



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

**KETEN TOHUMU YAĞI KATILMIŞ YUMURTA TAVUĞU RASYONLARINA  
BİTKİSEL EKSTRAKT KATKISININ YUMURTA SARISI LİPİT  
OKSİDASYONU VE YUMURTA VERİM PARAMETRELERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Özlem HASANOĞLU**

**(DOKTORA TEZİ)**

**Bursa - 2007**



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

**KETEN TOHUMU YAĞI KATILMIŞ YUMURTA TAVUĞU RASYONLARINA  
BİTKİSEL EKSTRAKT KATKISININ YUMURTA SARISI LİPİT  
OKSİDASYONU VE YUMURTA VERİM PARAMETRELERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Özlem HASANOĞLU**

**(DOKTORA TEZİ)**

**Danışman : Doç. Dr. Mustafa EREN**

**Bursa - 2007**

## İÇİNDEKİLER

TÜRKÇE ÖZET.....	II
İNGİLİZCE ÖZET.....	III
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. Gereç.....	24
3.2. Yöntem.....	30
3.2.9. Deneme Verilerinin İstatistik Değerlendirmesi.....	34
4. BULGULAR.....	35
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	50
5.1. Tartışma.....	50
5.2. Sonuç.....	57
KAYNAKLAR.....	58
TEŞEKKÜR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	65

## ÖZET

Bu çalışmada, yemlerine %3 düzeyinde keten tohumu yağı ve soya yağı katılmış ve yağ katılmamış gruplarda, sentetik antioksidan (Buthylhidroxytoluen-BHT, Buthylhidroxianisole-BHA, Ethoxyquine ve sitrik asit) ve bitkisel ekstrakt ( Kurutulmuş kekik, kekik yağı, anason yağı, sarımsak yağı ve rezene yağı) ilavesinin, yumurta sarısı yağ asit kompozisyonu, lipit oksidasyonu (Malondialdehit-MDA düzeyine) 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.

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

Yumurta sarılarındaki MDA düzeyleri tüm gruplarda depolama ile birlikte yükselmiştir ( $p<0.05$ ). Keten tohumu yağlı grupların yumurta sarılarının MDA seviyeleri de yumurta depolamasının 1., 14. ve özellikle 56. günlerinde yükselmiştir ( $p<0.05$ ).

Bununla beraber keten tohumu yağı ile yeme eklenen sentetik antioksidanlar ve bitkisel ekstraktlar, yumurta depolamasının 1., 28., 42. ve 56. günlerinde yumurta sarılarının MDA konsantrasyonunun yükselen düzeyini yavaşlatmıştır ( $p<0.05$ ). Yemdeki bitkisel ekstraktlar, depolamadan dolayı yumurta sarısı lipitlerinde oluşan oksidasyonu yavaşlatmak için, sentetik antioksidanlar kadar kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler** : Keten tohumu yağı, yumurta sarısı, oksidasyon, bitkisel ekstrakt, antioksidan.

## SUMMARY

### “Effects of Herbal Extract Supplement to Flaxseed Oil Added Laying Hen Diets on Egg Yolk Lipid Oxidation and Egg Productivity Parameters”

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

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

Egg productivity, 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 rised in all groups with storage ( $p<0.05$ ). Also, MDA levels of flaxseed oil groups' egg yolks were increased in 1<sup>st</sup>, 14<sup>th</sup> and especially 56<sup>th</sup> days of egg storage ( $p<0.05$ ).

However, synthetic antioxidants and herbal extracts which were added to the diet with flaxseed oil slowed down the increasing level of MDA concentration of egg yolks in 1<sup>st</sup>, 28<sup>th</sup>, 42<sup>nd</sup> and 56<sup>th</sup> days of egg storage ( $p<0.05$ ). In feed, herbal extracts can be used to slow down the oxidation due to the storage in egg yolk lipids as much as synthetic antioxidants.

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

## 1. GİRİŞ

İnsanların yaşam kalite düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan en önemli kriterlerden birisi beslenmedir. Bu nedenle, tüketilen gıdaların besleyici değerlilikleri yaşam kalitesi üzerinde belirleyici olmaktadır. Son yıllarda gelişmiş ülkelerden başlayarak dünya geneline yayılan iki farklı beslenme tarzı izlenmektedir. Bunlardan birincisi; fast food ( hızlı yemek ) olarak isimlendirilen, görünüm açısından ilgi çekici ancak besin maddeleri açısından dengesiz ve bunun da ötesinde sağlık açısından zararlı maddeleri içerebilen hazır yiyeceklerin tüketilmesine dayanan beslenme tarzıdır. Bu durum, toplumları gıda tercihlerinde değişime, yanlış ve eksik beslenmeye yönlendirmiştir. Çeşitli bilimsel araştırma sonuçları bu tarz beslenmenin, insanlarda kardiyovasküler hastalıklardan kansere kadar uzanan bir çok sağlık sorunu ile ilişkisini ortaya koymuştur (1-3).

Tüketicilerin değişen beslenme alışkanlıkları sonucunda artan sağlık sorunları ve özellikle kardiyovasküler hastalıklardan kaynaklanan ölüm oranlarındaki artış, devletlerin ve insanların sağlıklı gıda üretimine ve tüketimine daha fazla önem vermesine sebep olmuştur. Son yıllarda farmakognozide ve gıda biliminde gelişmeler hızlanmış ve gıda ürünlerine insan vücudu için yararlı olduğu bilinen, doğal kaynaklı bitkisel ve hayvansal ürünlerin veya kimyasalların ( vitamin, mineral, yağ asitleri, amino asitler gibi ) katılması ile beslenmedeki eksikliklerin giderilmesi ve eksiklikten kaynaklanabilen hastalıkların önlenmesi yoluna gidilmiştir. Bu çerçevede içinde, “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 etmiştir. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre, özel beslenme amaçlı gıdalara eklenebilecek besinsel bileşenler vitamin, mineral, amino asit ve diğer bileşenler olarak tanımlanmıştır (4). Gıda Takviyeleri Sağlık ve Eğitim Yasasına göre ( DSHEA- Dietary Supplement Health and Education Act ), 1994 yılında “Gıda takviyeleri” teriminin anlamı ginseng, sarımsak, balık yağları, enzimler, hormonlar ve bunların karışımını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir (5). Ekstreler ve konsantreler de bu tanım kapsamına dahildir (6). Bu tanımın doğması ile fonksiyonel gıdalar, yeni gıdalar, nutrasötikler, tasarımcı gıdaları, farmagıdalar ve fitosötikler isimleri altında yeni terimler ortaya çıkmıştır. Bu terimler kavram ve farklılık açısından tam olarak oturmamıştır.

Yumurta, insanların beslenme kalitesi üzerinde önemli bir yeri olan temel gıda maddesidir. İnsanlar tarafından kabul görmüş, kullanım alanı geniş, her evin mutfağında muhakkak bulunan ve aynı zamanda ucuz bir besin kaynağıdır. Yumurtanın özellikle çocuk gelişimi için çok önemli olduğu da bilinmektedir. Besleyici değerinin yüksek olmasının yanı sıra kolay elde edilebilir olması yumurtanın fonksiyonel gıda üretimi için tercih edilebilirliğini artırmıştır. Ancak yumurta sarısında yüksek oranda bulunan kolesterol seviyesi, yumurta gibi önemli bir protein kaynağının tüketimi açısından olumsuz etki göstermiştir. U.S. Department of Agriculture ( USDA ), büyük boy tavuk yumurtasının 213 mg, en büyük boy tavuk yumurtasının 230 mg, orta boy tavuk yumurtasının ise 180 mg kolestrol içerdiğini bildirmektedir (7).

Kaliteli beslenme ve sağlık arasındaki doğru orantı, tüketilen gıdaların kaynaklarına ve içerdikleri yağların yağ asit kompozisyonlarına dikkat edilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Gıdaların yağ içerikleri ve kompozisyonlarının, insan sağlığını olumsuz etkileyen kanser, diyabet ve kardiyovasküler hastalıkların oluşumu ile ilgili olduğu bildirilmektedir (2). Günümüzde, kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde uzun zincirli doymamış yağ asitlerinin etkili olduğu, bilimsel çalışmalar ile ortaya konduğu gibi (3,8) güncel medya tarafından da topluma sürekli aktarılmaktadır. Bu etkinin, gıdalar ile alınan esansiyel yağ asitleri olarak da isimlendirilen linoleik asit (LA), linolenik asit (LNA) ve arahidonik asidin (AA) kan kolestrol seviyesini düşürmesi ve damar sağlığını olumlu yönde etkilemesi sonucunda meydana geldiği belirtilmektedir (9). Bilindiği gibi esansiyel yağ asitleri, insanlar ve tek mideli hayvanların vücutlarında sentezlenemediklerinden, gıdalar veya yemler ile dışarıdan alınmak zorundadırlar. Ancak, kardiyovasküler sağlık açısından esansiyel yağ asitlerinin tüketilen miktarlarından ziyade gıdalardaki birbirlerine oranlarının önemli olduğu vurgulanmaktadır (10). Kimyasal yapılarından dolayı omega-6 ( n-6, ω6 ) olarak isimlendirilen LA ile omega 3 ( n-3, ω3 ) olarak isimlendirilen alfa-linolenik asit (ALA), eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheptaenoik asit (DHA), gıdalar ile alınan miktarları ve bu iki grup arasındaki oranların ( n-6/n-3 ) çeşitli hastalıkların önlenmesi açısından önemli olduğu bildirilmektedir (1,10-12). Hem insanların hem de tavukların tipik diyetlerinde bulunan yağların büyük ölçüde n-6 yağ asitlerinden oluştuğu, n-3 yağ asitlerinin ise bu diyetlerde çok düşük düzeylerde bulunduğu bilinmektedir. Çünkü, bitkisel yağ ağırlıklı beslenen insan ve tavuk diyetlerinin yağ kaynağını LA ve oleik asitten (OA) zengin bitkisel yağlar oluşturmaktadır. Omega-3 yağ asitleri ise balık yağı, kolza yağı, soya yağı, ceviz yağı ve keten tohumu yağlarında bulunmaktadır (3). Balık yağı, içerdiği EPA ve DHA gibi omega-3 yağ asitlerinden dolayı

insan beslenmesi için değerlidir. Ancak balık yağının tavuk rasyonlarında kullanılması halinde, yumurtaya ve ete koku geçiş riskinin bulunması, içerdiği yağ asitlerinin oksidasyona duyarlı olması ve pahalı bir yağ kaynağı olması nedeniyle tipik tavuk rasyonlarında kullanımı sınırlanmıştır. Soya ve kolza yağları, keten tohumu yağına göre daha düşük düzeyde ALA içermektedir. Keten tohumu yağı ise bitkisel n-3 yağ kaynakları içerisinde en yüksek ALA içeren yağ kaynağıdır.

Günümüzde, n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmesi yönünde çalışma yapılan başlıca gıda maddesi tavuk yumurtasıdır. Omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri açısından zenginleştirilmiş yumurtaların güvenilir bir gıda kaynağı olduğu ve insan sağlığı (13) çocukların beslenmesine de önemli katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (14,15).

Yumurtadaki yağ asitleri üzerine yapılan bazı çalışmalar sonucunda da yumurta sarısındaki doymuş, çoklu doymuş ve çoklu doymamış yağ asitlerinin konsantrasyonlarının diyetle eklenen farklı yağ kaynakları tarafından önemli ölçüde etkilendiği bildirilmiştir (16-19).

Keten tohumu yağı, içerdiği yüksek oranda n-3 yağ asitlerinden dolayı kanatlı yem endüstrisinde, yumurtadaki n-3 yağ asitlerinin oranını arttırmak amacıyla kullanılması düşünülen yem maddeleri arasında bulunmaktadır. Ancak bu doymamış yağ asitlerinin fazlalığı dolayısıyla yapısındaki çift bağlar, bazı katalizörlerin de etkisi ile (ısı, ışık) havanın serbest oksijeni ile reaksiyona girerek otooksidasyonun oluşmasına neden olmaktadır. Otooksidasyon sonucu gıdalarda renk, koku ve tatta değişimler oluşmakta, ürünün acılaşmasına ve bozulmasına yol açmaktadır. Bilimsel çalışmalarda balık yağı, keten tohumu yağı, keten tohumu ve deniz yosunları katılarak (20) n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş yumurtalarda, oksidatif bozulmanın etkisiyle depolama esnasında lezzet kalitesinde değişiklikler (21) oluşabileceği bildirilmiştir. Lezzet ve gıda kalitesinde meydana gelebilecek bu tür değişikliklerden dolayı yeme katılan antioksidan maddelerin, tavuk etinde ve yumurtasında ortaya çıkabilecek koku ve acılaşmayı engelleyici etkisini ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır (22-24).

Yemlerde antioksidan olarak doğal ve sentetik yollarla elde edilen maddeler kullanılmaktadır. Doğal antioksidan madde olarak Vitamin E ve Vitamin C, sentetik olarak ise Buthylhidroxianisole (BHA), Buthylhidroxytoluen (BHT) ve Ethoxiquine rasyonlara katılmaktadır. Genellikle yem maliyetlerini düşürmek amacıyla sentetik antioksidanlar tercih edilmektedir. Ancak son yıllarda, insan sağlığını korumak amacıyla hayvansal gıdalara geçme riski bulunan çeşitli kimyasal maddelerin hayvan yemlerinde kullanımına 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 (25-27).

Botsoglou ve arkadaşları (26) broyler yemlerine kattıkları oregano (kekik türü) yağının broyler piliç etlerinde antioksidan etki gösterdiğini, Flourou- Paneri ve arkadaşları (28) ise yumurtacı tavuk yemlerine kattıkları biberiye bitkisinin yumurta sarısı lipidlerinde antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışma; n-3 yağ asitlerinden zengin olan keten tohumu yağı ile beslenen yumurtacı tavukların 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 bitkisel kaynaklı n-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş yumurtalardaki lipid oksidasyon düzeyinin, yine bitkisel karışımlar vasıtasıyla düşürülmesi ve depolama koşullarının iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Tavuk Yumurtasının Yapısı ve İnsan Sağlığı İçin Önemi

Yumurtanın insan beslenmesindeki yeri insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Kuşların yaşam döngülerinin devamını sağlayan dişi kökenli üreme hücresine yumurta denmektedir. İnsan beslenmesi açısından yumurta denildiği zaman ise, yıllardır insanlar ve tavukların iç içe yaşamasından dolayı ilk olarak düşünülen evcil tavuk (*gallus domesticus*) yumurtası olmaktadır.

Tavuk yumurtası esansiyel besin maddelerini içermesinden dolayı insan beslenmesinde temel gıda maddesi olarak yer almıştır. 58 gr büyüklüğündeki bir tavuk yumurtası yaklaşık 80 kcal enerji, 6,5 gr protein içermektedir (29). Bir yetişkin insanın günlük protein ihtiyacının 1/3 kadar kısmı, çocuk beslenmesinde ise en az yarısı olacak şekilde hayvansal kökenli protein kaynaklarından sağlanmalıdır. Dengeli ve sağlıklı beslenmek için, günlük hayvansal protein ihtiyacı, en az 1 litre süt, 6 orta boy yumurta, 175 gr beyaz et ya da 200 gr kırmızı et tüketimi ile sağlanmaktadır (30). Bir yumurta, kişi başına toplam yiyecek masrafının yüzde onundan daha azı ile, yetişkin için günlük ihtiyaç miktarına göre % 10 protein, % 7,2 LA, % 100 fosfolipidler ve Vitamin A, % 18 Vitamin D<sub>3</sub>, % 36 B<sub>2</sub>, % 160 B<sub>12</sub>, % 45 folik asit, % 15 vitamin E, % 9 kalsiyum, % 20 bakır, % 17 B<sub>1</sub> ve çinko, % 35 iyodin, fosfor, magnezyum ve diğer besinleri sağlamaktadır (29).

Yumurta; kabuk, albumen ve sarı kısmı olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Bütün bir yumurta; % 11 kabuk, % 58 albumen, % 31 oranında sarı kısımdan meydana gelmiştir. 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).

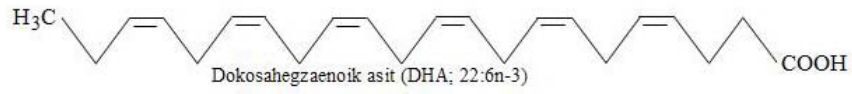
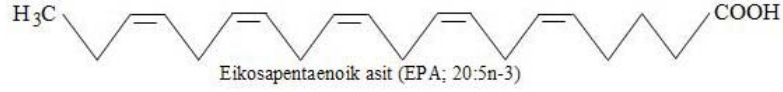
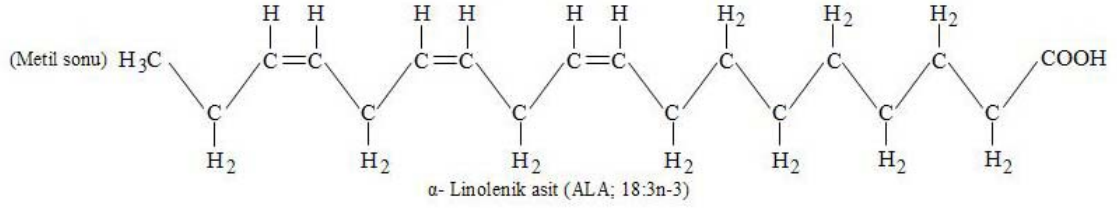
Lipitler yumurta sarısının birincil bileşimidir ( kuru maddede % 65 ). Yumurtanın lipit bileşiminde trigliseridler % 65, fosfolipitler % 29, kolesterol % 5, ve % 1 den az oranda serbest yağ asitleri bulunmaktadır (32). Orta büyüklükteki bir tavuk yumurtası yaklaşık 213 mg kolesterol içermektedir (7). Bir yetişkinin günlük ortalama kolesterol ihtiyacı 1200 mg kadardır. 70 kg ağırlığında bir insanın vücudunda yaklaşık 140 gr ( vücut ağırlığının % 0,2 si kadar ) kolesterol bulunmakta olup genellikle sinir dokusunda yer almaktadır (29). Yumurtadaki toplam kolesterol düzeyinin yüksek olması kalp-damar hastalarının yumurta tüketimini sınırlandırmaktadır. Omega-3 yağ asitleri ile

zenginleştirilmiş yumurtaların üretimi, bu tip hastalıklarda da yumurta tüketimini sağlamak ve yumurtadaki yüksek kolesterolden kaynaklanabilecek olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla ortaya çıkmıştır.

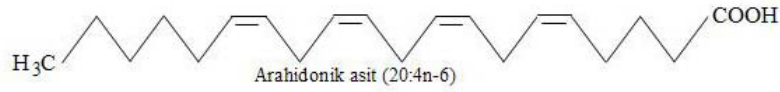
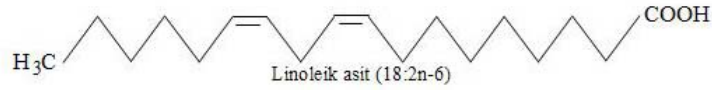
Yağ asitleri kimyasal olarak alifatik karboksilik asitlerdir. Yapılarında bir karbon zinciri ile bir karboksil grubu (-COOH) bulunmaktadır. Karbon zincirinde bulunan karbon atomları (C), hidrojen (H) ile doyurulmuş ise “doymuş yağ asitleri”, doyurulmamış ve aralarında bir ya da birden fazla çift bağ 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 (C’lu) formik asitten 24 C’lu 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 C atomları arasında çift bağ olan yağ asitlerini sentezleyebilme yetenekleri olmamasından dolayı dışarıdan gıdalar yoluyla alınması gereken yağlara esansiyel yağ asitleri denilmektedir. Bunlar birden fazla doymamış bağına sahip LA, AA ve ALA’dır ve dengeli olarak vücuda alınmaları gerekmektedir (13,33). Bunlardan AA, LA’ten sentezlenebilmektedir (13). Esansiyel olma özelliğine sahip 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 n-3 yağ asitlerinde ilk çift bağ, metil grubunun sonundan sayıldığında 3. ile 4. karbon atomları arasında, n-6; 6. ile 7. karbon atomları arasında yer almaktadır (12).

### Omega-3 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri



### Omega-6 Çoklu Doymamış Yağ Asitleri



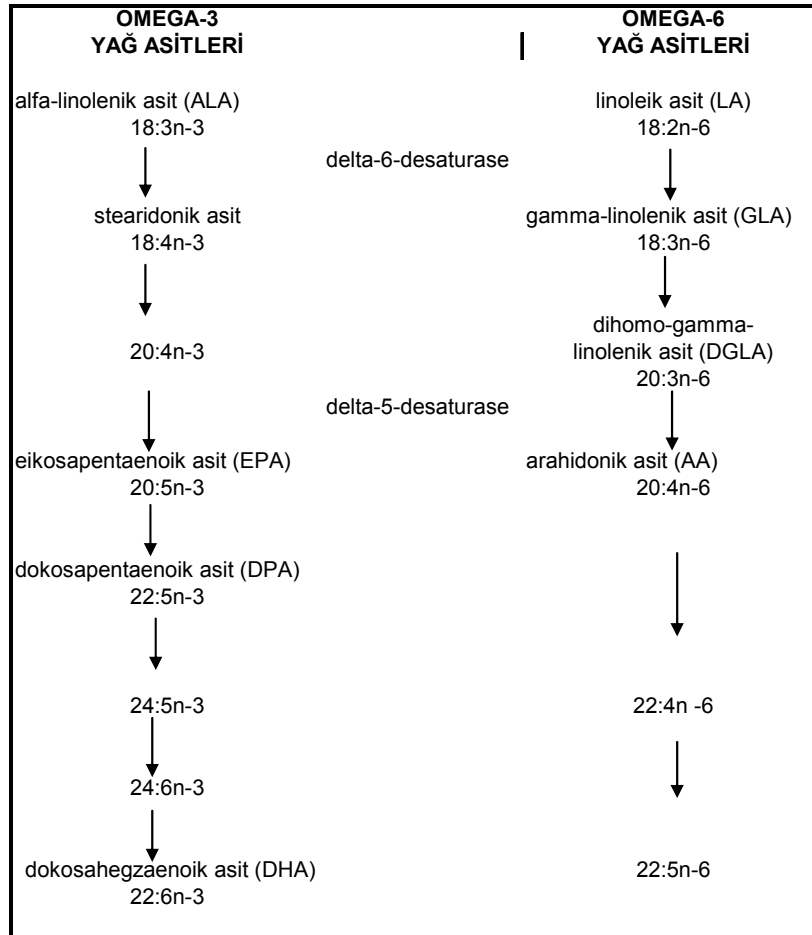
Şekil 1: Omega-3 ve omega-6 yağ asitlerinin zincir yapısı

Yağ asitleri için kullanılan bilimsel kısaltmalar, yapıları hakkında da bilgi vermektedir. ALA için kullanılan bilimsel kısaltma 18:3n-3 biçiminde olmaktadır. Buna göre ilk kısım (18:3) bu yağ asidinin 18 C'lu ve 3 çift bağ içeren bir yağ asidi olduğunu belirtmektedir. İkinci kısım ise (n-3) ilk çift bağın 3. ile 4. C atomları arasında bulunduğunu belirtir (12). Bir çok kaynakta, bu yapıdaki yağ asitleri omega-3 yağ asidi olarak isimlendirilir ve n-3 kısaltması yerine  $\omega$ -3 kısaltması da kullanılır ve bu kısaltma omega-3 yağ asidi serisine ait olduğunu belirtir. LA için C18:2n-6, AA için ise C20:4n-6 kısaltmaları kullanılmakta ve bunlar n-6 yağ asitleri olarak isimlendirilmektedir (12).

Omega-6 yağ asitleri serisinin ana yağ asidi LA, omega-3 yağ asitleri serisinin ana yağ asidi ise ALA'tir (12,13,34). İnsanlar LA ve ALA'ten bir dizi desaturasyon ( bir çift bağın eklenmesi ) ve uzama ( iki karbon atomunun eklenmesi ) reaksiyonu ile daha uzun n-6 ve

n-3 yağ asitleri sentezleyebilirler. Ayrıca yine insanlar LA'ten dihomo-gama linolenik asit (DGLA-C20:3n-6) ve AA gibi omega-6 yağ asitlerini sentezleyebilmektedirler. Formülünden de anlaşılacağı gibi, DGLA ALA'in aksine n-3 değil, n-6 yağ asitleri grubunda yer almaktadır. ALA ise insanlarda sentezlenemediğinden esansiyel n-3 yağ asididir. Dışarıdan gıdalar yoluyla alınan ALA'ten EPA (20:5n-3) ve 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 olmaktadır (12).

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



Omega-6 ve omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri, hücre membranlarının önemli yapısal bileşenleridir. Fosfolipitler ile birleştiğinde hücre membranının akışkanlık, esneklik ve geçirgenlik özelliklerini ve membranın enzim bağlama kapasitesini etkilerler (12). n-6 ve n-3 yağ asitleri arasındaki rekabet prostoglandin denilen hormon benzeri

bileşiklerin oluşumu sırasında meydana gelmektedir (35). Prostaglandinlerin, böbreklerden sıvı atımı ve kan akışkanlığı, üreme, bronş daraltıcı, gastro-intestinal motilite ve su kaybı, endokrin fonksiyonu, neurotransmitter salınımı ve immun sistem fonksiyonlarında önemli rol oynadığı bilinmektedir (13).

Omega-3 yağ asitlerinin prostaglandin metabolizmasını düzenlediği ve kandaki trigliseritleri azalttığı, yüksek dozlarda alındığında kolesterolü düşürdüğü ve bunların yanında antitrombotik ve antiinflamatuvar özelliklere sahip olduğu bildirilmektedir (35,36). n-3 yağ asidi karaciğerden, diasilgliserol asil transferaz, yağ asidi sentetaz ve asil-Co-A karboksilaz enzimleri aktivitesini baskılayarak lipit sentezini azaltmaktadır. Peroksizom proliferatör tarafından aktive edilen reseptör-gamma (PPAR) aktivitesini artırarak karaciğerde lipitlerin beta oksidasyonunu artırır (36). Çok düşük yoğunluklu lipoprotein (Very Low Density Lipoprotein -VLDL) sekresyonunu azaltır ve şilomikron katabolizmasını artırır. Sonuç olarak trigliserit (TG) ve kolesterol seviyesini düşürür (37).

Omega-6 yağ asitleri, gıdalarda çoklu doymamış yağ asitlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Özellikle Batı ülkeleri n-6 yağ asitlerinden zengin diyetler ile beslenmektedir. n-3 ve n-6 yağ asitleri birbirinden farklı metabolik ve fizyolojik fonksiyonlara sahiptir. Diyetlere n-3 yağ asitleri ilave edildiği zaman, n-6 yağ asitleri ile, özellikle hücre membranlarında kısmi olarak yer değişimi olmaktadır (38). Büyüme ve gelişim açısından uzun zincirli yağ asitlerinden n-6 ve n-3 yağ asitlerinin etkisi anne karnından itibaren sinir sisteminin gelişimi ile başlamaktadır. n-3 yağ asitlerinin insanlardaki beyin fonksiyonlarının gelişimi ve görme fonksiyonu açısından da önemli olduğu belirtilmektedir (1,12,13). Ancak son yıllarda gıda tüketimindeki tercihlerin değişmesi sonucu, n-6 yağ asitlerinden zengin gıdaların tüketim oranı artmış, n-3 yağ asitlerini içeren gıdaların tüketimleri ise azalmıştır. Daha eski yıllarda n-6 yağ asitlerinin n-3 yağ asitlerine oranı 2:1 olarak önerilirken, günümüzde hazırlanan diyetlerin PUFA düzeyine bağlı olarak bu oran değişmektedir (10,39). Buna göre, batı ülkelerinde ve Hindistan'da bu oran oldukça yüksek bulunmuştur. Batı ülkelerinde 15/1 ve 16.7/1, Hindistan'da 38/1 ve 50/1 arasında değişmektedir. n-6 ve n-3 yağ asitlerinin vücutta kullanımının yararlı etkiler göstermesi için n-6/n-3 oranının belirli bir düzeyde olması gerekmektedir (10). Kardiyovasküler hastalıklarda n-6/n-3 oranının 4/1 olması halinde ölüm oranlarında % 70 azalma olduğu 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. Özetle, insan sağlığı

açısından diyetlerdeki n-6 ve n-3 yağ asitleri için 1/1 - 4/1 oranlarının optimal aralık olduğu bildirilmiştir (10).

Yumurta, yemlerde yapılan değişiklikler ile n-3 yağ asitleri tarafından kolayca zenginleştirilebilmesinden dolayı potansiyel bir n-3 yağ asidi kaynağı olmaktadır (9). Yapılan çalışmalarda, n-3 yağ asitlerinden zengin yumurtaların, kalp-damar hastalıklarını azalttığı (9,40), terapötik ve koruyucu etki gösterdiği (8) yönünde sonuçlar bildirilmiştir. Böbrek hastalıkları, diabet, gastrointestinal hastalıklar, rheumatoid arthritisi, osteoporosis, systemic lupus erythematosus, göğüs kanserine kadar birçok hastalık üzerinde yararlı etkileri olduğu belirtilmiştir (10).

## **2.2 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 (21,40,41,42,63,43).

Genel olarak, yumurta tavuğu yemlerinde kullanılan yağ kaynakları n-6 yağ asitleri bakımından zengin, n-3 yağ asitleri bakımından fakirdir. Ticari yumurtada bulunan yağ asitlerinin çoğunun MUFA bakımından zengin olduğu belirtilmiştir. Bundan dolayı, elde edilen yumurta sarılarındaki n-6 yağ asitleri oranı da yüksek olmaktadır (41,44). Özellikle ticari tavuk yumurtalarının yağ asit içeriğinde, % 42 - 45 oranında MUFA olan OA bulunduğu bildirilmektedir (38).

Yumurta sarısı yağ asit kompozisyonunu etkileyen en önemli faktör, yemin içerdiği yağlar ve bu yağların yağ asidi kompozisyonlarıdır (45). 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 (16,17,18,19,41,46). Yumurta tavuğu yemlerinde bitkisel yağların veya yağlı tohumların kullanımının yumurta sarısındaki doymamış yağ asitlerinin seviyesinde artışa neden olduğu bilinmektedir. Örneğin, ayçiçek yağı (17,21) ve mısır yağı (41) katılmış yemle beslenen tavukların yumurta sarılarında LA ve OA miktarı artmaktadır. Diğer bir bitkisel yağ olan ve genelde yumurtacı tavuk yemlerinde yağ kaynağı olarak kullanılan soya yağı ile beslenen tavukların yumurta sarılarında, LA ve daha az oranda ALA miktarı artmıştır (41). n-3 yağ asitlerince zengin olduğu bilinen keten tohumu yağı ve aynı zamanda hayvansal yağ kaynağı olan balık yağı ile beslenen yumurtacı tavukların yumurta sarılarında ALA ve LA

miktarlarının önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir (41). Toplam n-6 ve n-3 miktarlarına bakıldığı zaman, en yüksek oranın bitkisel yağ kaynakları arasında keten tohumu yağında bulunduğu bildirilmiştir (17,21,41,46). Balevi ve Coşkun'un (41) yaptığı çalışmaya göre keten tohumu yağı ile beslenen tavuk yumurtalarında n-6/n-3 oranı 2.82 , balık yağlı grubun yumurtalarında ise bu oran 4.32 olarak bulunmuştur. Baucells ve arkadaşları (21) tarafından yapılan deneme sonucunda keten tohumu yağlı gruptaki n-6/n-3 oranı 2.12 ve balık yağlı grupta ise 2.42 bulunmuştur. Bean ve Leeson (43), keten tohumu ile beslenen tavukların yumurta sarılarında, ALA, DHA ve toplam n-3 yağ asitlerinin oranının arttığını ve düşük oranda da n-6 yağ asitlerinin biriktiğini bildirmiştir. Ayrıca, Filardi ve arkadaşları (16) kanola yağının da yumurta sarısındaki n-3 yağ asidi konsantrasyonunu yükselttiğini bildirmişlerdir. Yemin ALA içeriğini artıran keten tohumu yağı, bazı deniz yosunları, balık unu ve balık yağı gibi kaynakların yeme ilavesi ile yemdeki DHA ve EPA içeriği de artmaktadır (47).

### **2.3 Yağlar ve Yumurta Tavuğu Beslenmesinde Kullanımları**

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 barsağın lümenine salınmış, safra tuzları ile emülsifikasyonu vasıtasıyla artmaktadır. Lipazlar emülsiyon olarak adlandırılan yağ su karışımında hareket ederler (13). Pankreas tarafından salınan lipaz yağların sindirimini sağlayan enzimdir. Ca iyonları, safra tuzları ve sabunlar ile aktifleştirilir. Mikroemülsiyon durumuna gelen yağların hidrolizi sonucunda trigliseritler,  $\beta$ -monogliseritlere ve serbest yağ asitlerine parçalanırlar. Miseller şeklinde mukoza hücrelerine alınan yağ asitleri burada tekrar gliserol ile birleşerek trigliseridler sentezlenir. Trigliseridler, kolestrol, fosfolipit ve lipoproteinlerle birlikte şilomikronları oluştururlar. Şilomikronlar mukoza hücrelerini terk ederek lenf yolu ile kan dolaşımına dahil olurlar (48,49). Kan dolaşımı ile hedef hücrelere şilomikron olarak ulaşan yağ asitleri, bu hücrelerde enerji gereksinimini karşılamak için veya başka lipit moleküllerin sentezi için kullanılırlar.

Omega-6 ve omega-3 yağ asitleri insanlar için olduğu kadar kanatlılar için de esansiyeldirler ve dışarıdan gıdalar yolu ile alınmaları gerekmektedir (13). Tavuk embriyosunun sinir ve görme fonksiyonları gelişiminde, kemik gelişiminde (13) ve immun sistemin gelişiminde (34) önemli rol oynamaktadırlar. 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 rasyonlarına % 1 oranında LA katılmasına ihtiyaç duymaktadırlar (13).

Yağlar, modern tavukçulukta yemlerin karbonhidratlardan sonra gelen en önemli enerji kaynağını oluşturmaktadırlar. Vücutta enerji kaynağı olarak kullanılmaları bakımından karbonhidratlara benzerler. Ancak bir gram yağın gros enerjisi ortalama 9.1 Kkal olup karbonhidratların sağladığı enerjinin yaklaşık 2.25 katıdır (13).

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 (50).

Bitkisel yağların birbirinden farklı olmasına neden olan faktörler, iklim koşulları, toprak yapısı, bitkinin olgunluk derecesi, bitki sağlığı ve bitkinin genetik yapısıdır. Hayvansal yağların kompozisyonunda, yemin yapısı, karkas yağı bölgesi, hayvanın türü, sağlığı ve yaşı önemlidir (50).

Tavuk rasyonlarında kullanılan bitkisel yağlar; soya yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı, pamuk yağı, yerfıstığı yağı, kanola yağı, keten tohumu yağı, zeytin yağı, hindistancevizi yağı olarak bilinmektedir (50).

Soya yağı çok değişik kullanım alanı bulabilen bir yağdır. Doğal sofralık yağdır. Sıcağa duyarlı pigmentler içerir. Esansiyel yağ asitleri kapsamı yüksektir. Ancak % 6-8 oranında içerdiği linolenik asit miktarı kolay okside olmasını sağlamaktadır. Pamuk yağı, yaklaşık % 2 gossipol, fosfolipitler, steroller, resin, karbonhidratlar ve bazı pigmentlerden oluşmaktadır. Tadı, diğer yağlara göre daha çok oksitlenmiş bile olsa kabul edilebilir düzeyde olmaktadır. Bu özelliğinden dolayı fast food sanayinde ideal bir kızartma yağı olarak daha geniş çapta kullanılmaktadır.

Ayçiçek yağı, iklim ve sıcaklığa göre ayçiçek tohumunun yağ asit düzeyi değişmektedir. 39 uncu paralelin kuzeyinde yetişen ayçiçek tohumunda LA miktarı, güneyinde yetişen tohumlarda OA miktarı yüksek olmaktadır.

Mısır yağında % 0.1 oranında tokoferol ve ferulik asit bulunmaktadır. Bu nedenle oksidatif stabilitesi yüksek bir yağdır.

Kanola yağı, içerdiği n-3 ve n-6 yağ asitlerinden dolayı değerli bir yağ kaynağıdır. Keten tohumu yağı yüksek oranda linolenik asit içermektedir. Bu nedenle n-3 yağ asitleri için iyi bir bitkisel yağ kaynağı olarak bilinmektedir (50).

Hayvansal yağlar; donyağı, tavuk yağı ve balık yağıdır. Rendering yağlar, hayvan kesimhanelerinde et üretimi amacıyla kesilen hayvanlardan, eti sıyrılmış kemik ve karkas parçalarından elde edilen yağlardır (50). Hayvansal yağlarda don yağı ve tavuk yağı rendering işlemlerinden geçirilerek elde edilmektedir.

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 LA ve LNA içerdiklerinden dolayı tat değişimi olmaktadır. Doymuş yağ asitlerince zengin olmalarından dolayı civcivler tarafından kolayca sindirilemez. Civciv yemlerine 15-17 günlük olana kadar ilave edilmesi tavsiye edilmemektedir (50).

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 (50).

Balık yağı, yüksek oranda EPA ve DHA adlı n-3 yağ asitlerini içermektedir. Bu nedenle gerek kanatlı yemlerinde gerekse insan beslenmesinde son yıllarda yaygın kullanım alanı bulmuştur (50). Ancak kanatlı ürünlerinde kullanımı ile yumurta veya ette koku oluşturma riskinden dolayı rasyonlarda belirli düzeylerde kullanılması gerekmektedir (20).

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 (50).

**Tablo 1: Doymuş yağ asitlerinin sınıflandırılması**

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	Detradekanoik	miristik asit
C16:0	Hegzadekanoik	palmitik asit
C17:0	Heptadekanoik	margarik asit
C18:0	Oktadekanoik	stearik asit
C20:0	İkosanoik	arahidik asit
C22:0	Dokosanoik	behenik asit
C24:0	Tetrakosanoik	lignokerik asit

Lipid Handbook'dan alınmıştır (51).

**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	$\omega$ 7	palmitoleik	Cis-9 hegzadecenoik	Tüm yağlarda
C18:1;9	$\omega$ 9	oleik	Cis-9 oktadecenoik	Doğal yağlarda bulunan en yaygın yağ asidi
C18:1;9	$\omega$ 9	elaidik	Trans-9 oktadecenoik	Hidrojenize ve ruminant yağları
C22:1;13	$\omega$ 9	erusik	Cis-13 dokosenoik	Kolza ve hardal yağları
C24:1;15	$\omega$ 9	nervonik	Cis-15 tetrakosenoik	Serebrosidler
Dienoik asitler (2 çift bağ)				
C18:2;9,12	$\omega$ 6	linoleik	All-cis-9,12 oktadekadienoik	Ayçiçeği, soya, mısır, yer fıstığı, pamuk tohumu
Trienoik asitler (3 çift bağ)				
C18:3;6,9,12	$\omega$ 6	$\gamma$ -linolenik	All-cis-6,9,12 oktadekatrienoik	Çuha çiçeği yağı, bazı bitkiler ve hayvanlarda çok az
C18:3;9,12,15	$\omega$ 3	$\alpha$ -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	$\omega$ 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	$\omega$ 3	timnodonik	All-cis-5,8,11,14, 17 eikosapentaenoik	Balık yağları, morina balığı, karaciğer yağı
C22:5;7,10,13, 16,19	$\omega$ 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	$\omega$ 3	cervonik	All-cis-7,10,13, 16,19 dokosahegzaenoik	Balık yağları, beyindeki fosfolipidler

**Yemlik Yağlar kitabından alınmıştır (50).**

**Tablo 3: Tavuk rasyonlarında kullanılan yağlardaki yağ asitleri (51)**

YAĞ ASİTLERİ	BİTKİSEL YAĞLAR											HAYVANSAL YAĞLAR		
	Soya yağı %	Ayçiçek 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										6.0	2.6-5.0			
Laurik asit C12:0	<0.1		0.0-0.3	<0.2	0.0-0.1			<0.4		44.6	45.0-55.0		0.3	
Miristik asit C14:0	<0.2		0.0-0.3	0.6-1.0	0.0-0.1	0.2		0.5-2.0	0.0-0.1	16.8	14.0-18.0	3.8	0.9	8.0
Palmitik asit C16:0	8.0-13.3	5.4	8.6-16.5	21.4-26.4	8.3-14.0	1.5-6.0	4-7	40.1-47.5	7.5-20.0	8.2	6.5-10.0	24.9	22.1	21.0
Palmitoleik asit C16:1 n-7	<0.2	0.2	0.0-0.4	<1.2	<0.2	<3.0		<0.6	0.3-3.5			4.9	5.5	15.0
Margarik asit C17:0									<0.5					
Stearik asit C18:0	2.4-5.4	3.5	<3.3	2.1-3.3	1.9-4.4	0.5-3.1	3-6	3.5-6.0	0.5-5.0	2.8	1.3-3.0	18.9	7.7	4.0
Oleik asit C18:1 n-9	17.7-26.1	45.3	20.0-42.2	14.7-21.7	36.4-67.1	8.0-60	13-29	36.0-44.0	56.0-83.0	5.8	12.0-19.0	36.0	34.7	17.2
Linoleik asit C18:2 n-6	49.8-57.1	39.8	39.4-65.6	46.7-58.2	14.0-43.0	11-23	17-30	6.5-12.0	3.5-20.0	1.8	1.0-3.5	3.1	26.5	4.4
$\alpha$ -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	0.0-1.5			0.6	1.1	3.0
Araşidik asit C20:0	0.1-0.6		0.3-0.7	0.2-0.5	1.1-1.7	<3.0		<1.0	<0.8					
Gondoik asit C20:1n-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	
Behenik asit C22:0	0.3-0.7		<0.5	<0.6	2.1-4.4	<2.0			<0.2					
Erusik asit C22:1 n-9	<0.3		<0.1	<0.3	<0.3	2-60								
Lignokerik asit C24:0	<0.4		<0.4	<0.1	1.1-2.2	<2.0			<1.0					
Nervonik asit C24:1 n-9					<0.3	<3.0								

## 2.4 Keten Tohumu Yağı ve Yumurta Tavuğu Beslenmesinde Kullanımı

Keten tohumu ( *Linium usitatissimum* L.) ve türleri milattan önce 5000-8000 yıllarından beri Asya'da ve Avrupa'da lif üretimi, gıda ve dokumacılıkta kullanılmıştır. Keten tohumu ağırlıklı olarak Güney Kanada'da ve Kuzey Amerika'da yetiştirilmektedir. Günümüzde keten tohumunun, gıda sanayisinden boya sanayisine kadar geniş endüstriyel kullanım alanı mevcuttur. 100 yıldan beri ticari yağlı tohum elde etmek amaçlı yetiştirilmiştir. Yaklaşık 200 alt türü vardır. Bu alt türler arasından seçilerek yağ asit profillerinin kendi aralarındaki farklılık olup olmadığı üzerine çalışmalar yapılmıştır. ALA oranının % 44- 59 arasında değiştiği bildirilmektedir (52-54).

Keten tohumu, % 31,9-37,8 oranında değişen miktarlarda yağ içermektedir (53) ve keten tohumu yağı yüksek oranda doymamıştır (54). Keten tohumu yağındaki toplam PUFA miktarı en yüksek %70,35, toplam doymuş yağ asidi miktarı en düşük %9,60 olarak bildirilmiştir (41). Yağ asit kompozisyonu palmitik asit (C16:0) % 4-7, stearik asit (C18:0) %3-6, oleik asit (C18:1 n-9) %13-29, linoleik asit (C18:2 n-6) 17-30, alfa-linolenik asit (C18:3 n-3) %44-59 oranlarındaki yağ asitlerinden oluşmaktadır (51).

İçerdiği yüksek orandaki ALA miktarı ile n-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş gıdaların üretiminde balık yağına alternatif (55) olabilecek değerli bir bitkisel kaynak olmaktadır. Rasyonlarına keten tohumu yağı katılmış yemlerle beslenen tavukların yumurta sarılarına ALA geçişi olduğu yapılan çalışmalar sonucunda da bildirilmiştir (19,41,44,56). Rasyona keten tohumu yağının ilavesi ile yumurtadaki doymuş ve tekli doymamış yağ asit miktarı azalmakta, çoklu doymamış yağ asit miktarı artmakta ve n-6/n-3 oranı da düşmektedir (12,46). Bunun en önemli sebebi ise keten tohumu yağının içerdiği ALA'tir (57).

Shcheideler ve Froning (56), yumurta tavuğu rasyonlarına %5, 10 ve 15 düzeylerinde bütün ve öğütülmüş keten tohumu ilave ederek, keten tohumunun yumurta tavuğu performans parametreleri ve yumurta sarısı yağ asit kompozisyonu üzerine etkilerini tespit etmişlerdir. Araştırmanın sonunda, keten tohumunun rasyona %5, 10 ve 15 oranlarında ilavesi ile yumurta sarısındaki ALA düzeyinin sırasıyla %2.31, 4.18 ve 6.83 oranlarında yükseldiğini, dokosapentaenoik asit (DPA) ve DHA düzeylerinin ise önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Baucells ve arkadaşları (21), yumurta tavuğu rasyonlarına balık yağı, keten tohumu yağı, kolza yağı, ayçiçek yağı ve kuyruk yağını, rasyona ilave edilecek % 4 oranındaki yağ

miktarının; % 100'ünü tek bir yağ kaynağı oluşturacak şekilde beş çeşit deneme grubu hazırlamışlardır. Geriye kalan 12 adet deneme grubunda ise toplam % 4'lük yağ miktarı; % 25 + % 75 ve % 50 + % 50 oranlarında iki farklı yağ kaynağını ilavesi olacak şekilde hazırlanmıştır. Toplam 17 deneme grubu üzerinde yapılan çalışmada, yumurtadaki yağ asit düzeylerinin birbirlerine göre önemli ölçüde farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. ALA düzeyi ve toplam n-3 yağ asit miktarının ise en yüksek %100 oranında keten tohumu yağı kullanılmış olan grupta tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Grobas ve arkadaşları (19), iki farklı yumurtacı ırkında rasyona katılan farklı yağ kaynaklarının yumurta sarısındaki yağ asit kompozisyonu ve üretim performansı üzerine etkisi konusunda çalışma yapmışlardır. Keten tohumu yağı, don yağı, soya yağı ve zeytin yağını içeren 4 farklı yağ kaynağı kullanılmıştır. Yemdeki ALA artışının yumurta sarısında DPA ve DHA artışına yol açtığını belirtmişlerdir. Sadece keten tohumu yağı ilave edilmiş yemle beslenen tavukların yumurtasında EPA'nın ölçülebilir miktarlarda arttığını bildirmişlerdir.

Keten tohumu ile beslemenin ardından da yumurta sarılarında, ALA'ten başka, orta seviyelerde EPA ve DPA ve yüksek seviyelerde DHA tespit edilmiştir (44).

Balevi ve Coşkun (41), yumurtacı tavuk rasyonlarına katılan farklı yağ kaynaklarının yumurtadaki yağ asit kompozisyonuna etkisini ve yağların performans etkilerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında pamuk yağı, keten tohumu yağı, soya yağı, zeytin yağı, ayçiçek yağı, balık yağı ve don yağı kullanmışlardır. n-3 yağ asitlerinden zengin olan keten tohumu yağı ve balık yağı katılmış yemlerle beslenen tavukların yumurtalarının n-3 yağ asitleri açısından zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Ceylan ve arkadaşları (46), yumurtacı tavuk rasyonlarına ayçiçek yağı, keten tohumu yağı, balık yağı ve kolza yağı ilave ederek yumurtadaki yağ asitleri ve kolesterol kompozisyonunu tespit etmişlerdir. Yumurta sarısındaki yağ asit kompozisyonunun yağlar arasında önemli ölçüde farklı olduğunu belirtmişlerdir. Keten tohumu yağı ve kolza yağı katılmış yemle beslenen tavukların yumurtasında ALA artışı olduğunu ve balık yağının yumurta sarısında DHA birikimini artırdığını bildirmişlerdir.

## **2.5. Yumurta Sarısındaki Lipit Oksidasyonu ve Önemi**

Yağda eriyen veya lipit kategorisinde yer alan steroller A, D, E ve K vitaminleri ile birlikte lutein, astaksantin, zeyaksantin ve beta karoten gibi pigmentler, yapılarında bulunan ve çift bağ içeren yağ asitleri nedeni ile atmosferik oksijenle birleşerek kolayca

oksitlenebilir ve bozulabilirler. Oksitlenmiş yağ asitleri toksiktir. 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 lipitlerin oksidasyonu lezzet ve besleyici değeri etkileyen ana faktörlerdendir ve gıdaların depolaması ile ilgili en önemli problemlerden birisini oluşturur. Gıdalardaki lipitlerin oksidasyonu, yağ içeriği bakımından zengin gıda ürünlerinde meydana gelmektedir. Lipitlerin otooksidasyon mekanizması başlatma, yayılma ve bitiş olarak üç faz içeren, serbest radikal zincir reaksiyonu şeklinde olmaktadır (58). Başlatma adımının kimyasal işlem süreci ya moleküler oksijen tarafından organik bir materyalden (doymamış yağ asitleri) kendi kendine bir hidrojen atomunun çalınması şeklinde ya da hidroperoksit bileşikler meydana getirmek için bir oksijen molekülünün çift bağa bağlanması şeklinde olmaktadır (58).

Lipit oksidasyonun normal seyirinde çoklu doymamış yağ asitleri serbest radikaller vasıtası ile, yağ asidi hidroperoksitlerine okside olmaktadır. Bozulan metilen kısmının cis-çift bağ sistemi konjuge edilmiş dien oluşumu için tekrar düzenlenmektedir. Konjuge edilmiş dien sistemi orijinal PUFA'ya göre oksidasyondan daha çabuk etkilenmekte ve sonradan oluşan ikincil oksidasyon ürünleri daha önemli hale gelmektedir. Bir yağ asidi 3 veya daha çok çift bağ içeriyorsa, MDA ikincil oksidasyon reaksiyon ürünü olarak üretilmektedir. MDA seviyesinin ölçülmesinde birkaç metot bulunmaktadır. Bunlardan en sık kullanılanlar (doğrudan yüksek performans) sıvı kromatografisi (HPLC) ve (indirekt olarak reaktif renk örneği gibi) tiyobarbitürik asit (TBA) kullanılarak kolorimetrik analiz metotlarıdır (59). TBA, spektrofotometrik olarak tespit edilebilen kırmızı rengin eklentesini oluşturmak için lipit peroksidasyonun ikincil ürünü olan MDA ile reaksiyona girmektedir (60). MDA'nın TBA ile verdiği renkli kompleksin absorbanasının spektrofotometrede okunması ile MDA tayini yapılmaktadır.

Kanatlı yemlerinin içeriğinde PUFA'nın artışı ile et, yumurta ve diğer yenilebilir dokularda doymamış çift bağ sayısı arttığından lipit oksidasyonu için gerekli ortam sağlanmış olur (61). n-3 çoklu doymamış yağ asitleri yapılarındaki çift bağlardan dolayı oksidasyona daha yatkındırlar ve n-3 ile zenginleştirilmiş gıdalarda istenmeyen özellikler (tat ve koku) kazandırabilmektedirler (24,62). Ayrıca lipit oksidasyon ürünleri kalp damar hastalıkları başta olmak üzere bazı hastalıkların gelişiminde sorumlu tutulmaktadır (63).



Antioksidanlar oksidasyonu yavaşlatarak, gıda maddelerinin ve yemlerin depolanması ve raf ömürlerinin uzatılmasını sağlamakta olup, yağların otooksidasyonunu ve dolayısı ile bozulmalarını engelleyen en önemli inhibitörlerdir (50). Gıda ve yem endüstrisinde, lipid peroksidasyonu sonucu, gıda maddeleri ve yemlerde oluşan istenmeyen oksidatif etkileri önlemek amacıyla ürünlere antioksidanlar (genellikle sentetik olanlar) katılmaktadır (63).

## 2.6 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, BHA, BHT, tersiyer bütillhidroquinon (TBHQ) ve Ethoxyquine'dir (50). Sekonder antioksidanlar, şelatlar (sitrik asit, amino asit, etilendiamintetra asetik asit-EDTA), oksijeni toplayan bileşikler (askorbik asit-vitamin C), antioksidatif enzimlerdir.

Antioksidanlar, sentetik ve doğal antioksidanlar olmak üzere de gruplandırılabilirler. Ticari tavuk yemlerinde yaygın olarak kullanılan doğal antioksidanlar genellikle Vitamin E ve Vitamin C'dir. Ancak bu vitaminler tavuk yemleri için kullanılmak üzere sentetik olarak da üretilmektedir (50). Sentetik olarak üretilen ve ticari tavuk yemlerinde kullanılan diğer antioksidanlar Ethoxyquine, BHA ve BHT'dir (64).

Doğal antioksidan madde olan tokoferoller doğada bulunur ve yağda erime özelliğine sahiptirler. Dört formda bulunurlar. 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 (50). 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 (65).

BHA ve BHT kalıcı ve yüksek ısıya dayanıklıdır. Yağda çok iyi çözünebilen ve suda çözünürlükleri olmayan antioksidanlardır (50). Aynı kimyasal yapıya sahip olan BHA ve BHT iyi birer koruyucudurlar. Thompson ve arkadaşları (66), potansiyel toksik BHT-quinon methid'in oluşumu ve BHT oksidasyonunun uyarılması esnasında BHA ve BHT arasında kimyasal bir interaksiyon meydana geldiğini ve BHT metabolizmasının BHA tarafından uyarıldığını bildirmişlerdir. Son yıllarda BHA ve BHT'nin metabolitleri ya da oksidatif özelliklerinin kanser ve tümör hücrelerinin oluşumuna neden olduğu yönünde

çalışmalar vardır. Ito ve arkadaşları (67), ratlar üzerinde yaptıkları deneme sonucunda, BHA'nın mide kanserine ve idrar kesesinde tümör oluşumuna, BHT'nin karaciğer ve idrar kesesinde tümör oluşumuna, Ethoxyquin'in böbrek ve idrar kesesinde kanser oluşumuna neden olabileceğini bildirmişlerdir. Valenzuela ve arkadaşları (68) ise kolesterol oksidasyonunun önlenmesinde BHT ve BHA'nın etki göstermesinin yanında, alfa ve gama tokoferol, biberiye, flavonoid gibi doğal antioksidanlarında etki gösterdiğini görüşlerinde belirtmişlerdir. Bazı insanlar BHA ve BHT'yi metabolize edememektedirler ve sağlık açısından olumsuz değişikliklerle sonuçlanabilmektedirler.

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 baharatların çeşitli kısımlarından elde edilmiş karışımlar üzerinde yapılan çalışmalarda, bazı bitki karışımlarının ve bitkisel yağların ya da baharatların hayvan beslemede kullanılabilir antioksidan özellikleri olduğu bildirilmiştir (26,28,69). Antioksidan aktivitesi üzerinde çalışmalar yapılmış bitki ve baharat türleri arasında zencefil, tarçın, karanfil, defne, adaçayı, biberiye, kekik türleri, fesleğen, maydonoz, kişniş, tarhun, yenibahar, kimyon, toz biber ve tohumları, muskat ve rezene bulunmaktadır (69).

Eseceli ve Kahraman (65) çalışmalarında, ayçiçek ve balık yağı katılan yumurta tavuğu rasyonlarına E ve C Vitamini ilave ederek yumurta sarısındaki yağ asitleri kompozisyonunu ve malondialdehit (MDA) düzeyine etkisini tespit etmişlerdir. Balık yağlı grupta n-3 yağ asitleri artmıştır. Denemenin 8.haftası dışında diğer dönemlerde balık yağlı grubun yumurta sarılarında MDA seviyesi yüksek bulunmuştur. Çalışmanın 4. haftasında ayçiçek yağlı ve balık yağlı gruplardan toplanan yumurtaların sarılarındaki MDA düzeyinin, rasyona katılan E ve C vitaminlerinin ilavesi ile düştüğü bildirilmiştir.

## **2.7 Bitkisel Karışımlar ve Kanatlı Rasyonlarındaki Kullanım Amacı**

Ülkemizde yetişen bitkiler tüm Avrupa'da yetişen bitkilerin 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 önemli yer bulmaktadır.

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 (70-72) antioksidan etkileri (26,28) ve performans artırıcı (73) özelliklerinden dolayı kullanım alanı bulmaktadırlar.

Antibiyotiklerin aşırı yüksek dozlarda ve bilinçsizce kullanımı, bakterilerin direnç oluşturmaya ve et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünlere geçerek kalıntı bırakmalarına ve kısa sürede etkinliklerini kaybetmelerine neden olmuştur. İlk olarak 1999 yılında Avrupa Birliğince antibiyotiğin büyütme faktörü olarak hayvan yemlerinde kullanımı yasaklanarak sadece iki antibiyotiğin ( Avilamicine ve Flavomicine ) 2005 yılı sonuna kadar kullanımına izin verilmiştir. Bu da yem katkı maddesi üreticilerini yeni alternatif ürünlerin arayışına itmiş ve bunun sonucu olarak tıbbi aromatik bitki ile beraberindeki esansiyel yağlardan ve ekstraktlarından oluşan bitkisel ürünler gündeme gelmiştir.

Bitkilerin insan ve hayvanlarda tedavi amaçlı kullanılmaları çok eski yıllardan beri süregelmektedir. Aromatik bitkilerden elde edilen birçok esansiyel yağlar kimyasal açıdan güvenilir kabul edilmektedirler. Yapılan araştırmalarda da bu bitkilerin antioksidan (26,28), antimikrobiyel (73,70) etkilerinin varlığı bildirilmiştir.

Türkiye’de şifalı bitki olarak yaygın kullanılan thymus vulgaris ( kekik) bitkisi, farklı çözenlerle hazırlanan esansiyel yağları ile yapılan çalışmada 14 mikroorganizma üzerinde denenmiştir. Bu mikroorganizmaların 4 tanesi maya, 10 tanesi de bakteri örneği olarak seçilmiştir. Bunlar, *Enterococcus gallinarum*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* suşları, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisia*(pakmaya), *Shigella*, *Escherichia coli*, *Candida crusei*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* suşlarıdır. Sonuç olarak *Bacillus subtilis* üzerinde tüm çözenlerde antimikrobiyel etkisinin olduğu bildirilmiştir (74).

Hammer ve arkadaşları (70), 52 çeşit bitkisel yağ ve karışımlarını kullanarak *Acinobacter baumannii*, *Aeromonas veronii*, *Candida albicans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enterica* alt türleri, *enterica* serotip typhimurium, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus aureus* bakterileri üzerine etkilerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, bitkisel karışım ve uçucu yağların minimum inhibitör konsantrasyonlarını (MIC) ölçmüşlerdir. 20 bitkisel karışım ve yağların *C.albicans*, *Staph.aureus* ve *E.coli* bakterilerine karşı antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Antonia Nostro ve arkadaşları (72), oregano esansiyel yağı, carvacrol ve thymol’ün *Staphylococci* suşları üzerinde antibakteriyel etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bitkilerin esansiyel yağ karışımlarının aynı zamanda *Clostridium perfiringens* toksinleri üzerine de etkili olabileceği yönünde çalışmalar yapılmıştır (75).

Tavuk yemlerine katılan esansiyel yağların antioksidan etkileri üzerine de çalışmalar yoğunlaşmıştır. Oregano esansiyel yağının broyler tavuk yemlerine ilavesi sonucunda etteki lipit oksidasyon değerleri tespit edilmiş ve oregano esansiyel yağının antioksidan etki gösterdiği tespit edilmiştir (26,76).

Botsoglou ve arkadaşları (26), yaptıkları çalışmada yemlerine oregano yağı kattıkları broyler piliçlerin etlerinde oluşabilecek lipit oksidasyona karşı oregano yağının antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Flouro-Paneri ve arkadaşları ise, yumurtacı tavuklar üzerinde yaptıkları çalışmanın sonucunda biberiye (28) bitkisinin yumurta sarısında lipit oksidasyon ürünlerini azalttığını, hindilerde yaptıkları çalışmada da (26) oregano bitkisi ve oregano esansiyel yağının hindi etinde antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Galobart ve arkadaşları (63), n-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş yumurtalardaki lipit oksidasyon değerini tespit etmek ve doğal antioksidan olarak biberiye bitkisinin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, biberiye bitkisinin etkili bir antioksidan özelliği göstermediğini bildirmişlerdir.

### **3. GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1.Gereç**

##### **3.1.1.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 kümes kayıtlarına göre benzer yumurta verimine sahip tavuklar içerisinde tesadüfi olarak seçilmişlerdir.

##### **3.1.2.Deneme Yeri, Alet ve Ekipmanlar**

Çalışmanın hayvan denemesi kısmı Balıkesir ili Bandırma ilçesinin Mahbubeler köyünde bulunan özel sektör kuruluşu olan Yaymacı Tavukçuluk Tic.Ltd.Şirketi'ne ait, 18000 baş kapasiteli ticari yumurta tavuğu kümesinde gerçekleştirilmiştir. Denemede üç katlı Kaliforniya kafes sistemi kullanılmış ve tavuklar her bir kafeste beş adet bulunacak şekilde 63 kafese yerleştirilmiştir. Kafesler 50 cm yükseklik x 50 cm, en x 50 cm derinlik ölçülerinde demir üstüne sıcak galvaniz kaplamalıdır.

Denemenin yapıldığı kümeste kanal tipi ızgarasız yemlik sistemi kullanılmıştır. Deneme sırasında her grubun yemi yemliklere kovalar yardımıyla el ile dağıtılmıştır. Kafeslerde nipel ( damlalıklı ) suluk sistemi kullanılmıştır. Kümeste su kesintisi riskine karşı yedek su deposu bulunmaktadır ve içme suyu suluk sistemine, bu depodan verilmektedir. Aydınlatma, 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 kullanılarak yapılmıştır. Kümes, deneme süresince pencereler vasıtasıyla doğal olarak havalandırılmıştır. Pencerelerde perde sistemi mevcuttur. Bunun yanında, doğal havalandırmanın yetersiz olduğu durumlarda 3 adet 140 cm x 140 cm ölçülerinde pervaneli fan doğal havalandırmaya yardımcı olarak kullanılmıştır.

### **3.1.3.İçme Suyu**

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

### **3.1.4.Yemler**

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

#### **3.1.4.1.Denemede Kullanılan Yem Hammaddeleri**

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

**Tablo 4: Denemede Kullanılan Yemler, Kimyasal Analiz Sonuçları ve Hesaplanmış Metabolize Olabilir Enerji Değerleri**

Ham Maddeler	Yağ katkısız gruplar			Soya yağlı gruplar			Keten tohumu yağlı gruplar		
	A*	B**	C***	A*	B**	C***	A*	B**	C***
Mısır (%)	63,23	63,23	63,23	58,11	58,11	58,11	58,11	58,11	58,11
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
Keten Toh. Yağı (%)	-	-	-	-	-	-	3,00	3,00	3,00
Soya Yağı (%)	-	-	-	3,00	3,00	3,00	-	-	-
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 (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
V. - M. Premiksi (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Antioksidan (%)	0,05	-	-	0,05	-	-	0,05	-	-
Bitkisel Ekstrakt (%)	-	0,05	-	-	0,05	-	-	0,05	-
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ham Protein (%)	16,54	16,54	16,54	16,76	16,76	16,76	16,65	16,65	16,65
ME (kkal/kg)	2702	2702	2702	2738	2738	2738	2745	2745	2745
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
Kuru Madde (%)	90,09	90,09	90,09	90,12	90,12	90,12	89,23	89,23	89,23
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

\* Yemlerine antioksidan katılan grup

\*\* Yemlerine Fitococci (bitkisel karışım) katılan grup

\*\*\* Yemlerine antioksidan ve bitkisel karışım katılmayan kontrol grubu

DCP: di-kalsiyum fosfat

ME: Metabolize olabilir enerji

**V.-M.Premiksi :** Vitamin ve mineral premiksi ( içerik: Vit. A: 10.000.000 IU, Vit.D<sub>3</sub> 2.500.000 IU, Vit.E 20.000 mg, Vit K<sub>3</sub>: 2.500 mg, Vit.B<sub>1</sub>: 2.000 mg, Vit. B<sub>2</sub>: 5.000 mg, Vit B<sub>6</sub>: 3.500 mg, Vit. B<sub>12</sub>: 15 mg, Niacin: 30.000 mg, Cal-D-Pan: 8.000 mg, Folik asit: 1.000 mg, D-Biotin: 25 mg, Kolin Klorid: 160.000 mg, Vit.C: 50.000 mg, Karofil kırmızı: 1.000 mg, Mn: 80.000 mg, Fe: 40.000 mg, Zn: 60.000 mg, Cu: 5.000 mg, I: 2.000 mg, Co: 500 mg, Se: 150 mg

### **3.1.4.2.Denemede Kullanılan Yağlar**

Yemlere katılan keten tohumu yağı ve soya yağı özel bir işletmeden satın alınmıştır. Deneme boyunca, yeme katılan keten tohumu yağı, soya yağı ve yem katkı maddesi preparatları ( bitkisel karışım ve sentetik antioksidan karışımı) soğuk hava deposunda +4 derecede muhafaza edilmiştir. Denemede kullanılan yağların yağ asit kompozisyonları bulgular bölümünde Tablo 6’da verilmiştir.

### **3.1.4.3.Denemede Kullanılan Yem Katkı Maddeleri**

#### **3.1.4.3.1.Denemede Kullanılan Bitkisel Karışımın İçeriği**

Denemede kullanılan FITOCOCCI isimli preparatın içeriğini kurutulmuş Origanum vulgare (kekik varyetesi) ve Thymus vulgaris (kekik varyetesi) bitkileri ile bu iki bitkiden distilasyon yöntemi sonucu elde edilen yağlar, anason tohumu yağı, rezene yağı, sarımsak yağı 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 içeriği:

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



**Tablo 5: Denemede kullanılan bitkisel karışımın bileşimindeki aktif olan etken maddelerin oranı**

Bileşimdeki aktif olan etken maddeler	%	Ppm
1,8-CINEOLE MIC=50 ppm	0,24	2498
ALLYL DERİVATES	0,36	3520
ALPHA-PINENE	0,12	1150
ALPHA-TERPINEOLMIC=1200ppm	0,70	7010
BORNEOL MIC=170ppm	0,18	1784
CAFFEIC-ACID	2,28	22796
CAMPHENE	0,08	754
CARVACROL MIC=300ppm	4,48	44828
EUGENOL MIC=500ppm	0,12	1236
GERANIOL MIC=400ppm	1,04	10340
LIMONENE	0,56	5540
LINALOOL MIC=1,600ppm	0,96	9576
MYRCENE	0,18	1836
P-CYMENE	2,38	23800
Diğer 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
TYMOL MIC=200ppm	3,26	32616

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

#### **3.1.4.3.2. Denemede Kullanılan Antioksidan**

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 BHT, % 0,95 BHA ve %0.48 oranında sitrik asit bulunmaktadır. Preparatlar, ilgili grupların yemlerinde 0,5 kg/ton yem düzeyinde ilave edilmiştir.

#### **3.1.4.4. Denemede Kullanılan Laboratuvar Alet ve Ekipmanları**

Denemede yumurta sarılarına TBA analizi uygulanması esnasında kullanılan malzemeler şunlardır :

- Cam çubuk
- 50 ml.'lik test tüpleri
- % 3,86'lık perklorik asit
- Whatmann 1 filtre kağıdı
- 20 mM TBA solüsyonu
- Spektrofotometre

Yumurtaların sarılarındaki yağ asitlerinin belirlenmesi esnasında kullanılan laboratuvar malzemeleri aşağıdadır :

Kullanılan kimyasal maddeler

- NaOH (Merck)
- Metanol (Merck)
- % 2'lik Metanolik NaOH: 2 gr NaOH metanol ile 100 ml'ye tamamlandı.
- % 14'lük BF<sub>3</sub>-Metanol kompleksi
- n- heptan (Merck)
- NaCl (Merck)
- Doymuş NaCl: Bir litrelik laboratuvar şişelerinde distile su ile karıştırılarak hazırlandı.

Cam Malzemeler

- Yağ Balonu 300ml. dibi düz şilifli
- Ayırma hunisi 100 ml
- Numune saklama şişeleri

Yumurta kalite kriterlerini belirlemek için kullanılan malzemeler;

- Kırılma direnci ölçme aleti
- Mikrometre
- Kumpas

## 3.2.Yöntem

### 3.2.1.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. 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. Deneme grupları; yemlerine ilave edilen yağ tipi, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım preparatlarına göre aşağıda gösterilmiştir.

Denemede oluşturulan hayvan grupları aşağıdaki gibidir:

- 1- Y(-)A(-)BK(-): % 0 yağ katkısı (kontrol)
- 2- Y(-)A(-)BK(+): % 0 yağ katkısı + bitkisel karışım (0,5 kg/ton)
- 3- Y(-)A(+)BK(-): % 0 yağ katkısı + sentetik antioksidan (0,5 kg/ton)
- 4- SY(+ )A(-)BK(-): % 3 soya yağı katkısı (kontrol)
- 5- SY(+ )A(-)BK(+): % 3 soya yağı katkısı + bitkisel karışım (0,5 kg/ton)
- 6- SY(+ )A(+ )BK(-): % 3 soya yağı katkısı + antioksidan (0,5 kg/ton)
- 7- KY(+ )A(-)BK(-): % 3 keten tohumu yağ katkısı (kontrol)
- 8- KY(+ )A(-)BK(+): % 3 keten tohumu yağ katkısı + bitkisel karışım (0,5 kg/ton)
- 9- KY(+ )A(+ )BK(-): % 3 keten tohumu yağ katkısı + antioksidan (0,5 kg/ton)

### 3.2.2.Denemede Kullanılan Yemlerin 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 (77) bildirilen metotlara göre yapılmıştır. Yemlerin

metabolize olabilir enerji içerikleri World Poultry Science Association tarafından da kullanılan Hartel (78) tarafından geliştirilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

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

### **3.2.3.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.

### **3.2.4.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 periyot sonunda hayvanların önünde kalan yemler toplanarak tartılmış ve periyot başında verilen yem miktarından çıkarılarak her grubun tükettiği yem miktarı bulunmuştur. Yemden yararlanma oranları ise tüketilen yem miktarının 2 haftalık periyot içinde elde edilen yumurta ağırlığına bölünmesiyle bulunmuştur. Yumurta ağırlıkları 2 haftalık periyotların sonunda toplanan 30 yumurtadan hesaplanmıştır. Yumurta verimleri ise günlük olarak kaydedilerek (% hen day) elde edilmiştir.

$$\text{Yumurta verimi (\% hen-day)} = \frac{\text{Toplam günlük yumurta adedi}}{\text{Toplam günlük tavuk adedi}} \times 100$$

### **3.2.5.Numune Toplama**

Hayvan denemesindeki dört haftalık adaptasyon periyodu sonrası 12 haftalık deneme sonunda her alt gruptan 30 adet yumurta alınmıştır. Alınan yumurta numuneleri +4 °C' de soğutucuda muhafaza edilmiştir. Alınan yumurtaların 6 adedinde depolamanın 1.gününde, TBA (Thiobarbitürik Asit Analizi), Haugh birimi, sarı çapı, sarı yüksekliği ve kabuk kırılma direnci 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 alınan 6'şar adet yumurta, yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonu belirlemede kullanılmıştır.

### **3.2.6.Tiyobarbitürik Asit Analizi**

Her yumurta sarısından alınan 2 g örnek 50 ml.'lik test tüplerine konularak, üzerine 18 ml % 3,86'lık perklorik asit konuldu. Homojenize edilen bu karışım Whatmann 1 filtre kağıdından 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 (58).

### **3.2.7.Yumurta Sarısındaki Yağ Asitlerinin Belirlenmesi**

Yağ asidi kompozisyonlarını belirlemek üzere yumurtaların her birinin sarıları yumurtalar kaynatıldıktan sonra ayrıldı. Bu yumurta sarılarından 0.1 gr alınarak yağ balonlarına konuldu. Üzerine 4 ml. % 2'lik Methanolik NaOH çözeltisi ilave edildi ve su banyosu üzerinde sabunlaşma sağlanıncaya kadar kaynatıldı. Sabunlaşma sonunda yağ balonu içine 5 ml. % 14'lük BF<sub>3</sub>-Methanol kompleksi eklendi ve 5 dakika daha kaynamaya tabi tutuldu. Daha sonra üzerine 2 ml. 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 (77).

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, 30m X 0.32mm X 0.25µm, Hewlett Packard Agilent Technologies 6890N Network GS System cihazı ile analiz edilmiştir. Kolon sıcaklığı 180° C, enjektör ve dedektör bloğu sıcaklığı 220° C olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak azot (20 ml/dk) kullanılmıştır. Diğer kullanılan gazlar; H<sub>2</sub>=30 ml/dk ve kuru hava=300 ml/dk olarak belirlenmiştir.

### **3.2.8.Yumurta Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi**

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

#### **3.2.8.1.Yumurta Kabuk Kırılma Direnci**

Denemenin sonunda alınan yumurta numunelerinde kabuk kırılma dirençleri, kuvvet ölçme test cihazı (Imada, Push-Pull Scale ) ile Newton (N) birimi olarak belirlenmiştir.

#### **3.2.8.2.Şekil İndeksi**

Yumurta genişliğinin uzunluğuna oranını ifade eder. İdeal yumurtanın şekil indeksi, 74'tür. Şekil indeksinin hesaplanması aşağıdaki yapılmıştır ( 79).

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

#### **3.2.8.3.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 (79).

Haugh Birimi :  $100 \cdot \log ( h + 7.57 - 1.7G^{0.37} )$

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

### 3.2.9. Deneme Verilerinin İstatistik Değerlendirmesi

Deneme verilerinin istatistik değerlendirmeleri SPSS 13 isimli bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Her bir değişken için tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış, değişkenlik ölçüsü ise ortalama  $\pm$  standart hata şeklinde verilmiştir. Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile sürekli değişkenlerin normal dağılım varsayımlarına uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Ana grup ve alt gruplar arasında farklılığı ortaya koymak amacıyla zamana bağlı olarak ölçüm yapılan değişkenler için (TBA, haugh birimi, yumurta ağırlığı, şekil indeksi ve kırılma direnci) tekrarlı ölçümlerde iki faktörlü varyans analizi yapılmıştır. Hasarlı yumurta, FCR, yumurta verimi ve yem tüketimi değişkenleri için iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Yağ asitlerinden C14, C16, C16:1, C18:1, C18:2, C22, C20:5, C20:4, doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış, n-6 ve n-6/n-3 değişkenleri için parametrik bir test olan tek yönlü varyans analizi uygulanmış ve fark olduğu saptanan değişkenler için de çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD ve Duncan'den faydalanılmıştır. C18, C18:3, C20, C22:6 ve n-3 değişkenlerine ise nonparametrik bir test olan Kruskal Wallis testi, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa bağlı olarak da Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Ana gruplar içerisindeki alt gruplar arasındaki farklılıkları ölçmek için tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Denemede Kullanılan Yemlik Yağların ve Yumurta Sarılarının Yağ Asidi Kompozisyonları

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

**Tablo 6: Kullanılan yağların yağ asidi kompozisyonları**

Formülü	Genel Adı	Keten Tohumu Yağı	Soya Yağı
C 14:0 %	miristik asit	0,01	0,07
C 16:0 %	palmitik asit	5,29	10,63
C 16:1n-7 %	palmitoleik asit	0,06	0,09
C 18:0 %	stearik asit	4,17	4,83
C 18:1n-9 %	oleik asit	19,6	23,18
C 18:2n-6 %	linoleik asit	16,33	52,1
C 18:3 n-3 %	alfa-linolenik asit	53,46	7,71
C 20:0 %	araşidik asit	0,15	0,39
C 22:0 %	behenik asit	0,13	0,4
C 20:5 %	eikosapentaenoik asit	0,13	0,21
C 22:6 %	dokosahegzaenoik asit	0	0
C 20:4 %	arahidonik asit	0	0
Toplam %	SFA	9,75	16,32
Toplam %	MUFA	19,66	23,27
Toplam %	PUFA	69,92	60,02
Toplam %	n-3 yağ asidi	53,59	7,92
Toplam %	n-6 yağ asidi	16,33	52,1
	n-6/n-3	0,30	6,58

Denemede kullanılan yağların toplam SFA oranı keten tohumu yağında % 9.75, soya yağında %16.32, toplam MUFA oranı keten tohumu yağında % 19.66 soya yağında %23,27, toplam PUFA oranı ise sırasıyla %69,92 ve %60.02 bulunmuştur. Keten tohumu



yağındaki ALA oranı soya yağındaki orandan yüksek bulunmuştur. Buna göre ALA oranı keten tohumu yağında % 53,46, soya yağında %7.71 bulunmuştur. LA miktarı ise soya yağında %52,1 oranı ile keten tohumu yağından (%16.33) yüksek bulunmuştur. Keten tohumu yağındaki toplam n-3 yağ asitleri %53.59 ve soya yağında ise %7.92 ve yağ kaynaklarındaki toplam n-6 yağ asitleri ise sırasıyla % 16,33 ve %52.1 bulunmuştur. n-6/n-3 oranı keten tohumu yağında 0.30 iken soya yağında bu oran 6.58 olmaktadır.

#### **4.2.Yumurta Sarısı Yağ Asidi Kompozisyonu**

16 haftalık hayvan denemesinin sonunda 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**

		Y(-)A(-)BK(-) n=6	SY(+A(-)BK(-) n=6	KY(+A(-)BK(-) n=6
C 14:0 %	miristik asit	0,44 ± 0,014	0,38 ± 0,069	0,33 ± 0,062
C 16:0 %	palmitik asit	26,57 <sup>a</sup> ± 0,887	24,56 <sup>b</sup> ± 0,848	23,99 <sup>b</sup> ± 1,064
C 16:1n-7 %	palmitoleik asit	3,42 <sup>a</sup> ± 0,301	3,47 <sup>a</sup> ± 0,388	2,53 <sup>b</sup> ± 0,481
C 18:0 %	stearik asit	10,42 <sup>a</sup> ± 0,086	7,95 <sup>b</sup> ± 0,316	7,79 <sup>b</sup> ± 0,576
C 18:1n-9 %	oleik asit	41,90 <sup>a</sup> ± 0,729	39,09 <sup>b</sup> ± 0,693	39,13 <sup>b</sup> ± 1,535
C 18:2n-6 %	linoleik asit (LA)	13,41 <sup>b</sup> ± 0,417	19,42 <sup>a</sup> ± 1,726	20,18 <sup>a</sup> ± 1,376
C 18:3 n-3 %	alfa-linolenik asit(ALA)	0,29 <sup>c</sup> ± 0,014	1,04 <sup>b</sup> ± 0,144	3,33 <sup>a</sup> ± 0,260
C 20:0 %	araşidik asit	0,033 ± 0,010	-	-
C 22:0 %	behenik asit	0,043 <sup>b</sup> ± 0,005	0,11 <sup>a</sup> ± 0,020	0,023 <sup>b</sup> ± 0,571
C 20:5 %	eikosapentaenoik asit	0,27 ± 0,024	0,27 ± 0,054	0,22 ± 0,067
C 22:6 %	dokosahegzaenoik asit	-	0,15 <sup>b</sup> ± 0,023	0,56 <sup>a</sup> ± 0,072
C 20:4 %	arahidonik asit	-	0,12 <sup>b</sup> ± 0,003	0,27 <sup>a</sup> ± 0,010
Toplam %	SFA	37,51 <sup>a</sup> ± 0,922	33,01 <sup>b</sup> ± 0,837	32,12 <sup>b</sup> ± 1,348
Toplam %	MUFA	45,33 <sup>a</sup> ± 0,820	42,56 <sup>b</sup> ± 0,691	41,66 <sup>b</sup> ± 1,903
Toplam %	PUFA	13,97 <sup>c</sup> ± 0,432	20,72 <sup>b</sup> ± 1,844	23,73 <sup>a</sup> ± 1,541
Toplam %	n-3	0,55 <sup>c</sup> ± 0,018	1,30 <sup>b</sup> ± 0,119	3,55 <sup>a</sup> ± 0,214
Toplam %	n-6	13,41 <sup>b</sup> ± 0,417	19,42 <sup>a</sup> ± 1,726	20,18 <sup>a</sup> ± 1,376
	n-6/n-3	24,02 <sup>a</sup> ± 0,491	14,93 <sup>b</sup> ± 0,284	5,68 <sup>c</sup> ± 0,263

a,b,c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklıdır p < 0,05.

**Y(-)A(-)BK(-):** Yemine yağ, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+A(-)BK(-):** Yemine soya yağı katılan ancak sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+A(-)BK(-):** Yemine keten tohumu yağı katılan, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup

Tablo 7'deki değerlere göre yumurta sarılarında en yüksek ALA (C18:3n-3 - %3,33) ve toplam n-3 yağ asidi (%3,55) düzeyi KY(+A(-)BK(-) grubunda bulunmuştur.

SY(+A(-) BK(-) grubuna ait yumurta sarılarındaki ALA oranı %1,04 ve Y(-)A(-)BK(-) grubuna ait yumurta sarılarındaki ALA oranı %0,29 bulunmuştur. Her üç gruptaki ALA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahiptir (p<0.05).

Y(-)A(-)BK(-), SY(+A(-) BK(-) ve KY(+A(-) BK(-) gruplardaki toplam n-3 yağ asitleri oranları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.05). Soya yağı ve keten

tohumu yağı katılmış yemle beslenen tavukların yumurta sarılarındaki LA oranı arasındaki fark önemli bulunmazken ( $p>0.05$ ), Y(-)A(-) BK(-) grubundaki LA oranı, diğer iki yağ kaynağı ile beslenen grupların yumurta sarılarındaki oranlardan düşük bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Omega-6/omega-3 oranı en düşük KY(+)A(-) BK(-) grubunda, en yüksek ise Y(-)A(-) BK(-) grubunda saptanmıştır. Her üç gruba ait yumurta sarılarındaki n-6/n-3 oranları arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahip bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Y(-)A(-) BK(-) grubundaki toplam MUFA değeri, SY(+)A(-) BK(-) ve KY(+)A(-) BK(-) gruplarına ait yumurta sarılarındaki toplam MUFA değerlerinden yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). SY(+)A(-) BK(-) ve KY(+)A(-) BK(-) gruplarındaki toplam MUFA değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel öneme sahip değildir ( $p>0.05$ ). Y(-)A(-) BK(-) grubunun toplam PUFA değeri diğer iki gruba göre düşük bulunmuştur. KY(+)A(-) BK(-) grubut yumurta sarısındaki toplam PUFA değeri, SY(+)A(-) BK(-) grubundan da yüksektir ( $p<0.05$ ). Y(-)A(-) BK(-) gruba ait yumurta sarısı toplam SFA değerinin diğer iki gruba göre yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). SY(+)A(-) BK(-) ve KY(+)A(-) BK(-) gruplarındaki toplam SFA değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel öneme sahip değildir ( $p>0.05$ ).

Arahidonik asit ve DHA düzeyleri Y(-)A(-) BK(-) grubunda saptanamazken SY(+)A(-) BK(-) grubunda, SY(+)A(-) BK(-) grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). EPA değeri ise KY(+)A(-) BK(-) grubunda (%0.22), SY(+)A(-) BK(-) grubunda (%0.27) ve Y(-)A(-) BK(-) (%0.27) olarak saptanmıştır ( $p>0.05$ ).

#### **4.3.Yumurta Sarısındaki Malondialdehit Düzeyleri**

Yumurta sarısında meydana gelen lipid oksidasyon ürünü olan MDA düzeyleri; yemdeki yağ tipine, antioksidan tipine ve zamana bağlı farklılıklar açısından 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(+)BK(-) n=6	0,22 <sup>aA</sup> ±,020	0,25 <sup>aA</sup> ±0,031	0,28 <sup>A</sup> ± 0,026	0,28 <sup>aA</sup> ± 0,033	0,36 <sup>abB</sup> ±0,019
	Bitkisel Karışım Y(-)A(-)BK(+) n=6	0,25 <sup>aA</sup> ±0,020	0,29 <sup>abAB</sup> ±0,031	0,27 <sup>A</sup> ± 0,026	0,29 <sup>aAB</sup> ±0,033	0,33 <sup>aB</sup> ± 0,019
	Kontrol Y(-)A(-)BK(-) n=6	0,31 <sup>bA</sup> ±0,020	0,34 <sup>bA</sup> ± 0,031	0,34 <sup>A</sup> ± 0,026	0,38 <sup>bB</sup> ± 0,033	0,39 <sup>bBx</sup> ± 0,019
Soya Yağlı Gruplar SY(+)	Antioksidan SY(+A(+)BK(-) n=6	0,23 <sup>aA</sup> ±0,018	0,28 <sup>B</sup> ±0,028	0,30 <sup>B</sup> ±0,039	0,30 <sup>aB</sup> ± 0,029	0,32 <sup>aB</sup> ± 0,023
	Bitkisel Karışım SY(+A(-)BK(+) n=6	0,27 <sup>aA</sup> 0,018	0,30 <sup>AB</sup> ±0,028	0,31 <sup>AB</sup> ±0,039	0,30 <sup>aAB</sup> ±0,029	0,34 <sup>abB</sup> ±0,023
	Soya yağı SY(+A(-)BK(-) n=6	0,32 <sup>bA</sup> ±0,018	0,33 <sup>AB</sup> ± 0,028	0,36 <sup>AB</sup> ±0,039	0,39 <sup>bB</sup> ± 0,029	0,38 <sup>bBx</sup> ± 0,023
Keten Tohumu Yağlı Gruplar KY(+)	Antioksidan KY(+A(+)BK(-) n=6	0,23 <sup>aA</sup> ±0,026	0,29 <sup>AB</sup> ± 0,029	0,30 <sup>aAB</sup> ±0,023	0,30 <sup>aAB</sup> ±0,033	0,33 <sup>aB</sup> ± 0,021
	Bitkisel Karışım KY(+A(-)BK(+) n=6	0,24 <sup>abA</sup> ±0,026	0,32 <sup>B</sup> ± 0,029	0,29 <sup>aB</sup> ± 0,023	0,32 <sup>aB</sup> ± 0,033	0,33 <sup>aB</sup> ± 0,021
	Keten tohumu yağı KY(+A(-)BK(-) n=6	0,29 <sup>bA</sup> ± 0,026	0,36 <sup>B</sup> ± 0,029	0,37 <sup>bB</sup> ± 0,023	0,39 <sup>bB</sup> ± 0,033	0,44 <sup>bcy</sup> ± 0,021

p &lt; 0,05

- a, b : Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.  
A, B, C : Aynı satırdaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.  
x, y : Aynı sütundaki farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur

**Y(-)A(-)BK(-):** Yemine yağ, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **Y(-)A(+)BK(-):**Yemine yağ ve bitkisel karışım katılmayan. ancak sentetik antioksidan karışımı katılan grup, **Y(-)A(-)BK(+):**Yemine yağ ve sentetik antioksidan karışımı katılmayan ancak bitkisel karışım katılan grup, **SY(+A(-)BK(-) :** Yemine soya yağı katılan ancak sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+A(+)BK(-) :** Yemine soya yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+A(-)BK(+):**Yemine soya yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup, **KY(+A(-)BK(-):**Yemine keten tohumu yağı katılan, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+A(+)BK(-):**Yemine keten tohumu yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+A(-)BK(+):**Yemine keten tohumu yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup.

### **4.3.1.Yemdeki Antioksidan Tipine Bağlı Farklılıklar**

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

#### **4.3.1.1.Yemine Yağ Katkısı Yapılmayan Gruplar**

Yağ katkısı, bitkisel karışım ve sentetik antioksidan ilavesi yapılmayan grubun [Y(-)A(-)BK(-)], 1. ve 42. gündeki ortalama MDA değerleri; yağsız grubun antioksidan [Y(-)A(+ )BK(-)] ve bitkisel karışımlı [Y(-)A(-)BK(+)] gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Y(-)A(+ )BK(-) ve Y(-)A(-)BK(+) gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklar ise istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Depolamanın 14. gününde ise Y(-)A(-)BK(-) grubunun ortalama MDA değeri, Y(-)A(+ )BK(-) grubunun ortalama MDA değerinden yüksek bulunmuştur, Y(-)A(-)BK(+) grubunun ortalama MDA değeri ile diğer iki grubun [Y(-)A(-)BK(-) ve Y(-)A(+ )BK(-)] ortalama MDA değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Depolamanın 28. gününde denemenin Y(-)A(-)BK(-), Y(-)A(+ )BK(-) ve Y(-)A(-)BK(+) gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

56. günde, Y(-)A(-)BK(-) grubunun ortalama MDA değeri, Y(-)A(-)BK(+) grubun ortalama MDA değerinden yüksek bulunmuştur. Y(-)A(+ )BK(-) grubun ortalama MDA değeri ile Y(-)A(-)BK(-) ve Y(-)A(-)BK(+) gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

#### **4.3.1.2.Soya Yağlı Gruplar**

SY(+ )A(-)BK(-) grubunun ortalama MDA değeri depolamanın 1. ve 42.günlerinde, SY(+ )A(+ )BK(-) ve SY(+ )A(-)BK(+) grupların ortalama MDA değerlerinden yüksek bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). SY(+ )A(+ )BK(-) ve SY(+ )A(-)BK(+) gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılık ise istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

Depolamanın 14. ve 28. günlerinde, SY(+ )A(-)BK(-), SY(+ )A(+ )BK(-) ve SY(+ )A(-)

BK(+) gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel önemde bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

SY(+) $A(-)$ BK(-) grubunun 56. gündeki ortalama MDA değeri, SY(+) $A(+)$ BK(-) grubun ortalama MDA değerinden yüksek çıkmıştır. SY(+) $A(-)$ BK(+) grubun ortalama MDA değeri ise SY(+) $A(-)$ BK(-) ve SY(+) $A(+)$ BK(-) grupların değerlerinden istatistiksel önemde farklı bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

#### **4.3.1.3.Keten Tohumu Yağlı Gruplar**

Depolamanın 1. gününde, KY(+) $A(-)$ BK(-) grubunun ortalama MDA değeri KY(+) $A(+)$ BK(-) grubunun ortalama MDA değerinden yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). KY(+) $A(-)$ BK(+) grubunun ortalama MDA değeri ile KY(+) $A(-)$ BK(-) ve KY(+) $A(+)$ BK(-) gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılık istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

KY(+) $A(-)$ BK(-) ortalama MDA değeri, depolamanın 28., 42. ve 56. günlerinde KY(+) $A(+)$ BK(-) ve KY(+) $A(-)$ BK(+) gruplarının ortalama MDA değerlerinden yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). KY(+) $A(+)$ BK(-) ve KY(+) $A(-)$ BK(+) gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılık istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

Depolamanın 14.gününde ise, KY(+) $A(-)$ BK(-) grubun, KY(+) $A(+)$ BK(-) ve KY(+) $A(-)$ BK(+) gruplarının ortalama MDA değerleri arasındaki farklılık istatistiksel öneme sahip bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

#### **4.3.2.Zamana Bağlı Farklılıklar**

##### **4.3.2.1.Yemine Yağ Katkısı Yapılmayan Gruplar**

Y(-) $A(+)$ BK(-) 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 ( $p < 0.05$ ).

Y(-) $A(-)$ BK(+) grubunda ortalama MDA düzeyleri açısından depolama süresine bağlı farklılık 1. günden 42. güne kadar 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(-)A(-)BK(-) 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 ( $p<0.05$ ).

#### **4.3.2.2.Soya Yağlı Gruplar**

SY(+ )A(+ )BK(-) grubunda 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 ( $p<0.05$ ).

SY(+ )A(-)BK(+ ) grubunda, depolamanın 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 ( $p>0.05$ ).

SY(+ )A(-)BK(-) depolamanın 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 ( $p>0.05$ ).

#### **4.3.2.3.Keten Tohumu Yağlı Gruplar**

KY(+ )A(+ )BK(-) grubunda depolamanın 1. ile 56. gün ortalama MDA değerleri arasında zamana bağlı oluşan yükselme istatistiksel öneme sahip bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 14, 28 ve 42. günlerdeki ortalama MDA değerleri ile 1. ve 56. gün değerleri arasındaki farklar ise istatistiksel öneme sahip değildir ( $p>0.05$ ).

KY(+ )A(-)BK(+ ) ve KY(+ )A(-)BK(-) gruplarında depolamanın 14, 28, 42 ve 56. günlerindeki yumurta sarısı ortalama MDA değerleri 1. gün ortalama MDA değerlerinden daha yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). KY(+ )A(-)BK(+ ) grubunda depolamanın 14, 28, 42 ve 56. gün MDA ortalama değerleri arasında zamana bağlı farkların önemli olmadığı saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Ancak KY(+ )A(-)BK(-) grubunun yumurta sarılarında depolamanın 56. günündeki MDA değeri 1, 14, 28 ve 42. günlere göre daha yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

### 4.3.3.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 4.3. ). Depolamanın 56. gününde sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katılmamış keten tohumu yağlı grubun [KY(+ )A(-)BK(-)] ortalama MDA değerinin diğer iki gruptan [ SY(+ )A(-)BK(-) ve Y(-)A(-)BK(-) ] daha yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yemlerine soya ve keten tohumu yağı katılmış, sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katılmamış grupların [ SY(+ )A(-)BK(-) ile KY(+ )A(-)BK(-) ] ortalama MDA değerleri arasındaki farkların önemsiz olduğu bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Depolamanın 1, 14, 28 ve 42. günlerinde ise gruplar arasındaki [ Y(-)A(-)BK(-), SY(+ )A(-)BK(-) ve KY(+ )A(-)BK(-) ] 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 ( $p > 0.05$ ).

### 4.4. Haugh Birimi

Haugh birimi, depolamanın 1, 14, 28, 42 ve 56. günlerinde ölçülmüştür ( Tablo 9 ). 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 depolamada 14. günden başlayarak, her iki haftalık depolama süresinde bir önceki ölçüm gününe göre zamana bağlı olarak önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).



**Tablo 9: Haugh Birimi**

Deneme grupları		1. gün	14. gün	28. gün	42. gün	56. gün
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar n=6	Y(-)A(+)BK(-)	95,32 <sup>A</sup> ±1,60	86,35 <sup>B</sup> ±4,01	75,32 <sup>C</sup> ± 4,00	60,51 <sup>D</sup> ±3,83	50,24 <sup>E</sup> ± 4,26
	Y(-)A(-)BK(+)	94,36 <sup>A</sup> ±1,60	85,24 <sup>B</sup> ± 4,01	74,39 <sup>C</sup> ±4,00	63,25 <sup>D</sup> ±3,83	49,65 <sup>E</sup> ± 4,26
	Y(-)A(-)BK(-)	94,02 <sup>A</sup> ±1,60	86,14 <sup>B</sup> ±4,01	73,29 <sup>C</sup> ±4,00	61,24 <sup>D</sup> ±3,83	51,32 <sup>E</sup> ± 4,26
Soya Yağlı Gruplar n=6	SY(+ )A(+ )BK(-)	93,57 <sup>A</sup> ±2,00	84,25 <sup>B</sup> ±3,82	73,64 <sup>C</sup> ±4,14	63,58 <sup>D</sup> ±3,15	50,39 <sup>E</sup> ± 4,04
	SY(+ )A(-)BK(+)	94,05 <sup>A</sup> ± 2,00	83,26 <sup>B</sup> ± 3,82	74,95 <sup>C</sup> ±4,14	61,57 <sup>D</sup> ±3,15	50,37 <sup>E</sup> ± 4,04
	SY(+ )A(-)BK(-)	92,38 <sup>A</sup> ± 2,00	85,36 <sup>B</sup> ± 3,82	73,28 <sup>C</sup> ±4,14	62,27 <sup>D</sup> ±3,15	48,29 <sup>E</sup> ± 4,04
Keten Tohumu Yağlı Gruplar n=6	KY(+ )A(+ )BK(-)	96,35 <sup>A</sup> ± 2,10	84,26 <sup>B</sup> ± 3,68	71,85 <sup>C</sup> ±4,36	61,64 <sup>D</sup> ±3,28	50,14 <sup>E</sup> ± 4,06
	KY(+ )A(-)BK(+)	95,37 <sup>A</sup> ± 2,10	86,37 <sup>B</sup> ± 3,68	73,58 <sup>C</sup> ±4,36	62,59 <sup>D</sup> ± 3,28	48,95 <sup>E</sup> ± 4,06
	KY(+ )A(-)BK(-)	95,21 <sup>A</sup> ± 2,10	83,54 <sup>B</sup> ± 3,68	72,64 <sup>C</sup> ±4,36	63,54 <sup>D</sup> ± 3,28	49,67 <sup>E</sup> ± 4,067

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

**Y(-)A(-)BK(-):** Yemine yağ, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **Y(-)A(+)BK(-):** Yemine yağ ve bitkisel karışım katılmayan. ancak sentetik antioksidan karışımı katılan grup, **Y(-)A(-)BK(+):** Yemine yağ ve sentetik antioksidan karışımı katılmayan ancak bitkisel karışım katılan grup, **SY(+ )A(-)BK(-) :** Yemine soya yağı katılan ancak sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+ )A(+ )BK(-) :** Yemine soya yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+ )A(-)BK(+):** Yemine soya yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup, **KY(+ )A(-)BK(-):** Yemine keten tohumu yağı katılan, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+ )A(+ )BK(-):** Yemine keten tohumu yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+ )A(-)BK(+):** Yemine keten tohumu yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup.

#### 4.5. Yumurta Sarısı İndeksi

Yumurta sarısı indeksi, depolamanın 1, 14, 28, 42 ve 56. günlerinde ölçülmüştür (Tablo 10). Yumurta numunelerinde ölçümlenen yumurta sarısı indeksi değerleri, yağ tipine, antioksidan tipine ve zamana bağlı olarak istatistiksel önem açısından karşılaştırılmışlardır. Yumurta sarısı indeksinde, 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 keten tohumu 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 n=6	Y(-)A(+)BK(-)	44,33 <sup>A</sup> ±0,88	43,33 <sup>A</sup> ±0,72	38,33 <sup>B</sup> ±0,82	39,00 <sup>B</sup> ±0,66	37,66 <sup>B</sup> ±0,57
	Y(-)A(-)BK(+)	43,66 <sup>A</sup> ±0,88	40,33 <sup>AB</sup> ±0,72	38,00 <sup>B</sup> ±0,82	37,33 <sup>B</sup> ±0,66	36,33 <sup>B</sup> ±0,57
	Y(-)A(-)BK(-)	43,33 <sup>A</sup> ±0,88	39,66 <sup>AB</sup> ±0,72	38,66 <sup>B</sup> ±0,82	37,33 <sup>B</sup> ±0,66	37,00 <sup>B</sup> ±0,57
Soya Yağlı Gruplar n=6	SY(+ )A(+ )BK(-)	43,66 <sup>A</sup> ± 0,88	40,33 <sup>AB</sup> ±0,78	39,33 <sup>AB</sup> ± 0,73	39,33 <sup>AB</sup> ±0,66	38,33 <sup>B</sup> ±0,66
	SY(+ )A(-)BK(+)	44,66 <sup>A</sup> ± 0,88	42,66 <sup>AB</sup> ±0,78	40,33 <sup>ABC</sup> ±0,73	39,66 <sup>ABC</sup> ±0,66	38,00 <sup>C</sup> ±0,66
	SY(+ )A(-)BK(-)	43,66 <sup>A</sup> ± 0,88	41,66 <sup>AB</sup> ±0,78	39,66 <sup>AB</sup> ± 0,73	39,33 <sup>B</sup> ± 0,66	37,33 <sup>B</sup> ±0,66
Keten Tohumu Yağlı Gruplar n=6	KY(+ )A(+ )BK(-)	45,00 <sup>A</sup> ± 0,82	42,33 <sup>AB</sup> ±0,88	39,00 <sup>AB</sup> ± 0,57	41,66 <sup>AB</sup> ±0,88	38,66 <sup>B</sup> ±0,88
	KY(+ )A(-)BK(+)	44,33 <sup>A</sup> ± 0,82	39,66 <sup>AB</sup> ±0,88	38,00 <sup>AB</sup> ± 0,57	39,00 <sup>AB</sup> ± 0,88	37,33 <sup>B</sup> ±0,88
	KY(+ )A(-)BK(-)	42,66 <sup>A</sup> ± 0,82	40,00 <sup>AB</sup> ±0,88	39,00 <sup>B</sup> ± 0,57	39,66 <sup>AB</sup> ± 0,88	37,33 <sup>B</sup> ±0,88

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

**Y(-)A(-)BK(-):** Yemine yağ, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **Y(-)A(+)BK(-):** Yemine yağ ve bitkisel karışım katılmayan. ancak sentetik antioksidan karışımı katılan grup, **Y(-)A(-)BK(+):** Yemine yağ ve sentetik antioksidan karışımı katılmayan ancak bitkisel karışım katılan grup, **SY(+ )A(-)BK(-) :** Yemine soya yağı katılan ancak sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+ )A(+ )BK(-) :** Yemine soya yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+ )A(-)BK(+):** Yemine soya yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup, **KY(+ )A(-)BK(-):** Yemine keten tohumu yağı katılan, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+ )A(+ )BK(-):** Yemine keten tohumu yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+ )A(-)BK(+):** Yemine keten tohumu yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup.

#### **4.6. 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 değişmektedir. 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, % n=16		Yem tüketimi, (g) n=8		Yemden yararlanma oranı,x n=8		Yumurta Ağırlığı, N n=30	
		Ortalama	SEM	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar	Y(-)A(+)BK(-)	89,98	0,519	105,83	0,703	2,02	0,014	64,50	1,133
	Y(-)A(-)BK(+)	89,67	0,611	103,83	1,301	2,06	0,018	62,25	1,133
	Y(-)A(-)BK(-)	88,98	0,507	106,11	0,690	2,07	0,023	61,51	1,133
Soya Yağlı Gruplar	SY(+ )A(+ )BK(-)	90,60	0,385	109,66	1,085	2,09	0,022	62,85	1,620
	SY(+ )A(-)BK(+)	90,78	0,743	106,33	1,358	2,10	0,029	62,47	1,620
	SY(+ )A(-)BK(-)	90,67	0,694	107,16	1,351	2,08	0,022	61,96	1,620
Keten Tohumu Yağlı Gruplar	KY(+ )A(+ )BK(-)	91,04	1,086	107,16	1,108	2,07	0,019	64,70	1,068
	KY(+ )A(-)BK(+)	91,80	0,869	106,00	0,816	2,05	0,019	61,58	1,068
	KY(+ )A(-)BK(-)	90,81	0,993	105,83	0,872	2,08	0,020	64,21	1,068

x: 1 kg yumurta verimi için tüketilen yem miktarı

**Y(-)A(-)BK(-):** Yemine yağ, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **Y(-)A(+ )BK(-):** Yemine yağ ve bitkisel karışım katılmayan. ancak sentetik antioksidan karışımı katılan grup, **Y(-)A(-)BK(+):** Yemine yağ ve sentetik antioksidan karışımı katılmayan ancak bitkisel karışım katılan grup, **SY(+ )A(-)BK(-) :** Yemine soya yağı katılan ancak sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+ )A(+ )BK(-) :** Yemine soya yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **SY(+ )A(-)BK(+):** Yemine soya yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup, **KY(+ )A(-)BK(-):** Yemine keten tohumu yağı katılan, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+ )A(+ )BK(-):** Yemine keten tohumu yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, **KY(+ )A(-)BK(+):** Yemine keten tohumu yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup.

#### 4.7. 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 %, n=16		Kabuk Kırılma Direnci, kg/cm <sup>2</sup> n=30	
		Ortalama	SEM	Ortalama	SEM
Yemine Yağ Katılmayan Gruplar	Y(-)A(+)BK(-)	1,59	0,162	37,19	1,256
	Y(-)A(-)BK(+)	1,39	0,162	35,76	1,994
	Y(-)A(-)BK(-)	1,42	0,127	35,08	1,724
Soya Yağlı Gruplar	SY(+ )A(+ )BK(-)	1,56	0,132	34,75	1,522
	SY(+ )A(-)BK(+)	1,39	0,167	36,87	1,124
	SY(+ )A(-)BK(-)	1,42	0,129	35,89	1,122
Keten Tohumu Yağlı Gruplar	KY(+ )A(+ )BK(-)	1,37	0,070	36,83	1,386
	KY(+ )A(-)BK(+)	1,50	0,149	37,04	1,288
	KY(+ )A(-)BK(-)	1,42	0,201	36,41	1,364

Y(-)A(-)BK(-): Yemine yağ, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, Y(-)A(+)BK(-):Yemine yağ ve bitkisel karışım katılmayan, ancak sentetik antioksidan karışımı katılan grup, Y(-)A(-)BK(+):Yemine yağ ve sentetik antioksidan karışımı katılmayan ancak bitkisel karışım katılan grup, SY(+ )A(-)BK(-) : Yemine soya yağı katılan ancak sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, SY(+ )A(+ )BK(-) : Yemine soya yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, SY(+ )A(-)BK(+):Yemine soya yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup, KY(+ )A(-)BK(-):Yemine keten tohumu yağı katılan, sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmayan grup, KY(+ )A(+ )BK(-):Yemine keten tohumu yağı ve sentetik antioksidan karışımı katılan, bitkisel karışım katılmayan grup, KY(+ )A(-)BK(+):Yemine keten tohumu yağı ve bitkisel karışım katılan ancak sentetik antioksidan karışımı katılmayan grup.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

### 5.1.Tartışma

Bu çalışmada, fonksiyonel gıdalar arasında yer alan n-3 yağ asitleri ile zenginleştirilmiş yumurtaların depolama süresindeki yumurta kalite kriterlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, n-3 yağ asitlerinden zenginleştirmek için denemede kullanılan üç grubun yemlerine keten tohumu yağı katılmıştır. Yumurtacı tavukların yemlerine genellikle yağ katılmasına rağmen, hiç yağ katkısı yapılmayan veya soya yağı katılan yemlerle de besleme yapılmaktadır. Bu yüzden, deneme için oluşturulan üç grubun [ SY(+)A(-)BK(-), SY(+)A(+)BK(-), SY(+)A(-)BK(+)] yemlerine soya yağı katılmış ve üç grubun yemlerine de yağ katkısı yapılmamıştır.

#### 5.1.1. Denemede Kullanılan Yağların Yağ Asit Kompozisyonları

Denemede kullanılan yağların yağ asitleri kompozisyonları incelendiğinde bulunan değerlerin klasik kaynaklardaki değerlere benzer olduğu görülmüştür (13, 50,51). Araştırmada kullanılan soya ve keten tohumu yağlarının gaz-kromatografisi ile belirlenen ve tablo 6'da verilen yağ asidi kompozisyonlarında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Soya yağında toplam SFA oranı (% 16.32), keten tohumu yağındaki orana (% 9.75) göre yüksektir. Bu oranlar çeşitli kaynaklarda belirtilen oranlara benzerlik göstermektedir (19,41). Yemlere katılan soya yağının MUFA düzeyine (% 23.27) bakıldığında keten tohumu yağındaki MUFA düzeyine (%19.66) göre daha yüksek olduğu görülmektedir. PUFA düzeylerinde ise, keten tohumu yağının (% 69.92), soya yağına göre (% 60.02) biraz daha yüksek olduğu görülmektedir (tablo 6). Deneme yemlerine katılan yağlardan soya yağının toplam omega-6 yağ asidini oluşturan LA düzeyi %52.10 olarak ölçülmüştür. Bu oranın keten tohumu yağındaki LA (n-6) yağ asidi düzeyine göre (%16.33) daha yüksek olduğu görülmektedir. Yemlere katılan yağlar n-3 yağ asitleri açısından incelendiğinde; keten tohumu yağındaki toplam n-3 yağ asidi (ALA+EPA) düzeyinin (% 53.59), soya yağındaki düzeye göre (% 7.92) daha yüksek olduğu görülmüştür. Denemede yemlere katılan yağların n-3 ve n-6 yağ asidi kompozisyonlarının verildiği tablo 6'daki değerler konu ile ilgili klasik kaynaklarda belirtilen sınırlar içerisinde (19, 41,49, 50). Yemlere katılan soya ve keten tohumu yağlarının gaz-kromatografik analizleri sonucunda, AA (C20:4) ve DHA (DHA-22:6 n-3) değerleri ölçülemediğinden '0' değer olarak belirtilmiştir

(tablo 6). Bu çoklu doymamış yağ asitlerinin soya ve keten tohumu yağlarındaki değerlerine incelenen klasik kaynaklarda da rastlanmamıştır (13,51).

Deneme yemlerine katılan yağlardaki n-6/n-3 yağ asitleri oranları, keten tohumu yağında 0.30, soya yağında 6.58 bulunmuştur. Grobas ve arkadaşları (19) bu oranı soya yağında 7.06 ve keten tohumu yağında ise 0.27 olarak saptadıklarını belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada Balevi ve Coşkun (41) ise, n-6/n-3 oranını soya yağında 7.48 ve keten tohumu yağında da 0.37 bulunduğunu bildirmişlerdir.

## **5.1.2.Yumurta Sarısı İç ve Dış Kriterleri**

### **5.1.2.1. Yumurta Sarılarında Yağ Asit Düzeyleri**

Hayvan denemesinin sonunda, yumurta sarısı yağ asidi kompozisyonu antioksidan ve bitkisel karışım katılmamış gruplardan alınan yumurta numunelerinden belirlenmiştir (tablo 4.2). Y(-)A(-)BK(-) grubunda yumurta sarısı toplam SFA düzeyi, SY(+)A(-)BK(-) ve KY(+)A(-)BK(-) gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu veriler, Grobas ve arkadaşlarının (19) verileri ile, hem yemlerine kattıkları yağ kaynakları açısından hem de yumurta sarısında bulunan toplam SFA düzeyi bakımından benzeşmektedir. Cherian ve arkadaşlarının (61) ise, balık yağı, keten tohumu yağı, palmiye yağı ve ayçiçek tohumu yağı kullanarak yaptıkları çalışmada yumurta sarısı yağ asit düzeyini belirlemişlerdir. Buna göre yumurta sarısı toplam SFA düzeyi en düşük keten tohumu yağı katılmış yemlerle beslenen grupta olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, yumurta sarılarındaki toplam SFA düzeylerini, yukarıda belirtilen çalışmalardan farklı şekilde elde eden araştırmacılar da bulunmaktadır (41).

Yumurta sarılarındaki MUFA değerlerinin, yemlerine yağ katılmamış grupta, yemlerine soya ve keten tohumu yağı katılmış gruplara göre daha yüksek olduğu görülmektedir (tablo 4.2.). Grobas ve arkadaşlarının (19) yaptıkları çalışmada, %5 oranında don yağı, zeytin yağı, ayçiçek tohumu yağı, keten tohumu yağı katılmış ve yağ katılmamış yemlerle beslenen yumurtacı tavukların yumurta sarılarındaki yağ asit kompozisyonuna göre, MUFA değerlerinin yağ katılmamış gruplarda yüksek olduğu bildirilmiştir. Ancak benzer çalışmalarda yumurta sarısı toplam MUFA değerini hem bu çalışmadaki düzeylerden farklı hem de keten tohumu yağlı gruplarda daha yüksek bulan araştırmacılar da bulunmaktadır (21,41).



Çoklu doymamış yağ asidi düzeylerine bakıldığında ise (tablo 7), yumurta sarılarının doymuş ve tekli doymamış yağ asidi profillerindeki farklılığın tersine, yemlerine soya yağı ve keten tohumu yağı katılmış gruplarda yemlerine yağ katılmamış gruba göre daha yüksek PUFA değerleri saptandığı görülmektedir. Ayrıca, yemine keten tohumu yağı katılmış grubun yumurta sarısı PUFA değeri (% 23.73) yemine yağ katılmamış grubun PUFA değerinin (% 13.97) yanı sıra yemine soya yağı katılan grubun PUFA değerinden de (% 20.72) daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Tablo 7'ye bakıldığında toplam PUFA düzeylerindeki bu farklılığın yumurta sarılarındaki LA ve ALA düzeylerinin yemlerine yağ katılan gruplarda yağ katılmamış gruba göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Ceylan ve arkadaşları (46) yumurta tavuğu yemlerine balık, keten tohumu ve kanola yağı katılması sonucunda yumurta sarısındaki yağ asitlerini tespit etmişlerdir. Yumurta sarısı yağ asitleri kompozisyonuna göre toplam PUFA düzeyinin en yüksek oranda keten tohumu yağında bulunduğunu bildirmişlerdir. Keten tohumu yağında bulunan ALA'in yumurtadaki birikimi ile toplam PUFA birikiminin aynı yönde olduğunu ve diğer yağ kaynaklarını tüketenlere göre önemli ölçüde yüksek bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu bulgular, benzer diğer çalışmaların verileri ile de örtüşmektedir (19,41). Bu denemede, yumurta sarısı DHA düzeyi yağsız grupta ölçülemezken, keten tohumu yağlı grupta (% 0.56), soya yağlı gruba göre (% 0.15) daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). AA düzeyleri de DHA düzeylerine benzer olarak yağsız grupta ölçülemezken, keten tohumu yağlı grupta (% 0.27), soya yağlı gruba göre (% 0.12) daha yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Benzer çalışmalarda, yumurta sarılarında DHA düzeyleri keten tohumu yağlı yemlerle beslenen tavuklarda % 1.06 - % 1.77 arasında (21,19,46,61), soya yağlı gruplarda ise % 0.77 - % 1.28 (10,1) olarak bildirilmiştir. Yumurta sarısı arahidonik asit düzeyleri keten tohumu yağı ile beslenen gruplarda % 0.7 - % 1.16 arasında (21,41,46, 61), soya yağlı gruplarda ise, incelenen kaynaklardan sadece bir çalışmada (41) % 0.08 olarak rastlanmıştır. Bu çalışmada elde edilen yumurta sarısı DHA ve arahidonik asit düzeyleri, benzer çalışmalarda saptanan değerlere göre daha düşük bulunmuştur. Ancak, bu çalışmada olduğu gibi, incelenen diğer araştırma sonuçlarında da yemlere katılan keten tohumu yağının yumurta sarısı DHA düzeyini yükselttiği görülmektedir (20,43,61).

Deneme gruplarından alınan yumurta sarılarındaki n-6 yağ asidi düzeylerinin (tablo 7), yemlerine yağ katılan gruplarda, yemine yağ katılmamış gruba göre önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Yemlerine keten tohumu yağı katılmış grubun yumurta sarılarındaki n-3 yağ asidi düzeyi ise, hem yemine yağ katılmamış hem de yemine soya yağı katılmış gruba göre yüksektir. Soya yağı katılı grubun yumurta sarısı omega-3

yağ asidi düzeyi ise yemine yağ katılmamış gruptan yüksek, keten tohumu yağı katkılı gruptan ise daha düşüktür. Bu bulgulara benzer olarak, Grobas ve arkadaşları (19) % 5 oranında soya ve keten tohumu yağı kattıkları yem ile beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta sarısı n-6 yağ asidi seviyelerinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, keten tohumu yağı ile beslenen tavukların yumurta sarılarında ise n-3 yağ asidi seviyelerinin hem yağsız yem hem de soya yağlı yem tüketen gruplara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Balevi ve Coşkun (41), farklı yağ kaynakları kattıkları yemlerle beslenen yumurtacı tavuklar arasında soya yağlı grubun yumurta sarısı n-6 yağ asidi seviyelerinin (% 34.35) keten tohumu yağlı (% 18.26) gruba göre daha yüksek, soya yağlı grubun (% 2.68) n-3 yağ asidi seviyelerinin ise keten tohumu yağlı gruba göre (% 6.48) daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Hem sunulan bu çalışmada hem de diğer çalışmalarda elde edilen verilere dayanarak; tavuk yemlerine katılan yağların yumurta sarısı yağ asidi profilini etkilediği ve yeme katılan keten tohumu yağının yumurta sarısındaki omega-3 yağ asidi düzeyini yükselttiği söylenebilir.

#### **5.1.2.2.Yumurta Sarısı Malondialdehit Düzeyleri**

Malondialdehit, gıda ve yemlerde oluşan lipit oksidasyonunun ölçülebilir ikincil ürünlerindedir. Bu nedenle, sunulan bu çalışmada yumurta sarısındaki oksidasyonun depolama süresine, yağ tipine ve antioksidan tipine bağlı olarak değişimini belirlemek için yumurta depolamasının 1, 14, 28, 42 ve 56. günlerinde MDA düzeyi ölçümleri yapılmıştır.

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, keten tohumu yağlı grupta 14. günde yükselmeye başlamıştır. Ayrıca, yemine sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katılmamış keten tohumu yağlı grupta, depolamanın 56. günündeki yumurta sarısı MDA düzeyi, depolamanın 42. gününden de yüksek bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Bu çalışmada elde edilen veriler, yumurta sarılarında yüksek düzeyde bulunan n-3 yağ asitlerinin depolamanın 1 ile 14. günleri arasında okside olmaya başladığını göstermektedir. Ayrıca, yemlerine sentetik antioksidan karışımı ve bitkisel karışım katılmamış, soya, keten tohumu yağlı ve yağsız üç grup depolamanın 56. gününde MDA düzeyi açısından karşılaştırılmışlardır. Depolamanın

sonu olan 56. günde yeminde sadece keten tohumu yağı bulunan grubun 56. gün MDA düzeyinin soya yağlı ve yağ katkısız iki gruba göre önemli ölçüde yükseldiği görülmüştür. Franchini ve arkadaşları (80) yemlerine yağ katılmamış tavukların yumurta sarılarında MDA düzeylerinin depolamanın 90. gününde önemli ölçüde yükseldiğini bildirmişlerdir. Botsoglou ve arkadaşları (81) ise yumurta sarılarında MDA düzeylerinin depolamanın 20. gününden sonra yükseldiğini bildirmişlerdir. Ancak yemlerinde farklı yağ kaynakları kullanılarak, depolama süresine bağlı yumurta sarılarındaki MDA düzeyinin belirlenmesi ile ilgili çok fazla literatüre rastlanmamıştır.

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 MDA düzeylerinin, antioksidansız gruplara göre daha düşük ( $p < 0.05$ ) olduğu görülmektedir (tablo 4.3.1). Aynı karşılaştırma depolamanın 14. ve 28. günlerinde yapıldığında, yukarıdaki farklılığın sadece keten tohumu 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 lipid oksidasyonunun, depolama zamanına bağlı olarak değişmediğini, ancak biberiye bitkisinin kontrol grubuna göre antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Florou-Paneri ve arkadaşlarının (27), oregano yağı ile yaptığı diğer bir çalışmada da benzer sonuçlar bildirilmiştir.

Denemede elde edilen bu bulgular, yemlerine keten tohumu yağı katılarak omega-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirilen yumurta sarılarındaki oksidasyonun, soya yağlı ve yağ katılmayan gruplara göre daha hızlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, 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 lipid oksidasyonunu yavaşlattığını göstermektedir.

### 5.1.2.3. Haugh Birimi

Çeşitli kaynaklarda (14,79,82,83, 84) yumurta depolama süresine bağlı olarak azaldığı bildirilen haugh birimi bu çalışmada da incelenmiştir (tablo 9). Tüm deneme gruplarında, her depolama periyodunda saptanan haugh birimi, bir önceki depolama periyoduna göre zamana bağlı olarak azalmaktadır ( $p<0.05$ ). Yağ katkısı yapılmamış, soya yağı katkılı ve keten tohumu yağı katkılı yem tüketen gruplar incelendiğinde, sentetik antioksidan ve bitkisel karışım katkısı yönünden incelendiğinde de, aradaki farkların önemsiz olduğu belirlenmiştir. Ancak, Franchini ve arkadaşlarının (80), yemlerine Vitamin E katılan tavuklardan elde edilen taze yumurtalarda, Haugh biriminin kontrol grubuna göre daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın Cherian ve arkadaşlarının (85) ise depolanmış yumurtalarda Haugh biriminin düştüğünü, fakat yeme tokoferol katkısının, taze ve depolanmış yumurtalarda Haugh birim üzerine etki göstermediğini belirtmişlerdir.

Bu bulgular, yumurtaların depolanması esnasında haugh biriminin zamana bağlı olarak düşerken, tavukların tükettikleri yemlerin içeriğinde bulunan katkı yağı ve antioksidan tipinden etkilenme olasılığının düşük olduğunu göstermektedir.

### 5.1.2.4. Yumurta Sarısı İndeksi

Yumurta iç kalite kriterlerinden yumurta sarısı indeks değerlerine bakıldığında (tablo 10), Haugh birimi ve MDA düzeyindeki depolama süresine bağlı farklılıklara benzer sonuçlar görülmektedir. Yemlerine yağ katılmayan gruplarda yumurta sarısı indeksindeki azalmalar depolamanın 28.gününden itibaren başlarken, yemlerine soya ve keten tohumu yağı katılan gruplarda azalma depolamanın 42. ve 56. günlerinde belirginleşmektedir. Tilki ve Saatçi (82) de yumurta sarısı indeksinin depolama süresinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Yumurta sarısı indeksi değerleri yemdeki antioksidan tipi açısından değerlendirildiğinde gruplar arası farklılıkların önemsiz olduğu fark edilmektedir. 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 azalmayı depolamanın 56.gününe kadar ertelediği söylenebilir.

### **5.1.3.Yumurta Performans Parametreleri**

#### **5.1.3.1.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 ( $p>0.05$ ). Benzer çalışmalarda da yukarıda belirtilen performans parametrelerinin yeme katılan yağ tipi ile Vitamin E ve Vitamin C gibi doğal antioksidan katkısından etkilenmediği bildirilmektedir (16,27,28,61,80). Bu çalışmada ve benzer çalışmalarda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; yumurta tavuğu yemlerine %3’e kadar soya ve keten tohumu yağı katkısının, sentetik ve doğal antioksidan katkısının yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerine etkisinin olmadığı ortaya çıkmaktadır.

#### **5.1.3.2.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 katkı yağı ve antioksidan tipi açısından karşılaştırıldığında, 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.

## 5.2.Sonuç

Bu çalışmada elde edilen veriler, benzer çalışmaların bulguları ile birlikte değerlendirildiğinde, izokalorik ve izonitrojenik yumurta tavuğu yemlerine katılan soya ve keten tohumu yağı ile sentetik ve doğal kökenli antioksidanların, yumurta verim parametrelerini ( yumurta verimi, yemden yararlanma, hasarlı yumurta oranı vb.) etkilemediği anlaşılmaktadır. Fakat, yeme katılan keten tohumu yağının yumurta sarısındaki n-3 yağ asidi düzeyini, soya yağının ise n-6 yağ asidi düzeyini artırdığı görülmüştür. Ancak, yeme keten tohumu yağı ve soya yağı katılarak n-3 ve n-6 yağ asitlerinden zenginleştirilen yumurtalarda depolama süresine bağlı oksidasyonun, n-3 yağ asitlerinden zengin olanlarda daha fazla olmak üzere, hızlandığı ortaya çıkmaktadır. Fakat yeme katılan sentetik antioksidanların yanı sıra, oregano (kuru kekik), thyme (kuru kekik), oregano yağı, thyme yağı, anason yağı, rezene yağı ve sarımsak yağı karışımının bu oksidasyonu yavaşlattığı görülmüştür. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, keten tohumu yağı ve soya yağı katılmış yumurta tavuğu yemlerinde, yumurta sarısı lipitlerindeki depolamaya bağlı oksidasyonu yavaşlatmak için, BHA, BHT, Ethoxyquine ve sitrik asit gibi sentetik antioksidanların yanı sıra bitkisel kökenli doğal antioksidanların da kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

1. SIMOPOULOS AP. Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Disease, Journal of the American College of Nutrition, Vol.21, No. 6, 495-505, 2002.
2. MENNICKEN L, PONSUKSILI S, THOLEN E, KHANG NTK, STEIRER K, PETERSEN J, SCHELLANDER K, WIMMERS K. Divergent selection for  $\omega$ 3:  $\omega$ 6 polyunsaturated fatty acids ratio in quail eggs, Arch. Tierz., Dummerstorf 48 (2005) 5, 527-534, 2005.
3. COVINGTON MB. Omega-3 Fatty Acids, American Family Physician, Vol.70, Number 1, 2004.
4. TGK 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 Education 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, Vol.79, 961-970
9. LEWIS NM, SEBURG S, FLANAGON NL. Enriched eggs as a source of N-3 polyunsaturated fatty acids for humans, Poultry Science, Vol.79, 971-974
10. SIMOPOULOS AP, CLELAND LG. Omega-6/Omega-3 Essential fatty acid ratio : The Scientific Evidence, World Review of Nutrition and Dietetics, Vol.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, <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/othernuts/omega3fa/index.html>, Oregon State University, 2005
13. LEESON S, SUMMERS JD. Scot's Nutrition of The Chicken, 4th Edition, ML.Scott and Associates, Ithaca, New York, 2001.
14. FARREL DJ. Enrichment of hen eggs with n-3 long chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans, American Journal Clinical Nutrition, Vol. 68, 538-544, 1998.
15. SIMOPOULOS AP, SALEM N. Egg yolk as a source of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant feeding, American Journal of Clinical Nutrition, Vol.55, 411-414, 1992.
16. 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, Vol.14, 258-264, 2005.
17. KAHRAMAN R, ABAŞ İ, ÖZPINAR H, PEKEL AY, KUTAY HC, KESER O. Farklı yağ asiti kaynaklarının yumurta sarısı yağ asiti kompozisyonu ve malondialdehit düzeyine etkisi, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, sayı 2, 2004.

18. 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*, Vol.55, No.1, 41-51, 2005.
19. 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*, Vol.80, 1171-1179.
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*, Vol.78, Suppl.1, 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*, Vol.79, 51-59.
22. LIU LY, YANG MH, LIN JH, LEE MH. Lipid profile and oxidative stability of commercial egg products, *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol.13, No.1, 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*, Vol.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*, Vol.4, No.11, 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*, Vol.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*, Vol.4, No.7, 449-454, 2005.
28. FLOROU-PANERI P, DOTAS D, MITSOPOULOS I, DOTAS V, BOTSOGLOU E, NIKOLAKAKIS I, BOTSOGLOU N. Effect of feeding rosemary and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on hen performance and egg quality, *The Journal of Poultry Science*, Vol.43, 143-149, 2006.
29. NARAHARI D. Nutritionally enriched eggs, IX European symposium on the quality of eggs and egg products, pg.179-184, 2001.
30. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Gap Yöresinde Sosyal ve Kültürel Faaliyetler II, bölüm. Hayvansal gıda tüketiminin artırılması, Ankara, 1999.
31. PROF. DR. ŞENKÖYLÜ N. Modern Tavuk Üretimi, 2. baskı, Anadolu Matbaa, İst., 1995.
32. ANTON M, NAU F, NYS Y. Bioactive egg components and their potential uses, *World's Poultry Science Journal*, Vol.62, 429- 438, 2006.



33. ASI T, Tablolarla Biyokimya, cilt 1, Tayf Ofset, İstanbul, 1991.
34. CHERIAN G, SIM JS. Maternal dietary  $\alpha$ -linolenic acid (18:3n-3) Alters n-3 polyunsaturated fatty acid metabolism and liver enzyme activity in hatched chicks, Poultry Science, Vol.80, 901-905, 2001.
35. LEE KW, LIP GYH, The role of omega-3 fatty acids in the secondary prevention of cardiovascular disease, QJ Medicine, Vol.96, 465-480, 2003.
36. GARG ML, WIERZBICKI AA, THOMSON ABR, CLANDININ MT.  $\omega$ -3 fatty acids increase the arachidonic acid content of liver cholesterol ester and plasma triacylglycerol fractions in the rat, Biochem. Journal, Vol.261, 11-15, 1989.
37. PARK Y, HARRIS WS. Omega-3 fatty acid supplementation accelerates chylomicron triglyceride clearance, Journal of Lipid Research, Vol.44, 455-463, 2003.
38. CHERIAN G, HOLSONBAKE TB, GOEGER MP. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs, Poultry Science, Vol.81, 30-33, 2002.
39. 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, Vol.6, No.3, 171-175, 2004.
40. 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, Vol.79, 1597-1602, 2000.
41. BALEVÍ T, COŞKUN B. Effects of some dietary oils on performance and fatty acid composition of eggs in layers, Revue Med. Vet., Vol.151, No.8-9, 847-854, 2000.
42. AUGUSTYN R, BARTECZKO J, SMULIKOWSKA S. The effects of feeding regular or low  $\alpha$ -linolenic acid linseed on laying performance and total cholesterol content in eggs, Journal of Animal and Feeding Science, 15, suppl., 1, 103-106, 2006.
43. BEAN LD, LEESON S. Long-term effects of feeding flaxseed on performance and egg fatty acid composition of brown and white hens, Poultry Science, Vol.82, 388-394, 2003.
44. BOTSOGLOU NA, YANNAKOPOULOS AL, FLETOURIS DJ, TSERVENI-GOUSSI AS, PSOMAS IE. Yolk fatty acid composition and cholesterol content in response to level and form of dietary flaxseed, Journal Agric. Food Chem., Vol.46, 4652-4656, 1998.
45. 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, Vol.3, No.11, 690-696, 2004.
46. 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.
47. YANNAKOPOULOS A, TSERVENI-GOUSSI A, CHIRISTAKI E. Enhanced egg production in practice: The case of bio-omega-3 egg, International Journal of Poultry Science, Vol.4, No.8, 531-535, 2005.
48. ASI T, Tablolarla Biyokimya, cilt 2, Kayhan Ofset, Ankara, 1999.
49. ŞENEL S. Hayvan Besleme, 2.baskı, Gür-Ay Matbaa, İst., 1993.
50. ŞENKÖYLÜ N., Yemlik Yağlar, National Renderers Association, 2001.
51. BEARE-ROGERS J, DIEFFENBACHER A, HOLM V. Lexicon of lipid handbook, Pure Appl. Chem. ,Volç73, No.4, 685-744, 2001.

52. BEAN LD, LEESON S. Fatty acid profiles of 23 samples of flaxseed collected from commercial feed mills in Ontario in 2001, *Journal Applied Poultry Research*, Vol.11, 209-211, 2002.
53. BERGLUND DR. Trends in new crops and new uses, *Flax: New uses and demands*, ASHS Pres, Alexandria, VA, 358-360, 2002.
54. KARTZER FH, VOHRA P. The use of flaxseed as a poultry feedstuff, *Poultry Fact Sheet*, No.21, Cooperative Extension, University of California, March 1996.
55. LOPEZ-FERRER S, BAUCCELLS MD, BARROETA AC, GRASHORN MA, n-3 Enrichment of chicken meat using fish oil: Alternative substitution with rapeseed and linseed oils, *Poultry Science*, Vol.78, 356-365, 1999.
56. SCHEIDELER SE, FRONING GW. The combined influence of dietary flaxseed variety, level, form and storage conditions on egg production and composition among vitamin E-supplemented hens, *Poultry Science*, Vol.75, 1221-1226, 1996.
57. LOPEZ-FERRER S, BAUCCELLS MD, BARROETA AC, GALOBART J, GRASHORN MA. n-3 Enrichment of chicken meat.2. Use of precursor of long-chain polyunsaturated fatty acids: Linseed oil, *Poultry Science*, Vol.80, 753-761, 2001.
58. KANNER J, ROSENTHAL I. An assesment of lipid oxidation in foods, *Pure& Appl. Chem.*, Vol.64, No.12, 1959-1964, 1992.
59. SPANIER AM, TRAYLOR RD. A rapid, direct chemical assay for the quantative determination of the thiobarbituric acid reactive substances in raw, cooked, and cooked/stored muscle foods, *Journal of Muscle Foods*, Vol.2, 165-176, 1991.
60. WANG B, PACE RD, DESSAI AP, BOVELL-BENJAMIN A, PHILLIPS B. Modified extraction method for determing 2- thiobarbituric acid values in meat with increased specifity and simplicity, *Journal of Food Science*, Vol.67, No.8, 2002.
61. CHERIAN G, WOLFE FW, SIM JS. Dietary oils with added tocopherols: effects on egg or tissue tocopherols, fatty acids and oxidative stability. *Poultry Science*, Vol.75, 423-431, 1996.
62. 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*, Vol.122, 2190-2195, 1992.
63. GALOBART J, BARROETA AC, BAUCCELLS MD, CODONY R, TERNES W. Effect of dietary supplementation with rosemary extract and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on lipid oxidation in eggs enriched with  $\omega$ -3 fatty acids, *Poultry Science*, Vol.80, 460-467, 2001.
64. SANHUEZA J, NIETO S, VALENZUELA A. Thermal Stability of some commercial synthetic antioxidants, *Journal of The American Oil Chemists Society*, Vol.77, No.9, 2000.
65. 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 Üniv. Vet. Fak. Dergisi*, 30(2), 19-35, 2004.
66. THOMPSON DC, CHA YN, TRUSH MA. The peroxidase- dependent activation of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene (BHT) to reactive intermediates, *The Journal of Biological Chemistry*, Vol.264, no.7, 3957-3965, 1989.
67. ITO N, FUKUSHIMA S, TSUDA H., Carcinogenicity and modification of the carcinogenic response by BHA, BHT and other antioxidants, *Crit. Rev. Toxicology*, 15(2), 109-150, 1985. Abstract

68. VALENZUELA A, SANHUEZA J, NIETO S. Cholesterol oxidation : Health hazard and the role of antioxidants in prevention, *Biol. Res.*, Vol.36, 291-302, 2003.
69. 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*, Vol.73, 389-393, 2002.
70. HAMMER KA, CARSON CF, RILEY TV. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *Journal of Applied Microbiology*, Vol.86, 965-990, 1999.
71. DORMAN HJD, DEANS SG. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils, *Journal of Applied Microbiology*, Vol.88, 306-316, 2000.
72. 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.
73. GREATHEAD H. Plants and plant extracts for improving animal productivity, *Proceedings of the Nutrition Society*, Vol.62, 279-290, 2003.
74. BENLİ M, YİĞİT N. Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik ( *Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi, *Orlab On-line Mikrobiyoloji Dergisi*, cilt 3, sayı 8, 1-8, 2005.
75. MITSCH P, ZITTERL-EGLESEER 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*, Vol.83, 669-665, 2004.
76. 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  $\alpha$ -tocopheryl acetate supplementation, *Food Research International*, Vol.36, 207-213, 2003.
77. A.O.A.C Official Methods of Analysis, 9th Edition, Vail-Ballooa Pres Inc, Binghampton, NY, chapter 38, 1165, 1980.
78. HARTEL H. Relations between N-corrected metabolisable energy and nutrient conten of feeds for chickens, *Archiv für Geflügelkunde*, Vol.41, No. 4, 152-182, 1997.
79. ERENSAYIN C, *Bilimsel- Teknik- Pratik Tavukçuluk*, cilt 3, Dilek Ofset, Sivas, 1995.
80. 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*, Vol.81, 1744-1750, 2002.
81. 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*, Vol.46, No.6, 701-707, 2005.
82. TILKI M, SAATCI M., Effect of storage time on external and internal characteristics in partridge ( *Alectoris gracea*) eggs, *Revue Med. Vet.*, Vol.155, 561-564, 2004.
83. SAMLI HE, AGMA A, SENKOYLU N. Effect of storage time and temperture on egg quality in old laying hens, *Appl. Poultry Research*, Vol.14, No.3, 548-553, 2005.

84. JONES DR, MUSGROVE MT, Effects of extended storage on egg quality factors, Poultry Science, Vol.84, No.11, 2005.
85. 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

## TEŞEKKÜR

Doktora tezimin konusunun seçilmesi, planlanması, gerçekleştirilmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç.Dr.Mustafa EREN'e,

Araştırmanın yürütülmesinde yardımlarını aldığım Anabilim Dalımız Araştırma Görevlisi Fatih ORHAN'a ve diğer öğretim üye ve elemanlarına,

Doktora tezimin hazırlanması sürecinde bana zaman ve olanak tanıyan çalışanı olduğum BANVİT A.Ő.'ye,

Araştırmanın deneme aşamasının gerçekleştirilmesinde büyük payı olan YAYMACI Tavukçuluk firmasına ve çalışanlarına,

Doktora eğitimim süresince her konuda bana destek ve yardımcı olan eşim Cem'e ve aileme, varlığı ile bana enerji veren kızım Ece'ye,

Teőekkürlerimi sunuyorum.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1974 yılında Balıkesir’de doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Edremit’te tamamladım. 1992 yılında Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesine girdim ve 1998 yılında mezun oldum. 1998 - 2005 yılları arasında kanatlı hayvan sektöründeki çeşitli firmalarda çalıştım. 2006 senesinde BANVİT A.Ş. Canlı Üretim Departmanında çalışmaya başladım ve halen bu firmada görev yapıyorum. Evli ve bir çocuk annesiyim.