



T.C.
Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü

**TAVUK YUMURTALARININ KOLESTEROL
VE YAĞ ASİDİ İÇERİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

GÜLER ÇELİK

Yüksek Lisans Tezi



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAVUK YUMURTALARININ KOLESTEROL VE YAĞ ASİDİ
İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

GÜLER ÇELİK

Doç. Dr. YASEMİN ŞAHAN

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI


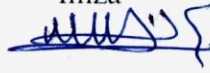
BURSA-2016

TEZ ONAYI

Güler ÇELİK tarafından hazırlanan “Tavuk Yumurtalarının Kolesterol ve Yağ Asidi İçeriklerinin Karşılaştırılması ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Başkan: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
U.Ü. Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı


İmza



Üye: Doç. Dr. Elif TÜMAY ÖZER
U.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi
Kimya Anabilim Dalı


İmza

Üye: Yrd. Doç. Dr. Dilek DÜLGER ALTINER
İstanbul Aydın Ü. Mühendislik Fakültesi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı


İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım


Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü

Tarih

29/06/2016

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü ,tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

29.06.2016

İmza

GÜLER ÇELİK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAVUK YUMURTALARININ KOLESTEROL VE YAĞ ASİDİ İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

GÜLER ÇELİK

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. YASEMİN ŞAHAN

Tavuk yumurtası, sağlıklı beslenme için gereksinim duyulan birçok mikro nutrienti bünyesinde barındıran iyi bir besin kaynağıdır. Bu çalışma, organik, konvansiyonel, serbest olarak yetiştirilmiş ve omega-3'le zenginleştirilmiş tavuk yumurtalarının kolesterol ve yağ asidi içerikleri belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yumurta sarısındaki yağ asidi kompozisyonu ve kolesterol içeriklerinin belirlenmesinde gaz kromatografisi ve ultra performans sıvı kromatografisi kullanılmıştır. Ayrıca, kolesterol miktarının belirlenmesinde Gaz Kromatografisi ve UPLC cihazları kullanılarak metod validasyonları yapılmış ve farklılıkları karşılaştırılmıştır.

Tavuk yumurtalarında kolesterol miktarları 874 ± 5 – 1299 ± 88 mg/100 g arasında değişmektedir. En yüksek kolesterol miktarı 1299 ± 88 mg/100g omega 3 ile zenginleştirilmiş yumurtada, en düşük kolesterol miktarı 874 ± 5 mg/100g ile konvansiyonel olarak elde edilen yumurtada olduğu saptanmıştır. Ticari olarak satılan yumurta sarılarındaki kolesterol miktarları istatistiksel olarak incelendiğinde çok önemli farklılıklar görülmemiştir.

Omega-3 yumurta tüketimi, omega-3 yağ asitleri alımındaki artışı ile birlikte sağlık üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Test edilen üretim yöntemlerinden elde edilen yumurtalarda, doymuş yağ asitleri açısından küçük farklılıklar gözlenmektedir ve bu farklılıkların tüketici üzerinde olumsuz metabolik etkisinin olabileceği düşünülmemektedir.

Gaz kromatografisi ve ultra performans sıvı kromatografisi yöntemlerinin her ikisinde kolesterol analizi açısından spesifik, hassas, kesin ve doğru olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yumurta, kolesterol, yağ asitleri, metod karşılaştırma

2016, ix + 48 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

“COMPARISON of CHOLESTROL and FATTY ACID CONTENT of CHICKEN EGGS”

GULER CELIK

Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assos. Prof. Dr. YASEMİN ŞAHAN

Hen eggs are good source of nutrition and contains many micronutrients for healthy diets. The aim of the study was to compare cholesterol and the fatty acid contents of commercially available organic, free range, conventional, and omega-3 eggs. Egg components were assessed, and the fatty acid composition of yolk lipids and cholesterol levels were determined by ultra-performance liquid chromatography and gas chromatography. In this study, two chromatographic methods were validated and compared, in order to achieve the ideal analytical method for the quantification of cholesterol in egg yolk.

Cholesterol concentration varied between 874 ± 5 - 1299 ± 88 mg/100 g in eggs tested. The highest cholesterol (1299 ± 88 mg/100g) was determined in Omega 3 eggs and the lowest cholesterol was determined in commercial egg. Also no significant differences of cholesterol content were found between commercial egg yolks ($p > 0.05$).

Consumption of eggs fortified omega-3 has the potential to discuss health benefits through the increase in intake of omega-3 fatty acids. Regarding to all tested methods of production, the small differences in saturated fatty acids observed in this study are unlikely to have any significant metabolic effect on the consumer.

Both gas chromatography and ultra-performance liquid chromatography methods are specific, sensitive, precise and accurate for cholesterol analyses.

Key words: egg, cholesterol, fatty acids, method compared

2016, iix + 48 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olup tez çalışmasının konusunun belirlenmesinde, tez çalışmamın her adımında desteğini ve bilgisini esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yumurta analizlerinin yapılışında ve tez yazımında bana sonsuz destek olan öncelikle Esra DOĞANGÜN ve Sibel TAŞKESEN'e , manevi olarak yanımda olan Sevda ERBAŞ ve Fahrettin YANPINAR'a,

Yumurta analizlerinin istatistiksel olarak yorumlanmasında ve bilimsel olarak katkı sağlayan Arda SÖZCÜ'ye

Analizler için materyal sağlanmasında yardımcı olan Doç. Dr. Asuman CANSEV'e,

Kurumumda desteklerini gördüğüm danışmanım Anıl ÇETİNOĞLU'na ve müdürümüz Sedat AKTAŞ'a

Beni her zaman içtenlikle destekleyen, yanımda olan eşim Kemal ÇELİK'e, oğlum Yiğit Kenan ÇELİK'e sonsuz teşekkürler..

Bu çalışmayı yapmamda bana imkan sağlayan kurumum TÜBİTAK BUTAL'a çok teşekkür ediyorum.

Güler ÇELİK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | vi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | viii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI..... | 2 |
| 2.1 Yumurta..... | 2 |
| 2.2.Kolesterol Metabolizması..... | 4 |
| 2.3. Kolesterol ile Yumurta arasındaki ilişki..... | 7 |
| 2.4. Kolesterol Analizi..... | 7 |
| 3.MATERYAL ve YÖNTEM..... | 10 |
| 3.1. Materyal..... | 10 |
| 3.2. Yöntem..... | 10 |
| 3.2.1. Fiziksel Analizler..... | 10 |
| 3.2.2. Toplam Yağ Analizleri..... | 10 |
| 3.2.3 Yağ Asitleri Kompozisyonu..... | 11 |
| 3.2.3.1. Numune Ön İşlemi (Folch Metodu)..... | 11 |
| 3.2.3.2. Türevlendirme İşlemi..... | 11 |
| 3.2.3.3. Analiz..... | 11 |
| 3.2.4. Kolesterol..... | 12 |
| 3.2.4.1. Kolesterol Örnek Hazırlama İşlemi..... | 12 |
| 3.2.4.2. GC ile Kolesterol Analizi..... | 13 |
| 3.2.4.2.1. Standartların Hazırlanması ve Kalibrasyonu..... | 13 |
| 3.2.4.2.2 Metot Validasyonu..... | 14 |
| 3.2.4.2.3.Analiz..... | 15 |
| 3.2.4.3. UPLC ile Kolesterol Analizi..... | 16 |
| 3.2.4.3.1. Standartların Hazırlanması ve Kalibrasyonu..... | 16 |
| 3.2.4.3.2 Metot Validasyonu..... | 18 |
| 3.2.4.3.3 Analiz..... | 18 |

| | |
|---|----|
| 3.2.5. İstatistiksel Analiz..... | 19 |
| 4.BULGULARve TARTIŞMA..... | 20 |
| 4.1. Fiziksel Analizler ve Yağ Analizi..... | 20 |
| 4.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu..... | 22 |
| 4.3. Kolesterol..... | 26 |
| 4.4. Metot Karşılaştırma..... | 33 |
| 5. SONUÇ..... | 35 |
| KAYNAKLAR..... | 37 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 41 |



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

| | |
|------|------------------|
| % | Yüzde Değer |
| °C | Santigrat Derece |
| µg | Mikrogram |
| µL | Mikrolitre |
| mmol | Milimol |
| g | Gram |
| mg | Miligram |
| mL | Mililitre |
| ω | Omega |

Kısaltmalar

| | |
|---------|--|
| UPLC | Ultra Performans Sıvı Kromatografisi |
| GC | Gaz Kromatografisi |
| FID | Alevli İyonlaşma Detektörü |
| IEC | Uluslar arası Elektroteknik Komisyonu |
| TÜİK | Türkiye İstatistik Kurumu |
| RSD | Bağıl Standart Sapma |
| dk | Dakika |
| Max | Maksimum |
| Min | Minimum |
| LOD | Tayin Sınırı |
| LOQ | Kantitatif Tayin Sınırı |
| Ort. | Ortalama |
| SD | Standart sapma |
| HDL | Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein |
| LDL | Düşük Yoğunluklu Lipoprotein |
| KDH | Kalp Damar Hastalığı |
| MLOD | Metot Tayin Sınırı |
| MLOQ | Metot Kantitatif Tayin Sınırı |
| AOAC | Assosication of Official Agricultural Chemists |
| MUFA | Tekli Doymamış Yağ Asitleri |
| ACN:IPA | Asetonitril: İzopropil Alkol |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil1. Kolesterol şematik görüntüsü | 4 |
| Şekil2.1.Kolesterolün biyosentezinin şematik gösterimi | 6 |
| Şekil3.1.GC-FID kullanılarak yapılan kolesterol analizi kalibrasyon eğrisi | 14 |
| Şekil 3.2. GC-FID kullanılarak yapılan kolesterol analizi en küçük standarta ait kromatogram..... | 14 |
| Şekil 3.3. Kolesterol analizinde kullanılan GC-FID | 15 |
| Şekil3.4. UPLC kullanılarak yapılan kolesterol analizi kalibrasyon eğrisi..... | 17 |
| Şekil 3.5. UPLC kullanılarak yapılan kolesterol analizi en küçük standarta ait kromatogram | 17 |
| Şekil3.6. Kolesterol analizinde kullanılan UPLC | 18 |
| Şekil4.1. Konvansiyonel sistemle yetiştirilen yumurta yağ asidi kromatogramı..... | 22 |
| Şekil4.2. Organik sistemle yetiştirilen yumurta yağ asidi kromatogramı | 22 |
| Şekil4.3.Serbest gezen sistemle yetiştirilen yumurta yağ asidi kromatogramı..... | 23 |
| Şekil4.4. Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurta yağ asidi kromatogramı | 23 |
| Şekil 4.5.Serbest gezen sistemle yetiştirilen yumurta kolesterol GC kromatogramı | 27 |
| Şekil 4.6 Konvansiyonel sistemle yetiştirilen yumurta kolesterol GC kromatogramı | 27 |
| Şekil4.7.Organik sistemle yetiştirilen yumurta kolesterol GC kromatogramı | 28 |
| Şekil4.8.Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurta kolesterol GC kromatogramı..... | 28 |
| Şekil4.9.Serbest gezen sistemle yetiştirilen yumurta kolesterol UPLC kromatogramı..... | 29 |
| Şekil 4.10. Konvansiyonel sistemle yetiştirilen yumurta kolesterol UPLC kromatogramı | 29 |
| Şekil 4.11.Organik sistemle yetiştirilen yumurta kolesterol UPLC kromatogramı | 30 |
| Şekil4.12.Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurta kolesterol UPLC kromatogramı | 30 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Farklı sistemlerde yetiştirilen yumurta üretiminde verilen rasyon oranları | 3 |
| Çizelge 3.1. Yağ asidi tayininde kullanılan gaz kromatografisi GC-FID analiz koşulları | 12 |
| Çizelge 3.2. Kolesterol tayininde kullanılan gaz kromatografisi GC-FID analiz koşulları..... | 16 |
| Çizelge3.3. Kolesterol tayininde kullanılan UPLC analiz koşulları | 19 |
| Çizelge 4.1. Yumurtaların fiziksel analizleri ve toplam yağ içerikleri | 20 |
| Çizelge 4.2. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalarda ortalama yumurta ağırlığı, sarı ağırlığı ve yumurta sarısı toplam yağ içeriği (%)...21 | |
| Çizelge 4.3. Yumurtaların yağ asidi içerikleri | 24 |
| Çizelge 4.4. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalarda farklı ortalama cihazlarda kolesterol içeriği (mg/ bir tam yumurta)..... | 31 |
| Çizelge 4.5. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalarda farklı cihazlarda ortalama kolesterol içeriği (mg/100g yumurta sarısı) | 31 |
| Çizelge4.6.Kolesterol tayininde UPLC ve GC-FID metot validasyonu | 33 |

GİRİŞ

Tavuk yumurtası, yüksek biyolojik değerli protein, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, zengin vitamin ve mineral madde içeriğiyle besinsel açıdan mükemmel bir gıda olarak bilinmektedir. Özellikle yüksek düzeyde folat, riboflavin, Se, kolin, vitamin A, K, D ve B12 içeriğine sahip olup besinlerin biyoyararlılığının artıran yağ matriksine sahip lutein ve zeaksantine sahiptir (Herron and Fernandez 2004; Inran 2000). Bir yumurtanın (65 g) yenilebilir kısmı (58g) ortalama olarak; 45 g su (%69), 7.2 g protein (%11), 0.5g karbonhidrat (%0.8) ve 5.3 g lipit (%8.1) içermektedir (Herron and Fernandez 2004).

Kolesterol, kortikosteroidler, seks hormonları, safra asitleri ve D vitamini gibi diğer steroidlerin ön maddesidir. Ayrıca kolesterol amfipatik bir lipid olup membranların ve plazma lipoproteinlerinin dış tabakasının gerekli yapısal proteini olarak görev almaktadır. Bununla birlikte vücutta düzensiz kolesterol dağılımının çok sayıda hastalıkla ilişkisi olduğu bildirilmektedir. Kolesterol safta taşlarının temel bir yapıtaşıdır. Bununla birlikte patolojik olaylarda temel rolü, hayati öneme sahip arterlerin aterosklerozun oluşumunda rol oynayarak serebrovasküler, koroner ve periferel damar hastalıklarına yol açmasıdır (Murray ve ark. 1993). Yüksek kan kolesterol seviyeleri koroner arter hastalıkları, hipertansiyon ve damar sertliği ile ilişkilidir. Kalp damar hastalıklarının yanı sıra alzheimer, diyabet ve kanser ile de ilişkilidir. Ayrıca vücutta kendiliğinden oluşan kolesterol oksidasyon ürünlerinin de sitotoksik ve mutajenik özellikleri olduğu bildirilmiştir (Satılmış 2009).

Kolesterol hayvan metabolizmasının tipik bir ürünü olduğu için yumurta sarısı, et, karaciğer ve beyin gibi hayvansal kökenli gıdalarda bulunmaktadır (Murray ve ark. 1993). Günlük kullanım miktarı ve fiyat açısından değerlendirildiğinde yumurta tüketimi ile diyetle alınan günlük kolesterol alımının büyük kısmını karşılandığı ifade edilmektedir. Bu nedenle özellikle kalp-damar rahatsızlıklarında, diyetle alınan kolesterolün olumsuz rolü olduğunun belirlenmesi ile yumurta tüketiminin irdelenmesi gerekli hale gelmiştir (Exler ve ark. 2013).

Bu çalışmada, farklı yöntemlerle yetiştirilen tavuk yumurtalarının kolesterol ve yağ asidi içerikleri araştırılacaktır. Ayrıca, kolesterol miktarının belirlenmesinde Gaz Kromatografisi ve UPLC cihazları kullanılarak metod farklılıklarının karşılaştırılması da amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Yumurta

2015 yılı TÜİK raporuna göre Türkiye’de 16 726 332 000 adet tavuk yumurtası üretilmektedir ve tüm hayvansal gıdalar üretimi içinde bu miktar % 43’lük paya sahiptir (Anonim 2015). Yumurta Üreticiler Merkez Birliği (YUM-BİR) 2015 verilerine göre ülkemizde kişi başına yumurta üretimi yıllık 218 adet olmasına karşın, dünyadaki tüketim verileri incelendiğinde kişi başına 196 adet ile alt sıralarda yer almaktayız (IEC 2014).

Yumurta tavukçuluğunda kullanılan birçok yetiştirme sistemi bulunmaktadır. Bu yetiştirme sistemleri hayvan refah düzeyi ve verimi üzerinde çok farklı etkilere sahiptir. Bununla birlikte üretilen yumurta kalitesi ve özelliklerinde de farklılıklar olduğu bilinmektedir. Son yıllarda özellikle konvansiyonel sistemler, serbest gezen ve organik yumurta üretimleri önem arz etmektedir.

Organik yumurta üretimi ülkemizde ve Avrupa’da hızla artmaktadır. Fransa ve Almanya yaklaşık %5-6 ‘lık üretim ile en büyük organik yumurta üreticileri arasında yer almaktadır. Buna karşı 2013 yılı verilerine göre en büyük organik yumurta tüketimi %20.4 ile Danimarka’da belirlenmiştir (Steenfeldt ve Hammershøj 2015).

Yumurtanın diyetteki yeri ile ilgili tüketici algısı son 50 yıl içerisinde değişmiştir. 1970’li yıllarda Amerikan Kalp Birliği’nin yumurta tüketiminin, kardiovasküler hastalıkların oluşum riskini yükseltmesi nedeniyle sınırlandırılması gerektiğini belirtmesi, dünyada yumurta tüketiminin negatif yönde etkilenmesine sebep olmuştur. Ancak günümüzde Amerika Ulusal Kolesterol Enstitüsü, insanların günlük kolesterol alımının 300 mg’ı geçmemesi gerektiğini belirtmişlerdir. Kolesterol alımının günlük olarak 300 mg’ı aşmaması koşuluyla günde bir yumurta yenilebileceğini ifade etmişlerdir (Farrant 2002; Aydın ve Rashid 2014).

Yumurta proteininin biyolojik değeri %94 gibi yüksek bir düzeydedir. FAO’nun belirttiği değere göre yumurtanın protein değeri 100 olarak kabul edilerek diğer proteinlerin kalitesinin belirlenmesinde referans olarak alınmaktadır. Yumurta yüksek

kaliteli protein ve çeşitli vitamin ve mineral kaynağı olarak düşünülmesine rağmen, yüksek kan kolesterolü seviyesi ve kardiyovasküler hastalıkların artışında ana faktör olarak görülmektedir (McNamara 2002; Zeidler 2002; Simcic ve ark. 2009).

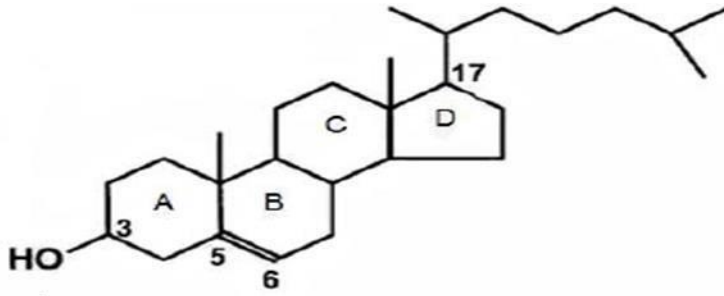
Yumurtalardaki kolesterol miktarı genetik faktörler, diyetin (rasyon) bileşimi, yumurtlama sıklığı, yumurtlama yaşı ve medikal uygulamadan etkilenmektedir (Vorlova ve ark. 2001; Simcic ve ark. 2009). Piyasada farklı sistemlerle yetiştirilen yumurta üretiminde kullanılan rasyon oranları Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Farklı sistemlerde yetiştirilen yumurta üretiminde verilen rasyon oranları

| İçerik (%) | Konvansiyonel | Organik | Serbest gezen | Omega-3 |
|---|----------------------------|------------|---------------|------------|
| Mısır | 39,30 | 33,00 | 48,00 | 47,80 |
| Buğday kepeği | 23,50 | 24,10 | 20,00 | - |
| Soya küspesi (%48) | 19,25 | 18,50 | - | 20,00 |
| Pamuk tohumu küspesi | - | - | - | 10,00 |
| Ayçiçeği küspesi (%31) | 5,00 | 10,00 | 20,00 | - |
| Yonca küspesi (%18) | - | 2,50 | 2,60 | - |
| Balıkunu | - | - | - | - |
| Ketentohumu | - | - | - | 10,00 |
| Balıkyağı | - | - | - | 1,50 |
| Soya yağı | 2,30 | 1,10 | - | - |
| Tuz | 0,25 | 0,25 | 0,27 | 0,30 |
| Kireçtaşı | 8,50 | 8,90 | 7,50 | 8,00 |
| Dikalsiyumfosfat | 1,40 | 1,40 | 1,20 | 2,00 |
| Vitamin Mineral premiksi¹ | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,30 |
| Sodyumselenit | - | - | - | - |
| DL-methionine | 0,10 | - | 0,04 | 0,10 |
| Threonin | 0,05 | - | 0,04 | - |
| Kolinklorid | 0,05 | - | 0,10 | - |
| Sodyumbikarbonat | 0,05 | - | - | - |
| TOPLAM | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | Kimyasal İçerik (%) | | | |
| Enerji (MJ/kg) | 11,98 | 11,72 | 11,70 | 11,80 |
| Ham proten (%) | 17,65 | 17,32 | 14,3 | 16,60 |
| Lisin | 0,70 | 0,83 | 0,72 | 0,68 |
| Toplamfosfor | 0,66 | 0,65 | 0,56 | 0,57 |
| Kalsiyum | 3,82 | 3,75 | 2,88 | 3,59 |
| Ham Kül | 12,15 | 13,35 | 12,85 | 12,14 |
| Kuru madde | 89,80 | 90,40 | 90,25 | 90,32 |

2.2. Kolesterol ve Metabolizması

Kolesterol, ökaryotik hücre membranlarında hayati biyolojik fonksiyonları sağlayan, kompleks yapıda dört halkalı ($C_{27} H_{45} OH$) bir moleküldür. Hidrofobik yapıda olan kolesterol, karbonları A, B, C ve D harfleri ile gösterilen ve steroid halkası olarak isimlendirilen, hidrokarbon zincirinden meydana gelmiştir (Şekil 1).



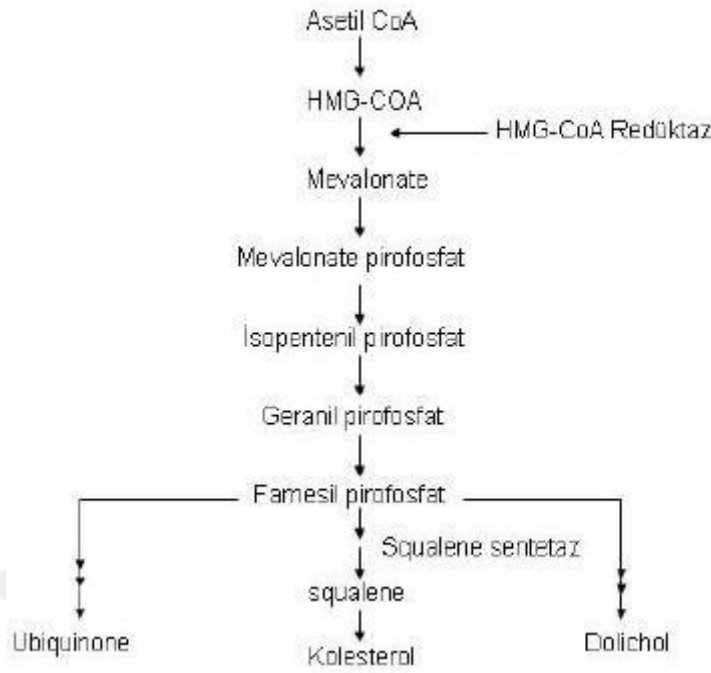
Şekil 1. Kolesterol şematik görüntüsü (Harvey ve Champe 1997; Rashid ve ark. 2014).

Yapısında bulunan hidroksil grubu sayesinde kolesterol hidrofilik özellik kazanmakta ve yağ asitleri ile esterleşip kan portalında lipoproteinler halinde de yer almaktadır. Yapısında taşıdığı yağ miktarına bağlı olarak lipoproteinler, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) ve şilomikron olarak isimlendirilmektedir. Kolesterol ve diğer lipidlerin dokulara aktarılabilmesi için VLDL içinde kana salgılanması gerekmektedir. Trigliserit ve kolesterol hücrelere VLDL yolu ile taşındıkça, VLDL'nin yapısı ve yoğunluğu değişmektedir. İlk olarak IDL sonra da LDL'ye dönüşmektedir (Rashid ve ark. 2014).

Gıdalarda bulunan kolesterol serbest halde veya yağ asitleri ile esterleşmiş halde bulunmaktadır. Esterleşmiş kolesterol ince barsak lümeninde pankreatik kolesterol enzimi tarafından hidrolize edilerek serbest kolesterol ve yağ asitlerine parçalanmakta ve serbest kolesterolde ince barsak tarafından emilerek metabolize olmaktadır (Seçkin ve Metin 2003).

Kolesterol vücutta tüm hücrelerde yer almakla birlikte, karaciğer, kalp, beyin, bağırsak, gibi organlarda daha yüksek oranlar da bulunmaktadır. İnsan vücudunda kolesterol bazı hormonların (kortizon, cinsiyet hormonları), D vitaminin ve safra asitlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca ökaryotlarda hücre zarı bileşeni olarak, yarı geçirgenliğin sağlanması, membran proteinlerinin işlevlerinin düzenlenmesi ve membran yolu ile gerçekleşen uyarı ve iletimlerin düzenlenmesini sağlamakla görevlidir (Satılmış 2009). Kolesterol insan vücudu için hayati önemi olmasına rağmen serum kolesterol düzeyinin aşılması ile ölüme kadar varabilecek rahatsızlıklara neden olabileceği kanıtlanmıştır (Dinh ve Thompson 2016). Bu nedenle kandaki kolesterol seviyesinin belirli bir düzeyde olması önemlidir. Kolesterol, yağimsı madde yapısı nedeniyle normal şartlarda su içinde ve su özellikleri taşıyan kanda çözünmez. Kolesterolün kanda çözünebilmesi ve taşınabilmesi için karaciğerde bir lipoprotein ile birleşmesi gerekmektedir. İnsan vücudunda toplam kolesterolün taşınabilmesi için yüksek ve düşük yoğunluklu lipoproteinlere ihtiyaç bulunmaktadır. HDL kalp krizi oluşum riskini düşürdüğü için iyi kolesterol olarak bilinmektedir. LDL ise yapısında proteinden fazla yağ asidi ve kolesterol içermektedir. Buna bağlı olarak, LDL kalp krizi riskini artırmakta ve kötü kolesterol olarak nitelenmektedir.

Kolesterolün yaklaşık yarısı diyet yoluyla alınan besinlerden gelirken diğer yarısı ise vücutta sentezlenmektedir. İnsan vücudunun günde ortalama 800 mg kolesterol ürettiği ve neredeyse bütün hücrelerde sentez edilebilmesine rağmen; en fazla karaciğer, üreme organları, adrenal korteks, bağırsak, deri ve plasentada oluşturulmaktadır. Sentezlenmesi ortalama 30 enzimatik reaksiyonla gerçekleşen tetrasiklik bir molekül olan kolesteroldeki tüm karbon atomları asetatlardan oluşmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kolesterol biyosentezinin şematik gösterimi (McKenney ve Hawkins 1995)

Asetoasetil CoA oluşumu üç molekül asetil CoA' dan ikisinin tiyolaz katalizi ile gerçekleşmektedir. HMG-CoA sentezi asetasetil CoA' nın üçüncü asetil CoA birimiyle 3- Hidroksi-3-MetilGlutaril-CoA sentaz (HMG-CoAS) katalizörlüğünde oluşmaktadır. HMG-CoA geri dönüşümsüz bir reaksiyon ile endoplazmik retikulumun integral proteini olan 3- Hidroksi-3-MetilGlutaril-CoA redüktaz katalizi ile mevalonata çevrilmiştir. Kolesterol biyosentezinin hız sınırlandırıcı basamağında HMG-CoA redüktaz rol almaktadır. İzopentenil pirofosfat (IPPP) oluşumu, mevalonata ATP aracılığı ile sağlanan fosfatların bağlanması ile oluşan dekarboksilasyon sonucunda gerçekleşmektedir. İzopentenil pirofosfat izomeri olan dimetilallil pirofosfat (DMAPP) ile dengededir. Bu iki molekülün birleşmesi sonucu geranilpirofosfat meydana gelmekte ve geranilpirofosfatın bir diğer IPPP ile kondensasyonu ile farnezilpirofosfat oluşmaktadır. Skualene, iki molekül farnezilpirofosfat, skualen sentaz katalizi sentezlenmektedir. Kolesterol, skualenin iki basamaklı reaksiyon sonucunda halkalaşmasıyla oluşmaktadır (Satılmış 2009).

2.3. Kolesterol ile Yumurta arasındaki ilişki

Yüksek kan kolesterol düzeyinin kardiovasküler hastalıklar üzerindeki olumsuz rolü bilinmektedir. Ancak önemli olan kan kolesterol seviyesinin yiyeceklerle mi yoksa vücut tarafından mı sentezlendiği veya gıdalarla alınan kolesterolün hangi ölçüde kan kolesterolüne yansıdığıdır (Çelebi ve Karaca 2006).

Weggemans ve ark. (2001)' nın yaptıkları çalışmada, yumurtanın serum kolesterol düzeyinde oluşturduğu değişiklikleri belirlemişlerdir. Yumurta ve doymuş yağ diyet - düşük/yüksek doymuş yağ diyet birlikte uygulandığında yüksek doymuş yağ ile birlikte yumurta tüketiminde serum kolesterol düzeyinde, düşük doymuş yağlı diyetle göre daha fazla artış olduğu görülmüştür. Ayrıca Goodrow ve ark. (2006) yılında yaptıkları çalışmada 60 yaş üstü bireylerde günde bir yumurta tüketen kişilerin kan serumdaki toplam kolesterol, trigliserid, HDL ve LDL seviyelerinin etkilenmediği ifade edilmiştir.

Kritchevsky ve Kritchevsky (2000) tarafından yürütülen bir çalışmada, diyabetik olmayan kişilerin günde bir yumurta tüketmesinin, koroner kalp hastalığı oluşum riski arasında bir ilişki bulunmadığı rapor etmişlerdir. Japonya'da yaklaşık 100.000 kişinin katılımıyla gerçekleştirilen çalışmada orta yaşlı bireylerde günde bir yumurta tüketiminin kalp damar hastalıkları (KDH) görülme sıklığında artışa sebep olmadığı belirtmişlerdir (Nakamura ve ark. 2006).

2.4. Kolesterol Analizi

Literatürde kolesterol analizleri için farklı teknikler kullanılmıştır. Bu teknikler; spektrofotometrik (Bohac ve ark. 1988; Herron ve Fernandez 2004; USDA 2000), Gaz Kromatografisi (Guardiola ve ark. 1994), Sıvı kromatografisi (Fenton ve Sim 1991; Hwang ve ark. 2003), HPLC (Mazalli ve ark. 2006) ve Kapiler elektroforezdir (Riekkola ve ark. 2000; Xu ve ark. 2002). Bu metotlarda benzer numune hazırlama prosedürü uygulanmıştır. Genel olarak incelendiğinde, ürünlerdeki toplam yağ, sabunlaşma basamağına tabii tutulmuş ve farklı solventler kullanılarak ekstraksiyon gerçekleştirilmiş daha sonra saflaştırma işlemleri uygulanmış ve son olarak konsantrasyon belirlenmiştir (Fenton ve Sim 1991).

Literatürde yumurtaların kolesterol ve yağ asitleri içeriğinin belirlenmesine yönelik yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Simcic ve ark. (2009), İki farklı yetiştirme sisteminde yetiştirilen Sloven yerli Styrian ve Isa Brown tavuk yumurtalarının kolesterol içeriklerini karşılaştırmışlardır. Kolesterol içeriğinin belirlenmesinde enzimatik spektrofotometrik metod kullanmışlardır. Kolesterol içeriği kafeste yetiştirilen styrian cinsi tavuk yumurtalarında 13.1 mg g^{-1} yumurta sarısı iken Isa Brown cinsi tavuk yumurtalarında 11.4 mg g^{-1} yumurta sarı olarak belirlenmiştir. Serbest gezen sistemiyle yetiştirilmiş tavuklarda ise, 13.6 mg g^{-1} yumurta sarısı Styrian cinsi tavuk yumurtalarında ve 11.8 mg g^{-1} yumurta sarısı Isa Brown cinsi tavuk yumurtalarında tespit edilmiştir.

Saman ve ark. (2009), konvansiyonel, organik ve omega-3 ile zenginleştirilmiş tavuk yumurtalarının yağ asidi kompozisyonlarını karşılaştırmışlardır. Yağ asidi içeriklerini yumurta sarısı lipidlerinde gaz kromatografisi kullanarak belirlemişlerdir. Organik yumurtaların konvansiyonel yumurtalara göre yüksek miktarda palmitik ve stearik asit içerdiklerini fakat her iki yumurta çeşidinde de tekli ve çoklu doymamış yağ asidi kompozisyonlarında bir farklılık olmadığını ifade etmişlerdir. Omega 3 ile zenginleştirilmiş yumurtaların diğer yumurtalara göre daha düşük miristik ve palmitik asit içeriğine karşın daha yüksek omega 3 yağ asitlerine sahip olduğu ifade edilmiştir.

Naviglio ve ark. (2012), İtalya'da markette satılan tavuk yumurtalarının kolesterol miktarlarını belirlemişlerdir. Bu amaçla, polar kapılar kolonlu gaz kromatografisini kullanmışlardır. Yumurta sarısındaki toplam serbest kolestreolü ekstrakte etmek için n-hegzan ve trikloroasetik asit kullanmışlar ve bu yöntemle standart ekstraksiyon metodunu karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, toplam serbest kolesterol oranlarını $120-193 \text{ mg/yumurta}$ (ortalama $157 \pm 3 \text{ mg/yumurta}$) olarak belirlemişlerdir.

Kaya ve ark. (2013), yumurta amaçlı tavukların rasyonlarına bakır ilavesi ve farklı seviyelerde bitki ekstraktı eklenmesinin, yumurta verimi, yumurta kalitesi, yumurta sarısı kolesterolü ve yağ asidi kompozisyonuna etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada Lohmann beyaz yumurtacı tavuk ve bitki ekstrakt karışımı olarak; kekik, kekik otu, sarımsak yağı, anason, kekik ve rezene yağı kullanılmıştır. Yumurtaların, yağ asitleri kompozisyonu ve kolesterol içerikleri gaz kromatografisinde belirlenmiştir. Bitki

esansiyel yağ karışımı, bakır ve bakır ile bitki özütü karışımının yumurta performans parametrelerini etkilemediği tespit edilmiştir. Denemeler arasında yumurta sarısı kolesterol ve trigliserid oranı ile serum kolesterol ve trigliserid oranları bakımından önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Bitki özütü ile bakır karışımının yumurta sarısında oleik asit ve toplam MUFA seviyesini artırırken diğer uygulamaların yumurta sarısı yağ asidi oranı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Radu-Rusu ve ark. (2014), konvansiyonel kafes sistemleri ile elde edilen tavuk yumurtalarının geliştirilmiş kafes sistemleri ve serbest gezen tavuk yumurtalarına göre kimyasal ve besleyici özellik farklılıklarını araştırmışlardır. Yumurtaların kolesterol içerikleri AOAC titrimetrik metodu kullanılarak belirlenmiştir. Sonuç olarak konvansiyonel sistemlerle elde edilen yumurtaların diğer yumurtalara göre daha yüksek toplam lipit ve kolesterol içeriğine sahip olduklarını belirlemişlerdir. Konvansiyonel sistemde elde edilen yumurtaların toplam lipit içeriği 11.40 ± 0.65 g/100 g ve kolesterol içeriği 211 ± 6.31 µg/60 g yumurta iken serbest gezen tavuk yumurtalarında toplam lipit 10.78 ± 0.87 g/100 g ve kolesterol değeri 202 ± 7.79 µg/60 g yumurta olarak belirlenmiştir.

Albuquerque ve ark. (2016), yumurta ve yumurta sarısı gibi gıda matrikslerindeki kolesterol içeriğini HPLC ve UHPLC metodlarını kullanarak belirlemişlerdir. Her iki metodu hız, spesifiklik, duyarlılık ve doğruluk açısından değerlendirmişlerdir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmamızda farklı şekillerde yetiştirilmiş (organik, konvansiyonel, serbest yetiştirme ve omega-3'le zenginleştirilmiş) tavuk yumurtaları kullanılmıştır. Bu amaçla satın alınan beyaz ve kahverengi yumurtalar orijinal ambalajlarında soğuk zincirde laboratuvara getirilmiştir ve buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1. Fiziksel analizler

Yumurta örnekleri tam, sarı ve kabuk olarak ayrı ayrı hassas terazi kullanılarak tartılmıştır. Ak miktarı toplam ağırlıktan çıkarılarak bulunmuştur.

3.2.2. Toplam Yağ Analizi

Yağ analizi yumurta sarında yapılmıştır. Yumurta sarısı 50ml lik santrifüj tüpüne alınmış üzerine, 18 ml folch çözeltisi (kloroform/metanol (2:1) eklenmiş ve vortekslenmiştir. Daha sonra 4000 rpm (5263 x g) santrifüj cihazında 5 dk santrifüjlenmiştir. Alt faz darası alınmış balona aktarılarak üst faz 2 kez daha Folsch çözeltisi ile muamele edilmiş ve santifüjlenerek alt fazlar birleştirilmiştir. Dönerli buharlaştırıcıda solvent uzaklaştırılarak balon 40 °C' de 1 saat etüvde kurutulup, tartılıp ve yumurta sarısının toplam lipit içeriği bulunmuştur. Sonuçlar aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Yumurta sarısındaki toplam yağ (%) $G.100/T$

Tam yumurtada toplam yağ (%) : $G.100/P$

G: toplam yağ ağırlığı (g)

T: yumurta sarısı ağırlığı (g)

P: Tam yumurta ağırlığı (g)

3.2.3. Yağ Asitleri Kompozisyonu

3.2.3.1. Numune Ön İşlemi (Folch Metodu)

Yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesinde yumurta sarısı kullanılmıştır. Bu amaçla homojenize edilmiş yumurta sarısından hassas terazide 10mg duyarlıkla 3g olarak tartılmıştır. Çalışmalar her örnek için 2 paralel olarak yürütülmüştür. 30 ml (Folch çözeltisi (2 birim $CHCl_3$: 1 birim CH_3OH) 50 ml'lik beherlere konulduktan sonra 30 sn Ultra Turrax Homojenizer 20000 rpm 1 dk homojenize edilmiştir ve 1 gece bekletilmiştir. Homojenize edilmiş ve Whatman 1 süzgeç kâğıdından 100ml'lik balon jöjeye süzölmüştür. Beher sırasıyla 8ml ve 4ml Folch çözeltisiyle yıkandıktan sonra Whatman No 1 süzgeç kağıdı 8ml Folch çözeltisi ile tekrar yıkanmıştır. %0,88 NaCl çözeltisinden 10ml eklenmiş olup iyice karıştırılmıştır. 2 ml Folsch çözeltisi eklenerek tekrar 1 gece daha bekletilmiştir.

3.2.3.2. Türevlendirme işlemleri

Yumurtanın lipit ekstraktından 0,4 ml alınmış ve 1ml metanollü BF_3 20ml'lik test tüpüne konulup 90 °C de 1 saat su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda üzerine 3 ml hegzan ve 5 ml su eklenmiş ve karıştırılmıştır. 1 gece tekrar bekletilmiştir. Üstteki hegzan fazı vialle alınmıştır.

3.2.3.3. Analiz

Örnekler Agilent Marka GC 6890 N Model ECD/FID detektörlü Gaz kromatografisi cihazında DB WAX 30mx 0,25x 0,25µm özellikteki kapiler kolonunda Çizelge 3.1'de görölen koşullar uygulanarak yağ asitleri kompozisyonu (C4 den C24.1 olan yağ asitleri) analiz edilmiştir.

Çizelge 3.1. Yağ asidi tayininde kullanılan gaz kromatografisi GC-FID analiz koşulları

| | |
|----------------------------|--|
| Kolon Tipi | DB WAX 30 m x 0.25 mmx 0.25 µm |
| Enjeksiyon Tipi | Split 1:25 |
| Dedektör Tipi | FID |
| Dedektör Sıcaklığı | 300 °C |
| Detektör Gaz Akışları | Hidrojen: 45 ml/ dk , Kuru Hava: 450 ml/ dk Azot Gazı : 45 ml/ dk |
| Enjeksiyon Giriş Sıcaklığı | 250 °C |
| Fırın Programı | 120 °C 3dk, 20°C/dk 220°C 45 dakika, |
| Gaz Akış Hızı | 1 ml/dk |
| Taşıyıcı Gaz | Helyum |
| Örnek Miktarı | 1 µL |
| Süre | 53 dk |

3.2.4. Kolesterol tayini

3.2.4.1. Örnek Hazırlama İşlemi

50ml test tüpüne 0,5 g yumurta sarısı tartılmıştır. Üzerine 5ml etanolik KOH (0,4 M) ve İnternal standart Squalen çözeltisinden (1000 mg/l) 0,3 ml eklendikten sonra 1 dk vortekslenmiştir. Daha sonra örnek su banyosunda 50 °C de 30dk tutulmuş ve oda sıcaklığına soğutulmuştur. Üzerine 5ml saf su eklenerek ve tekrar 1 dk vortekslenmiştir. 10ml lik n-hegzan ile 2 kez ekstrakte edilmiştir. Hekzan fazları birleştirilerek, karışımdan 2 şekilde örnek alınmıştır. Birincisi 2 ml alınmış olup ve azot altında buharlaştırılmıştır. Kalıntı 2ml mobil faz (ACN: IPA) ile tekrar çözülmüştür (Albuquerque ve ark. 2016) ve UPLC sistemine verilmiştir. İkincisini direkt Hekzan ekstraktı gaz kromatografisi vialer alınarak GC-FID sistemine verilmiştir.

3.2.4.2. GC ile Kolesterol Analizi

3.2.4.2.1. Standartların hazırlanması ve Kalibrasyon

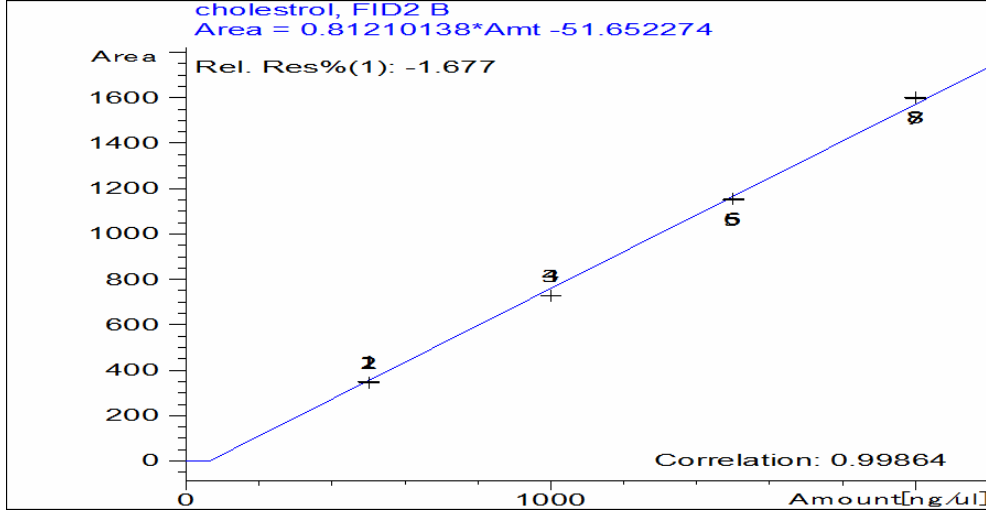
Stok Kolesterol çözeltilisinin hazırlanması (5000 mg/l) : 10 mg katı kolesterol Cas :57-88-5 (Dr. Ehrenstorfer, Almanya) 0,1 mg hassasiyetle cam vialde tartılmıştır. 1ml Dietil eter ve 1ml hekzan içerisinde çözülmüştür.

Stok Standart Squalene çözeltilisinin hazırlanması (1000 mg/l): 10 mg squalene Cas :111-02-04 (Dr. Ehrenstorfer, Almanya) 0,1 mg hassasiyetle cam vialde tartılmıştır. 10ml Dietil eter içerisinde çözülmüştür.

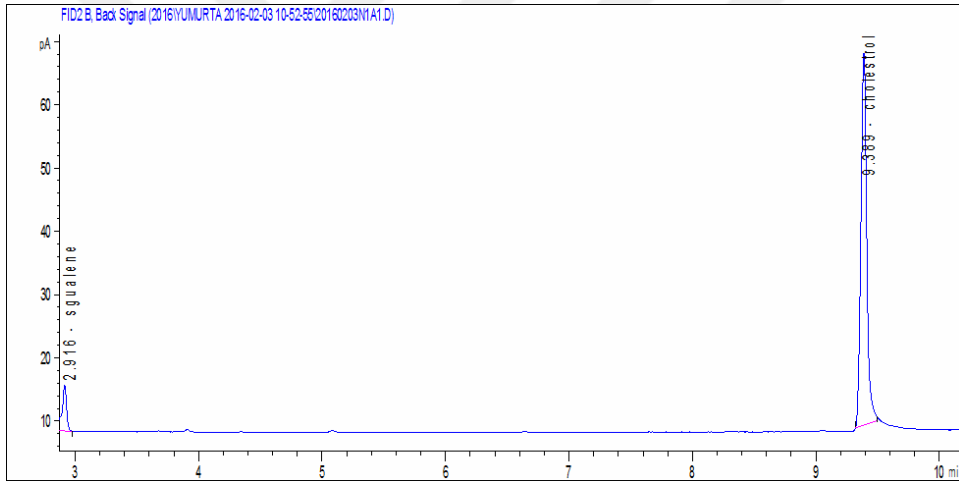
İnternal Standart Squalene çözeltilisinin hazırlanması (100 mg/l): 1000mg/l squalene 0,1ml alınıp 1 ml'ye hekzan ile tamamlanmıştır.

Kolesterol Kalibrasyon Standartları: 500, 1000, 1500, 2000 mg/l içeren kolesterol standardı hazırlamak için Kolesterol standardı 5000 mg/l'den sırasıyla 0,1 ml - 0,2 ml - 0,3 ml- 0,4 ml alınıp ayrı ayrı viallere alınmıştır. 100 ppmlik squalene den 0,15 ml herbirine eklenerek 1 ml'ye hekzan ile tamamlanmıştır.

GC-FID'de yapılan kolesterol analizine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 3.1'de ve en küçük standarta ait kromatogram Şekil 3.2'de görülmektedir.



Şekil 3.1. GC-FID kullanılarak yapılan kolesterol analizi kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.2. GC-FID kullanılarak yapılan kolesterol analizi en küçük standartta ait kromatogram

3.2.4.2.2. Metot Validasyonu

En düşük kolesterol içeren kolesterol standardı en az 6 kez okutulmuştur. Ortalama ve standart sapmaları bulunmuştur. Tayin sınırı (LOD) standart sapmanın 3 katı ile, Kantitatif Tayin Sınırı (LOQ) ise 10 katı çarpılarak hesaplanmıştır. Metot tayin sınırı (MLOD) ve Metod kantitatif tayin sınırı (MLOQ) için 0,5 g örnek ile tamamlanan hacim hesaba katılmış ve kolesterol MLOD ve MLOQ hesaplanmıştır. Cihazın

tekrarlanabilirliği için 6 kez en küçük standart okutulmuştur. Bağıl standart sapma olarak tekrarlanabilirlik RSD % olarak hesaplanmıştır.

Kolesterol ekstraksiyon metodunu doğruluğunu analizlemek için standart katma metodu ile geri kazanım miktarı hesaplanmıştır. Geri kazanım için yumurta sarısı örneğine bilinen miktarda kolesterol standardı eklenmiştir. Tespit edilen değerin, teorik değere bölünmesi ile geri kazanım miktarı bulunmuştur.

3.2.4.2.3. Analiz

Örnekler Agilent Marka GC 7890 N Model NPD/FID detektörlü Gaz kromatografisi cihazında (Şekil 3.3) Restek RTX 65-TG HT 30mx 0,25mm*0,10 um özellikteki kapiler kolonunda Çizelge 3.2’de belirtilen koşullarda analiz edilmiştir. Öncelikle standartlar okutularak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Referans yağ ve numune analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.3. Kolesterol analizinde kullanılan GC-FID

Çizelge 3.2. Kolesterol tayininde kullanılan gaz kromatografisi GC-FID analiz koşulları

| | |
|----------------------------|--|
| Kolon Tipi | Restek RTX 65-TG HT 30mx 0,25mm*0,10 um kapiler kolon |
| Enjeksiyon Tipi | Split 1:20 |
| Dedektör Tipi | FID |
| Dedektör Sıcaklığı | 350 °C |
| Detektör Gaz Akışları | Hidrojen: 30 ml/ dk , Kuru Hava: 400 ml/ dk Azot Gazı : 25 ml/ dk |
| Enjeksiyon Giriş Sıcaklığı | 280 °C |
| Fırın Programı | 250 °C 2dk, 5°C/dk 320°C 8 dakika |
| Gaz Akış Hızı | 1 ml/dk |
| Taşıyıcı Gaz | Helyum |
| Örnek Miktarı | 1 µL |
| Süre | 24 dk |

3.2.4.3. UPLC İle Kolesterol Analizi

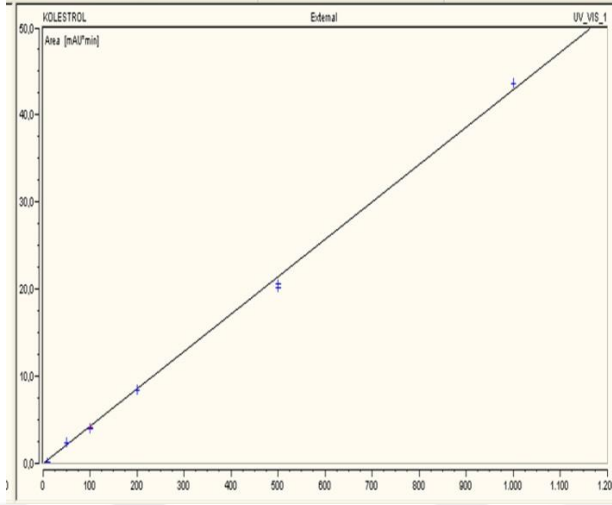
3.2.4.2.1. Standartların hazırlanması ve Kalibrasyon

Stok Kolesterol çözeltisinin hazırlanması (5000 mg/l) : 10 mg katı kolesterol Cas :57-88-5 (Dr. Ehrenstorfer, Almanya) 0,1 mg hassasiyetle cam vialde tartılmıştır. 1ml Dietil eter ve 1ml hekzan içerisinde çözülmüştür.

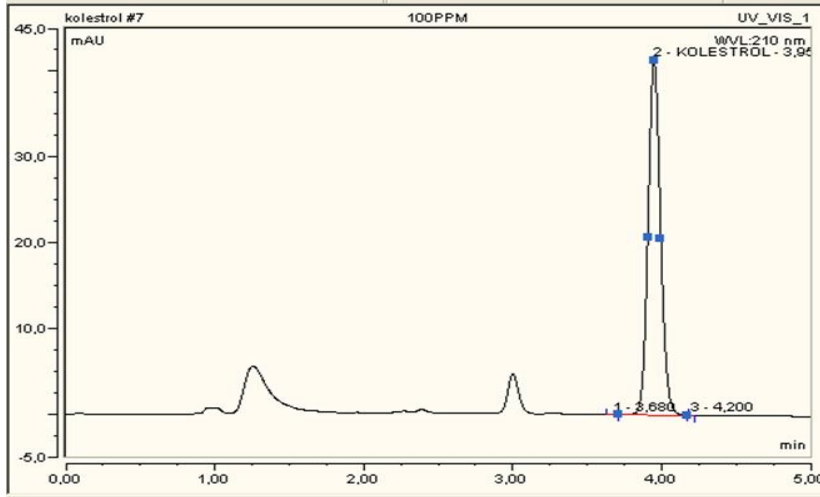
Kolesterol Standardı (1000 mg/l) : Kolesterol standardı 1ml 5000 mg/l kolesterol standardından alınarak 5 ml'ye ACN : IPA (70/30 v/v) ile tamamlanmıştır.

Kolesterol Kalibrasyon Standartları : 10, 50, 100, 200, 500, 1000 mg/l içeren kolesterol standardı hazırlamak için kolesterol standardı 1000 mg/l'den sırasıyla 0,01ml -0,05ml -0,1ml- 0,2 ml ve 0,5 ml alınıp ayrı ayrı viallere ACN: IPA (70/30 v/v) 1 ml'ye tamamlanmıştır.

UPLC'de yapılan kolesterol analizine ait kalibrasyon eğrisi Şekil 3.4'de ve en küçük standartta ait kromatogram Şekil 3.5'de görülmektedir.



Şekil 3.4. UPLC kullanılarak yapılan kolesterol analizi kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.5. UPLC kullanılarak yapılan kolesterol analizi en küçük standartta ait kromatogram

3.2.4.2.2. Metot Validasyonu

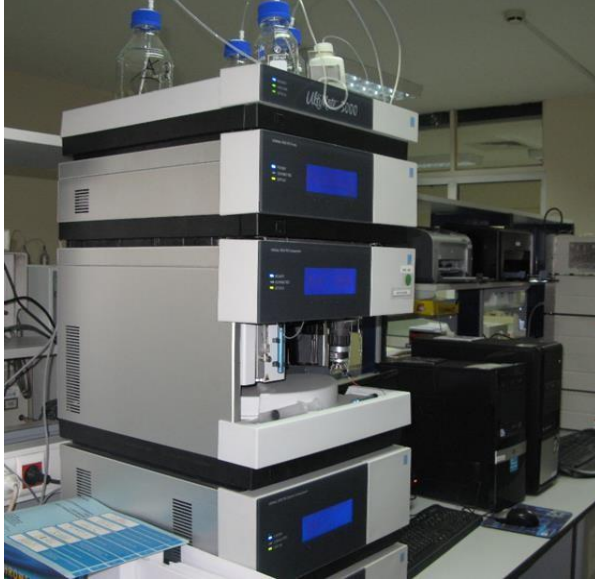
En düşük kolesterol içeren standart en az 6 kez okutulmuştur. Ortalama ve standart sapmaları bulunmuştur. Tayin sınırı (LOD) standart sapmanın 3 katı ile, Kantitatif Tayin Sınırı (LOQ) ise 10 katı çarpılarak hesaplanmıştır. Metot tayin sınırı (MLOD) ve

metot kantitatif tayin sınırı (MLOQ) için 0,5 g örnek ile tamamlanan hacim hesaba katılmıştır. Cihazın tekrarlanabilirliği için 6 kez aynı en küçük standart okutulmuştur. Bağlı standart sapma olarak tekrarlanabilirlik RSD % olarak hesaplanmıştır.

Kolesterol metodunun doğruluğunu göstermek için standart katma metodu ile geri kazanım miktarı yapılmıştır. Geri kazanım için yumurta sarısı örneğine bilinen miktarda kolesterol standardı eklenmiştir. Tespit edilen değer teorik değere bölünmesi ile geri kazanım miktarı bulunmuştur.

3.2.4.2.3. Analiz

Örnekler Dionex Marka UPLC Ultimate 3000 Model DAD detektörlü Chromelon software yazılım sistemine sahip sıvı kromatografisi (Şekil 3.6) cihazında analizlenmiştir. Çizelge 3.3 'de belirtilen koşullarda analiz edilmiştir. Öncelikle standartlar okutulmuş kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Referans yağ ve numune analizleri gerçekleştirilmiştir (Albuquerque ve ark. 2016).



Şekil 3.6. Kolesterol analizinde kullanılan UPLC

Çizelge 3.3. Kolesterol tayininde kullanılan UPLC analiz koşulları

| | |
|----------------------------|---|
| Kolon Tipi | Aclaim® RSLC 120 2,2µm 120A° 2,1x 100mm kolon C18 kolon |
| Dedektör Tipi | DAD |
| Dedektör dalga boyu | 210 nm |
| Taşıyıcı Faz | Asetonitril : IPA (70.30 v/v) olarak hazırlanmıştır. Ultrasonik banyoda degas işlemi uygulanmıştır. |
| Kolon Sıcaklığı | 30 °C |
| Mobil Faz Akış Hızı | 0,3 ml/dk |
| Örnek Miktarı | 5 µL |
| Süre | 5 dk |

3.2.5. İstatistiksel Analiz

Denemede, yumurta tavukçuluğunda kullanılan farklı yetiştirme sistemlerinin, yumurta sarısı yağ asitleri, kolesterol, yağ ve fiziksel özellikleri üzerine etkileri Minitab 16 (2010) paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Denemede elde edilen yüzde değerler açı transfarmosyonu (arc-sin) uygulandıktan sonra varyans analizi yapılmıştır. Deneme gruplarının ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılması için Tukey's testi uygulanmıştır. Verilerin istatistiksel analizleri $P < 0,05$ ve $P < 0,01$ olasılık düzeyinde yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Analizler ve Yağ Analizi

Yumurta örneklerine ait fiziksel analiz sonuçları ve toplam yağ değerleri Çizelge 4.1’de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Yumurtaların fiziksel analizleri ve toplam yağ içerikleri

| Yumurta Çeşitleri | Ağırlık Değerleri(g) | | | | Yumurta Sarısında Toplam Yağ (g/100g) | |
|-------------------|----------------------|--------|-------|-------|---------------------------------------|------------|
| | Tam yumurta | Sarı | Ak | Kabuk | | |
| Organik | 1 | 75,480 | 21,04 | 44,73 | 9,712 | 21,9 ±0,10 |
| | 2 | 61,562 | 16,56 | 38,13 | 6,869 | 20,7±0,3 |
| | 3 | 57,896 | 16,12 | 34,92 | 6,866 | 22,7±0,1 |
| | 4 | 62,669 | 17,52 | 37,14 | 8,016 | 21,7±0,1 |
| | 5 | 56,124 | 16,58 | 32,41 | 7,131 | 23,8±0,4 |
| | 6 | 62,779 | 18,20 | 36,92 | 7,658 | 19,4±0,8 |
| Konvansiyonel | 1 | 55,933 | 14,71 | 34,55 | 6,670 | 18,8±0,1 |
| | 2 | 61,461 | 15,40 | 38,16 | 7,908 | 19,6±0,2 |
| | 3 | 62,971 | 15,26 | 38,93 | 8,784 | 20,7±0,4 |
| | 4 | 59,547 | 16,39 | 35,35 | 7,806 | 20,4 ±0,3 |
| | 5 | 54,033 | 16,48 | 29,94 | 7,617 | 22,0±0,2 |
| | 6 | 66,552 | 18,85 | 38,97 | 8,730 | 22,8±0,9 |
| Serbest Gezen | 1 | 56,587 | 21,48 | 29,26 | 5,845 | 25,0±0,3 |
| | 2 | 73,332 | 18,35 | 46,94 | 8,043 | 19,4 ±0,1 |
| | 3 | 62,741 | 18,55 | 35,44 | 8,748 | 18,8±0,1 |
| | 4 | 62,330 | 17,94 | 35,42 | 8,975 | 19,3±0,3 |
| | 5 | 63,606 | 18,68 | 35,12 | 9,807 | 20,4±0,2 |
| | 6 | 62,414 | 22,01 | 32,22 | 8,185 | 20,7±0,1 |
| Omega 3 | 1 | 61,563 | 20,07 | 33,60 | 7,896 | 23,8±0,3 |
| | 2 | 56,581 | 17,96 | 31,13 | 7,494 | 23,8±0,5 |
| | 3 | 68,961 | 19,99 | 39,31 | 9,663 | 22,3±0,4 |

Farklı yetiştirme sistemlerinin ortalama yumurta ağırlığı, sarı ağırlığı ve yumurta sarısı toplam yağ içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların ortalama ağırlıklarının birbirine benzer olduğu bulunmuştur ($P>0.05$). Sarı ağırlığı bakımından incelendiğinde ise, farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtalar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Serbest gezen yetiştirme sisteminden elde edilen ve omega-3 ilavesi edilen elde edilen yumurtalarda sarı ağırlığının diğer yumurtalardan daha yüksek olduğu ve bu yumurtalarda sarı ağırlığının sırasıyla 19.50 g ve 19.34 g olduğu saptanmıştır. Yumurta sarısı toplam yağ içeriği ise omega-3 ilave edilmiş yumurtalarda en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.2. Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtalarda ortalama yumurta ağırlığı, sarı ağırlığı ve yumurta sarısı toplam yağ içeriği(%)

| Yetiştirme Sistemleri | Ortalama | | |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| | Yumurta ağırlığı (g) | Sarı ağırlığı (g) | Toplam yağ (%) |
| Serbest Gezen | 63,50 ± 5,43 | 19,50 ± 1,76 a | 20,61 ± 2,28 b |
| Organik | 62,75 ± 6,80 | 17,67 ± 1,82 ab | 21,71 ± 1,54 ab |
| Konvansiyonel | 60,08 ± 4,61 | 16,18 ± 1,48 b | 20,71 ± 1,47 ab |
| Omega-3 | 62,37 ± 5,57 | 19,34 ± 1,07 a | 23,29 ± 0,77 a |
| Önemlilik düzeyi | 0,750 (ÖD) | 0,004 | 0,032 |

*, **: ($P<0,05$, $P<0,01$); ÖD: Önemli değil

a,b,: Farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar $P<0,05$ ve $P<0,01$ düzeyinde önemlidir.

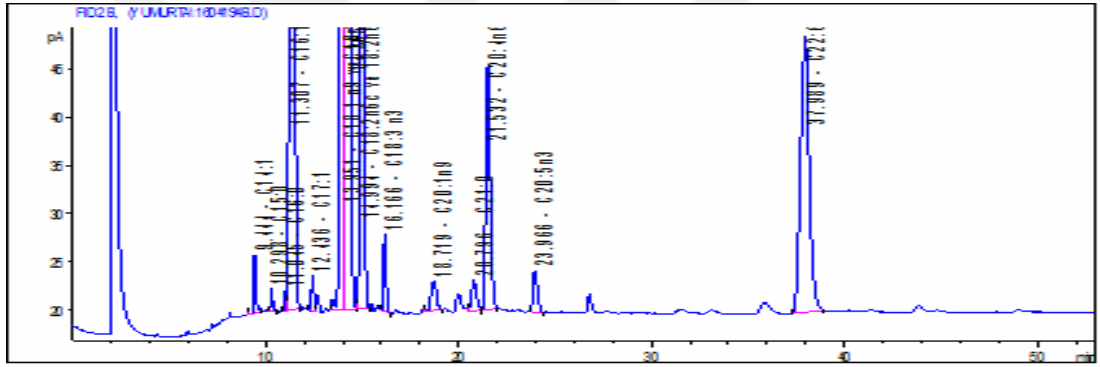
n:6 yumurta/yetiştirme sistemi

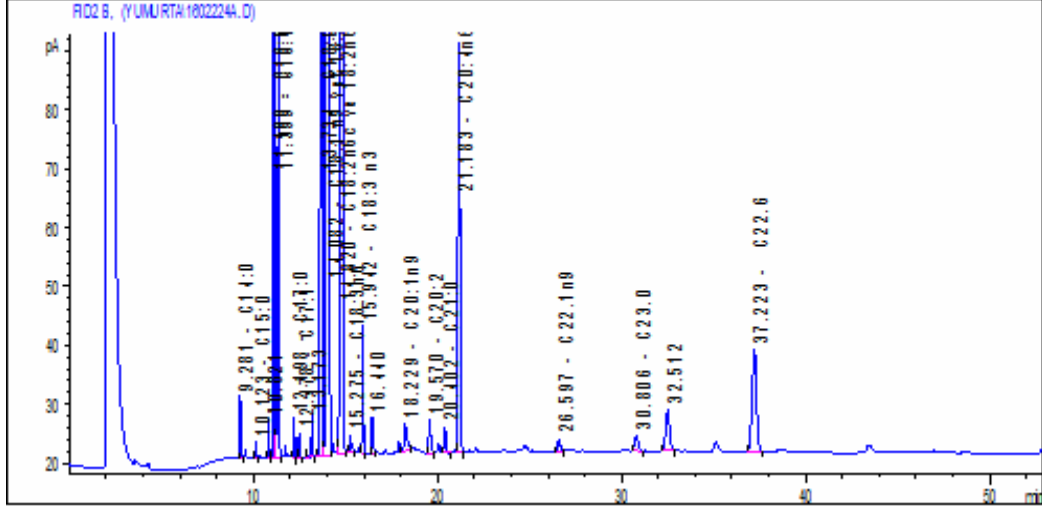
Simcic ve ark. (2009), konvansiyonel ve serbest gezen yetiştirme sistemi ile yetiştirilen yumurtalarda toplam kolesterol miktarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirdiği çalışmada yumurta ağırlıkları konvansiyonel yumurta sarı ağırlıkları 15.9-16.4 g iken, serbest yetiştirme sisteminde 16.0-17.4 arasında değişmiştir. Araştırma sonuçları bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Samman ve ark. (2009), organik, konvansiyonel ve Omega-3 lü yumurtalarda yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi çalışmalarında, ortalama yumurta sarısı ağırlığını sırasıyla 15.87 g, 16.10 g, 14.64 g olarak belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları konvansiyonel ve organik yumurta verileri ile paralellik gösterirken, Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurtalarda farklılık göstermektedir. Görülen farklılığın, rasyon farklılıkları ve tavuk genotip farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir

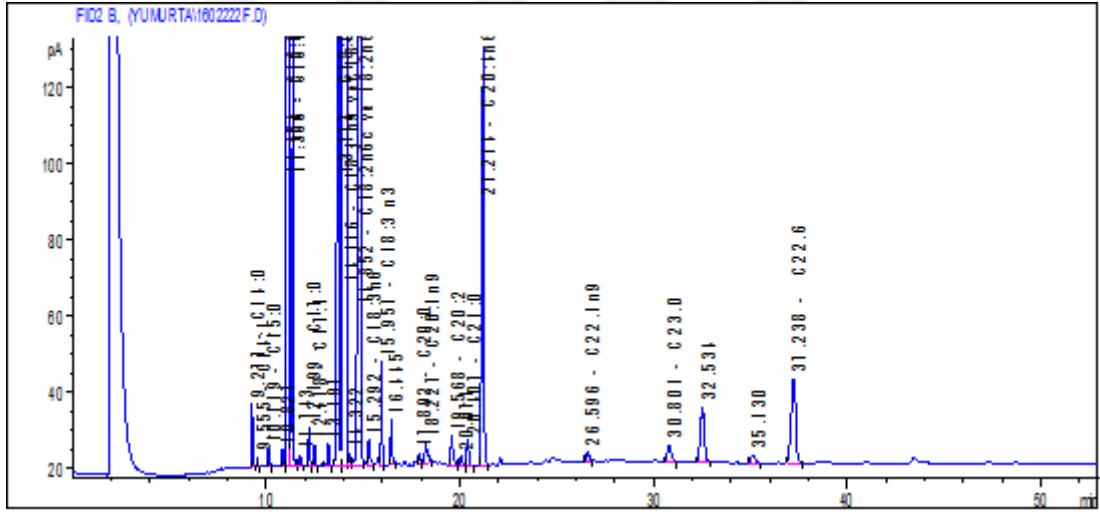
4.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Yumurta örneklerine ait yağ asitleri kompozisyonu ortalama değerleri çizelge 4.3'te görülmektedir. Yetiştirilme koşullarına göre yumurtaların yağ asidi kromatogramları Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.





Şekil 4.3 Serbest gezen sistemle yetiştirilen yumurta yağ asidi kromatogramı



Şekil 4.4 Omega 3 ile zenginleştirilmiş yumurta yağ asidi kromatogramı

Çizelge 4. 3. Yumurtaların yağ asidi içerikleri

| Yağ asidi (%) | Yumurta çeşitleri | | | | Önemlilik düzeyi |
|-----------------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------------|
| | Organik | Konvansiyonel | Serbest gezen | Omega-3 | |
| C14:0 | 0,22 ± 0,06 | 0,21 ± 0,05 | 0,31 ± 0,15 | 0,22 ± 0,03 | 0,186 |
| C16:0 | 25,91 ± 1,56 b | 27,23 ± 1,89 ab | 25,29 ± 1,15 b | 29,05 ± 1,62 a | 0,003 |
| C16:1(n-7) | 2,33 ± 0,29 a | 2,31 ± 0,50 a | 2,48 ± 0,33 a | 2,22 ± 0,01 a | 0,000 |
| C17:0 | 0,22 ± 0,04 ab | 0,20 ± 0,03 b | 0,29 ± 0,09 a | 0,23 ± 0,05 ab | 0,018 |
| C18:0 | 11,27 ± 1,23 ab | 12,07 ± 1,22 ab | 10,94 ± 1,08 b | 12,98 ± 1,09 a | 0,029 |
| C18:1(n-9) | 31,62 ± 2,67ab | 31,34 ± 2,36ab | 35,33 ± 3,83 a | 30,34 ± 2,70 b | 0,040 |
| C18:2(n-6) | 20,38 ± 1,36 a | 18,07 ± 2,14 ab | 15,47 ± 4,08 b | 16,80 ± 3,04 ab | 0,040 |
| C18:3(n-3) | 0,56 ± 0,09 | 0,43 ± 0,14 | 0,56 ± 0,03 | 0,56 ± 0,08 | 0,051 |
| C20:4(n-6) | 3,68 ± 1,06 | 3,83 ± 1,04 | 3,18 ± 0,42 | 3,64 ± 0,60 | 0,580 |
| C22:6(n-3) | 2,05 ± 0,80 b | 1,55 ± 0,42 b | 1,70 ± 0,18 b | 6,26 ± 1,18a | 0,000 |
| Toplam doymuş | 37,62 ± 2,19 b | 39,72 ± 2,81 b | 36,82 ± 1,51 b | 42,49 ± 0,51 a | 0,000 |
| Toplam tekli doymamış | 33,95 ± 2,97b | 33,65 ± 3,07b | 37,81 ± 4,03a | 32,56 ± 2,70b | 0,003 |
| Toplam çoklu doymamış | 26,67 ± 2,77 a | 23,87 ± 3,01 ab | 20,90 ± 4,06 b | 27,26 ± 3,11 a | 0,039 |
| Toplam n-6 | 24,06 ± 2,12 a | 21,90 ± 3,03 ab | 18,64 ± 4,03b | 20,44 ± 3,61 ab | 0,039 |
| Toplam n-3 | 2,61 ± 0,77 b | 1,97 ± 0,42 b | 2,26 ± 0,18 b | 6,82 ± 1,10 a | 0,000 |
| n-3/ n-6 | 0,11 ± 0,02 b | 0,09 ± 0,03 b | 0,13 ± 0,03 b | 0,34 ± 0,09 a | 0,000 |

*, **: (P<0,05, P<0,01); ÖD: Önemli değil

a,b,: Farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla P<0,05 ve P<0,01 düzeyinde önemlidir.

n:6 yumurta/yetiştirme sistemi

Farklı yetiştirme sistemlerinin yağ asitleri içeriği üzerindeki etkileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere, farklı yetiştirme sistemlerinden alınan yumurtaların miristik (C14:0), α -linolenik asit (C18:3) ve araşidonik asit (C20:4) içeriklerinde farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri incelendiğinde ise, farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtalar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar görüldüğü tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Doymuş yağ asitleri açısından yumurtalar değerlendirildiğinde en yüksek değerler Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurtada belirlenmiş bunu konvansiyonel, organik ve serbest gezen tavuk yumurtaları takip etmiştir. Serbest gezen tavuk yumurtalarının en düşük doymuş yağ asidi içeriğine sahip olmasının tavukların hareket etme kabiliyetlerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toplam tekli doymamış yağ asitleri içeriği en yüksek yumurta serbest gezen olarak belirlenirken, diğer yetiştirme çeşitlerinden elde edilen yumurtalar birbirine yakın değerler vermiştir.

Yumurtaların toplam çoklu doymamış yağ asitleri içeriğini incelediğimizde, en yüksek değerlere organik ve omega 3'lü yumurtalarda rastlanmıştır.

Yumurtalar $\omega-3$ değerleri açısından incelendiğinde beklenildiği üzere en yüksek değeri omega-3'lü yumurtalarda saptanmıştır. Organik ve serbest gezen tavuk yumurtaları bunu izlemiştir. En düşük $\omega-3$ oranları konvansiyonel olarak yetiştirilen tavuk yumurtalarında belirlenmiştir.

Yumurtaların $\omega-3$: $\omega-6$ oranları dikkate alındığında ise omega-3'lü yumurtaların diğer yetiştirme şekillerinden elde edilen yumurtalara göre yaklaşık 3 kat fazla olduğu belirlenmiştir.

Grobas ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada, yumurta tavuğu rasyonlarına soya yağı, keten yağı, iç yağ, zeytin yağı ve balık yağları ilavesinin, yumurta sarısının yağ asitleri kompozisyonuna etkisini tespit etmişlerdir. Yumurta sarısının yağ asitleri içeriğinin farklı yağ kaynakları içeren rasyonlarla besleme ile önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar iç yağ içeren yemler le beslenen tavukların yumurta

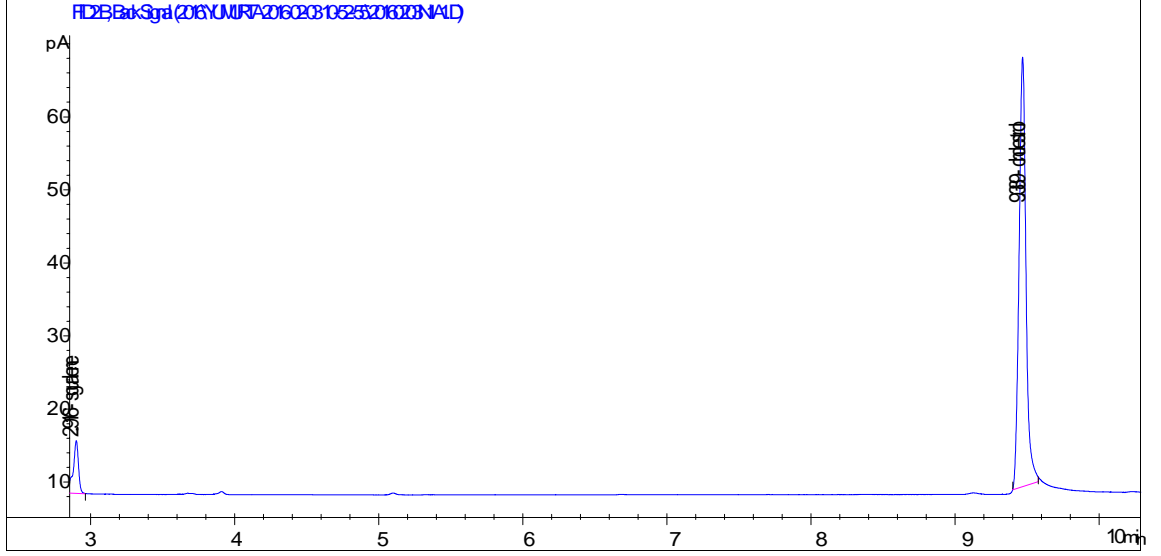
sarısında palmitik ve stearik asit, keten yağı içeren grupta linolenik asit, zeytinyağı içeren grupta oleik asit, balık yağı ile beslenen grupta ise dokozahekzaenoik yağ asiti ve soya yağı alan grupta linoleik asit miktarının arttığını ifade etmişlerdir. Özellikle balık yağı ve keten yağı ile beslenen tavukların yumurtalarında omega 3 yağ asitlerini oranını belirgin bir şekilde artış gösterdiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada da kullanılan omega-3'lü yumurtaların rasyonlarında keten tohumu ve balık yağı kullanıldığı için benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Samman ve ark. (2009) organik, konvansiyonel, Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurtalarda yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi çalışmasında $\omega-3 : \omega-6$ organik ve konvansiyonel yumurtalarda 0.09, Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurtalarda ise 0.44 tür. Araştırma sonuçları $\omega-3 : \omega-6$ bakımından bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

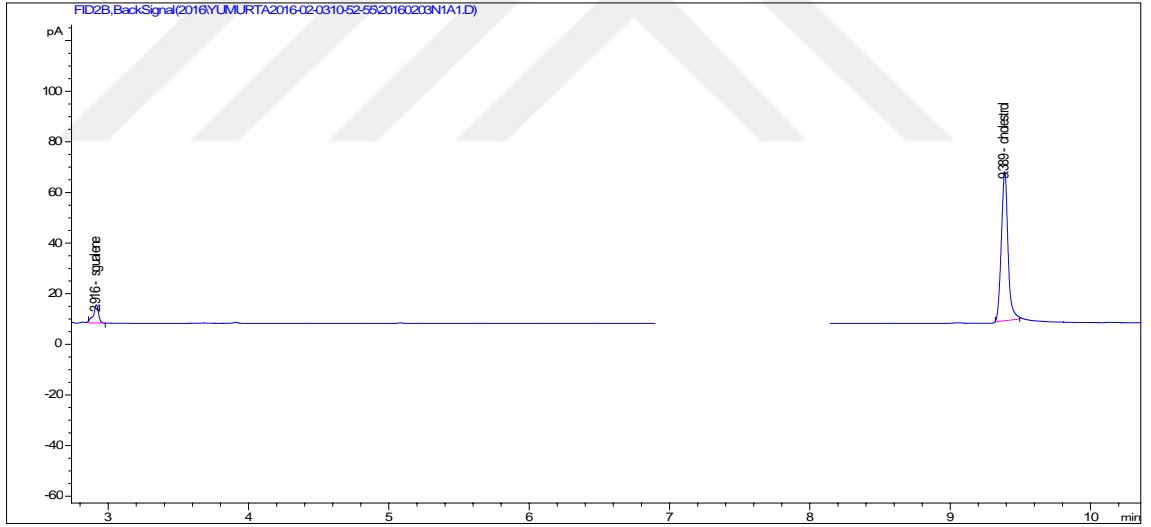
Cherian ve ark. (2002), organik olarak elde edilen yumurtaların konvansiyonel yumurtalara göre aynı doymuş yağ içeriğine sahip olduğunu belirtirken, Hidalgo ve ark. (2008), daha yüksek doymuş yağ içerdiğini ifade etmişlerdir.

4.3. Kolesterol

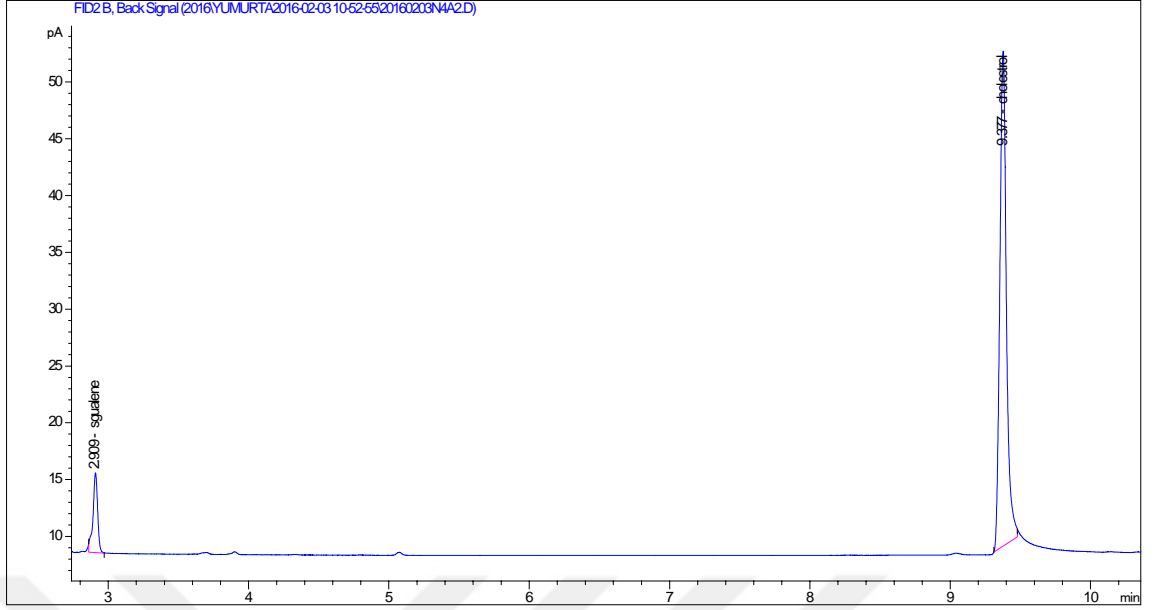
Yetiştirilme koşullarına göre yumurtaların GC ve UPLC kolesterol kromatogramları Şekil 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 ve 4.12'de verilmiştir. Yumurta sarılarına ait kolesterol ortalama değerleri çizelge 4.4'te, bir tam yumurtadaki kolesterol değerleri çizelge 4.5'te görülmektedir.



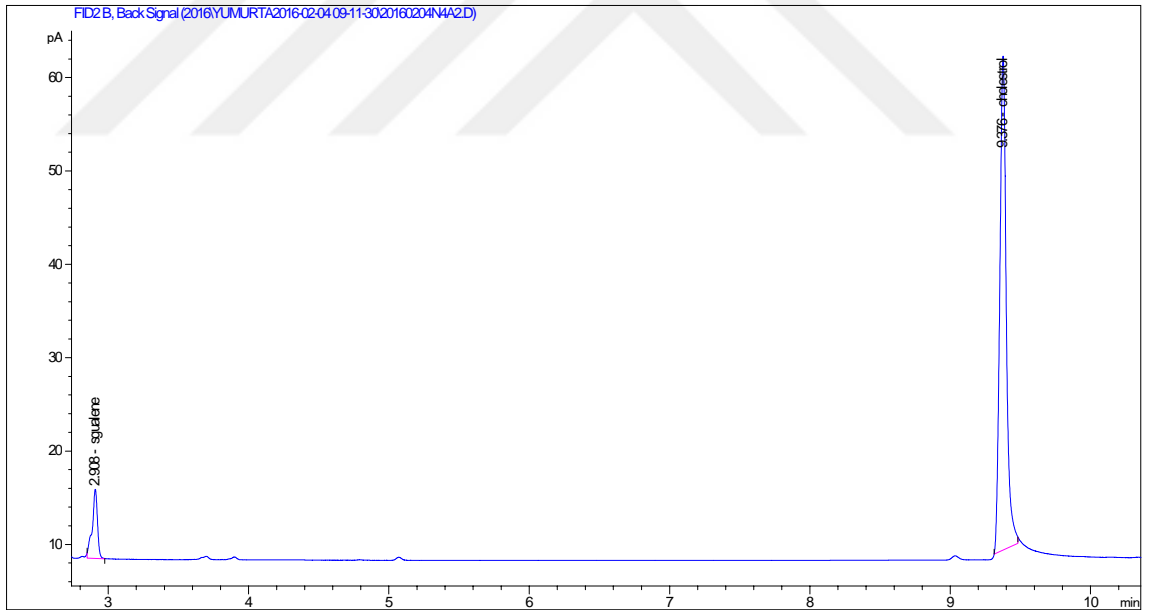
Şekil 4.5. Serbest gezen sistemle yetiştirilen tavuk yumurtası kolesterol GC kromatogramı



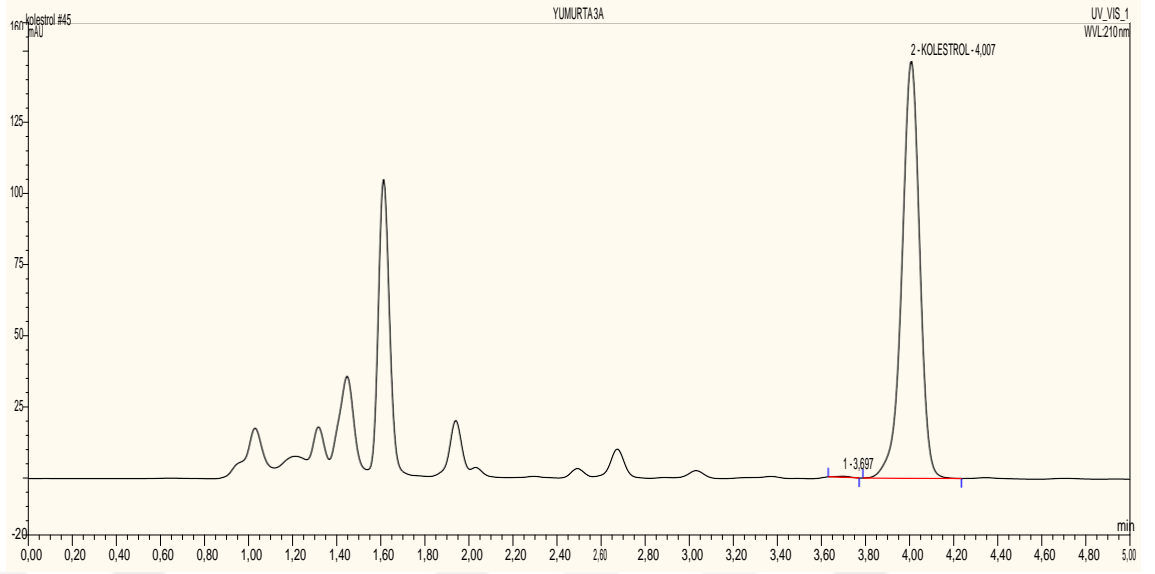
Şekil 4.6. Konvansiyonel sistemle yetiştirilen tavuk yumurtası kolesterol GC kromatogramı



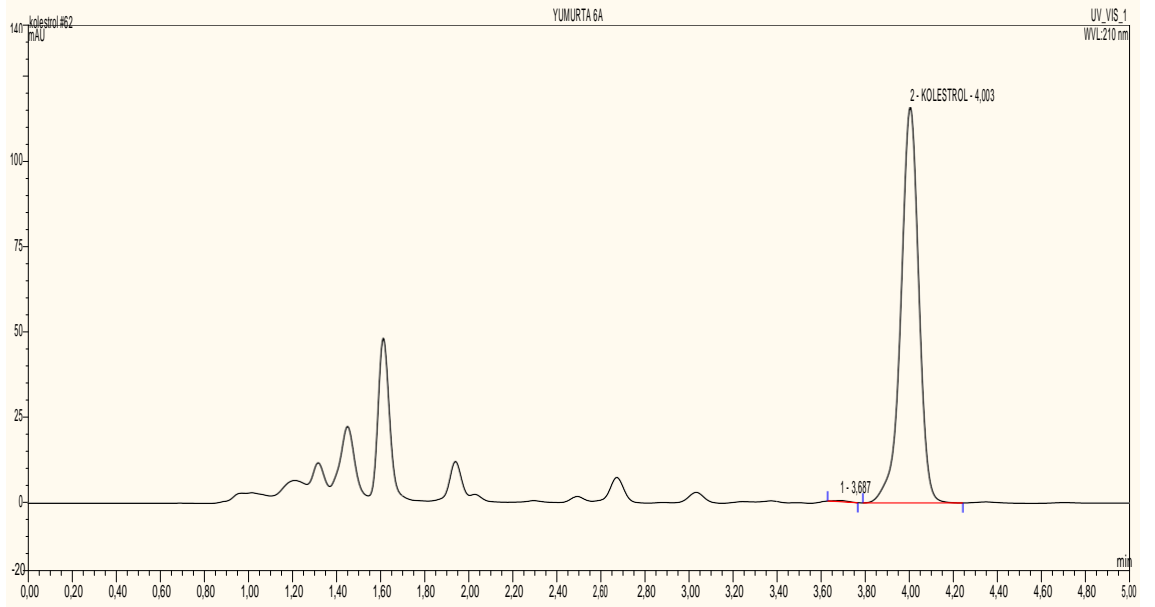
Şekil 4.7. Organik sistemle yetiştirilen tavuk yumurtası kolesterol GC kromatogramı



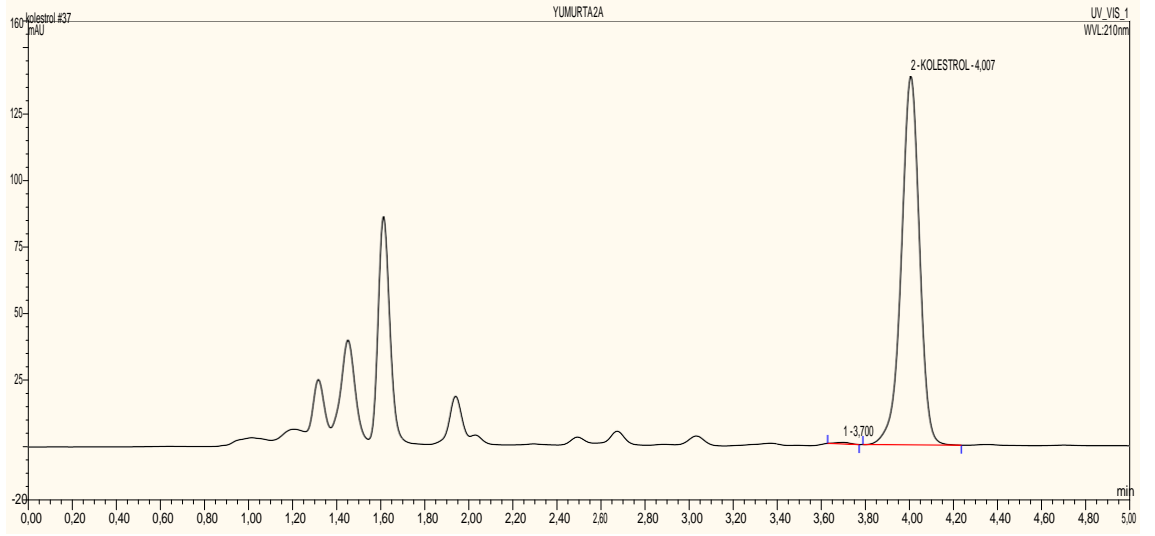
Şekil 4.8. Omega 3 ile zenginleştirilmiş tavuk yumurtası kolesterol GC kromatogramı



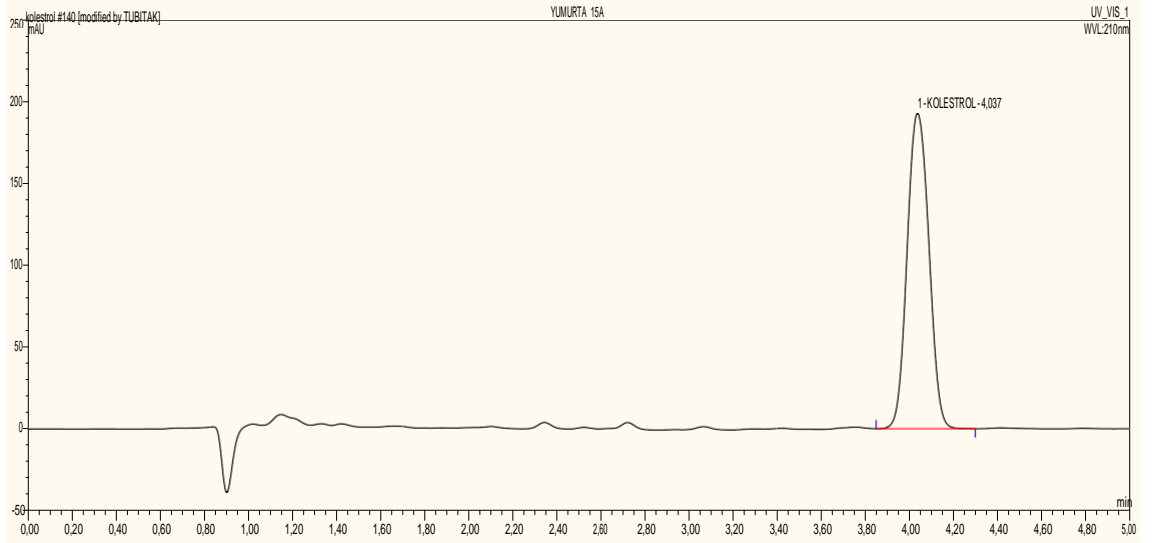
Şekil 4.9. Serbest gezen sistemle yetiştirilen tavuk yumurtası kolesterol UPLC kromatogramı



Şekil 4.10. Konvansiyonel sistemle yetiştirilen tavuk yumurtası kolesterol UPLC kromatogramı



Şekil 4.11. Organik sistemle yetiştirilen tavuk yumurtası kolesterol UPLC kromatogramı



Şekil 4.12. Omega -3 ile zenginleştirilmiş yumurta kolesterol UPLC kromatogramı

Çizelge 4.4. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurta sarılarının ortalama kolesterol içerikleri

| Yetiştirme Sistemleri | Ortalama (mg /bir tam yumurta) | |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------|
| | UPLC | GC-FID |
| Serbest gezen | 220,7 ± 26,0 a | 202,3 ± 19,7 a |
| Organik | 199,8 ± 19,0 ab | 189,7 ± 20,4 ab |
| Konvansiyonel | 174,6 ± 24,8 b | 163,5 ± 25,6 b |
| Omega-3 | 221,2 ± 29,9 a | 201,2 ± 26,2 a |
| Önemlilik düzeyi | 0,013 | 0,031 |

*,**:

(P<0,05, P<0,01); ÖD: Önemli değil

a,b,: Farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla P<0,05 ve P<0,01 düzeyinde önemlidir.

n:6 yumurta/yetiştirme sistemi

Çizelge 4.5. Farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen bir tam yumurtanın kolesterol içeriği

| Yetiştirme Sistemleri | Ortalama (mg/100g yumurta sarısı) | |
|-----------------------|-----------------------------------|----------------|
| | UPLC | GC-FID |
| Serbest gezen | 1130,3 ± 59,8 | 1038,6 ± 67,4 |
| Organik | 1133,9 ± 81,8 | 1077,4 ± 111,1 |
| Konvansiyonel | 1076,3 ± 86,1 | 1006,4 ± 86,8 |
| Omega-3 | 1142,7 ± 129,0 | 1039,5 ± 110,1 |
| Önemlilik düzeyi | 0,601 (ÖD) | 0,652 |

*,**:(P<0,05, P<0,01); ÖD: Önemli değil

a,b,: Farklı harfler taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar sırasıyla P<0,05 ve P<0,01 düzeyinde önemlidir.

n:6 yumurta/yetiştirme sistemi

Farklı yetiştirme sistemlerinin ortalama kolesterol içeriği üzerine etkileri Çizelge 4.4 te yumurta sarısındaki değerleri ve 4.5’de de bir tam yumurtadaki değerler verilmiştir. Çizelge 4.4’ te de görüldüğü üzere, farklı yetiştirme sistemlerinden alınan yumurta sarılarında ortalama kolesterol miktarları birbirine benzer olduğu bulunmuştur($P>0.05$). Ancak tam yumurta için ortalama kolesterol değerlerine bakıldığında ortalama yumurta sarı ağırlıklarının farklılığından dolayı kolesterol miktarlarında farklılıklar görülmüştür($P<0.05$). Konvansiyonel yumurta sarısı ağırlığının düşük olması tam yumurta için kolesterol değerlerinde farklılığa sebep olmuştur. Çünkü yumurta sarısı ağırlığı en düşük olan konvansiyonel 16,18g ve en yüksek 19,70g Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurta olarak belirlenirken kolesterol içeriği en yüksek omega 3’lü yumurta, en düşük konvansiyonel yumurtada saptanmıştır. Omega 3’lü yumurtalarda sarı ağırlığı artışının diğer yetiştirme sistemlerinden farklı olarak tavukların diyetlerinde uygulanan rasyon farklılıkları (balık yağı ve keten tohumu yağlı ürünlerin diyetlerinde kullanılması) ve tavuk genotip farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Omega-3 ile zenginleştirilmiş yumurtalarda diğer yetiştirme şekillerinde yetiştirilen organik, konvansiyonel ve serbest gezen yumurtalara göre daha yüksek oranda kolesterol olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Minelli ve ark. (2007), organik yumurtaların kolesterol içeriğinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Naviglio ve ark. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada İtalya’da ticari olarak satılan 100 adet yumurtadaki toplam kolesterol miktarı GC kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz edilen yumurta örneklerinde toplam kolesterol miktarının 120-193 mg/yumurta (ortalama 157 ± 3 mg/60 g yumurta) olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda GC kullanılarak yapılan analizler sonucunda kolesterol miktarı 164 -202 mg/60 g yumurta olarak saptanmıştır. Bu değerler Naviglio ve ark.’ın yaptığı çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Simcic ve ark. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Slovenya’da konvansiyonel kafes ve serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarındaki kolesterol miktarı enzimatik-spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Serbest sistemde yetiştirilen tavuklara ait yumurtalardaki kolesterol miktarı 11.8 ± 0.6 mg/g yumurta sarısı iken konvansiyonel kafes sisteminde yetiştirilen yumurtalardaki kolesterol miktarı 11.4 ± 0.4

mg/g yumurta sarısı olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları serbest gezen yumurta örneklerinin konvansiyonel yumurta örneklerine göre daha yüksek kolesterol miktarına sahip olması bakımından bu çalışma ile paralellik göstermektedir.

Onbaşılar ve ark. (2001), kafeste yetiştirilen Denizli tavuğunun kolesterol içeriğini 13.2 mg g⁻¹ yumurta sarısı olarak belirlemişlerdir.

Radu-Rusu ve ark. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kafesli ve serbest sistemde yetiştirilen tavuklara ait 1200 yumurta örneğinde kolesterol miktarını titrimetrik yöntem kullanarak belirlenmiştir. Serbest sistemde yetiştirilen tavukların yumurtalarındaki kolesterol miktarı 202 ±7.79 mg/ 60 g yumurta iken kafesli sistemde yetiştirilen yumurta örneklerindeki kolesterol miktarı 211 ±6.31 mg/ 60 g yumurta olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, bu çalışmada serbest gezen yumurta örneklerinin konvansiyonel yumurta örneklerine göre daha düşük kolesterol miktarına sahip olması bakımından bu çalışma ile farklılık göstermektedir. Bunun metot farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.4. Metot Karşılaştırma

Farklı yetiştirme sistemlerinde üretilen yumurtaların kolesterol tayininde kullanılan GC-FID ve UPLC cihazlarının metot karşılaştırmaları Çizelge 4.6' ta verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Kolesterol tayininde UPLC ve GC-FID metot validasyonu

| Kromatografik Sistem | UPLC | GC-FID |
|-------------------------------|-------------|--------------------------|
| Konsantrasyon Aralığı (µg/ml) | 10-1000 | 500-2000 |
| Kalibrasyon Denklemi | 0,0429 | 0,81210138*Cons.-51,6522 |
| r ² | 0,9985 | 0,99864 |
| Tekrarlanabilirlik,% RSD | 0,78 | 0,33 |
| MLOD (mg/kg) | 7,6 | 155 |
| MLOQ (mg/kg) | 24,8 | 517 |
| Gerikazanım % | 98,7 | 98,1 |

Çizelge 4.6 'da görüldüğü gibi UPLC cihazı daha düşük konsantrasyonlarda kalibrasyon eğrileri oluşturulmuştur. UPLC cihazı ile GC cihazına göre yirmi kat daha düşük tayin sınırları elde edilmiştir. Her iki metotta incelendiğinde % geri kazanım ve korelasyon katsayıları birbirine yakındır. Tekrarlanabilirlik açısından değerlendirildiğinde ise iki metotta da bulunan bağıl standart sapmaları < % 1 dir.

Analiz süreleri açısından incelendiğinde, UPLC sistemi ile yumurtada kolesterol tayini analiz süresi 5 dk iken, GC sistemi ile 24 dk sürmektedir. İki analiz süresi açısında yaklaşık beş katlık bir fark olması UPLC metoduna çok önemli bir avantaj getirmektedir. Ayrıca süreye bağlı olarak daha az solvent kullanımı nedeniyle hem ekonomik hem de çevreye duyarlı bir metot olduğu düşünülmektedir.

Literatürde kolesterol analizi için GC-FID ile UPLC cihazı karşılaştırılmasına yönelik çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak Albuquerque ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada gıdalardaki kolestrol miktarı UPLC ve HPLC ile karşılaştırılmıştır. Her iki metot hızlı, spesifik, hassasiyeti yüksek, bağıl standart sapmaları (RSD)< %2,5 bulunmuştur. UPLC ile daha düşük LOD ve LOQ değerlerine ulaşılmıştır. UPLC ile organik solvent kullanımını HPLC' e göre sekiz kat düşük olması nedeniyle UPLC daha çevreye duyarlı olduğunu bildirmişler ve bu sistemin kullanımını önermişlerdir.

5. SONUÇ

Yumurta, biyolojik açıdan değerli protein içeriğinin yanı sıra mineral ve vitaminler açısından da zengin bir kaynaktır. İçerdiği esansiyel yağ asitleri açısından da günlük diyetimizde yer alması gereken besin değeri yüksek ve ekonomik bir gıdadır. Bununla birlikte içerdiği kolesterol açısından zaman zaman tüketiminin sınırlandırılması gündeme gelmiştir. Bu çalışmada farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtaların yağ asidi kompozisyonları ve kolesterol düzeyleri araştırılmıştır. Bu amaçla GC ve UPLC cihazları kullanılmış ve metot validasyonları ile birlikte metot karşılaştırmaları da yapılmıştır.

Farklı yetiştirme sistemlerinden alınan yumurtaların miristik (C14:0), α -linolenik asit (C18:3) ve araşidonik asit (C20:4) içeriklerinde farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). Yağ asitleri, toplam doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış olarak incelendiğinde, farklı yetiştirme sistemlerinden elde edilen yumurtalar arasında istatistiksel açıdan farklılıklar görülmüştür ($P<0.05$). Toplam doymuş yağ asidi en yüksek omega 3'lü yumurtalarda, toplam tekli doymamış yağ asitleri en çok serbest gezende ve toplam çoklu doymamış yağ asitleri de en çok organik ve omega 3'lü yumurtalarda belirlenmiştir. Yumurtalar $\omega-3$ değerleri açısından incelendiğinde en yüksek değeri omega-3'lü, en düşük $\omega-3$ oranları konvansiyonel olarak yetiştirilen tavuk yumurtalarında belirlenmiştir. Yumurtaların $\omega-3$: $\omega-6$ oranları dikkate alındığında ise omega-3'lü yumurtaların diğer yetiştirme şekillerinden elde edilen yumurtalara göre yaklaşık 3 kat fazla olduğu belirlenmiştir.

Farklı yetiştirme sistemleriyle yetiştirilen yumurtaların yumurta sarılarındaki kolesterol miktarları istatistiksel olarak farklılık göstermezken, kolesterol miktarları bir tam yumurta (60 gr) olarak hesaplandığında istatistiksel olarak farklılar olduğu görülmüştür. Daha önce açıklandığı gibi bu durum çalışmada kullanılan yumurtalarının yumurta sarısı ağırlıklarının değişik göstermesinden kaynaklanmaktadır. Bir tam yumurta göz önüne alındığında omega 3'lü yumurtalar daha çok yumurta sarısı içerdikleri için daha yüksek kolesterol oranlarına sahiptirler. Ancak Omega 3'lü yumurtaların yüksek $\omega-3$ ve $\omega-3$:

$\omega-6$ oranlarına da sahip olduğu düşünöldüğünde sağlık açısında doğru bir yarar- zarar değerlendirmesi yapmak gerektiği düşünölmektedir.

Yumurtaların kolesterol analizinde UPLC ile GC cihaz metotlarını kıyaslandığında, UPLC cihazının daha düşük tayin sınırları, daha hızlı analiz sonucu verme ve daha ekonomik bir metot olduğunu görmekteyiz. Bu nedenle UPLC cihazı ile yapılan kolesterol analizlerinin GC cihazı kullanılarak yapılan analizlere göre daha avantajlı olduğu düşünölmektedir.



KAYNAKLAR

Anonim, 2015. TÜİK, İstatistiklerle Türkiye
http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1002 (Erişim Tarihi : 06.06.2016)

Anonim, 2015. YUM-BİR. Yumurta Tavukçuluğu- Sektör Verileri.

<http://www.yum-bir.org/UserFiles/File/Sektor-Verileri-2015.pdf> (Erişim Tarihi: 01.06.2016)

Açıkgöz, Z., Öneç, S.S. 2006. Fonksiyonel Yumurta Üretimi. *Hayvansal Üretim Dergisi*. 47 (1): 36-46.

Albuquerque, T.G., Oliveire, M. B.P.P., Sanches-Silva, A., Costa, H. S. 2016. Cholestrol determination in foods. Comparison between high performance and ultra high performance liquid chromatograpy. *Food Chemistry*, 193: 18-25.

AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists(AOAC), 18.ed.Washington, DC, USA.

Aydın, D., Rashid, S.M., Aydın, R. 2014. Tavuk Yumurtası ve Kolesterol Gerçeği. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 17(3):26-29.

Balevi, T. 1996. Tavuk rasyonlarına katılan yağların performansa ve ürünlerin yağ asidi kompozisyonlarına etkileri. *Doktora tezi*, Selçuk Üniv. Sağlık Bilimleri Ens. Konya

Basmacıoğlu, H, Ergül, M. 2005. Research on the Factors Affecting Cholestrol content and Some Other Characteristics of Eggs in Laying Hens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 29:157-164.

Cherian, G., Holsonbake, T.B., Goeger, M.P. 2002. Fatty acid composition and egg components of speciality eggs. *Poultry Science*, 81, 30–33.

Dinh, T., Thompson, L. 2016. Cholesterol: Properties, Processing Effects, and Determination. *Encyclopedia of Food and Health*, (Edit By Caballero, B., Finglas, P.M., Toldrá, F.) pp: 60–69.

Exler, J., Phillips, K. M., Patterson, K. Y., Holden, J. M. 2013. Cholesterol and vitamin D content of eggs in the U.S. retail market. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29:110–116.

Farrant, J. 2002. No limit on egg eating. *Poultry World* 156 (11) p:14.

Goodrow, E. F, Wilson, T.A., Houde, S. C., Vishwanathan, R., Scollin, P. A., Handelman, G., Nicolosi, R. J. 2006. Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations. *Journal of Nutrition*, 136: 2519-24.

Harvey, R. A., Champe, P. C. 1997. Lipincott's Illustrated Reviews: Biyokimya, 2. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti. İstanbul.

Hidalgo, A., Rossi, M., Clerici, F., Ratti, S., 2008. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. *Food Chem*, 106:1031–1038.

Kaya, A., Kaya, H., Macit, M., Çelebi, Ş., Esenbuga, N., Yörük, M.A., Karaoğlu, M. 2013. Effects of Dietary Inclusion of Plant Extract Mixture and Copper into Layer Diets on Egg Yield and Quality, Yolk Cholesterol and Fatty Acid Composition. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 19 (4): 673-679.

Kritchevsky, S.B., Kritchevsky, D. 2000. Egg consumption and coronary heart disease: An epidemiologic overview. *Journal of the American College of Nutrition*, 19: 549-555.

McNamara, D. J. 2002. Eggs, plasma cholesterol, and heart disease risk. In R.R. Watson (Ed.), *Eggs and health promotion* ,pp: 71–81.

Minelli, G., Sirri, F., Folegatti, E., Meluzzi, A., Franchini, A., 2007. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Italian Journal of Animal Science*, 6(1), 728-730.

Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K., Rodwell, V.W. 1993. Harper'ın Biyokimyası. (Çeviren, Menteş, G., Ersöz, B), Barış Kitap evi, 912 s.

Nakamura, Y., Iso, H., Kita, Y., Ueshima, H., Okada, K. Konishi, M., Inoue, M., Tsugane, S. 2006. Egg consumption, serum total cholesterol concentrations and coronary heart disease incidence: Japan Public Health Center-based prospective study. *British Journal of Nutrition*, 96: 921-928.

Naviglio, D., Gallo, M., Le Grottaglie, L. Scala, C., Ferrara, L., Santini, A. 2012. Determination of cholesterol in Italian chicken eggs. *Food Chemistry*, 132: 701-708.

Olgun, O., Yazgan, O., Cufadar, Y. 2013. Effect of supplementation of different boron ve copper levels to layer diets on performance, egg yolk and plasma cholesterol. *Journal of Trace: Elements in Medicine and Biology*, 27: 132-136.

Onbaşlar, E. E., Atasoy, F., Yalçın, S. 2001. The egg cholesterol levels of denizli and hyline Brown chickens. In Proceedings of IX European symposium on the quality of eggs and egg products (pp. 85-89). Izmir.

Press, Zeidler, G. 2002. Shell eggs and their nutritional value. In D. D. Bell & W. D. Weaver, Jr. (Eds.), Commercial chicken meat and egg production, pp: 1109-1128.

Radu-Rusu, R.M., Usturoi, M.G., Leahu, A., Amariei, S., Radu-Rusu, C.G., Vacaru-Opriş, I. 2014. Chemical features, cholesterol and energy content of table hen eggs from conventional and alternative farming systems. *South African Journal of Animal Science*, 44 (1): 33-42.

Samman, S., Kung, F.P., Carter, L.M., Foster, M.J., Ahmad, Z.I., Phuyal, J.L., Petocz, P. 2009. Fatty acid composition of certified organic, conventional and omega-3 eggs. *Food Chemistry*, 116: 911-914.

Satılmış, B. 2009. Kolesterol Stereoizomerlerinin Kromatografik Yöntemler İle Ayırım Metodları ve Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Kolesterolün Stereokimyasal Yapılarının Karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Seçkin, A.K., Metin, M. 2003. Kimyasal yolla süttten kolesterolün uzaklaştırılması, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayını, 14: 36-40.

Simcic, M., Stibilj, V., Holcman, A. 2009. The cholesterol content of eggs produced by the Slovenian autochthonous Styrian hen. *Food Chemistry*, 114 : 1–4.

Steenfeldt, S., Hammershøj, M. 2015. Organic egg production. I: Effects of different dietary protein contents and forage material on organic egg production, nitrogen and mineral retention and total tract digestibility of nutrients of two hen genotypes. *Animal Feed Science and Technology* 209; 186–201.

Vorlova, L., Sieglova, E., Karpiškova, R., Kopr'iva, V. 2001. Cholesterol content in eggs during the laying period. *Acta Veterinaria Brno*, 70, 387–390.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Güler ÇELİK
Doğum Yeri ve Tarihi : KIRCALI- 19.05.1974
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Atatürk Endüstri Meslek Lisesi, 1988-1991
Lisans : Akdeniz Üniversitesi, 1992-1996
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2014-2016

Çalıştığı Kurumlar : TÜBİTAK BUTAL / 1997-halen
ASF Sönmez / 1997-9 ay

İletişim : guler.celik@tubitak.gov.tr
Yayımlar :

YAYINLAR

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

1. **Sahan Y, Göçmen, D, Cansev A, Çelik G, Dünder AN., Aydın E, Dülger D., Kaplan, HB, Kilci, A, Güçer, Ş. 2015.** Chemical and techno functional properties of flours from peeled and unpeeled oleaster. Journal of applied Botany and food Quality. 88:34-41.
2. **Sahan Y, Dunder, AN, Aydın E, Kilci, A, Dulger D, Kaplan, FB, Gocmen, D., Celik, G. 2013.** Characteristics of Cookies Supplemented with Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L.) Flour . I Physicochemical, Sensorial and Textural Properties. Journal of Agricultural Science; 5(2), 160-168.
3. **Cansev A, Gülen, H, Çelik, G., Eriş. A. 2012.** Alterations in Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity in Response to Low Temperatures in olive (*Olea Europae* L. Gemlik). Plant Archives, 12(1):489-494.
4. **Sahan, Y, Cansev A, Celik, G, Cinar, A. 2012.** Determination of Various Chemical Properties, Total Phenolic Contents, Antioxidant Capacity and Organic Acids in *Laurocerasus Officinalis* Fruits. XXVIIIth IHC-, IS on Emerging Health Topics in Fruits and Vegetables (Ed.: Y. Desjardins) Acta Horticulturae, 939, 359-366.

5. **Şahan Y, Çelik, G, Taşkesen S, Özbey, H. 2011.** Chemical Properties and Antioxidant Capacity of *Elaeagnus angustifolia* L. Fruits. *Assian Journal of Chemistry*, 23 (6):2661-2665.
6. **Şahan Y, Çelik G, Çinar, A. 2011.** XXVIII th IHC Olive Trends Symposium (Eds.: Tous J. Tous et al.). Determination of Organophosphorus Pesticide Residues in olives Grown in Bursa, *Acta Horticulturae*, 924:157-160.
7. **Arpadjan, S., Çelik, G., Taşkesen,S., İzgi, B., Güçer. Ş. 2010.** Fractionation analyses of copper , iron , manganese and zinc in herbal infusions. *Assian Chemistry Letters Journal*, 14(3):193-200.
8. **Arpadjan, S., Çelik, G., Taşkesen, S., Güçer, Ş. 2008.** Arsenic,cadmium and lead in medicinal herbs and their fractionation. *Food and Chemical Toxicology Journal*. Elsevier.

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler :

1. **Özer, E.T., Çelik, G., Güçer , Ş. 2009.** Plastik Ambalajlarda Kalite ve Analitik Problemler. *Ambalaj 2009 Sempozyumu Dergisi*, 41-51.
2. **Şahan Y, Çelik, G, Başoğlu F, Güçer, Ş. 2006.** Zeytin örneklerinde Elektro Termal Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (ET-AAS) ile Kurşun ve Kadmiyum Tayininde Örnek Hazırlama Metodlarının Karşılaştırılması. *Gıda ve Yem Bilimleri Dergisi*, 5 (9):13-18.
3. **Şahan, Y, Çelik G, Başoğlu F., Güçer. Ş. 2005.**Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile Zeytin Örneklerinde Demir Bakır, Çinko ve Civa .Analizleri Örnek Hazırlama Basamağının Optimizasyonu. *Gıda Dergisi*, 30 (2):89-95.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler :

1. **Dülger, D, DüNDAR AN, Aydın, E, Çelik, G, Cansev, A, Şahan Y., Göçmen, D. 2015 .** Nutritional Quality of Traditional Turkish Fruit: Oleaster (*Elaeagnus angustifolia* L). 3.Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 01-04- Ekim 2015 , Bosna Hersek.

2. **Cansev A, Dülger D, Çelik, G., DüNDAR, AN, Aydın E., Şahan Y, Göçmen, D. 2015.** Determination of Various Chemical Properties of Oleaster. (*Elaeagnus angustifolia* L). 3.Traditional Foods from Adriatic to Caucasus 01-04- Ekim 2015 , Bosna Hersek.
3. **Celik G., Sahan Y., Taskesen, S. 2014.** Bioaccessibility of selenium in Commercial and Fortified Eggs. 9th Aegean Analytical Chemistry Days ,29 Eylül -3 Ekim 2014 ,Sakız Adası.
4. **Çelik, G., Sahan Y., Taskesen S, Cansev, A. 2013.** Bioaccessibility of Some Metals in Pekmez (Molasses) Produced Different Fruits, 2.Traditional Foods from Adriatic to Caucasus 24-26- Ekim 2013 , Makedonya.
5. **Sahan Y, Cansev A., Çelik, G., Göçmen, D. 2013.** Novel Food Ingredient : Oleaster Flour. Eurofoodchem. XVII 07-10 Mayıs 2013 ,İstanbul.
6. **Sahan Y., Cansev A., İnkaya ,A.N., Aydın,E., Dülger , D., Kaplan,B., Kilci, A. , Çelik ,G., Göçmen, D., Güçer, Ş. 2012 .** Functional Food Ingredient Oleaster Flour. Internatiol Conference on nutraceutical and Cosmetic Sciences,22-23 October 2012 ,Malezya.
7. **Sahan,Y.,Cansev, A., DüNDAR ,A.N., Aydın,E., Dülger ,D., Kaplan, B., Kilci, A., Çelik ,G.,, Göçmen, D., Güçer.,S. 2012.** Studies on Bioactivities of Pericarp ve Mesocarp Froction of Fresh *elaegnus angustifolia*. L. Fruit. 3 rd. PAK-TÜRK Conference on chemical Science, Uludağ Üniv., 13-15 September 2012 , Bursa.
8. **Sahan, Y., Çelik , G., Taşkesen, S. 2011.** Determination of Organic Acids in Oleaster Fruits Grown in Turkey. 4th International Congress on Food and Nutrition together with 3 rd SAFE, Consortium International Congress on Food Safety, 12-14 October 2011 , İstanbul.
9. **Şahan,Y., Cansev ,A., Çelik , G., Çınar, A. 2010.** Determination of Various Chemical Properties , Total Phenolic Contents, Properties, Antioxidant Capacity and Organic Acids in *Laurocetasus officinalis* Fruits. 28th International Horticultural Congress, 22-27 Ağustos 2010 ,Lizbon, Portekiz.
10. **Cansev,A., Şahan, Y., Çelik ,G., Çınar, A. 2010.** Determination of Organophosphorus Pesticide Residues in Olives Grown in Bursa, 28th International Horticultural Congress , 22-27 Ağustos 2010 ,Lizbon, Portekiz.

11. **Cansev,A., Şahan,Y., Çelik , G., Özbey, H. 2010.** Determination of various chemical properties and mineral content in *Eleagnus angustifolia*. L.Fruit. 5 th Central European Congress on Food , 19-22 Mayıs 2010 Bratislava, Slovak Republic.
12. **Cansev, A., Gulen , H., Çelik , G., Eris, A. 2010.** Changes in total phenolic content and antioksidant capacity in response to low temperatures in olive. Workshop On Antioxidant Measurement Assay Methods, Nisan 2010,İstanbul Üniversitesi.
13. **Şahan, Y., Çelik, G., Taşkesen., S. 2010.** Antioxidant Activities and total phenolic contents of some aromatic edible plants. Workshop On Antioxidant Measurement Assay Methods, Nisan 2010, İstanbul Üniversitesi.
14. **Arpadjan , S., Çelik , G.,Şahan ,Y., Taşkesen, S., Güçer, Ş. 2009.** Fractionation Analyses of Copper, Iron, Manganese and Zinc in Herbal Infusions 3rd International IUPAC Sympposium on Trace Elements in Food, 1-3 Nisan 2009 ,Roma ,İtalya .
15. **Seven ,Ü., Çelik ,G., Güçer, Ş. 2007.** Determination of Free Fluoride Content of Green Tea (*Camellia Sinensis* L.) Infusions By Ion Chromatography. 4th Black Sea Basin Conference On Analytical Chemistry, 19-23 September 2007, Sunny Beach-Bulgaria.
16. **Karaaslan, S., Çelik, G., Güçer, Ş. 2004.** Investigation of Trace elemnts Contents of Rice by ETAAS and ICPMS 4th Aegean Analytical Chemistry Days . 29September -3 October 2004, Kuşadası.
17. **Çelik, G., Çetinoğlu, A., Güçer., Ş. 2003.** Determination of trace elemnts in packing samples by AA. III. International Packing Congress & Exhibition.3-6 December 2003, İzmir.
18. **Çelik, G., Güçer, Ş. 2003.** Determination of some toxic elements in potassium sorbate by AAS. 2 nd Black Sea Basin Conference on Anaytical Chemistry , 14-17 September 2003, Şile.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. **Taşkesen,S., Çelik, G., Şahan, Y. 2015.** *Salvia Hispanica* L. Tohumlarının Yağ Asidi İçeriklerinin Araştırılması. 27.Ulusal Kimya Kongresi ,23-28 Ağustos 2015

,Çanakkale.

2. **Cansev, A., İpek ,M., Çelik,G., Taşkesen, S., Şahan, Y. 2015.** Kızılılık Meyvelerinin Mineral İçeriklerinin Biyoalınabilirliği. 2. İç Anadolu Tarım ve Gıda Kongresi ,28-30 Nisan 2015, Nevşehir.
3. **İpek ,M., Cansev,A., Şahan, Y., İpek, A., Çelik, G. 2015.** Tunceli sarmısağının Biyokimyasal Özellikleri Bakımından Karakterizasyonu ve Kültür Sarmısağı ile Karşılaştırılması.2. İç Anadolu Tarım ve Gıda Kongresi ,28-30 Nisan 2015,Nevşehir.
4. **Taşkesen, S., Sözcü,A.,Çelik, G., Şahan, Y. 2014.** Farklı Yetiştirme sistemlerinde (Organik ve konvansiyonel) Yetiştirilen Tavuklardan elde edilen Yumurtaların Yağ asitleri İçeriğinin Karşılaştırılması.7. Ulusal Analitik Kimya Kongresi, 01-05 Eylül 2014, K. Maraş.
5. **Çelik, G., Taskesen, S., Sahan,Y. 2013.** Tereyağlarında Konjuge Linoleik Asit Miktarlarının Belirlenmesi, Kromatografi 2013 Kongresi 19-22- Haziran 2013 , Bursa.
6. **Cansev,A., Şahan, Y., Dülger ,D., Çınar, A., Çelik, G. 2012.** Konvansiyonel ve Organik Olarak Yetiştirilen Kiraz Meyvelerinin Antioksidan Kapasite ve Organik asit İçerikleri Bakımından Karşılaştırılması. Türkiye 11. Gıda Kongresi,10-12 Ekim 2012 ,Hatay.
7. **Sahan,Y., Cansev,A., Dündar ,A.N., Aydın, E., Dülger ,D., Kaplan, B., Kılıcı, A., Çelik, G., Göçmen,D., Güçer, S. 2012.** İğde Ununun Kimyasal ve Mineral İçeriğinin Belirlenmesi. Türkiye 11. Gıda Kongresi 10-12 Ekim 2012 ,Hatay.
8. **Çelik, G., Dülger, D., . Taskesen, S., Şahan,Y. 2012.** Siyah Çayların Organik Asit İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi. 26 .Ulusal Kimya Kongresi, 1-6 Ekim 2012 , Muğla.
9. **Taşkesen, S., ,Çelik , G., Şahan, Y. 2012.** Bazı Yeşil Yapraklı Sebzelerin Demir, Bakır, Çinko, Mangan İçerikleri ve Biyoyararlılık Düzeyleri. M.Kemal Üniv. 6 .Ulusal Analitik Kimya Kongresi, 3-7 Eylül 2012 , Elazığ.
- 10.**Taşkesen, S., Çelik , G., Şahan, Y. 2011.** Organik ve Geleneksel Tarımla Yetiştirilmiş Brokolilerde Uygulanan Farklı Pişirme Tekniklerinin Toplam Polifenol, Antioksidan Kapasite ve Askorbik Asit İçeriğindeki Etkiler. Türkiye VI. Bahçe Bitkileri Kongresi, 04-08 Ekim 2011, Şanlı Urfa.

11. **Çimenoğlu, M.A. ,Çelik , G., Taşkesen, S., Güçer, Ş . 2011.** Hayvan Yemlerinde Mangan ve Çinko Düzeylerinin Enerji Dağılımlı X-Işını Flüoresans Spektrofotometresi ile Tayini. XII. Ulusal Spektroskopi Kongresi, 18-22 Mayıs 2011,Antalya.
12. **Taşkesen, S., Çelik ,G., Güçer, Ş. 2010.** Elemental Analiz İzotoporanı Kütle Spektrofotometresi ile Ballarda yapılan Tağşişin Belirlenmesi, V. Ulusal Analitik Kimya Kongresi,21-25 Haziran 2010,Erzurum.
13. **Tümay, E., Çelik , G., Güçer. Ş. 2009.** Plastik Ambalajlarda Kalite ve Analitik Problemler, Ambalaj 2009 Sempozyumu, 13 Kasım 2009,İzmir.
14. **Çelik ,G., Şahan ,Y., Taşkesen, S., Güçer, Ş. 2008.** Portakal Üretiminde Kullanılan Organo Fosforlu Pestisitlerin GC-NPD ile Belirlenmesi. XXII. Ulusal Kimya Kongresi, 06-10 Ekim 2008, Kıbrıs.
15. **Taşkesen,S., Çelik , G., Güçer, Ş. 2008.** Brokolilerde Nitrat Düzeylerinin İyon Kromatografisi ile Belirlenmesi. IV. Ulusal Analitik Kimya Kongresi, 25-27 Haziran 2008 ,Elazığ.
16. **Şahan,Y., Çelik ,G., Güçer, Ş. 2008.** Meyvelerde Kullanılan Klorlu Pestisitlerin Gaz Kromatografisi ile Belirlenmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008 ,Erzurum.
17. **Tümay, E ., Çelik , G., Güçer, Ş. 2007.**Gıda Ambalajlarında Kullanılan Plastik Malzemelerde Antimon, Civa, Kadmiyum, Krom ve Kurşun Taşınımlarının İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) Teknikleri ile İncelenmesi. XXI.. Ulusal Kimya Kongresi, 23-27 Ağustos 2007, Malatya.
18. **Seven , Ü., Çelik , G., Güçer, Ş. 2007.**Yemlerdeki Demir, Kurşun, Magnezyum, Mangan ve Selenyum Düzeylerinin İndüktif Eşleşmiş Plazma Teknikleri İle Tayini
X. Ulusal Spektroskopi Kongresi, 4-7 Temmuz 2007, İzmir.
19. **Seven , Ü., Çelik , G., Güçer, Ş. 2007.** Deri Örneklerinde Cr, Zr, Al, P Düzeylerinin İndüktif Eşleşmiş Plazma-optik Emisyon Spektrofotometrisi ile Tayini.
21.Ulusal Kimya Kongresi, İnönü Üniversitesi, 23-27 Ağustos 2007, Malatya.
20. **Şahan, Y., Çelik , G., Başoğlu ,F., Güçer, Ş. 2004.** Zeytin Örneklerinde ETAAS

ile Kurşun ve Kadmiyum Örnek Hazırlanan Metodlarının Karşılaştırılması.
II. Ulusal Analitik Kimya Kongresi,2-4 Eylül 2004.

21. **Şahan,Y., Çelik, G., Başoğlu ,F., Güçer, Ş. 2004.**Atomik Absorpsiyon Spectrofotometresi ile zeytin örneklerinde Demir, Bakır, Çinko ve Civa Analizleri Örnek Hazırlama Basamağının Optimizasyonu. Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28 Mayıs 2004, Bursa.
Karaaslan, S., Çelik, G., Çetinoğlu, A., Güçer. Ş. 2004. Determination and fraction techniques of zinc and copper in grape juice by AAS. XVIII. National Conference on Chemistry,5-9 July 2004, Kars.
22. **Kowalewska , Z., Saraçoğlu, Ş., Çelik, G., Çetinoğlu, A., İzgi ,B., Güçer., Ş. 2002.** Some application of separation /enrichment and fraction techniques for trace elements determination in vegetable oils. National conference on analytical chemistry.3-5 July 2002 ,Bursa.

Patentler

1. **Sahan Y, Gocmen, D, Cansev, A, Celik, G, Inkaya, A.N., Aydın, E., Dulger , D., Kaplan, FB.** İğde Unundan Mamül Bisküvi. Türk Patent Enstitüsü (2014) . 7 p. TR 2012 06816 B.
2. **Sahan, Y, Gocmen, D, Cansev, A, Celik, G, Inkaya, AN, Aydın , E, Dulger, D., Kaplan, FB.** İğde Unu Üretimi ve Yöntemi. Türk Patent Enstitüsü (2015). 7 p. TR 2011 10333 B.

Proje Pazarları

1. **Sahan, Y, Göçmen, D, Cansev, A, Çelik, G, Dünder, AN., Aydın, E, Dülger , D., Kaplan, HB. 2014.** İğde Unundan Mamul Bisküvi. Selçuk TTO Patent Proje Pazarı ,19-20 Kasım 2014 ,Konya.
2. **Sahan Y, Göçmen, D., Cansev A., Çelik, G, Dünder, AN, Aydın, E, .Dülger , D., Kaplan, HB. 2014.** İğde Unu Üretimi ve Yöntemi. Bilim Teknoloji Haftası

Etkinlikleri ,12-14 Mart 2014 ,Bursa.

3. **Sahan Y., Göçmen D, Cansev, A, Çelik, G, DüNDAR, A.N , Aydın, E, Dülger ,D., Kaplan, HB. 2014.** İğde Unundan Mamul Bisküvi. Bilim Teknoloji Haftası Etkinlikleri 12-14 Mart 2014,Bursa.
4. **Çelik G, Sahan, Y. 2014.** Fonksiyonel Gıda Katkısı: Pirinç Kepeği Yağı. Bilim Teknoloji Haftası Etkinlikleri 12-14Mart 2014 ,Bursa.
5. **Sahan Y, İnkaya AN, Aydın E, Dülger D., Kaplan BH, Çelik G, Göçmen D, Cansev, A., Güçer Ş. 2013.** Fonksiyonel Bir Gıda : İğde Katkılı Bisküvi. Uluslararası Gıda Arge Proje Pazarı 3-4 Haziran 2013 ,İzmir.



