplemented diets of laying hens. *Acta Veterinaria*, 55: 41-51, 2005.
16. GROBAS S, MENDEZ J, LAZARO R, BLAS C, MATEOS GG. Influence of source and percentage of fat added to diet on performance and fatty acid composition of egg yolks of two strains of laying hens. *Poultry Science*, 80: 1171-1179, 2001.
17. LEESON S, SUMMERS JD. Scot's Nutrition of The Chicken. 4th Edition, ML. Scott and Associates, Ithaca, New York, 2001.
18. FARREL DJ. Enrichment of hen eggs with n-3 long chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. *American Journal Clinical Nutrition*, 68: 538-544, 1998.

19. SIMOPOULOS AP, SALEM N. Egg yolk as a source of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant feeding. *American Journal of Clinical Nutrition*, 55: 411-414, 1992.
20. ELSWYK ME. Comparison of n-3 fatty acid sources in laying hens rations for improvement of whole egg nutritional quality: review. *British journal of Nutrition*, 78: 61-69, 1997.
21. BAUCCELLS MD, CRESPO N, BARROETE AC, LOPEZ-FERRER S, GRASHORN MA. Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poultry Science*, 79: 51-59, 2000.
22. LIU LY, YANG MH, LIN JH, LEE MH. Lipid profile and oxidative stability of commercial egg products. *Journal of Food and Drug Analysis*, 13: 78-83, 2005.
23. JAHAN K, PATERSON A, SPICKETT MC. Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different production regimes. *International Journal of Food Science and Technology*, 39: 443-453, 2004.
24. PAL L. Nutritional manipulation of the fatty acid composition and oxidative stability of table egg. University of Veszprem Georgikon of Agricultural Science, Institute of Animal Science Department of Animal Physiology and Animal Nutrient, Phd thesis, Keszthely, 2003.
25. FLOROU-PANERI P, PALATOS G, GOVARIS A, BOTSOGLOU D, GIANNENAS I, AMBROSÍADÍS I. Oregano herb versus oregano essential oils as feed supplements to increase the oxidative stability of turkey meat. *International Journal of Poultry Science*, 4: 866-871, 2005.
26. BOTSOGLOU NA, FLOROU-PANERI P, CHRISTAKI E, FLETOURIS DJ, SPAIS AB. Effect of dietary oregano essential oils on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, 43: 223-230, 2002.
27. FLOROU-PANERI P, NIKOLAKAKIS I, GIANNENAS I, KOIDIS A, BOTSOGLOU E, DOTAS V, MITSOPOULOS I. Hen performance and egg quality as affected by dietary oregano essential oils and tocopherol acetate supplementation. *International Journal of Poultry Science*, 4: 449-454, 2005.
28. FLOROU-PANERI P, DOTAS D, MITSOPOULOS I, DOTAS V, BOTSOGLOU E, NIKOLAKAKIS I, BOTSOGLOU N. Effect of feeding rosemary and α -tocopheryl acetate on hen performance and egg quality. *The Journal of Poultry Science*, 43: 143-149, 2006.
29. NARAHARI D. Nutrientally enriched eggs. IX European symposium on the quality of eggs and egg products, 179-184, 2001.
30. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Gap Yöresinde Sosyal ve Kültürel Faaliyetler II. Hayvansal gıda tüketiminin artırılması, Ankara, 1999.
31. ASI T, Tablolarla Biyokimya. cilt 2, Kayhan Ofset, Ankara, 1999.
32. ASI T, Tablolarla Biyokimya. cilt 1, Tayf Ofset, İstanbul, 1991.
33. CHERIAN G, SIM JS. Maternal dietary α -linolenic acid (18:3n-3) Alters n-3 polyunsaturated fatty acid metabolism and liver enzyme activity in hatched chicks. *Poultry Science*, 80: 901-905, 2001.
34. LEE KW, LIP GYH. The role of omega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease. *QJ Medicine*, 96: 465-480, 2003.
35. PARK Y, HARRIS WS. Omega-3 fatty acid supplementation accelerates chylomicron triglyceride clearance. *Journal of Lipid Research*, 44: 455-463, 2003.
36. GARG ML, WIERZBICKI AA, THOMSON ABR, CLANDININ MT. ω -3 fatty acids increase the arachidonic acid content of liver cholesterol ester and plasma triacylglycerol fractions in the rat. *Biochemistry Journal*, 261: 11-15, 1989.

37. RONDELLI SG, MARTINEZ O, GARCIA PT. Effects of different dietary lipids on the fatty acid composition of broiler abdominal fat. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6: 171-175, 2004.
38. ŞENKÖYLÜ N. Modern Tavuk Üretimi. 2. baskı, Anadolu Matbaa, İstanbul, 1995.
39. GONZALEZ-ESQUERRA R, LEESON S. Effects of feeding hens regular deodorized menhaden oil on production parameters, yolk fatty acid profile, and sensory quality of eggs. *Poultry Science*, 79: 1597-1602, 2000.
40. BALEVÍ T, COŞKUN B. Effects of some dietary oils on performance and fatty acid composition of eggs in layers. *Revue de Medicine Veterinaria*, 151: 847-854, 2000.
41. AUGUSTYN R, BARTECZKO J, SMULIKOWSKA S. The effects of feeding regular or low α -linolenic acid linseed on laying performance and total cholesterol content in eggs. *Journal of Animal and Feeding Science*, 15: 103-106, 2006.
42. BEAN LD, LEESON S. Long-term effects of feeding flaxseed on performance and egg fatty acid composition of brown and white hens. *Poultry Science*, 82: 388-394, 2003.
43. GALOBART J, BARROETA AC, BAUCCELLS MD, CODONY R, TERNES W. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with ω -3 fatty acids. *Poultry Science*, 80: 460-467, 2001.
44. BAVELAAR FJ, BEYNEN AC. Relationships between the intake of n-3 polyunsaturated fatty acids by hens and fatty acid composition of their eggs. *International Journal of Poultry Science*, 3: 690-696, 2004.
45. CEYLAN N, ÇİFTÇİ İ, MIZRAK C, KAHRAMAN Z, EFİL H. Yumurta tavuğu yemlerine balık, keten ve kanola yağı katılmasının yumurta yağ asitleri ve kolesterol düzeyi üzerine etkisi. Proje sonuç raporu, proje kod no. TAGEM-GY-00-11-03-029, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TAGEM, 2002.
46. YANNAKOPOULOS A, TSERVENI-GOUSSI A, CHIRISTAKI E. Enhanced egg production in practice: The case of bio-omega-3 egg. *International Journal of Poultry Science*, 4: 531-535, 2005.
47. ŞENKÖYLÜ N. Yemlik Yağlar. National Renderers Association, 2001.
48. BEARE-ROGERS J, DIEFFENBACHER A, HOLM V. Lexicon of lipid handbook. *Pure Applied Chemistry*, 73: 685-744, 2001.
49. KAYA Y, DUYAR HA, ERDEM ME. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21: 365-370, 2004.
50. ESECELİ H, KAHRAMAN R. Ayçiçek ve balık yağı katılan yumurta tavuğu rasyonlarına E ve C vitamini ilavesinin yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonu ile malondialdehit düzeyine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(2): 19-35, 2004.
51. BASMACIOĞLU H, ÇABUK M, ÜNAL K, ÖZKAN K, AKKAN S, YALÇIN H. Effects of dietary fish oil and flaxseed on cholesterol and fatty acid composition of egg yolk and blood parameters of laying hens. *South African Journal of Animal Science*, 33: 266-273, 2003.
52. KANNER J, ROSENTHAL I. An assesment of lipid oxidation in foods. *Pure & Applied Chemistry*, 64: 1959-1964, 1992.
53. SPANIER AM, TRAYLOR RD. A rapid, direct chemical assay for the quantitative determination of the thiobarbituric acid reactive substances in raw, cooked, and cooked/stored muscle foods. *Journal of Muscle Foods*, 2: 165-176, 1991.

54. WANG B, PACE RD, DESSAI AP, BOVELL-BENJAMIN A, PHILLIPS B. Modified extraction method for determining 2- thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. *Journal of Food Science*, 67: 8, 2002.
55. CHERIAN G, WOLFE FW, SIM JS. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. *Poultry Science*, 75: 423-431, 1996.
56. GONZALEZ MJ, GRAY JI, SCHEMMEL RA, DUGAN L, WELSCH CW. Lipid peroxidation products are elevated in fish oil diets even in the presence of added antioxidants. *The Journal of Nutrition*, 122: 2190-2195, 1992.
57. SANHUEZA J, NIETO S, VALENZUELA A. Thermal Stability of some commercial synthetic antioxidants. *Journal of The American Oil Chemists Society*, 77: 9, 2000.
58. ITO N, FUKUSHIMA S, TSUDA H. Carcinogenicity and modification of the carcinogenic response by BHA, BHT and other antioxidants. *Critical Reviews in Toxicology*, 15(2): 109-150, 1985.
59. TANABE H, YOSHIDA M, TOMITA N. Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used culinary herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat. *Animal Science Journal*, 73: 389-393, 2002.
60. BENLİ M, YİĞİT N. Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3: 1-8, 2005.
61. HAMMER KA, CARSON CF, RILEY TV. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86: 965-990, 1999.
62. DORMAN HJD, DEANS SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88: 306-316, 2000.
63. NOSTRO A, BLANCO AR, CANATELLI MA, ENEA V, FLAMINI G, MORELLI I, ROCCARO AS, ALONZO V. Susceptibility of methicillin, resistant staphylococci to oregano essential oils, carvacrol and thymol. *FEMS Microbiology Letters* 230, 191-195, 2004.
64. GREATHEAD H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62: 279-290, 2003.
65. MITSCH P, ZITTERL-EGLSEER K, KOHLER B, GABLER C, LOSA R, ZIMPERNIK I. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry Science*, 83: 669-665, 2004.
66. BOTSOGLOU NA, FLETOURIS DJ, FLOROU-PANERI P, CHRSTAKI E, SPAIS AB. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. *Food Research International*, 36: 207-213, 2003.
67. A.O.A.C Official Methods of Analysis. 9th Edition, Vail-Ballooa Pres Inc, Binghampton, NY, chapter 38, 1165, 1980.
68. HARTEL H. Relations between N-corrected metabolisable energy and nutrient content of feeds for chickens. *Archiv für Geflügelkunde*, 41: 152-182, 1997.
69. ERENSAYIN C, Bilimsel- Teknik- Pratik Tavukçuluk. Cilt 3, Dilek Ofset, Sivas, 1995.
70. SPSS® 13.00 Computer Software, SPSS Inc., Headquarters, 233 s.Wacker Drive, Chicago, Illinois 60606, USA, 2007.
71. ÖZDAMAR K. Paket Programlarla İstatistiksel Veri Analizi. Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1001, Fen Fakültesi Yayın No:11, Eskişehir, 1997.
72. ŞENEL S, Hayvan Besleme. 2. Baskı, Gür-Ay Matbaa, İstanbul, 1993.

73. FRANCHINI A, SIRRI F, TALLARICO N, MINELLI G, IAFFALDANO N, MELUZZI A. Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranutritional doses of vitamins E and C. *Poultry Science*, 81: 1744-1750, 2002.
74. BOTSOGLOU NA, FLOROU-PANERI P, NIKOLAKAKIS I, GIANNENAS I, DOTAS V, BOTSOGLOU EN, AGGELOPOULOS S. Effect of dietary saffron (*Crocus sativus* L.) on the oxidative stability of egg yolk. *British Poultry Science*, 46: 701-707, 2005.
75. HASANOĞLU Ö. Keten Tohumu Yağı Katılmış Yumurta Tavuğu Rasyonlarına Bitkisel Ekstrakt Katkısının Yumurta Sarısı Lipit Oksidasyonu ve Yumurta Verim Parametreleri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.D., Doktora Tezi, 2007.
76. TILKI M, SAATCI M. Effect of storage time on external and internal characteristics in partridge (*Alectoris gracea*) eggs. *Revue de Medicine Veterinaria*, 155: 561-564, 2004.
77. SAMLI HE, AGMA A, SENKOYLU N. Effect of storage time and temperture on egg quality in old laying hens. *Applied Poultry Research*, 14: 548-553, 2005.
78. JONES DR, MUSGROVE MT, Effects of extended storage on egg quality factors. *Poultry Science*, 84: 11, 2005.
79. G. CHERIAN, F.H. WOLFE, J.S SIM. Feeding dietary oils with tocopherols: Effects on internal qualities of eggs during storage. *Journal of Food Science* 61 (1), 15–18. 1996 Abstract
80. AVAN T, ALIŞARLI M. Muhafaza şartlarının yumurtanın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13: 98-107, 2002.

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin konusunun seçilmesi, planlanması, gerçekleştirilmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Mustafa EREN' e, araştırmanın yürütülmesinde yardımlarını aldığım Veteriner Hekim Dr. Özlem HASANOĞLU' na ve Anabilim Dalımız öğretim üye ve elemanlarına, araştırmanın deneme aşamasının gerçekleştirilmesinde büyük payı olan Yaymacı Tavukçuluk firmasına ve çalışanlarına, doktora eğitimim süresince her konuda bana destek ve yardımcı olan aileme,

Teşekkürlerimi sunuyorum.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Bursa’da doğdum. İlköğrenimimi Bursa Altıparmak ilkokulunda, orta ve lise öğrenimimi Bursa Uluabatlı Hasan Anadolu Lisesinde tamamladım. Lisans eğitimime 1997 yılında Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nde başladım ve 2002 yılında mezun oldum. Doktora eğitimime 2002 yılının eylül ayında U.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü’nde başladım. Aynı yılın Aralık ayında araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım. Halen aynı görevi sürdürmekteyim. Bekârım.