

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ŞEKİLLER DİZİNİ	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
KISALTMALAR	VII
TEŞEKKÜR	VIII
ÖZET	IX
ABSTRACT	X
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Yumurta Üretimi ve Bir Fonksiyonel Gıda Olarak Yumurta	2
2.2. Yumurtanın Genel Yapısı ve Yumurta Sarısı	6
2.2.1. Yumurtanın Genel Yapısı.....	6
2.2.2. Yumurta Sarısı... ..	8
2.2.3. Yumurtaların Boy Sınıflaması.....	9
2.3. Üründe Renk Kavramı ve Renk Ölçüm Sistemleri	10
2.3.1. Gıda Ürünlerinde Rengin Önemi.....	10
2.3.2. Renk Kavramı ve Renk Ölçümünde Kullanılan Parametreler.....	11
2.3.3. Renk Ölçüm Sistemleri.. ..	11
2.3.4. Yumurta Sarısının Renk Tayininde Kullanılan Yöntemler.. ..	12
2.4. Yumurtada Mevcut Renk Maddeleri	13
2.4.1. Karotenoidler.....	13
2.4.1.1. Karotenoidlerin Özellikleri.....	13
2.4.1.2. Karotenoidlerin Kimyasal Yapı Baz Alınarak Sınıflandırılması.....	14
2.4.1.3. Karotenoidlerin Önemi ve Biyolojik Fonksiyonlar.....	14
2.4.1.4. Karotenoidlerin Antioksidatif Yeteneği.....	15
2.4.1.5. Karotenoidlerin Belirlenmesinin Gıda Sektörü Açısından Önemi.....	16
2.4.1.6. Yem Katkısı Olarak Karotenoidlerin Kullanımı.....	16
2.5. Yumurta Sarısındaki Karotenoidler	17
2.5.1. Yumurta sarısı pigmentasyonunu etkileyen faktörler.....	17
2.5.2. Yumurta Sarısı Renk Bileşenleri.....	18
2.5.2.1. Lutein ve Zeaxantin.....	18
2.5.2.1.1. Lutein ile maküler dejenerasyon (AMD) ve katarakt ilişkileri.....	21
2.5.2.1.2. Luteinin Diğer Sağlık Etkileri.....	22
2.5.2.1.3. Beslenmede Lutein Dozu.....	23
2.5.2.2. Kantaksantin.....	23

2.5.2.2.1. Kantaksantin ve Sağlık Etkileri	25
2.5.2.2.2. Beslenmede Kantaksantin Dozu.....	26
2.6. Yumurta Sarısında Ksantofillerin Saptanması Hususunda Gerçekleştirilen Kolorimetrik Çalışmalar	26
2.7. Yumurta Sarısında Lutein, Zeaksantin, Kantaksantin Ksantofillerin Saptanması Hususunda Gerçekleştirilen Kromatografik (HPLC) Yöntem Çalışmaları	27
3. MATERYAL VE METOD	30
3.1. Materyal.....	30
3.1. 1. Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar.....	30
3.1.2. Araştırma Materyali.....	30
3.1.3. Yumurtaların Hazırlanması ve Muhafazası.....	30
3.2. Yöntemler.....	31
3.2.1. Toplam Nem ve Kuru Madde Tayini.....	31
3.2.2. Yağ Miktarı Tayini.....	31
3.2.3. Numunelerde Renk Analizleri.....	31
3.2.4. Yumurtada Ksantofillerin (Lutein, Zeaksantin, Kantaksantin) Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Analizleri.....	32
3.2.4.1. Stok ve Ara Stok Çözeltilerin Hazırlanması.....	32
3.2.4.2. Standart Çalışma Çözeltilerinin Hazırlanması.....	33
3.2.4.3. Kalibrasyon Grafiklerinin Çizilmesi:.....	33
3.2.4.4. Standart ve Numunelerin HPLC' de Okunması.....	34
3.2.4.5. HPLC Analizlerinde Analitik Doğrulama	35
3.2.4.5.1. Yöntemin tekrarlanabilirliğinin tespiti.....	36
3.2.4.5.2. Yöntemin doğruluğunun hesaplanması.....	36
3.2.4.5.3. Örnek konsantrasyonunun hesaplanması	36
3.2.4.5.4. Geri kazanım miktarlarının hesaplanması.....	36
3.3. İstatistiksel (Kemometrik) Analizler	37
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Çiğ Yumurta Sarılarındaki Ksantofil Bileşenlerinin Düzeyleri.....	41
4.1.1. Lutein Nicelikleri.....	41
4.1.2. Zeaksantin Nicelikleri.....	42
4.1.3. Kantaksantin Nicelikleri.....	43
4.2. Çiğ Yumurta Sarılarındaki Hunter L*a*b* Renk Parametrelerine İlişkin Bulgular.....	44
4.2.1. Çiğ Yumurta Sarılarındaki Hunter a*/ b* Oranına İlişkin Bulgular.....	46
4.3. Isıl İşlem Muameleli Yumurta Sarılarındaki Ksantofil Bileşenlerinin Düzeyleri	47
4.3.1. Lutein Nicelikleri.....	47
4.3.2. Zeaksantin Nicelikleri.....	49

4.3.3. Kantaksantin Nicelikleri.....	50
4.4 Isıl İşlem Muameleli Yumurta Sarılarındaki Hunter L*a*b* Renk Parametrelerine İlişkin Bulgular.....	51
4.5. Çiğ ve Isıl İşlem Muameleli Yumurta Sarısında Lutein / Zeaksantin (L / Z) Oranı	54
4.6. Yumurta Sarısında Saptanan Ksantofil Bileşenlerinin Kantitatif Düzeyleri ile Yumurta Sarısının Hunter L*a*b*- Renk Değerleri Arasındaki Olası İlişkilerin İstatistiksel Olarak Belirlenmesi .	57
4.6.1. Ksantofil Bileşenlerinin Hunter L* Parametreleri ile Olası Korelasyonları.....	58
4.6.2. Ksantofil Bileşenlerinin Hunter a* Parametreleri ile Olası Korelasyonları.....	62
4.6.3. Ksantofil Bileşenlerinin Hunter b* Parametreleri ile Olası Korelasyonları.....	63
4.7. Tüm Yumurta Sarısı Partilerinde ve Isıl İşlem Muameleli Gruplarda Ksantofil Bileşenlerinin Hunter L*a*b* Parametreleri ile Olası Korelasyonları.....	66
4.8. Isıl İşlem Muameleli (Rafadan) Yumurta Sarılarında Saptanan Ksantofil Bileşenlerinin Düzeyleri ile Hunter L*a*b*- Renk Değerleri Arasındaki Olası İlişkiler.....	67
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	68
6. KAYNAKLAR.....	70
7. EKLER.....	77
EK:1. Yumurta Sarılarında HPLC ile Ksantofil Tayinine İlişkin Kromotogram Örnekleri.....	77
EK:2. Yumurta Sarılarında Elde Edilen Bulgulara İlişkin Ayrıntılı Veriler	97
EK:3. Yumurta Sarılarında Elde Edilen Bulgulara İlişkin Elde Korelasyon Katsayıları.....	149
EK 4. (TGK Yumurta tebliği).....	155
8. ÖZGEÇMİŞ.....	161

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1.1. Ülkeler Bazında Yumurta Üretimi.....	2
Şekil 2.1.2. Yumurta Üretimi.....	3
Şekil 2.1.3. Yumurta Tüketimi.....	3
Şekil 2.2.1. Yumurta Ve Genel Yapısı.....	6
Şekil 2.2.2.1. Yumurta Sarısı.....	8
Şekil 2.3.3.1. Hunter Renk Sistemi.....	12
Şekil 2.3.4.1 Yumurta Sarısı Rengini Belirlemede Kullanılan Uygulamalar.....	12
Şekil 2.5.2.1. Yumurta Sarısındaki Önemli Renk Bileşeni Karotenoidler.....	18
Şekil 2.5.2.1.1. Luteinin Açık Yapı Formülü.....	19
Şekil 2.5.2.1.2. Tükettiğimiz Lutein Ve Zeaksantine Zengin Gıdalar.....	19
Şekil 2.5.2.1.3. Luteinin Absorbsiyon Spektrumu.....	20
Şekil 2.5.2.1.4. Zeaksantin Açık Yapı Formülü.....	21
Şekil 2.5.2.1.1.1. Normal Görüş ve AMD'li ve Kataraktlı Görüş Örnekleri.....	22
Şekil 2.5.2.2.1. Kantaksantin Açık Yapı Formülü.....	24
Şekil 2.7.1. Karotenoid Örnek Çalışması Kromatogramı.....	28
Şekil 3.1.3.1. Örneklerin Analize Hazırlanması.....	31
Şekil 3.2.3.1. Numunelerde Hunter Color Guard İle Renk Analizleri.....	32
Şekil 3.2.4.3.1. Luteine İlişkin Kalibrasyon Grafiği.....	33
Şekil 3.2.4.3.2. Zeaksantine İlişkin Kalibrasyon Grafiği.....	34
Şekil 3.2.4.3.3. Kantaksantine İlişkin Kalibrasyon Grafiği.....	34
Şekil 4.1. Standard Karışımı Kromatogramı.....	40
Şekil 4.2. Numune Kromatogramı.....	40
Şekil 4.3.1.1. (A) Yumurta Partilerindeki Ksantofillerin (Lutein, Zeaksantin, Kantaksantin) Düzeyi (B) Çiğ, Rafadan ve Katı Yumurtalarda Isıl İşlem Etkisi ile Ksantofillerdeki Değişimler (μg / yumurta sarısı olarak) (HPLC VERİLERİ)	48
Şekil 4.4.1. Araştırma Kapsamındaki Parti C Çiğ, Rafadan ve Katı Yumurta Sarılarının $L^*a^*b^*$ - Hunter Color Renk Değerlerindeki Değişimler (Lab-CIE RENK ÖLÇÜM CİHAZI VERİLERİ) ..	52
Şekil 4.4.2. Yumurta Numunelerinde Ortalama Hunter L^* Renk Parametresi Değerleri Ve Standart Sapma Değişimleri.....	52
Şekil 4.4.3. Yumurta Numunelerinde Ortalama Hunter a^* Renk Parametresi Değerleri Ve Standart Sapma Değişimleri.....	53
Şekil 4.4.4. Yumurta Numunelerinde Ortalama Hunter b^* Renk Parametresi Değerleri Ve Standart Sapma Değişimleri.....	54

Şekil 4.5.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde L / Z Oranları.....	55
Şekil 4.6.1.1. Parti A Grubunda Lutein Değerleri İle L Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği	59
Şekil 4.6.1.2. Parti A Grubunda Lutein ² Değerleri İle $Hunter L^*$ Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği.....	60
Şekil 4.6.1.3. Parti A Grubunda Zeaksantin Değerleri İle $Hunter L^*$ Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği.....	60
Şekil 4.6.1.4. Parti A Grubunda Kantaksantin Değerleri İle $Hunter L^*$ Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği.....	61
Şekil 4.6.3.1. Parti A Grubunda Lutein Değerleri İle $Hunter b^*$ Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği.....	63
Şekil 4.6.3.2. Parti A Grubunda Zeaksantin Değerleri İle $Hunter b^*$ Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği	64
Şekil 4.6.3.3. Parti A Grubunda Kantaksantin Değerleri İle $Hunter b^*$ Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği.....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1.1. Yumurta Üretiminde Lider Ülkeler.....	2
Çizelge 2.2.1.1. Bir Ortaboy Yumurtanın Kimyasal Bileşenleri	7
Çizelge 2.2.1.2. Yumurtanın Kabuk, Ak, Sarı Olarak % Kimyasal Bileşimi	7
Çizelge 2.2.3.1. Yumurtaların Ağırlık Farklılığı Baz Alınarak Kategorize Edilmesi.....	10
Çizelge 2.2.3.2. Yumurtaların TGKYumurta Tebliği Uyarınca Kategorize Edilmesi.....	10
Çizelge 3.2.4.5.4.1. Analitik Doğrulama Parametreleri.....	36
Çizelge 4.1. Araştırma Kapsamındaki Yumurtaların Kalite Parametreleri.....	39
Çizelge 4.2. Analizlenen Yumurtalarda Su (%), Kuru Madde (%), Lipid (%) Düzeyleri.....	39
Çizelge 4.1.1.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Lutein Ksantofillerin Düzeyleri.....	41
Çizelge 4.1.2.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Zeaksantin Ksantofillerin Düzeyleri....	43
Çizelge 4.1.3.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Kantaksantin Ksantofillerin Düzeyleri..	44
Çizelge 4.2.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde $L^*a^*b^*$ Renk Parametreleri.....	45
Çizelge 4.3.1.1. Isıl İşlem Muameleli Numunelerde Lutein Ksantofillerin Düzeyleri.....	47
Çizelge 4.3.2.1. Isıl İşlem Muameleli Numunelerde Zeaksantin Ksantofillerin Düzeyleri.....	49
Çizelge 4.3.3.1. Isıl İşlem Muameleli Numunelerde Kantaksantin Ksantofillerin Düzeyleri.....	50
Çizelge 4.4.1. Isıl İşlem Muameleli (Rafadan, Katı) Yumurta Sarılarında $L^*a^*b^*$ Renk Parametreleri.....	51
Çizelge 4.5.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Lutein / Zeaksantin Oranları*.....	55
Çizelge 4.6.1. Parti A'ya Ait Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri.....	57
Çizelge 4.6.2. Parti B'ya Ait Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları (r) Ve Düzeyleri.....	58
Çizelge 4.6.3. Parti C'ya Ait Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri.....	58
Çizelge 4.7.1. Tüm Yumurta Sarısı Partilerinde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri.....	66
Çizelge 4.8.1. Parti C'ya Ait Rafadan Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri.....	67

KISALTMALAR

a	: Kırmızılık Renk Parametresi
AEB	: American Egg Board
APCI-MS	: Atmosferik basınç kimyasal iyonizasyon kütle spektrometrik dedeksiyon
AMD	: Age-related maculer degeneration (maküler dejenerasyon)
b	: Sarılık Renk Parametresi
BHT	: Butillenmiş hidroksi toluene
C.I.E.	: Commission International de L'Eclairage
ÇDYA	: Çoklu Doymamış Yağ Asidleri
D	: Denklem
DHA	: Dokosahekzaenoik asit
DYA	: Doymuş Yağ Asidleri
EPA	: Eikosapentaenoik asit
GC	: Gaz Kromatografisi
HB	: Haugh Birimi
HDL	: Yüksek Yoğunluklu Lipoproteinler
HPLC	: Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
Hue	: Renk tonu
I.U	: İnternasyonal Ünite
KTK	: Kanola tohumu küspesi ,
Kor. Katsayısı	: Korelasyon Katsayısı
L	: Aydınlık derecesi (Lightness value)
LA	: Linoleik Asid
LA <i>n</i> -3	: Linolenik Asid
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoproteinler
L /Z	: Lutein /zeaksantin oranı
MTBE	: Metil tersiyer-bütıl eter
<i>n</i> -3	: Omega-3
<i>n</i> -6	: Omega-6
PER	: Protein etkinlik oranı
RCF	: Roche Renk Yelpazesi (<i>Roche Color Fan</i>)
TDYA	: Tekli Doymamış Yağ Asidleri
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
USDA	: United States Department of Agriculture
UV	: Ultraviyole
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

VIII

TEŞEKKÜR

Bu konunun seçiminde ve çalışmam boyunca bana her konuda destek veren bilgi ve yorumları ile bana yol gösteren saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Özlem TOKUŞOĞLU'na, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bugüne gelmemde maddi manevi yardımlarını esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu zamana kadar bana katkıları olan, bilgilerini ve yorumlarını sunan tüm hocalarıma da teşekkür ederim.

Kimyager irade ALAKIR

ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde tüketilmekte olan endüstriyel yumurtaların sarılarında lutein, zeaksantin, kantaksantin ksantofiller, geliştirilmiş yüksek basınçlı sıvı kromatografik-diiyod array (HPLC-DAD) yöntemle tespit edilmiş olup söz konusu yumurta sarılarının renk değerleri de Hunter-Lab kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Ortalama ağırlığı $61,04 \pm 0,22$ g ve sarı ağırlığı $17,84 \pm 0,13$ g olan orta boy çiğ yumurtaların sarılarında kuru madde bazında, lutein, $527,56 - 1144,74$ µg/yum.sarısı (ort. $915,24 \pm 1,42$); zeaksantin, $7,38-18,09$ µg/yum.sarısı (ort. $13,98 \pm 0,23$) ve kantaksantin, $7,73-18,81$ µg/yum.sarısı (ort. $11,70 \pm 0,10$) olarak belirlenmiştir. Çiğ yumurta sarılarında renk parametrelerini oluşturan L (aydınlık) değerinin $68,63-72,97$ (ort. $70,41 \pm 2,57$); a (kırmızılık) değerinin $25,20- 29,42$ (ort. $26,81 \pm 5,07$); b (sarılık) değerinin $74,29-77,50$ (ort. $75,16 \pm 4,70$) olduğu saptanmıştır ve istatistiki açıdan renk maddelerinin miktarları ile anlamlı düzeyde ilişkiler, korelasyon ve lineer regresyon parametreleri belirlenmiştir ($p < 0,01$).

Rafadan ve katı pişmiş yumurtada ısıtma işlemi etkisiyle renk maddeleri olan lutein, zeaksantin, kantaksantin düzeylerinin ve Lab renk parametrelerinin değişimlerinin de incelendiği araştırmamızda, yüzdesel ksantofil kayıpları saptanmıştır. Luteinin rafadan yumurta sarılarında %38,08, katı pişmiş yumurta sarılarında %51,32 oranında; zeaksantin rafadan formda %22,49, katı pişmiş formda %46,61 düzeyinde azaldığı, kantaksantin ise rafadan numunelerde %6,99 ve katı pişmiş numunelerde ise %45,80 düzeyinde azaldığı tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Isıtma işlemi süresi daha uzun olduğundan dolayı katı pişmiş formdaki kayıpların rafadana göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Lutein / zeaksantin (L/Z) oranları, çiğ numunelerde $59,34 / 1 - 71,48 / 1$ (ort. $65,47 / 1$) olarak belirlenirken rafadan formda $57,11 / 1$ ve katı pişmiş formda $65,19 / 1$ olarak saptanmıştır.

Belirlenen ksantofil miktarları ve renk değerleri ışığında, yumurta sarılarında rengi oluşturan kimyasalların düzeyi hakkında bir durum değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: HPLC-DAD, Hunter Lab, Kantaksantin, Lutein, Yumurta sarısı, Zeaksantin

ABSTRACT

In this study, lutein, zeaxanthine, canthaxanthine xanthopylls in industrial egg yolks consumed in our country were determined by developed high performance liquid chromatographic-diode array (HPLC-DAD) method and color data of the above-mentioned egg yolks was also determined by Hunter-Lab colorimetric method. In medium egg yolks that have 61.04 ± 0.22 g of average total weight and 17.84 ± 0.13 g of yolk weight; lutein, 527,56 -1144,74 $\mu\text{g/yolk}$ (avg. $915,24 \pm 1,42$); zeaxanthine, 7,38-18,09 $\mu\text{g/yolk}$ (avg. $13,98 \pm 0,23$) and canthaxanthine 7,73-18,81 $\mu\text{g/yolk}$ (avg. $11,70 \pm 0,10$) were determined, based on the dry weight. In raw egg yolk, color parameters containing 68,63-72,97 (avg. $70,41 \pm 2,57$) of L (lightness) value, 25,20- 29,42 (avg. $26,81 \pm 5,07$) of a (redness) value and 74,29-77,50 (avg. $75,16 \pm 4,70$) of b (yellowness) value were determined; the statistically comprehensible correlations were determined between those and the levels of color compounds and also established the correlation and the linear regression parameters ($p < 0.01$).

In our research that examined the alterations of lutein, zeaxanthine, canthaxanthine color compounds and of Lab color parameters in soft-boiled egg and hard-cooking egg through heat process effects, the percentage xanthopyll degradations were also detected. Lutein was decreased as 38.08% in soft-boiled yolk and as 51.32% in hard-cooking yolk whereas zeaxanthine was reduced as 22.49% in soft-boiled, as 46.61% in hard-cooking yolk and canthaxanthine was decreased as 6.99% and as 45.80% in soft-boiled and hard-cooking yolk, respectively ($p < 0,01$). Due to the long heat process, the degradations in hard-cooking form were higher than that of soft-boiled. In research content, lutein/ zeaxanthine (L/Z) proportions in raw egg yolks as 59.34 /1 - 71.48 /1 (avg. 65.47 /1) whereas in soft-boiled form as 57.11 /1 and in hard-cooking form as 65.19 /1.

From this point of view, with the determined xanthopyll amounts and color parameters, the position evaluation and interpretation was verified concerning chemicals levels which color formed in egg yolks.

Key words : HPLC-DAD, Hunter-Lab, Canthaxanthine, Lutein, Egg yolk, Zeaxanthine

1. GİRİŞ

Günümüzde 80 000 civarında kimyasal madde çeşitli amaçlar için kullanılmakta ve bu sayı her geçen yıl artmaktadır. 20. yüzyılın başında çoğu doğal kaynaklı olmak üzere bir kaç bin kimyasal madde kullanılmakta iken özellikle 1940'lardan sonra hızla artan bir eğilim göstermiştir. Yıl bazında kullanım olarak ele alınacak olursa; 1950 yılında 7 milyon ton/yıl olan dünya kimyasal madde üretimi 1985 yılında 250 milyon ton/yıl'a yükselmiştir. Bugünse bu rakam 400 milyon ton/yıl'a ulaşmıştır (1).

Gıda katkısı olarak gıda güvenliği açısından belirli önemi olmakla birlikte, kimyasal maddelerin yoğun ve nispeten kontrolsüz olarak kullanılmaya başlandığı yıllarda yapılan hatalardan insan sağlığı ve çevre zarar görmüştür (1). Gerek kimyasal maddelerin her alanda yoğun olarak kullanılmaya başlanması gerekse kontrolsüz kullanımın yarattığı ciddi sağlık ve çevre sorunları, toplumlarda kimyasal kullanımına karşı oluşan korku ve tepkinin nedenidir.

Toplumlarda en önemli sağlık göstergesi doğuştan yaşam beklentisi olarak da tanımlanan ortalama yaşam süresidir. 1900 yılında Dünya'da ortalama yaşam süresi iki cinsiyet ortalaması olarak 30 yaş iken, 1997 yılında 63 yaşa yükselmiştir. Bu rakamlar ABD'de 1900,1997 yılları için 49 ve 77'dir. Bu gelişmede başta ilaçlar, suyun sanitasyonunda kullanılan kimyasallar olmak üzere, insanlara kimyasalların da yardımıyla yeterli, kontaminasyondan korunmuş gıdaların temin edilebilmesinin de önemli payı vardır (1). Bu değerlendirmeler ışığı altında kimyasalların insan sağlığı ve çevre sağlığı için kontrollü kullanımının önemi ortaya çıkmaktadır.

Gıda ve yem katkı maddeleri, isteğe bağlı ilave edilen kimyasallar olup, gıda ve yem güvenliği için gerekli maddelerdir. Kontrollü ve dozunda olduğu zaman gıdada ya da yemde beslenme kalitesini arttırabilen, sağlık sorunlarını azaltabilen ve takviye edici olarak rol oynayabilen fonksiyonel etkileri bulunmaktadır. İnsan metabolizması ve fizyolojik fonksiyonları üzerinde olumlu etki yapabilecek besin öğeleri ile zenginleştirilmiş ya da olumsuz olabilecek öğelerden arındırılmış, daha sağlıklı bir yaşam için etkinlik gösteren gıda ürünlerine "*fonksiyonel gıda*" denir (2).

Yumurta, "*doğal fonksiyonel gıdalar*" sınıfına girmektedir.Yem rasyonunda kullanılan bileşenlerden dolayı bazı öğelerce daha zengin hale getirilen endüstriyel yumurtalar ise, "*zenginleştirilmiş gıdalar*" kapsamında ele alınabilmektedir. Özellikle endüstriyel çiftliklerde normal ve zenginleştirilmiş yumurta üretiminde, yem rasyonlarının analitik yöntemlerle tetkiki ve bileşenlerin dozunun kontrol altında tutulması son derece önemli olmaktadır.

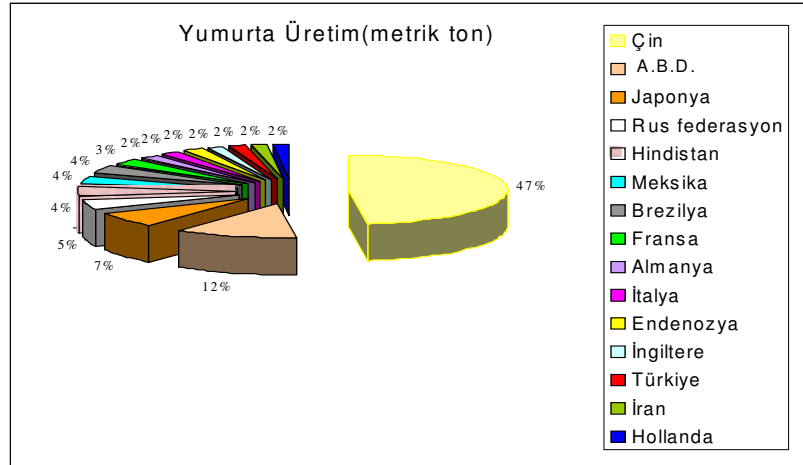
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yumurta Üretimi ve Bir Fonksiyonel Gıda Olarak Yumurta

Birlikte servis yapıldığı gıdanın besin değerini arttıran ve beslenmede geniş bir yere sahip olan yumurta, pişirme kalitesi açısından hamur oluşturma, kalınlaştırma, bağlama ve ingrediyen oluşturma amaçları için kullanım alanı bulmaktadır (3). 2002 yılı istatistiklerine göre, Türkiye, üretiminde 17.sırada bulunmaktadır.

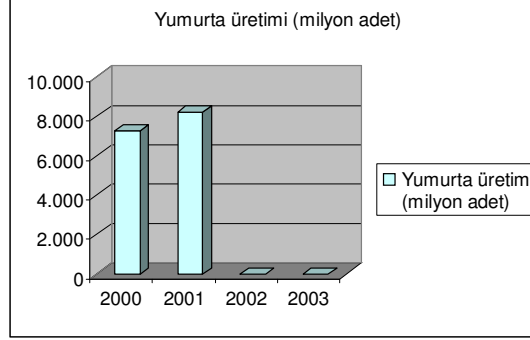
Çizelge 2.1.1. Yumurta Üretiminde Lider Ülkeler (1998 Yılı İtibariyle) (4)

Ülke	Üretim(metrik ton)
Çin	17.814.000
A. B. D.	4.724.000
Japonya	2.580.000
Rusya	1.700.000
Hindistan	1.611.000
Meksika	1.422.000
Brezilya	1.415.000
Fransa	954.000
Almanya	847.000
İtalya	751.000
Endonezya	664.000
İngiltere	645.000
Türkiye	630.000
İran	625.000
Hollanda	591.000

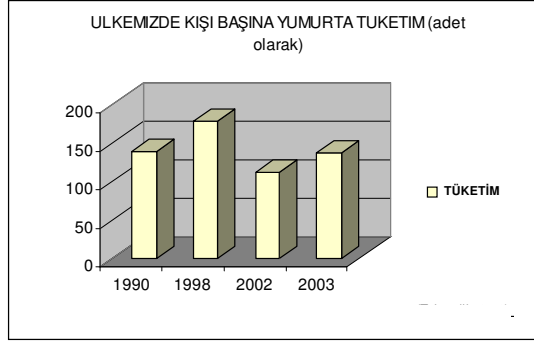


Şekil 2.1.1. Ülkeler Bazında Yumurta Üretimi (4)

1998 istatistiklerine göre yukarıda görülen ülkeler sıralamasına bakıldığında, yüzdesel olarak ülkemiz % 2'lik dilimde olup, % 47'lik dilimle en yüksek payı Çin almaktadır (2, 4). Yumurta, dünyada yaygın olarak kullanılan birkaç gıdadan birisi olduğundan dolayı yumurta sanayii, dünya gıda sanayiinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Başlıca yumurta üreticisi ülkeler Çin, ABD, Japonya, Rusya Federasyonu, Hindistan ve Brezilya'dır.



Şekil 2.1.2. Yumurta Üretimi (5)



Şekil 2.1.3. Yumurta Tüketimi (5)

1990 yılında 7.7 milyar adet olan yumurta üretimi, 1998 yılında 12 milyar adede ulaşmıştır. 1998 yılında ulaşılan bu üretim seviyesi yıllar süren bir krizin de başlangıcını oluşturmuştur (4).

Ülkemizde yumurta üretimi: Afyon, Balıkesir, Bursa, Çorum, İzmir, Kayseri, Konya ve Manisa İllerinde yoğun olarak sürdürülmektedir ve en büyük yumurta ihracatı da Çorum ilimizden gerçekleştirilmektedir.

Türkiye’de kişi başı yumurta tüketimi 1990’da 139 adet, 1998’de 177 adet iken, 2002 yılında 111 adede düşmüştür. 2003 yılında tüketim 137 adede yükselmiştir (5). 2000 yılı Dünya yumurta tüketiminde Hollanda kişi başı 19,7 kg tüketimle birinci sırada yer almaktadır. Kişi başı 100 g tüketim ile Tacikistan kanatlı etinde olduğu gibi bu sıralamada da sonuncu sırada yer almıştır. Türkiye 9 kg tüketimle listede 47.sıradadır (4).

Hayvansal kaynaklı başka hiçbir gıdanın yumurta kadar tüketilmediği ve çok çeşitli yollarla servise sunulmasının yanı sıra besleyici özelliğinin de olduğu düşünülecek olursa yumurta, fonksiyonel gıda sektöründe önemli bir yere sahiptir. Yumurta, ana besin bileşenlerini oluşturan protein, yağ ve karbonhidratların ilk ikisini önemli oranda içeren fonksiyonel bir gıdadır.

Doğal bir fonksiyonel gıda olarak kabul edilen yumurtanın elde edilmesinde yumurtacı tavukların beslenmesi sırasında kullanılan yemin bileşimi etkili olabilmektedir. Yumurtanın çeşitli bileşenleri açısından zenginleştirilmesi ile de zenginleştirilmiş yumurta (nutrasötik yumurtalar) elde edilebilmektedir (6).

Zenginleştirme kapsamında; omega-3’ce zengin, dokosahekzenoik asit (DHA) gibi uzun zincirli omega-3 yağ asitlerince zengin, konjuge linoleik asitce (CLA) zengin, çeşitli doğal ve sentetik antioksidanlarca (vitamin E, bitki antioksidanları, selenyum vb.) zengin yumurtalar üretilmektedir. Probiyotik madde ilavesi ile sağlıklı yumurta eldesini sağlayan probiyotik yumurtalar ve yine belirli karotenoidlerin (kantaksantin, astaksantin, beta-apo-8-karotenol ve lutein karotenoid karışımı) ilavesi ile sarı renk kalitesi iyileştirilmiş yumurtalar elde edilebilmektedir (6,7).

Kaliteli, tüketici tercihlerine uygun ve maliyeti yüksek olmayan yumurta üretmek ve aynı zamanda yumurtanın orijinal kalitesinden en az kayıpla tüketiciye ulaştırmak son derece önemli olduğu günümüzde; yumurtanın sarısının orijinal renk kalitesinden, lutein ve diğer karotenoidlerden ve doymamış yağ asitlerinden en az kayıpla tüketiciye ulaştırılması yine son derece önemli olacaktır ve bu anlamda bazı karotenoidler renk katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (8).

Karotenoidlerin antioksidan özelliklerinin olması ve bunların depolanmasıyla da artırılan renklilik daha sağlıklılığın da belirtici olmaktadır. Karotenoid grubunda yer alan lutein, zeaksantin, ve kantaksantin yumurta sarısının renginin belirginleşmesi için tavuk yemlerine uygulanmaktadır. Böylece yumurta üreticileri, yumurta sarısına yönelik tüketici beklentilerini karşılarlar. Tüketiciler sağlıklı yumurta sarılarını ararlar ve homojen yumurta sarısı renklerini tercih ederler. Tüketiciler aynı kutu içerisinde iki farklı yumurtanın sarılarının farklı renkte olduğunu gördüklerinde; daha soluk renkte olan yumurta sarısının daha az taze olduğunu yada yumurtaların daha az sağlıklı tavuklardan geldiğini düşünürler. Bu nedenle rengin homojenliği son derece önemlidir (6, 7, 9).

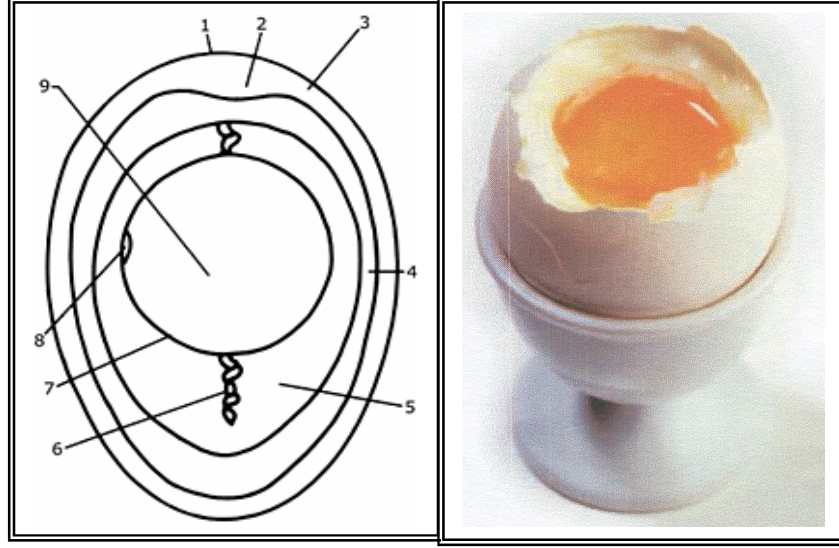
Yumurta sarısı pigmentasyonunu etkileyen faktörler, diyetle ilgili faktörler, tavuk fizyolojisi ve sağlığı, besin üretimi ve ürün özellikleri olarak sayılabilir. Burada diyetle ilgili faktör olarak yemin doğal ksantofil içeriği ve ilave edilen ksantofillerle zenginleştirilerek baskın renk oluşumu göz önüne alınır.

Kantaksantin, zeaksantin ve lutein karotenoidleri, yumurta sarısının renk bileşenleridir ve sağlık üzerinde de son derece önemli etkilere sahiptirler. Araştırmalar, bu pigmentlerin insan gıdası zincirine taşınmasının insan sağlığı için de faydalı olabildiğini göstermektedir (6, 7, 9). Özellikle de luteince zenginleştirilmiş yumurta nutrasötik özellikte olup göz sağlığı açısından son derece önemli olmaktadır ve yumurtalı gıdaların hazırlanmasında luteince zenginleştirilmiş gıda en son gündemde olmaktadır (6). Araştırma sonuçlarında özellikle lutein miktarının sınırdan veya düşük bulunursa orijin yumurta sarısında lutein miktarının artırılması yönünde önlemler alınabilir (Luteince zenginleştirilmiş yumurta ve pastörize sıvı yumurta). Lutein miktarının yüksek oluşu renkte daha fazla sarı renk oluşturur. Tüketici tercihleri açısından antioksidan etkileri yüksek olan, kalp ve damar sağlığı üzerinde olumlu etkileri ve anti kanser özellikleri olan karotenoid karışımı içeren yumurta sarısı veya pastörize sıvı yumurta sarısı önemli olacaktır. Lutein özellikle nutrasötik özellikte olup göz sağlığı açısından ve görüş vizyonu açısından son derece önemli olmaktadır. Lutein ve zeaksantin, yaşlanmaya bağlı olan maküler dejenerasyonu (görüş bozulmasını) azaltır. Lutein, katarakt riskini azaltır, koroner kalp rahatsızlıklarını (KKR) ve kanser risk faktörlerini indirgeyici özellikleri olan antioksidan bir maddedir. Araştırma bulguları, yüksek miktarda lutein alımının arterosikloz riskini azalttığını göstermektedir. Yumurta ksantofil maddeleri olan bu maddeler, yumurta sarısının fosfolipid matriksi içerisinde yer almaktadır (2, 7).

Yumurta sarısı ksantofillerinin, endüstriyel üretimlerde yem içeriği farklılıkları dolayısıyla farklı miktarlarda olabileceği düşünülmektedir ve ksantofillerce zenginleştirilmesi hedeflenecek olan fonksiyonel yumurtalarda standardizasyona gidilmeden önce genel durum değerlendirilmesini mümkün kılacak verilerin elde edilmesi önemli olacaktır. Yumurta sarısının renk bileşimini oluşturan ve yem rasyonları dolayısıyla değişkenlik gösterebildiği düşünülen ksantofil karotenoidleri izah etmeden önce yumurtaya, yumurtanın genel bileşim unsurlarına ve yumurta sarısına genel olarak bakış gerekli olacaktır.

2.2. Yumurtanın Genel Yapısı ve Yumurta Sarısı

2.2.1. Yumurtanın Genel Yapısı



Şekil 2.2.1. Yumurta Ve Genel Yapısı

1. Kabuk: Yumurtanın dış örtüsüdür ve büyük ölçüde kalsiyum karbonattan oluşur. Tavuğun ırkına göre beyaz yada kahve renkli olabilir. Kabuk kalınlığı, renk, yumurta kalitesi, tat, pişirme özelliği, besleyici değer özelliklerini etkilemez.

2. Hava boşluğu (hava cebi): yumurtlamadan sonrası yumurtanın içindekilerin yer değiştirmesine ve hava sirkülasyonuna yardımcı olan; yumurtanın sonunda büyükçe bir kısımdır. Yumurtanın yaşına göre büyüklüğü değişir.

3. Kabuk zarları:İki zar- Dahili ve dış kabuk zarları- Yumurta akını kuşatan, içeride ve dışarıda olmak üzere iki adettir. Bakterilerin içine nüfuz etmesine karşı koruyucu bir engel sağlar. Hava boşluğu bu iki zar arasındadır.

4. İnce yumurta albümini (beyaz): Kabuğa daha yakın yüksek kalite yumurtanın kalın beyazının etrafında yayılmalar gösteren kısımdır.

5. Kalın yumurta albümini: Yumurtada riboflavin ve proteinin önemli bir kaynağıdır. Stand (duruş) daha yüksek kalitedeki ve yumurtalarda ince yumurta albümininden daha azdır. Daha az kalitedeki yumurtalarda ince yumurta albümininden ayırt edilemez olur.

6. Şalaze (Chalazae): Yumurta beyazını bükülmüş bir halatın kollarındaki ip gibi sarar. Yumurta merkezinde yumurta sarısının sarsılmasını önler. Şalaze, tazeliğe işaret eder.

7. Vitellus (yumurta sarısı) kesesi: Yakınındaki yumurta sarısını çevreler.

8. Embriyo

9. Yumurta sarısı: Yumurtanın sarı kısmıdır. Tavuğun beslenmesiyle ilgili olarak çeşitli renkler gösterir fakat doğal içeriğe işaret etmez. Yumurta vitaminlerinin, mineraller, yağların ve proteinin yarısı kadarının önemli kaynağıdır (10).

Yumurta, beslenme açısından hayati önemi olan gıda bileşenlerini dengelemiş olarak içermekte olup bu bakımdan diğer gıdaların karşılaştırılmasında kriter olarak kullanılan özel bir gıdadır; protein ve lipidler gibi diyet açısından esansiyel olan bileşenleri içerir; özellikle yüksek kaliteli, sindirilebilir esansiyel amino asitleri içermektedir. Yumurtanın, kişinin günlük vitamin gereksiniminin büyük bir kısmını karşıladığı; A ve D vitaminlerinin yaklaşık %10-15'ini, B1 vitamininin %5-10'unu, B2 ve B5 vitaminlerinin %20'sini karşılayabildiği belirtilmektedir.

Çizelge 2.2.1.1. Bir Ortaboy Yumurtanın Kimyasal Bileşenleri (6, 11)

Bileşenler	Bütün	Beyaz	Sarı
Enerji (kkal)	75	17	59
Protein (g)	6,25	3,52	2,78
Toplam yağ (g)	5,01	0	5,12
Toplam karbonhidrat (g)	0,6	0,3	0,3
Yağ asitleri (g)	4,33	0	4,33
Doymuş yağlar (g)	1,55	0	1,55
Tekli doymamış yağlar (g)	1,91	0	1,91
Çoklu doymamış yağlar (g)	0,68	0	0,68
Kolesterol (mg)	213	0	213
Tiamin (mg)	0,031	0,002	0,028
Riboflavin (mg)	0,254	0,151	0,103
Niasin (mg)	0,036	0,031	0,005
B ₆ vitamini (mg)	0,070	0,001	0,0069
Folat (mcg)	23,5	1,0	22,5
Vitamin B12 (mcg)	0,50	0,07	0,43
Vitamin A (IU)	317,5	0	317
Vitamin E (mg)	0,70	0	0,70
Vitamin D (IU)	24,5	0	24,5
Kolin (mg)	215,1	0,42	214,6
Biotin (mcg)	9,98	2,34	7,58
Kalsiyum, Ca (mg)	25	2	23
Demir, Fe (mg)	0,72	0,01	0,59
Magnezyum, Mg (mg)	5	4	1
Bakır, Cu (mg)	0,007	0,002	0,004
İyot, I (mg)	0,024	0,001	0,0022
Çinko, Zn (mg)	0,55	0	0,52
Sodyum, Na (mg)	63	55	7
Manganez, Mn (mg)	0,012	0,001	0,0012

Fonksiyonel gıda ingrediye olarak kullanımının yanı sıra gıda teknolojisinde katkı maddesi olarak; emülsifiye edici ajanlar ve stabilizörler olarak kullanım alanı bulmaktadır (6, 7, 12).

Çizelge 2.2.1.2.,yumurtanın kabuk, ak ve sarı olarak yüzdesel bileşimini göstermektedir.

Çizelge 2.2.1.2. Yumurtanın Kabuk, Ak, Sarı Olarak % Kimyasal Bileşimi (6)

Uruslar	Tüm yumurta	Kabuk	Ak (Albümin)	Sarı
Ağırlık(g)	58,0	6	33	19
Su %	65,6	1,6	87,9	48,7
Kuru madde%	34,4	98,4	12,1	51,3
Protein %	12,1-13,4	3,1-3,3	9,7-10,6	15,7-16,6
Yağ %	10,5-11,8	Eser	0,03	31,8-35,5
Karbonhidrat %	0,3-1,0	-	0,4-0,9	0,2-1,0
Kül %	0,8-1,1	95,0-95,2	0,5-0,6	0,9-1,1

Numunelerde Ort.yum.ağır. 58 g

2.2.2. Yumurta Sarısı

Yumurta sarısı hem miktar bakımından hem de kimyasal bileşimi açısından yumurta akından çok farklıdır. Yumurta sarısı; % 48,7 su, % 31,8-35,5 lipid, % 15,7-16,6 protein, % 0,2-1,0 karbonhidrat ve % 1,1 oranında kül (mineral) içerir. Sarı veya sarı-kırmızı renktedir (Şekil 2.2.2.1.).



Şekil 2.2.2.1. Yumurta Sarısı

Yumurtanın sıvı ağırlığının yaklaşık %33'ünü oluşturan yumurta sarısı veya sarı bölümün yaklaşık %50'sini katı maddeler oluşturmaktadır ve katı kısmın en önemli bileşenleri, proteinler ve lipidlerdir. Yumurta sarısında sarı maddesi, germinal disk, latebra ve vitellin zarı bulunur. Sarının üzeri sarıyı yuvarlak şekilde tutan şeffaf ve ince bir zar (vitellin zar) ile kaplıdır. Bu zar, her iki kutupta yoğunlaşan helezoni birer bağ ile yumurtanın kutuplarına bağlıdır. Bu bağların görevi sarıyı orta yerde asılı tutmaktır. Vitellin zarın hemen altında beyaz veya açık renkli bir noktacık bulunur ve buna germinal disk veya blastodisk adı verilir. Blastodisk

döllenmenin gerçekleştiği kısım olup döllü yumurtalarda daha iri, düz ve yuvarlak; dölsüz yumurtalarda ise düzensiz şekillidir (6, 7).

Albenisi olan ve güzel görünüme sahip yumurta sarısı rengi, tüketici açısından önemlidir. Yumurta sarısının renk tonu; hayvanın tipi, yaşı, yöresel farklılıklar, yem rasyonundaki lizin düzeyi, yumurtacı tavukların beslenmesi (yetiştirme prosesi, yem katkılarının farklılıkları), yağlar ve antioksidanlar, vitamin A ve kalsiyum (Ca) tüketimi, antibiyotikler ve ilaçlar gibi bazı faktörlerle değişim göstermektedir (6, 13).

Yumurtadaki A, D ve E vitaminlerinin hepsi sarısında bulunmaktadır. Vitamin D (kalsiferol) içeriği açısından yumurta sarısı, balık karaciğeri yağlarından sonra ikinci sırada gelmektedir. Riboflavin ve niasin dışında yumurtadaki vitaminler yumurta sarısında beyazından daha yüksek düzeydedir. Yumurta sarısı proteinleri (lipovitellin, lipovitellemin, livetin, fosvitin) ve yumurta sarısı lipitleri ve doymamış yağ asitleri de önemli fonksiyonlara sahiptirler. Fosfor, manganez, demir, iyot, bakır ve kalsiyum, beyaza oranla sarıda daha fazladır. Yumurtadaki mevcut çinkonun hemen tamamı yumurta sarısındadır (6, 7).

Yumurta sarısında beyin fonksiyonları için önemli olan fosfolipidler ve kolin (asetilkolin) bulunmaktadır. Kolin barsaklardan kolaylıkla emilir ve kan-beyin bariyerini geçebilen yegane vitamindir. "Hafıza vitamini" de denilen kolin bu özelliği ile beyindeki kimyasal olaylarda rol almaktadır ve sinirlerdeki iletilerde önemli görevi olan asetilkolin maddesi için gerekli bir moleküldür. Yağ metabolizmasında görevli olan kolin, hücre fonksiyonlarının gerçekleştirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Yumurtanın sarısı emulsifiyer özellik gösterir ve mayonez vs. gıdalarda emulsifiye edici özelliği gösteren yumurta sarısındaki lesitin olmaktadır (6, 7).

Yumurta sarısının kalitesi, "**sarı indeksi**" ile ölçülür.

Sarı İndeksi= (Yumurta sarısı yüksekliği (mm) / Yumurta sarısı çapı (mm) *100
Yumurtalarda sarı indeksinin 46'dan yüksek (>46) olması istenir. Yumurta iç kalitesini etkileyen önemli özelliklerden olan yumurta sarı rengi tüketici taleplerine göre değişebilmektedir. Yumurtalar sarı ve beyazı kendine özgü tat, renk ve kokuda olmalı, küflü, bozuk ve çürük olmamalıdır (6, 14, 15).

2.2.3. Yumurtaların Boy Sınıflaması

Yumurtalar kullanılma maksadına göre gruplara, özelliklerine göre sınıflara, ağırlıklarına göre boylara ayrılır. Çizelge 2.2.3.1 ve Çizelge 2.2.3.2 yumurtaların ağırlıklarına göre sınıflandırılmalarını vermektedir (6, 14, 15).

Çizelge 2.2.3.1. Yumurtaların Ağırlık Farklılığı Baz Alınarak Kategorize Edilmesi (15)

Yumurta Büyüklüğü	Ağırlık	Kalori (cal)
Jumbo	68 - 72 g	94
Ekstra Büyük	61 - 68 g	84
Büyük	51 - 61 g	75
Orta	43 - 51 g	66
Küçük	43 yada az	<60

Çizelge 2.2.3.2. Yumurtaların TGKYumurta Tebliği Uyarınca Kategorize Edilmesi (16)

Ağırlık Grubu	Ağırlık	100 Yumurtanın Min. Ağırlığı (g)	360 Yumurtanın Min. Ağırlığı (g)
1	≥ 70	7	25, 20
2	65 – 70	6,6	23,76
3	60 – 65	6,1	21,96
4	55 – 60	5,6	20,16
5	50 – 55	5,1	18,36
6	45 – 50	4,6	16,56
7	≤ 45	$\leq 4,5$	$\leq 16,56$

2.3. Üründe Renk Kavramı ve Renk Ölçüm Sistemleri

2.3.1. Gıda Ürünlerinde Rengin Önemi

Bir gıda ürününün ilk kalite kontrolü rengine bakılarak gözle yapılmaktadır. Gıda kalitesi hususunda karar vermede en etkili görünüş özelliği, renk ve parlaklıktır. Tüketicinin bir gıdayı kabulü öncelikli olarak renk ve parlaklığından ötürü olmaktadır. Gıdalardaki renklerle lezzet, olgunluk ve kalitesizlik, bozukluk ilişkilendirilmeleri kurulur (17).

Renk, gıdanın lezzet algısını etkileyebilmektedir. Renk ölçümleri ürünleri sınıflandırmada önem taşımaktadır. Gıda degüstatörlerine, kararlarını renkten ziyade lezzet üzerine verebilmeleri için, tadım testi oturumlarında gıdanın rengini gizlemek için farklı renkte ışıklar kullanılmaktadır (17).

Bir başka açıdan ele alınacak olursa, tüketici belirli gıdaların belirli renklerde olması istemindedir. Bu nedenle çoğu gıda üreticisi gıda maddelerine renk maddesi (boyar maddeler) ilave etmeye yönelmektedir (17, 18).

2.3.2. Renk Kavramı ve Renk Ölçümünde Kullanılan Parametreler

Renk ölçümünde 3 parametre esas alınır (17).

1. Aydınlik derecesi (*Lightness value*) (L): Spesifik dalga uzunluğuna bağlı olmaksızın, emilme ve yansımanın ilişkisine aydınlık derecesi (*lightness value*) (L) denir

2. Renk tonu (*Hue*): Renk tonu, bir rengin en açıklık karakteristiğidir. Radiant enerji bir cisim tarafından belli dalga uzunluklarında, diğer dalga uzunluklarından daha fazla absorblanırsa; insan renk olarak adlandırdığı etkiyi algılar. Buna fiziksel olarak baskın dalga uzunluğu, duyuşsal olarak da "renk tonu (*Hue*)" denir (17).

3. Kroma: Işığın belirli bir dalga uzunluğunda yansıma miktarı rengin üçüncü önemli özelliğidir. Buna fizik terimi ile saflık, aralık; fizyoloji terimi ile yoğunluk, koyuluk veya genellikle "kroma (doğgunluk)" denir (17).

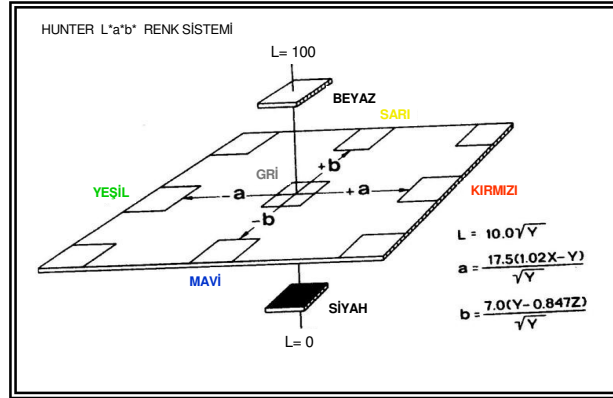
2.3.3. Renk Ölçüm Sistemleri

Renk ölçüm sistemleri, C.I.E. Renk Sistemi, Munsell Renk Sistemi, Hunter $L^*a^*b^*$ Renk Ölçüm Sistemi (Color Difference Meter), Kısaltılmış Renk Ölçüm Yöntemleri ve Spektrofotometrik Yöntemler, Karşılaştırma Esaslı Renk Ölçüm Yöntemleri (Renkli karşılaştırma çözeltileri, Renkli cam filtreler, Renkli plastik standartlar, Renk skalaları ve göstergeleri), Bilgisayarlı Renk Ölçüm Sistemi (RGB Sistemi) ve Duyusal Renk Ölçüm

Sistemi olarak 8 grupta incelenmektedir. Gıda sektöründe en fazla kullanılan sistemlerden birisi Hunter $L^*a^*b^*$ renk ölçüm sistemidir.

Hunter $L^*a^*b^*$ Renk Ölçüm Sistemi (Color Difference Meter)

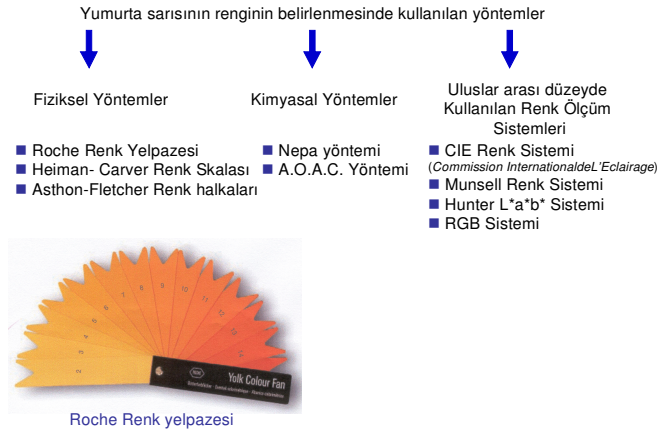
Hunter'in 1952'de geliştirdiği 3 ölçümlü fotoelektrik kolorimetre, gıda endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Fotoelektrik kolorimetre ile renk ölçümü, spektrofotometrik yöntemle göre daha maliyeti düşük olan, daha pratik, ve hızlı sonuç verebilen bir sistemdir. Hunter sistemi CIE $L^*a^*b^*$ sistemine benzerlik göstermektedir. Hunter sistem, 3 ayrı daire ve özenle seçilmiş filtre ve fotosellerden oluşmaktadır. CIE sisteminin x,y,z fonksiyonlarına yakın değerler elde edilmesini sağlamaktadır. Maddenin rengi Hunter Lab değerleri ile ifade edilir. **L** değeri aydınlık değeridir; **a** değeri kırmızı ve yeşilliği ve **b** değeri sarı ve maviliği ifade etmektedir (17).



Şekil 2.3.3.1. Hunter Renk Sistemi (17)

2.3.4. Yumurta Sarısının Renk Tayininde Kullanılan Yöntemler

Yumurta sarısının renginin saptanmasında fiziksel yöntemler, kimyasal yöntemler ve uluslararası düzeyde kullanılan ve yukarıda izah edilen renk ölçüm sistemleri kullanılmaktadır ancak sıklıkla kullanılan iki önemli yöntem; “Roche Renk Yelpazesi” ile belirleme ve “*Hunter L*a*b* Renk Sistemi*” ile belirleme (Colorguard Cihazı ile analiz) yöntemleridir (Şekil 2.3.4.1) (17).



Şekil 2.3.4.1 Yumurta Sarısı Rengini Belirlemede Kullanılan Uygulamalar (17,19,20-23)

2.4. Yumurtada Mevcut Renk Maddeleri

2.4.1. Karotenoidler

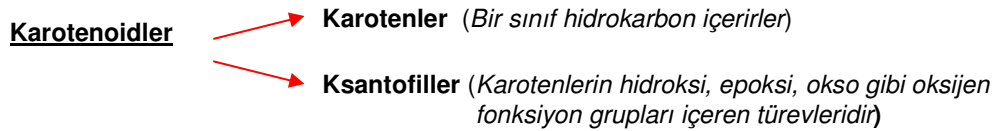
Yumurtada, tüketiciler genellikle altın renginden portakal rengine kadar değişen sarı renkleri tercih ederler. Yumurta sarısının rengini KSANTOFİLLER olarak bilinen OKSİKAROTENOİDLER oluşturur. Yumurta sarısının renk bileşiklerine değinmeden önce “Karotenoidlerin” irdelenmesi yerinde olacaktır.

Karotenoidler, genel olarak yağda çözünen bitkisel ve hayvansal ürünlere sarıdan kırmızıya kadar renk veren ve doğada 100.000.000 kadar farklı tonu bulunan bitkisel maddelerdir. Karotenoidler, polien hidrokarbonlar olup 8 adet izomer ünitesinden oluşurlar ve 40 karbon (C) atomu içeren iskelet yapısına sahiptirler. Karotenoidler, isimlerini ilk kez izole edildikleri havucun latince isminden (*Dautus Carrota*) almışlardır. Yalnızca bitkilerce sentezlenebilen karotenoidler, hayvansal dokulara ancak yemler ve besleme aracılığı ile geçerler ve hayvansal dokuda modifiye edilerek depo edilirler. Özellikle yumurta sarısının rengi bu şekildeki karotenoidlerden oluşmaktadır. Yeşil yapraklı bitkilerin bileşiminde de karotenoidler bulunur ancak klorofille maskelenmiş haldedirler (24).

C₄₀ karotenoidlerin temel kimyasal yapıları, hidrasyon, dehidrasyon ve/veya siklizasyon vasıtasıyla farklı karotenoidler oluşmaktadır. Siklizasyon reaksiyonları, 1 veya 2 uç grupta gerçekleşebilir. Yaklaşık 60 farklı uç grup ve yaklaşık 600 adet karotenoid bilinmektedir.

Karotenoidlerin adlandırılmaları C-9 uç grubundaki farklılıklara dayalı olarak yapılır ve Yunan alfabesindeki harflerle belirtilir. Beta-karoten gıda ve beslenme açısından en önemli karotenoid olup doğada yaygın olarak mevcuttur. Doğada yaygın olan diğer karotenoidlere örnek olarak, fukoksantin (alglerde yoğun bulunur), lutein, violaksantin, neoksantin'dir (25).

Karotenoidler, 2 ana grupta incelenmektedir:



2.4.1.1. Karotenoidlerin Özellikleri

- * Apolar çözücülerde ve sıvı yalarda iyi çözündükleri halde, suda çözünmezler ve bu nedenle “lipokrom” maddeler olarak sınıflandırılırlar (2, 26).
- * Karotenoidler, bitkisel dokularda serbest halde (kristal veya amorf) veya yağlı ortamda çözülmüş halde bulunurlar. Ayrıca, yağ asitleriyle ester halinde ve şekerlerle ve proteinlerle de

birleşmiş halde de bulunabilirler. Örnek olarak verilecek olursa; kapsantin (biberin yapısındaki karotenoid), bir laurik asit esteridir ve birçok meyve, çiçek ve bakteride karotenoid esterleri söz konusudur. Krosetin (safran bileşimindeki karotenoid), şekerlerle glikozidik bağlarla bağlanmış formdadır ve bu tip bileşikler bakterilerde de bulunabilmektedir. Astaksantin (kırmızı renkli karotenoid) proteinlerle kompleks oluşturduğunda renkleri maviye döner ve karotenoidlerin proteinlerle oluşturduğu bu tip kompleksler, bazı meyve ve sebzelerde ve bazı yeşil yapraklı ürünlerde bulunabilmektedir (2, 26).

* Karotenoid grubu maddeler, ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdır ancak yüksek sıcaklıklarda stabildirler. Söz konusu ortamda, oksijen ve ışık bulunmaması halinde ürünün pişirilmesi ve haşlanması halinde bozulmazlar (2, 6).

2.4.1.2. Karotenoidlerin Kimyasal Yapı Baz Alınarak Sınıflandırılması

Karotenoidler, metil grupları eklenmiş, konjuge çift bağları bulunan doymamışlık derecesi yüksek moleküllerdir ve alifatik zincir yapısında olup, kimyasal yapılarına göre 4 ana grupta sınıflandırılırlar (27)

1. Karotenoid Hidrokarbonlar
2. Karotenoid Alkoller (Ksantofiller)
3. Karotenoid Ketonlar
4. Karotenoid Asitler

β -Karoten bu gruplardan "karotenoid hidrokarbonlar" grubuna ($C_{40}H_{56}$ yapısı) girerken, **zeaksantin** [$C_{40}H_{55} (OH)_2$] ve **lutein** [$C_{40}H_{55} (OH)_2$] karotenlerin okside ve hidroksi türevleri olan "karotenoid alkoller" ($C_{40}H_{55}OH$ yapısı) grubuna girmektedir. **Kantaksantin** ise keto karotenoidler olarak adlandırılan "karotenoid ketonlar" grubunda yer almaktadır.

Karotenoidlerin rengi, karotenoid molekülündeki konjuge çift bağların varlığından dolayı olmaktadır. Moleküldeki konjuge çift bağların sayısı arttıkça, majör absorpsiyon bantları, daha uzun dalga boylu bölgeye kayar ve renk tonu (hue) daha kırmızılaşır (2, 6, 17).

2.4.1.3. Karotenoidlerin Önemi ve Biyolojik Fonksiyonlar

Karotenoidler bitkilerde fotosentez için elzemdir, ışığı soğurur ve yıkıcı ışık oksidasyonlarına karşı koruyucu görev yapar. Oksijenli ortamda fotosentezin karotenoid olmadan gerçekleşmesi imkansızdır

- * Karotenoidler, bitkiler ve alglerin fotosentezine destek sağlar.
- * Bazı karotenoid grupları antioksidan etkili olup hücreleri dejeneratif rahatsızlıklardan korurken bazı grup karotenoidler ise provitamin A aktivitesine sahiptir.
- * Dokuları, ışıktan koruma etkisine sahiptirler.

- *Görüş (vizyon, görme) prosesi foksiyonunu sağlar ve göz sağlığı açısından olumlu etkileri söz konusudur.
- * Doku yenilenme prosesi fonksiyonunu sağlar (Hücre yenileme).
- * İmmün (bağışıklık) sağlama ve koruma proseslerinde görevlidir, hücre tahribini geciktirir.
- * Hayvanlar arasındaki iletişimde atraktif (cazibeli) görünüme (parlaklık vs.). katkıda bulunur (6, 28).

Bitkiler, CO₂ ve sudan organik madde sentezi için enerji kaynağı olarak ışığa gereksinim duyarlar. Karotenoidler, bitkide klorofillerin ışık spektrumu kullanılabilirliğini arttırlar.

Karotenoidler, insan sağlığı için çok önemli etken teşkil eder. Beta-karoten ve diğer karotenoidlerin günlük A vitamini ihtiyacının karşılanmasındaki önemleri yıllardır bilinmektedir. Çok yakın zamanda karotenoidlerin ciddi hastalıklara karşı; örneğin, kanser, kalp krizi ve göz hastalıkları gibi rahatsızlıklar üzerindeki etkisi fark edilmiştir ve bu durum karotenoidlerin antioksidan (oksidan giderici) ve bağışıklık sistemi üzerindeki düzenleyici etkisine yönelik araştırmaların ivme kazanmasını sağlamıştır (29-31).

Geçerli olan karotenoid araştırmaları bitki fizyolojisi, gıda bilimi, çevre bilimi, taksonomi, endüstriyel kimya, biyoteknoloji ve tıbbi araştırmalar gibi geniş bir ilgi alanına hitap etmektedir. Yapılacak tüm çalışmalar, iyi bir karotenoid kimyası ve güvenilir analitik analiz metotlarına dayandırılmalıdır.

2.4.1.4. Karotenoidlerin Antioksidatif Yeteneği

Işık, bitkilerde prosesleri tetikler. Bitkilerdeki ışık tetikli prosesler, reaktif oksijen türlerini (singlet oksijen vb.) üretir ve karotenoidler, oksidatif dejenerasyon proseslerinden sorumlu serbest radikallerin oluşumunu önlerler. Serbest radikallerin elimine edilmesi yeteneği, bir karotenoid molekülündeki konjuge çifte bağların sayısının bir ölçütüdür yani çifte bağların sayısının artışı ile artar (7, 32, 33).

Karotenoidlerin antioksidan etkileri; 1. Serbest radikalleri sönmümesi ve 2. radikallerin yol açabileceği zincir reaksiyonlara karşı koruma sağlaması ve/veya oluşmuş olan zincir reaksiyonlarını sonlandırması şeklindedir (7). Antioksidanca zengin gıdaların tüketimi vasıtasıyla ve antioksidanların diyetel alımı optimize edilerek antioksidan kapasitesi artırılabilir (34). Güçlü antioksidan etkinliği olan karotenoidlerin en önemlileri β -karoten, astaksantin, lutein, likopen, zeaksantin, kantaksantindir.

2.4.1.5. Karotenoidlerin Belirlenmesinin Gıda Sektörü Açısından Önemi

Kimyasal yapılarından dolayı antioksidatif etkileri olan ve belirli türleri vitamin A aktivitesi de gösteren karotenoidlerin gıda bileşiminde yer alması olumlu sağlık etkileri sağladığı için öncelikle önemlidir. Kalp ve damar rahatsızlıkları riskine yol açan risk faktörlerini azaltıcı etkileri ve bazı otoimmün rahatsızlıkları önleyici etkilerinin yanı sıra, bazı kanser türlerine neden olan faktörleri önleyici etkileri rapor edilmektedir (30, 31). Gıda bileşimindeki miktarların tespiti, beslenme kalitesi ve besin etiketi açısından önem taşımaktadır. Renk, bir çok gıda için önemli bir kalite unsurudur. Gıdada belirgin rengi sağlayan, majör renk bileşenlerinden olmalarından dolayı, gıdanın renk kalite parametresine katkıda bulunurlar.

Karotenoidlerin düzeyi, ürünün olgunluğu ile artar ve türe göre değişir (35). Karotenoid grubu maddelerin miktarı, birçok gıda maddesi için kalite kriteri olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca ürünlerin genotiplerinin (varyete farklılığının), bölgesel kökeninin farklılaştırılmasında önemli parametrelerdir ve otantik ürünlerin belirlenmesinde karotenoid parmak izi analizi kullanılabilir. Bitkisel ürünlerin saflık değerinin teşhisinde de karotenoid profilleri ve polifenolik profillerin önemi bildirilmektedir (36, 37, 38).

2.4.1.6. Yem Katkısı Olarak Karotenoidlerin Kullanımı

Yem katkısı olarak kullanılan karotenoidler, biyolojik materyallerden ekstraksiyon yöntemiyle (doğal ekstrakt) yada kimyasal organik sentez vasıtasıyla sentetik olarak üretilirler (sentetik ekstrakt) (3).

E 160a (i) (β -Karoten), yenilebilir bitkiler (örneğin alfalfa vb.), çim, ot, luzerne yada alglerden (*Dunaliella salina*), ısırgan ekstraktlarından elde edilir ve doğal olarak yanında küçük karotenoidleri getirir (Karoten karışımı) (örneğin α -karoten). E160 a (ii) (β -karoten) [alg (*Dunaliella Salina*) ekstraktı] olmaktadır. E 160b (Annatto, Biksin, Norbiksin), E160c (Kapsantin) (kırmızı biber ekstraktı), E 160d (likopen) (domates ekstraktı), E160e (β -Apo-8'-karotenol) (sentez) ve E 160f (β -Apo-8'-karotenoik asit ester) (sentez) olmaktadır. Kırmızı biber ekstraktlarının (E160c) renklendirme prensibi kapsorubin ve çeşitli küçük karotenoidlerle beraber gelen kapsantindir (3, 9). Ksantofil grubunun bir üyesi olan lutein (E 161b), kadife çiçeği (Marygold plant) (*Tagetes erecta*)'dan, yenilebilir bitkilerden, çim ve ısırgan'dan ekstrakte edilerek elde edilmektedir (2, 28). Beta karoten dışında ticari olarak üretilen yem katkıları olarak; β -apo-8'-karotenol (apo karotenol), E 161g (kantaksantin) (sentez) verilebilir (2, 6, 39).

Hayvan yeminin renk maddesi içeriğine göre hayvansal yağlardaki karotenoid miktarları da değişmektedir. Yeme katkı olarak ilave edilirken, koruyucu önlemlere dikkat edilmelidir; rasyonu oluşturan bileşimlerden gelen karotenoidler de söz konusu olacağından rasyonun bileşimindeki karotenoid katkısı miktarları, son derece önemlidir (6)

2.5. YUMURTA SARISINDAKİ KAROTENOİDLER

Tavuklar, renk maddelerini organizmalarında sentezleyemezler. Yumurtacı tavuklar, besleme vasıtasıyla yemden organizmalarına aldıkları renk maddelerini (lutein, zeaksantin, kantaksantin, kriptoksantin, ekinenon, violaksantin, neoksantin) içeren karotenoidleri bünyelerine alırlar yumurta sarısına aktarırlar (22, 40).

Yumurtacı tavuklardan elde edilen yumurtaların sarısının rengi, bu renk maddelerinin yem rasyonundaki düzeyine bağlı olmaktadır ve de yemdeki miktarın %10-14 kadarı yumurta sarısına geçebilmektedir (41). Yemlerle sağlanan renk maddelerinin, yumurta sarısındaki etkileri 2.yumurtadan itibaren görülmeye başlar ve 9-12 gün içerisinde en yüksek miktarına ulaşır. Karma yemlerden renk maddelerinin geçişi etkisi ise daha yavaş görülür ve 9-10 gün içerisinde yumurta sarısının rengine geçer (42, 43).

2.5.1. Yumurta sarısı pigmentasyonunu etkileyen faktörler

Yemleme ile hayvana verilen renk maddelerinin hayvanın metabolizmasında yumurta sarısı pigmentasyonu için absorblanması bazı faktörlere dayalı olarak değişir. Bu faktörler, direkt olarak renk maddesinin orijini, karma yemi oluşturan komponentler (bileşenler), hayvanların genetik yapısı, sağlığı ve yaşı ve de çevresel etmenler olmaktadır. Yumurta sarısı pigmentasyonunu etkileyen faktörler irdelenecek olursa (6, 44);

a. Diyetle ilgili faktörler: Uygulanan ürünün dozu ve türü; yemin doğal ksantofil içeriği (rasyonu oluşturan besin maddelerinin çeşitliliği); yemin yağ türü ve yağ kalitesi (ksantofiller yağ da çözünen maddeler olduğu için yağ bileşimi ve oksidasyon açısından yağ kalitesi son derece önemlidir); yağın gosipol (pamuk yağı biyoaktif maddesi) içeriği (kahverengileşmeye neden olur); yemin enerji düzeyi; emülsifiyerlerin varlığı; yemin antioksidan içeriği [vitamin E (tokoferol), rosmarinik asit, karvakrol, etoksikuin vs.]; yemin kalsiyum (Ca) içeriği; yarışmalı sübstitüentler (Vitamin A > 25000 IU/kg); yemde mikotoksinlerin varlığı (plazma karotenoidlerini azaltır), zararlı mücadelesindeki uygulamalar (solucanlar için uygulanan piperazin yada *coccidiaya* karşı uygulanan nikarbazin kahverengi ve yeşil renge oluşumuna yol açar).

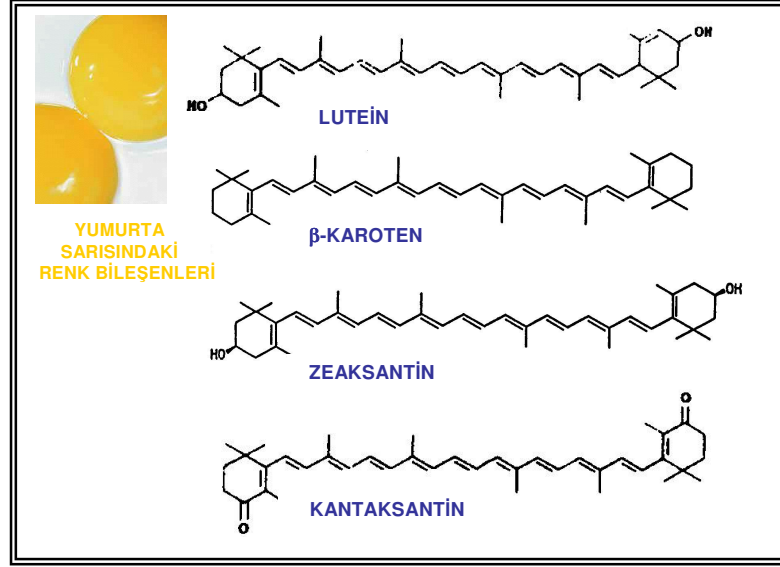
b. Ürün Özellikleri ilgili faktörler: Yeme uygulanan karotenoidlerin A vitamini aktivitesi; hazırlanan premiksin stabilitesi, standardizasyonu ve depolama; yemin formatı (pellet vs), fiziksel hali (kristal boyutu, yüzey alanı, topaklaşma durumu vs.).

c. Yumurtacı tavuğun fizyolojisi ve sağlığı: Tavuğun yaşı (kuluçka döngüsündeki kademe); çiftleşme potansiyeli; gıda absorblama durumu; sindirim alanının yüzey kısmının durumu; enzimsel sindirim kapasitesi; tavuğun hastalık ve parazit içerme durumu.

d. Çevresel faktörler: Ortamın sıcaklığı (iklim); ortamın bağıl nem durumu olmaktadır.

2.5.2. Yumurta Sarısı Renk Bileşenleri

Yumurta sarısının mevcut rengine luteinin tek başına katkısı, yaklaşık %70 civarındadır ve “**yumurta sarısının etkin renk bileşeni lutein**” olmaktadır. Luteini takiben diğer önemli renk bileşeni zeaksantindir. Lutein ve zeaksantinin yanı sıra, yumurta sarısının rengine etkili olan diğer bileşenler; karoten, kantaksantin, kriptoksantin ve kapsantin olmaktadır (60).



Şekil 2.5.2.1. Yumurta Sarısındaki Önemli Renk Bileşeni Karotenoidler (6)

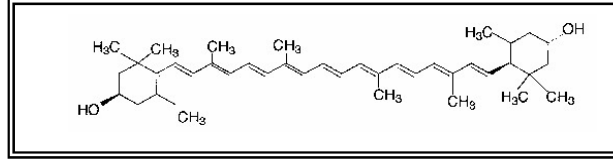
2.5.2.1. Lutein ve Zeaksantin

Lutein ve stereo izomeri zeaksantin, karotenoidlerin ksantofil familyasının üyeleri olmaktadır ve benzer kimyasal yapılarından dolayı birlikte incelenmektedirler. Moleküler düzen farklılığından dolayı bazı fiziksel özellikleri farklı olmaktadır. Lutein ve zeaksantin, karotenlerin oksit ve hidroksi türevleridir ve beta-karoten, alfa-karoten ve beta-kriptoksantin tersine, vitamin A provitamini olmayan, renk maddeleridir (45, 46, 47).

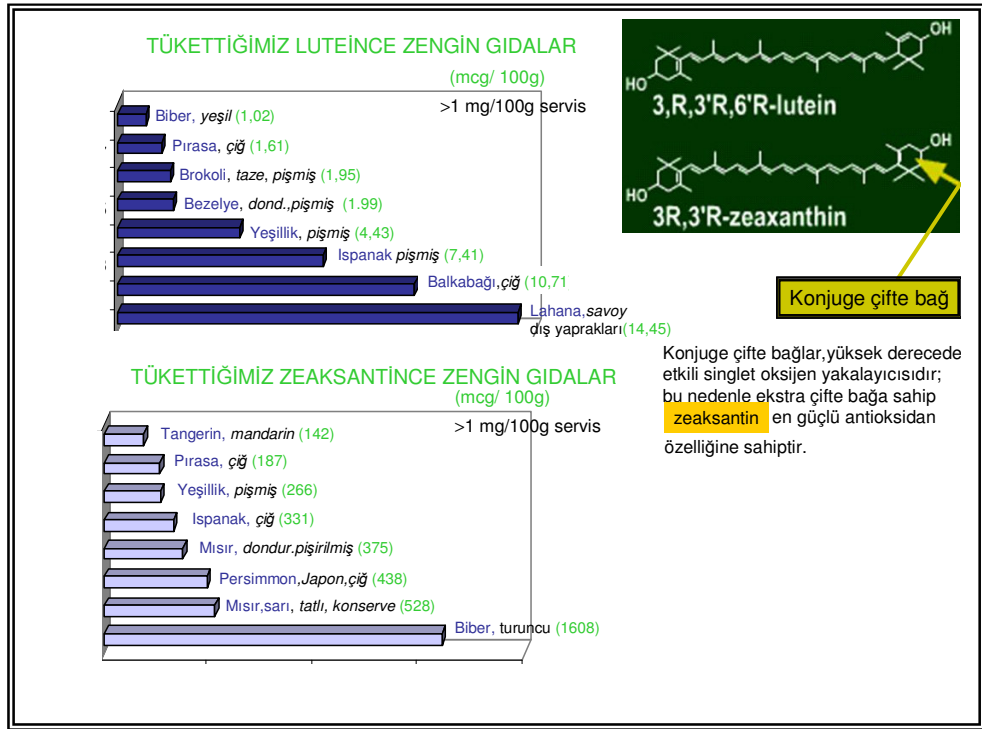
Lutein ester, *trans*-lutein olarak da bilinen ve $C_{40}H_{56}O_2$ kapalı formülüne sahip luteinin molekül ağırlığı 568,871 g/mol dır. Kristal formda bulunan lutein, kırmızı-turuncu renge sahiptir .Organik çözücüler ve yağda çözünmesine rağmen lipofilik bir molekül olması nedeniyle suda çözünmez (34, 45, 48, 49).

UV ışığı absorblayan ve canlılar için antioksidan özellik gösteren lutein, koyu yeşil yapraklı sebzelerde özellikle de ıspanak ve brokoli de bulunur (50). Ayrıca bazı meyvelerde,

çiçeklerde ve yoğun olarak kadife çiçeğinde de bulunmaktadır. Lutein esterlerinin sabunlaşmasıyla yaklaşık olarak ağırlıkça 2:1 (hacim/hacim) oranında lutein oluşur. Konjuge çift bağlarından kaynaklanan uzun kromofor grupları nedeniyle farklı ışık absorpsiyonları gösterir.



Şekil 2.5.2.1.1. Luteinin Açık Yapı Formülü (45)



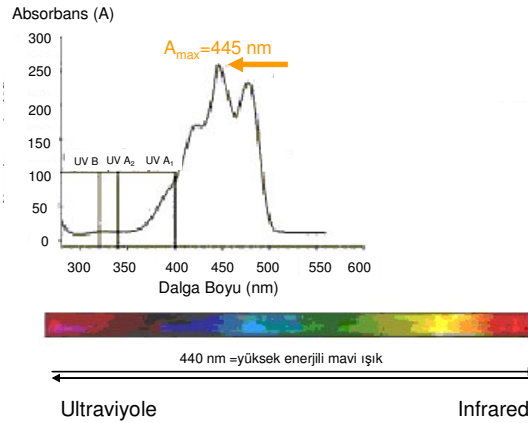
Şekil 2.5.2.1.2. Tükettiğimiz Lutein Ve Zeaksantince Zengin Gıdalar (6,51)

Lutein ve zeaksantin maküler dejenerasyon riskini azalttığı bildirilmektedir (32, 52-55). Şekil 2.5.2.1.2.'de tükettiğimiz gıdalar arasında lutein ve zeaksantince zengin olan gruplar görülmektedir (Şekil 2.5.2.1.2). Özellikle koyu yeşil yapraklı sebzelerde yüksek oranda bulundukları saptanmıştır. Luteinin (E161 b) bazı bitkilerde (alfalfa) (luzerne) ve çiçeklerde (kadife çiçeği) (marygold) yoğun ölçüde bulunmaktadır. Kadife çiçeğinde (marygold) yağ asitleri

gruplarıyla açillenmiş pozisyonda bulunmaktadır. Sıklıkla tükettiğimiz gıdalarda lutein, lahana (savoy) dış yapraklarında, balkabağında, yumurta sarısında, ıspanakta, diğer yeşil yapraklı sebzelerde (bezelye, brokoli, pırasa vb.) ve yeşil biberde yoğun miktarda; zeaksantin özellikle turuncu biberde, sarı mısırda, yeşil yapraklı sebzelerde (ıspanakta, pırasa vb.), yumurta sarısında, tangerinde (mandarinde), kivide, kırmızı biberde ve bazı balkabağı türlerinde yoğun miktardadır (Şekil 2.5.2.1.2.) (6,56, 57).

Lutein ve zeaksantin, sarıdan turuncuya, turuncumsu kırmızıya değişen renklere sahiptir ve yeşil yapraklı bitkilerdeki renkleri, klorofil tarafından maskelenir (24). Sonbaharda klorofil konsantrasyonunun düşüşü ile birlikte bunların rengi açığa çıkar (6).

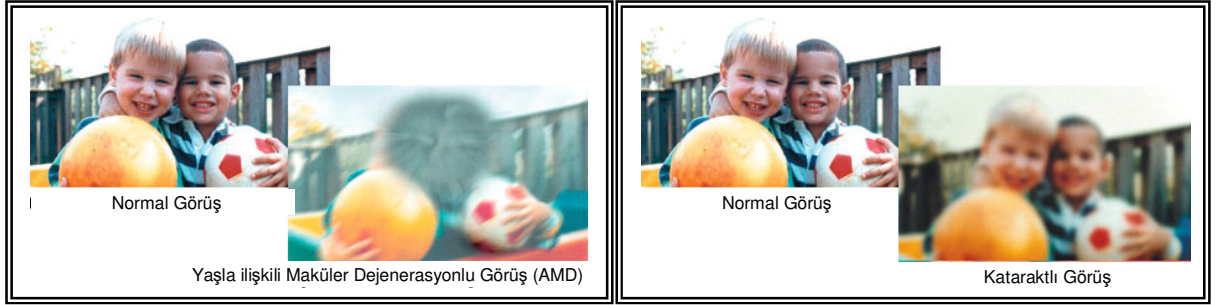
Luteinin doğal ve ana izomerleri (3R, 3'R, 6'R) -beta, epsilon-karoten-3,3'-diol'dür. Zeaksantinle bir arada bulunan kırmızı turuncu rengi nedeniyle doğal renk maddesi olarak kullanılan lutein, mavi ışığı absorpladığından düşük konsantrasyonlarda sarı, yüksek konsantrasyonlarda kırmızı turuncu gözlenir. Şekil 2.5.2.1.3.'de luteinin absorpsiyon spektrumu görülmektedir. (6).



Şekil 2.5.2.1.3. Luteinin Absorpsiyon Spektrumu (45)

Zeaksantin, retinada bulunan iki karotenoidten biridir. Molekül formülü $C_{40}H_{56}O_2$ ve molekül ağırlığı 568,88 g/mol olan turuncumsu kırmızı renkte suda çözünmeyen bir bileşiktir (Şekil 2.5.2.1.4.).

Her iki karotenoidin de ağ tabakayı koruyucu etkisi olmasına rağmen zeaksantin kimyasal yapısı onun luteine göre daha iyi antioksidan özellik göstermesini sağlar (Şekil 2.5.2.1.2.). Zeaksantin kimyasal yapısını teşkil eden konjuge çift bağlar, yüksek derecede etkili



Şekil 2.5.2.1.1.1. Normal Görüş ve AMD'li ve Kataraktlı Görüş Örnekleri (61)

Protein ve yağın depolandığı retinal pigment epitel dokusu altındaki makülada kurur ve incilir. “Kuru AMD” denilen türü, çoğunlukla genel ve ılımlı AMD’dir ve tüm gurupların %80-90 ını teşkil eder. Yavaş yavaş gelişir ve görmenin kaybına neden olur. Görme kaybının boyutu, maküla incelmesin miktarı ve yeri ile ilişkilidir. Bireylerin düzenli göz kontrollerine gitmesi önemlidir çünkü kuru AMD, “yaş AMD”yi geliştirebilir. Tüm AMD’ lerin %10-15 ini oluşturan yaş AMD çok daha risklidir ve retinanın merkezindeki makülanın altında anormal kan damarları büyümesi veya gözün arka kısmında yeni damarların oluşumu nedeniyle söz konusu olur. Bu anormal oluşan damarlardan gözün arkasındaki dokulara sızan kan, retinada bir kabarcığın oluşmasına neden olur. Bu ilerleme (yaş AMD durumu), makülaya hızla zarar vererek dokuda hasara ve merkezi görmenin hızlı kaybına neden olur. AMD ile özdeşleşen büyük görüş kaybının %90’ından sorumludur (45, 61).

Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)’e göre 40 yaş üzeri insanların %9 u erken dönem AMD, %0,4’ü geç dönem AMD’ye yakalanmışlardır. 43-54 yaş arasındaki insanların %2-10’ununda, 75 yaş ve üzerindekiilerin %15-30’ununda görülmektedir (62, 63).

65 yaş altındaki insanların % 5-10 u, 75-85 yaş arasındaki insanlarda %30-40 katarakt riski mevcuttur. Katarakt riski kadınlarda % 30 daha düşüktür. Katarakt çoğunlukla cerrahi müdahale ile lensin değiştirilmesi ile tedavi edilmektedir. Daha yüksek renk maddesi yoğunluğu ile yüksek lens optiği arasında ilişki olduğu bulgulanmıştır ve lutein ve zeaksantin katarakt riskini indirgediği rapor edilmektedir (64-69).

2.5.2.1.2. Luteinin Diğer Sağlık Etkileri

Lutein ve zeaksantin kimyasal yapıları nedeniyle lipid zarlarını oksidasyonun zararlarına karşı korurlar. Lutein ve zeaksantin ikisinin de genellikle iyi kolesterol (HDL) moleküllerini

taşıdıkları bilinmektedir. Luteinin deri, kalp, göz, bağışıklık problemleri diyabet ve çeşitli kanser tipi risklerini azalttığı bilinmektedir (30, 31). Ayrıca tip II diyabet hastalığına karşı koruyucu etkisi olduğu rapor edilmektedir (70). Kronik hepatit C ve alkole bağlı karaciğer rahatsızlıklarından kaynaklanan oksidatif stres ajanlarını önleyici etkisi bulgulanmıştır. Lutein ve zeaksantin, zararlı çevresel nüfuzlardan (UV vb.) bedensel hücreleri koruyucu, bağışık sistem için olumlu etkileri olan bileşenlerdir (71). Lutein/zeaksantin alımı ile bazı kanser türlerinin (göğüs, kolon, yemek borusu) riskinin azalması konusunda pozitif ilişki söz konusudur (30, 31, 72). Lutein alımı ile iskemik kalp çarpıntısı riskinde azalma bulgulanmıştır.

Lutein ve zeaksantin, etlik piliçlerin deri ve yumurtacı tavukların yumurta sarısının renginin sarı olması için kullanılır. Yumurta ve yumurta sarısında ksantofil karotenoidler dışardan ilave ile renk sağlarlar ve yumurtada bulunan duyarlı maddeleri (örneğin vitaminler) koruyucu etkileri vardır, tavuğun bağışıklık sistemini kuvvetlendirir, hücrelerini çevrenin zararlı etkilerinden korurlar. Yumurta rengine katkısının ve antioksidan etkilerinin yanı sıra, lutein ve zeaksantin, hayvan sağlığı açısından detoksifikasyonu destekleyen ve hayvan verimliliğini arttıran bileşenler olduğu da rapor edilmektedir (71).

Lutein ve zeaksantin sınırlı stabilitesi nedeniyle her tip gıdada renk katkısı boyar madde olarak tercih edilememektedir.

2.5.2.1.3. Beslenmede Lutein Dozu

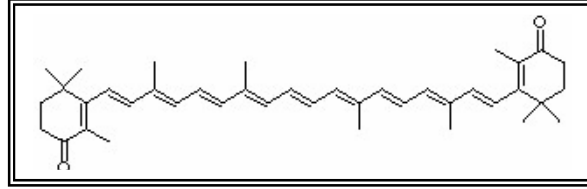
Luteince zengin olan sebze ve meyve tüketimi (her gün asgari 4 porsiyon meyve ve 3-5 porsiyon sebze tüketimi), lutein ve zeaksantin eksikliğini önler. Luteinin normal günlük alım düzeyi 0,25 mg olarak bulgulanmıştır. Luteine göre lutein esterlerinde biyolojik yararlılık daha düşüktür (61, 63, 73, 74). Doğal gıdalarla alınan lutein yeterli gelmekle birlikte yetersizliklerinde, lutein tabletleri yada luteince zenginleştirilmiş gıdalar önerilmektedir. Bu tip gıdalar, 1996'dan sonra gündeme gelmeye başlamıştır.

Araştırma sonuçlarına göre insan sağlığı açısından pozitif etkilerin alındığı doz 5,8-6 mg/gün olarak belirlenmiştir (61, 63). Hayvan sağlığı açısından ele alındığında ise luteinin sağlık etkilerinin gözlenmesi için önerilen günlük doz 10 mg olarak bulgulanmıştır (75, 76). Aşırı lutein tüketiminin yan etkisi, alfa-karotenin fazla alımı ile görülenle aynıdır ve karotenodermiyaya yol açabilmektedir (61).

2.5.2.2. Kantaksantin

Kantaksantin koyu turuncu-kırmızı renkli olan, gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılan aynı zamanda antioksidan ve antibiyotik özelliği de olan ve E 161g olarak bilinen karotenoid sınıfı bir renk maddesidir. Ticari olarak üretimi yapılmakta ve satılmaktadır. Kantaksantin derinin

altında yağ tabakada biriktiğinden güneşte bronzlaşma nedenlerinden biridir. Kapalı formülü $C_{40}H_{52}O_2$ olan kantaksantin, beta, beta-karoten 4,4-dion (β , β -karoten 4,4-dion) olarak da bilinir (34).



Şekil 2.5.2.2.1. Kantaksantin Açık Yapı Formülü (77)

Konjuge çift bağlarının çokluğu ve sondaki siklik gruplar, farklı kimyasal ve fiziksel özellikteki stereoizomerlerinin nedenini teşkil eder. Geometrik izomeri olan E / Z şeklidir.

Çift bağlara bağlı molekül grupları tam karşılıklı düzlemde ise E, aynı taraftaki düzlemde ise Z formu geometrik izomerler söz konusudur. İzomerlerin, erime noktaları, çözünürlük ve kararlılıkları (stabilite) aynıdır ancak absorpsiyon özelliği farklılık göstermektedir ve renk ve renk şiddeti ile birbirlerinden farklılık göstermektedirler.

Kantaksantin, mavi yeşil alglerin büyüme evresinin sonunda primer karotenoidlere ilave olarak sentezlenmektedir. Kantaksantin ilk olarak *Cantharellus cinnabarinus* adlı yemeklik bir mantardan (horoz mantarı) izole edilmiştir. Kantaksantinler de diğer karotenoidler gibi yalnızca bitkiler tarafından sentezlenirler ve meyveler ile çiçeklerin parlak renklerinin nedenleridir. Hayvanlar, karotenoidleri bitkilerden alır ve depo ederler, balıklar ise fitoplanktonları tüketerek kantaksantin ve astaksantini alırlar. Bakterilerde, çeşitli kabuklularda, sazan balığında ve çeşitli balık türlerinde (salmon trout vb.) bulunmaktadır. Ayrıca kabuklularda ve alabalık yağında da astaksantin ve kantaksantin mevcuttur. Kantaksantine Atlas Okyanusundaki solomonlarda rastlanamamış ancak Pasifik solomonlarında rastlanmaktadır. Kantaksantin ve astaksantin renklilik etkilerinin ve larva gelişimindeki rollerinin yanı sıra çiftlik balıklarında gelişim ve performans üzerine etkilidirler. Yemeklik mantarlarda, flamingolarda, kırmızı mısır turnalarında (*Guara rubra*) ve kırmızı kaşıkçı balıkçıl kuşlarının (*Ajaja ajaja*) tüylerinde ve organlarında da bulunur.

Kimyasal olarak (sentetik formda), ilk kez 1962'de Isler tarafından beta-karotenden sentezlenmiştir ve o tarihten bu güne değin kimyasal olarak sentezlenmektedir. Gıda sanayiinde E161 olarak kullanılan pelet formunun sıcaklık altında 2 ayda %20' si serbest hale geçer.

2.5.2.2.1. Kantaksantin ve Sağlık Etkileri

Hayvanlarda yapılan embriyolojik toksisite sonuçlarına göre kantaksantin embriyotoksik yada teratojenik olmadığı saptanmıştır (78). Kantaksantin yem katkı maddesi, direkt gıda katkı maddesi olarak tüketiminin yanı sıra, ilaç katkı maddesi olarak eczacılıkta ve cildi renlendirici ürün olarak kozmetik sanayiinde (fondöten, krem vb.) ve çeşitli kozmetik ürünlerde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Kantaksantin *in vitro*'da antioksidan özelliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir (9, 79). Kantaksantin gözlemlenen bu antioksidan özelliği, membran model sistemlerde , lipozomlarda (3) ve kantaksantin katkılı olarak beslenen ve sonrasında aflatoxin tetikli hasara maruz bırakılan sıçanlardan izole edilen karaciğer hücrelerinde doğrulanmıştır (80)

Epidemiyolojik çalışmalar, kantaksantini de içeren karotenoid içerikli gıdaların tüketiminin belirli kanser türlerine karşı (deri kanseri vb.) etkili olduğunu bulgulamaktadır (39, 79). Kantaksantin özellikle, UV ışığı kaynaklı tümörleri azaltabildiği bildirilmektedir (79, 81). Uzun süreli kullanımında dişi farelerde, karaciğerde iyi huylu nodüllerin gelişmesini sınırlandırdığı bulgulanmıştır (79).

Kantaksantin, karaciğer yapısına yararlı olduğu, vücuttaki yağ peroksidasyonunu önlediği ve dolayısıyla da kan peroksitlerinin düzeyini azalttığı bildirilmektedir. Yüksek antioksidan etkiye sahip olmalarıyla birlikte diğer antioksidan özellikteki vitaminlerin etkilerine sinerji de bulunmaktadırlar. Serbest radikalleri sönmölemeleri, bağışıklık sisteminde olumlu etkilere sahip olmaları ve bazı kanser türlerinde etkili sonuç verdikleri için gıdalara takviye olarak kullanılması önemlidir. Ancak bu oran insan sağlığı için uygun koşullarda tutulmalıdır (9).

Kantaksantin, yavaş emilmekte ve 1 ayda dokudan atılabilmektedir. Yetişkin sıçanlarda yapılan araştırmalarla kantaksantin karaciğer, dalak, yağ tabakası ve bazı organlarda biriktiği gözlemlenmiştir (82).

Hem doğrudan kantaksantin alımının artan düzeyleri ile hem de vitamin E ve kantaksantin katkılı yemleme ile, civcivlerde bağışıklık sisteminin güçlenmesi ve antioksidan düzeylerinin artışı ilişkilendirilmektedir (3).

Kantaksantin, provitamin A özelliği göstermez ancak tavuklardaki çalışmalar az miktarda vitamin A'ya çevrildiğini göstermiştir. 70 ppm içeren diyetle beslemede, 4-hydroxy-echinenone (4-hidroksi ekinon) ve izozeaksantine dönüşüm gözlenmiştir. Bunların esterlerinin yanı sıra tavuğun çeşitli dokularında, derisinde, bağırsak mukozasında, karaciğer, serum, pençeler, ve tüyleri içeren dokularda belirlenmiştir. Kantaksantin retinole dönüşümü karaciğerde ve onikiparmak bağırsağında olmaktadır. 4-hidroksi ekinon (4HE) ve izozeaksantin (IZX) de tavuğun kaslarında, karaciğer ve oniki parmak bağırsağında saptanmıştır. Bunun yanı sıra 4-okzo-retinal ve 4-okzo-retinol de orta düzeyde tespit edilmiştir (83).

2.5.2.2.2. Beslenmede Kantaksantin Dozu

Kantaksantin, tavuk ya da balık yemlerine ilave edilerek onların daha canlı ve kırmızı renkli deriye sahip olmaları sağlanmaktadır. Balık yemlerine katılarak özellikle balıklardan alımı sağlanmaktadır. Kantaksantin, stabilite özelliği nedeniyle önemli bir gıda katkı maddesidir (83, 84). İngiltere'de kümes hayvanları için kullanılan limitler 12-25 mg/kg (ppm)'dir. Kantaksantin genellikle tavuklarda 24 ppm olarak ve insan diyetinde 8 ppm olarak kullanılmaktadır (83, 84). Maksimum kullanılma limitini hayvan yemi yerine gıdada izin verilen miktarlar belirler (83, 84).

Çalışmalar, yüksek dozdaki kantaksantin bütünü memeli türlerinin gözlerinde birikim oluşturduğu yönündedir. Ancak sadece insanlarda retinada kristal formda depolanmaktadır ve bu durum temel problem teşkil eder. Kristal formda depolanma ile göz içi yüksek tansiyon etkileri sonucu retina pigment epitel hasarları artabilmektedir (84, 85, 86,).

2.6. YUMURTA SARISINDA KSANTOFİLLERİN SAPTANMASI HUSUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN KOLORİMETRİK ÇALIŞMALAR

Sarı mısır, mısır gluten unu, yonca unu, yonca ekstraktı, kadife çiçeği ve unu, kırmızı biber unu ve ekstraktı, yosun (alg) ve çayır otu gibi çeşitli bitkisel kaynaklarla hazırlanan ve doğal renk maddelerini farklı düzeylerde içeren yem rasyonlarının beslemede kullanıldığı çalışmalarda; aşağıdaki örneklerde de görüleceği gibi kolorimetrik olarak $L^*a^*b^*$ renk parametreleri veya Roche renk yelpazesi ile de yumurta sarısı renk skalaları saptanmıştır.

Kırkpınar ve Erkek (39), çalışmalarında, beyaz mısır ve buğday temeline dayalı karma yemlere ilave edilen lutein, yonca unu, kadife çiçeği unu, kırmızı biber unu, β -Apo- 8'-karotenoik asit etil ester, kantaksantin ve β -Apo- 8'-karotenoik asit etil ester-kantaksantin (3:1 h/h) karışımının yumurta sarısının rengi ve verim üzerine etkilerini kolorimetrik olarak incelemişlerdir. İlgili çalışmada, en yüksek Roche renk yelpazesi (RCF) değeri kantaksantin (RCF 8,71 olarak) ve β -Apo- 8'-karotenoik asit etil ester-kantaksantin (3:1 h/h) karışımında (RCF 8,54 olarak); en yüksek Hunter L değeri (açıklık) kontrol grubu ve luteinde; en yüksek Hunter a (kırmızılık) değeri kırmızı biber ununda; en yüksek Hunter b (sarılık) değeri β -Apo- 8'-karotenoik asit etil ester ve yonca ununda belirlenmiştir (39).

Kırkpınar ve Erkek (41)'in, %60 sarı mısır temeline dayalı dayalı karma yemlere ilave edilen doğal ve sentetik renk maddeleri ile yaptıkları bir diğer çalışmalarında, en yüksek RCF, kırmızı biberde (RCF 12,17 olarak); en yüksek Hunter L değeri (açıklık) kontrol grubunda; en yüksek Hunter a (kırmızılık) değeri kırmızı biber ununda; en yüksek Hunter b (sarılık) değeri luteinde belirlenmiştir. Her iki çalışmada da (39,41) renk katkıları ile beslemede; yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve canlı ağırlık açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0,01$).

Doğal pigment kaynağı olarak bakteriyel bir ürün olan *Rhodocyclus gelatinosus*'ın karma yemlere 0,5; 1 ve 2 g/kg dozlarında katıldığı bir çalışmada (87), doz arttırımı ile doğru orantılı olarak yumurta sarısının sarı rengini güçlendirdiği belirlenmiştir (87).

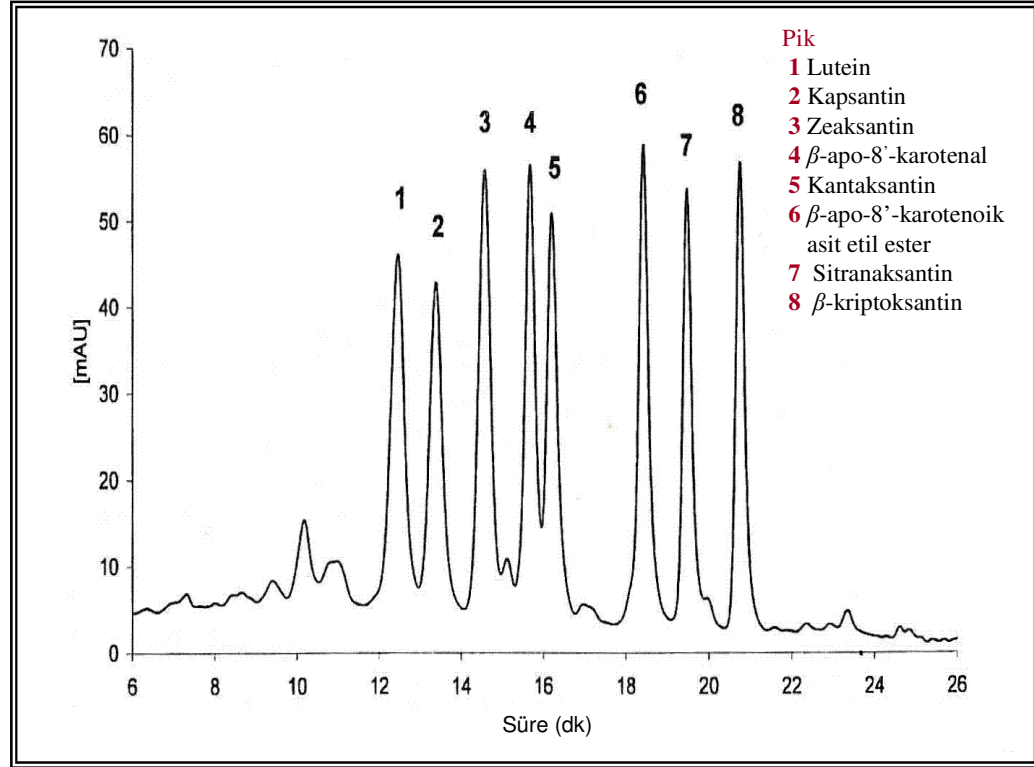
Şamlı ve arkadaşları (88)'nın, yumurta tavuklarında kırmızı biber (*Capsicum annuum*) ile mısır gluten ununun mısır ve buğdaya dayalı rasyonlarda ayrı ayrı ve birlikte kullanımlarının yumurtada sarı renk pigmentasyonu, verim performansı ve yumurta kalitesi üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmalarında; yumurtada en iyi altın sarısı renk oluşumu, %0,3 kırmızı biber ile %10 mısır gluten ununun kullanılması ile sağlanmıştır.

2.7. YUMURTA SARISINDA LUTEİN, ZEAKSANTİN, KANTAKSANTİN KSANTOFİLLERİN SAPTANMASI HUSUSUNDA GERÇEKLEŞTİRİLEN KROMATOĞRAFİK (HPLC) YÖNTEM ÇALIŞMALARI

Yumurta sarısında tek tek ksantofillerin teşhis edilerek yüksek basınçlı sıvı kromatografik yöntemlerle (HPLC) kantitatif olarak düzeylerinin saptandığı çalışmalar sınırlıdır.

Yapılan bir kromatografik çalışmada (89), Almanya Stuttgart'daki süpermarketlerden temin edilen büyük boy A kalite (birinci sınıf) yumurtalarda, lutein, kapsantin, zeaksantin, β -apo-8'-karotenal, kantaksantin, β -apo-8'-karotenoik asid etil ester, sitranaksantin, β -sitranaksantin yan yana tayinleri YMC C30-zıt faz analitik kolonu (5,0 μ m, 250x4.6mm I.D.) ve 35°C 'de (5,0 μ m, 250x4.0mm I.D.) öncül-kolon kullanılarak HPLC VE LC-(APCI)-MS yöntemle gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.7.1.).

Söz konusu çalışmadaki (89) ekstraksiyonda katı örnekler için saf sodyum sülfat kullanılmış olup, petroleteri/etil asetat/metanol (1/1/1; v/v/v) ile faz ayrımı sağlanarak çeşitli aşamalarda distile su ve etanol kullanımı ile 35°C'de evapore edilmiştir. Tertbütillmetileter/metanol(1/1; v/v) ile hacmi tamamlandıktan sonra 0,45 μ m filtrelerden süzülerek HPLC-DAD ölçümü alınmıştır. Dereceli (gradient) ayırma işlemi ile ksantofiller saptanmıştır. Elüent A = metanol, Elüent B = Metanol/ tert-bütill metil eter/ Su (6/90/4; v/v/v) olmaktadır. Gradient elüsyonun kullanıldığı araştırmada, akış hızı 1ml/dk, enjeksiyon hacmi 20 μ l olarak belirlenmiştir. 12 ile 16.dk arasında lutein, zeaksantin, kantaksantin yan yana olarak saptanmış olup, lutein miktarı 1273,6 - 2477,7 μ g/100g sarı, zeaksantin miktarı 774,9-1287,5 μ g/100g sarı, kantaksantin miktarı 321,3 -1156,9 μ g/100 g sarı olarak tespit edilmiştir (Şekil 2.7.1.) (89).



Şekil 2.7.1. Karotenoid Örnek Çalışması Kromatogramı (89)

Handelman ve arkadaşları'nca (53), A.B.D. Boston bölgesinde yapılan araştırmada, 6 farklı marketten temin edilen büyük boy yumurta numunelerinde lutein ve zeaksantin ksantofiller saptanmış olup, ksantofillerin diyetel alımı ile plazma konsantrasyonları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Analiz safhasında, her yumurta sarısına ait 50 μ L'lik numune, bir 8 ml'lik borosilikat cam vialde 1 mL distile su, 1 mL etanol, ve 100 μ L %30'luk sulu potasyum hidroksit ile karıştırılmış olup, karışım 1 sa süreyle 60°C'de lipidlerin sabunlaştırılması ve karotenol esterlerin hidrolize edilmesi amacıyla ısıtılmıştır. Sabunlaştırılmış yumurta sarısı örneği, HPLC'de ölçümlenmiştir. Hewlett-Packard model 1100 gradient HPLC ekipmanda diiyod array dedektör (Avondale, PA) ile analizlenen numunelerdeki ksantofillerin ayrımlanması için %20 karbon içerikli Adsorbosphere-HS C_{18} ile paketlenmiş, 3- μ m partikül çaplı 300 mm x 4.6 mm kolon (Alltech Associates, Deerfield, IL) kullanılmış olup, kolon akış hızı 1 mL/dk olarak verilmiştir. Hareketli faz kombinasyonu %81 asetonitril : %19 metanol: %0.04 amonyum asetat (h/h) olup 20.dk'da gradient elüsyon uygulamasına geçilerek kolondan %30 isopropanol geçirilmiştir (53). Söz konusu araştırmada incelenen yumurta sarılarında lutein düzeyleri, 150-435 μ g/sarı ve zeaksantin düzeyleri 100-316 μ g/sarı (ortalama 213 $\pm$ 85 μ g/sarı) olarak bulunmuştur (53).

■ Doğal veya sentetik renk maddelerinin yemlere ilavesi ile gerçekleştirilen besleme çalışmalarında, yumurta sarısında pigment oluşum kapasitesi incelenmektedir (39, 41, 87, 88, 90, 91). $L^*a^*b^*$ renk analizi değerleri ya da RCF (Roche Renk Yelpazesi) ile son üründe renk indeksi bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, yumurta sarısında biriken toplam karotenoidler belirlenebilmekte; verim performansı ve yumurta kalitesi üzerine olan etkilerde belirlenmeye çalışılmakta ve istatistiki olarak ilişkilendirilmektedir.

Doğal veya sentetik renk kaynakları destekli besleme sonrası söz konusu pigmentlerin yumurta sarısına bireysel olarak ne düzeyde geçebileceği hususunda ülkemizde bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Söz konusu renk maddelerinin (karotenoidler ve ksantofiller) ne derece olumlu sağlık etkileri olduğu gözönüne alınırsa, yumurta sarısı tüketimiyle bu biyoaktif maddelerin bireysel olarak alım düzeyleri belirlenebilecektir ve bu nutrasötik etkili biyoaktif maddelerin düzeyleri ile yumurta kalitesi arasında ilişki kurulabilecektir.

Buna ilaveten; “ülkemizde endüstriyel olarak tüketilen yumurta partilerinde nutrasötik etkili biyoaktif maddelerin miktarı ne seviyededir, hangi seviyeye gelirse daha tüketici kabullerine uygun yumurta sarısı rengi verir hususunda çalışmalara ihtiyaç vardır”. Özellikle, lutein göz sağlığı açısından ve görüş vizyonu açısından son derece önemli olmaktadır. Lutein ve zeaksantin, yaşlanmaya bağlı olan maküler dejenerasyonu (görüş bozulmasını) ve ayrıca katarakt riskini indirger. Koroner kalp rahatsızlıklarını (KKR) ve kanser risk faktörlerini indirgeyici özellikleri de olan antioksidan bir maddedir.

Söz konusu antioksidan biyoaktif maddelerin gerek sağlığa olumlu yönde etkileri gerekse renk kalitesine etkileri olduğu göz önüne alınarak bu maddelerin miktarının yumurta sarısında standardizasyonunun sağlanması için yem karmalarının, premikslerin düzenlenmesi önemli olacaktır. Bu nedenle piyasada tüketilen yumurtalarda bireysel nutrasötik maddelerin tesbiti için analitik yöntemler geliştirilmelidir.

Bu çalışmada, (1) çiğ yumurta sarılarında ve ısıtılmış yumurtaların sarılarında (katı ve rafadan yumurta sarılarında) lutein, zeaksantin ve kantaksantin ksantofillerin kromatografik yöntemle [Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografik (HPLC-DAD) saptanması, (2) Yumurta sarılarının renklerinin kolorimetrik ($L^*a^*b^*$ -CIE) renk ölçüm sistemi ile ölçülmesi, (3) Yumurta sarısında söz konusu bileşiklerin miktarlarının belirlenmesi ile renk kalitesi açısından ilişkilendirmeler amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1. 1. Kullanılan Cihazlar ve Kimyasallar

Deneylerde, temel ekipmanlar olarak Synergy Water Purification System (Millipore), homojenizator (Homogenizer Standart Unit), rotary evaporator (Heidolph, *EssLab*, Essex,UK), elektronik nem analizörü (MF 50, *Paul N.Gardner*, FL, USA) ve vorteks (*Nüve* marka NM 110); kromatografik ayırmalar ve bileşik aydınlatılması için, *YMC-Pack YMC-C30 analitik kolon (250 x 4.6 mm i.d., S-5- μ m)*, *YMC EUROPE GMBH* (Schermbach Germany) ve *HPLC (HP 1100 MSD serisi; Chem-Station Software)* ve *DAD dedektör*; renk parametrelerinin tayini için *Hunter-L*a*b** kolorimetre (Conica Minolta CR-10 model Color Difference Meter) kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan kimyasallar analitik saflıkta olup, standard madde olarak kullanılan lutein, zeaksantin, kantaksantin Carl Roth GmbH, Germany'den, çözgen olarak kullanılan metanol ve petrol eteri Sigma, St.Louis, MO, U.S.A.'dan; tersiyer-bütillmetileter, trietilamin ve etil asetat ise Merck Co.,Darmstadt, Germany'den satın alınmıştır.

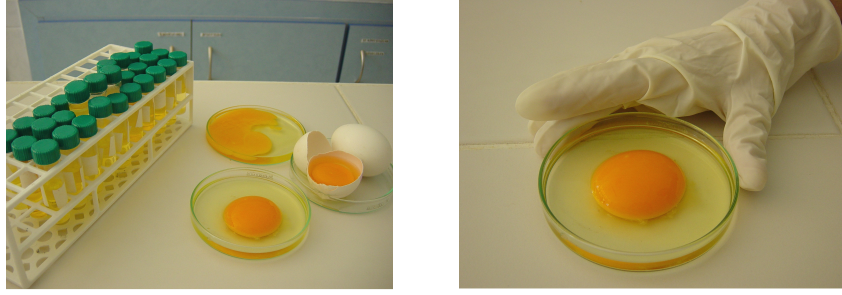
3.1.2. Araştırma Materyali

Yapılan araştırma kapsamında piyasada tüketilmekte olan orta boy ölçütteki A kalite yumurta numuneleri [Firma: Güres, Keskinoğlu, Lezita (Abalıoğlu)] materyal olarak kullanılmış ve piyasadan temin edilmiştir (270 yumurta) (2006 yılı üretimi partileri).

3.1.3. Yumurtaların Hazırlanması ve Muhafazası

Alınan yumurtalar, kendi kolilerinde ve aynı gün buzdolabına (+4 °C) konularak analiz edilinceye kadar muhafaza edilmiştir. Analizlerde rafadan yumurta eldesi için; yumurta numuneleri kaynamakta olan suyun (98,3°C) içine bırakılarak 2 dk bekletilmiştir. Katı yumurta eldesi için; kaynar suda (98,3°C) ve kısık ateşte 12 dk ısıtım işlemi uygulanmıştır. Proses numuneler, çeşme suyu ile soğutulmuş oda sıcaklığına (25±1 °C) getirilmiş olup aynı gün içerisinde analizlenmiştir. Araştırma materyallerinin analiz öncesi elle kabukları kırılarak uzaklaştırıldıktan sonra yumurta (g) ve sarı ağırlıkları (g) belirlenmiştir.

Beyazlarından ayrılarak tartılmış olan sarı kısım vorteks ile 10 sn homojenize edildikten sonra araştırma kapsamındaki tayinler gerçekleştirilmiştir. Tüm numuneler, sağlandıktan sonraki beş gün içerisinde ekstraksiyon işlemleri tamamlanmıştır. Denemeler, iki tekerrür olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1.3.1. Örneklerin Analize Hazırlanması

3.2. YÖNTEMLER

3.2.1. Toplam Nem ve Kuru Madde Tayini

Nem ve kuru madde tayini, elektronik nem analizörü kullanılmıştır. Cihazın aparatına sürülen yumurta örneği cihaza yerleştirilmiş ve sonuçlar okunmuştur.

3.2.2. Yağ Miktarı Tayini

Yumurta sarısı homojenize edildikten sonra 20 ml'lik test tüpüne 2 g numune alınmıştır. 2/1(h/h) oranında metanol/kloroform ilavesiyle 20 dk süresince vortekslenmiş ve mavi bant süzgeç kağıdından süzölmüştür. Kalıntı numune materyali, ardıl olarak 3 kez ekstrakte edilmiştir.

Ardıl eluatların toplanıp, döner buharlaştırıcıda 50 °C'de konsantre edilmesiyle ele geçen final filtrat, AOAC (1999) metoduna göre gravimetrik olarak analizlenmiş ve toplam yağ miktarı belirlenmiştir.

3.2.3. Numunelerde Renk Analizleri

Numunelerde renk ölçümlerinde, *Hunter-L*a*b** kolorimetre (Conica Minolta CR-10 model Color Difference Meter) kullanılmıştır.

Hunter'in "*L*" değeri aydınlık derecesi veya ışık değerini, "*a*" değeri kırmızılığı ve "*b*" değeri ise sarılığı ifade etmektedir.

Çiğ ve ısıtıl işlem muameleli numunelerin sarıları, direkt olarak petri kabında homojen hale getirildikten sonra ölçümler alınmıştır.



Şekil 3.2.3.1. Numunelerde Hunter Color Guard İle Renk Analizleri

3.2.4. Yumurtada Ksantofillerin (Lutein, Zeaksantin, Kantaksantin) Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Analizleri

Yumurtada lutein, zeaksantin, kantaksantin saptanması Breithaupt (92)'na göre modifiye edilmiş yüksek basınçlı sıvı kromatografik (HPLC) yöntemle gerçekleştirilmiştir. Uygulanan yöntemle göre,

Numune iyice karıştırılarak homojenize edilmiştir.



3 g numune alınıp (katı, rafadan 2 g) ve 6 mL metil alkol / etil asetat / petrol eteri (1:1:1) (v/v/v) üçlü karışımı ile ayırma hunisinde muamele edilmiştir.



Üst faz ayrıldıktan sonra rotary evaporatorde 30 °C de vakum altında buharlaştırma yapılmıştır.



Kalıntı Metiltersiyerbutileter/ metanol (1:1 (v/v); 5mL) karışımında çözülüp, (0,45 µm) membran filtreden geçirilmiştir.



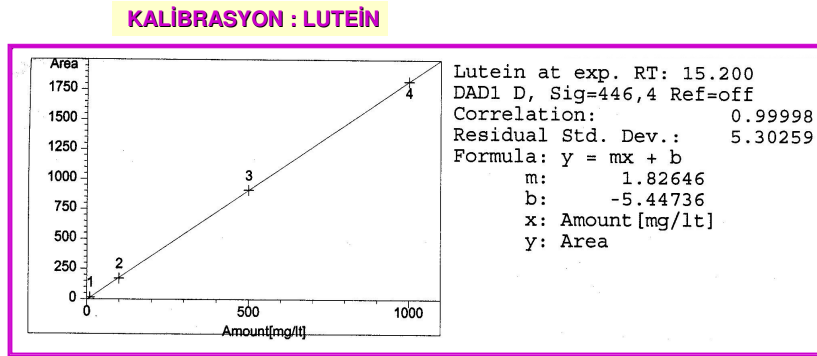
HPLC Enjeksiyonu (10 µL)

3.2.4.1. Stok ve Ara Stok Çözeltilerin Hazırlanması: Zeaksantin ve kantaksantin standartları kullanılarak 500'er mg/L' lik stok çözeltiler hazırlanmıştır. Zeaksantin ve kantaksantin standartları ayrı ayrı 0,025 g tartılarak metanol/diklorometan (99,5/0,5; v/v) çözgen karışımı ile 50'şer ml' ye tamamlanmıştır. Lutein standardı kullanılarak 1000,00mg/L 'lik stok çözelti hazırlanmıştır. 0,05g olarak tartılan lutein, metanol/diklorometan (99,5 / 0,5 h/h) ile 50mL' ye tamamlanmıştır. Hazırlanmış olan zeaksantin, kantaksantin ve lutein stok

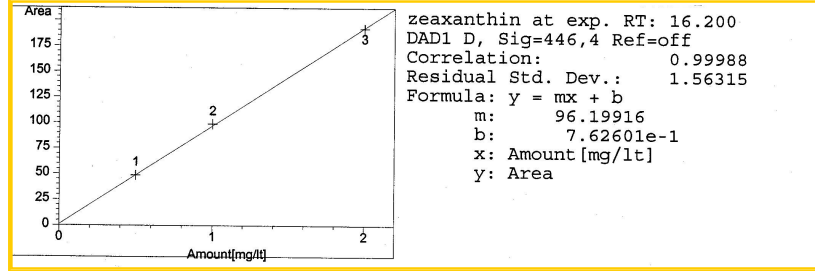
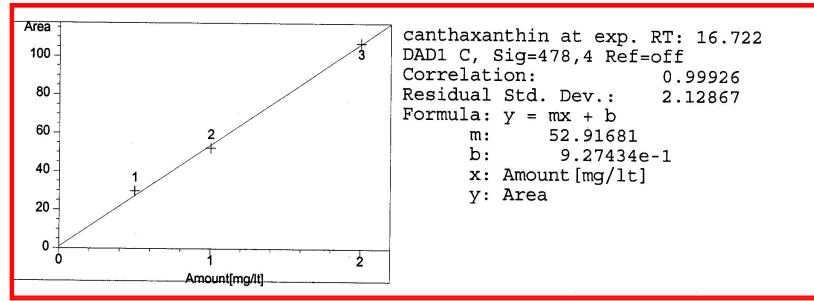
çözeltilerinden 2'şer mL alınıp 100'er mL'ye metanol/ diklorometan (99,5 / 0,5 v/v) ile seyreltilmek suretiyle 10'ar ppm'lik ara stok çözeltiler hazırlanmıştır.

3.2.4..2. Standart Çalışma Çözeltilerinin Hazırlanması: Zeaksantin ve kantaksantin ara stok çözeltilerinden sırasıyla 0,5 ; 1,0 ; 2,0 mg/L'lık konsantrasyonlarda standart 10'ar mL'lik çalışma çözeltileri hazırlanmıştır. Lutein ara stok çözeltisinden 100,00 ; 500,00 ; 1000,00 mg/L lik konsantrasyonlarda standart çalışma çözeltileri hazırlanmıştır.

3.2.4.3. Kalibrasyon Grafiklerinin Çizilmesi: Lutein, zeaksantin ve kantaksantin standartlarının düşükten yüksek konsantrasyona doğru ayrı ayrı HPLC'ye enjekte edilmesiyle elde edilmiş olan integre kromatogram alanlarının *HPLC Chem.Station* programında hesaplanması suretiyle lutein, zeaksantin ve kantaksantine ilişkin kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.2.4.3.1, 3.2.4.3.2, 3.2.4.3.3).



Şekil 3.2.4.3.1. Luteine İlişkin Kalibrasyon Grafiği

KALİBRASYON : ZEAKSANTİN**Şekil 3.2.4.3.2. Zeaksantine İlişkin Kalibrasyon Grafiği****KALİBRASYON : KANTAKSANTİN****Şekil 3.2.4.3.3. Kantaksantine İlişkin Kalibrasyon Grafiği****3.2.4.4. Standart ve Numunelerin HPLC' de Okunması**

Standartların her biri ayrı ayrı enjekte edilerek alıkonma zamanları (dk) tespit edilmiştir. Daha sonra yukarıda belirtilen konsantrasyonlarda hazırlanmış standart çalışma çözeltilerlerinden elde edilen standart karışım serileri enjekte edilerek kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir (Şekil 3.2.4.3.1., 3.2.4.3.2., 3.2.4.3.3.). Numunelerin enjekte edilmesi ile ele geçen alıkonma zamanları (dk) standart maddelerin alıkonma zamanlarıyla (dk) kıyaslanmak suretiyle numunelerde mevcut olan lutein, zeaksantin ve kantaksantine ilişkin kalitatif tayinler gerçekleştirilmiştir.

Yumurta örneklerinin ksantin bileşiklerinin kantitatif olarak tayini, HPLC kromatogramlarından elde edilmiş olan integre alanlar kullanılmak suretiyle kalibrasyon eğrilerinden elde edilen değerler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Numunelerdeki ksantin konsantrasyonları seyreltme katsayıları da dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Zıt Faz HPLC çalışma koşulları aşağıda görülmektedir:

HPLC Analizi Koşulları

Zıt Faz HPLC çalışma koşulları ;

Model : Hewlett Packard ekipman (HP 1100 MSD serisi; ChemStation Software)

Kolon : YMC-Pack YMC-C30(250 x 4.6 mm i.d.,S-5- μ m),
YMC EUROPE GMBH (Schermbach Germany)

Dedektör : DAD (Diode Array Dedektör)

Hareketli faz : Dereceli (Gradient) Elüsyon

Elüent A = Metanol-Su-Trietilamin (90/10/0,1 v/v/v)

Elüent B = Metiltersiyer bütül eter–Metanol–Su-Trietilamin
(90 / 6 / 4 / 0,1 h/h/h/h)

Gradient Program : Eluent A ve Eluent B

	0dk	34dk	38dk	43dk
A	93,5	0	93,5	93,5
B	6,5	100	6,5	6,5

Dedeksiyon : 460 nm. (UV dedeksiyon)

Hassasiyet : 0.05 A.U.F.S

Akış hızı : 1,0 mL/dk

Kolon sıcaklığı : 27 °C

Elüsyon : 30 dk

Enjek.miktarı : 10 μ L.

3.2.4.5. HPLC Analizlerinde Analitik Doğrulama

Alıkonma süreleri (Retention time;R.T.), saf ksantofil standartları ile (lutein, zeaksantin, kantaksantin) karşılaştırılarak yumurta sarısı numunelerindeki ksantofiller teşhis edilmiştir. Ksantofil standartları için lineer kalibrasyon grafikleri belirtilmiştir (Kısım 3.2.4.3.).

%95 güven aralığında zeaksantin, kantaksantin için standardın 0,5 ; 1,0 ; 2,0 mg/L lik konsantrasyonları; lutein için 100,0 ; 500,0 ; 1000,0 mg/L lik konsantrasyonları hazırlandıktan sonra standart katmalarla (spiking) gerçekleştirilen geri kazanım (recovery) analizleri ile ele geçen ortalama geri kazanım değerleri sırasıyla lutein, zeaksantin ve kantaksantin için %99,99; %99,99; ve %99,99 olarak tespit edilmiştir. Diğer analitik parametreler yukarıdaki çizelgede belirtildiği gibi saptanmıştır.

3.2.4.5.1. Yöntemin tekrarlanabilirliğinin tespiti;

Yöntemin tekrarlanabilirliğini tespit edebilmek amacıyla kalibrasyon eğrisinin lineer bölgesine karşın gelen lutein için 500 mg/L' lik; zeaksantin ve kantaksantin için 1 mg/L 'lik standarttan ardıl enjeksiyonlar yapılarak standart sapma (SD) ve bağıl standart sapması (RSD) hesaplanmıştır.

3.2.4.5.2. Yöntemin doğruluğunun hesaplanması ;

Ksantofiller için kalibrasyon eğrisinin oluşturulduğu konsantrasyon aralığında seçilen standardın pik alanı ölçülmüştür ve kalibrasyon eğrisinden türetilen doğru denklemi yardımıyla konsantrasyon hesaplanmıştır. Standardın bilinen konsantrasyon değeri ile, ölçülen konsantrasyon değeri karşılaştırılarak yöntemin doğruluğu hesaplanmıştır.

3.2.4.5.3. Örnek konsantrasyonunun hesaplanması ;

Ksantofiller için ekstrakte edilen örneklerin pik alanları ölçülmüştür. Ksantofiller için her bir numune için alınan pik alanı değerlerinin doğru denkleminde yerine koyularak bulunan konsantrasyon değeri seyreltme faktörü de hesaba katılarak hesaplanmıştır.

3.2.4.5.4. Geri kazanım miktarlarının hesaplanması;

Geri kazanım miktarlarını hesaplamak için, içindeki ksantofil miktarları bilinen örnekten aynı şartlarda tartım alınarak ekstraksiyon işleminden önce ortalama ksantofil standartları eklenmiş ve numuneye yapılan tüm işlemler aynı şartlarda tekrarlanmıştır. Bulunan miktar, eklenen ve gerçekte numunede bulunan miktarın toplamına orantılanarak geri kazanım hesaplamaları yapılmıştır.

Çizelge 3.2.4.5.4.1., kromatografik analizlere ilişkin elde edilen analitik doğrulama parametrelerini göstermektedir (Çizelge 3.2.4.5.4.1.).

Çizelge 3.2.4.5.4.1. Analitik Doğrulama Parametreleri

Analitik Parametreler		Lutein	Zeaksantin	Kantaksantin
Güniçi doğrulama, $n=30$	μg /yumurta sarısı	862,57 $\pm$ 0,74	13.25 $\pm$ 0.03	11,23 $\pm$ 0,07
	Bağıl Std.Sapma (%)	1,10	0,63	0,51
	Recovery (%) $n=30$	%99,997	%99,992	%99,995
Belirleme limiti	μg 100 mL ⁻¹ std	0,05	0,05	0,05

3.3.İstatistiksel (Kemometrik) Analizler

Verilerin ve ksantofil recovery analizlerinin istatistiksel değerdendirmeleri SPSS 14.0 for Windows (XP *edition*) ile Duncan, Pearson korelasyon, Çoklu regresyon (multiply regression) analizleri (ANOVA) ile saptanmıştır. *Hunter-L*a*b** renk parametrelerine ilişkin verilerle HPLC analizlerinden ele geçen nicel değerdler arasındaki çoklu korelasyon eşitlikleri saptanmış ve olası ilişkiler belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yumurta sarısı, beslenme açısından hayati önemi olan esansiyel lipid ve protein bileşenlerini dengeli olarak içeren fonksiyonel bir gıda olmasının yanısıra gıda teknolojisinde ingrediyen, emülsifiye edici ajan ve stabilizör olarak önemlidir.

Yumurta sarısı, yumurta kalitesinin tüketici tarafından değerlendirilmesinde en önemli olan ana kriterlerinden birisini teşkil etmektedir. Bölgesel farklılıklar, yumurtacı tavukların beslenmesi ve yem katkılarının farklılıkları gibi etkilere dolayı yumurta sarısının rengi değişim göstermektedir ve iyi görünümlü, sağlıklı ve tüketici açısından albenisi olan yumurta sarısı rengi önemli olmaktadır. Tüketiciler genellikle altın renginden portakal rengine kadar değişen sarı renklerini tercih ederler. Yumurta sarısının rengini, "ksantofil pigmentleri" olarak bilinen "oksikarotenoidler" oluşturur. Yağda çözünen bileşenler olan lutein, zeaksantin ve kantaksantin yumurta sarısında antioksidatif stabiliteyi sağlamanın yanısıra, yüksek kalite ile ilişkilendirilen renk yoğunluğunu da oluştururlar. Doğal olarak yumurta sarısında mevcut olmalarının yanısıra, yemin bu söz konusu maddelerle zenginleştirilmesi ile "fonksiyonel yumurtalar" elde edilerek yumurta sarısındaki düzeyleri artırılabilir (2, 9, 93).

Lutein ve zeaksantin; beslenmede antioksidan etkileri ve kardiyovasküler rahatsızlıklar riskini azalttığına ilişkin etkileri belirlenmiş olan; göz makülasındaki dejenerasyon rahatsızlığı olan AMD'yi ve katarakt oluşumu riskini azalttığı bulgulanmış ksantofil renk pigmentleri olmalarından dolayı son yıllarda ilgi odağı haline gelmektedirler (94, 95, 96). Yeşil yapraklı lifli sebzelerde, alglerde mevcut olmasının yanısıra yumurta sarısı da lutein ve zeaksantin önemli bir kaynağı olmaktadır (9, 53, 89).

Kantaksantin *in vitro*'da antioksidan özelliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir (82). Epidemiyolojik çalışmalar, kantaksantini de içeren ksantofillerin mevcut olduğu gıdaların tüketiminin kanser türlerine karşı koruyucu etkili olduğunu göstermektedir (82). Kantaksantin özellikle, UV ışığı kaynaklı tümörleri azaltabildiği bildirilmektedir (9, 79). Yumurta sarısının kantaksantin açısından potansiyel bir kaynak olduğu görülmektedir (89). Yemlemede dışarıdan ilave edilen ksantofil karışımı için izin verilen maksimum konsantrasyon 80 mg/kg olmakta ise de retinada kristal birikiminin önlenmesi açısından ve olası yan etkilerinden dolayı da yumurtacı tavuklarda rasyondaki kantaksantin miktarının maksimum 8 mg/kg'ı geçmemesi öngörülmektedir (89, 96).

Endüstriyel çiftliklerde üretilmiş olan yumurtaların sarılarındaki ksantofil konsantrasyonlarına ilişkin çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Gerçekleştirilen çalışma ile, yumurta sarısının rengini oluşturan ve sağlık üzerinde son derece olumlu etkileri olan lutein, zeaksantin, kantaksantin belirlendiği çalışmamızda; araştırma kapsamına alınan endüstriyel yumurtalarda kalite parametreleri [yumurta ağırlığı (g), sarı ağırlığı (g), ak (albümin) ağırlığı (g), ve kabuk ağırlığı (g)] (Çizelge 4.1.) ve çalışılan

numunelerin temel kimyasal bileşim unsurları (su %, kuru madde % ve lipid %) değerleri (Çizelge 4.2.) de belirlenmiş olup aşağıda görülmektedir.

Çizelge 4.1. Araştırma Kapsamındaki Yumurtaların Kalite Parametreleri

GRUP	Yumurta Ağırlığı (g)	Sarı Ağırlığı (g)	Ak ağırlığı (g)	Kabuk Ağırlığı (g)
TÜM PARTİ	61,04 ± 0,22 ^b	17,84 ± 0,13 ^b	38,72 ± 0,28 ^b	5,91 ± 0,03 ^a
FİRMA A	62,63 ± 0,15 ^a	18,73 ± 0,12 ^a	39,90 ± 0,33 ^a	5,89 ± 0,02 ^a
FİRMA B	59,97 ± 0,21 ^c	16,74 ± 0,17 ^c	37,54 ± 0,20 ^c	5,94 ± 0,05 ^a
FİRMA C	60,53 ± 0,29 ^b	18,06 ± 0,11 ^b	38,71 ± 0,30 ^b	5,91 ± 0,03 ^a

a, b, c; her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,01)

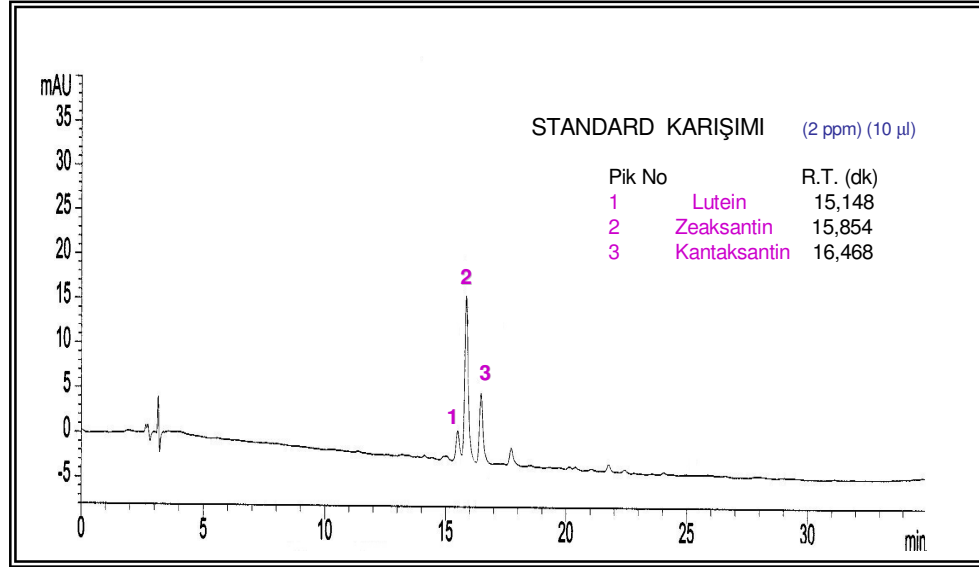
Çizelge 4.2. Analizlenen Yumurtalarda Su (%), Kuru Madde (%), Lipid (%) Düzeyleri

GRUP	Su (%)	Kuru Madde (%)	Lipid (%)
TÜM PARTİ	70,13 ± 0,06 ^a	29,87±0,04 ^a	11,56 ± 0,27 ^a
FİRMA A	70,10± 0,10 ^a	29,90 ±0,04 ^a	11,89 ± 0,39 ^a
FİRMA B	69,98 ± 0,05 ^a	30,02 ±0,06 ^a	11,58 ± 0,26 ^a
FİRMA C	70,32 ± 0,03 ^a	29,68 ±0,02 ^a	11,22 ± 0,15 ^b

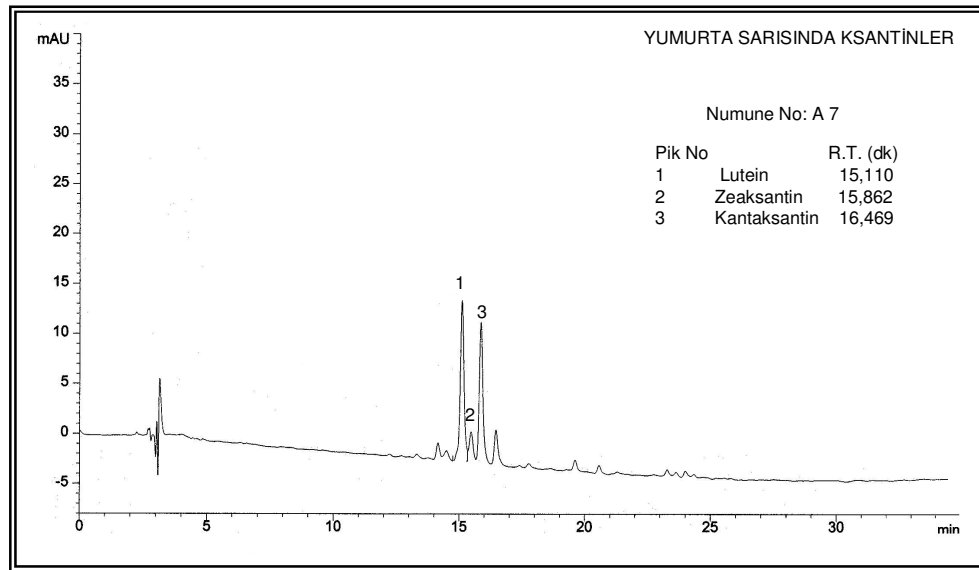
a, b, c; her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,01)

Şekil 4.1.'de lutein, zeasantin, kantaksantin standard karışımına ilişkin elde edilen standard HPLC kromatogramı görülmektedir. Ort.Alıkonma süresi (R.T)_{Lutein}= 15,148 dk; Ort.Alıkonma süresi (R.T)_{Zeaksantin}=15,854 dk; Ort.Alıkonma süresi (R.T)_{Kantaksantin}=16,468 dk olarak saptanmıştır (Şekil 4.1.).

Yumurta sarısı numunelerinin bireysel karotenoid (lutein, zeaksantin, kantaksantin) içerikleri kantitatif olarak tayini, HPLC kromatogramlarından elde edilmiş olan integre alanlar kullanılmak suretiyle ve söz konusu maddelerin standardlarına ilişkin kalibrasyon eğrilerinden elde edilen değerler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Standard Karışımı Kromatogramı



Şekil 4.2. Numune Kromatogramı

Ek-1.Şekil 1-Şekil 30 arası kromatogramlar, 3 firmadan sağlanan yumurtalara ait sarıların karotenoid profillerine ilişkin kromatografik seperasyonları göstermektedir. 270 numunede yapılan araştırmada lutein [Ort.Alıkonma süresi (R.T) ; 15,11 dk], zeaksantin

[Ort.Alıkonma süresi (R.T) ; 15,99 dk] ve kantaksantin [Ort.Alıkonma süresi (R.T) ; 16,42 dk] iyi bir base-line seperasyonu ile elde edilen kromatogramları görülmektedir (Ek-1).

Schlatterer ve Breithaupt (89) tarafından gerçekleştirilen ve HPLC'de YMC C30–zıt faz analitik kolonu (5,0 μ m, 250x4.6mm I.D.) ve öncül-kolon (5,0 μ m, 250x4.0mm I.D.) kullanımı ile yumurta sarılarında lutein, kapsantin, zeaksantin, β -apo-8'-karotenol, kantaksantin, β -apo-8'-karotenoik asid etil ester, sitranaksantin, β -sitranaksantin yan yana teşhis edildiği bir araştırmada, luteinin alıkonma zamanı 12. dk'larda görülürken (89), bir analitik yöntem çalışmasını teşkil eden araştırmamız kapsamında lutein kalitatif olarak HPLC kromatogramında ort.alıkonma süresi (R.T) ; 15,11 dk olarak belirlenmiştir (ek-1). Uyguladığımız kromatografik yöntem ve ekstraksiyon yöntemi daha kısa olmakta, zamandan ve çözüğenden de tasarruf sağlamaktadır.

4.1. Çiğ Yumurta Sarılarındaki Ksantofil Bileşenlerinin Düzeyleri

4.1.1. Lutein Nicelikleri

Araştırma kapsamımızdaki çiğ yumurta sarılarının lutein ksantofil içerikleri aşağıdaki Tablo 4.1.1.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1.1.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Lutein Ksantofillerin Düzeyleri

LUTEİN		
FİRMA	Ort. $\pm$ Std.sapma (μ g /sarı)	Ort. $\pm$ Std.sapma (μ g /100g)
A	1144,74 $\pm$ 1,42 ^a	6359,67 $\pm$ 7,89 ^a
B	1073,41 $\pm$ 1,06 ^{ab}	5963,39 $\pm$ 5,89 ^b
C	527,56 $\pm$ 0,78 ^c	2930,89 $\pm$ 4,33 ^d
Tüm Parti	915,24 $\pm$ 1,42 ^b	5084,67 $\pm$ 7,89 ^c

*Veriler,Kuru madde (KM) bazındadır
(Çiğ için18 g, katı için16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)
a, b, c,d her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır(p<0,01)

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada lutein ksantofil düzeyi, çiğ yumurta sarılarında ort. 915,24 $\pm$ 1,42 μ g/g sarı (5084,67 $\pm$ 7,89 μ g/100gsarı) (p <0,01) olarak saptanırken firmalar bazında incelendiğinde parti A numunelerinde ortalama 1144,74 $\pm$ 1,42 μ g/gsarı (6359,67 $\pm$ 7,89 μ g/100gsarı) (p <0,01), parti B numunelerinde ortalama 1073,41 $\pm$ 1,06 μ g/gsarı (5963,39 $\pm$ 5,89

$\mu\text{g}/100\text{gsarı}$) olarak ve parti C numunelerinde ise ortalama $527,56 \pm 0,78 \mu\text{g}/\text{gsarı}$ ($2930,89 \pm 4,33 \mu\text{g}/100\text{gsarı}$) ($p < 0,01$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.1.1.).

Schlatterer ve Breithaupt (89) tarafından Almanya Stuttgart'daki süpermarketlerden temin edilen büyük boy A kalite (birinci sınıf) yumurtalarda lutein, kapsantin, zeaksantin, β -apo-8'-karotenol, kantaksantin, β -apo-8'-karotenoik asid etil ester, sitranaksantin, β -sitranaksantin yan yana tayinlerinin gerçekleştirilen bir çalışmada, lutein miktarı $1273,6 - 2477,7 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı olarak tespit edilmiş olup, araştırmamızda incelediğimiz endüstriyel yumurtalarda saptanan lutein içeriklerine (Çizelge 4.1.1.1.) göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.1.1.1.'e göre araştırmamızda elde edilen lutein bulgularının ($2930,89 - 6359,67 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı) yaklaşık 2,5 kat yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.1.1.).

Holden ve arkadaşları (97), ABD'nin Maryland eyaleti Beltsville bölgesinde, Ohio eyaleti Cincinnati bölgesinde ve Minnesota eyaleti Minneapolis bölgesinde gerçekleştirdikleri ve çeşitli gıdaların karotenoid içeriklerini saptayarak bir "karotenoid veri listesi" oluşturdukları araştırmalarında, çiğ yumurta sarısında lutein düzeyini $32 \mu\text{g}/100\text{g}$ olarak bulgulamışlardır (97). Söz konusu araştırma (97) bulgularına göre, araştırmamızda incelediğimiz endüstriyel yumurtalarda saptanan lutein içeriklerinin (Çizelge 4.1.1.1.) oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Handelman ve arkadaşları'nca (53), A.B.D. Boston bölgesinde yapılan araştırmada, 6 farklı marketten temin edilen yumurta numunelerinde lutein ve zeaksantin ksantofiller saptanmış olup, ksantofillerin diyetel alımı ile plazma konsantrasyonları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Söz konusu araştırmada (53) incelenen yumurta sarılarında lutein düzeyleri, $150-435 \mu\text{g}/\text{sarı}$ (ortalama $292 \pm 117 \mu\text{g}/\text{sarı}$) olarak bulgulanmıştır. Araştırmamızda analizlenen endüstriyel yumurta sarılarında ortalama $915,24 \pm 1,42 \mu\text{g}/\text{sarı}$ (Çizelge 4.1.1.1.) olarak saptanan lutein miktarlarının Handelman ve ark.(53)'nın araştırmasına oranla yaklaşık 3-3,1 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.1.2. Zeaksantin Nicelikleri

Araştırma kapsamımızdaki çiğ yumurta sarılarının zeaksantin ksantofil içerikleri aşağıdaki çizelge 4.1.2.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.1.2.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Zeaksantin Ksantofillerin Düzeyleri

ZEAKSANTİN		
FİRMA	Ort. ± Std.sapma (μg /sarı)	Ort. ± Std.sapma (μg /100g)
A	16,46± 0,19 ^b	91,44 ± 1,06 ^{ab}
B	18,09± 0,14 ^a	100,50± 0,78 ^a
C	7,38 ± 0,08 ^d	41,00 ± 0,44 ^c
Tüm Parti	13,98± 0,23 ^c	77,67 ± 1,28 ^b
*Veriler,Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için18 g, katı için16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde) a, b, c,d her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır($n<0.01$)		

Araştırmamızda, zeaksantin ksantofil düzeyi, çiğ yumurta sarılarında ort. 13,98±0,23 $\mu\text{g/g}$ sarı (77,67±1,28 $\mu\text{g}/100\text{gsarı}$) ($p<0,01$) olarak saptanırken firmalar bazında incelendiğinde parti A numunelerinde ortalama 16,46±0,19 $\mu\text{g/g}$ sarı (91,44±1,06 $\mu\text{g}/100\text{gsarı}$) ($p<0,01$), parti B numunelerinde ortalama 18,09±0,14 $\mu\text{g/g}$ sarı (100,50±0,78 $\mu\text{g}/100\text{gsarı}$) olarak ve parti C numunelerinde ise ortalama 7,38±0,08 $\mu\text{g/g}$ sarı (41,00±0,44 $\mu\text{g}/100\text{gsarı}$) ($p<0,01$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.2.1.).

Schlatterer ve Breithaupt'ca (89) yapılan araştırma kapsamında, zeaksantin miktarı 774,9 -1287,5 $\mu\text{g}/100\text{g}$ sarı olarak tespit edilmiş olup araştırmamız bulgularına göre saptanmış olan zeaksantin düzeylerinin (41,00-100,50 $\mu\text{g}/100\text{gsarı}$) (ort. 77,67±1,28 $\mu\text{g}/100\text{gsarı}$) (Çizelge 4.1.2.1.) yaklaşık 6 ila 10 kat daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Holden ve arkadaşları (97)'nin araştırmasında, 23 $\mu\text{g}/100\text{g}$ sarı olarak saptanan zeaksantin düzeyine göre, araştırmamız kapsamındaki numunelerde belirlenen ort.77,67±1,28 μg zeaksantin /100gsarı miktarının yaklaşık 3,4 kat yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.2.1.)

Handelman ve arkadaşları'nca (53) yapılan çalışmada, zeaksantin düzeyleri 100-316 $\mu\text{g/sarı}$ (ortalama 213±85 $\mu\text{g/sarı}$) olarak saptanmış olup, araştırmamız kapsamındaki numunelerde belirlenmiş olan ort. 13,98± 0,23 μg zeaksantin /sarı miktarına (Çizelge 4.1.2.1.) göre son derece yüksek olduğu görülmektedir.

4.1.3. Kantaksantin Nicelikleri

Araştırma kapsamımızdaki çiğ yumurta sarılarının kantaksantin ksantofil içerikleri aşağıdaki çizelge 4.1.3.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.1.3.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Kantaksantin Ksantofillerin Düzeyleri

KANTAKSANTİN		
FİRMA	Ort. $\pm$Std.sapma (μg /sarı)	Ort. $\pm$ Std.sapma (μg /100g)
A	9,10 $\pm$ 0,05 ^c	50,56 $\pm$ 0,28 ^c
B	18,81 $\pm$ 0,11 ^a	104,50 $\pm$ 0,61 ^a
C	7,73 $\pm$ 0,02 ^d	42,94 $\pm$ 0,11 ^d
Tüm Parti	11,70 $\pm$ 0,10 ^b	65,00 $\pm$ 0,56 ^b
*Veriler,Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için18 g, katı için16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde) a, b, c,d her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır(p<0,01)		

Araştırmamız kapsamında, kantaksantin ksantofil düzeyi, çiğ yumurta sarılarında ort. 11,70 $\pm$ 0,10 μ g/gsarı (65,00 $\pm$ 0,56 μ g/100gsarı) (p <0,01) olarak saptanırken firmalar bazında incelendiğinde parti A numunelerinde ortalama 9,10 $\pm$ 0,05 μ g/gsarı (50,56 $\pm$ 0,28 μ g/100gsarı) (p <0,01), parti B numunelerinde ortalama 18,81 $\pm$ 0,11 μ g/gsarı (104,50 $\pm$ 0,61 μ g/100gsarı) olarak ve parti C numunelerinde ise ortalama 7,73 $\pm$ 0,02 μ g/gsarı (42,94 $\pm$ 0,11 μ g/100gsarı) (p <0,01) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.3.1.).

Schlatterer ve Breithaupt'ca (89) yapılan araştırma kapsamında, Almanya Stuttgart'daki süpermarketlerden temin edilen büyük boy A kalite (birinci sınıf) yumurtalarda, kantaksantin miktarı 321,3 -1156,9 μ g/ 100gsarı (ort. 707 $\pm$ 284 μ g/ 100g sarı) olarak bulgulanmış olup bu çalışmaya göre araştırmamız bulgularında yer alan kantaksantin düzeylerinin (42,94-104,50 μ g/100gsarı) (ort. 65,00 $\pm$ 0,56 μ g/100gsarı) (Çizelge 4.1.3.1.) yaklaşık 11 kat daha düşük olduğu belirlenmiştir.

4.2. Çiğ Yumurta Sarılarındaki Hunter L*a*b* Renk Parametrelerine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamımızdaki çiğ yumurta sarılarının Hunter L*a*b* renk parametrelerine ilişkin bulgular aşağıdaki çizelge 4.2.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.2.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde $L^*a^*b^*$ Renk Parametreleri

FİRMA	L* Renk Parametresi (Ort. $\pm$ Std.sapma)	a* (Renk Parametresi) (Ort. $\pm$ Std.sapma)	b* (Renk Parametresi) (Ort. $\pm$ Std.sapma)
A	72,97 $\pm$ 2,27 ^a	25,80 $\pm$ 4,94 ^c	73,70 $\pm$ 5,62 ^{cd}
B	69,64 $\pm$ 1,63 ^{bc}	29,42 $\pm$ 5,63 ^a	77,50 $\pm$ 3,47 ^a
C	68,63 $\pm$ 1,34 ^c	25,20 $\pm$ 3,33 ^{cd}	74,29 $\pm$ 3,85 ^c
Tüm Parti	70,41 $\pm$ 2,57 ^b	26,81 $\pm$ 5,07 ^b	75,16 $\pm$ 4,70 ^b

a, b, c,d, her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır($p<0,01$)

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada L^* renk parametresi düzeyi, tüm çiğ yumurta partilerine ait sarılarda ort. 70,41 $\pm$ 2,57 ($p<0,01$) olarak saptanırken firmalar bazında incelendiğinde parti A numunelerinde ortalama 72,97 $\pm$ 2,27 ($p<0,01$), parti B numunelerinde ortalama 69,64 $\pm$ 1,63 ($p<0,01$) olarak ve parti C numunelerinde ise ortalama 68,63 $\pm$ 1,34 ($p<0,01$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.1.). Hunter “L” değeri, aydınlık derecesi veya ışık değerini ifade etmektedir. Hunter L^* değerinin araştırmamız kapsamındaki parti A numunelerinde daha yüksek olduğu görülmektedir. Parti B ve C grubu yumurtalarının, yakın L^* değerlerine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.2.1.).

Çalışmamızda a^* renk parametresi düzeyi, tüm çiğ yumurta partilerine ait sarılarda ort. 26,81 $\pm$ 5,07 ($p<0,01$) olarak saptanırken firmalar bazında incelendiğinde parti A numunelerinde ortalama 25,80 $\pm$ 4,94 ($p<0,01$), parti B numunelerinde ortalama 29,42 $\pm$ 5,63 ($p<0,01$) olarak ve parti C numunelerinde ise ortalama 25,20 $\pm$ 3,33 ($p<0,01$) olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2.1.). Hunter “a” değeri, kırmızılığı ifade etmektedir. Araştırmamızda yer alan yumurta partileri arasında en yüksek kırmızılık değerine sahip olan grubun, parti B olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.1.). Firma B’nin yem rasyonu bileşiminde kırmızılık verici içeriğin daha yüksek olduğuna işaret etmektedir .

Çalışmamızda b^* renk parametresi düzeyi, tüm çiğ yumurta partilerine ait sarılarda ort.75,16 $\pm$ 4,70 ($p<0,01$) olarak saptanırken, parti A grubu sarılarda ortalama 73,70 $\pm$ 5,62 ($p<0,01$), parti B grubu sarılarda ortalama 77,50 $\pm$ 3,47 ($p<0,01$) , parti C grubu sarılarda ise ortalama 74,29 $\pm$ 3,85 ($p<0,01$) olarak bulgulanmıştır. Hunter “b” değeri, sarılığı ifade etmektedir. Araştırmamızda yer alan yumurta partileri arasında en yüksek sarılık değerine sahip olan grubun da, parti B olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.1.). Firma B’nin yem rasyonu bileşiminde sarılık verici içeriğin diğer yumurta partilerine oranla daha yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Yumurta grupları arasında hem kırmızılık hem de sarılık değerleri diğer gruplara göre yüksek olan Parti B'de portakalımsı rengin diğer gruplara göre daha baskın olduğu belirlenmiştir. Parti A ve Parti C'nin kırmızı ve sarı renk yoğunluğu bakımından yakın düzeylerde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.1.). Yumurta partilerinin kırmızı ve sarı renk yoğunlukları açısından karşılaştırılması Roch Renk Yelpazesi (RCYF) ile de doğrulanmıştır.

Kırkpınar ve Erkek (39, 41), kontrollü besleme gruplarına ait yem rasyonu bileşimi ile Hunter renk parametreleri arasındaki ilişkileri ve yem rasyonunun bileşimine göre değişimleri bulgulamışlardır. Kırkpınar ve Erkek (39), beyaz mısır ve buğday temeline dayalı karma yemlere ilave edilen lutein, yonca unu, kadife çiçeği unu, kırmızı biber unu, β -Apo-8'-karotenolik asit etil ester, kantaksantin ve β -Apo-8'-karotenolik asit etil ester-kantaksantin (3:1 h/h) karışımının yumurta sarısının rengi ve verim üzerine etkilerini kolorimetrik olarak incelemişler ve en yüksek Hunter L değeri (açıklık) (lightness) değerini kontrol grubu ve luteinde; en yüksek Hunter a (kırmızılık) değerini kırmızı biberde; en yüksek Hunter b (sarılık) değerini β -Apo-8'-karotenolik asit etil ester ve yonca ununda belirlemişlerdir (39).

Kırkpınar ve Erkek (41)'in, %60 sarı mısır temeline dayalı karma yemlere ilave edilen doğal ve sentetik renk maddeleri ile yaptıkları diğer bir çalışmada, en yüksek Hunter a (kırmızılık) değeri kırmızı biberde; en yüksek Hunter b (sarılık) değeri luteinde belirlenmiştir (41).

4.2.1. Çiğ Yumurta Sarılarındaki Hunter a^*/b^* Oranına İlişkin Bulgular

Yaptığımız çalışmada, parti A numunelerinde ortalama a^*/b^* (kırmızılık/sarılık) oranı 0,35; parti B numunelerinde ortalama a/b oranı 0,38; parti C numunelerinde ortalama a/b oranı 0,36 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.1.).

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada, a^*/b^* oranları karşılaştırıldığında, A ve C parti numunelere oranla B parti numunelerde renk yoğunluğunun daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.1.).

Farklı doğal renk kaynaklarının yumurta sarısının rengine etkilerinin irdelendiği ve RCYF ve Lab yöntemleriyle a/b oranlarının belirlendiği bir çalışmada (98), farklı ppm değerlerindeki ksantofil konsantrasyonlarına göre a/b oranlarında farklılık olduğu saptanmıştır. İlgili çalışmada (98), sarı ksantofillerin konsantrasyonunun (ppm) artması ile a/b oranının ve renk yoğunluğunun arttığı belirlenmiş olup, sarı ksantofillerin konsantrasyonu 20 ppm iken a/b oranının 0,562; 40 ppm iken a/b oranının 0,705; 80 ppm iken 0,835 ve 160 ppm iken 0,930 olduğu bulgulanmıştır. Galobart ve ark.nın (98) çalışmasında, kırmızı ksantofillerin konsantrasyonunun (ppm) artması ile a^* ve a^*/b^* değerlerinin arttığı, L^* ve b^* değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, a^*/b^* oranının renk yoğunluğunu belirleyici bir parametre olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda çizelge 4.2.1.'den de görüleceği gibi, B parti numunelerde, kırmızılığı ifade eden Hunter "a" değeri ve sarılığı ifade eden Hunter "b" değeri diğer gruplara göre yüksektir. Ancak, a^*/b^* oranları açısından da B parti numuneler yüksek skalada belirlenmiştir. Bu durum, B partisinde kırmızılık verici içeriğin, sarılık verici içeriğe oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir.

C parti numunelerde (Çizelge 4.2.1.), sarılığı ifade eden Hunter " b^* " değeri ($74,29 \pm 3,85$), A parti numunelere ilişkin Hunter " b^* " değerine oldukça yakın ($73,70 \pm 5,62$) olup az düzeyde yüksek olarak belirlenmiştir. a^*/b^* oranları açısından bakıldığında, parti C numunelerine ilişkin a/b oranı da (0,36) parti A numunelere göre (a^*/b oranı: 0,35) az düzeyde yüksektir. Bu durum, parti C numunelerde, sarı ksantofillerin konsantrasyonunun parti A'ya oranla daha fazla olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.2.1.). Parti A'nın L^* açıklık değerinin ($72,97 \pm 2,27$) parti C'ninkine ($68,63 \pm 1,34$) oranla yüksek oluşu da bu durumu göstermektedir (Çizelge 4.2.1.).

Gerçekleştirdiğimiz çalışma ile de, Hunter $L^*a^*b^*$ ve a^*/b^* oranlarının, yumurta sarısı partilerinde renk yoğunluğunun düzeyi hususunda ve yem rasyonu renk bileşiminde yer alan sarı ve kırmızı ksantofillerin düzeyi hususunda belirleyici fikir vermekte olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.1.).

4.3. Isıl İşlem Muameleli Yumurta Sarılarındaki Ksantofil Bileşenlerinin Düzeyleri

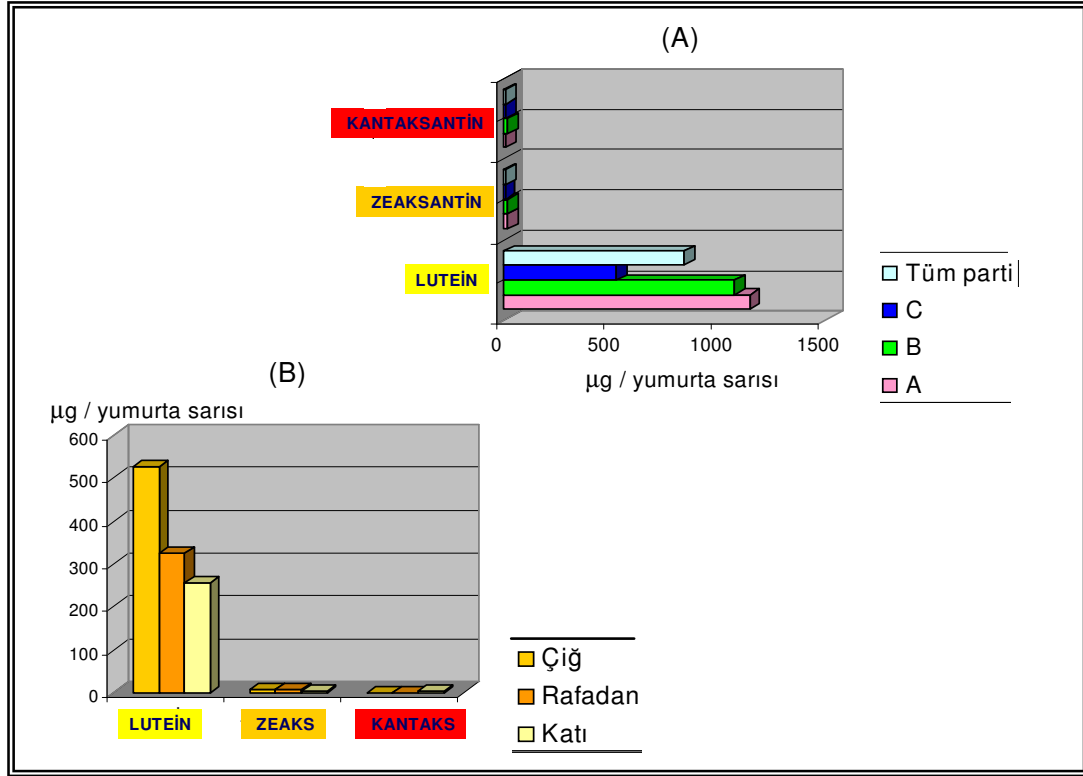
4.3.1. Lutein Nicelikleri

Araştırma kapsamımızdaki C parti numunelere ısı işlem uygulanmış olup, ısı işlem muameleli yumurta sarılarının lutein ksantofil içerikleri aşağıdaki çizelge 4.3.1.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.3.1.1. Isıl İşlem Muameleli Numunelerde Lutein Ksantofillerin Düzeyleri

PARTİ C GRUBU	LUTEİN (Ort. $\pm$ Std.sapma) (μg /sarı)	LUTEİN (Ort. $\pm$ Std.sapma) (μg /100g)
Çiğ	$527,56 \pm 0,78^a$	$2930,89 \pm 4,33^a$
Rafadan	$326,69 \pm 0,17^b$	$2041,81 \pm 1,06^b$
Katı	$256,84 \pm 0,11^c$	$1605,25 \pm 0,69^c$

*Veriler, Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için 18 g, katı için 16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)
a, b, c her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar



Şekil 4.3.1.1. (A) Yumurta Partilerindeki Ksantofillerin (Lutein, Zeaksantin, Kantaksantin) Düzeyi (B) Çiğ, Rafadan ve Katı Yumurtalarda Isıl İşlem Etkisi ile Ksantofillerdeki Değişimler (μg / yumurta sarısı olarak) (HPLC VERİLERİ)

Şekil 4.3.1.1.A'da yumurta partilerindeki tüm ksantofillerin düzeyleri ve Şekil 4.3.1.1.B'de de çiğ, rafadan ve katı yumurta numunelerinde ısıtma işlemiyle ksantofil düzeylerindeki değişimler toplu halde görülmektedir (Şekil 4.3.1.1.A,B).

Araştırmamız kapsamında, lutein ksantofil düzeyi, parti C çiğ yumurta sarılarında ort. $527,56 \pm 0,78 \mu\text{g/g}$ sarı (2930,89 $\pm 4,33 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı) ($p < 0,01$) olarak saptanırken, parti C'ye ait numunelerden hazırlanan rafadan yumurta sarılarında $326,69 \pm 0,17 \mu\text{g/g}$ sarı (2041,81 $\pm 1,06 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı) ($p < 0,01$) ve katı yumurta sarılarında $256,84 \pm 0,11 \mu\text{g/g}$ sarı (1605,25 $\pm 0,69 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı) ($p < 0,01$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.1.1.).

Çizelge 4.3.1.1.'den de görüleceği gibi ısıtma işlemi muamelesi ile parti C numunelerden hazırlanmış rafadan ve katı numunelerin sarılarında, lutein ksantofil düzeyleri açısından azalmalar (degradasyonlar) belirlenmiştir (Çizelge 4.3.1.1.).

Isıtma işlemi etkisinin belirlendiği çalışmamızda, rafadan yumurtaların sarılarında lutein düzeyi açısından %38,08'lik bir azalma gözlemlenirken; katı yumurta sarılarında %51,32

oranında bir azalma saptanmıştır ($p<0,01$). Isıl işlemin süresi arttıkça, lutein kaybının da arttığı bulgulanmıştır. Isıl işlem etkisi ile yumurta sarısında lutein ksantofillerin değişiminin saptandığı bir çalışmaya rastlanılamamış olup, çalışmamız bu noktada da literatüre bir veri oluşturmaktadır.

4.3.2. Zeaksantin Nicelikleri

Araştırma kapsamımızdaki C parti numunelere ısıtıl işlem uygulanmış olup, ısıtıl işlem muameleli yumurta sarılarının zeaksantin ksantofil içerikleri aşağıdaki çizelge 4.3.2.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.3.2.1. Isıl İşlem Muameleli Numunelerde Zeaksantin Ksantofillerin Düzeyleri

PARTİ C GRUBU	ZEAKSANTİN (Ort. $\pm$ Std.sapma) (μg /sarı)	ZEAKSANTİN (Ort. $\pm$ Std.sapma) (μg /100g)
Çiğ	7,38 $\pm$ 0,08 ^a	41,00 $\pm$ 0,44 ^a
Rafadan	5,72 $\pm$ 0,06 ^b	35,75 $\pm$ 0,38 ^b
Katı	3,94 $\pm$ 0,02 ^c	24,63 $\pm$ 0,13 ^c

*Veriler,Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için18 g, katı için 16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)
a, b, c her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar

Şekil 4.3.1.1.A'da tüm çiğ yumurta partilerindeki ksantofil düzeyleri ve Şekil 4.3.1.1.B'de de Parti C rafadan ve katı yumurta numunelerinde ısıtıl işlem etkisiyle zeaksantin ve diğer ksantofil düzeylerindeki değişimler görülmektedir (Şekil 4.3.1.1.A,B).

Araştırmamızda, zeaksantin ksantofil düzeyi, parti C çiğ yumurta sarılarında ort. 7,38 $\pm$ 0,08 $\mu\text{g/g}$ sarı (41,00 $\pm$ 0,44 $\mu\text{g/100g}$ sarı) ($p<0,01$) olarak belirlenirken, parti C'ye ait numunelerden hazırlanan rafadan yumurta sarılarında 5,72 $\pm$ 0,06 $\mu\text{g/g}$ sarı (35,75 $\pm$ 0,38 $\mu\text{g/100g}$ sarı) ($p<0,01$) ve katı yumurta sarılarında 3,94 $\pm$ 0,02 $\mu\text{g/g}$ sarı (24,63 $\pm$ 0,13 $\mu\text{g/100g}$ sarı) ($p<0,01$) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.2.1.).

Çizelge 4.3.2.'den de görüleceği gibi ısıtıl işlem etkisi ile Parti C'ye ait rafadan ve katı yumurta sarılarında, zeaksantin ksantofil düzeyleri açısından azalmalar (degradasyonlar) saptanmıştır (Çizelge 4.3.2.1.).

Isıl işlem etkisi ile rafadan yumurta sarılarının zeaksantin düzeyinde %22,49'luk bir azalma belirlenirken; katı yumurta sarılarında %46,61 oranında bir azalma saptanmıştır ($p<0,01$). Isıl işlemin süresi uzadıkça, zeaksantin kaybının da arttığı tespit edilmiştir. Isıl işlem

muamelesi ile yumurta sarısında zeaksantin ksantofillerin değişiminin tespit edildiği bir çalışmaya rastlanılamamış olup, araştırmamız literatür için bir veri niteliğindedir.

4.3.3. Kantaksantin Nicelikleri

Araştırmamız kapsamındaki ısıtıl işlem görmüş Parti C numunelere ait yumurta sarılarının kantaksantin ksantofil içerikleri aşağıdaki çizelge 4.3.3.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.3.3.1. Isıl İşlem Muameleli Numunelerde Kantaksantin Ksantofillerin Düzeyleri

PARTİ C GRUBU	KANTAKSANTİN (Ort. ± Std.sapma) (μg /sarı)	KANTAKSANTİN (Ort. ± Std.sapma) (μg /100g)
Çiğ	$7,73 \pm 0,02^a$	$42,94 \pm 0,11^{ab}$
Rafadan	$7,19 \pm 0,03^{ab}$	$44,94 \pm 0,19^a$
Katı	$4,19 \pm 0,03^c$	$26,19 \pm 0,19^c$

*Veriler,Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için18 g, katı için 16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)
a, b, c her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar

Şekil 4.3.1.1.A'da tüm çiğ yumurta partilerindeki ksantofil düzeyleri ve Şekil 4.3.1.B'de de Parti C rafadan ve katı yumurta numunelerinde ısıtıl işlem etkisiyle kantaksantin ve diğer ksantofil düzeylerindeki değişimler görülmektedir (Şekil 4.3.1.1. A, B).

Çalışmamızda, kantaksantin ksantofil düzeyi, parti C çiğ yumurta sarılarında ort. $7,73 \pm 0,02 \mu\text{g/g}$ sarı ($42,94 \pm 0,11 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı) ($p<0,01$) olarak saptanmıştır. Parti C'ye ait numunelerden hazırladığımız rafadan yumurta sarılarında $7,19 \pm 0,03 \mu\text{g/g}$ sarı ($44,94 \pm 0,19 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı) ($p<0,01$) ve katı yumurta sarılarında $4,19 \pm 0,03 \mu\text{g/g}$ sarı ($26,19 \pm 0,19 \mu\text{g}/100\text{g}$ sarı) ($p<0,01$) olarak bulgulanmıştır (Çizelge 4.3.3.1.).

Çizelge 4.3.3.1.'den de görüleceği gibi ısıtıl işlem muamelesi etkisi ile Parti C'ye ait rafadan ve katı yumurta sarılarında, kantaksantin ksantofil düzeylerinde azalmalar (degradasyonlar) tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.3.1.).

Isıl işlem etkisi ile rafadan yumurta sarılarının kantaksantin miktarında %6,99 bir azalma saptanırken; katı yumurta sarılarında %45,8 oranında bir azalma belirlenmiştir ($p<0,01$). Katı yumurtada ısıtıl işlem süresi daha uzun olduğundan dolayı, kantaksantin kaybının da arttığı bulgulanmıştır. Isıl işlem sonrası yumurta sarısında kantaksantin ksantofillerin değişiminin

saptandığı bir çalışmaya rastlanılamamış olup, araştırmamız literatür için bir veri teşkil etmektedir.

4.4. Isıl İşlem Muameleli Yumurta Sarılarındaki *Hunter L*a*b** Renk Parametrelerine İlişkin Bulgular

Araştırmamız kapsamındaki ısıtıl işlem muameleli yumurta sarılarının *Hunter L*a*b** renk parametrelerine ilişkin bulgular aşağıdaki çizelge 4.4.1.'de verilmektedir.

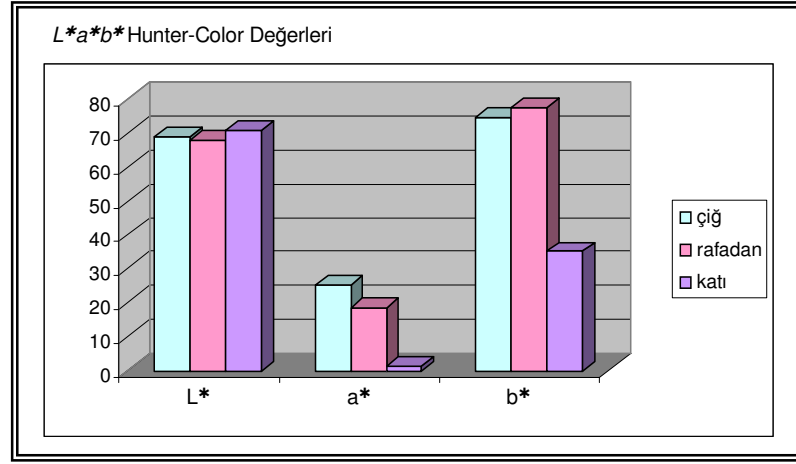
Çizelge 4.4.1. Isıl İşlem Muameleli (Rafadan, Katı) Yumurta Sarılarında *L*a*b** Renk Parametreleri

PARTİ C GRUBU	<i>L*</i> Renk Parametresi (Ort. $\pm$ Std.sapma)	<i>a*</i> (Renk Parametresi) (Ort. $\pm$ Std.sapma)	<i>b*</i> (Renk Parametresi) (Ort. $\pm$ Std.sapma)
Çiğ	68,63 $\pm$ 1,34 ^b	25,20 $\pm$ 3,33 ^a	74,29 $\pm$ 3,85 ^b
Rafadan	67,71 $\pm$ 1,26 ^{bc}	18,29 $\pm$ 2,25 ^b	77,39 $\pm$ 6,28 ^a
Katı	70,85 $\pm$ 0,52 ^a	1,33 $\pm$ 0,85 ^c	34,97 $\pm$ 4,69 ^c

a, b, c, d, her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır ($p < 0,01$)

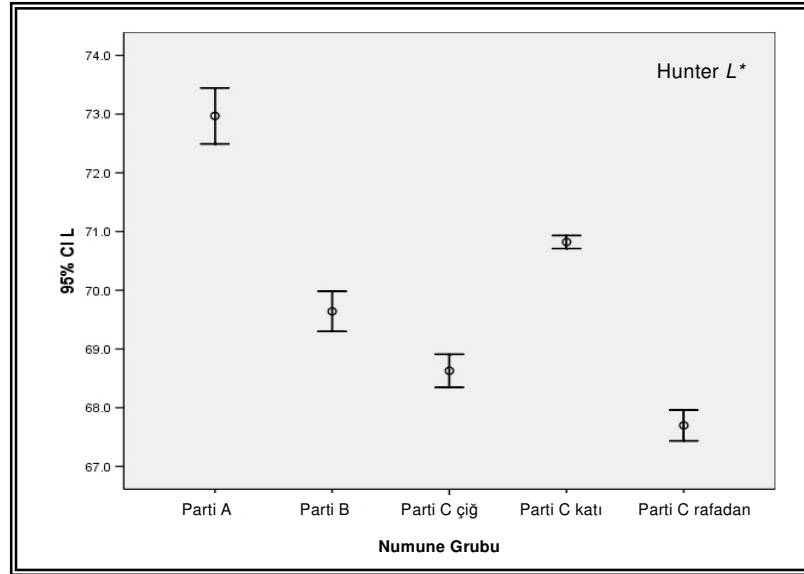
Parti C grubu yumurtalardan hazırlanan rafadan numunelerde, *L** renk parametresi düzeyi, 67,71 $\pm$ 1,26 ; *a** renk parametresi düzeyi 18,29 $\pm$ 2,25 ; *b** renk parametresi düzeyi 77,39 $\pm$ 6,28 olarak saptanmıştır ($p < 0,01$). Katı numunelerde ise, *L** renk parametresi düzeyi, 70,85 $\pm$ 0,52 ; *a** renk parametresi düzeyi 1,33 $\pm$ 0,85 ve *b** renk parametresi düzeyi 34,97 $\pm$ 4,69 olarak tespit edilmiştir ($p < 0,01$).

Şekil 4.4.1.'de çalışmamız kapsamındaki çiğ, rafadan ve katı numunelere ilişkin sarıların *L*a*b** Hunter renk değerleri karşılaştırmalı olarak görülmektedir (Şekil 4.4.1.).



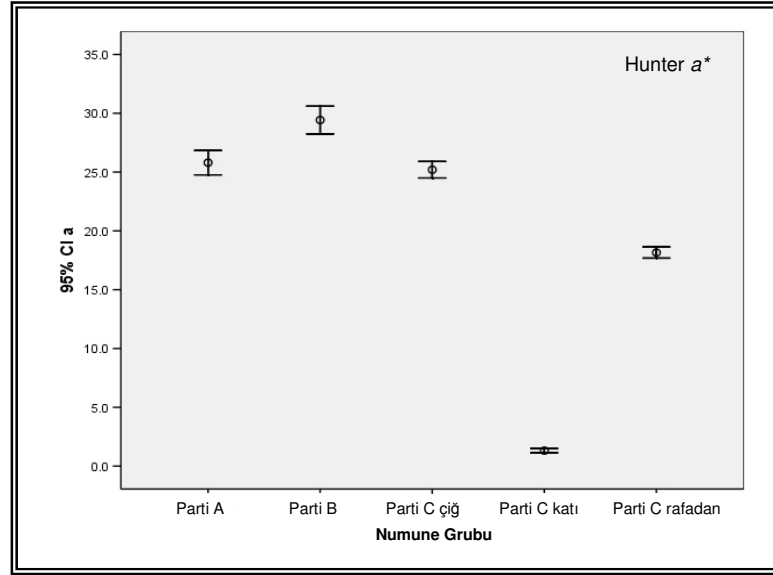
Şekil 4.4.1. Araştırma Kapsamındaki Parti C Çiğ, Rafadan ve Katı Yumurta Sarılarının $L^*a^*b^*$ -Hunter Color Renk Değerlerindeki Değişimler (**Lab-CIE RENK ÖLÇÜM CİHAZI VERİLERİ**)

Çizelge 4.4.1.'den ve Şekil 4.4.2.'den de görüleceği gibi, çiğ yumurtanın L^* değerine (ort. $68,63 \pm 1,34$) göre katı yumurtada Hunter L^* aydınlık (açıklık) (lightness) değeri daha artmış olup (ort. $70,85 \pm 0,52$) renk solukluğa dönme eğilimindedir.



Şekil 4.4.2. Yumurta Numunelerinde Ortalama Hunter L^* Renk Parametresi Değerleri Ve Standart Sapma Değişimleri

Katı formda Hunter L^* parametresine ilişkin standart sapmanın düşük olması daha stabil ve homojen bir renge işaret etmektedir (Şekil 4.4.2.)

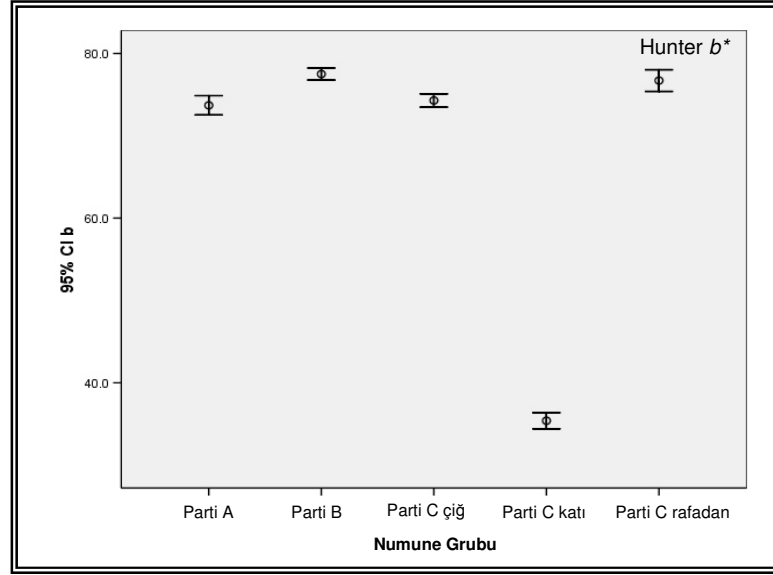


Şekil 4.4.3. Yumurta Numunelerinde Ortalama Hunter a^* Renk Parametresi Değerleri Ve Standart Sapma Değişimleri

Çiğ yumurtanın Hunter a^* (kırmızılık) değeri ($25,20 \pm 3,33$) ile kıyaslandığında, rafadanda a^* değeri ($18,29 \pm 2,25$) azalma göstermiştir ve kırmızılığın azaldığına işaret etmektedir. Katı yumurta sarısında ise Hunter a^* , $1,33 \pm 0,85$ değeri ile oldukça azalmış olup kırmızımsı renk yoğunluğunun tamamına yakınının azaldığının göstergesidir (Çizelge 4.4.1.; Şekil 4.4.3.).

Yumurta sarısı çiğ formdan rafadan forma geçtiğinde b^* parametresinde kısmi bir yükselme görülmektedir. Rafadan yumurtanın Hunter b^* (sarılık) değerinin ($77,39 \pm 6,28$), çiğ yumurtanın Hunter b^* ($74,29 \pm 3,85$) değerine göre daha yüksek olduğu ve sarımsı rengin rafadan numunenin sarısında daha yoğun olduğu bulgulanmıştır (Çizelge 4.4.1.).

Katı yumurtanın Hunter b^* değerinin ($34,97 \pm 4,69$) ise çiğ yumurtanın Hunter b^* ($74,29 \pm 3,85$) değerine göre azalmış olduğu tespit edilmiştir. Katı yumurtanın sarımsı renk yoğunluğunun çiğ yumurta sarısına göre yaklaşık olarak yarı yarıya azalma göstermiş olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4.1.; Şekil 4.4.4.).



Şekil 4.4.4. Yumurta Numunelerinde Ortalama Hunter b^* Renk Parametresi Değerleri Ve Standart Sapma Değişimleri

Isıl işlem muamelesi sonrası yumurta sarısında *Hunter L*a*b** renk parametrelerinin değişimine ilişkin bir çalışmaya rastlanılamamış olup, bulgularımız literatür açısından bir veri oluşturmaktadır.

4.5. Çiğ ve Isıl İşlem Muameleli Yumurta Sarısında Lutein / Zeaksantin (L / Z) Oranı

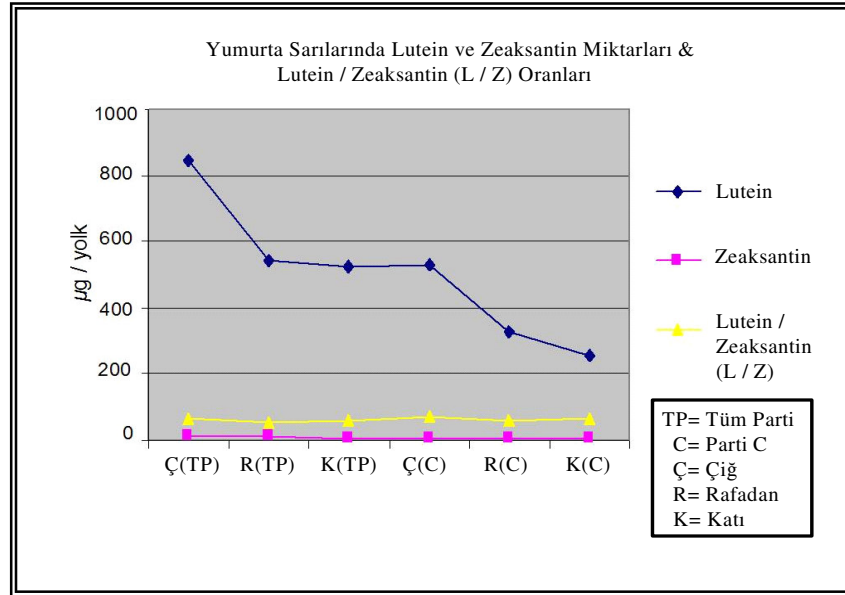
Araştırma kapsamımızdaki çiğ ve ısıtılmış yumurta sarılarının lutein / zeaksantin (L / Z) oranları aşağıdaki çizelge 4.5.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.5.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Lutein / Zeaksantin Oranları*

NUMUNE PARTİSİ	LUTEİN (μg / sarı)	ZEAKSANTİN (μg / sarı)	LUTEİN / ZEAKSANTİN ORANI (L / Z)
PARTİ (A)	1144,74 $\pm$ 1,42	16,46 $\pm$ 0,19	L / Z : 69,55
PARTİ (B)	1073,41 $\pm$ 1,06	18,09 $\pm$ 0,14	L / Z : 59,34
PARTİ (C)	527,56 $\pm$ 0,78	7,38 $\pm$ 0,08	L / Z : 71,48
TÜM PARTİ	915,24 $\pm$ 1,42	13,98 $\pm$ 0,23	L / Z : 65,47
ISIL İŞLEM ETKİSİ			
PARTİ (C)	527,56 $\pm$ 0,78	7,38 $\pm$ 0,08	L / Z : 71,48
RAFADAN (C)	326,69 $\pm$ 0,17	5,72 $\pm$ 0,06	L / Z : 57,11
KATI (C)	256,84 $\pm$ 0,11	3,94 $\pm$ 0,02	L / Z : 65,19

*Veriler, Kuru madde (KM) bazındadır
(Çiğ için 18 g, ısıtılmış işlem muamelesi için 16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)
a, b, c,d her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır ($p<0,01$)

Şekil 4.5.1. araştırmamız kapsamındaki çiğ ve ısıtılmış işlem muamelesi yumurta sarılarının lutein / zeaksantin (L / Z) oranlarını göstermektedir.



Şekil 4.5.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde L / Z Oranları

Çalışmamız kapsamındaki parti A yumurta numunelerinde lutein / zeaksantin (L/Z) oranı 69,55/1 olarak saptanırken; bu oran parti B numunelerde 59,34/1 ; parti C numunelerde 71,48 /1; tüm partide 65,47/1 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5.1).

Parti B yumurta sarılarında L/Z oranının (59,34/1), diğer partilerin L/Z oranlarına göre daha düşük olduğu görülmektedir, bu oranın parti B'de zeaksantin düzeyinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Parti C'de L/Z oranının (71,48/1) diğer parti numunelere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5.1.).

Isıl işlem etkisi ile Parti C yumurta sarılarında L/Z oranının değişimi incelenmiştir (Çizelge 4.5.1 ve Şekil 4.5.1.). Parti C çiğ yumurta sarılarında, 71,48/1 olan L/Z oranı katı yumurta sarısı formunda azalma göstermiştir (L/Z: 65,19/1). Rafadan formda, katı forma kıyasla L/Z daha düşük olup 57,11 /1 oranında olarak bulgulanmıştır (Çizelge 4.5.1.).

Rafadan formda L/Z oranının katı forma göre daha düşük olmasının, rafadanda zeaksantin düzeyinin katı forma göre yüksek olmasından kaynaklandığı görülmektedir (Çizelge 4.5.1.).

Lutein/zeaksantin (L/Z) oranı, genellikle diyetlerde 20/1 oranında bulunmaktadır. Portakal renkli meyve ve sebzelerde ve koyu yeşil yapraklı sebzelerde 40/1 oranında bulunurken marigold bitkisi de denilen kadife çiçeğinde (*Tagetes erecta*) bu oran 20-30/1 olarak tespit edilmiştir (8). Göz makulasında, L/Z oranının 1/1 olduğu saptanmıştır ve göz makulasında her iki ksantofil bileşeninin de eşdeğer konsantrasyonda olduğunu göstermektedir.

Lutein ve zeaksantin her ikisinin varlığının insan sağlığı açısından koruyucu etkileri olduğu bilinmektedir özellikle göz rahatsızlıkları, deri, kalp rahatsızlıkları, bağışıklık sistemi sorunları, diyabet ile ilgili problemleri ve çeşitli kanser tipi risklerini azalttığı bilinmektedir (2). Luteinin günlük dozunun 10 mg olması tavsiye edilmekte iken, pozitif etkilerin gözlenebilmesi için her iki ksantofilin birlikte alım dozunun 6 mg olması önerilmektedir. Lutein tüketiminin aşırı dozunda, alfa-karoten tüketiminin aşırılığında da oluşan “deride karotenomia” ile sonuçlanabildiği bildirilmektedir.

Çalışmamızda yumurta sarılarında söz konusu ksantofillerin günlük dozu karşılayacak düzeyde olduğu belirlenmiş olup L/Z oranı ülkemizdeki yumurta sarılarında oldukça yüksek oranda saptanmıştır ve lutein düzeylerinin de oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Çiğ yumurta formunda oldukça yüksek olan L/Z oranı, ısıl işlem sonucu degradasyon ile düşse de optimum seviyenin üstünde bir değer vermektedir (Çizelge 4.5.1.).

Çalışmamızda lutein / zeaksantin (L/Z) oranlarının firma yumurta partilerine göre değişim göstermesi; yem rasyonu farklılıklarından dolayıdır. Bilindiği gibi, E-161b lutein olarak kullanılabilirken, Carophyll® formülasyonlarının içeriğinde de lutein bulunmasından dolayı ve kadife çiçeği de potansiyel lutein kaynağı olduğundan yem rasyonlarına her üç şekilde fortifikasyon mümkün olabilmektedir.

Holden ve arkadaşlarının (97), kontrollü besleme ile yaptıkları çalışma sonucunda lutein/ zeaksantin oranının makûladaki optimum seviyeye yakın olarak 1,39/1 olduğu görülmektedir. Kontrollü besleme gruplarıyla yapılan diğer bir çalışmada ise Handelman ve ark.ları (53) L/Z oranını maksimum 1,37/1 olarak saptamışlardır. L/Z oranları her iki çalışmada

benzer sonuçlar vermiştir. Schlatterer ve Breithaupt (89) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise bu L/Z oranının 1,64/1 olduğu ve yumurta boyutlarına göre değişmekte olduğu tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi yapılan çalışmalara göre bu konudaki bulgularımız yüksek oranlardadır.

Isıl işlem muamelesi sonrası yumurta sarısında lutein / zeaksantin (L / Z) oranlarının değişimin irdelendiği bir çalışmaya rastlanılamamış olup bu konudaki bulgularımız literatür açısından bir veri teşkil etmektedir.

Yem rasyonlarında yeniden düzenlenmeler olması önerilmektedir ve lutein düzeyleri aşağıya çekilerek daha dengelenmiş L/Z oranları elde edilebileceği düşünülmektedir. Yumurta endüstrisinde, lutein seviyesinin düşürülmesi ve standardizasyonu için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

4.6. Yumurta Sarısında Saptanan Ksantofil Bileşenlerinin Kantitatif Düzeyleri ile Yumurta Sarısının Hunter $L^*a^*b^*$ - Renk Değerleri Arasındaki Olası İlişkilerin İstatistiksel Olarak Belirlenmesi

Çizelge 4.6.1. çalışmamız kapsamındaki parti A yumurta sarılarındaki lutein, zeaksantin ve kantaksantin kantitatif düzeyleri ile Hunter $L^*a^*b^*$ renk parametreleri arasındaki korelasyonları vermektedir.

Çizelge 4.6.1. Parti A'ya Ait Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri

		Parti A								
		L^*	a^*	b^*	Lutein	Zeaks	Kant	Lut.+Zeak.+ Kant.	Log Lutein	Lutein ²
Parti A	L^*	1,000								
	a^*	0,198	1,000							
	b^*	-0,938**	-0,204	1,000						
	Lutein	0,972**	0,129	-0,938**	1,000					
	Zeaksantin	0,943**	0,162	-0,949**	0,980**	1,000				
	Kantaksantin	0,874**	0,270*	-0,898**	0,850**	0,899**	1,000			
	Lut.+Zeak.+K ant.	0,973**	0,131	-0,940**	1,000**	0,981**	0,854**	1,000		
	Log Lutein	0,933**	0,032	-0,882**	0,982**	0,952**	0,784**	0,981**	1,000	
	Lutein ²	0,975**	0,204	-0,962**	0,986**	0,977**	0,880**	0,987**	0,937**	1,000

** $p \leq 0,01$

* $p \leq 0,05$

Çizelge 4.6.2. araştırmamızda yer alan parti B yumurta sarılarındaki lutein, zeaksantin ve kantaksantin kantitatif düzeyleri ile Hunter $L^*a^*b^*$ renk parametreleri arasındaki korelasyonları göstermektedir.

Çizelge 4.6.2. Parti B'ya Ait Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları (r) Ve Düzeyleri

		Parti B								
		L^*	a^*	b^*	Lutein	Zeaks	Kan	Lut.+Zeak.+Kant.	Log Lutein	Lutein ²
Parti B	L^*	1,000								
	a^*	-0,297**	1,000							
	b^*	-0,903**	0,316**	1,000						
	Lutein	0,684**	-0,362**	-0,609**	1,000					
	Zeaksantin	0,657**	-0,383**	-0,605**	0,982**	1,000				
	Kantaksantin	0,712**	-0,312**	-0,594**	0,956**	0,930**	1,000			
	Lut.+Zeak.+Kant.	0,685**	-0,362**	-0,609**	1,000**	0,983**	0,957**	1,000		
	Log Lutein	0,620**	-0,394**	-0,596**	0,965**	0,973**	0,898**	0,965**	1,000	
	Lutein ²	0,707**	-0,313**	-0,590**	0,979**	0,943**	0,963**	0,979**	0,894**	1,000

** $p \leq 0,01$

* $p \leq 0,05$

Çizelge 4.6.3. parti C yumurta sarılarındaki lutein,zeaksantin,kantaksantin kantitatif düzeyleri ile Hunter $L^*a^*b^*$ renk parametreleri arasındaki korelasyonları vermektedir.

Çizelge 4.6.3. Parti C'ya Ait Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri

		Parti C								
		L^*	a^*	b^*	Lutein	Zeaks	Kant	Lut.+Zeak.+Kant.	Log Lutein	Lutein ²
Parti C	L^*	1,000								
	a^*	-0,172	1,000							
	b^*	0,191	0,075	1,000						
	Lutein	-0,286**	-0,061	-0,443**	1,000					
	Zeaksantin	-0,281**	-0,063	-0,447**	0,937**	1,00				
	Kantaksantin	-0,306**	-0,082	-0,435**	0,981**	0,912**	1,00			
	Lut.+Zeak.+Kant.	-0,287**	-0,062	-0,443**	1,000**	0,938**	0,982**	1,000		
	Log Lutein	-0,265**	-0,038	-0,451**	0,993**	0,942**	0,955**	0,992**	1,000	
	Lutein ²	-0,299**	-0,080	-0,429**	0,994**	0,922**	0,994**	0,995**	0,974**	1,000

** $p \leq 0,01$

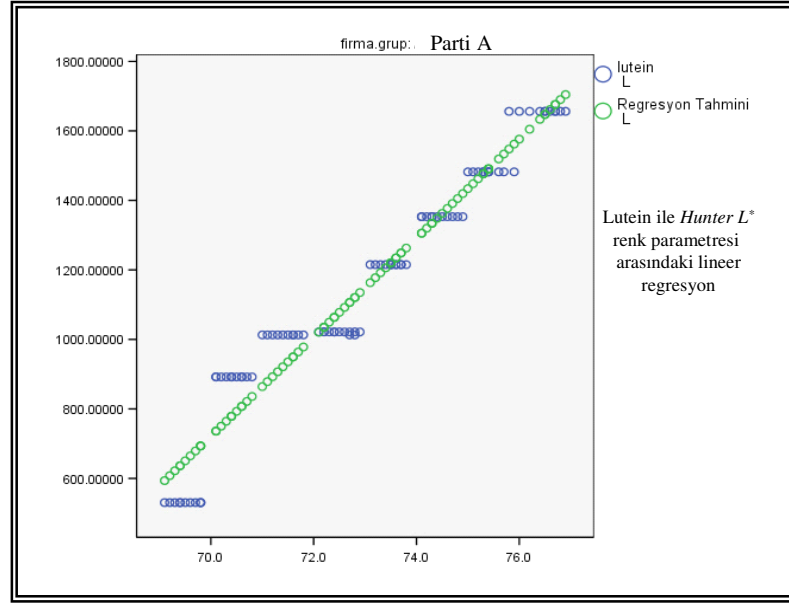
* $p \leq 0,05$

4.6.1. Ksantofil Bileşenlerinin Hunter L^* Parametreleri ile Olası Korelasyonları

Parti A grubu yumurta sarılarında, lutein bileşeninin kantitatif düzeyleri ile Hunter L^* renk parametreleri arasında bulgularan korelasyonlar (korelasyon katsayısı $r=0,972$; $p \leq 0,01$) istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.6.1.). Parti B grubu sarıların lutein verileri ile Hunter L^* renk parametreleri arasında saptanan korelasyonlar ise düşük düzeyde anlamlıdır (Çizelge 4.6.2.). Parti A grubu yumurta sarılarında, lutein bileşenleri ile L renk parametresi arasındaki lineer regresyon grafiği Şekil 4.6.1.1.'de görülmektedir.

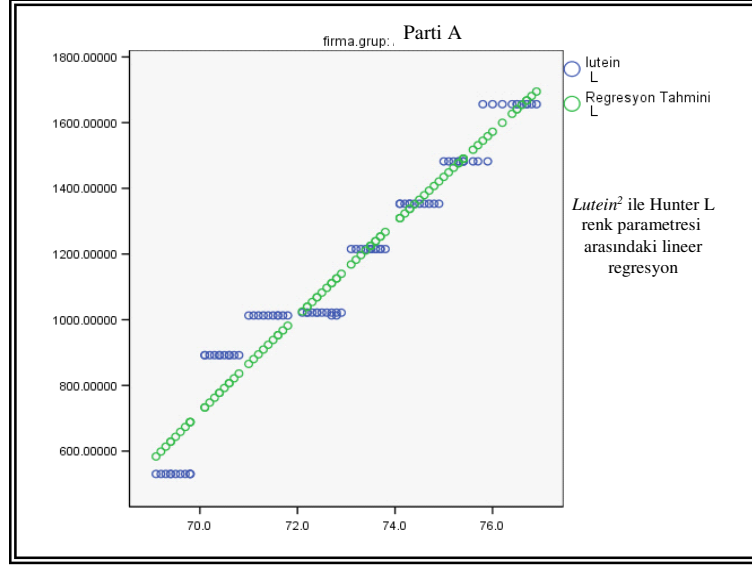
Parti A grubunda, "log lutein" nicelikleri ile Hunter L^* renk parametreleri arasında (korelasyon kats., $r=0,933$; $p \leq 0,01$) ve "lutein²" nicelikleri ile Hunter L^* renk parametreleri

arasında (korelasyon kats., $r=0,975$; $p\leq 0,01$) bulgularan korelasyonlar da istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlıdır (Çizelge 4.6.1.). Şekil 4.6.1.2.'de, parti A grubu yumurta sarılarında, lutein² nicelikleri ile Hunter L* renk parametresi arasındaki lineer regresyon grafiği görülmektedir.

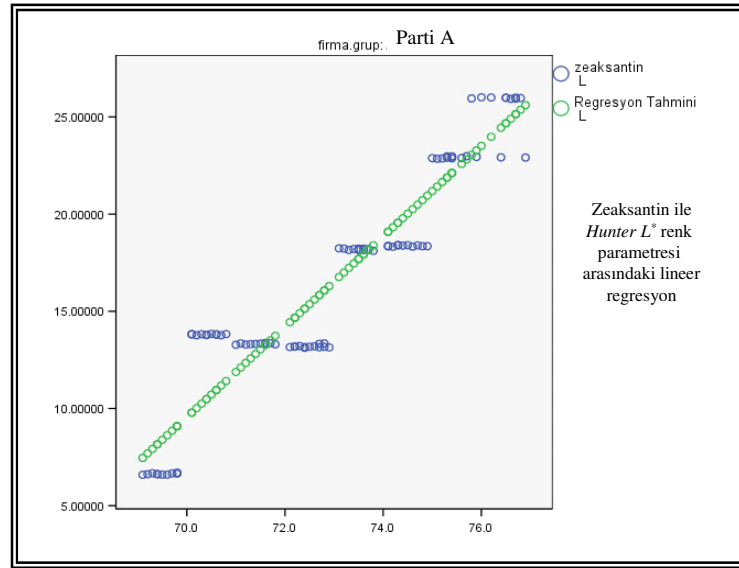


Şekil 4.6.1.1. Parti A Grubunda Lutein Değerleri İle L Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği (regr.katsayısı $R^2=0,946$; $F=1527,382$; $p\leq 0,0001$; Regresyon Sum of Squares= 9357025,0; parti A) [Regresyon bağıntısı; $Lutein = -9246,788 + 142,408 L$]

Parti A grubunda, “log lutein” nicelikleri ile Hunter L* renk parametreleri arasında (korelasyon kats., $r=0,933$; $p\leq 0,01$) ve “lutein²” nicelikleri ile Hunter L* renk parametreleri arasında (korelasyon kats., $r=0,975$; $p\leq 0,01$) bulgularan korelasyonlar da istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlıdır (Çizelge 4.6.1.). Şekil 4.6.1.2.'de, parti A grubu yumurta sarılarında, lutein² nicelikleri ile Hunter L* renk parametresi arasındaki lineer regresyon grafiği görülmektedir.



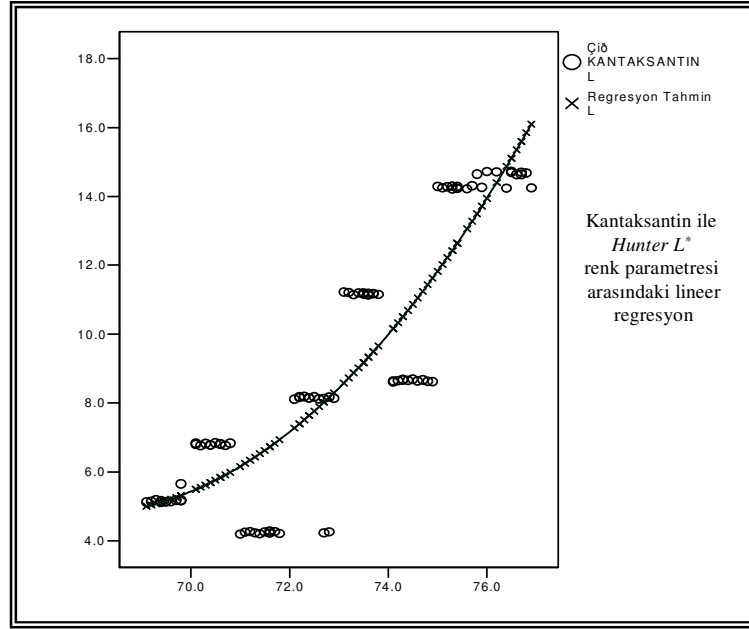
Şekil 4.6.1.2. Parti A Grubunda Lutein² Değerleri İle Hunter L^{*} Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği (*regr.katsayısı* $R^2=0,944$; $F=1490,476$; $p \leq 0,0001$, Regresyon Sum of Squares= 9344420,3 ; parti A)



Şekil 4.6.1.3. Parti A Grubunda Zeaxsantin Değerleri İle Hunter L^{*} Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği (*regr.kats.* $R^2=0,889$; $F=706,198$; $p \leq 0,0001$; Regresyon Sum of Squares=2497,048; parti A) [*Regr. bağıntısı*; Zeaxsantin= -153,294+2,326 L]

Parti A grubu yumurta sarılarında, zeaksantin bileşeninin kantitatif düzeyleri ile Hunter L^* renk parametreleri arasında saptanan korelasyonlar (*korelasyon katsayısı*, $r=0,943$; $p\leq 0,01$) istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlıdır (Çizelge 4.6.1.).

Parti B grubu numunelerin zeaksantin düzeyleri ile Hunter L^* parametreleri arasında bulgularan korelasyonlar düşük düzeyde anlamlıdır (Çizelge 4.6.2.).



Şekil 4.6.1.4. Parti A Grubunda Kantaksantin Değerleri İle $Hunter L^*$ Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği (*regr.kats. R^2 =0,796*; $F=169,609$; $p\leq 0,0001$, *Regresyon Sum of Squares = 954,944*, *parti A*) [*Regresyon bağıntısı*; $Kantaksantin= 398,620-8,724 L + 0,001 L^3$]

Parti A grubu yumurta sarılarına ilişkin kantaksantin bileşenleri ile L^* renk parametreleri arasındaki lineer regresyon grafiği Şekil 4.6.1.4.'de görülmektedir.

Parti A grubu yumurta sarılarında, kantaksantin bileşeninin kantitatif düzeyleri ile Hunter L^* renk parametreleri arasında saptanan korelasyonlar (*kor.kats*, $r=0,874$; $p\leq 0,01$) istatistiksel olarak önemli derecede anlamlıdır (Çizelge 4.6.1.).

Parti B grubu sarıların kantaksantin düzeyleri ile Hunter L^* renk parametreleri arasında saptanan korelasyonlar da istatistiksel açıdan anlamlı olup (*kor.kats. $r=0,712$* ; $p\leq 0,01$) (Çizelge 4.6.2.) parti A grubunun ilişkin korelasyonuna göre düşüktür (Çizelge 4.6.1.).

Parti A grubu yumurta sarılarında lutein, zeaksantin ve kantaksantin bileşenlerinin $Hunter L^*$ değerleri ile ilişkilerini açıklayan aşağıdaki regresyon bağıntıları elde edilmiştir:

$$\text{Lutein} = -9246,788 + 142,408 L$$

$$\text{Zeaksantin} = -153,294 + 2,326 L$$

$$\text{Kantaksantin} = 398,620 - 8,724 L + 0,001 L^3$$

Her üç ksantofil bileşeninin *Hunter L** değerleri ile ilişkilerini birlikte açıklayan regresyon denklemi ise aşağıdaki gibi saptanmıştır:

$$L^* = 64,865 + 0,10 \text{ Lutein} - 0,365 \text{ Zeaksantin} + 0,241 \text{ Kantaksantin}$$

$$(R^2 = 0,973; F = 1034,282; p \leq 0,0001; \text{Regresyon Sum of Squares} = 448,946)$$

A parti numunelerde, bireysel ksantofil bileşenlerinin düzeyleri, numunelerin *L** (açıklık) düzeyini önemli ölçüde etkiliyor anlamındadır. *L** değeri; yumurta sarısı numunelerinin bileşiminde yer alan lutein, zeaksantin ve kantaksantin miktarları ile toplamsal olarak %97,3 oranında ifade edilebilmektedir. *L** parametresi; lutein, zeaksantin ve kantaksantin miktarları ile toplamsal olarak B parti numunelerde %50,9; C parti numunelerde %10,1 olarak açıklanabilmektedir ve ilgili eşitlikler aşağıdadır:

$$\text{Firma B için; } L^* = 66,887 + 0,001 \text{ Lutein} - 0,061 \text{ Zeaksantin} + 0,129 \text{ Kantaksantin}$$

$$(R^2 = 0,509; F = 29,745; p \leq 0,0001; \text{Regresyon Sum of Squares} = 120,542)$$

$$\text{Firma C için; } L^* = 69,606 + 0,005 \text{ Lutein} - 0,110 \text{ Zeaksantin} - 0,336 \text{ Kantaksantin}$$

$$(R^2 = 0,101; F = 3,215; p \leq 0,027; \text{Regresyon Sum of Squares} = 16,170)$$

Yumurta sarısında saptanan ksantofil bileşenlerinin düzeyleri ile yumurta sarısının *Hunter L*a*b**- renk değerleri arasındaki olası ilişkilerin istatistiksel olarak ortaya konulduğu bir çalışmaya rastlanılamamış olup bu konudaki bulgularımız literatür açısından bir veri oluşturmaktadır.

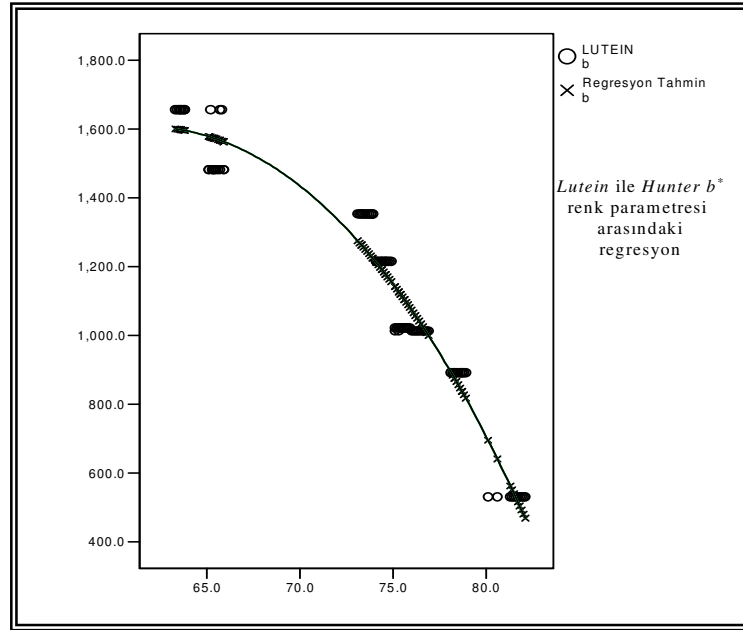
4.6.2. Ksantofil Bileşenlerinin Hunter *a** Parametreleri ile Olası Korelasyonları

Parti A,B,C grubu yumurta sarılarında, lutein, zeaksantin ve kantaksantin bileşenlerinin kantitatif düzeyleri ile *Hunter a** renk parametreleri arasındaki korelasyonların ($p \leq 0,01$) çoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı bulunmamakta olup incelenen parametrelere ilişkin ilgi katsayıları düşük düzeydedir (Çizelge 4.6.1., 4.6.2., 4.6.3.).

B parti numunelerinde *Hunter a** renk parametresi ile zeaksantin arasındaki $r = -0,383$ düzeyindeki korelasyon, az derecede anlamlı olup negatif yönlüdür ($p \leq 0,0001$). Buna göre yumurta sarısında *a** renk parametresi değişkeni bilindiğinde zeaksantin niceliğinin % 38,3'ü açıklanabilmektedir; negatif yönde korelasyon olması da *a** renk parametresi arttıkça zeaksantin niceliğinin azalacağını ifade etmektedir. Diğer bir ifade ile yumurta sarısında zeaksantin niceliğinin %38,3'ü, *a** renk parametresi ile açıklanabilmektedir. Lutein +zeaksantin +kantaksantin nicelikleri ile zeaksantin arasındaki korelasyon da ($r = -0,362$) düşük düzeyde anlamlı olup, negatif yönlüdür (Çizelge 4.6.2.).

4.6.3. Ksantofil Bileşenlerinin Hunter b^* Parametreleri ile Olası Korelasyonları

Lutein bileşeninin kantitatif düzeyleri ile Hunter b^* renk parametreleri arasında bulgularan korelasyonlar Parti A grubu yumurta sarılarında (korelasyon katsayısı $r=0,938$; $p \leq 0,01$) istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bulunmuştur ve negatif yönlüdür (Çizelge 4.6.1.).



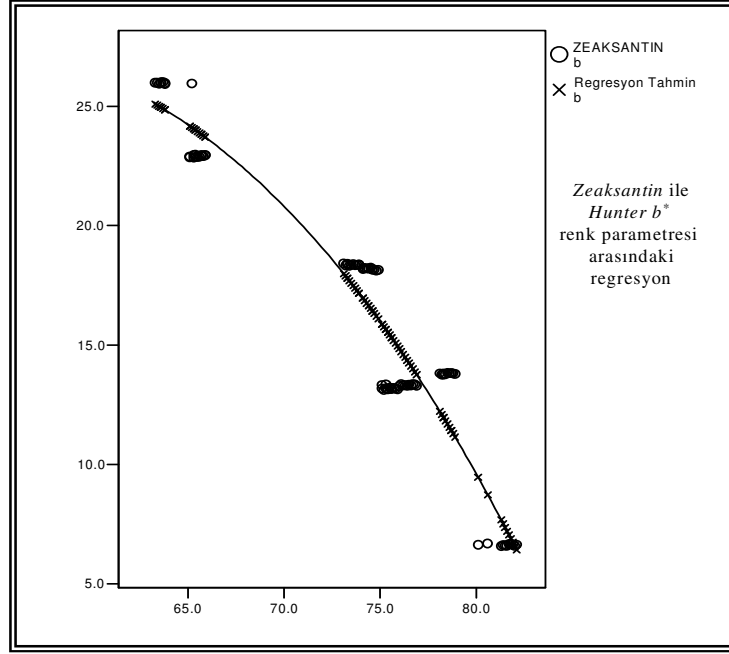
Şekil 4.6.3.1. Parti A Grubunda Lutein Değerleri İle Hunter b^* Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği ($reg.kats.R^2=0,952$; $F=857,082$; $p \leq 0,0001$, Regresyon Sum of Squares= 9418125,6 , parti A) [Regresyon bağıntısı; $Lutein = -1152,661 + 2,191b^2 - 0,024b^3$]

Şekil 4.6.3.1.'e göre, parti A yumurta sarılarında Hunter b^* renk parametresi değişkeni bilindiğinde lutein varlığının %95,2'si açıklanabilir. Bu bağlamda, Hunter b^* renk parametresi luteinin %95,2'sini açıklamaktadır. Lutein ile b parametresi arasındaki regresyon bağıntısı $Lutein = -1152,661 + 2,191b^2 - 0,024b^3$ olarak belirlenmiştir.

Zeaksantin bileşeninin düzeyleri ile Hunter b^* renk parametreleri arasında saptanan korelasyonlar, Parti A grubu yumurta sarılarında (korelasyon katsayısı $r=0,949$; $p \leq 0,01$) istatistiksel olarak yüksek derecede anlamlı bulunmuştur ve negatif yönlüdür (Çizelge 4.6.1.).

Şekil 4.6.3.2., parti A grubunda zeaksantin değerleri ile Hunter b^* renk parametresi arasındaki regresyon grafiğini vermektedir.

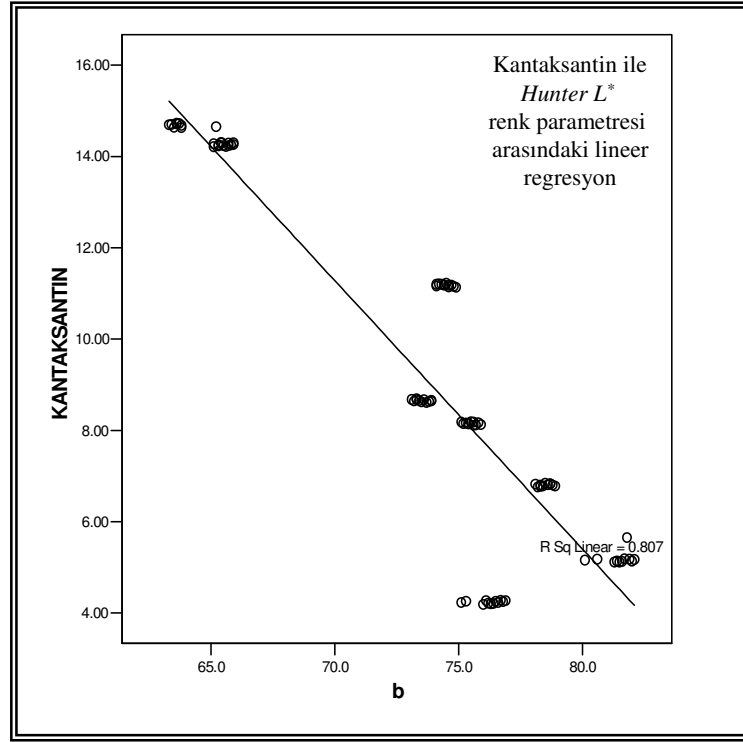
Şekil 4.6.3.2'ye göre, parti A yumurta sarılarında *Hunter b** renk parametresi verileri ile zeaksantin varlığının %92,5'u açıklanabilir. *Hunter b** renk değerleri, zeaksantin %92,5'sini açıklamaktadır. Zeaksantin ile *b* parametresi arasındaki regresyon bağıntısı $\text{Zeaksantin} = 13,170 + 0,016b^2$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.6.3.2. Parti A Grubunda Zeaksantin Değerleri İle *Hunter b** Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği (*regr.kats.R²=0,925; F=537,064; p ≤ 0,0001, Regresyon Sum of Squares=2597,797 ; parti A*) [*Regresyon bağıntısı; Zeaksantin= 13,170 + 0,016b²*]

Kantaksantin bileşeninin düzeyleri ile *Hunter b** renk parametreleri arasında saptanan korelasyonlar, Parti A grubu yumurta sarılarında (kor.katsayısı $r=0,898$; $p \leq 0,01$) istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı olup negatif yönlüdür (Çizelge 4.6.1.).

Şekil 4.6.3.3., parti A grubunda kantaksantin değerleri ile *Hunter b** renk parametresi arasındaki regresyon grafiğini vermektedir.



Şekil 4.6.3.3. Parti A Grubunda Kantaksantin Değerleri İle *Hunter b** Renk Parametresi Arasındaki Regresyon Grafiği (*regr.kats.R²=0,807; F=368,66; p≤0,0001, Regresyon Sum of Squares=9366279,406, parti A*) [*Regresyon bağıntısı; Kantaksantin= 52,3903-0,5873b*]

Şekil 4.6.3.3.'ye göre, parti A yumurta sarılarında *Hunter b** renk parametresi verileri ile kantaksantin varyasyonunun %80,7'si açıklanabilir. *Hunter b** renk değerleri, kantaksantin %80,7'sini açıklamaktadır.

Parti A grubu yumurta sarılarında lutein, zeaksantin ve kantaksantin bileşenlerinin *Hunter b** değerleri ile ilişkilerini açıklayan aşağıdaki regresyon bağıntıları elde edilmiştir:

$$\text{Lutein} = -1152,661 + 2,191 b^2 - 0,024 b^3 \quad (R^2 = 0,952)$$

$$\text{Zeaksantin} = 13,170 + 0,016 b^2 \quad (R^2 = 0,925)$$

$$\text{Kantaksantin} = 52,3903 - 0,5873 b \quad (R^2 = 0,807)$$

Her üç ksantofil bileşeninin *Hunter b** değerleri ile ilişkilerini birlikte açıklayan regresyon denklemi ise aşağıdaki gibi saptanmıştır. Ksantofillerin toplamsal olarak oluşturulan bu modelde *Hunter b** renk parametresine önemli düzeyde katkıları belirlenmiştir:

$$b^* = 90,483 - 0,008 \text{ Lutein} - 0,220 \text{ Zeaksantin} - 0,478 \text{ Kantaksantin} \\ (R^2 = 0,918; F=321,500; p \leq 0,0001; \text{Regresyon Sum of Squares} = 2577,973; \text{Parti A})$$

Yukarıdaki eşitlik ile, A parti numunelerde, toplamsal olarak ksantofil bileşenlerinin, *b** (sarılık) düzeyini önemli düzeyde etkilediği görülmektedir. Bu bağıntıya göre; *b** değeri yani

sarılık değerinin yoğunluğu, yumurta sarısı numunelerinin bileşiminde yer alan lutein, zeaksantin ve kantaksantin miktarları ile toplamsal olarak %91,8 oranında ifade edilebilmektedir.

Diğer yumurta partilerinde de ksantofillerin toplamsal olarak oluşturulan modelde *Hunter b** renk parametresine katkıları gözlenmiştir. *b** değerini ifade eden bu ilişki, B parti numunelerinde %37,4 ; C parti numunelerinde ise %20,5 olarak tespit edilmiştir ve ilgili ilişkiler aşağıda görülmektedir.

Firma B için; b = 82,777-0,002 Lutein-0,103Zeaksantin-0,070Kantaksantin*

(R² =0,374; F=17,151; p≤ ,000; Regresyon Sum of Squares= 401,755)

Firma C için; b=79,957-0,004 Lutein- 0,605 Zeaksantin - 0,078 Kantaksantin*

(R² =0,205; F=7,374; p≤ 0,0001; Regresyon Sum of Squares=270,127)

Genel olarak; yumurta sarılarında sarılık değerinin yoğunluğu (*b** değeri), lutein, zeaksantin ve kantaksantin düzeyleri ile toplamsal olarak %20,5 - %91,8 arasında ifade edilebilmektedir. Ksantofil bileşenlerinin düzeyleri ile yumurta sarısının *Hunter b** renk değerleri arasındaki istatistiksel ilişkileri belirleyen bulgularımız literatür açısından bir veri oluşturmaktadır.

4.7. Tüm Yumurta Sarısı Partilerinde ve Isıl İşlem Muameleli Gruplarda *Ksantofil Bileşenlerinin Hunter L*a*b* Parametreleri ile Olası Korelasyonları*

Tüm yumurta sarısı partilerinde, lutein bileşenlerinin kantitatif düzeyleri ile *Hunter L** renk parametreleri arasında (korelasyon katsayısı $r=0,707$; $p\leq 0,01$) ve zeaksantin bileşenlerinin düzeyleri ile *Hunter L** renk parametreleri arasında (korelasyon katsayısı $r=0,621$; $p\leq 0,01$) saptanan korelasyonlar istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.7.1.). Çizelge 4.7.1.'e göre, *L** değeri; tüm yumurta sarısı partilerinde lutein, zeaksantin ve kantaksantin miktarları ile toplamsal olarak %70,1 oranında ifade edilmekte iken (korelasyon katsayısı $r=0,701$; $p\leq 0,01$), lutein² düzeyi ile %72,8 oranında ifade edilmektedir (korelasyon katsayısı $r=0,701$; $p\leq 0,01$) (Çizelge 4.7.1.).

Çizelge 4.7.1. Tüm Yumurta Sarısı Partilerinde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri (** $p\leq 0,01$; * $p\leq 0,05$)

		Tüm Parti								
		L	a	b	Lutein	Zeaks	Kant	Lut.+Zeak.+ Kant.	Log Lutein	Lutein ²
Tüm Parti	L	1,000								
	a	-0,076	1,000							
	b	-0,550**	0,146*	1,000						
	Lutein	0,707**	0,045	-0,370**	1,000					
	Zeaksantin	0,621**	0,083	-0,322**	0,977**	1,000				
	Kantaksantin	0,199**	0,165**	-0,145*	0,732**	0,807**	1,000			
	Lut.+Zeak.+K an	0,701**	0,48	-0,367**	1,000**	0,979**	0,741**	1,000		
	Log Lutein	0,642**	0,017	-0,314**	0,971**	0,943**	0,691**	0,971**	1,000	
	Lutein ²	0,728**	0,074	-0,417**	0,980**	0,962**	0,743**	0,981**	0,907**	1,000

Tüm yumurta sarısı partilerinde ($n=270$) saptanan ksantofil bileşenlerinin düzeyleri ile yumurta sarısının Hunter $L^*a^*b^*$ - renk değerleri arasındaki olası ilişkilerin istatistiksel olarak yorumlandığı bir çalışma olması açısından veri teşkil etmektedir.

Tüm yumurta sarısı partilerinde, lutein düzeyleri ile Hunter b^* renk parametreleri arasında (kor.katsayısı $r=0,370$; $p\leq 0,01$); lutein+zeaksantin+kantaksantin bileşenlerinin düzeyleri ile Hunter b^* renk parametreleri arasında (kor. katsayısı $r=0,367$; $p\leq 0,01$) ve lutein² bileşenlerinin düzeyleri ile Hunter b^* arasında (korelasyon katsayısı $r=0,417$; $p\leq 0,01$) saptanan korelasyonlar istatistiksel olarak düşük düzeyde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.7.1.).

4.8. Isıl İşlem Muameleli (Rafadan) Yumurta Sarılarında Saptanan Ksantofil Bileşenlerinin Düzeyleri ile Hunter $L^*a^*b^*$ - Renk Değerleri Arasındaki Olası İlişkiler

Çizelge 4.8.1. ısıl işlem muameleli (rafadan) parti C yumurta sarılarındaki lutein, zeaksantin, kantaksantin kantitatif düzeyleri ile Hunter $L^*a^*b^*$ renk parametreleri arasındaki korelasyonları vermektedir.

Çizelge 4.8.1. Parti C'ya Ait Rafadan Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri (** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$)

		Firma C RAFADAN								
		L	a	b	Lutein	Zeaks	Kant	Lut.+Zeak.+ Kant.	Log Lutein	Lutein ²
Firma C RAFA DAN	L	1,000								
	a	0,004	1,000							
	b	-0,075	0,025	1,000						
	Lutein	0,107	-0,026	0,80*	1,000					
	Zeaksantin	-0,056	-0,037	-0,129	0,167	1,000				
	Kantaksantin	0,000	0,018	-0,030	0,404**	0,808**	1,000			
	Lut.+Zeak.+K ant.	0,101	-0,026	0,070	0,997**	0,242*	0,472**	1,000		
	Log Lutein	0,108	-0,029	0,078	0,999**	0,186	0,429**	0,998**	1,000	
	Lutein ²	0,106	-0,023	0,081	0,999**	0,151	0,380**	0,994**	0,997**	1,000

Rafadan formda yumurta sarısı partilerinde, lutein bileşenlerinin kantitatif düzeyleri ile Hunter b^* renk parametreleri arasında (korelasyon katsayısı $r=0,80$; $p\leq 0,01$) saptanan korelasyonlar istatistiksel olarak önemli derecede anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.8.1.). Rafadan yumurta sarısı partilerinde Hunter b^* değeri; lutein düzeyleri ile %80 oranında ifade edilebilmektedir (Çizelge 4.8.1.). Bu bulgularan değer, rafadan formda çiğ forma göre sarılık değerinin önemli ölçüde arttığına göstergesidir.

Isıl işlem etkisinin, hücre duvarını parçalayarak ksantofilleri hücre matrikslerinden serbest bırakmakta olduğu bilindiğinden dolayı ksantofil bileşiklerinin ısıl işlem sonrası biyolojik yararlılık sağladığı ve belirli süre ve sıcaklık etkisi ile renk yoğunluğu oluşumunu sağladıkları düşünülmektedir (2, 41, 69).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

✓ Halk sağlığı açısından antioksidan etkili olan, gözde maküler dejenerasyon (AMD) ve katarakt riskini azaltıcı yönde etkileri olan, kardiyovasküler rahatsızlıklar riskini azalttığına ve bazı kanser türlerine karşı koruyucu etkileri belirlenmiş olan lutein ve zeaksantin göz makülasının da yegane karetenoid bileşimini oluşturduğu düşünülecek olursa sık tüketilen bir gıda olan yumurtadaki düzeylerinin bulgulanması ile bu konudaki eksikliğimiz tamamlanmaya çalışılmıştır ve bu çalışmada elde edilen sonuçlar, ülkemiz genelinde bu yönde araştırmalar oluşturulması için basamak teşkil edecektir.

✓ Ülkemizde tüketilmekte olan endüstriyel yumurtaların sarılarında lutein, zeaksantin, kantaksantin ksantofiller, geliştirilmiş yüksek basınçlı sıvı kromatografik-diiod array (HPLC-DAD) yöntemle tespit edilmiş olup söz konusu yumurta sarılarının renk değerleri de *Hunter-L*a*b** kolorimetrik yöntemle belirlenmiştir. Ortalama ağırlığı $61,04 \pm 0,22$ g ve sarı ağırlığı $17,84 \pm 0,13$ g olan orta boy çiğ yumurtaların sarılarında kuru madde bazında, lutein, $527,56 - 1144,74$ $\mu\text{g}/\text{yum.sarısı}$ (ort. $915,24 \pm 1,42$); zeaksantin, $7,38-18,09$ $\mu\text{g}/\text{yum.sarısı}$ (ort. $13,98 \pm 0,23$) ve kantaksantin, $7,73-18,81$ $\mu\text{g}/\text{yum.sarısı}$ (ort. $11,70 \pm 0,10$) olarak belirlenmiştir.

✓ Çiğ yumurta sarılarında renk parametrelerini oluşturan L^* (aydınlık) değerinin $68,63-72,97$ (ort. $70,41 \pm 2,57$); a^* (kırmızılık) değerinin $25,20-29,42$ (ort. $26,81 \pm 5,07$); b^* (sarılık) değerinin $74,29-77,50$ (ort. $75,16 \pm 4,70$) olduğu saptanmıştır ve istatistiki açıdan renk maddelerinin miktarları ile anlamlı düzeyde ilişkiler, korelasyon ve lineer regresyon parametreleri belirlenmiştir ($p < 0,01$) ($n=270$).

✓ Rafadan ve katı pişmiş yumurtada ısıtma işlem etkisiyle renk maddeleri olan lutein, zeaksantin, kantaksantin düzeylerinin ve $L^*a^*b^*$ renk parametrelerinin değişimlerinin de incelendiği araştırmamızda, yüzdesel ksantofil kayıpları saptanmıştır. Luteinin rafadan yumurta sarılarında %38,08, katı pişmiş yumurta sarılarında %51,32 oranında azaldığı belirlenirken; zeaksantin rafadan formda %22,49, katı pişmiş formda %46,61 düzeyinde azaldığı, kantaksantin ise rafadan numunelerde %6,99 ve katı pişmiş numunelerde ise %45,80 düzeyinde azaldığı tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Isıtma işlem süresi daha uzun olduğundan dolayı katı pişmiş formdaki kayıpların rafadana göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

✓ Araştırma kapsamında, lutein / zeaksantin (L/Z) oranları, çiğ numunelerde $59,34 / 1 - 71,48 / 1$ (ort. $65,47 / 1$) olarak belirlenirken rafadan formda $57,11 / 1$ ve katı pişmiş formda $65,19 / 1$ olarak saptanmıştır.

✓ Ksantofillerin renk parametrelerine tek tek ve toplamsal katkıları saptanmıştır. Yumurtada karetenoidlerin konsantrasyonları ile renk parametreleri arasındaki korelasyonları saptamak amacıyla çoklu korelasyon (*multiple regresyon*) analizleri uygulanmıştır, bu analizlerde ilişkin korelasyonun R^2 ve F prob değerleri saptanmıştır. Anlamlılık derecesi yüksek olan ilişkiler belirlenerek ilişkin bağıntılar çıkarılmıştır.

✓ Araştırmamızda, L^* değeri, yumurta sarısı numunelerinin bileşiminde yer alan her üç ksantofilin miktarları ile toplamsal olarak %10,1 - %97,73 düzeyinde ifade edilebilmektedir ve korelasyon katsayısı $r=0,973$ olan ilişkiyi açıklayan regresyon denklemi **$L^* = 64,865 + 0,10 \text{ Lutein} - 0,365 \text{ Zeaksantin} + 0,241 \text{ Kantaksantin}$** olarak bulgulanmıştır. Yumurta sarılarında sarılık değerinin yoğunluğu (*Hunter b** değeri), lutein, zeaksantin ve kantaksantin düzeyleri ile toplamsal olarak %20,5 - %91,8 arasında ifade edilebilmekte olup korelasyon katsayısı $r=0,918$ olan ilişkiyi açıklayan bağıntı **$b^* = 90,483 - 0,008 \text{ Lutein} - 0,220 \text{ Zeaksantin} - 0,478 \text{ Kantaksantin}$** olarak saptanmıştır.

✓ Belirlenen ksantofil miktarları ve renk değerleri ışığında, yumurta sarılarında rengi oluşturan kimyasalların düzeyi hakkında bir durum değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Ksantofillerin alımını ve onların bireylerdeki potansiyel sağlık açısından faydalarını değerlendirmek için gıdalardaki ksantofil içeriği hakkında güvenilir bilgiye sahip olmak gerekmektedir. Yumurtadaki ana ksantofilleri ve ısıtma işlemi muamelesi sonrası değişimlerini ortaya koyan çalışmamız, halk sağlığı açısından önemli veri kaynağı oluşturmaktadır.

✓ Doğal veya sentetik renk destekli besleme sonrası söz konusu pigmentlerin yumurta sarısına bireysel olarak ne düzeyde geçebileceği hususunda ülkemizde bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Firmalarda farklı besleme koşulları söz konusu olduğundan renk maddelerinin yumurta sarısına bireysel olarak ne düzeyde geçebileceği hususunda baz teşkil etmektedir.

✓ Ksantofillerin hayvan yemlerine ilavelerinde çalışmamızın iyi bir kaynak teşkil edeceği düşünülebilir. Söz konusu antioksidan biyoaktif maddelerin gerek sağlığa olumlu yönde etkileri gerekse renk kalitesine etkileri olduğu göz önüne alınarak bu maddelerin miktarının yumurta sarısında standardizasyonunun sağlanması için yem karmalarının, premikslerin düzenlenmesi önemli olacaktır.

✓ Çalışmamızda yumurtada söz konusu ksantofillerin günlük beslenme dozunu karşılayacak düzeyde olduğu saptanmış olsa da lutein/zeaksantin oranının yüksek olduğu belirlenmiştir. Lutein / zeaksantin oranı diyetlerde 20/1 bazı meyvelerle, koyu yeşil yapraklı sebzelerde 40/1 olarak bulunan lutein / zeaksantin oranı göz makûlasında 1/1 ve sınırlı sayıda çalışılmış olan uluslararası yumurta sarısı araştırmalarında 1,37-1,64 /1 düzeyinde saptanmış iken (53, 89) ülkemizde endüstriyel olarak üretilen yumurta partilerinde nutrasötik etkili biyoaktif maddelerin miktarı oldukça yüksek seviyededir, bu değer diyetlerde saptanan lutein/ zeaksantin oranından yüksek olduğundan lutein seviyesinin düşürülmesi hususunda standardizasyon çalışmalarının yapılmasına gereksinim vardır. Isıtma işlemi sonucu (rafadan ve katı pişmiş formda) ile bu oran bir miktar düşmekte ise de optimum seviyenin üzerinde bir değer vermektedir.

✓ Ksantofil bileşenlerinin tesbiti için geliştirdiğimiz analitik yöntemler, tekrarlanabilir, hassas ve pratik olup piyasada tüketilen endüstriyel yumurta partilerinde gerek doğal gerekse sentetik renk bileşenlerinin ve renk katkılarının teşhisinde ve tayininde kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

1. Anon a (2006) <http://www.turktox.org.tr/gida/fr.1-link.htm>
2. Tokuşoğlu Ö., (2006). Gıdalar ve içeceklerde nutrasötik bileşikler ve antioksidanlar, Lisans üstü ders notları, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa
3. Surai P. F., and Sparks N.H.C., (2001). Designer eggs: from improvement of egg composition to functional food, Trends in food Science & Technology 12, 7-16.
4. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı (DPT: 2638 - ÖİK: 646) gıda sanayi özel ihtisas komisyonu raporu kanatlı etleri ve yumurta ürünleri sanayii alt komisyon raporu Ankara (2001) ISBN 975 – 19 – 2885-0
5. Tarım ve köyşleri bakanlığı, İl.tarım Şurası IV. Komisyon Hayvan, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ve Sağlığı Raporu
6. Tokuşoğlu Ö., (2006). Yumurta ve Yumurta Ürünleri Kalite Kontrolü ve Teknolojisi. Lisansüstü Ders Notları. Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, 2006.
7. Tokusoglu Ö., (2006). “Yumurta: Fonksiyonel Gıda Yumurta” (1.Bölüm) Abalı Kurumsal İletişim Dergisi (Hakemli) Nisan,2006 sh:6-7 (2006).
8. Anon b (2006) <http://www.vefader.org.tr/index.php?sayfa=renklendiriciler>
9. Baker R., and Günther C., (2004). The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption, Trends in food Science & Technology 15,10,484-488.
10. Anon c (2006).www. Georgia egg comicion
11. Facchini, F.S., (2000). Relation between insulin resistance and plasma concentrations of lipid hydroperoxides,carotenoids and tocopherols. Am. J. Clin. Nutr. 72:776-9.
12. Demirci, Mehmet, (2004). Gıda Kimyası. Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü 213 sh. ISBN: 975-97146-2-0., 2.baskı.
13. Papa, C.M. and Fletcher D.L., (1985), Utilization and yolk coloring capability of xanthophylls from synthetic and high xanthophyll concentrates, Poultry science 64: 1464-1469
14. Stadelman William J., Owen J. Cottrell editors PhD, (1995). Egg Science and Technology (Fourth Edition) Editors, New York: Food Products Press. ISBN: 1560228547
15. Anon d (2006). AEB Nutritional.<http://www.aeb.org>.
16. TGK Yumurta Tebliği , Türk Gıda Kodeksi Yumurta ve Yumurta Ürünleri Tebliği 27 Mart 2000 (Tebliğ No : 2000/ 11)
17. Tokuşoğlu Ö. & Alakır İ., (2005). “Gıdalarda Renk, Analitik Renk Tayin Yöntemleri ve Renk Bileşikleri” Lisanüstü Seminer Notları, Celal Bayar Üniversitesi,Manisa, 2005.
18. Gıdalarda kullanılan renklendiriciler tebliği, türk gıda kodeksi yönetmeliği 25.08.2002-24857 tebliğ no: 2002/55

19. Ashton, H.E., Fletcher, (1962). Development and use of color standarts for egg yolks. Poultry Sci. 41:1903.
20. Forsythe, R.H., (1960). Determination of naturel coloring material in eggs. J. AOAC 43:540.
21. Halloran, H.R., (1970). Rewiew of the most important xanthophyll products in the U.S. Feedstuffs 42 (41), 31.
22. Marusich W.L., Bauernfeind J.C., (1970). Oxycarotenoid in poultry pigmentation. 2.Broiler studies.Poultry Sci. 49: p.1566.
23. Vuilleumier, J. P., (1969). The roch yolk colour fan- an instrument for measuring yolk colour. Poultry Sci. 48,767
24. Aksu, Samim (1966). Organik ve Bitkisel Kimya,Tekel Enstitüleri Yayınları, İstanbul, , A serisi No:10
25. Tokuşoğlu Ö. & Ünal M. K., (2003). "Biomass Nutrient Profiles of three microalgae : Spirulina Platensis,Chlorella Vulgaris and Isochrisis Galbana". J. Food Science, May 2003, 68(4):1144- 1148 (2003).
26. Delgado-Vargas F., Jiménez A.R. and Parades –López O., (2000) Naturel pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains- Characterisrics, Biosynthesis, Processing, and Stability, Critical Review in food Science and nutrition 40 (3):173-289
27. Khachick F, Beecher GER, Lysby WR., (1989). Separation, identification and quantification of the major carotenoids in extracts of apricots, peaches, cantaloupe, and pink grapefruit by liquid chromatography. J Agric Food Chem 1989;27:1465–73.
28. Tokuşoğlu Ö., (2003). "Working Together For Innovation", DSM Nutritional Products, October 23, İstanbul Renaisans Polat Hotel, Istanbul, Turkey (2003).
29. Anon e (2006) (<http://www.dcb-carot.unibe.ch/carot-intro.htm>)
30. Garcia-Closas, R. et al., (1999). Intake of specific carotenoids and flavonoids and the risk of gastric cancer in Spain. Cancer Causes & Control, 10:71-5.
31. Garcia, R., Gonzalez, C.A., Agudo, A. and Riboli, E., (1999). High intake of specific carotenoids and flavonoids does not reduce the risk of bladder cancer. Nutrition and Cancer, 35(2): 212-214.
32. Conn PF, Schalch W, Truscott TG., (1991). The singlet oxygen and carotenoid interactions. J Photochem Photobiol B Biol ;11:41-47.
33. Mortensen A, Skibsted LH, Sampson J, Rice-Evans C, Everett SA, (1997). Comparative mechanisms and rates of free radical scavenging by carotenoid antioxidants. FEBS Letters 1997; 418:91-7.
34. Wildman R.E.C., (2001). Handbook of Nutraceuticals and Functional foods. Edited by Robert E. C. Wildman CRC Pres Boca Raton London New York Washington, D.C. bar kod:111000045495

35. Stewart, I., (1977). Pro vitamin A and carotenoid content of citrus juices. J. Agric. Food Chem. 25(5), 1132-1137.
36. Lee, H., S., castle, W., S., Coates, G., A., (2001). High-performance liquid chromatography for the characterization of carotenoids in the new sweet orange (earlygold) grown in Florida, USA, Journal of chromatography A, 913, 371-377)
37. Mouly P., P., Gaydou, E., M., Corsetti, J., (1999). Determination of the geographical origin of valencia orange juice using carotenoid liquid chromatographic profiles. Journal of chromatography A, 844, 149-159.
38. Tokuşoğlu Ö., (2006). Phenolic Compounds and Bioactives in Authenticity of Functional and Nutraceutical Edible Oils and Fats. 4th Euro Fed Lipid Congress - Fats, Oils and Lipids for a Healthier Future, Madrid, SPAIN. 01-04 October 2006. Poster presentation
39. Kırkpınar F., Erkek R., (1999). 1. Beyaz Mısır ve Buğday Temeline Dayalı Karma Yemlere İlave Edilen Bazı Doğal ve Sentetik Renk Maddelerinin Yumurta Sarısının Rengi ve Verim Üzerine Etkileri. Tr.J.of.Veterinary and Animal Science. TÜBİTAK. 23 (1999),9-14.
40. Nelson T.S., Babbitt J.N., (1966). Feed pigments. (1966). 2. The influence of feeding single and combined sources of red and yellow pigments on egg yolk color. Poultry Sci., 47:924.
41. Kırkpınar F., Erkek R., (1999). 2. Sarı Mısır Temeline Dayanan Karma Yemlere İlave Edilen Bazı Doğal ve Sentetik Renk Maddelerinin Yumurta Sarısının Rengi ve Verim Üzerine Etkileri. Tr.J.of.Veterinary and Animal Science. TÜBİTAK. 23 (1999),15-21.
42. Anjaneyulu Y.V., Kurnick A.A., Reid B.L., (1961). Egg yolk pigmentation. Effect of ethoxyquin. Poultry Sci. 40:p.1372.
43. Hinton C.F., Fry J.L., Harms R.H., (1974). Influence of xanthophyll free pullet grower diet on subsequent egg yolk pigmentation. Poultry Sci. 53: p.223.
44. Kırkpınar, F., (1993). Bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarısının rengi ve verimle ilgili çeşitli kriterler üzerine etkileri, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim dalı doktora tezi, Bornova, İzmir.
45. Alves-Rodrigues A., Shao A., (2004). The science behind lutein, Toxicology Letters 150, 57-83
46. Bone RA, Landrum JT, Friedes LM, Gomez CM, Kilburn MD, Menendez E, et al., (1997). Distribution of lutein and zeaxanthin stereoisomers in the human retina. Eye ;64(2):211-218.
47. Lackner T., Strohschein S., Albert K., (1999). Separation and identification of various carotenoids by C30 reversed-phase high- performance liquid chromatography coupled to UV and atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometric detection. Journal of Chromatography A, 854,37-44.
48. Anon f (2006) <http://www.Wikipedia.com>

49. Kruger, C., L., Murphy, M., DeFreitas, Z., Pfannkuch, F., Heimbach, J., (2002). An innovative approach to the determination of safety for a dietary ingredient derived from a new source: case study using a crystalline lutein product. *Food and chemical Toxicology* 40, 1535-1549.
50. Deli J., Molnár P., Ősz E., Tóth G. And Zsila F., (2004). Epimerisation of lutein to 3'-epilutein in processed foods, *Bioorganic & Medicinal chemistry letters* 14(2004) 925-928.
51. Anon g (2006) U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1989, 1998. USDA-NCC Carotenoid Database for U.S. Foods 1998. Nutrient Data Laboratory Homepage [http:// www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp](http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp).
52. Bernstein PS, Khachik F, Carvalho L.S, Muir GJ, Zhao DY, Katz NB., (2001). Identification and quantitation of carotenoids and their metabolites in the tissues of the human eye. *Exp Eye Res* 2001 Mar; 72(3):215-23.
53. Handelman Garry J, Zachary D Nightingale, Alice H Lichtenstein, Ernst J Schaefer and Jeffrey B Blumberg, (1999). Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol.70 (2), 247-251.
54. Brown L, Rimm EB, Seddon JM, Giovannucci EL, Chasan-Taber L, Spiegelman D, Willett, WC, Hankinson, SE., (1999). A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. *Am J Clin Nutr* 1999 Oct; 70(4):517-24.
55. Snellen EL, Verbeek AL, Van Den Hoogen, GW., (2002). Neovascular age-related macular degeneration and its relationship to antioxidant intake. *Acta Ophthalmol Scand* Aug;80(4):368-71.
56. Hart DJ, and Scott KJ., (1995). Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chem* ;54:101-11.
57. Pratt S., (1999). Dietary prevention of age-associated macular degeneration. *J Am Optom Assoc*; 70: 39-47.
58. Dwyer J., Annual Berendschot T., Bausch-Goldbohm S.A., Van de Kraats J., Van Norel J., Van Norren D., Donders F.C., (1999). Presentation. Federation of American Societies for Experimental Biology. Three methods to measure macular pigment density compared in a lutein supplementation study. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* ; 40(4): S324.
59. Dagnelie, G., (2000). Lutein improves visual function in some patients with retinal degeneration: a pilot study via the Internet. *Optometry*, 71:147-64.
60. Hammond BR Jr, Wooten BR, and Snodderly DM., (1997). Density of the human crystalline lens is related to the macular pigment carotenoids, lutein and zeaxanthin. *Optom Vis Sci* 74:499-504,
61. Anon h (2006). http://www.dsm.com/en_US/home/technology/technology/search/result.jsp?language=en&sortBy=SCORE&selectedarea=ALL&querytext=zeaxanthin

62. Goldberg J, Flowerdew G, Smith E, Brody JA, Tso MOM., (1988). Factors Associated with Age-related Macular Degeneration: An Analysis of Data from the First National Health and Nutrition Examination Survey. *Am. J. Epidemiol.* 128(4): 700-10.
63. Mohammedshah F, Douglas JS, Amann MM Heimbach JM., (1999). Dietary intakes of lutein and zeaxanthin and total carotenoids among Americans age 50 and above. *FASEB J* 1999;13(4):A554.
64. Bone RA, Landrum JT, and Tarsis L., (1985). Preliminary identification of the human macular pigment. *Vision Res* ; 25(11):1531-5.
65. Bone RA, Landrum JT, Fernandez L, Tarsis L., (1988). Analysis of the macular pigment by HPLC: retinal distribution and age study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* ;29:843-9.
66. Bone RA, Landrum JT, Rosenfeld PJ, Moore LL, Sprague KE, Gomez C., (1997). One year study of macular pigment enhancement by lutein supplement. *Invest Ophthalmol and Vis Sci* 338(4):S90.
67. Hankinson S, Stampfer M, Seddon J, et al., (1992). Nutrient intake and cataract extraction in women : A prospective study. *BMJ* 305:335-339, 1992
68. Jacques, P.F., (1999). The potential preventive effects of vitamins for cataract and age-related macular degeneration. *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, 69:198-205.
69. Mares-Perlman JA, Brady WE, Klein BE, et al., (1995). Diet and nuclear lens opacities. *Am J Epidemiol* 141:322-334,1995
70. Ford, E.S., (1999). Diabetes mellitus and serum carotenoids: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am. J. Epidemiol.*, 149:168-76.
71. Granado F, Olmedilla B, Blanco I., (2003). Nutritional and clinical relevance of lutein in human health. *Br J Nutr.* Sep; 90(3): 487-502.
72. Evans J, Worlmal R., (1996). Is the incidence of registrable age related macular degeneration increasing? *Br J Ophthalmol* 1996 Jan, vol 80(1):9-14.
73. Tucker KL, Chen H, Vogel S, Wilson PW, Schaefer EJ, Lammi-Keefe CJ., (1999). Carotenoid intakes, assessed by dietary questionnaires, are associated with plasma carotenoid concentrations in an elderly population. *J Nutr* 1999;128:438-445.
74. VandenLangenberg GM, Brady WE, Nebeling LC, Block G, Forman N, Bowen PE, et al., (1996). Influence of using different sources of carotenoid data in difference epidemiologic studies. *J Amer Diet Assn* 96(12):1271-5.
75. Landrum JT, Bone RA, Joa H, Kilburn MD, Moore LL Sprague KE., (1997). A one year study of the macular pigment: the effect of 140 days of a lutein supplement. *Exp Eye Res* 1997;65(1):57-62.
76. Thomson, L., R., Toyoda, Y., Delori F.C., Garnett K.M., Wong Z-Y, Nichols C.R., Cheng K.M., Craft N.E. Dorey C.K., (2002). long term dietary Supplementation with zeaxanthin reduces photoreceptor death in light-damaged Japanese quail, *Exp. Eye Res.*, 75, 529-542.)

77. deMan John M., (1999). Principles of Food Chemistry. Chapman & Hall Food Science Book. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, USA, 1999; ISBN:0-8342-1234-X ; 520 page.
78. Anon i (2006) <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v26je06.htm>
79. Mathews-Roth, M.M., (1982). Antitumour activity of beta-carotene, canthaxanthin and phytoene. *Oncology*, 39, 33-37.
80. Granado, F., Olmedilla, B., Gil-Martinez, Blanco, I., (2001). A fast reliable and low-cost saponification protocol for analysis of carotenoids in vegetables, *Journal of food composition and analysis* 14,479-489.
81. Weber U, Goerz G, Baseler H, Michaelis L., (1992). Canthaxanthin retinopathy. Follow-up of over 6 years *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1992 Sep;201(3):174-7.
82. Brown E.D, Blakely S.R. Babu U.R.D., Grundel E. B.S., Mitchell G.V., (1997). Vegetable concentrates interact with canthaxanthin to affect carotenoid bioavailability and superoxide dismutase activity but not immune response in rats, *Nutrition Research* Vol 17. N0:6 pp.989-998.
83. Tyczkowski, J.K., Yagen, B. & Hamilton, P.S., (1988). Metabolism of canthaxanthin, a red diketocarotenoid, by chickens. *Poultry Sci.*, 67, 787-793.
84. Weber U, Goerz G, Hennekes R., (1985). Carotenoid retinopathy. I. Morphologic and functional findings *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1985 May;186(5):351-4
85. Lonn, L.I., (1987). Canthaxanthin retinopathy. *Arch.Ophthalmol.*, 105, 1590.
86. Oosterhuis, J.A., Nijman, N.M., de Wolff, F.A. & Remky, H., (1988). Canthaxanthin retinopathy with and without intake of canthaxanthin as a drug. *Human Toxicol.Abstr.*, 7, 45-47.
87. Ponsano E.H.G., Pinto M.F., Neto M.G., Lacava P.M., (2004). *Rhodocyclus gelatinosus* biomass for egg yolk pigmentation. *J.Appl.Poult.Res.* 13: 421-425.
88. Şamlı H.E., Şenköylü N., Akyürek H., Ağma A., (2005). Doğal Pigmentlerin Yaşlı Tavuklarda Yumurta Sarısına Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty)* Vol 2(3) sh:281-286.
89. Schlatterer J. And Breithaupt D.E., Xanthophylls in Commercial Egg Yolks: Quantification and Identification by HPLC and LC-(APCI)MS Using a C30 Phase, *J. Agric. Food Chem.* 2006,54,2267-2273
90. Gonzales M., Castano E., Avila E., de Meija E.G., (1999). Effect of capsaicin from red pepper (*Capsicum* sp) on the deposition of carotenoids in egg yolk. *J.Sci.Food and Agric.* 79(13): 1904-1908.
91. Gürbüz Y., Yaşar S., Karaman M., (2003). Effects of addition of the red pepper from 4th harvest to corn or wheat based diets on egg yolk color and egg production in laying hens. *Int.J.Poult.Sci.* 2(2):107-111.

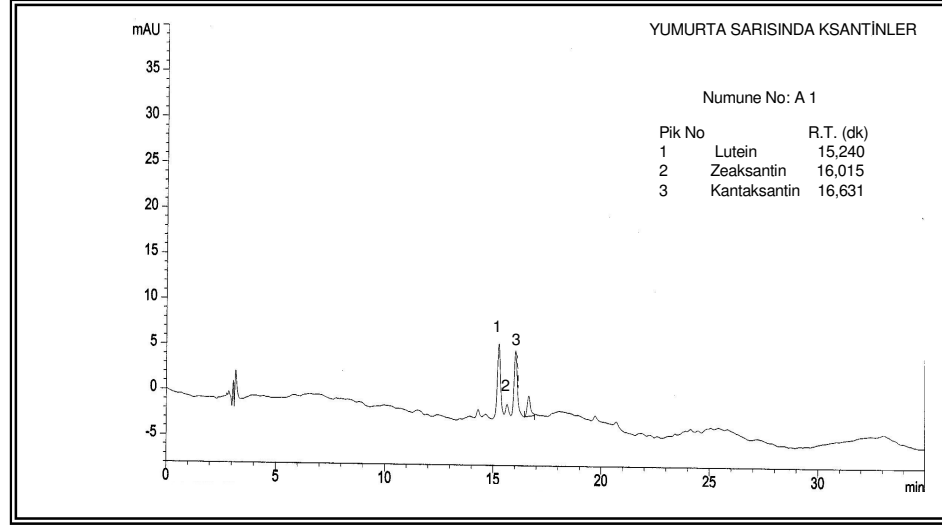
92. Breithaupt, D.E., (2004). Analytical, Nutritional and Clinical Methods Simultaneous Hplc determination of caretenoids used as food coloring additives: applicability of accelerated solvent extraction. Food Chemistry, 86, 449-456.
93. Christensen, C.M. effect of color on aroma, flavor and texture judgements of foods, J. Food Sci. 1993, 48,787-791.
94. Alves-Rodrigues A., Thomas B. (2002). The role of lutein in the prevention of atherosclerosis. J. Am. Coll. Cardiol., 40, 835-836.
95. Alves-Rodrigues Alexandra, Shao Andrew (2004). The Science Behind Lutein. Toxicology Letters. 150, 57-83 68
96. Landrum J.T. & Bone R.A. (2001). Lutein, zeaxanthin and the macular pigment. Arch.Biochem.Biophys. 385, 28-40.
97. Holden, J., M., Eldridge, A., L., Beecher, G., R., (1999). Carotenoid content of U.S. foods: an update of the database, Journal of food composition and analysis 12, 169,196.
98. J. Galobart, R. Sala, X. Rinco'n-Carruyo, E. G. Manzanilla, B. Vila`, and J. Gasa, Egg Yolk Color as Affected by Saponification of Different Natural Pigmenting Sources, 2004 Poultry Science Association, Inc.

7. EKLER

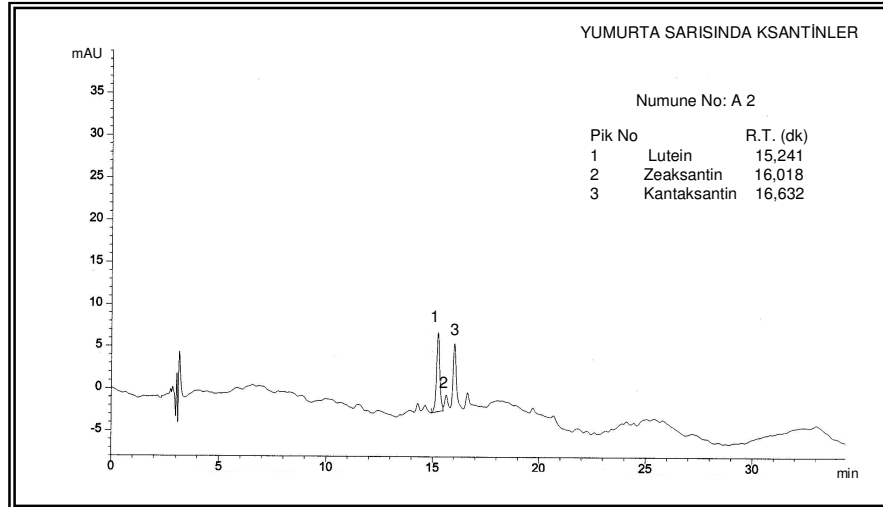
— EK I —

Yumurta Sarılarında HPLC ile Ksantofil Tayinine İlişkin Kromatogram Örnekleri

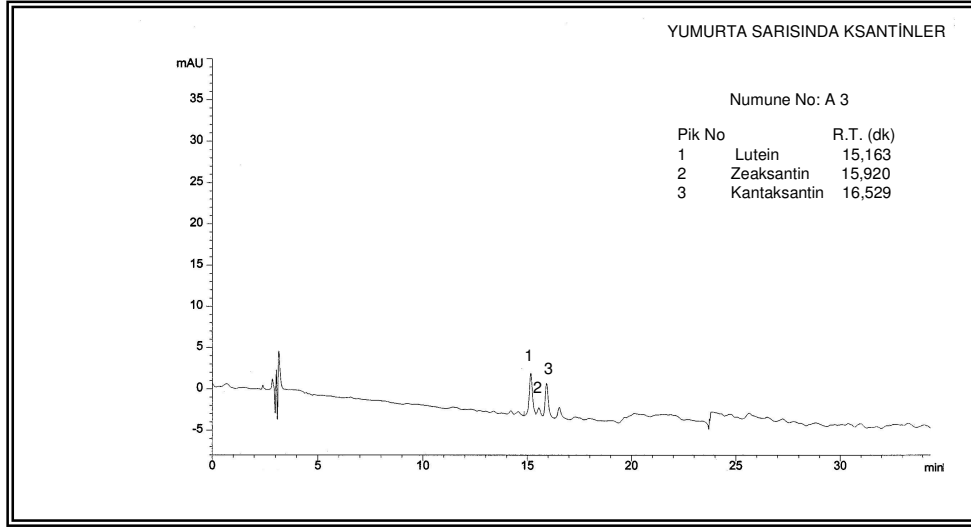
FİRMA A ÇİĞ NUMUNELER



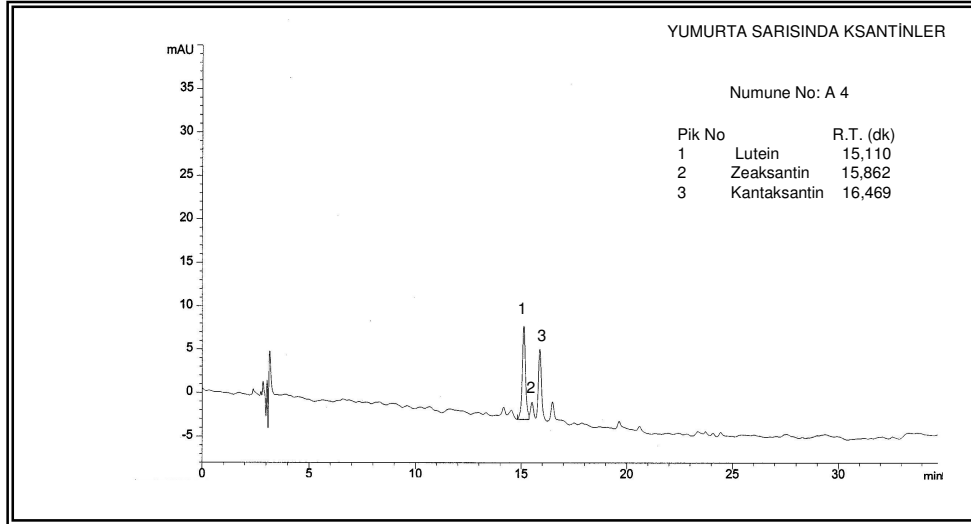
Şekil E.1.1. Kromatogram A-1



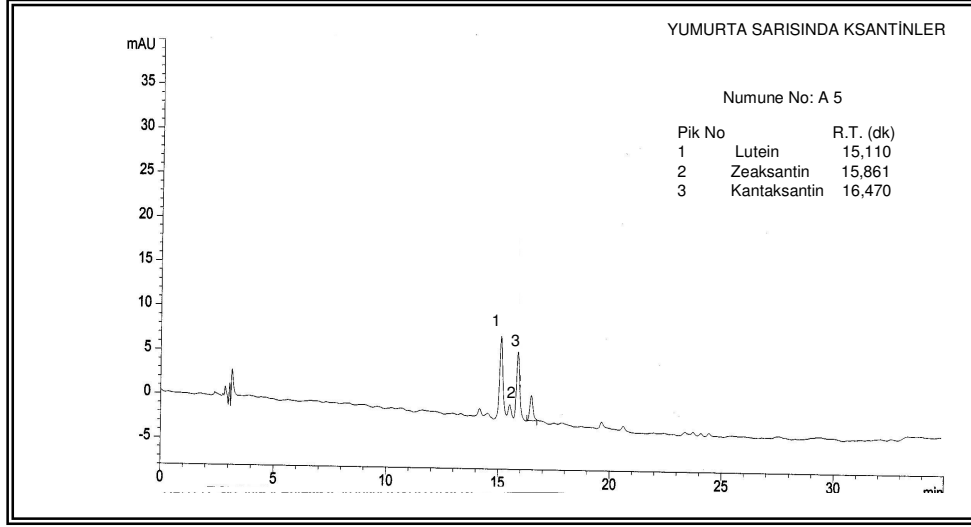
Şekil E.1.2. Kromatogram A-2



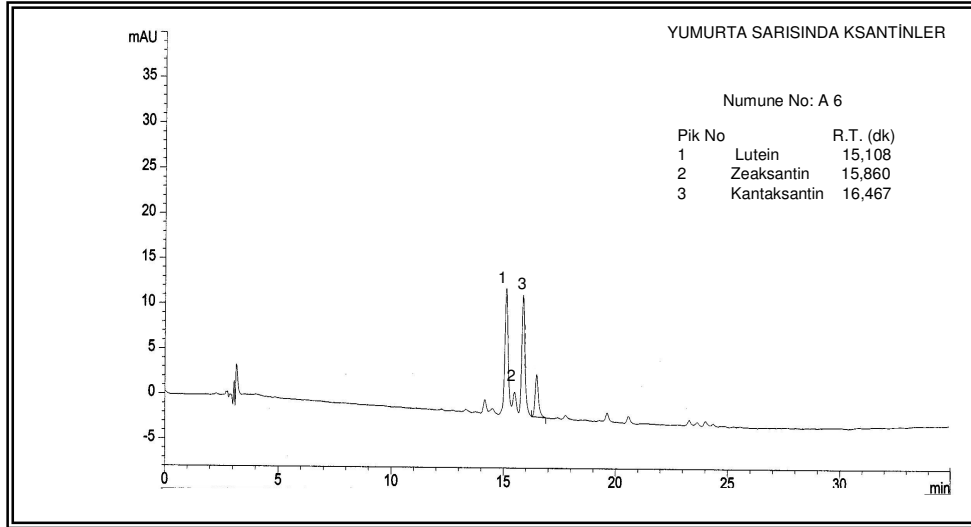
Şekil E.1.3. Kromatogram A-3



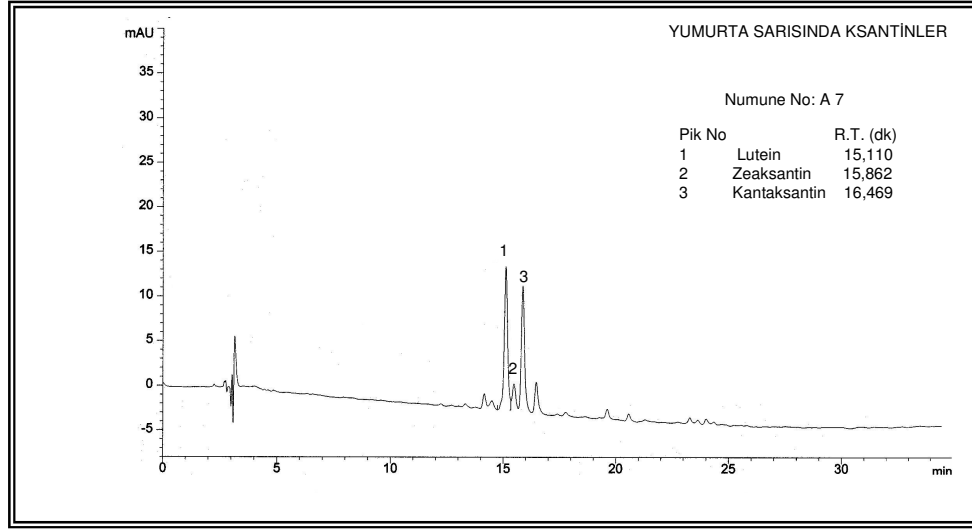
Şekil E.1.4. Kromatogram A-4



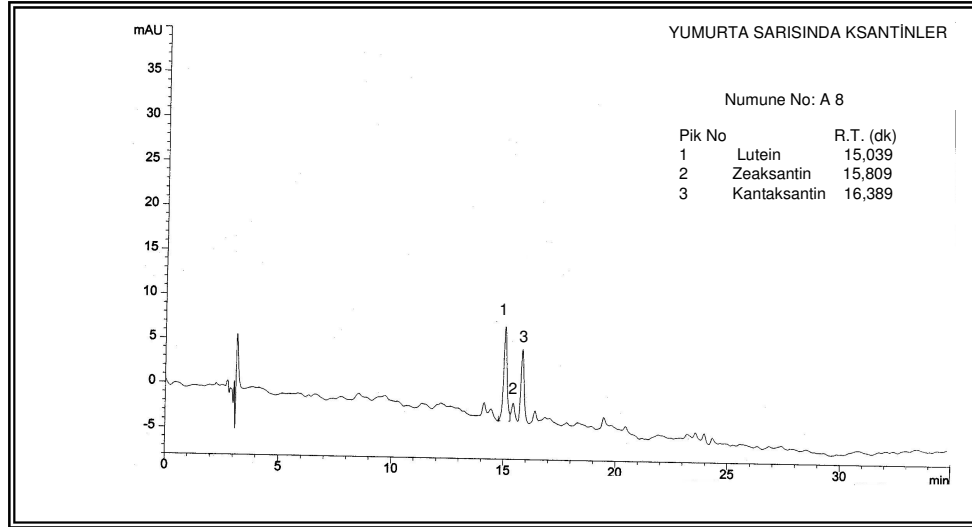
Şekil E.1.5. Kromatogram A-5



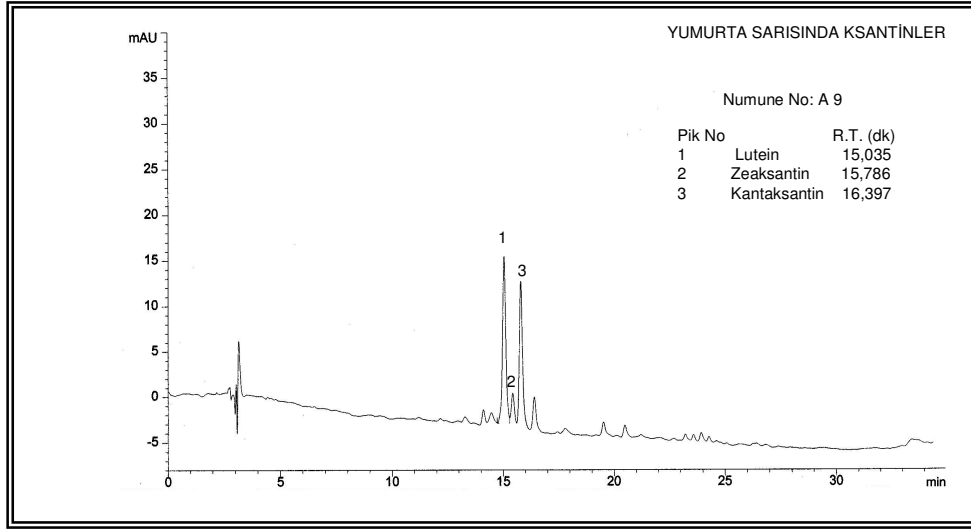
Şekil E.1.6. Kromatogram A-6



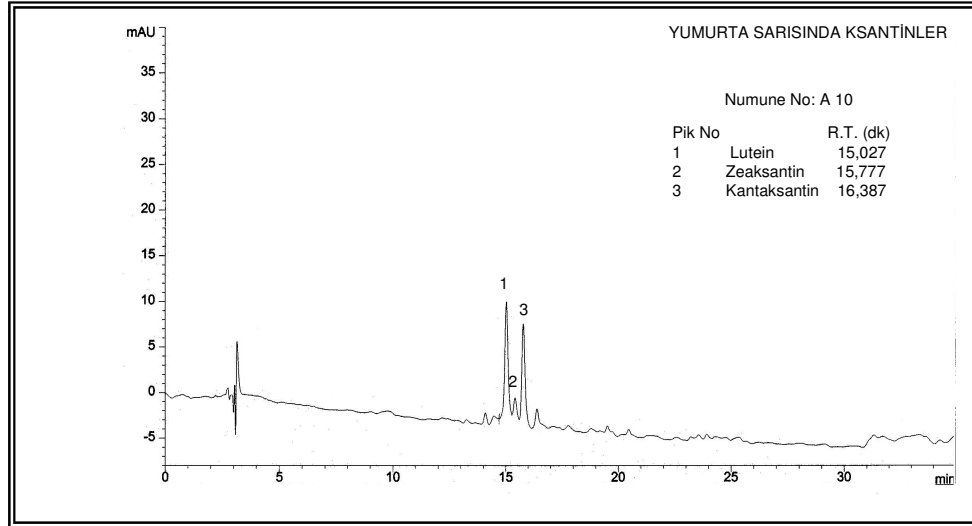
Şekil E.1.7. Kromatogram A-7



Şekil E.1.8. Kromatogram A-8

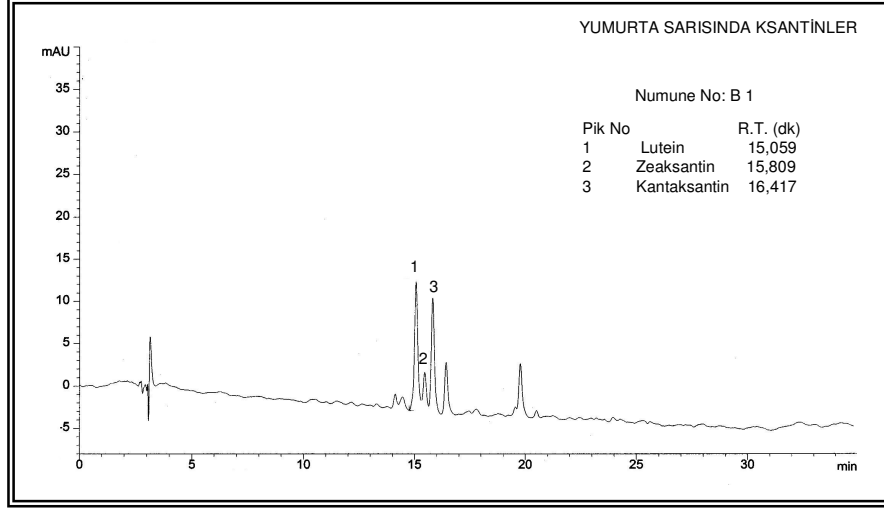


Şekil E.1.9. Kromatogram A-9

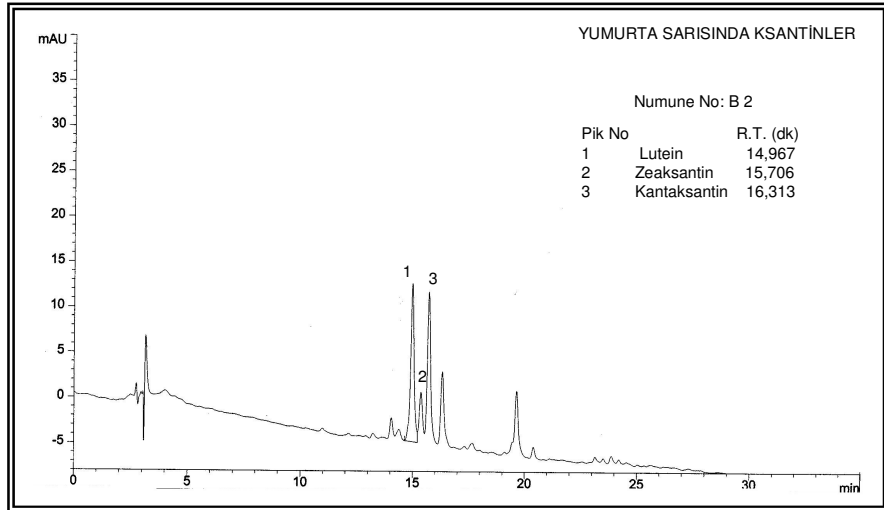


Şekil E.1.10. Kromatogram A-10

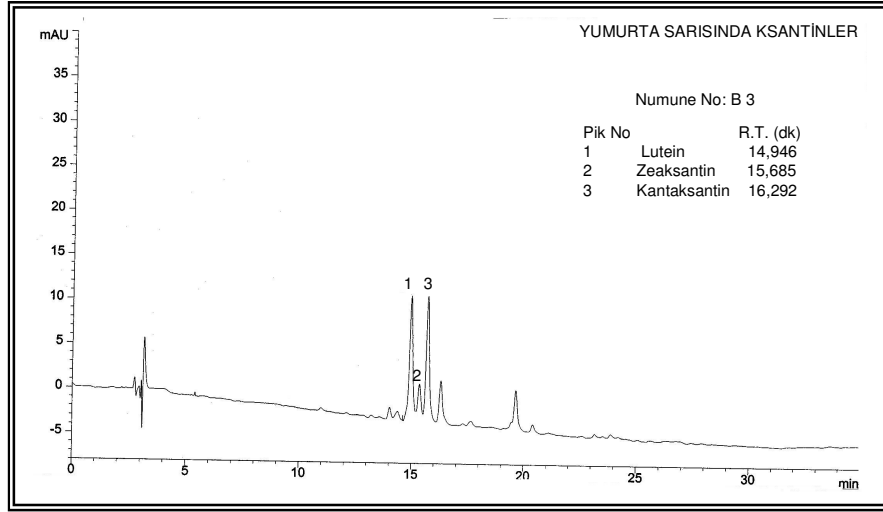
FİRMA B ÇİĞ NUMUNELER



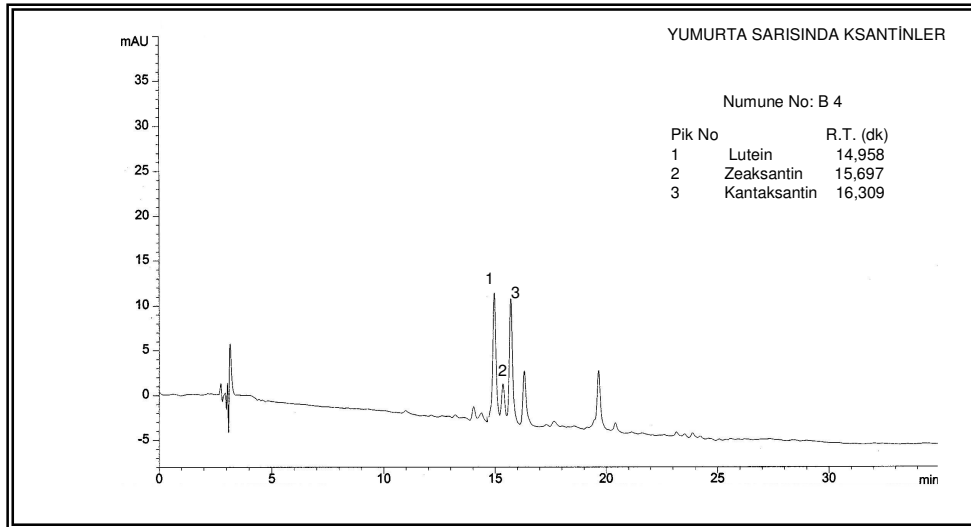
Şekil E.1.11. Kromatogram B-1



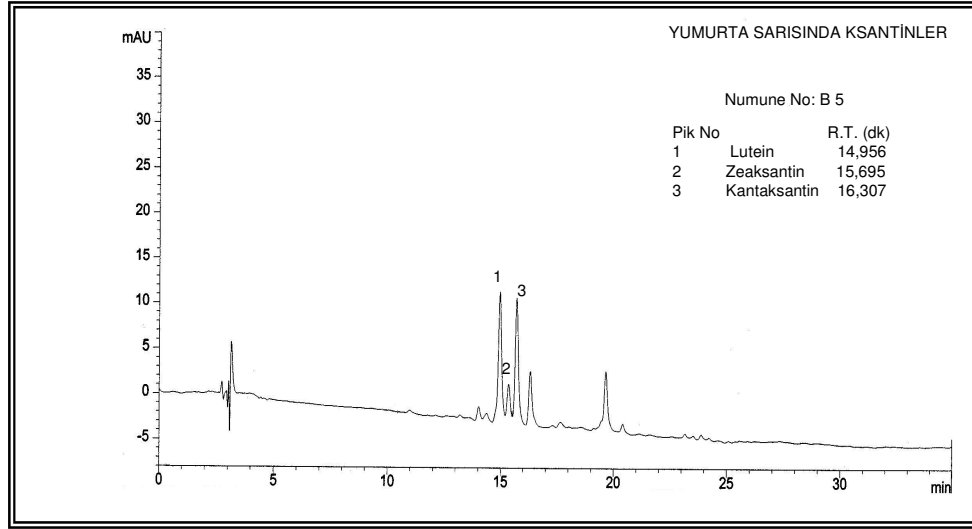
Şekil E.1.12. Kromatogram B-2



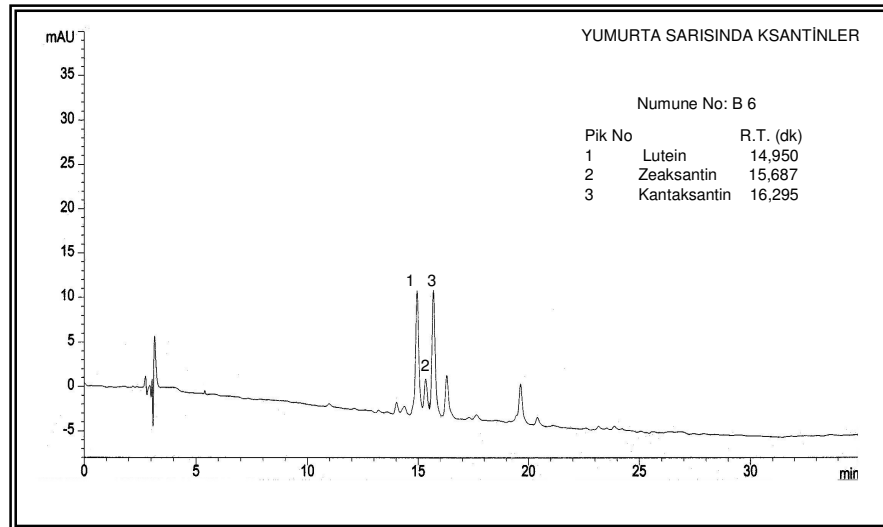
Şekil E.1.13.Kromatogram B-3



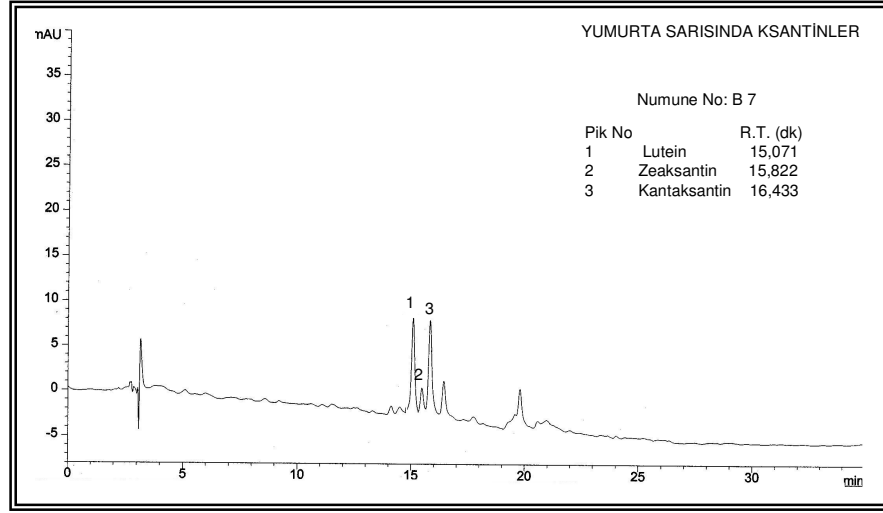
Şekil E.1.14.Kromatogram B-4



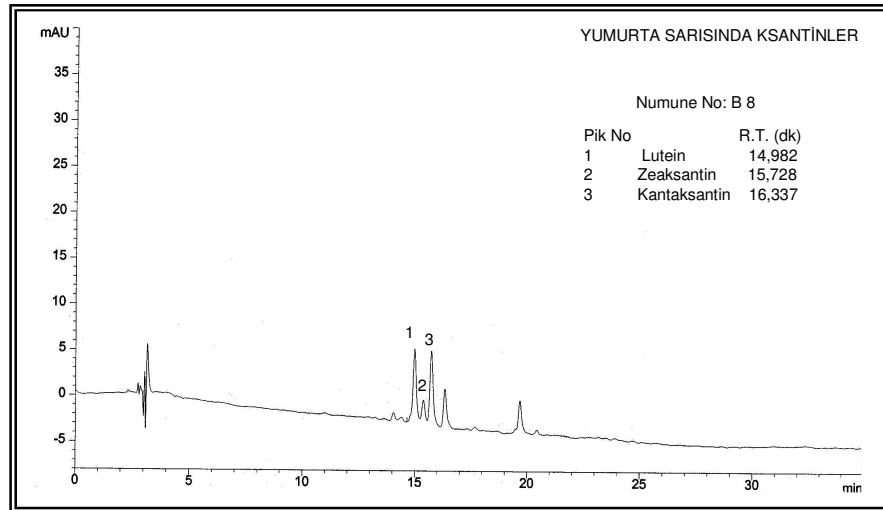
Şekil E.1.15. Kromatogram B-5



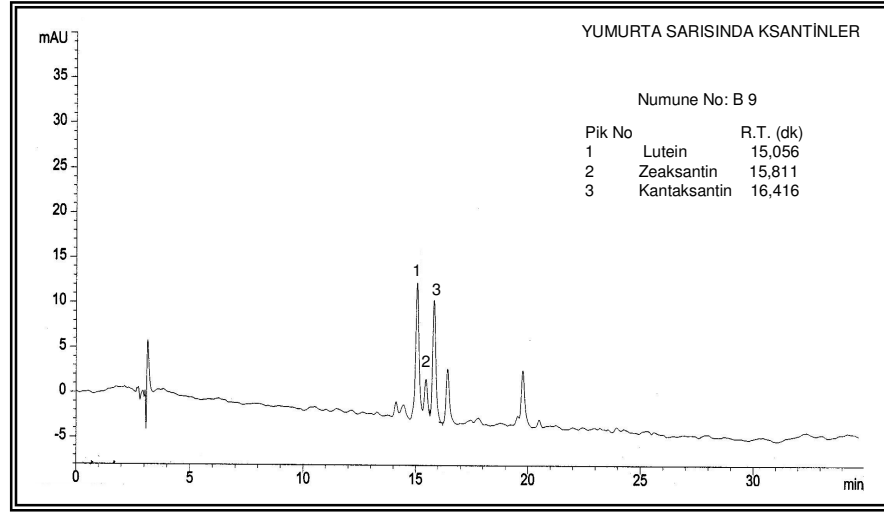
Şekil E.1.16.Kromatogram B-6



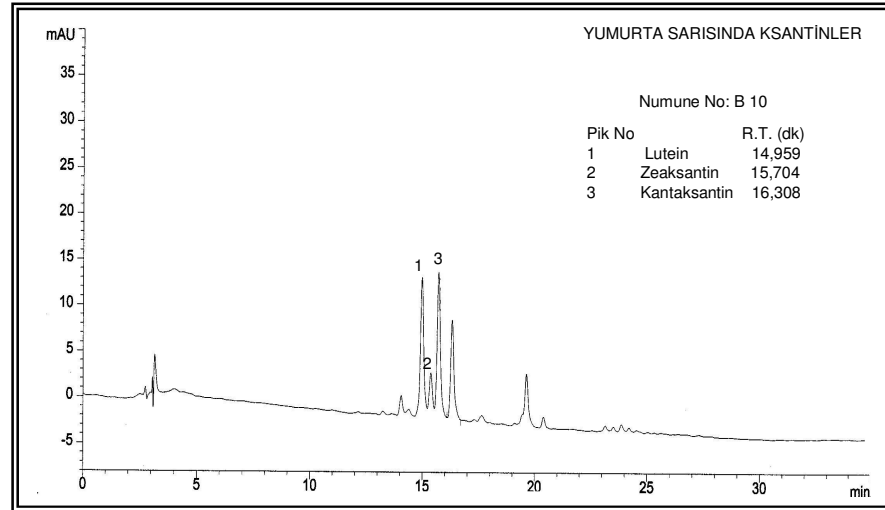
Şekil E.1.17. Kromatogram B-7



Şekil E.1.18. Kromatogram B-8

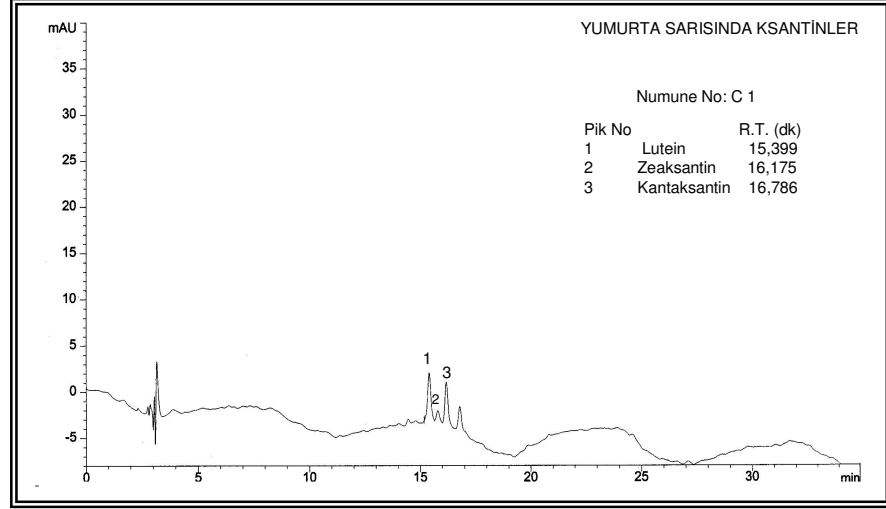


Şekil E.1.19. Kromatogram B-9

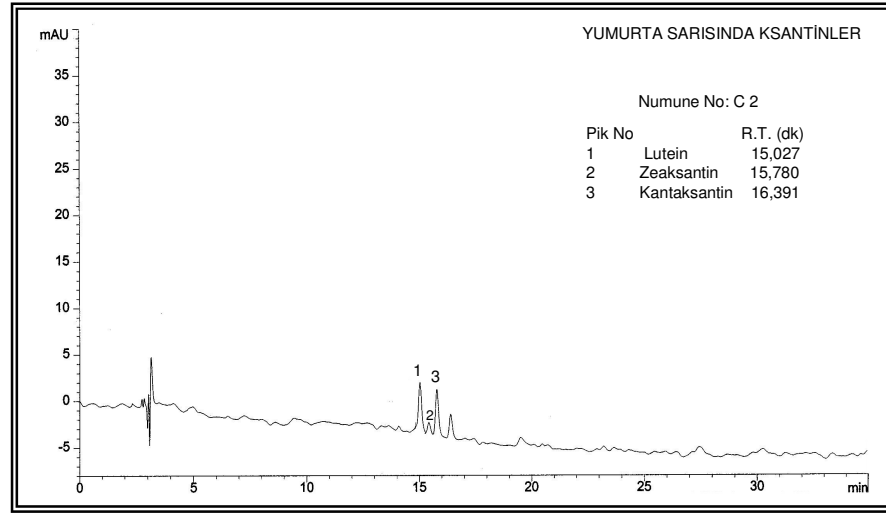


Şekil E.1.20. Kromatogram B-10

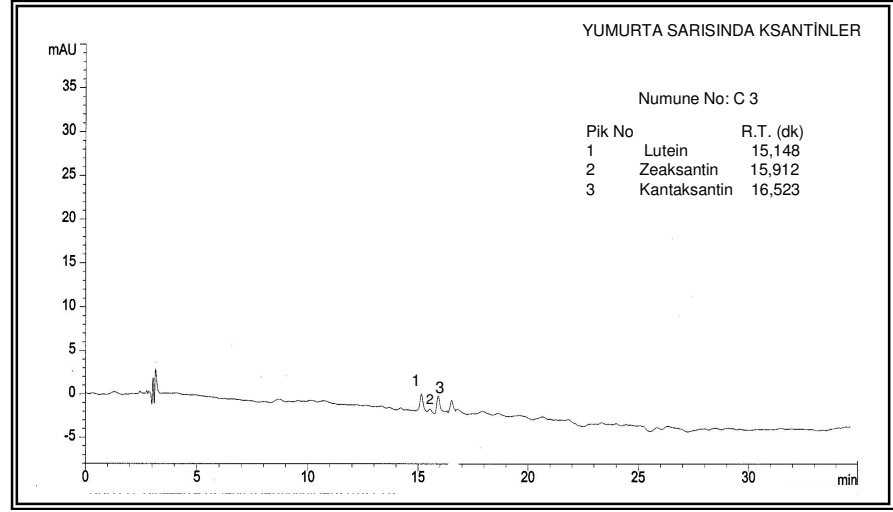
FİRMA C ÇİĞ NUMUNELER



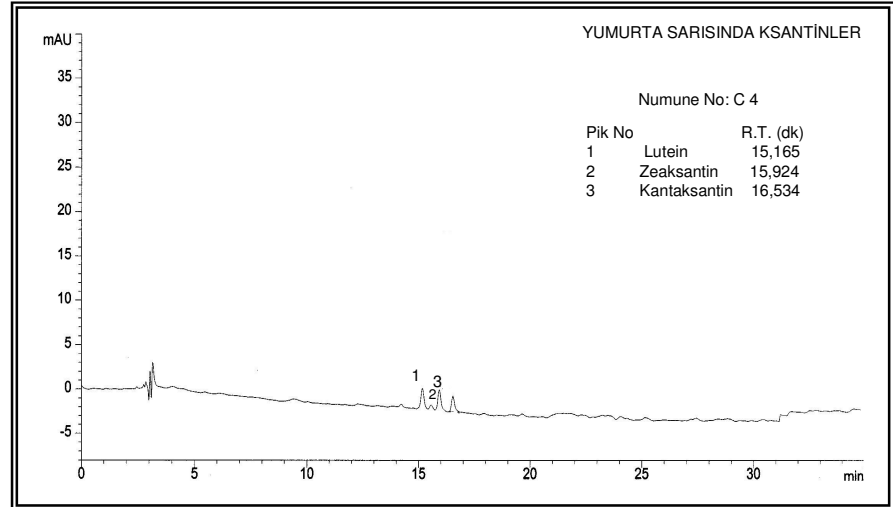
Şekil E.1.21.Kromatogram C-1



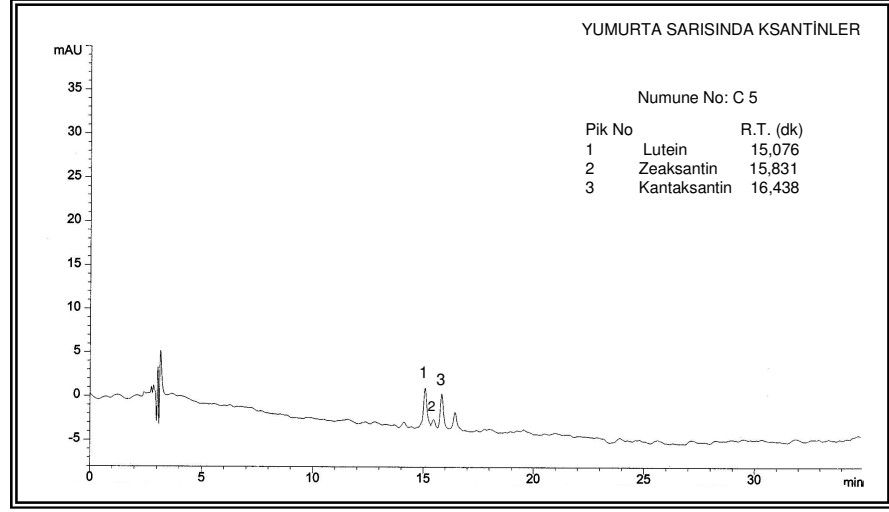
Şekil E.1.22. Kromatogram C-2



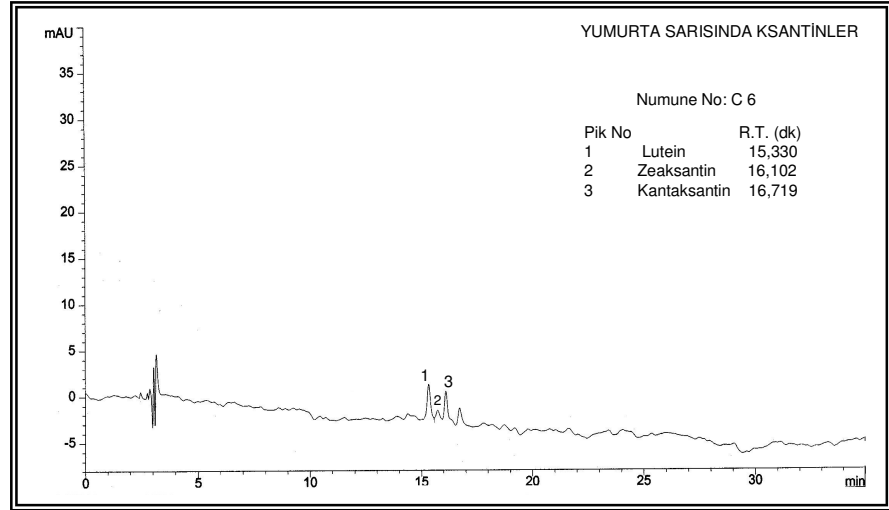
Şekil E.1.23. Kromatogram C-3



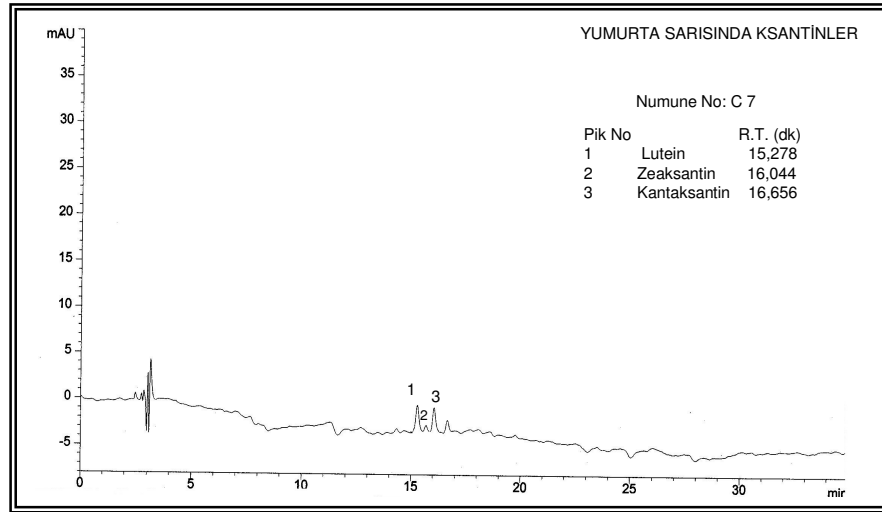
Şekil E.1.24.Kromatogram C-4



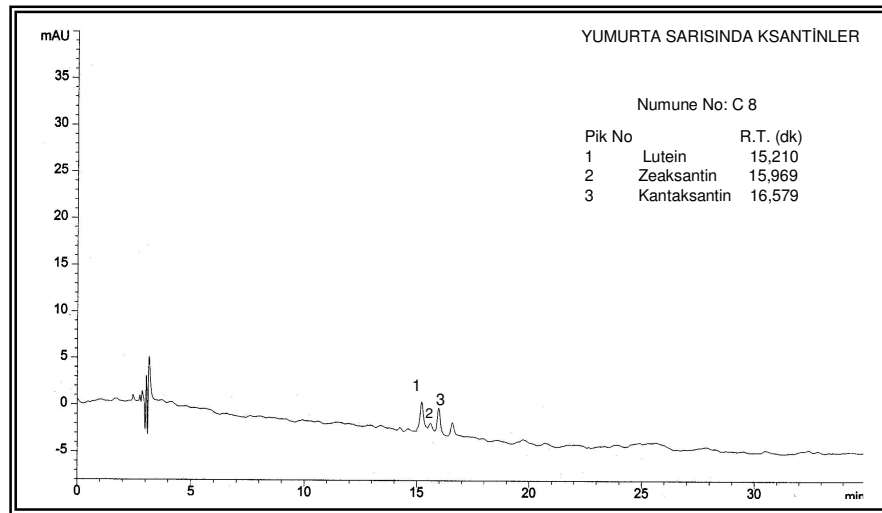
Şekil E.1.25. Kromatogram C-5



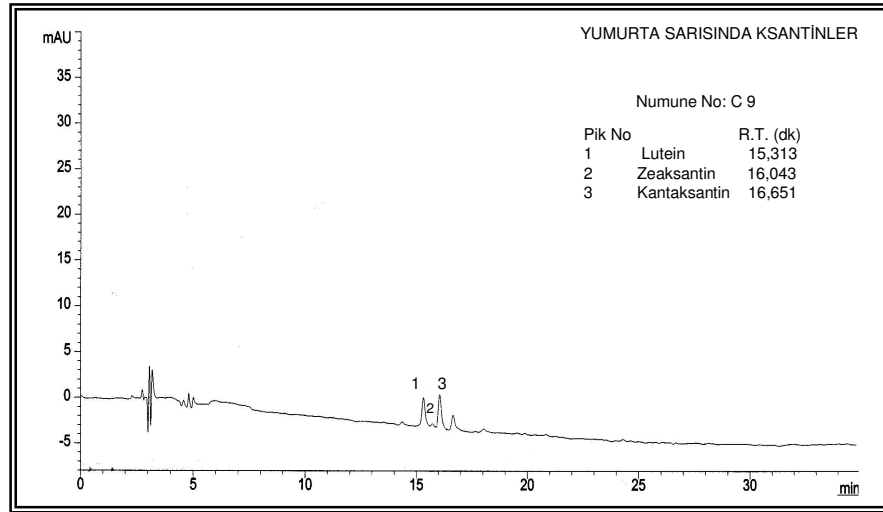
Şekil E.1.26. Kromatogram C-6



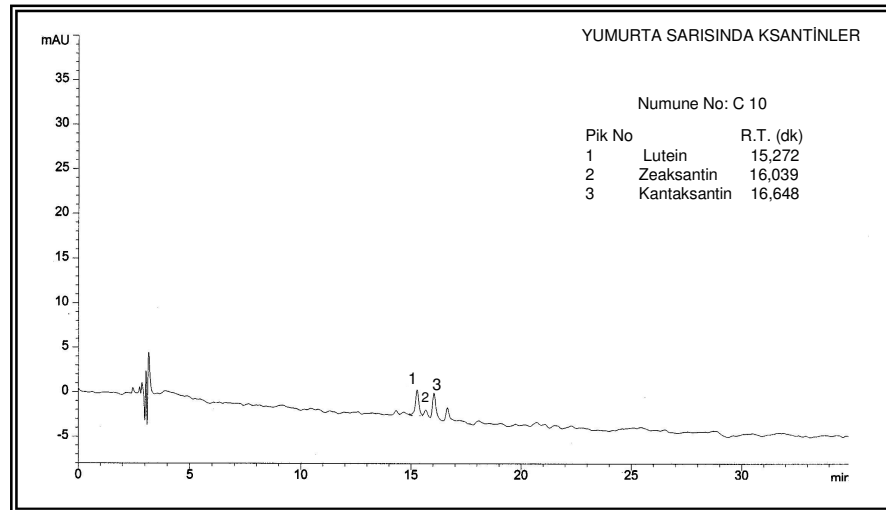
Şekil E.1.27. Kromatogram C-7



Şekil E.1.28. Kromatogram C-8

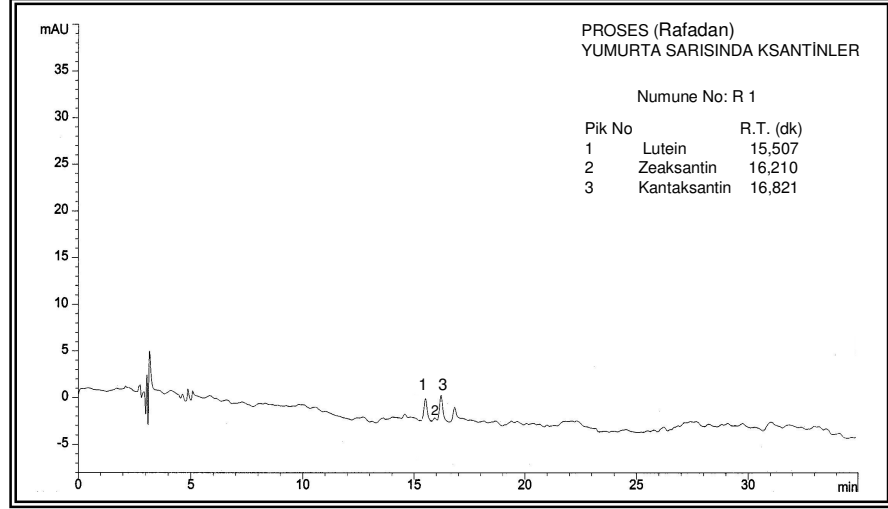


Şekil E.1.29. Kromatogram C-9

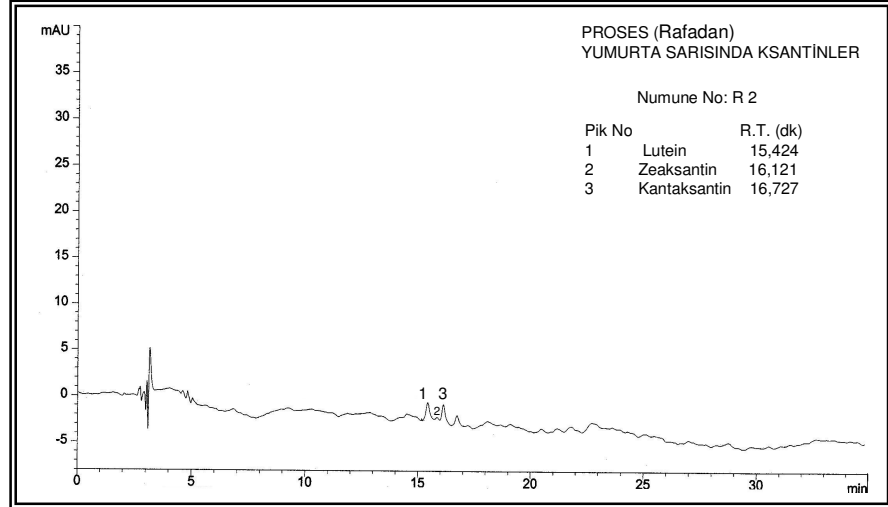


Şekil E.1.30. Kromatogram C-10

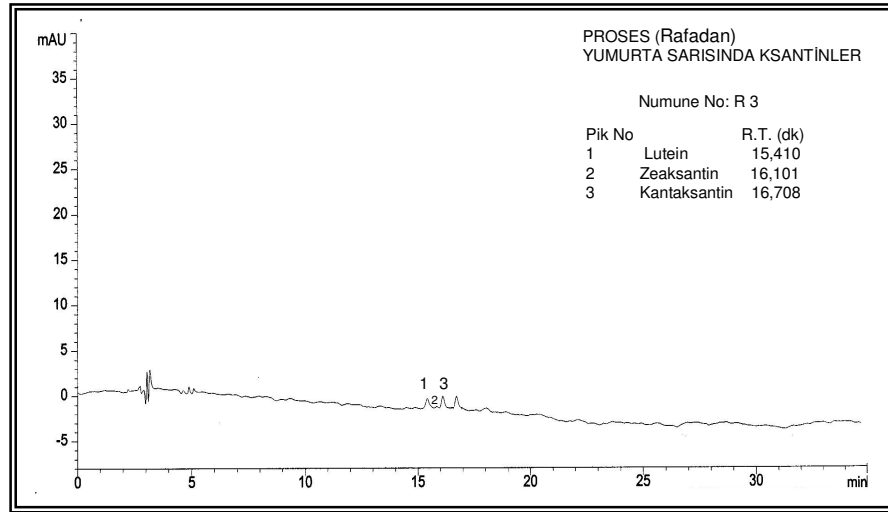
FİRMA C RAFADAN NUMUNELER



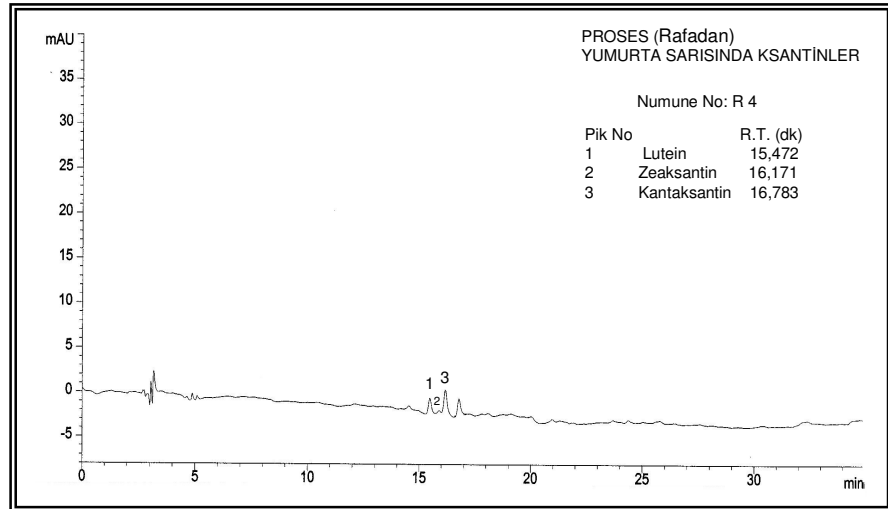
Şekil E.1.31. Kromatogram R-1



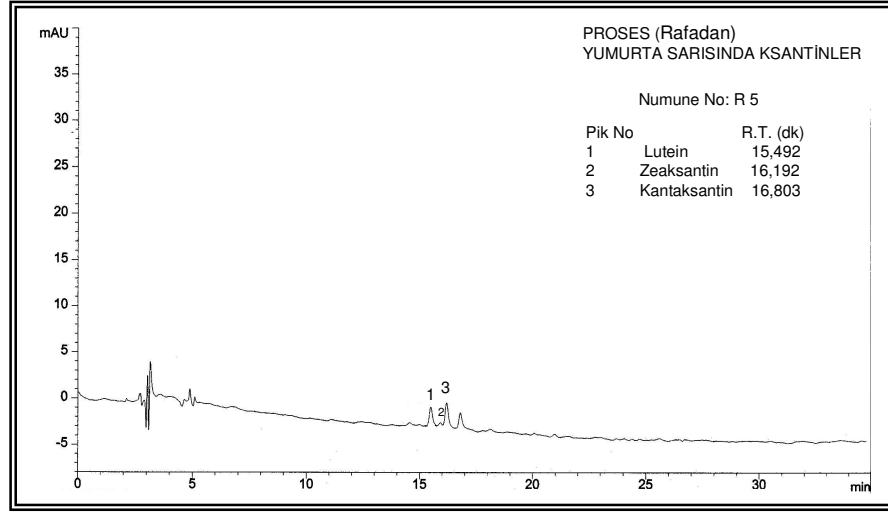
Şekil E.1.32. Kromatogram R-2



Şekil E.1.33. Kromatogram R-3

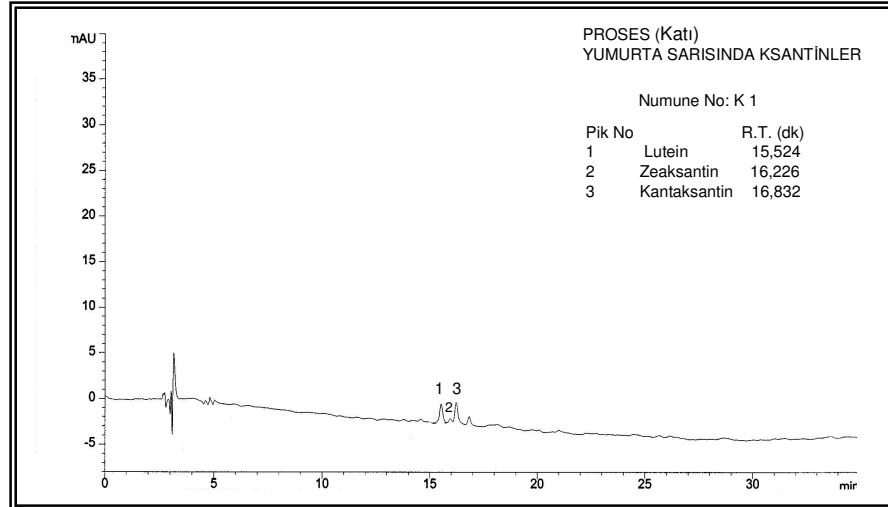


Şekil E.1.34. Kromatogram R-4

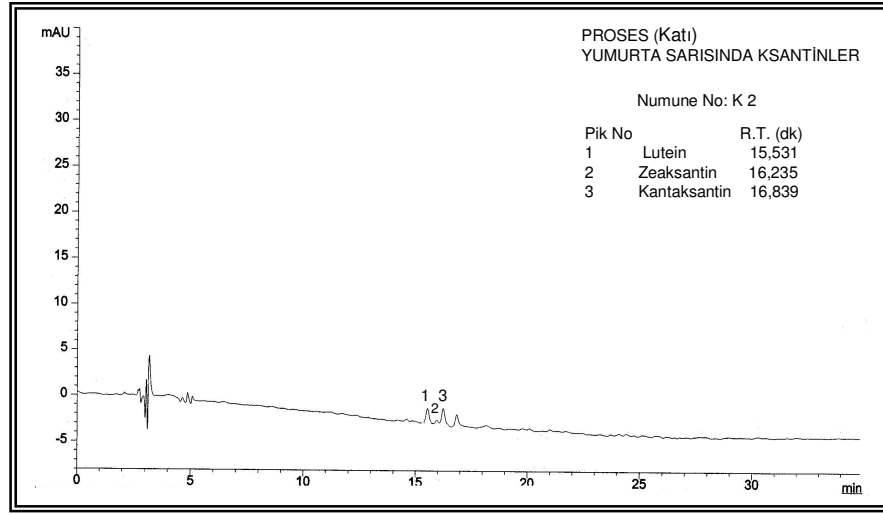


Şekil E.1.35. Kromatogram R-5

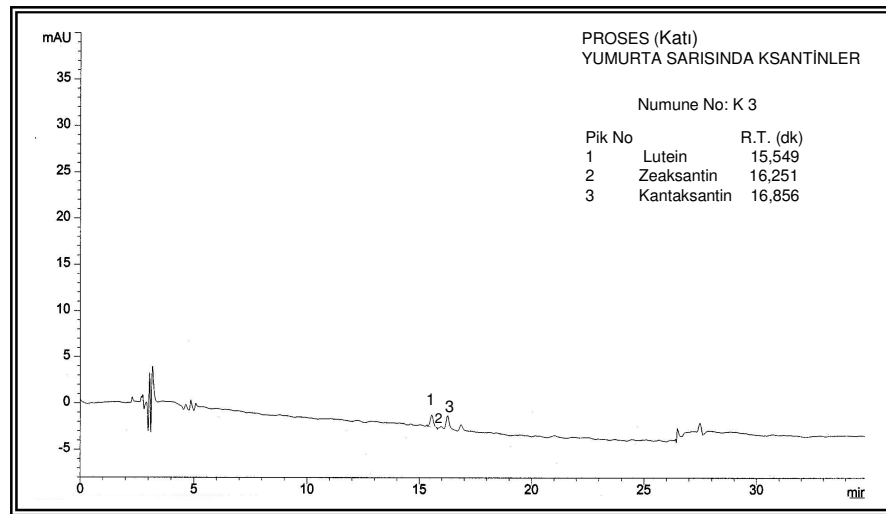
FİRMA C KATI NUMUNELER



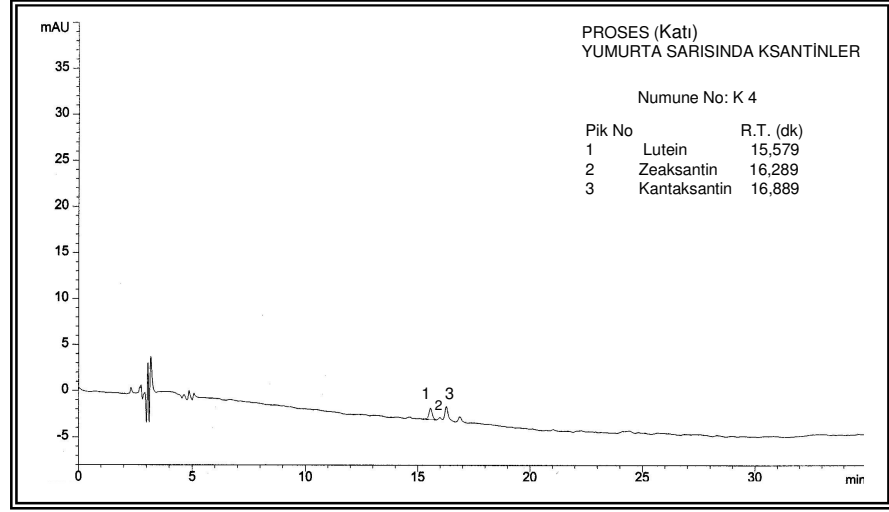
Şekil E.1.36. Kromatogram K-1



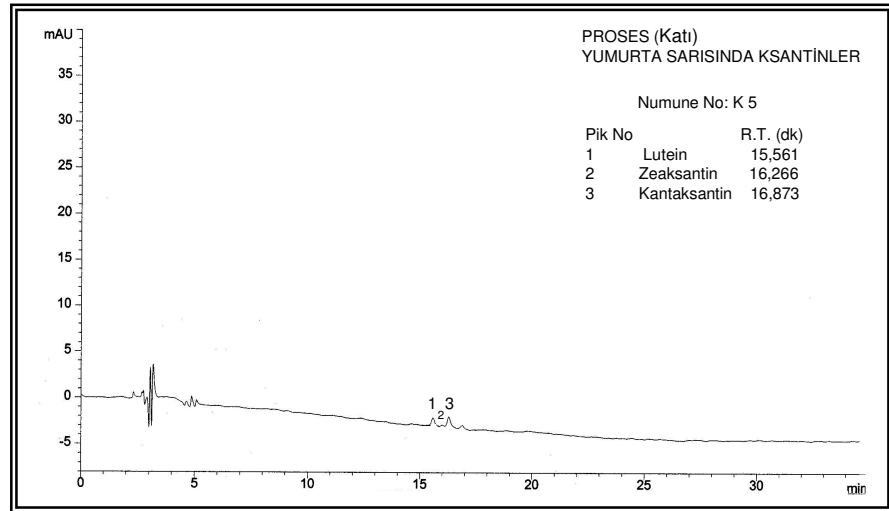
Şekil E.1.37. Kromatogram K-2



Şekil E.1.38. Kromatogram K-3



Şekil E.1.39. Kromatogram K-4



Şekil E.1.40. Kromatogram K-5

— EK II —

Yumurta Sarılarında Elde Edilen Bulgulara İlişkin Ayrıntılı Veriler

Çizelge E.2.1. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Ksantofillerin (Lutein, Zeaksantin, Kantaksantin) Düzeyine İlişkin Değerler

LUTEİN						
FİRMA	Ort. ± Std.sapma (µg /sarı)	Ort. ± Std.sapma (µg /100g)	Min.değer (µg /sarı)	Maks.değer (µg /sarı)	Aralık (Range) (µg /sarı)	Medyan (µg /sarı)
A	1144,74± 1,42 ^a	6359,67± 7,89 ^a	530,36	1656,25	1125,89	1118,35
B	1073,41± 1,06 ^{ab}	5963,39± 5,89 ^b	286,26	1644,38	1358,12	1154,74
C	527,56 ± 0,78 ^c	2930,89± 4,33 ^d	233,71	623,33	389,62	336,26
Tüm Parti	915,24 ± 1,42 ^b	5084,67± 7,89 ^c	233,71	1656,25	1422,54	892,01
ZEAKSANTİN						
FİRMA	Ort. ± Std.sapma (µg /sarı)	Ort. ± Std.sapma (µg /100g)	Min.değer (µg /sarı)	Maks.değer (µg /sarı)	Aralık (Range) (µg /sarı)	Medyan (µg /sarı)
A	16,46± 0,19 ^b	91,44 ± 1,06 ^{ab}	6,59	26,01	19,42	15,97
B	18,09± 0,14 ^a	100,50± 0,78 ^a	3,27	28,01	24,74	20,55
C	7,38 ± 0,08 ^d	41,00 ± 0,44 ^c	3,42	8,26	4,79	6,07
Tüm Parti	13,98± 0,23 ^c	77,67 ± 1,28 ^b	3,27	28,01	24,74	13,25
KANTAKSANTİN						
FİRMA	Ort. ± Std.sapma (µg /sarı)	Ort. ± Std.sapma (µg /100g)	Min.değer (µg /sarı)	Maks.değer (µg /sarı)	Aralık (Range) (µg /sarı)	Medyan (µg /sarı)
A	9,10± 0,05 ^c	50,56± 0,28 ^c	4,19	14,73	10,54	15,97
B	18,81± 0,11 ^a	104,50± 0,61 ^a	4,87	32,99	28,12	20,55
C	7,73 ± 0,02 ^d	42,94± 0,11 ^d	4,14	11,80	7,66	6,07
Tüm Parti	11,70 ± 0,10 ^b	65,00± 0,56 ^b	4,14	32,99	28,85	13,25

*Veriler, çiğ numune için 18 g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde (KM) bazında
a, b, c, d her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,01)

Çizelge E.2.2. Araştırma Kapsamındaki Isıl İşleme Maruz Bırakılmış Parti C Numunelerinde Ksantofillerin (Lutein, Zeaksantin, Kantaksantin) Düzeyine İlişkin Değerler

LUTEİN						
	Ort. ± Std.sapma (μg /sarı)	Ort. ± Std.sapma (μg /100g)	Min.değer (μg /sarı)	Maks.değer (μg /sarı)	Aralık (Range) (μg /sarı)	Medyan (μg /sarı)
Çiğ	527,56 ± 0,78 ^a	2311,07± 4,33 ^c	233,71	623,33	389,62	336,26
Rafadan	326,69 ± 0,17 ^b	2041,81± 1,06 ^b	237,26	335,20	97,94	300,22
Katı	256,84 ± 0,11 ^c	1605,25± 0,69 ^c	165,05	320,49	155,44	244,61
ZEAKSANTİN						
	Ort. ± Std.sapma (μg /sarı)	Ort. ± Std.sapma (μg /100g)	Min.değer (μg /sarı)	Maks.değer (μg /sarı)	Aralık (Range) (μg /sarı)	Medyan (μg /sarı)
Çiğ	7,38± 0,08 ^a	91,45± 0,44 ^b	3,42	8,21	4,79	6,07
Rafadan	5,72 ± 0,06 ^b	35,75 ± 0,38 ^b	2,40	7,56	5,16	6,16
Katı	3,94 ± 0,02 ^c	24,63 ± 0,13 ^c	2,29	5,04	2,75	2,85
KANTAKSANTİN						
	Ort. ± Std.sapma (μg /sarı)	Ort. ± Std.sapma (μg /100g)	Min.değer (μg /sarı)	Maks.değer (μg /sarı)	Aralık (Range) (μg /sarı)	Medyan (μg /sarı)
Çiğ	7,73± 0,02 ^a	50,58± 0,11 ^c	4,14	11,80	7,66	5,37
Rafadan	7,19 ± 0,03 ^{ab}	44,94 ± 0,19 ^a	4,40	8,99	4,59	7,74
Katı	4,19 ± 0,03 ^c	26,19 ± 0,19 ^c	1,60	6,76	5,16	4,38

* Veriler, çiğ numune için 18 g, katı numune için 16 g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde (KM) bazında)
a, b, c her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır(p<0,01)

Çizelge E.2.3. Araştırma Kapsamındaki Numunelerde Renk Parametrelerine (L, a, b) İlişkin Değerler

L* (Renk Parametresi)					
FİRMA	Ort. ± Std.sapma	Min.değer	Maks.değer	Aralık (Range)	Medyan
A	72,97 ± 2,27 ^a	69,1	76,9	7,8	73,00
B	69,64 ± 1,63 ^{bc}	66,9	72,9	6,0	69,40
C	68,63 ± 1,34 ^c	65,4	71,8	6,4	68,65
Tüm Parti	70,41 ± 2,57 ^b	65,4	76,9	11,5	69,80
a* (Renk Parametresi)					
FİRMA	Ort. ± Std.sapma	Min.değer	Maks.değer	Aralık (Range)	Medyan
A	25,80 ± 4,94 ^c	20,1	46,8	26,7	26,60
B	29,42 ± 5,63 ^a	24,1	48,8	24,7	27,80
C	25,20 ± 3,33 ^{cd}	18,2	44,8	26,6	25,20
Tüm Parti	26,81 ± 5,07 ^b	18,2	44,8	26,6	26,25
b* (Renk Parametresi)					
FİRMA	Ort. ± Std.sapma	Min.değer	Maks.değer	Aralık (Range)	Medyan
A	73,70 ± 5,62 ^{cd}	63,3	82,1	18,8	75,00
B	77,50 ± 3,47 ^a	65,2	83,8	18,6	76,85
C	74,29 ± 3,85 ^c	63,1	81,8	18,7	74,90
Tüm Parti	75,16 ± 4,70 ^b	63,1	83,8	20,7	55,95

a, b, c,d, her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,01)

Çizelge E.2.4. Araştırma Kapsamındaki Isıl İşleme Maruz Bırakılmış Parti C Numunelerinde (Çiğ, Rafadan, Pişmiş) Renk Parametrelerine (L, a, b) İlişkin Değerler

L* (Renk Parametresi)					
	Ort. ± Std.sapma	Min.değer	Maks.değer	Aralık (Range)	Medyan
Çiğ	68,63 ± 1,34 ^b	65,4	71,8	6,4	68,6
Rafadan	67,71 ± 1,26 ^{bc}	65,3	69,9	4,6	68,0
Katı	70,85 ± 0,52 ^a	70,0	71,9	1,9	70,7
a* (Renk Parametresi)					
	Ort. ± Std.sapma	Min.değer	Maks.değer	Aralık (Range)	Medyan
Çiğ	25,20 ± 3,33 ^a	18,2	44,8	26,6	25,2
Rafadan	18,29 ± 2,25 ^b	8,6	23,9	15,3	18,1
Katı	1,33 ± 0,85 ^c	-0,9	2,8	3,7	1,4
b* (Renk Parametresi)					
	Ort. ± Std.sapma	Min.değer	Maks.değer	Aralık (Range)	Medyan
Çiğ	74,29 ± 3,85 ^b	63,1	81,8	18,7	74,9
Rafadan	77,39 ± 6,28 ^a	71,8	81,9	10,1	77,4
Katı	34,97 ± 4,69 ^c	30,2	75,5	45,3	35,2

a, b, c; her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (p<0,01)

Çiğ Yumurta Sarılarındaki Ksantofil Bileşenlerinin Düzeyleri***Lutein Nicelikleri*****Çizelge E.2.5. A Parti Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)**

LUTEİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g sarı)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	15,16	57,62	2946,73	530,41
2	15,16	57,62	2946,56	530,38
3	15,17	57,63	2946,82	530,42
4	15,16	57,63	2946,82	530,43
5	15,17	57,62	2946,47	530,37
6	15,16	57,62	2946,47	530,36
7	15,16	57,63	2946,82	530,43
8	15,17	57,62	2946,47	530,36
9	15,16	57,62	2946,56	530,38
10	15,24	100,63	4955,90	892,06
11	15,24	100,63	4955,82	892,04
12	15,24	100,63	4955,90	892,07
13	15,24	100,62	4955,65	892,02
14	15,24	100,63	4955,90	892,06
15	15,24	100,63	4955,99	892,08
16	15,24	100,62	4955,65	892,01
17	15,24	100,63	4955,82	892,05
18	15,24	100,62	4955,73	892,03
19	15,04	115,00	5627,39	1012,93
20	15,04	115,00	5627,48	1012,94
21	15,04	115,01	5627,65	1012,97
22	15,04	115,00	5627,56	1012,96
23	15,04	115,01	5627,65	1012,98
24	15,04	115,01	5627,73	1012,99
25	15,05	115,00	5627,48	1012,95
26	15,04	115,00	5627,31	1012,91
27	15,04	115,00	5627,31	1012,92
28	15,04	115,00	5627,22	1012,90
29	15,11	116,02	5675,09	1021,52
30	15,12	116,02	5675,26	1021,54
31	15,11	116,02	5675,09	1021,51
32	15,11	116,02	5675,26	1021,55
33	15,11	116,03	5675,35	1021,57
34	15,11	116,02	5675,01	1021,50
35	15,11	116,02	5674,92	1021,49
36	15,11	116,03	5675,35	1021,56
37	15,11	116,02	5674,92	1021,49
38	14,98	139,05	6750,98	1215,17
39	14,98	139,05	6750,98	1215,18
40	14,98	139,05	6750,89	1215,16
41	14,99	139,05	6751,06	1215,19
42	14,98	139,05	6750,89	1215,16
43	14,99	139,05	6751,15	1215,20
44	14,98	139,05	6750,81	1215,15
45	14,99	139,05	6751,15	1215,21

Çizelge E.2.6. A Parti Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

LUTEIN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	14,98	139,05	6750,81	1215,14
47	14,98	139,04	6750,72	1215,13
48	15,03	155,45	7517,35	1353,13
49	15,03	155,46	7517,44	1353,14
50	15,03	155,46	7517,53	1353,15
51	15,02	155,45	7517,35	1353,12
52	15,03	155,46	7517,53	1353,16
53	15,03	155,45	7517,18	1353,10
54	15,02	155,46	7517,61	1353,17
55	15,03	155,45	7517,27	1353,11
56	15,03	155,45	7517,18	1353,09
57	15,11	170,79	8234,07	1482,13
58	15,15	170,79	8233,90	1482,10
59	15,19	170,79	8234,07	1482,13
60	15,13	170,79	8233,81	1482,09
61	15,17	170,80	8234,15	1482,15
62	15,19	170,80	8234,15	1482,15
63	15,10	170,79	8233,81	1482,09
64	15,14	170,79	8233,81	1482,08
65	15,14	170,79	8233,81	1482,08
66	15,03	191,49	9200,98	1656,18
67	15,04	191,49	9200,98	1656,17
68	15,04	191,49	9200,90	1656,16
69	15,03	191,49	9200,90	1656,16
70	15,03	191,48	9200,81	1656,15
71	15,04	191,50	9201,41	1656,25
72	15,04	191,50	9201,32	1656,24
73	15,03	191,49	9201,15	1656,21
74	15,03	191,49	9201,24	1656,23
75	15,16	57,62	2946,65	530,40
76	15,24	100,63	4955,82	892,05
77	15,04	115,00	5627,56	1012,96
78	15,11	116,02	5675,18	1021,53
79	14,98	139,05	6750,98	1215,18
80	15,03	155,46	7517,44	1353,14
81	15,05	170,79	8233,98	1482,12
82	15,04	191,49	9201,07	1656,19
83	15,16	57,63	2946,82	530,42
84	15,24	100,63	4955,90	892,07
85	15,04	115,01	5627,73	1012,99
86	15,11	116,03	5675,35	1021,56
87	14,99	139,05	6751,15	1215,20
88	15,03	155,46	7517,53	1353,16
89	15,11	170,79	8233,98	1482,11
90	15,04	191,49	9201,24	1656,25

Çizelge E.2.7. B Parti Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

LUTEIN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	15,08	28,60	1590,53	286,29
2	15,12	82,94	4129,62	743,33
3	14,98	88,23	4376,58	787,78
4	15,07	111,31	5454,85	981,88
5	14,95	152,42	7375,53	1327,59
6	14,96	154,61	7478,02	1346,04
7	15,06	167,88	8097,79	1457,60
8	14,97	190,08	9135,19	1644,33
9	15,07	28,59	1590,44	286,28
10	15,08	28,60	1590,61	286,31
11	15,08	28,59	1590,44	286,27
12	15,08	28,60	1590,61	286,32
13	15,07	28,60	1590,70	286,32
14	15,07	28,60	1590,70	286,33
15	15,08	28,60	1590,70	286,33
16	15,08	28,59	1590,36	286,27
17	15,07	28,59	1590,36	286,26
18	15,08	28,59	1590,36	286,26
19	15,12	82,94	4129,71	743,35
20	15,12	82,94	4129,71	743,35
21	15,12	82,95	4129,79	743,36
22	15,12	82,95	4129,79	743,36
23	15,12	82,95	4129,79	743,37
24	15,12	82,94	4129,54	743,32
25	15,12	82,94	4129,54	743,31
26	15,12	82,94	4129,45	743,31
27	15,12	82,94	4129,45	743,30
28	15,13	82,94	4129,45	743,30
29	14,99	88,23	4376,66	787,80
30	14,99	88,23	4376,66	787,80
31	14,98	88,23	4376,75	787,81
32	14,98	88,23	4376,75	787,81
33	14,99	88,23	4376,49	787,77
34	14,98	88,23	4376,49	787,76
35	14,99	88,22	4376,41	787,76
36	14,98	88,22	4376,41	787,75
37	14,99	88,22	4376,41	787,75
38	15,07	111,31	5454,85	981,87
39	15,07	111,31	5454,85	981,87
40	15,07	111,31	5454,76	981,86
41	15,06	111,31	5454,76	981,86
42	15,08	111,31	5454,76	981,85
43	15,07	111,31	5455,02	981,90
44	15,06	111,31	5455,02	981,91
45	15,07	111,31	5455,10	981,91

Çizelge E.2.8. B Parti Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

LUTEİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	15,08	111,31	5455,10	981,92
47	15,07	111,31	5455,10	981,92
48	14,95	152,42	7375,45	1327,58
49	14,95	152,42	7375,45	1327,58
50	14,94	152,41	7375,36	1327,57
51	14,95	152,41	7375,36	1327,56
52	14,95	152,41	7375,36	1327,56
53	14,95	152,42	7375,62	1327,61
54	14,96	152,42	7375,62	1327,62
55	14,95	152,42	7375,70	1327,62
56	14,94	152,42	7375,70	1327,63
57	14,95	152,42	7375,70	1327,63
58	14,96	154,61	7478,10	1346,06
59	14,96	154,61	7478,10	1346,06
60	14,96	154,61	7478,19	1346,07
61	14,96	154,61	7478,19	1346,07
62	14,96	154,63	7478,78	1346,18
63	14,96	154,61	7477,93	1346,03
64	14,95	154,61	7477,93	1346,02
65	14,95	154,61	7477,85	1346,02
66	14,95	154,61	7477,85	1346,01
67	14,96	154,61	7477,85	1346,01
68	15,05	167,88	8097,79	1457,61
69	15,06	167,88	8097,96	1457,64
70	15,07	167,88	8097,88	1457,62
71	15,06	167,88	8097,96	1457,63
72	15,06	167,88	8097,96	1457,63
73	15,05	167,88	8097,79	1457,60
74	15,05	167,88	8097,71	1457,59
75	15,06	167,88	8097,71	1457,58
76	15,06	167,87	8097,62	1457,57
77	15,06	167,87	8097,54	1457,56
78	14,96	190,08	9135,19	1644,34
79	14,97	190,08	9135,27	1644,35
80	14,96	190,09	9135,45	1644,38
81	14,97	190,08	9135,36	1644,37
82	14,96	190,08	9135,36	1644,36
83	14,96	190,08	9135,19	1644,33
84	14,96	190,08	9135,10	1644,32
85	14,97	190,08	9135,02	1644,31
86	14,97	190,08	9135,02	1644,30
87	14,97	190,08	9134,93	1644,29
88	15,12	82,94	4129,71	743,34
89	15,07	111,31	5454,93	981,89
90	14,95	154,61	7478,02	1346,05

Çizelge E.2.9. C Parti Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

LUTEİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	15,15	33,04	1298,60	233,75
2	15,17	39,37	1573,46	283,22
3	15,28	44,56	1803,18	324,57
4	15,36	46,02	1868,03	336,25
5	15,34	46,02	1868,03	336,25
6	15,33	56,40	2336,51	420,57
7	15,08	65,62	2756,78	496,22
8	15,03	71,30	3016,96	543,05
9	15,40	80,98	3462,74	623,29
10	15,39	80,98	3462,74	623,29
11	15,40	80,98	3462,74	623,29
12	15,39	80,98	3462,66	623,28
13	15,40	80,98	3462,74	623,30
14	15,39	80,98	3462,83	623,30
15	15,15	33,04	1298,69	233,76
16	15,15	33,04	1298,69	233,77
17	15,15	33,04	1298,77	233,77
18	15,14	33,03	1298,77	233,78
19	15,15	33,03	1298,77	233,78
20	15,15	33,04	1298,52	233,73
21	15,15	33,04	1298,52	233,73
22	15,14	33,02	1298,43	233,72
23	15,15	33,02	1298,43	233,72
24	15,15	33,02	1298,43	233,71
25	15,17	39,37	1573,38	283,21
26	15,17	39,37	1573,38	283,20
27	15,17	39,37	1573,29	283,20
28	15,16	39,37	1573,29	283,19
29	15,16	39,37	1573,29	283,19
30	15,16	39,37	1573,55	283,24
31	15,17	39,37	1573,55	283,24
32	15,16	39,37	1573,63	283,25
33	15,17	39,37	1573,63	283,25
34	15,16	39,37	1573,63	283,26
35	15,27	44,57	1803,09	324,56
36	15,28	44,57	1803,09	324,55
37	15,28	44,55	1803,01	324,55
38	15,28	44,55	1803,01	324,54
39	15,27	44,55	1803,01	324,54
40	15,27	44,56	1803,26	324,59
41	15,27	44,56	1803,26	324,59
42	15,28	44,56	1803,35	324,60
43	15,27	44,56	1803,35	324,60
44	15,28	44,56	1803,35	324,61
45	15,36	46,01	1867,95	336,23

Çizelge E.2.10. C Parti Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

LUTEİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg /100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	15,35	46,01	1867,95	336,23
47	15,36	46,01	1867,86	336,22
48	15,35	46,01	1867,86	336,22
49	15,36	46,01	1867,86	336,21
50	15,35	46,02	1868,12	336,26
51	15,36	46,02	1868,12	336,27
52	15,35	46,02	1868,20	336,27
53	15,36	46,02	1868,20	336,28
54	15,21	50,03	2009,00	336,28
55	15,35	46,02	1868,03	336,25
56	15,35	46,02	1868,12	336,26
57	15,35	46,02	1868,03	336,24
58	15,36	46,01	1867,95	336,24
59	15,08	65,62	2756,86	496,24
60	15,07	65,62	2756,86	496,24
61	15,07	65,62	2756,95	496,25
62	15,08	65,62	2756,95	496,25
63	15,08	65,62	2756,95	496,26
64	15,07	65,62	2756,69	496,20
65	15,07	65,62	2756,69	496,20
66	15,08	65,62	2756,61	496,19
67	15,07	65,62	2756,61	496,19
68	15,08	65,62	2756,61	496,18
69	15,03	71,30	3017,05	543,07
70	15,03	71,30	3017,05	543,07
71	15,04	71,30	3017,13	543,08
72	15,04	71,30	3017,13	543,08
73	15,03	71,30	3017,13	543,09
74	15,03	71,30	3016,87	543,04
75	15,04	71,30	3016,87	543,03
76	15,21	71,29	3016,79	543,03
77	15,03	71,29	3016,79	543,02
78	15,03	71,29	3016,79	543,02
79	15,40	80,98	3462,83	623,31
80	15,39	80,98	3462,83	623,31
81	15,40	80,98	3462,91	623,32
82	15,39	80,98	3462,91	623,32
83	15,39	80,98	3462,91	623,33
84	15,40	80,98	3462,66	623,28
85	15,40	80,98	3462,66	623,27
86	15,39	80,98	3462,57	623,27
87	15,39	80,98	3462,57	623,26
88	15,39	80,98	3462,57	623,26
89	15,27	44,79	1825,45	336,25
90	15,23	80,98	3462,74	623,30

Şekil 3.2.4.3.1.'de verilen lutein standardı kalibrasyon grafiğine ilişkin veriler aşağıdadır.

Çizelge E.2.11. Lutein Standartlarının Pik Alanlar

Derişim (mg/L)	Pik Alanları
10	13,65
100	169,89
500	908,40
1000	1821,43

► **Doğrulama Çalışmaları**

Kısım 3.2.6.5.1'de belirtilen yöntem tekrarlanabilirliğinin hesabı aşağıda verilmiştir.

Çizelge E.2.12. Lutein Tayininde Tekrarlanabilirlik İçin Alınan Ölçüm Sonuçları ve Hesaplamalar

Ölçüm Sayısı	X_i	$X_i - X_{ort}$	$(X_i - X_{ort})^2$
1	898,40	898,40 – 908,53	102,62
2	897,69	897,69 - 908,53	117,51
3	914,46	914,46 - 908,53	35,16
4	917,74	917,74 - 908,53	84,82
5	897,32	897,32 - 908,53	125,66
6	918,64	918,64– 908,53	102,21
7	898,39	898,39– 908,53	102,82
8	918,92	918,92– 908,53	107,95
9	913,39	913,39– 908,53	23,62
10	897,69	897,69– 908,53	117,51
11	920,46	920,46– 908,53	142,32
12	897,74	897,74– 908,53	116,42
13	898,32	898,32– 908,53	104,24
14	913,64	913,64– 908,53	26,11
15	898,39	898,39– 908,53	102,82
16	913,92	913,92– 908,53	29,05
17	920,39	920,39– 908,53	140,66
18	896,69	896,69– 908,53	140,19
19	919,46	919,46– 908,53	119,46
20	913,74	913,74– 908,53	27,14
21	898,32	898,32– 908,53	104,24
22	918,64	918,64– 908,53	102,21
23	898,39	898,39– 908,53	102,82
24	918,92	918,92– 908,53	107,95
25	919,39	919,39– 908,53	117,94
26	902,69	902,69– 908,53	34,11
27	919,46	919,46– 908,53	119,46
28	897,74	897,74– 908,53	116,42
29	898,32	898,32– 908,53	104,24
30	918,64	918,64– 908,53	102,21

$$\Sigma = 2879,93$$

$$\text{Standart Sapma} = \sqrt{\frac{\Sigma (X_i - X_{ort})^2}{N - 1}}$$

Formül 2.1.

$$\text{Standart Sapma} = 9,97$$

$$RSD = \frac{\text{Standart Sapma}}{X_{\text{ort}}} \times 100 \quad \text{Formül 2.2.}$$

$$RSD = (0,01 / 0,42) \times 100$$

$$RSD = \% 1,1$$

► Yöntemin doğruluğunun hesaplanmasıyla ilgili olarak lutein ksantofile ilişkin hesap kısmı 3.2.4.5.2.'de anlatıldığı gibi aşağıda verilmiştir.

500 ppm'lik standardın HPLC sonuçları aşağıda görüldüğü gibi saptanmıştır.

907,15 ; 908,39 ; 908,31 ; 909,41 ; 908,47 ; 907,82; 909,22 ; 908,13; 907,14; 909,28;
909,38; 908,43; 908,76; 907,69; 909,22; 909,14; 907,83; 907,28; 909,48; 908,22; 907,32;
908,28; 908,54; 909,16; 909,86; 908,22; 908,43; 907,48; 909,14; 908,44

$$X_{\text{ORT}} = 878,17$$

$$y = 1.83x - 5,45$$

$$878,17 = 1.83x - 5,45$$

$$x = 482,85 \text{ mg/L}$$

$$\text{Bağıl Hata} = [(D.D. - G.D.) / G.D.] \times 100$$

Formül 2.3.

D.D. = deneysel değer ; G.D. = gerçek değer

$$\text{Bağıl Hata} = [(482,85 - 500) / 500] \times 100$$

$$\text{Bağıl Hata} = \% 3,43 \text{ Hata negatif yönlüdür.}$$

► Örneklerdeki lutein miktarının hesaplanmasına ilişkin bir hesap örneği 3.2.4.5.3.'de anlatıldığı gibi aşağıda verilmiştir.

Lutein için alınan ölçüm sonuçları : 1- 80,86; 80,90 $X_1 = 80,88$

$$2-81,10; 81,06 \quad X_2 = 81,08$$

Örnek ölçümlerinin ortalaması= 80,98

Kalibrasyon Grafiğinin Denklemleri → $Y = 1,83x - 5,45$

$$Y = 1,83x - 5,45$$

$$80,98 = 1,83x - 5,45$$

$$X = 41,27 \text{ mg/L (1/5 oranında seyreltilen örnekler için)}$$

$X = 41,27 \times 5 = 206,35 \text{ mg}$ lutein ancak bu çiğ yumurtalar için 3g örnekte; katı ve rafadan yumurtalar için 2g örnekte bulunmaktadır.

$$\text{Çiğ örnek için} \rightarrow 206,35 / 3 = 68,78 \text{ mg}$$

Veriler, Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için 18 g, katı için 16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)

$$100g \text{ için} \rightarrow (68,78 \times 9,216 \times 100) / 18 = 3521,54 \text{ mg/ } 100g \text{ bulunur}$$

► Örneklerdeki geri kazanım değerlerinin tespiti kısım 3.2.4.5.4. deki gibi saptanmıştır. Buna ilişkin hesap kısmına bir örnek aşağıda verilmiştir.

Çizelge E.2.13. Luteine İlişkin Geri Kazanım Çizelgesi

LUTEIN			
Mevcut miktar (mg/g)	İlave edilen Miktar (mg/g)	Saptanan Miktar (mg/g)	Geri Kazanım
100,39	150,00	250,36	99,99
115,27	150,00	265,24	99,99
130,45	150,00	280,42	99,99
143,19	150,00	293,16	99,99
139,28	150,00	289,25	99,99
147,19	150,00	297,16	99,99
122,56	150,00	272,53	99,99
135,18	150,00	285,15	99,99
143,49	150,00	293,46	99,99
152,18	150,00	302,15	99,99
144,93	150,00	294,90	99,99
142,13	150,00	292,10	99,99
114,27	150,00	264,24	99,99
147,46	150,00	297,43	99,99
128,13	150,00	278,10	99,99
114,56	150,00	264,53	99,99
132,19	150,00	282,16	99,99
147,87	150,00	297,84	99,99
123,65	150,00	273,62	99,99
115,16	150,00	265,13	99,99
119,21	150,00	269,18	99,99
124,38	150,00	274,35	99,99
131,64	150,00	281,61	99,99
141,19	150,00	291,16	99,99
146,62	150,00	296,59	99,99
138,29	150,00	288,26	99,99
122,15	150,00	272,12	99,99
129,64	150,00	279,61	99,99
117,12	150,00	267,09	99,99
133,52	150,00	283,49	99,99

Geri kazanım = [(Saptanan Miktar) / (Mevcut miktar + İlave edilen Miktar)] x 100 F 2.4.

Geri kazanım miktarları formül 2.4.' de yerine koyularak hesaplanır.

$$\text{Geri kazanım} = [(283,49) / (100,39 + 150,00)] \times 100 = 99,99$$

Zeaksantin Nicelikleri**Çizelge E.2.14. A Parti Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)**

ZEAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	15,92	42,42	36,95	6,65
2	15,92	42,13	36,69	6,6
3	15,92	42,51	37,03	6,66
4	15,92	42,51	37,03	6,67
5	15,92	42,13	36,69	6,6
6	15,92	42,03	36,61	6,59
7	15,92	42,61	37,12	6,68
8	15,92	42,13	36,69	6,61
9	15,92	42,22	36,78	6,62
10	16,01	87,34	76,80	13,82
11	16,02	87,05	76,54	13,78
12	16,01	87,34	76,80	13,82
13	16,02	86,96	76,46	13,77
14	16,02	87,34	76,80	13,83
15	16,01	87,44	76,89	13,84
16	16,01	86,96	76,46	13,77
17	16,02	87,25	76,71	13,81
18	16,01	87,15	76,63	13,79
19	15,81	84,07	73,90	13,3
20	15,81	84,17	73,98	13,31
21	15,80	84,26	74,07	13,34
22	15,81	84,17	73,98	13,31
23	15,81	84,36	74,15	13,35
24	15,80	84,46	74,24	13,36
25	15,81	84,17	73,98	13,32
26	15,81	84,46	74,24	13,37
27	15,81	83,98	73,81	13,29
28	15,80	83,98	73,81	13,28
29	15,87	83,01	72,96	13,14
30	15,87	83,21	73,13	13,17
31	15,87	83,11	73,05	13,15
32	15,87	83,30	73,22	13,18
33	15,86	83,40	73,30	13,19
34	15,87	83,40	73,30	13,2
35	15,87	82,92	72,87	13,12
36	16,87	83,49	73,39	13,21
37	15,87	83,21	73,13	13,16
38	15,73	114,18	100,61	18,11
39	15,73	114,86	101,21	18,22
40	15,73	114,66	101,03	18,18
41	15,73	114,86	101,21	18,21
42	15,73	114,57	100,95	18,17
43	15,73	114,95	101,29	18,23
44	15,73	114,47	100,86	18,16
45	15,73	115,05	101,38	18,24

Çizelge E.2.15. A Parti Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

ZEAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	15,73	114,47	100,86	18,16
47	15,74	114,47	100,86	18,15
48	15,73	115,72	101,97	18,35
49	15,78	115,91	102,14	18,38
50	15,77	115,91	102,14	18,39
51	15,78	115,72	101,97	18,35
52	15,78	116,11	102,31	18,41
53	15,77	115,62	101,89	18,34
54	15,78	116,01	102,23	18,4
55	15,73	115,53	101,80	18,33
56	15,73	115,53	101,80	18,32
57	15,86	143,91	126,98	22,86
58	15,87	143,91	126,98	22,85
59	15,86	144,10	127,15	22,88
60	15,86	144,00	127,06	22,87
61	15,86	144,58	127,57	22,97
62	15,86	144,68	127,66	22,98
63	15,86	144,58	127,57	22,96
64	15,87	144,10	127,15	22,89
65	15,86	144,20	127,23	22,9
66	15,86	144,29	127,32	22,91
67	15,86	144,29	127,32	22,92
68	15,79	163,24	144,13	25,95
69	15,78	163,24	144,13	25,94
70	15,78	163,15	144,04	25,93
71	15,79	163,44	144,30	25,98
72	15,79	163,53	144,38	25,99
73	15,79	163,63	144,47	26,00
74	15,78	163,63	144,47	26,01
75	15,92	42,32	36,86	6,63
76	16,01	87,15	76,63	13,80
77	15,81	84,26	74,07	13,33
78	15,87	83,21	73,13	13,16
79	15,73	114,76	101,12	18,20
80	15,78	115,82	102,06	18,37
81	15,86	144,39	127,40	22,94
82	15,79	163,44	144,30	25,97
83	15,90	42,71	37,21	6,69
84	16,02	87,34	76,80	13,83
85	15,81	84,36	74,15	13,35
86	15,87	83,30	73,22	13,18
87	15,73	114,86	101,21	18,22
88	15,78	115,91	102,14	18,39
89	15,86	144,48	127,49	22,97
90	15,78	163,53	144,38	25,99

Çizelge E.2.16. B Parti Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

ZEAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg /sarı)
1	18,64	21,54	18,43	3,31
2	15,87	80,32	70,57	12,70
3	15,73	85,51	75,18	13,53
4	15,82	120,05	105,81	19,04
5	15,69	149,97	132,35	23,82
6	15,70	144,68	127,66	22,97
7	15,81	138,91	122,54	22,05
8	15,71	175,94	155,39	27,97
9	18,64	21,45	18,35	3,30
10	18,64	21,64	18,52	3,33
11	18,64	21,35	18,26	3,29
12	18,63	21,64	18,52	3,34
13	18,64	21,73	18,60	3,35
14	18,64	21,83	18,69	3,36
15	18,64	21,73	18,60	3,35
16	18,64	21,35	18,26	3,29
17	18,64	21,35	18,26	3,28
18	18,64	21,25	18,18	3,27
19	15,88	80,32	70,57	12,71
20	15,88	80,42	70,66	12,72
21	15,87	80,51	70,74	12,73
22	15,88	80,51	70,74	12,73
23	15,87	80,51	70,74	12,74
24	15,71	80,22	70,49	12,68
25	15,71	80,22	70,49	12,68
26	15,70	80,13	70,40	12,67
27	15,71	80,13	70,40	12,67
28	15,70	80,03	70,31	12,66
29	15,73	85,61	75,26	13,55
30	15,73	85,61	75,26	13,55
31	15,73	85,71	75,35	13,56
32	15,72	85,71	75,35	13,56
33	15,72	85,42	75,09	13,52
34	15,73	85,42	75,09	13,52
35	15,73	85,42	75,09	13,51
36	15,73	85,32	75,01	13,51
37	15,73	85,32	75,01	13,50
38	15,83	119,95	105,73	19,03
39	15,82	100,71	88,66	15,95
40	15,83	100,62	88,58	15,95
41	15,82	100,62	88,58	15,94
42	15,82	100,62	88,58	15,94
43	15,82	120,15	105,90	19,06
44	15,82	120,15	105,90	19,07
45	15,83	120,24	105,98	19,07

Çizelge E.2.17. B Parti Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

ZEAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	15,18	120,24	105,98	19,08
47	15,82	120,24	105,98	19,08
48	15,69	149,87	132,27	23,81
49	15,69	149,87	132,27	23,80
50	15,70	149,78	132,18	23,80
51	15,70	149,78	132,18	23,79
52	15,69	149,78	132,18	23,79
53	15,70	150,06	132,44	23,84
54	15,70	150,06	132,44	23,84
55	15,69	150,16	132,52	23,85
56	15,69	150,16	132,52	23,85
57	15,70	150,16	132,52	23,86
58	15,69	144,77	127,74	22,99
59	15,69	144,77	127,74	23,00
60	15,68	144,87	127,83	23,00
61	16,68	144,87	127,83	23,01
62	15,69	144,87	127,83	23,01
63	15,69	144,58	127,57	22,96
64	15,68	144,58	127,57	22,96
65	15,68	144,48	127,49	22,95
66	15,69	144,48	127,49	22,95
67	15,68	144,48	127,49	22,94
68	15,81	139,00	122,62	22,07
69	15,80	138,62	122,28	22,01
70	15,12	139,00	122,62	22,07
71	15,81	139,10	122,71	22,08
72	15,81	139,10	122,71	22,09
73	15,81	138,91	122,54	22,06
74	15,82	138,91	122,54	22,05
75	15,80	138,81	122,45	22,04
76	15,80	138,71	122,37	22,03
77	15,81	138,71	122,37	22,02
78	15,71	176,04	155,48	27,98
79	15,70	175,65	155,14	27,92
80	15,71	176,04	155,48	27,99
81	15,70	176,23	155,65	28,01
82	15,70	176,13	155,56	28,00
83	15,71	175,94	155,39	27,97
84	15,69	175,85	155,31	27,96
85	15,70	175,85	155,31	27,95
86	15,71	175,75	155,22	27,94
87	15,71	175,65	155,14	27,93
88	15,87	80,32	70,57	12,71
89	15,82	120,05	105,81	19,05
90	16,95	144,68	127,66	22,98

Çizelge E.2.18. C Parti Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

ZEAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı (dk9)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	15,91	32,36	19,20	3,46
2	15,92	34,94	21,50	3,87
3	16,04	37,32	23,64	4,25
4	16,13	48,57	33,71	6,07
5	16,11	48,57	33,71	6,07
6	16,10	43,90	29,53	5,31
7	15,83	49,92	34,90	6,28
8	15,78	57,31	41,47	7,46
9	16,18	61,71	45,40	8,17
10	16,17	61,71	45,40	8,17
11	16,17	61,71	45,40	8,17
12	16,17	61,60	45,31	8,16
13	16,17	61,70	45,40	8,18
14	16,17	61,82	45,48	8,18
15	15,91	32,46	19,29	3,47
16	15,92	32,44	19,29	3,48
17	15,91	32,58	19,37	3,48
18	15,91	32,55	19,37	3,49
19	15,91	32,55	19,37	3,49
20	15,92	32,28	19,11	3,44
21	15,92	32,28	19,11	3,44
22	15,91	32,17	19,03	3,43
23	15,92	32,17	19,03	3,43
24	15,91	32,20	19,03	3,42
25	15,93	34,83	21,42	3,86
26	15,92	34,85	21,42	3,85
27	15,93	34,71	21,33	3,85
28	15,92	34,74	21,33	3,84
29	15,93	34,76	21,33	3,83
30	15,92	35,02	21,59	3,89
31	15,93	35,04	21,59	3,88
32	15,92	34,92	21,50	3,88
33	15,92	34,94	21,50	3,87
34	15,93	34,94	21,50	3,87
35	16,04	37,21	23,55	4,24
36	16,04	37,23	23,55	4,23
37	16,05	37,11	23,47	4,23
38	16,04	37,13	23,47	4,22
39	16,04	37,13	23,47	4,22
40	16,05	37,41	23,72	4,27
41	16,04	37,39	23,72	4,28
42	16,04	37,51	23,81	4,28
43	16,05	37,49	23,81	4,29
44	16,04	37,49	23,81	4,29
45	16,13	48,49	33,62	6,05

Çizelge E.2.19. C Parti Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

ZEAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	16,14	48,49	33,62	6,05
47	16,14	48,38	33,54	6,04
48	16,13	48,38	33,54	6,04
49	16,14	48,40	33,54	6,03
50	16,14	48,68	33,79	6,08
51	16,13	48,67	33,79	6,09
52	16,14	48,78	33,88	6,09
53	16,14	48,76	33,88	6,10
54	15,97	36,84	25,43	6,10
55	16,14	48,59	33,71	6,06
56	16,14	48,57	33,71	6,07
57	16,13	48,49	33,62	6,05
58	16,13	48,49	33,62	6,05
59	15,84	50,01	34,99	6,30
60	15,84	50,01	34,99	6,30
61	15,84	50,11	35,07	6,31
62	15,83	50,11	35,07	6,31
63	15,84	50,10	35,07	6,32
64	15,83	49,82	34,82	6,27
65	15,83	49,83	34,82	6,26
66	15,84	49,72	34,73	6,26
67	15,83	49,74	34,73	6,25
68	15,84	49,74	34,73	6,25
69	15,79	57,39	41,56	7,48
70	15,78	57,38	41,56	7,49
71	15,79	57,50	41,64	7,49
72	15,78	57,49	41,64	7,50
73	15,78	57,49	41,64	7,50
74	15,79	57,20	41,39	7,45
75	15,78	57,21	41,39	7,44
76	15,79	57,09	41,30	7,44
77	15,78	57,11	41,30	7,43
78	15,78	57,11	41,30	7,43
79	16,18	61,80	45,48	8,19
80	16,17	61,80	45,48	8,19
81	16,17	61,90	45,57	8,20
82	16,17	61,90	45,57	8,20
83	16,17	61,89	45,57	8,26
84	16,17	61,60	45,31	8,11
85	16,17	61,61	45,31	8,15
86	16,16	61,51	45,23	8,15
87	16,17	61,52	45,23	8,14
88	16,17	61,52	45,23	8,14
89	16,04	38,57	26,62	6,07
90	16,17	61,70	45,40	8,18

Şekil 3.2.4.3.2.'de verilen zeaksantin standardı kalibrasyon grafiğine ilişkin veriler aşağıdadır.

Çizelge E.2.20. Zeaksantin Standartlarının Pik Alanları

Derişim (mg/L)	Pik Alanları
0,50	48,63
1,00	98,83
2,00	192,28

► **Doğrulama Çalışmaları**

Kısım 3.2.4.5.1'de belirtilen yöntem tekrarlanabilirliğinin hesabı aşağıda verilmiştir.

Çizelge E.2.21. Zeaksantin Tayininde Tekrarlanabilirlik İçin Alınan Ölçüm Sonuçları ve Hesaplamalar

Ölçüm Sayısı	X_i	$X_i - X_{otr}$	$(X_i - X_{ort})^2$
1	98,47	98,47 – 98,39	0,01
2	98,46	98,46 – 98,39	0,00
3	98,14	98,14 – 98,39	0,06
4	98,72	98,72 – 98,39	0,11
5	99,46	99,46 – 98,39	1,14
6	99,08	99,08 – 98,39	0,48
7	99,05	99,05 – 98,39	0,44
8	98,23	98,23 – 98,39	0,03
9	98,64	98,64 – 98,39	0,06
10	97,56	97,56 – 98,39	0,69
11	97,89	97,89 – 98,39	0,25
12	98,94	98,94 – 98,39	0,30
13	97,92	97,92 – 98,39	0,22
14	98,38	98,38 – 98,39	0,00
15	97,44	97,44 – 98,39	0,90
16	98,96	99,96 – 98,39	0,32
17	98,9	98,9 – 98,39	0,26
18	97,84	97,84 – 98,39	0,30
19	98,01	97,01 – 98,39	0,14
20	98,22	98,22 – 98,39	0,03
21	99,48	99,48 – 98,39	1,19
22	97,66	97,66 – 98,39	0,53
23	98,14	98,14 – 98,39	0,06
24	98,82	98,82 – 98,39	0,18
25	99,14	99,14 – 98,39	0,56
26	97,19	97,19 – 98,39	1,44
27	97,63	97,63 – 98,39	0,58
28	98,28	98,28 – 98,39	0,01
29	99,12	99,12 – 98,39	0,53
30	97,86	97,86 – 98,39	0,28

$$\Sigma = 11,13$$

Standart Sapma = 0,38

Standart sapma verilen formül 2.1. kullanılarak hesaplanmıştır

RSD = % 0,63

Bağıl standart sapma verilen formül 2.2. kullanılarak hesaplanmıştır.

► Yöntemin doğruluğunun hesaplanmasıyla ilgili olarak lutein ksantofile ilişkin hesap kısmı 3.2.4.5.2.'de anlatıldığı gibi aşağıda verilmiştir.

1,00 mg/L'lik standardın HPLC sonuçları aşağıda görüldüğü gibi saptanmıştır.

97,43; 98,38; 99,26; 99,12; 99,48; 97,83; 99,83; 98,56; 97,10; 98,26; 99,18; 97,34;
98,37; 97,45; 99,29; 99,35; 98,48; 98,57; 97,53; 97,61; 99,76; 99,41; 99,17; 97,78; 98,65;
98,29; 97,12; 99,32; 99,58; 97,64

$$X_{ORT} = 98,50$$

$$y = 96,20 x + 0,76$$

$$98,50 = 96,20 x + 0,76$$

$$x = 1,02 \text{ mg/L}$$

Bağıl hata verilen Formül 2.3. kullanılarak hesaplanmıştır.

Bağıl Hata = % 2,00 Hata pozitif yönlüdür.

► Örneklerdeki zeaksantin miktarının hesaplanmasıyla ilgili olarak ilişkin hesap kısmına bir örnek 3.2.4.5.3. 'de anlatıldığı gibi aşağıda verilmiştir.

Örnek ölçümlerinin ortalaması = 80,32

Kalibrasyon Grafiğinin Denklemleri → $Y = 96,20x + 0,76$

$$Y = 96,20x + 0,76$$

$$80,32 = 96,20x + 0,76$$

$$X = 0,84 \text{ mg/L (1/5 oranında seyreltilen örnekler için)}$$

$X = 0,84 \times 5 = 4,2 \text{ mg zeaksantin ancak bu çiğ yumurtalar için 3g örnekte; katı ve rafadan yumurtalar için 2g örnekte bulunmaktadır.}$

$$\text{Çiğ örnek için} \rightarrow 4,2 / 3 = 1,4 \text{ mg/g}$$

Veriler, Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için 18 g, katı için 16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)

$$100g \text{ için} \rightarrow (1,4 \times 9,216 \times 100) / 18 = 71,18 \text{ mg/ 100g bulunur}$$

► Örneklerdeki geri kazanım değerlerinin tespiti kısım 3.2.4.5.4. deki gibi saptanmıştır. Buna ilişkin hesap kısmına bir örnek aşağıda verilmiştir.

Çizelge E.2.22. Zeaksantine İlişkin Geri Kazanım Çizelgesi

ZEAKSANTİN			
Mevcut miktar (mg/g)	İlave edilen Miktar (mg/g)	Saptanan Miktar (mg/g)	Geri Kazanım
60,19	100,00	160,17	99,99
47,49	100,00	147,48	99,99
38,16	100,00	138,15	99,99
45,92	100,00	145,91	99,99
52,14	100,00	152,12	99,99
65,27	100,00	165,25	99,99
82,49	100,00	182,47	99,99
91,18	100,00	191,16	99,99
79,14	100,00	179,12	99,99
56,18	100,00	156,16	99,99
44,93	100,00	144,92	99,99
73,18	100,00	173,16	99,99
80,27	100,00	180,25	99,99
62,46	100,00	162,44	99,99
45,38	100,00	145,37	99,99
57,19	100,00	157,17	99,99
85,13	100,00	185,11	99,99
69,27	100,00	169,25	99,99
53,86	100,00	153,84	99,99
47,19	100,00	147,18	99,99
82,56	100,00	182,54	99,99
55,23	100,00	155,21	99,99
38,46	100,00	138,45	99,99
47,19	100,00	147,18	99,99
52,33	100,00	152,31	99,99
64,16	100,00	164,14	99,99
58,32	100,00	158,30	99,99
45,41	100,00	145,40	99,99
41,16	100,00	141,15	99,99
78,49	100,00	178,47	99,99

Geri kazanım miktarları formül 2.4.' de yerine koyularak hesaplanır.

$$\text{Geri kazanım} = [(160,17) / (60,19 + 100,00)] \times 100$$

$$= 99,99$$

Kantaksantin Nicelikleri**Çizelge E.2.23.** A Parti Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

KANTAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	16,53	18,76	28,76	5,17
2	15,16	18,66	28,59	5,14
3	15,16	18,76	28,76	5,18
4	15,16	18,81	28,84	5,19
5	15,17	18,60	28,50	5,13
6	15,16	18,55	28,42	5,12
7	15,16	20,40	31,40	5,65
8	15,17	18,55	28,42	5,12
9	15,16	18,66	28,59	5,14
10	15,24	24,37	37,80	6,81
11	15,24	24,26	37,63	6,78
12	15,24	24,42	37,89	6,82
13	15,24	24,26	37,63	6,77
14	15,24	24,48	37,97	6,83
15	15,24	24,48	37,97	6,84
16	15,24	24,21	37,55	6,76
17	15,24	24,37	37,80	6,80
18	15,24	24,26	37,63	6,78
19	15,04	15,43	23,38	4,21
20	15,04	15,48	23,47	4,22
21	15,04	15,59	23,64	4,26
22	15,04	15,48	23,47	4,23
23	15,04	15,59	23,64	4,25
24	15,04	15,64	23,72	4,27
25	15,04	15,37	23,30	4,20
26	15,04	15,69	23,81	4,28
27	15,04	15,64	23,72	4,27
28	15,04	15,37	23,30	4,19
29	15,11	28,97	45,23	8,14
30	15,12	29,08	45,40	8,17
31	15,11	28,92	45,14	8,13
32	15,11	29,13	45,48	8,18
33	15,11	29,03	45,31	8,16
34	15,11	28,92	45,14	8,12
35	15,11	29,03	45,31	8,15
36	15,11	29,13	45,48	8,19
37	15,11	28,87	45,06	8,11
38	14,98	39,35	61,95	11,15
39	14,98	39,50	62,21	11,19
40	14,98	39,40	62,04	11,16
41	15,11	39,50	62,21	11,2
42	15,11	39,40	62,04	11,17
43	15,11	39,56	62,29	11,21
44	14,98	39,45	62,12	11,18
45	14,98	39,56	62,29	11,22

Çizelge E.2.24. A Parti Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

KANTAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	16,35	39,29	61,87	11,14
47	16,34	39,29	61,87	11,13
48	16,39	30,67	47,96	8,63
49	16,39	30,77	48,13	8,66
50	16,39	30,77	48,13	8,67
51	16,38	30,61	47,87	8,62
52	16,39	30,83	48,21	8,68
53	16,38	30,61	47,87	8,61
54	16,39	30,88	48,30	8,69
55	16,39	30,72	48,04	8,64
56	16,38	30,72	48,04	8,65
57	16,47	50,14	79,36	14,28
58	16,46	50,03	79,19	14,25
59	16,47	50,14	79,36	14,29
60	16,47	49,98	79,10	14,24
61	16,47	50,19	79,45	14,3
62	16,47	50,25	79,53	14,31
63	16,47	49,93	79,02	14,23
64	16,47	49,93	79,02	14,22
65	16,47	49,88	78,93	14,21
66	16,47	50,03	79,19	14,25
67	16,47	49,98	79,10	14,24
68	16,40	51,41	81,41	14,65
69	16,39	51,36	81,32	14,64
70	16,40	51,30	81,24	14,63
71	16,40	51,52	81,58	14,69
72	16,40	51,57	81,66	14,7
73	16,40	51,62	81,75	14,71
74	16,40	51,62	81,75	14,72
75	16,53	18,71	28,67	5,16
76	16,63	24,37	37,80	6,80
77	16,39	15,53	23,55	4,23
78	16,48	29,03	45,31	8,15
79	16,34	39,45	62,12	11,18
80	16,39	30,72	48,04	8,64
81	16,47	50,03	79,19	14,26
82	16,40	51,52	81,58	14,68
83	16,53	18,76	28,76	5,18
84	16,63	24,48	37,97	6,83
85	16,39	15,59	23,64	4,26
86	16,48	29,13	45,48	8,18
87	16,34	39,50	62,21	11,20
88	16,38	30,77	48,13	8,67
89	16,47	50,09	79,27	14,29
90	16,40	51,68	81,83	14,73

Çizelge E.2.25. B Parti Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

KANTAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	16,44	17,86	27,31	4,91
2	16,48	38,82	61,10	10,99
3	16,34	57,34	90,97	16,37
4	16,43	57,02	90,45	16,28
5	16,29	68,34	108,71	19,56
6	16,31	84,54	134,83	24,26
7	16,42	86,34	137,73	24,79
8	16,31	114,49	183,13	32,96
9	16,44	17,76	27,14	4,89
10	16,48	38,87	61,18	11,01
11	16,43	17,76	27,14	4,89
12	16,44	17,91	27,39	4,93
13	16,44	17,97	27,48	4,94
14	16,43	17,97	27,48	4,95
15	16,43	17,97	27,48	4,95
16	16,44	17,76	27,14	4,88
17	16,44	17,70	27,05	4,87
18	16,44	17,76	27,14	4,88
19	16,49	38,87	61,18	11,01
20	16,78	38,87	61,18	11,02
21	16,81	38,87	61,18	11,02
22	16,48	38,92	61,27	11,03
23	16,49	38,98	61,35	11,04
24	16,48	38,76	61,01	10,99
25	16,48	38,76	61,01	10,98
26	16,49	38,71	60,93	10,97
27	16,48	38,71	60,93	10,96
28	16,48	38,66	60,84	10,95
29	16,34	57,34	90,97	16,38
30	16,34	57,39	91,05	16,39
31	16,34	57,34	90,97	16,37
32	16,33	57,44	91,14	16,40
33	16,33	57,28	90,88	16,36
34	16,34	57,28	90,88	16,35
35	16,33	57,23	90,79	16,35
36	16,34	57,23	90,79	16,34
37	16,34	57,23	90,79	16,34
38	16,43	56,97	90,37	16,27
39	16,44	56,97	90,37	16,26
40	16,44	56,91	90,28	16,26
41	16,43	56,91	90,28	16,25
42	16,43	56,91	90,28	16,25
43	16,43	57,07	90,54	16,30
44	16,43	57,07	90,54	16,30
45	16,43	57,13	90,62	16,31

Çizelge E.2.26. B Parti Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

KANTAKSANTİN				
	Alikonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	16,43	57,13	90,62	16,31
47	16,43	57,13	90,62	16,32
48	16,29	68,29	108,63	19,55
49	16,30	68,29	108,63	19,55
50	16,29	68,24	108,54	19,54
51	16,29	68,24	108,54	19,54
52	16,30	68,24	108,54	19,53
53	16,29	68,40	108,80	19,58
54	16,29	68,40	108,80	19,59
55	16,30	68,45	108,89	19,59
56	16,29	68,45	108,89	19,60
57	16,30	68,45	108,89	19,60
58	16,30	84,59	134,91	24,28
59	16,31	84,59	134,91	24,29
60	16,30	84,64	135,00	24,29
61	16,31	84,64	135,00	24,30
62	16,31	84,64	135,00	24,30
63	16,31	84,48	134,74	24,25
64	16,30	84,48	134,74	24,25
65	16,31	84,43	134,66	24,24
66	16,31	84,43	134,66	24,24
67	16,31	84,43	134,66	24,23
68	16,43	86,39	137,81	24,80
69	16,42	86,39	137,81	24,81
70	16,42	86,39	137,81	24,81
71	16,41	86,49	137,98	24,83
72	16,41	86,44	137,90	24,82
73	16,42	86,28	137,64	24,78
74	16,42	86,28	137,64	24,77
75	16,42	86,18	137,47	24,74
76	16,42	86,23	137,56	24,76
77	16,42	86,18	137,47	24,75
78	16,32	114,49	183,13	32,97
79	16,31	114,59	183,30	32,99
80	16,32	114,54	183,21	32,98
81	16,31	114,49	183,13	32,97
82	16,32	114,49	183,13	32,96
83	16,32	114,43	183,04	32,95
84	16,31	114,43	183,04	32,94
85	16,31	114,33	182,87	32,91
86	16,31	114,38	182,95	32,93
87	16,32	114,33	182,87	32,92
88	16,48	38,82	61,10	11,00
89	16,43	57,02	90,45	16,29
90	16,42	84,54	134,83	24,27

Çizelge E.2.27. C Parti Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

KANTAKSANTİN				
	Alikonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	16,52	15,32	23,21	4,18
2	16,53	18,39	28,16	5,07
3	16,66	18,76	28,76	5,18
4	16,75	19,40	29,78	5,36
5	16,73	19,40	29,78	5,36
6	16,72	25,59	39,77	7,16
7	16,44	27,33	42,58	7,66
8	16,39	34,11	53,50	9,63
9	16,79	41,46	65,37	11,77
10	16,79	41,46	65,37	11,77
11	16,82	41,46	65,37	11,76
12	16,78	41,41	65,28	11,76
13	16,18	41,46	65,37	11,77
14	16,78	41,52	65,45	11,78
15	16,52	15,37	23,30	4,19
16	16,53	15,37	23,30	4,20
17	16,21	15,43	23,38	4,20
18	16,53	15,43	23,38	4,21
19	16,52	15,43	23,38	4,21
20	16,52	15,27	23,13	4,16
21	16,52	15,27	23,13	4,16
22	16,53	15,22	23,04	4,15
23	16,52	15,22	23,04	4,15
24	16,52	15,22	23,04	4,14
25	16,53	18,34	28,07	5,05
26	16,54	18,34	28,07	5,05
27	16,53	18,28	27,99	5,04
28	16,53	18,28	27,99	5,04
29	16,54	18,28	27,99	5,03
30	16,54	18,44	28,25	5,08
31	16,54	18,44	28,25	5,08
32	16,53	18,39	28,16	5,07
33	16,54	18,39	28,16	5,07
34	16,53	18,39	28,16	5,06
35	16,65	18,71	28,67	5,16
36	16,66	18,71	28,67	5,16
37	16,65	18,66	28,59	5,15
38	16,66	18,66	28,59	5,15
39	16,66	18,66	28,59	5,14
40	16,66	18,81	28,84	5,19
41	16,65	18,81	28,84	5,20
42	16,66	18,87	28,93	5,20
43	16,66	18,87	28,93	5,21
44	16,65	18,87	28,93	5,21
45	16,74	19,34	29,70	5,35

Çizelge E.2.28. C Parti Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

KANTAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	16,74	19,34	29,70	5,34
47	16,75	19,29	29,61	5,34
48	16,75	19,29	29,61	5,33
49	16,74	19,29	29,61	5,32
50	16,75	19,45	29,87	5,38
51	16,75	19,45	29,87	5,38
52	16,74	19,50	29,95	5,39
53	16,75	19,50	29,95	5,39
54	16,58	19,93	30,63	5,40
55	16,75	19,40	29,78	5,37
56	16,74	19,45	29,87	5,37
57	16,75	19,40	29,78	5,36
58	16,74	19,34	29,70	5,35
59	16,44	27,39	42,67	7,68
60	16,44	27,39	42,67	7,69
61	16,43	27,44	42,75	7,69
62	16,44	27,44	42,75	7,70
63	16,43	27,44	42,75	7,70
64	16,44	27,28	42,50	7,65
65	16,44	27,28	42,50	7,64
66	16,45	27,23	42,41	7,64
67	16,44	27,23	42,41	7,63
68	16,44	27,23	42,41	7,63
69	16,40	34,16	53,59	9,65
70	16,39	34,16	53,59	9,65
71	16,39	34,21	53,67	9,66
72	16,40	34,21	53,67	9,66
73	16,39	34,21	53,67	9,67
74	16,39	34,05	53,42	9,62
75	16,39	34,05	53,42	9,61
76	16,40	34,00	53,33	9,61
77	16,40	34,00	53,33	9,60
78	16,39	34,00	53,33	9,59
79	16,79	41,52	65,45	11,78
80	16,78	41,52	65,45	11,79
81	16,78	41,57	65,54	11,79
82	16,78	41,57	65,54	11,80
83	16,78	41,57	65,54	11,80
84	16,78	41,41	65,28	11,75
85	16,78	41,41	65,28	11,75
86	16,78	41,36	65,19	11,74
87	16,79	41,36	65,19	11,74
88	16,78	41,36	65,19	11,73
89	16,65	19,40	29,78	5,37
90	16,78	41,46	65,37	11,77

Şekil 3.2.4.3.3.'de verilen kantaksantin standardı kalibrasyon grafiğine ilişkin veriler aşağıdadır.

Çizelge E.2.29. Kantaksantin Standartlarının Pik Alanları

Derişim (mg/L)	Pik Alanları
0,50	29,72
1,00	52,20
2,00	107,00

► **Doğrulama Çalışmaları**

Kısım 3.2.4.5.1'de belirtilen yöntem tekrarlanabilirliğinin hesabı aşağıda verilmiştir.

Çizelge E.2.30. Kantaksantin Tayininde Tekrarlanabilirlik İçin Alınan Ölçüm Sonuçları ve Hesaplamalar

Ölçüm Sayısı	X_i	$X_i - X_{ort}$	$(X_i - X_{ort})^2$
1	52,74	52,74 – 52,47	0,07
2	52,66	51,66 – 52,47	0,04
3	52,12	52,12 – 52,47	0,12
4	52,84	52,84 – 52,47	0,14
5	52,63	52,63 – 52,47	0,03
6	52,35	52,35 – 52,47	0,01
7	52,72	52,72 – 52,47	0,06
8	52,19	52,19 – 52,47	0,08
9	52,82	52,82 – 52,47	0,12
10	52,36	53,36 – 52,47	0,01
11	52,23	52,23 – 52,47	0,06
12	52,76	52,76 – 52,47	0,08
13	52,58	52,38 – 52,47	0,01
14	52,17	52,17 – 52,47	0,09
15	52,29	52,29 – 52,47	0,03
16	52,29	52,29 – 52,47	0,03
17	52,78	52,78 – 52,47	0,10
18	52,16	52,16 – 52,47	0,10
19	52,27	52,27 – 52,47	0,04
20	52,25	52,25 – 52,47	0,05
21	52,27	52,27 – 52,47	0,04
22	52,69	52,69 – 52,47	0,05
23	52,19	52,19 – 52,47	0,08
24	52,18	52,18 – 52,47	0,08
25	52,84	52,84 – 52,47	0,14
26	52,94	52,94 – 52,47	0,22
27	52,69	52,69 – 52,47	0,05
28	52,13	52,13 – 52,47	0,12
29	52,38	52,38 – 52,47	0,01
30	52,63	52,13 – 52,47	0,03

$$\Sigma = 2,08$$

Standart Sapma = 0,27

Standart sapma formül 2.1. kullanılarak hesaplanmıştır

Bağıl standart sapma formül 2.2. kullanılarak hesaplanmıştır. RSD = % 0,51

► Yöntemin doğruluğunun hesaplanmasıyla ilgili olarak kantaksantin ksantofile ilişkin hesap kısmı 3.2.4.5.2.'de anlatıldığı gibi aşağıda verilmiştir.

1,00 ppm'lik standardın HPLC sonuçları aşağıda görüldüğü gibi saptanmıştır.

166,10; 167,25; 159,90; 156,60; 165,80; 160,70; 155,90; 169,35; 161,20; 163,90; 162,25;
165,70; 168,10; 167,45; 166,15; 156,20; 158,30; 159,20; 162,40; 163,15; 164,35; 166,95;
167,05; 166,25; 168,55; 155,50; 157,30; 159,70; 161,60; 162,75

$$X_{ORT} = 5,43$$

$$y = 159,18 x + 8,46$$

$$162,85 = 159,18 x + 8,46$$

$$x = 0,97 \text{ mg/L}$$

Bağıl Hata = % 3 Hata negatif yönlüdür.

Bağıl hata verilen Formül 2.3. kullanılarak hesaplanmıştır.

► Örneklerdeki kantaksantin miktarının hesaplanmasıyla ilgili olarak ilişkin hesap kısmına bir örnek 3.2.4.5.3. 'de anlatıldığı gibi aşağıda verilmiştir.

Örnek ölçümlerinin ortalaması = 51,36

Kalibrasyon Grafiğinin Denklemini $\rightarrow Y = 159,18x + 8,46$

$$Y = 159,18x + 8,46$$

$$51,36 = 159,18x + 8,46$$

$$X = 0,27 \text{ mg/L (1/5 oranında seyreltilen örnekler için)}$$

$X = 0,27 \times 5 = 1,35 \text{ mg}$ kantaksantin ancak bu çiğ yumurtalar için 3g örnekte; katı ve rafadan yumurtalar için 2g örnekte bulunmaktadır.

$$\text{Çiğ örnek için} \rightarrow 1,35 / 3 = 0,45 \text{ mg/g}$$

Veriler, Kuru madde (KM) bazındadır (Çiğ için 18 g, katı için 16g sarı ağırlığının %51,2 'si kuru madde)

$$100\text{g için} \rightarrow (0,45 \times 9,216 \times 100) / 18 = 23,04 \text{ mg/ 100g bulunur}$$

► Örneklerdeki geri kazanım değerlerinin tespiti kısım 3.2.4.5.4. deki gibi saptanmıştır. Buna ilişkin hesap kısmına bir örnek aşağıda verilmiştir.

Çizelge E.2.31. Kantaksantine İlişkin Geri Kazanım Çizelgesi

KANTAKSANTİN			
Mevcut miktar (mg/g)	İlave edilen Miktar (mg/g)	Saptanan Miktar (mg/g)	Geri Kazanım
0,19	1,00	1,19	99,99
0,38	1,00	1,38	99,99
0,76	1,00	1,76	99,99
0,47	1,00	1,47	99,99
0,86	1,00	1,86	99,99
0,29	1,00	1,29	99,99
0,52	1,00	1,52	99,99
0,64	1,00	1,64	99,99
0,78	1,00	1,78	99,99
0,97	1,00	1,97	99,99
0,84	1,00	1,84	99,99
0,43	1,00	1,43	99,99
0,27	1,00	1,27	99,99
0,35	1,00	1,35	99,99
0,73	1,00	1,73	99,99
0,86	1,00	1,86	99,99
0,93	1,00	1,93	99,99
0,72	1,00	1,72	99,99
0,57	1,00	1,57	99,99
0,15	1,00	1,15	99,99
0,27	1,00	1,27	99,99
0,44	1,00	1,44	99,99
0,39	1,00	1,39	99,99
0,53	1,00	1,53	99,99
0,57	1,00	1,57	99,99
0,66	1,00	1,66	99,99
0,74	1,00	1,74	99,99
0,81	1,00	1,81	99,99
0,69	1,00	1,69	99,99
0,24	1,00	1,24	99,99

Geri kazanım miktarları formül 2.4.' de yerine koyularak hesaplanır.

$$\text{Geri kazanım} = [(1,19) / (0,19+1,00)] \times 100 = 99,99$$

Çiğ yumurta Sarılarındaki Renk Verileri

Çizelge E.2.32. A Parti Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım I)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
1	69,8	20,2	82,1	0,25
2	69,6	46,8	82,0	0,57
3	69,7	45,0	81,9	0,55
4	69,3	46,2	81,7	0,57
5	69,5	21,3	81,6	0,26
6	69,1	22,4	81,3	0,28
7	69,8	22,6	81,8	0,28
8	69,4	22,8	81,5	0,28
9	69,2	22,2	81,4	0,27
10	70,6	22,1	78,6	0,28
11	70,4	22,7	78,4	0,29
12	70,3	22,3	78,1	0,29
13	70,7	22,5	78,3	0,29
14	70,8	22,0	78,7	0,28
15	70,5	21,9	78,5	0,28
16	70,2	22,9	78,2	0,29
17	70,1	22,4	78,8	0,28
18	70,4	22,6	78,9	0,29
19	71,8	22,4	76,4	0,29
20	71,6	22,3	76,2	0,29
21	71,5	22,8	76,5	0,30
22	71,3	22,4	76,6	0,29
23	71,1	20,9	76,8	0,27
24	71,7	20,8	76,1	0,27
25	71,4	20,8	76,3	0,27
26	71,6	20,1	76,7	0,26
27	71,2	20,6	76,9	0,27
28	71,0	20,5	76,0	0,27
29	72,9	20,7	75,4	0,27
30	72,8	20,4	75,8	0,27
31	72,7	20,2	75,9	0,27
32	72,5	20,1	75,1	0,27
33	72,2	20,3	75,3	0,27
34	72,6	20,4	75,7	0,27
35	72,4	20,8	75,2	0,28
36	72,3	20,1	75,5	0,27
37	72,1	20,6	75,6	0,27
38	73,8	20,6	74,8	0,28
39	73,6	20,9	74,4	0,28
40	73,5	26,9	74,1	0,36
41	73,4	26,8	74,3	0,36
42	73,7	26,6	74,6	0,36
43	73,2	26,7	74,2	0,36
44	73,5	26,5	74,7	0,35
45	73,1	26,4	74,5	0,35

Çizelge E.2.33. A Parti Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım II)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
46	73,3	26,2	74,6	0,35
47	73,6	26,1	74,9	0,35
48	74,8	26,8	73,8	0,36
49	74,4	26,7	73,9	0,36
50	74,7	26,6	73,6	0,36
51	74,9	26,1	73,5	0,36
52	74,3	26,4	73,1	0,36
53	74,1	26,3	73,7	0,36
54	74,5	26,8	73,3	0,37
55	74,6	26,8	73,2	0,37
56	74,2	26,1	73,4	0,36
57	75,2	28,8	65,1	0,44
58	75,1	28,7	65,3	0,44
59	75,0	28,9	65,4	0,44
60	75,4	28,5	65,5	0,44
61	75,3	28,4	65,9	0,43
62	75,7	28,2	65,4	0,43
63	75,4	28,3	65,3	0,43
64	75,6	28,9	65,6	0,44
65	75,3	28,5	65,1	0,44
66	76,9	28,6	65,8	0,43
67	76,4	28,6	65,7	0,44
68	75,8	28,2	65,2	0,43
69	76,7	28,3	63,5	0,45
70	76,6	28,4	63,8	0,45
71	76,5	28,8	63,3	0,45
72	76,7	28,9	63,4	0,46
73	76,2	28,5	63,6	0,45
74	76,0	28,4	63,7	0,45
75	69,4	27,5	80,1	0,34
76	70,6	27,4	78,3	0,35
77	72,7	27,3	75,1	0,36
78	72,4	27,2	75,4	0,36
79	73,7	27,7	74,4	0,37
80	74,1	28,6	73,9	0,39
81	75,9	28,6	65,9	0,43
82	76,8	28,4	63,8	0,45
83	69,8	28,3	80,6	0,35
84	70,1	28,2	78,7	0,36
85	72,8	28,9	75,3	0,38
86	72,2	28,5	75,6	0,38
87	73,5	28,1	74,1	0,38
88	74,3	28,3	73,3	0,39
89	75,4	27,4	65,7	0,42
90	76,5	27,1	63,6	0,43

Çizelge E.2.34. B Parti Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım I)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
1	72,4	48,8	65,2	0,75
2	68,6	44,6	78,6	0,57
3	69,4	44,7	76,9	0,58
4	70,2	44,2	77,4	0,57
5	68,8	42,1	79,9	0,53
6	67,5	42,3	83,8	0,50
7	67,4	40,4	83,7	0,48
8	67,2	40,5	83,6	0,48
9	67,7	40,2	83,4	0,48
10	67,8	32,6	83,2	0,39
11	67,1	32,4	83,5	0,39
12	67,6	32,8	83,1	0,39
13	66,9	32,7	83,3	0,39
14	67,7	32,1	83,4	0,38
15	67,5	32,5	83,1	0,39
16	67,6	32,6	83,4	0,39
17	67,9	32,3	82,9	0,39
18	67,6	32,4	82,8	0,39
19	67,8	30,0	82,6	0,36
20	67,6	30,6	82,5	0,37
21	67,8	30,1	82,3	0,37
22	67,2	30,4	82,2	0,37
23	68,2	30,8	79,8	0,39
24	68,8	30,3	79,6	0,38
25	68,9	30,7	79,5	0,39
26	68,6	30,5	79,4	0,38
27	68,3	30,3	79,3	0,38
28	68,6	30,1	79,4	0,38
29	68,1	29,8	79,2	0,38
30	68,7	29,7	79,1	0,38
31	68,7	29,6	78,6	0,38
32	68,4	29,1	78,4	0,37
33	68,8	29,3	78,5	0,37
34	68,6	29,5	78,3	0,38
35	68,3	29,4	78,2	0,38
36	68,6	29,2	78,1	0,37
37	68,5	29,1	78,3	0,37
38	68,3	26,5	78,4	0,34
39	68,6	26,2	78,5	0,33
40	69,7	26,8	77,8	0,34
41	69,9	26,7	77,7	0,34
42	69,6	26,3	77,5	0,34
43	69,8	26,1	77,4	0,34
44	69,4	26,0	77,3	0,34
45	69,4	26,6	77,2	0,34

Çizelge E.2.35. B Parti Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım II)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
46	69,5	26,5	76,8	0,35
47	69,5	26,4	76,9	0,34
48	69,1	25,6	76,7	0,33
49	69,3	25,9	76,5	0,34
50	69,2	25,8	76,3	0,34
51	69,4	25,7	76,2	0,34
52	69,1	25,3	76,4	0,33
53	69,7	25,2	76,8	0,33
54	69,6	25,1	76,8	0,33
55	69,1	25,6	76,4	0,34
56	69,3	25,5	76,3	0,33
57	70,9	25,3	75,8	0,33
58	70,5	25,8	75,9	0,34
59	70,4	25,7	75,7	0,34
60	70,8	25,4	75,6	0,34
61	70,2	25,6	75,4	0,34
62	70,5	25,3	75,2	0,34
63	70,3	25,1	75,1	0,33
64	70,1	25,5	75,3	0,34
65	70,6	25,0	75,5	0,33
66	70,6	24,5	75,9	0,32
67	70,0	24,8	75,8	0,33
68	69,9	24,1	75,7	0,32
69	70,7	24,3	75,1	0,32
70	70,7	24,7	75,3	0,33
71	70,4	24,4	75,2	0,32
72	70,6	24,8	75,4	0,33
73	70,6	24,2	75,7	0,32
74	72,4	24,4	70,9	0,34
75	71,7	44,3	74,3	0,60
76	71,9	32,6	74,9	0,44
77	71,5	29,6	74,7	0,40
78	71,7	29,3	74,5	0,39
79	71,5	26,4	74,8	0,35
80	72,8	24,6	74,6	0,33
81	72,7	25,8	73,8	0,35
82	72,8	24,1	73,5	0,33
83	72,9	28,8	73,6	0,39
84	72,3	32,2	73,2	0,44
85	72,6	29,8	73,9	0,40
86	72,2	29,1	73,3	0,40
87	72,6	26,1	73,1	0,36
88	72,4	24,4	73,0	0,33
89	71,3	25,2	73,7	0,34
90	71,6	24,4	73,1	0,33

Çizelge E.2.36. C Parti Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım I)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
1	71,2	19,8	73,9	0,27
2	70,0	22,6	75,6	0,30
3	67,5	25,2	77,8	0,32
4	71,8	20,7	76,7	0,27
5	67,9	24,7	79,3	0,31
6	69,9	24,2	76,5	0,32
7	67,5	26,6	78,5	0,34
8	67,4	26,1	76,8	0,34
9	67,5	30,6	76,1	0,40
10	68,5	27,3	78,0	0,35
11	70,6	23,8	74,2	0,32
12	67,4	28,6	78,3	0,37
13	70,0	27,8	78,8	0,35
14	69,9	25,7	75,1	0,34
15	68,4	26,6	77,7	0,34
16	67,3	28,5	79,7	0,36
17	69,5	19,4	76,1	0,25
18	68,2	22,3	75,8	0,29
19	69,3	22,4	80,5	0,28
20	69,3	21,7	76,5	0,28
21	68,6	23,7	79,6	0,30
22	67,9	23,1	75,4	0,31
23	67,1	27,4	75,6	0,36
24	67,6	26,7	78,9	0,34
25	67,1	27,0	77,1	0,35
26	68,0	24,8	75,0	0,33
27	68,4	28,9	71,8	0,40
28	70,6	25,6	70,3	0,36
29	68,7	25,2	76,8	0,33
30	70,5	22,2	78,1	0,28
31	70,0	20,6	81,8	0,25
32	69,3	25,1	74,2	0,34
33	68,2	24	76,1	0,32
34	70,1	44,8	76,3	0,59
35	70,5	25,0	70,6	0,35
36	68,4	23,3	75,0	0,31
37	69,8	26,4	77,2	0,34
38	69,1	27,9	74,1	0,38
39	68,5	25,9	75,9	0,34
40	71,5	21,8	72,7	0,30
41	69,0	29,2	71,9	0,41
42	69,6	26,0	73,9	0,35
43	67,3	29,5	79,8	0,37
44	69,4	25,5	77,2	0,33
45	68,9	27,1	73,7	0,37

Çizelge E.2.37. C Parti Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım II)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
46	68,3	28,5	74,7	0,38
47	67,5	29,1	78,6	0,37
48	69,6	25,1	72,8	0,34
49	69,5	24,5	70,6	0,35
50	68,8	26,7	74	0,36
51	68,9	24,0	77,3	0,31
52	69,8	25,2	73,7	0,34
53	69,4	27,6	72,6	0,38
54	68,8	27,9	70,9	0,39
55	69,8	24,5	74,9	0,33
56	69,9	24,1	78,7	0,31
57	68,0	27,6	77,6	0,36
58	67,8	22,8	71,9	0,32
59	69,9	22,8	74,9	0,30
60	71,4	23,1	77,3	0,30
61	70,6	24,4	74,0	0,33
62	68,8	27,2	78,5	0,35
63	68,8	26,9	70,5	0,38
64	70,0	23,3	77,4	0,30
65	65,6	27,4	74,1	0,37
66	67,9	26,8	73,1	0,37
67	68,2	25,1	72,1	0,35
68	68,5	27,1	70,9	0,38
69	66,9	27,7	72,0	0,38
70	68,7	26,6	72,2	0,37
71	69,5	25,4	70,9	0,36
72	67,6	25,7	71,3	0,36
73	69,6	24,4	72,4	0,34
74	67,3	27,7	70,2	0,39
75	67,2	22,5	63,1	0,36
76	66,1	23,7	63,1	0,38
77	67,8	26,7	68,4	0,39
78	67,0	25,8	67,9	0,38
79	67,5	25,0	68,9	0,36
80	67,9	21,3	65,1	0,33
81	67,6	24,2	65,2	0,37
82	66,2	25,7	69,1	0,37
83	66,5	26,1	67,8	0,38
84	67,9	24,7	69,4	0,36
85	68,9	18,8	72,1	0,26
86	68,9	19,7	73,2	0,27
87	69,5	18,2	71,4	0,25
88	66,4	21,7	76,3	0,28
89	67,1	20,9	76,7	0,27
90	65,4	22,2	77,2	0,29

Isıl İşlem Görmüş Numunelerde Luteine İlişkin Veriler

Çizelge E.2.38. C Parti Rafadan Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

LUTEIN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	15,41	15,71	1482,88	237,26
2	15,47	17,31	1594,50	255,12
3	15,49	21,33	1876,35	300,22
4	15,42	23,46	2025,98	324,16
5	15,51	24,45	2094,98	335,20
6	15,42	15,71	1482,88	237,26
7	15,41	15,71	1482,88	237,26
8	15,42	15,71	1482,88	237,26
9	15,42	15,71	1482,88	237,26
10	15,42	15,71	1482,88	237,26
11	15,41	15,71	1482,88	237,26
12	15,41	15,71	1482,88	237,26
13	15,42	15,71	1482,88	237,26
14	15,41	15,71	1482,88	237,26
15	15,41	15,71	1482,88	237,26
16	15,42	15,71	1482,88	237,26
17	15,42	15,71	1482,88	237,26
18	15,41	15,71	1482,88	237,26
19	15,42	15,71	1482,88	237,26
20	15,42	15,71	1482,88	237,26
21	15,41	15,71	1482,88	237,26
22	15,41	15,71	1482,88	237,26
23	15,47	17,31	1594,50	255,12
24	15,48	17,31	1594,50	255,12
25	15,47	17,31	1594,50	255,12
26	15,48	17,31	1594,50	255,12
27	15,48	17,31	1594,50	255,12
28	15,47	17,31	1594,50	255,12
29	15,47	17,31	1594,50	255,12
30	15,47	17,31	1594,50	255,12
31	15,48	17,31	1594,50	255,12
32	15,47	17,31	1594,50	255,12
33	15,48	17,31	1594,50	255,12
34	15,48	17,31	1594,50	255,12
35	15,47	17,31	1594,50	255,12
36	15,48	17,31	1594,50	255,12
37	15,48	17,31	1594,50	255,12
38	15,47	17,31	1594,50	255,12
39	15,48	17,31	1594,50	255,12
40	15,49	21,33	1876,35	300,22
41	15,50	21,33	1876,35	300,22
42	15,49	21,33	1876,35	300,22
43	15,49	21,33	1876,35	300,22
44	15,50	21,33	1876,35	300,22
45	15,49	21,33	1876,35	300,22

Çizelge E.2.39. C Parti Rafadan Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

LUTEİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	15,49	21,33	1876,35	300,22
47	15,49	21,33	1876,35	300,22
48	15,49	21,33	1876,35	300,22
49	15,49	21,33	1876,35	300,22
50	15,50	21,33	1876,35	300,22
51	15,49	21,33	1876,35	300,22
52	15,49	21,33	1876,35	300,22
53	15,50	21,33	1876,35	300,22
54	15,50	21,33	1876,35	300,22
55	15,49	21,33	1876,35	300,22
56	15,49	21,33	1876,35	300,22
57	15,43	23,46	2025,98	324,16
58	15,43	23,46	2026,11	324,18
59	15,43	23,46	2026,11	324,18
60	15,42	23,46	2026,11	324,18
61	15,42	23,46	2026,11	324,18
62	15,43	23,46	2026,11	324,18
63	15,43	23,46	2026,11	324,18
64	15,42	23,47	2026,24	324,20
65	15,42	23,47	2026,24	324,20
66	15,43	23,46	2025,98	324,16
67	15,43	23,46	2025,98	324,16
68	15,43	23,46	2025,86	324,14
69	15,42	23,46	2025,86	324,14
70	15,43	23,46	2025,86	324,14
71	15,42	23,46	2025,86	324,14
72	15,43	23,46	2025,73	324,12
73	15,42	23,46	2025,73	324,12
74	15,50	24,45	2094,98	335,20
75	15,50	24,45	2094,98	335,20
76	15,51	24,45	2094,98	335,20
77	15,50	24,45	2094,98	335,20
78	15,51	24,45	2094,98	335,20
79	15,51	24,45	2094,98	335,20
80	15,50	24,45	2094,98	335,20
81	15,51	24,45	2094,98	335,20
82	15,50	24,45	2094,98	335,20
83	15,50	24,45	2094,98	335,20
84	15,50	24,45	2094,98	335,20
85	15,51	24,45	2094,98	335,20
86	15,50	24,45	2094,98	335,20
87	15,51	24,45	2094,98	335,20
88	15,51	24,45	2094,98	335,20
89	15,50	24,45	2094,98	335,20
90	15,51	24,45	2094,98	335,20

Çizelge E.2.40. C Parti Katı Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

LUTEİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (μ g/sarı)
1	15,52	23,14	2003,07	320,49
2	15,53	16,37	1528,83	244,61
3	15,55	12,69	1271,04	203,37
4	15,56	13,10	1300,10	208,02
5	15,58	9,27	1031,55	165,05
6	15,52	23,14	2003,07	320,49
7	15,53	16,37	1528,83	244,61
8	15,55	12,69	1271,04	203,37
9	15,56	13,10	1300,10	208,02
10	15,58	9,27	1031,55	165,05
11	15,53	23,14	2003,07	320,49
12	15,53	16,37	1528,83	244,61
13	15,55	12,69	1271,04	203,37
14	15,57	13,10	1300,10	208,02
15	15,57	9,27	1031,55	165,05
16	15,53	23,14	2003,07	320,49
17	15,54	16,37	1528,83	244,61
18	15,55	12,69	1271,04	203,37
19	15,56	13,10	1300,10	208,02
20	15,57	9,27	1031,55	165,05
21	15,52	23,14	2003,07	320,49
22	15,54	16,37	1528,83	244,61
23	15,55	12,69	1271,04	203,37
24	15,57	13,10	1300,10	208,02
25	15,57	9,27	1031,55	165,05
26	15,52	23,14	2003,07	320,49
27	15,53	16,37	1528,83	244,61
28	15,54	12,69	1271,04	203,37
29	15,57	13,10	1300,10	208,02
30	15,58	9,27	1031,55	165,05
31	15,52	23,14	2003,07	320,49
32	15,53	16,37	1528,83	244,61
33	15,55	12,69	1271,04	203,37
34	15,57	13,10	1300,10	208,02
35	15,57	9,27	1031,55	165,05
36	15,52	23,14	2003,07	320,49
37	15,53	16,37	1528,83	244,61
38	15,54	12,69	1271,04	203,37
39	15,57	13,10	1300,10	208,02
40	15,58	9,27	1031,55	165,05
41	15,52	23,14	2003,07	320,49
42	15,53	16,37	1528,83	244,61
43	15,55	12,69	1271,04	203,37
44	15,57	13,10	1300,10	208,02
45	15,58	9,27	1031,55	165,05

Çizelge E.2.41. C Parti Katı Numunelerde Luteine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

LUTEİN				
	Alikonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	15,52	23,14	2003,07	320,49
47	15,54	16,37	1528,83	244,61
48	15,54	12,69	1271,04	203,37
49	15,56	13,10	1300,10	208,02
50	15,57	9,27	1031,55	165,05
51	15,53	23,14	2003,07	320,49
52	15,54	16,37	1528,83	244,61
53	15,52	12,69	1271,04	203,37
54	15,53	13,10	1300,10	208,02
55	15,54	9,27	1031,55	165,05
56	15,57	23,14	2003,07	320,49
57	15,58	16,37	1528,83	244,61
58	15,53	12,69	1271,04	203,37
59	15,53	13,10	1300,10	208,02
60	15,54	9,27	1031,55	165,05
61	15,57	23,14	2003,07	320,49
62	15,58	16,37	1528,83	244,61
63	15,52	12,69	1271,04	203,37
64	15,53	13,10	1300,10	208,02
65	15,55	9,27	1031,55	165,05
66	15,57	23,14	2003,07	320,49
67	15,58	16,37	1528,83	244,61
68	15,53	12,69	1271,04	203,37
69	15,54	13,10	1300,10	208,02
70	15,55	9,27	1031,55	165,05
71	15,57	23,14	2003,07	320,49
72	15,58	16,37	1528,83	244,61
73	15,53	12,69	1271,04	203,37
74	15,53	13,10	1300,10	208,02
75	15,54	9,27	1031,55	165,05
76	15,56	23,14	2003,07	320,49
77	15,57	16,37	1528,83	244,61
78	15,52	12,69	1271,04	203,37
79	15,53	13,10	1300,10	208,02
80	15,55	9,27	1031,55	165,05
81	15,56	23,14	2003,07	320,49
82	15,57	16,37	1528,83	244,61
83	15,53	12,69	1271,04	203,37
84	15,54	13,10	1300,10	208,02
85	15,55	9,27	1031,55	165,05
86	15,56	23,14	2003,07	320,49
87	15,58	16,37	1528,83	244,61
88	15,53	12,69	1271,04	203,37
89	15,53	13,10	1300,10	208,02
90	15,54	9,27	1031,55	165,05

Isıl İşlem Görmüş Numunelerde Zeaksantine İlişkin Veriler

Çizelge E.2.42. C Parti Rafadan Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri
(Kısım I)

ZEAKSANTİN				
	Alikonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	16,10	12,11	15,10	2,42
2	16,17	36,26	47,23	7,56
3	16,19	27,12	35,07	5,61
4	16,12	18,08	23,04	3,69
5	16,21	29,62	38,40	6,14
6	16,11	12,02	14,98	2,40
7	16,11	12,11	15,10	2,42
8	16,11	12,11	15,10	2,42
9	16,10	12,11	15,10	2,42
10	16,11	12,21	15,23	2,44
11	16,10	12,21	15,23	2,44
12	16,11	12,31	15,36	2,46
13	16,10	12,31	15,36	2,46
14	16,11	12,40	15,49	2,48
15	16,11	12,40	15,49	2,48
16	16,10	12,50	15,62	2,50
17	16,11	12,50	15,62	2,50
18	16,10	12,50	15,62	2,50
19	16,11	12,60	15,74	2,52
20	16,10	12,60	15,74	2,52
21	16,10	12,69	15,87	2,54
22	16,11	12,69	15,87	2,54
23	16,17	36,07	46,98	7,52
24	16,18	36,07	46,98	7,52
25	16,17	36,16	47,10	7,54
26	16,18	36,16	47,10	7,54
27	16,18	36,16	47,10	7,54
28	16,18	36,26	47,23	7,56
29	16,17	36,26	47,23	7,56
30	16,17	36,26	47,23	7,56
31	16,17	36,26	47,23	7,56
32	16,18	36,26	47,23	7,56
33	16,17	36,26	47,23	7,56
34	16,17	36,26	47,23	7,56
35	16,18	36,26	47,23	7,56
36	16,17	36,26	47,23	7,56
37	16,18	36,26	47,23	7,56
38	16,18	36,26	47,23	7,56
39	16,17	36,26	47,23	7,56
40	16,20	27,12	35,07	5,61
41	16,19	27,12	35,07	5,61
42	16,19	27,22	35,20	5,63
43	16,20	27,22	35,20	5,63
44	16,20	27,22	35,20	5,63
45	16,19	27,22	35,20	5,63

Çizelge E.2.43. C Parti Rafadan Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

ZEAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	16,20	27,31	35,33	5,65
47	16,19	27,31	35,33	5,65
48	16,19	27,31	35,33	5,65
49	16,19	27,12	35,07	5,61
50	16,20	27,03	34,94	5,59
51	16,19	27,03	34,94	5,59
52	16,20	27,03	34,94	5,59
53	16,19	27,03	34,94	5,59
54	16,19	27,03	34,94	5,59
55	16,19	27,03	34,94	5,59
56	16,20	26,93	34,82	5,57
57	16,12	18,08	23,04	3,69
58	16,12	18,18	23,17	3,71
59	16,13	18,18	23,17	3,71
60	16,13	18,18	23,17	3,71
61	16,12	18,18	23,17	3,71
62	16,12	18,18	23,17	3,71
63	16,13	18,18	23,17	3,71
64	16,12	18,27	23,30	3,73
65	16,12	18,27	23,30	3,73
66	16,13	18,08	23,04	3,69
67	16,13	18,08	23,04	3,69
68	16,13	17,98	22,91	3,67
69	16,13	17,98	22,91	3,67
70	16,12	17,98	22,91	3,67
71	16,13	17,98	22,91	3,67
72	16,12	17,89	22,78	3,65
73	16,13	17,89	22,78	3,65
74	16,21	29,62	38,40	6,14
75	16,20	29,62	38,40	6,14
76	16,20	29,72	38,53	6,16
77	16,21	29,72	38,53	6,16
78	16,20	29,72	38,53	6,16
79	16,21	29,72	38,53	6,16
80	16,21	29,82	38,66	6,18
81	16,20	29,82	38,66	6,18
82	16,21	29,82	38,66	6,18
83	16,21	29,62	38,40	6,14
84	16,21	29,53	38,27	6,12
85	16,20	29,62	38,40	6,14
86	16,20	29,53	38,27	6,12
87	16,21	29,53	38,27	6,12
88	16,20	29,53	38,27	6,12
89	16,20	29,43	38,14	6,10
90	16,20	29,43	38,14	6,10

Çizelge E.2.44. C Parti Katı Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

ZEAKSANTİN				
	Alikonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	16,23	24,43	31,49	5,04
2	16,24	19,43	24,83	3,97
3	16,25	14,13	17,79	2,85
4	16,27	16,44	20,86	3,34
5	16,29	11,54	14,34	2,29
6	16,23	24,43	31,49	5,04
7	16,23	19,43	24,83	3,97
8	16,26	14,13	17,79	2,85
9	16,26	16,44	20,86	3,34
10	16,28	11,54	14,34	2,29
11	16,22	24,43	31,49	5,04
12	16,23	19,43	24,83	3,97
13	16,25	14,13	17,79	2,85
14	16,27	16,44	20,86	3,34
15	16,28	11,54	14,34	2,29
16	16,22	24,43	31,49	5,04
17	16,24	19,43	24,83	3,97
18	16,26	14,13	17,79	2,85
19	16,27	16,44	20,86	3,34
20	16,28	11,54	14,34	2,29
21	16,23	24,43	31,49	5,04
22	16,23	19,43	24,83	3,97
23	16,25	14,13	17,79	2,85
24	16,26	16,44	20,86	3,34
25	16,29	11,54	14,34	2,29
26	16,23	24,43	31,49	5,04
27	16,23	19,43	24,83	3,97
28	16,26	14,13	17,79	2,85
29	16,27	16,44	20,86	3,34
30	16,28	11,54	14,34	2,29
31	16,23	24,43	31,49	5,04
32	16,24	19,43	24,83	3,97
33	16,25	14,13	17,79	2,85
34	16,27	16,44	20,86	3,34
35	16,29	11,54	14,34	2,29
36	16,22	24,43	31,49	5,04
37	16,23	19,43	24,83	3,97
38	16,25	14,13	17,79	2,85
39	16,27	16,44	20,86	3,34
40	16,29	11,54	14,34	2,29
41	16,22	24,43	31,49	5,04
42	16,23	19,43	24,83	3,97
43	16,26	14,13	17,79	2,85
44	16,27	16,44	20,86	3,34
45	16,28	11,54	14,34	2,29

Çizelge E.2.45. C Parti Katı Numunelerde Zeaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım II)

ZEAKSANTİN				
	Alikonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (vg/sarı)
46	16,22	24,43	31,49	5,04
47	16,23	19,43	24,83	3,97
48	16,25	14,13	17,79	2,85
49	16,27	16,44	20,86	3,34
50	16,29	11,54	14,34	2,29
51	16,23	24,43	31,49	5,04
52	16,24	19,43	24,83	3,97
53	16,23	14,13	17,79	2,85
54	16,23	16,44	20,86	3,34
55	16,26	11,54	14,34	2,29
56	16,27	24,43	31,49	5,04
57	16,29	19,43	24,83	3,97
58	16,22	14,13	17,79	2,85
59	16,23	16,44	20,86	3,34
60	16,25	11,54	14,34	2,29
61	16,27	24,43	31,49	5,04
62	16,28	19,43	24,83	3,97
63	16,22	14,13	17,79	2,85
64	16,23	16,44	20,86	3,34
65	16,25	11,54	14,34	2,29
66	16,27	24,43	31,49	5,04
67	16,28	19,43	24,83	3,97
68	16,23	14,13	17,79	2,85
69	16,24	16,44	20,86	3,34
70	16,26	11,54	14,34	2,29
71	16,27	24,43	31,49	5,04
72	16,29	19,43	24,83	3,97
73	16,22	14,13	17,79	2,85
74	16,23	16,44	20,86	3,34
75	16,25	11,54	14,34	2,29
76	16,27	24,43	31,49	5,04
77	16,28	19,43	24,83	3,97
78	16,22	14,13	17,79	2,85
79	16,24	16,44	20,86	3,34
80	16,26	11,54	14,34	2,29
81	16,27	24,43	31,49	5,04
82	16,28	19,43	24,83	3,97
83	16,23	14,13	17,79	2,85
84	16,23	16,44	20,86	3,34
85	16,26	11,54	14,34	2,29
86	16,26	24,43	31,49	5,04
87	16,28	19,43	24,83	3,97
88	16,22	14,13	17,79	2,85
89	16,23	16,44	20,86	3,34
90	16,25	11,54	14,34	2,29

Isıl İşlem Görmüş Numunelerde Kantaksantine İlişkin Veriler

Çizelge E.2.46. C Parti Rafadan Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri
(Kısım I)

KANTAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	16,71	12,31	27,52	4,40
2	16,78	20,40	47,104	7,54
3	16,80	24,16	56,19	8,99
4	16,73	15,43	35,07	5,61
5	16,82	21,04	48,64	7,78
6	16,71	12,31	27,52	4,40
7	16,72	12,31	27,52	4,40
8	16,71	12,31	27,52	4,40
9	16,71	12,31	27,52	4,40
10	16,71	12,31	27,52	4,40
11	16,72	12,31	27,52	4,40
12	16,71	12,31	27,52	4,40
13	16,71	12,31	27,52	4,40
14	16,71	12,31	27,52	4,40
15	16,72	12,31	27,52	4,40
16	16,71	12,31	27,52	4,40
17	16,72	12,31	27,52	4,40
18	16,71	12,31	27,52	4,40
19	16,71	12,31	27,52	4,40
20	16,72	12,31	27,52	4,40
21	16,71	12,31	27,52	4,40
22	16,71	12,31	27,52	4,40
23	16,78	20,40	47,10	7,54
24	16,79	20,40	47,10	7,54
25	16,78	20,40	47,10	7,54
26	16,78	20,45	47,23	7,56
27	16,79	20,45	47,23	7,56
28	16,79	20,51	47,36	7,58
29	16,79	20,51	47,36	7,58
30	16,78	20,56	47,49	7,60
31	16,79	20,51	47,36	7,58
32	16,79	20,35	46,98	7,52
33	16,78	20,40	47,10	7,54
34	16,78	20,40	47,10	7,54
35	16,79	20,30	46,85	7,50
36	16,79	20,35	46,98	7,52
37	16,79	20,35	46,98	7,52
38	16,78	20,30	46,85	7,50
39	16,78	20,35	46,98	7,52
40	16,80	24,16	56,19	8,99
41	16,81	24,16	56,19	8,99
42	16,80	24,16	56,19	8,99
43	16,81	24,16	56,19	8,99
44	16,81	24,16	56,19	8,99
45	16,80	24,16	56,19	8,99

Çizelge E.2.47. C Parti Rafadan Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri
(Kısım II)

KANTAKSANTİN				
	Alikonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (vg/sarı)
46	16,80	24,16	56,19	8,99
47	16,81	24,16	56,19	8,99
48	16,81	24,16	56,19	8,99
49	16,81	24,16	56,19	8,99
50	16,80	24,16	56,19	8,99
51	16,81	24,16	56,19	8,99
52	16,80	24,16	56,19	8,99
53	16,80	24,16	56,19	8,99
54	16,80	24,16	56,19	8,99
55	16,81	24,16	56,19	8,99
56	16,80	24,16	56,19	8,99
57	16,73	15,43	35,07	5,61
58	16,72	15,43	35,07	5,61
59	16,72	15,48	35,20	5,63
60	16,73	15,48	35,20	5,63
61	16,73	15,48	35,20	5,63
62	16,73	15,48	35,20	5,63
63	16,72	15,53	35,33	5,65
64	16,72	15,53	35,33	5,65
65	16,72	15,53	35,33	5,65
66	16,73	15,43	35,07	5,61
67	16,73	15,37	34,94	5,59
68	16,72	15,37	34,94	5,59
69	16,73	15,37	34,94	5,59
70	16,72	15,37	34,94	5,59
71	16,73	15,37	34,94	5,59
72	16,72	15,37	34,94	5,59
73	16,72	15,32	34,82	5,57
74	16,82	21,04	48,64	7,78
75	16,81	21,09	48,77	7,80
76	16,82	21,09	48,77	7,80
77	16,81	21,09	48,77	7,80
78	16,82	21,09	48,77	7,80
79	16,82	21,14	48,90	7,82
80	16,81	21,14	48,90	7,82
81	16,82	21,14	48,90	7,82
82	16,81	21,14	48,90	7,82
83	16,81	21,04	48,64	7,78
84	16,82	20,98	48,51	7,76
85	16,81	20,98	48,51	7,76
86	16,82	20,98	48,51	7,76
87	16,82	20,98	48,51	7,76
88	16,81	20,93	48,38	7,74
89	16,81	20,93	48,38	7,74
90	16,81	20,93	48,38	7,74

Çizelge E.2.48. C Parti Katı Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri (Kısım I)

KANTAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
1	16,83	12,25	27,39	4,38
2	16,84	18,39	42,24	6,76
3	16,86	8,71	18,82	3,01
4	16,87	8,39	18,05	2,89
5	16,89	5,06	9,98	1,60
6	16,84	12,25	27,39	4,38
7	16,84	18,39	42,24	6,76
8	16,84	8,71	18,82	3,01
9	16,87	8,39	18,05	2,89
10	16,89	5,06	9,98	1,60
11	16,84	12,25	27,39	4,38
12	16,83	18,39	42,24	6,76
13	16,83	8,71	18,82	3,01
14	16,88	8,39	18,05	2,89
15	16,88	5,06	9,98	1,60
16	16,84	12,25	27,39	4,38
17	16,83	18,39	42,24	6,76
18	16,84	8,71	18,82	3,01
19	16,87	8,39	18,05	2,89
20	16,88	5,06	9,98	1,60
21	16,84	12,25	27,39	4,38
22	16,83	18,39	42,24	6,76
23	16,83	8,71	18,82	3,01
24	16,87	8,39	18,05	2,89
25	16,89	5,06	9,98	1,60
26	16,83	12,25	27,39	4,38
27	16,84	18,39	42,24	6,76
28	16,84	8,71	18,82	3,01
29	16,88	8,39	18,05	2,89
30	16,88	5,06	9,98	1,60
31	16,84	12,25	27,39	4,38
32	16,84	18,39	42,24	6,76
33	16,84	8,71	18,82	3,01
34	16,87	8,39	18,05	2,89
35	16,88	5,06	9,98	1,60
36	16,84	12,25	27,39	4,38
37	16,84	18,39	42,24	6,76
38	16,84	8,71	18,82	3,01
39	16,87	8,39	18,05	2,89
40	16,89	5,06	9,98	1,60
41	16,84	12,25	27,39	4,38
42	16,84	18,39	42,24	6,76
43	16,83	8,71	18,82	3,01
44	16,87	8,39	18,05	2,89
45	16,88	5,06	9,98	1,60

Çizelge E.2.49. C Parti Katı Numunelerde Kantaksantine İlişkin HPLC Verileri
(Kısım II)

KANTAKSANTİN				
	Alıkonma zamanı(dk)	Alan (mAU)	Konsantrasyon (mg/100g)	Konsantrasyon (µg/sarı)
46	16,83	12,25	27,39	4,38
47	16,84	18,39	42,24	6,76
48	16,83	8,71	18,82	3,01
49	16,88	8,39	18,05	2,89
50	16,88	5,06	9,98	1,60
51	16,84	12,25	27,39	4,38
52	16,83	18,39	42,24	6,76
53	16,83	8,71	18,82	3,01
54	16,87	8,39	18,05	2,89
55	16,88	5,06	9,98	1,60
56	16,83	12,25	27,39	4,38
57	16,83	18,39	42,24	6,76
58	16,84	8,71	18,82	3,01
59	16,87	8,39	18,05	2,89
60	16,88	5,06	9,98	1,60
61	16,83	12,25	27,39	4,38
62	16,84	18,39	42,24	6,76
63	16,84	8,71	18,82	3,01
64	16,88	8,39	18,05	2,89
65	16,88	5,06	9,98	1,60
66	16,84	12,25	27,39	4,38
67	16,83	18,39	42,24	6,76
68	16,83	8,71	18,82	3,01
69	16,87	8,39	18,05	2,89
70	16,89	5,06	9,98	1,60
71	16,83	12,25	27,39	4,38
72	16,83	18,39	42,24	6,76
73	16,83	8,71	18,82	3,01
74	16,88	8,39	18,05	2,89
75	16,89	5,06	9,98	1,60
76	16,84	12,25	27,39	4,38
77	16,84	18,39	42,24	6,76
78	16,83	8,71	18,82	3,01
79	16,88	8,39	18,05	2,89
80	16,88	5,06	9,98	1,60
81	16,83	12,25	27,39	4,38
82	16,84	18,39	42,24	6,76
83	16,83	8,71	18,82	3,01
84	16,88	8,39	18,05	2,89
85	16,88	5,06	9,98	1,60
86	16,83	12,25	27,39	4,38
87	16,83	18,39	42,24	6,76
88	16,84	8,71	18,82	3,01
89	16,88	8,39	18,05	2,89
90	16,89	5,06	9,98	1,60

Isıl İşlem Görmüş Numunelerde Renk Verileri

Çizelge E.2.50. C Parti Rafadan Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım I)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
1	67,5	20,8	78,1	0,27
2	68,2	16,4	77,4	0,21
3	65,9	23,0	81,9	0,28
4	69,1	16,3	78,6	0,22
5	68,8	14,7	71,8	0,22
6	67,8	14,6	77,4	0,19
7	65,4	17,4	75,5	0,23
8	69,7	16,6	76,7	0,22
9	66,3	19,3	81,6	0,24
10	69,2	20,7	76,6	0,27
11	65,5	15,5	75,7	0,22
12	69,8	17,6	78,6	0,22
13	67,5	18,4	79,7	0,23
14	65,3	19,4	80,4	0,24
15	68,0	19,7	77,6	0,25
16	68,5	21,3	75,6	0,28
17	69,5	23,4	78,6	0,30
18	67,4	23,6	78,4	0,30
19	66,2	14,6	77,6	0,20
20	66,8	16,2	79,1	0,20
21	67,4	17,6	80,5	0,22
22	68,5	18,2	79,6	0,23
23	69,5	18,4	76,8	0,24
24	65,4	18,6	78,6	0,24
25	66,9	15,7	79,5	0,21
26	68,0	16,5	79,7	0,21
27	69,1	16,3	77,7	0,21
28	66,5	17,2	80,2	0,21
29	66,8	16,8	79,7	0,21
30	65,6	16,5	77,8	0,21
31	68,6	17,7	78,5	0,23
32	65,7	14,6	79,4	0,18
33	69,5	22,3	77,8	0,29
34	69,3	17,6	80,2	0,22
35	66,5	18,6	78,6	0,24
36	66,2	18,4	79,6	0,23
37	68,6	17,3	77,3	0,22
38	68,0	18,7	20,5	0,91
39	65,7	21,3	78,6	0,27
40	68,6	21,9	78,5	0,28
41	69,2	23,9	78,1	0,31
42	68,0	18,4	78,7	0,23
43	66,4	17,4	76,3	0,23
44	65,3	16,8	77,6	0,22
45	67,5	18,3	78,1	0,23

Çizelge E.2.51. C Parti Rafadan Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım II)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
46	69,3	17,6	79,3	0,22
47	68,0	16,4	78,8	0,21
48	68,4	16,6	80,4	0,21
49	66,6	16,9	79,3	0,21
50	69,2	18,1	77,4	0,23
51	67,3	17,5	78,8	0,22
52	68,5	17,6	77,3	0,23
53	68,4	18,3	76,0	0,24
54	68,3	18,4	80,2	0,23
55	67,4	17,8	79,6	0,22
56	68,1	16,6	78,6	0,21
57	67,4	17,8	79,5	0,22
58	69,1	18,4	80,7	0,23
59	68,6	18,6	79,8	0,23
60	68,6	19,2	77,4	0,25
61	65,9	18,5	77,3	0,24
62	67,2	18,7	80,2	0,23
63	66,8	17,7	76,6	0,23
64	68,7	16,5	78,2	0,21
65	67,9	18,1	77,1	0,23
66	68,7	17,0	75,6	0,22
67	69,9	8,6	74,6	0,12
68	68,6	17,4	78,7	0,22
69	67,5	18,5	76,5	0,24
70	65,4	19,1	79,3	0,24
71	69,5	18,2	78,5	0,23
72	68,4	18,5	76,8	0,24
73	67,3	17,6	75,7	0,23
74	66,3	16,7	79,2	0,21
75	65,3	15,6	77,4	0,20
76	67,6	19,2	76,6	0,25
77	68,3	18,3	76,5	0,25
78	68,1	20,1	78,6	0,26
79	66,1	21,2	76,8	0,28
80	66,3	21,6	77,5	0,28
81	68,6	18,5	76,3	0,26
82	68,2	17,3	76,6	0,24
83	67,6	18,7	78,3	0,25
84	67,8	16,5	77,5	0,21
85	68,3	20,0	76,8	0,27
86	67,6	23,0	78,0	0,29
87	69,5	17,9	76,5	0,25
88	68,5	17,8	76,7	0,25
89	67,2	18,2	75,7	0,24
90	68,4	18,5	77,1	0,24

Çizelge E.2.52. C Parti Katı Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım I)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
1	70,0	1,6	35,5	0,05
2	70,7	1,4	35,6	0,04
3	71,2	2,4	37,1	0,06
4	71,0	-0,4	32,7	-0,01
5	70,7	1,9	32,8	0,06
6	70,6	0,5	34,2	0,01
7	70,0	1,1	29,2	0,04
8	71,9	-0,9	37,1	-0,02
9	71,7	2,3	34,5	0,07
10	71,4	1,8	33,4	0,05
11	70,2	1,6	32,1	0,05
12	70,7	1,1	35,7	0,03
13	71,4	0,9	35,7	0,03
14	71,6	1,2	33,6	0,04
15	70,6	1,5	33,5	0,04
16	70,2	2,3	34,3	0,07
17	71,5	-0,5	34,8	-0,01
18	71,5	-0,4	34,2	-0,01
19	70,1	-0,6	33,1	-0,02
20	70,4	1,2	31,6	0,04
21	70,5	2,0	35,7	0,06
22	70,4	2,2	36,2	0,06
23	71,3	2,6	36,9	0,07
24	71,5	2,4	36,5	0,07
25	70,6	1,8	35,7	0,05
26	71,4	1,8	35,6	0,05
27	71,6	2,4	34,2	0,07
28	70,7	2,5	33,9	0,07
29	71,3	2,4	34,3	0,07
30	71,4	1,1	33,8	0,03
31	71,7	0,5	33,5	0,01
32	71,0	0,8	32,1	0,02
33	70,5	0,4	34,7	0,01
34	70,9	1,2	33,9	0,04
35	71,3	0,8	30,2	0,03
36	71,6	-0,3	31,4	-0,01
37	70,6	-0,6	36,4	-0,02
38	71,8	-0,8	34,3	-0,02
39	71,8	1,2	36,0	0,03
40	70,2	1,5	35,8	0,04
41	70,5	1,6	33,3	0,05
42	70,7	2,4	31,6	0,08
43	71,2	2,6	30,8	0,08
44	70,4	2,8	34,6	0,08
45	71,3	1,6	35,8	0,04

Çizelge E.2.53. C Parti Katı Numunelerde Hunter Renk (L; a; b) Verileri (Kısım II)

Hunter Renk Parametreleri				
	L	a	b	a/b
46	70,8	1,5	36,6	0,04
47	70,1	1,1	35,4	0,03
48	70,6	0,8	35,7	0,02
49	70,7	1,4	32,3	0,04
50	70,5	1,7	37,9	0,04
51	70,1	1,5	35,5	0,04
52	70,2	1,2	33,3	0,04
53	70,6	1,4	33,6	0,04
54	70,7	1,6	33,9	0,05
55	71,0	1,2	34,8	0,03
56	70,4	1,0	35,6	0,03
57	70,6	2,4	75,5	0,03
58	70,2	-0,7	35,7	-0,02
59	70,0	-0,7	35,1	-0,02
60	70,4	1,5	32,6	0,05
61	70,7	1,4	31,7	0,04
62	71,3	1,6	31,4	0,05
63	70,8	1,3	37,5	0,03
64	70,2	2,2	37,3	0,06
65	71,5	2,5	35,1	0,07
66	71,0	2,3	36,2	0,06
67	70,1	1,8	37,1	0,05
68	71,5	1,9	37,4	0,05
69	71,8	1,9	36,8	0,05
70	71,4	1,6	35,5	0,05
71	70,6	1,1	36,0	0,03
72	70,8	1,1	37,4	0,03
73	71,0	1,0	34,6	0,03
74	71,4	1,0	34,9	0,03
75	71,4	1,5	36,6	0,04
76	71,0	1,4	30,5	0,05
77	70,1	1,6	31,1	0,05
78	70,6	1,2	31,6	0,04
79	70,3	1,7	33,5	0,05
80	70,6	1,5	35,2	0,04
81	70,5	1,3	35,6	0,04
82	71,3	1,3	36,4	0,04
83	70,3	1,1	33,7	0,07
84	70,9	0,7	33,5	0,02
85	71,4	2,1	33,6	0,06
86	71,6	1,7	37,6	0,05
87	70,7	1,6	36,1	0,04
88	70,2	1,3	31,2	0,04
89	70,8	1,0	35,1	0,03
90	70,2	0,8	35,7	0,02

— EK III —

Yumurta Sarılarında Elde Edilen Bulgulara İlişkin Elde Korelasyon Katsayıları

Çizelge E.3.1. Numune Kategorilerinde Hunter L Renk Parametreleri İle Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Firma A		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		0,972**
Zeaksantin		0,943**
Kantaksantin		0,874**
Lut,Zeak.,Kant.		0,973**
Firma B		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		0,684**
Zeaksantin		0,657 **
Kantaksantin		0,712**
Lut,Zeak.,Kant		0,685**
Firma C		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		-0,286**
Zeaksantin		-0,281**
Kantaksantin		-0,306**
Lut,Zeak.,Kant		-0,287**
**p≤ 0,01		
*p≤ 0,05		

Çizelge E.3.2. Numune Kategorilerinde Lutein Değerleri ile Hunter L Renk Parametresi Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Firma A		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		0,972**
Log Lutein		0,933**
Lutein ²		0,975**
Firma B		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		0,684**
Log Lutein		0,620**
Lutein ²		0,707**
Firma C		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		-0,286**
Log Lutein		-0,265*
Lutein ²		-0,299**
**p≤ 0,01		
*p≤ 0,05		

Çizelge E.3.3. Numune Kategorilerinde Hunter a Renk Parametreleri İle Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Firma A		Korelasyon Katsayısı r
lutein		0,129
Zeaksantin		0,162
Kantaksantin		0,270*
Lut,Zeak.,Kant.		0,131
Firma B		Korelasyon Katsayısı r
lutein		-0,316**
Zeaksantin		-0,383**
Kantaksantin		-0,312**
Lut,Zeak.,Kant		-0,362**
Firma C		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		-0,061
Zeaksantin		-0,063
Kantaksantin		-0,082
Lut,Zeak.,Kant		-0,062
** $p \leq 0,01$		
* $p \leq 0,05$		

Çizelge E.3.4. Numune Kategorilerinde Hunter b Renk Parametreleri İle Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Firma A		Korelasyon Katsayısı r
lutein		-0,938**
Zeaksantin		-0,949**
Kantaksantin		-0,898**
Lut,Zeak.,Kant.		-,940**
Firma B		Korelasyon Katsayısı r
lutein		-0,609**
Zeaksantin		-0,605**
Kantaksantin		-0,594**
Lut,Zeak.,Kant		-0,609**
Firma C		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		-0,443**
Zeaksantin		-0,447**
Kantaksantin		-0,435**
Lut,Zeak.,Kant		-0,443**
** $p \leq 0,01$		
* $p \leq 0,05$		

Çizelge E.3.5. Numune Kategorilerinde Lutein ile Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Firma A		Korelasyon Katsayısı r
Zeaksantin		0,980**
Kantaksantin		0,850**
Firma B		Korelasyon Katsayısı r
Zeaksantin		0,982**
Kantaksantin		0,956**
Firma C		Korelasyon Katsayısı r
Zeaksantin		0,937**
Kantaksantin		0,981**
** $p \leq 0,01$		
* $p \leq 0,05$		

Çizelge E.3.6. Numune Kategorilerinde Zeaksantin İle Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Firma A		Korelasyon Katsayısı r
lutein		0,980**
Kantaksantin		0,899**
Firma B		Korelasyon Katsayısı r
lutein		0,982**
Kantaksantin		0,930**
Firma C		Korelasyon Katsayısı r
Lutein		0,937**
Kantaksantin		0,912**
** $p \leq 0,01$		
* $p \leq 0,05$		

Çizelge E.3.7. Isıl İşlem Muameleli Parti C Numune Kategorilerinde Hunter L renk Parametreleri ile Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Çiğ	Korelasyon Katsayısı r
lutein	-0,286**
Zeaksantin	-0,281**
Kantaksantin	-0,306**
Lut,Zeak.,Kant	-0,287**
Rafadan	Korelasyon Katsayısı r
lutein	0,107
Zeaksantin	-0,056
Kantaksantin	0,000
Lut,Zeak.,Kant	0,101
Katı	Korelasyon Katsayısı r
Lutein	-0,133
Zeaksantin	-0,147
Kantaksantin	-0,163
Lut,Zeak.,Kant	-0,136
** $p \leq 0,01$	
* $p \leq 0,05$	

Çizelge E.3.8. Isıl İşlem Muameleli Parti C Numune Kategorilerinde Hunter a renk Parametreleri ile Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Çiğ	Korelasyon Katsayısı r
lutein	-,061
Zeaksantin	-,063
Kantaksantin	-,082
Lut,Zeak.,Kant	-0,062
Rafadan	Korelasyon Katsayısı r
lutein	-,026
Zeaksantin	-,037
Kantaksantin	,018
Lut,Zeak.,Kant	-0,206
Katı	Korelasyon Katsayısı r
Lutein	-0,01
Zeaksantin	,007
Kantaksantin	-,020
Lut,Zeak.,Kant	-0,002
** $p \leq 0,01$	
* $p \leq 0,05$	

Çizelge E.3.9. Isıl İşlem Muameleli Parti C Numune Kategorilerinde Hunter b renk Parametreleri ile Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Çiğ	Korelasyon Katsayısı r
lutein	-0,443**
Zeaksantin	-0,447**
Kantaksantin	-0,435**
Lut,Zeak.,Kant	-0,443**
Rafadan	Korelasyon Katsayısı r
lutein	0,080
Zeaksantin	-0,129
Kantaksantin	-0,030
Lut,Zeak.,Kant	0,070
Katı	Korelasyon Katsayısı r
Lutein	0,028
Zeaksantin	0,044
Kantaksantin	0,161
Lut,Zeak.,Kant	0,033
**p≤ 0,01	
*p≤ 0,05	

Çizelge E.3.10. Isıl İşlem Muameleli Parti C Numune Kategorilerinde Lutein İle Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Çiğ	Korelasyon Katsayısı r
Zeaksantin	0,937**
Kantaksantin	0,981**
Rafadan	Korelasyon Katsayısı r
Zeaksantin	0,167
Kantaksantin	0,404**
Katı	Korelasyon Katsayısı r
Zeaksantin	0,985**
Kantaksantin	0,607**
**p≤ 0,01	
*p≤ 0,05	

Çizelge E.3.11. Isıl İşlem Muameleli Parti C Numune Kategorilerinde Zeaksantin İle Ksantofiller Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Çiğ	Korelasyon Katsayısı r
lutein	0,937**
Kantaksantin	0,912**
Rafadan	Korelasyon Katsayısı r
lutein	0,167
Kantaksantin	,808**
Katı	Korelasyon Katsayısı r
Lutein	0,985**
Kantaksantin	0,675**
** $p \leq 0,01$	
* $p \leq 0,05$	

Çizelge E.3.12. Parti C'ya Ait Katı Numunelerde İncelenen Parametrelere İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları Ve Düzeyleri (** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$)

		Firma C KATI								
		L	a	b	Lutein	Zeaks	Kant	Lut.+Zeak.+ Kant.	Log Lutein	Lutein ²
Firma C KATI	L	1,000								
	a	-0,097	1,000							
	b	0,003	0,138	1,000						
	Lutein	-0,133	-0,001	0,028	1,000					
	Zeaksantin	-0,147	0,007	0,044	0,985**	1,000				
	Kantaksantin	-0,163	-0,020	0,161	0,607**	0,675**	1,000			
	Lut.+Zeak.+K ant.	-0,136	-0,002	0,033	1,000**	0,988**	0,628**	1,000		
	Log Lutein	-0,140	-0,015	0,041	0,994**	0,989**	0,663**	0,996**	1,000	
	Lutein ²	-0,126	0,010	0,016	0,995**	0,971**	0,546**	0,993**	0,979**	1,000

** $p \leq 0,01$

* $p \leq 0,05$

— EK IV —

TGK Yumurta Tebliği

Resmi Gazete Sayı : 24002, tarih 27 Mart 2000

Tarım ve Köyşleri Bakanlığından :

TÜRK GIDA KODEKSİ
YUMURTA VE YUMURTA ÜRÜNLERİ TEBLİĞİ
(Tebliğ No : 2000/ 11)

Amaç

Madde 1 - Bu Tebliğin amacı ; yumurta ve yumurta ürünlerinin, tekniğine uygun, hijyenik şekilde üretimi, muhafaza, depolama, taşıma ve pazarlamasını sağlamak üzere bu ürünlerin özelliklerini belirlemektir.

Kapsam

Madde 2 - Bu Tebliğ evcil tavuktan, *Gallus gallus var. domesticus* elde edilen yumurta ve yumurta ürünlerini kapsar. Diğer kanatlı-hayvanlara ait yumurta ve yumurta ürünleri ile kuluçkalık yumurtalar bu Tebliğ kapsamında değildir.

Hukuki dayanak

Madde 3 - Bu Tebliğ 24/06/1995 tarihli ve 560 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname” ve 16/11/1997 tarihli ve 23172 mükerrer sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’ne göre hazırlanmıştır.

Tanımlar

Madde 4 - Bu Tebliğde adı geçen ürünlerin tanımları ve bu ürünlerle ilgili diğer tanımlar aşağıda verilmiştir.

- a) Yumurta; sadece evcil tavuktan elde edilen kabuklu yumurtayı,
- b) Kuluçkalık yumurta; civciv üretimi amacı ile horozlu sürülerden elde edilen kabuklu yumurtayı,
- c) Yumurta kabuğu; yumurta içeriğini dıştan çevreleyen, dıştan içe doğru kutikula, kalsiyum tabakası ve kabuk altı çift zarlı yumurta membranından oluşmuş yapıyı,
- d) Yumurta akı; yumurta kabuğu ve yumurta sarısı arasında bulunan saydam maddeyi,
- e) Yumurta sarısı; yumurtanın ortasında, vitelin membranı ile çevrilmiş yumurtanın sarı renkli maddesini,
- f) Çatlak yumurta; yumurta kabuğunun sert kısmının hasar gördüğü, ancak yumurta kabuğu altı membranının bütünlüğünün kaybolmadığı ve oluşan hasarın çıplak gözle görülebildiği yumurtayı,
- g) Kırık yumurta; yumurta kabuğunun bütünlüğünün kaybolduğu yumurtayı,

h) Yabancı madde; doğal olarak yumurtanın yapısında yer almayan iç ve dış orijinli, organik ve inorganik maddeleri; yumurta içinde bulunabilecek kan lekeleri, kanlı oluşumlar, et benekleri ve embriyonal oluşumları,

i) Kirli yumurta; kabuk yüzeyinde, kabuğun toplam yüzeyinin 1/8'inden fazla kabuk harici madde ve leke içeren yumurtayı,

j) Hafif kirli yumurta; gaita, kümes içeriği, çamur, kan lekesi gibi kabuk harici madde ve yumurta içeriği kabuğun toplam yüzeyinin 1/8'ini ve bulundukları noktada ise toplam yüzeyin 1/16'sını geçmeyen yumurtayı,

j) Temiz yumurta; kabuk yüzeyinde hiçbir yabancı madde ve leke içermeyen yumurtayı,

k) Yumurta ürünleri; kabuğundan ayrılmış tüm yumurta, yumurta sarısı, yumurta akı veya karışımlarından elde edilen, diğer gıda ve/veya katkı maddeleri ile de kombine edilebilen; sıvı, konsantre, kurutulmuş, kristalize veya koagülasyon işlemine tabii tutulmuş ürünleri,

l) Pastörizasyon; yumurtadaki patojen mikroorganizmaların vejetatif formlarının tamamını, diğer mikroorganizmaların büyük bir kısmını öldürmek amacıyla yapılan, yumurta veya yumurta ürünlerinin raf ömrünü uzatan, en az 63°C'da 30 dakika, 72°C'da 15 saniye veya 100°C'ın altındaki sıcaklıkta uygun zaman kombinasyonu ile gerçekleştirilen ısı işleminin ifadesi.

Ürün özellikleri

Madde 5 - Bu Tebliğ kapsamındaki ürünlerin özellikleri aşağıda verilmiştir:

a) Yumurta ve yumurta ürünlerinin üretiminde kullanılacak yumurtalar sağlıklı hayvanlardan elde edilmiş olacaktır.

b) Yumurta ve yumurta ürünleri kendine has tat, koku ve renkte olacaktır.

c) Çürümüş, kokuşmuş, doğal renk ve kokusunu kaybetmiş yumurtalar ile kuluçka işlemi uygulanmış yumurtalar direkt tüketime sunulmadığı gibi, gıda endüstrisinde de kullanılamaz.

d) Kabuk kalınlığı 0.2 mm'nin altında olan yumurtalar ile kirli yumurtalar direkt tüketime sunulamaz.

e) Yumurtaların ağırlık grupları çizelge E.4.1.1.'e uygun olacaktır.

f) Yumurtaların kalite sınıfları kısım E.4.1.2. 'de verilmiştir.

g) A sınıfı yumurtalar temiz yumurtalardan oluşacaktır.

h) A sınıfı yumurtalar +8°C'ın altında soğutulamaz.

i) Modifiye edilmemiş yumurta ürünlerinde, kuru maddedeki 3 OH-butirik asit miktarı 10 mg/kg' ı geçemez.

j) Yumurta ve işlem görmemiş yumurta ürünlerinin kuru maddesindeki laktik asit miktarı 1000 mg/kg'ı geçemez. Fermente ürünlerde bu değer fermentasyon işleminden önce kontrol edilir.

j) Yumurta ve işlem görmemiş yumurta ürünlerinin kuru maddesindeki suksinik asit miktarı 25 mg/kg'ı geçemez. Fermente ürünlerde bu değer fermentasyon işleminden önce kontrol edilir.

k) Yumurta ürünlerinde; yumurta kabuğu ve membran kalıntısı 100 mg/kg'ı geçemez.

l) Pastörize yumurta ürünleri alpha amylase testine negatif reaksiyon vermelidir.

m) Yumurta kireç kaymağı, sodyum silikat, potasyum silikat, sıvı yağ ve parafınle muhafaza edilebilir. Yumurtanın muhafazasında kullanılacak sıvı yağ Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olacaktır.

Katkı maddeleri

Madde 6 - Yumurta ürünlerinde kullanılan katkı maddelerine ait değerler Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Katkı Maddeleri Bölümü'ne uygun olacaktır.

Bulaşanlar

Madde 7 - Yumurta ve yumurta ürünlerinde bulaşanların miktarı Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Bulaşanlar Bölümü'ne uygun olacaktır.

Pestisitler

Madde 8 - Yumurta ve yumurta ürünlerinde bulunabilecek pestisit kalıntı limitleri Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Pestisit Kalıntıları bölümünde açıklanan Pestisit Kalıntı Limitlerinin Uygulama Esaslarına uygun olacaktır.

Veteriner ilaçları tolerans düzeyleri

Madde 9 - Yumurta ve yumurta ürünlerindeki veteriner ilaçları kalıntı düzeyleri Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Veteriner İlaçları Tolerans Düzeyleri Bölümünde açıklanan Veteriner İlaçları İçin Tolerans Düzeyleri Ve Yasal Arınma Sürelerine Ait Değerlere uygun olacaktır.

Hijyen

Madde 10 - Yumurta ve yumurta ürünleri Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Hijyen Bölümünde yer alan genel kurallara uygun olarak üretilecektir. Ayrıca;

a) Yumurtanın kırılmasından sonra, yumurta içeriği hemen üretim işlemine tabii tutulmayacaksa, yeterli hijyen şartları altında dondurularak veya +4°C'ı geçmeyen sıcaklıkta muhafaza edilir. Bu koşullarda muhafaza 48 saati geçemez.

b) Yumurta ürünleri üretimi takiben hemen +4°C'ı geçmeyecek şekilde soğutulur veya dondurulur. +4°C'da muhafaza 48 saati geçemez. Ingredientteki şekeri alınmış ürünler için bu kural geçerli değildir.

c) A sınıfı yumurtalar yıkanarak veya başka bir metotla temizlenemez ve yağlanma işlemi uygulanamaz.

d) C sınıfında bulunan sanayi yumurtaları, işlenme amacı ile kırılmadan önce yıkanarak, gıda sanayinde kullanılabilen bir dezenfektan madde ile dezenfekte edilecektir. Dezenfeksiyon

işleminde sonra, yumurtalar tekrar yıkanacak ve kuruduktan sonra kırılma işlemi yerine getirilecektir.

e) Yumurtalar üretildikleri işletmelerde, toplanma işleminden hemen sonra depolarda violler içinde muhafaza edilecektir. Soğumadan önce paketlenmeyecek, kutulara konulmayacak ve yığın şeklinde istif edilmeyecektir.

f) Ambalajlamada kullanılan viol veya benzeri materyaller, dezenfekte edilmeden ikinci defa kullanılamazlar.

g) Yumurtaların mikrobiyolojik özellikleri EK-3'e uygun olacaktır.

h) Yumurta ürünlerinin mikrobiyolojik özellikleri EK-4'e uygun olacaktır.

İşyeri özellikleri

Madde 11 - Yumurta ürünleri üreten işyerleri, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin İşyeri Özellikleri bölümünde yer alan genel kurallara uygun olacaktır.

Ambalajlama, etiketleme ve işaretleme

Madde 12 - Yumurta ve yumurta ürünleri Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinin Ambalajlama ve Etiketleme-İşaretleme bölümünde yer alan genel kurallara uygun olarak ambalajlanacak, etiketlenecek ve işaretlenecektir. Bu kurallara ek olarak;

a) Yumurtaların ağırlık ve kalite sınıfı, ürün adı ile aynı yüzde belirtilecektir.

b) Paketlendiği tarihte hava boşluğu 4 mm veya daha düşük olan A sınıfı yumurtalar "ekstra" olarak nitelendirilebilir.

c) Herhangi bir konservasyon işlemine tabii tutulmamış ve +8°C'in altında soğutulmamış B sınıfı yumurtalar "B" işareti ile gösterilecektir.

d) +8°C'in altında soğutma işlemine tabii tutulmuş B sınıfı yumurtalar etikette "▲" işareti ile gösterilecektir.

e) Gaz karışımı ile konserve işlemine tabii tutulmuş, soğutularak veya soğutulmadan depo edilmiş B sınıfı yumurtalar etikette "◊" işareti ile gösterilecektir.

f) Yumurtaların etiketinde üretim tarihi olarak yumurtlanma tarihi yer alacaktır.

g) Yumurtaların etiketinde paketleme tarihi olarak yumurtanın satışa sunulmak üzere paketlendiği tarih yer alacaktır.

Taşıma ve depolama

Madde 13 - Yumurta ve yumurta ürünlerinin taşınması ve depolanması Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinin Taşıma ve Depolama bölümünde yer alan kurallara uygun olacaktır. Bu kurallara ek olarak;

a) Yumurta diğer kanatlı-hayvan türleri yumurtaları ile birlikte depo edilemez ve taşınamaz.

b) Yumurta 8-15°C'da ve %70-80 bağıl nem içeren depolarda muhafaza edilecektir.

c) Satış noktalarında yumurtalar +12 °C'in üzerinde muhafaza edilemez.

d) Yumurta ürünleri aşağıda verilen sıcaklık derecelerinde depolanacaktır.

<u>Ürün Tipi</u>	<u>Depolanma Sıcaklığı</u>
Derin dondurulmuş ürünler	- 18 °C
Dondurulmuş ürünler	- 12 °C
Soğutulmuş ürünler	+ 4 °C
Pastörize ürünler	+ 4 °C
Dehidre ürünler, yumurta akı hariç	+ 15 °C

Numune alma ve analiz yöntemleri

Madde 14 - Yumurta ve yumurta ürünlerinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinin Numune Alma ve Analiz Yöntemleri bölümünde belirtilen kurallara uygun olarak numune alınacak ve uluslararası kabul görmüş analiz yöntemleri uygulanacaktır.

Özel hükümler

Madde 15 - A sınıfında bulunan sofralık yumurtalarda A sınıfı özelliği taşımayan yumurta oranı %7'yi, içeriğinde kan lekesi ve et beneği bulunan yumurta oranı %1'i ve çatlak yumurta oranı %4'ü geçemez.

B sınıfında bulunan sofralık yumurtalarda ise B sınıfı özelliği taşımayan yumurta oranı ve çatlak yumurta oranı %7'yi geçemez.

Tescil ve denetim

Madde 16 - Yumurta ve yumurta ürünleri üreten, depo eden, paketleyen ve satan işyerleri, tescil ve izin, ithalat, kontrol ve denetim sırasında bu Tebliğ hükümlerine uymak zorundadır. Bu hükümlere uymayan işyerleri hakkında 24/06/1995 tarih ve 560 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname hükümlerine göre yasal işlem yapılır.

Denetim

Madde 17 - Bu Tebliğe ait hükümler 24/06/1995 tarihli ve 560 sayılı Kanun Hükmünde Kararnameye göre Tarım ve Köyşleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı'nca denetlenir.

Yürürlük

Madde 18 - Bu Tebliğ yayımı tarihinde yürürlüğe girer.

Yürürlükten kaldırılan mevzuat

Madde 19 - Bu Tebliğ'le; 02/02/1981 tarihli 17239 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan TS 1068 sayılı "Tavuk Yumurtası-Kabuklu", standardı mecburi uygulamadan kaldırılmıştır.

Yürütme

Madde 20 - Bu Tebliği Tarım ve Köyşleri Bakanı ve Sağlık Bakanı yürütür.

Geçici Madde 1- Halen faaliyet gösteren bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünleri üreten ve satan işyerleri, bu Tebliğ'in yayımı tarihinden itibaren 1 yıl içinde bu Tebliğ hükümlerine uymak zorundadır.

Çizelge E. 4.1.1.

Ağırlık Grubu	Ağırlık	100 Yumurtanın Minimum Ağırlığı	360 Yumurtanın Minimum Ağırlığı
1	≥ 70 g	7. 0 kg	25. 20 kg
2	65 – 70 g	6.6 kg	23.76 kg
3	60 – 65 g	6.1 kg	21.96 kg
4	55 – 60 g	5.6 kg	20.16 kg
5	50 – 55 g	5.1 kg	18.36 kg
6	45 – 50 g	4.6 kg	16.56 kg
7	≤ 45 g	≤ 4.5 kg	≤ 16.56

Kısım E.4.1.2.**Taze yumurta - A sınıfı yumurta**

Kutikula ve yumurta kabuğu: Normal, temiz ve hasarsız.

Hava boşluğu: 6 mm'den yüksek olmayacak ve hareket etmeyecek.

Yumurta akı: Berrak, saydam, jel kıvamında ve yabancı madde içermeyecek.

Yumurta sarısı: Işık muayenesinde merkezde yuvarlak gölge şeklinde homojen olarak görülecek, membranda yırtık olmayacak. Yumurtanın döndürülerek hareket ettirilmesinde merkezden belirgin şekilde ayrılmayacak ve yabancı madde içermeyecek.

Mikroorganizma: Yumurta içeriğinde gözle görülebilir hiçbir mikroorganizma kolonisi ve parazit içermeyecek.

Depo yumurta - B sınıfı yumurta

Yumurta kabuğu : Normal, temiz veya hafif kirli ve hasarsız.

Hava boşluğu : 9 mm'den yüksek olmayacak.

Yumurta akı : Berrak, saydam olacak ve yabancı madde içermeyecek.

Yumurta sarısı : Işık muayenesinde yumurta sarısında yabancı madde görülmecektir.

Mikroorganizma : Yumurta içeriğinde gözle görülebilir hiçbir mikroorganizma kolonisi ve parazit içermeyecek.

Sanayi tipi yumurta - C sınıfı yumurta

A ve B sınıf yumurta özelliklerini taşımayan yumurtalar C sınıfı yumurtalardır. Bu yumurtalar ancak gıda sanayiinde kullanılabilirler, direkt tüketime sunulamazlar.

8. ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 12.12.1979

Doğum Yeri: Konya

ÖĞRENİM DURUMU

20003-2006: Celal Bayar Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Yüksek Lisans

2003-2005: Celal Bayar Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Tezsiz Yüksek Lisans

1999-2003: Celal Bayar Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Lisans

1994-1998: 70. Yıl Sağlık Meslek Lisesi

Katıldığı Çalışmalar:

Uluslararası Science Citation Index-Expanded (SCI-Expanded)’ce taranan dergilerde yayınlanmış makaleler

Tokuşoğlu Ö., Ünal M.K., Alakır İ. (2004). "Proximate Chemical Composition, Amino Acid and Fatty Acid Profiles of Sesame Seed Flours". *J.Food Sci.Technol.Mysore* . **Vol.41**, 409-412.

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

1. Tokuşoğlu Ö., Aycan Ş., Alakır İ. (2005). "Rapid Gas Chromatographic Detections of Cholesterol and Saturated-Unsaturated Fatty Acids in Raw and Boiled Quail Egg Yolk". *The XXIXth Symposium, Chromatographic Methods of Investigating the Organic Compounds*, Book of Abstracts.p.107, June 8th - 10th, 2005, Katowice-Szczyrk, POLAND. POSTER PRESENTATION

2. Tokusoglu Ö., Akalin A.S., Alakır İ. (2004). "Nutraceutical Profiles [Conjugated Linoleic Acid (CLA, 9c,11t- and 10t,12c 18:2), α -Tocopherol and Pyridoxine of Turkish Desert "Hoşmerim" Manufactured from Lor Cheese" In *1st International Congress on Functional Foods and Nutraceuticals Book of Abstracts*, p.48, April 27 in Antalya, Turkey (2004).