

# I. Beyaz Mısır ve Buğday Temeline Dayalı Karma Yemlere İlave Edilen Bazı Doğal ve Sentetik Renk Maddelerinin Yumurta Sarısının Rengi ve Verim Üzerine Etkileri\*

Figen KIRKPINAR, Ramazan ERKEK  
E.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bornova, İzmir-TÜRKİYE

Geliş Tarihi : 09.09.1996

**Özet:** Bu çalışma beyaz mısır, buğday temeline dayalı karma yemlere ilave edilen lutein, yonca unu, kadife çiçeği unu, kırmızı biber unu,  $\beta$ -apo-8'-karotenolik asit etil ester, kantaksantin ve  $\beta$ -apo-8'-karotenolik asit etil ester-kantaksantin (3:1) karışımının yumurta sarısının rengi ve verim üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. En yüksek Roche renk yelpazesi değeri (RCF) kantaksantin ve  $\beta$ -apo-8'-karotenolik asit etil ester-kantaksantin karışımında, en yüksek  $\beta$ -karoten eşdeğerliliği (BCE)  $\beta$ -apo-8'-karotenolik asit etil esterde, en yüksek Hunter L değeri kontrol ve luteinde, en yüksek Hunter a değeri kırmızı biberde ve en yüksek Hunter b değeri  $\beta$ -apo-8'-karotenolik asit etil ester ile yonca ununda bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve canlı ağırlık bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.01$ ).

**Anahtar Sözcükler:** Pigmentasyon, renk maddeleri.

## The Effects of Some Natural and Synthetic Pigment Materials on Egg Yolk Pigmentation and Production in White Corn and Wheat Based Diets

**Abstract:** The study was carried out to investigate the effect of adding lutein, alfalfa meal, marigold meal, paprika meal,  $\beta$ -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester, canthaxanthin and  $\beta$ -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester+canthaxanthin (3:1) on egg yolk pigmentation and production in white corn and wheat diets. The maximum Roche color fan (RCF) value was found in canthaxanthin and the mixture of  $\beta$ -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester and canthaxanthin. The maximum  $\beta$ -carotene equivalent (BCE) value was found in  $\beta$ -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester. The maximum Hunter L value was found in the control and lutein. The maximum Hunter a value was found in paprika meal. The maximum Hunter b value was found in  $\beta$ -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester and alfalfa meal ( $P<0.01$ ). There were no significant differences among the groups for egg production, egg weight and weight gain ( $P>0.01$ ).

**Key Words:** Pigmentation, pigment sources.

## Giriş

Özellikle pazarlama ve tüketici açısından önem kazanan bir iç kalite kriteri olan yumurta sarı rengi ksantofiller olarak bilinen renk maddeleri tarafından oluşturulmaktadır. Tavuklar renk maddelerini organizmalarında sentezleyemezler. Yemlerle organizmalarına aldıkları renk maddelerini yumurta sarısına aktarırlar. Yumurta tavukları lutein, zeaksantin ve kantaksantini, kriptoksantin, ekinenon, viyolaksantin, neoksantin ve karotenoidlerin oksidasyon ürünlerine göre daha iyi değerlendirirler (1-5). Yumurta sarısının rengine luteinin tek başına katkısı yaklaşık % 70 kadardır. Luteinden sonra en önemli etki zeaksantin tarafından oluşturulmaktadır. Lutein ve zeaksantin yanısıra yumurta sarısında karoten, kriptoksantin, kapsantin ve kantaksantin de izole edilmiştir. Yumurta tavukları, yemle tüketilen renk maddelerinin düzeyine bağlı olarak

değişmekle birlikte yemlerindeki renk maddelerinin ancak % 10-14'ünü yumurta sarısında biriktirebilmektedirler. Yemlerle sağlanan renk maddelerinin yumurta sarısındaki etkileri ikinci yumurtadan itibaren görülmeye başlar ve 9-12 gün içerisinde en yüksek düzeyine ulaşır. Karma yemlerden renk maddelerinin çıkarılmasının etkileri ise daha yavaş görülür ve 9-10 gün içerisinde yumurta sarısının rengine yansır (6, 7).

Yemlerle hayvana sunulan renk maddelerinin organizmada yumurta sarısının pigmentasyonu için değerlendirilmeleri birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Bu faktörlerin birçoğu doğrudan doğruya kullanılan renk maddesi kaynağına ve karma yemi oluşturan diğer bileşenlere, bir kısmı hayvanların genetik yapılarına ve yaşlarına, diğer bir kısmı da hastalıklara ve çevre koşullarına bağlıdır (8, 9).

\* Doktora çalışmasının bir bölümüdür. E.Ü. Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

Doğada renk maddelerini değişik düzeylerde içeren çok sayıda bitkisel kaynak bulunmaktadır. Bunlardan yaygın olarak kullanılanlar arasında sarı mısır, mısır gluten unu, yonca unu ve ekstraktı, kırmızı biber unu ve ekstraktı, kadife çiçeği unu ve ekstraktı, çayır otu ve yosun yer almaktadır. Yumurta tavuklarının karma yemlerinde doğal ksantofil kaynakları yanında, kimyasal sentez yoluyla elde edilen ve özellikle stabilite yönünden daha elverişli olan sentetik kaynaklar da kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanlar arasında  $\beta$ -apo-8'-karotenol,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve kantaksantin sayılabilir.

Bu çalışmada beyaz mısır, buğday temeline dayalı karma yemlere ilave edilen bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarısının rengi ve verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca yumurta sarısının renginin saptanmasında kullanılan görsel, kimyasal ve fiziksel yöntemler arasındaki korelasyonlar incelenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

### Hayvan Materyali

Araştırmada 53 hafta yaşında 192 adet Babcock kahverengi yumurtacı hibrit kullanılmıştır.

### Yem Materyali

Araştırmada kullanılan karma yemler % 15 ham protein ve 2650 kcal/kg çevrilebilir enerji içerecek şekilde hazırlanmıştır. Herhangi bir renk maddesi kaynağı bulunmayan beyaz mısır, buğday temeline dayalı karma yemlere (1. grup) 20 mg/kg düzeyinde toplam ksantofil içerecek şekilde 2. grupta lutein, 3. grupta yonca unu, 4. grupta kadife çiçeği unu, 5. grupta kırmızı biber unu, 6. grupta  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester, 7. grupta kantaksantin ve 8. grupta  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı (3:1) ilave edilmiştir. Araştırmada kullanılan renk maddesi kaynaklarının toplam ksantofil içerikleri Tablo 1'de, karma yemlerin yapıları ve besin madde içerikleri Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.

Tablo 1. Renk maddesi kaynaklarının toplam ksantofil içerikleri.

Renk maddesi kaynağı	Toplam ksantofil (mg/kg)
Yoncu unu	143.58
Kadife çiçeği unu	2874.88
Kırmızı biber unu	802.05
Lutein	20.000
$\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester	10.000
Kantaksantin	10.000

Tablo 2. Araştırmada kullanılan karma yemlerin yapıları (%).

Yem hammaddeleri	Karma yemler							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Beyaz mısır	38.00	38.00	40.00	38.00	34.00	38.00	38.00	38.00
Buğday	28.00	28.00	19.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Soya küspesi	19.00	19.00	15.37	19.00	17.00	19.00	19.00	19.00
Buğday kepeği	5.30	5.20	-	4.60	8.80	5.10	5.10	5.10
Lutein	-	0.10	-	-	-	-	-	-
Yonca unu	-	-	13.93	-	-	-	-	-
KÇU <sup>1</sup>	-	-	-	0.70	-	-	-	-
KBU <sup>2</sup>	-	-	-	-	2.50	-	-	-
$\beta$ -apo etil ester	-	-	-	-	-	0.20	-	0.15
Kantaksantin	-	-	-	-	-	-	0.20	0.05
Bitkisel Yağ	-	-	2.00	-	-	-	-	-
Kireç Taşı	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Dikalsiyum fosfat	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tuz	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitamin karışımı <sup>3</sup>	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral karışımı <sup>4</sup>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
DL-Methionin	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

1. Kadife çiçeği unu, 2. Kırmızı biber unu.

3. Vitamin karışımı, 2.5 kg'ında 12.000.000 IU A vitamini, 2.000.000 IU D<sub>3</sub> vitamini, 35.000 IU E vitamini, 5000 mg K<sub>3</sub> vitamini, 3000 mg B<sub>1</sub> vitamini, 6000 mg B<sub>2</sub> vitamini, 20.000 mg Niasin, 6000 mg Kalsiyum D-pantotenat, 5000 mg B<sub>6</sub> vitamini, 15 mg B<sub>12</sub> vitamini, 750 mg Folik asit, 45 mg D-biotin, 125.000 mg Kolin klorid, 50.000 mg C vitamini içermektedir.

4. Mineral karışımı, 1 kg'ında 80.000 mg Manganez, 30.000 mg Demir, 60.000 mg Çinko, 5000 mg Bakır, 500 mg Kobalt, 2000 mg Lyot, 235.680 mg Kalsiyum içermektedir.

Besin maddeleri	Karma yemler							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kuru madde	89.20	89.80	88.57	90.14	89.27	89.00	90.00	89.10
Ham protein	15.29	15.18	15.00	15.37	15.11	15.12	15.40	15.00
Ham yağ	2.38	2.20	4.00	2.80	2.67	2.27	2.57	2.61
Ham sellüloz	2.60	2.40	5.26	2.96	2.96	2.64	2.94	2.50
Ham kül	8.17	8.23	8.24	7.82	7.90	8.15	8.10	7.93
Kalsiyum	3.45	3.46	3.63	3.56	3.49	3.45	3.47	3.50
Fosfor	0.69	0.72	0.68	0.72	0.68	0.70	0.68	0.70
Lisin*	0.70	0.69	0.69	0.69	0.66	0.69	0.69	0.69
Methionin+sistin*	0.64	0.62	0.63	0.63	0.60	0.64	0.64	0.64
Çevrilebilir enerji (kcal/kg)	2659	2657	2649	2658	2654	2655	2660	2659
Toplam ksantofil (mg/kg)	-	20.08	19.96	20.20	19.84	20.00	20.00	20.00

\* Çizelgelerdeki değerlerden yararlanılarak hesaplanmıştır (10).

## Metod

Araştırma E.Ü.Z.F. Zootekni Bölümü Tavukçuluk Biriminde 16 hafta süreyle yürütülmüştür. Tavuklar bu tesislerin perdeli tip kümeslerinde ve 3 katlı batarya tipi kafeslerde barındırılmıştır. Araştırma öncesi 3 hafta süreyle renk maddesi içermeyen kontrol grubu yemi ile ön yemleme yapılmıştır. Deneme gruplarının oluşturulmasında tavuklar şansa bağlı olarak seçilmiş ve farklı kafes katına yerleştirilmiştir. Karşılaştırılan 8 karma yemin her biri 8 tavuktan oluşan 3 alt grup olmak üzere 24'er tavuk üzerinde denenmiştir. Her kafes gözüne 4 tavuk yerleştirilmiştir. Yemleme serbest koşullarda olup, su sınırlaması yapılmamış ve ışık 16 saatte sabit olarak bırakılmıştır.

Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri ve karma yemlerin kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül içerikleri Weende analiz yöntemine göre, ham sellüloz Lepper yöntemi ile fosfor kolorimetrik ve kalsiyum permanganimetrik olarak saptanmıştır. Çevrilebilir enerji değerleri analizle bulunan ham protein, ham yağ, şeker ve nişasta değerlerinden yararlanılarak formül yardımıyla hesaplanmıştır (11). Renk maddesi kaynaklarının ve karma yemlerin toplam ksantofil tayini kromatografik olarak yapılmıştır (A.O.A.C., 12). Yumurta sarısında renk 2 haftada bir her gruptan 9 yumurta toplanarak görsel, kimyasal ve fiziksel olarak değerlendirilmiştir. Görsel değerlendirmelerde Vuilleumier (13) tarafından hazırlanan Roche renk yelpazesi (RCF) kullanılmıştır. Yumurta sarısında kimyasal renk ölçümü  $\beta$ -karoten eşdeğerliklerinin (BCE) esas alındığı spektrofometrik yöntem ile (A.O.A.C., 12) yapılmıştır. Fiziksel

değerlendirmelerde Hunter kolorimetre (Hunterlab Model D 25 Color Difference Meter) kullanılmıştır. Hunter'ın L değeri aydınlık derecesi veya ışık değerini, a değeri kırmızılığı ve b değeri sarılığı ifade eder.

Yumurta verimi verim kontrol kartlarına günlük olarak işlenmiş ve kümeste kalan tavuk esasına göre % olarak bulunmuştur. Yumurta ağırlığı 2 haftada bir her gruptan alınan 9 yumurta hassas terazide tartılarak, yem tüketimleri grup düzeyinde 2 haftada bir yapılan tartımlar ile belirlenmiştir. Yemden yararlanma her kg yumurta üretimi için tüketilen yem miktarı olarak hesaplanmıştır. Canlı ağırlıklar deneme başında ve sonunda yapılan bireysel tartımlar yoluyla bulunmuştur. Yem tüketimi ve yemden yararlanma istatistik olarak değerlendirilmemiştir.

İstatistik analizlerde Harvey (14), tarafından geliştirilen paket program kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda F testine göre gruplar arasındaki farklar önemli bulunduğunda Duncan (15) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## Araştırma Bulguları

### Yumurta Sarısının Rengi

Araştırmada yumurta sarısının rengi ile ilgili elde edilen değerler ve standart hataları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde RCF değerlerinin 1.25 ile 8.71 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer kantaksantin ve  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımında bulunmuştur. Bunları

	Gruplar								
	1	2	3	4	5	6	7	8	Sx
RCF	1.25 <sup>e</sup>	4.08 <sup>d</sup>	6.50 <sup>c</sup>	6.08 <sup>c</sup>	–	7.00 <sup>b</sup>	8.71 <sup>a</sup>	8.54 <sup>a</sup>	0.17
BCE	2.51 <sup>g</sup>	10.94 <sup>de</sup>	15.23 <sup>b</sup>	12.98 <sup>c</sup>	7.19 <sup>f</sup>	19.03 <sup>a</sup>	9.96 <sup>e</sup>	12.09 <sup>cd</sup>	0.52
L	80.79 <sup>a</sup>	80.46 <sup>a</sup>	76.15 <sup>b</sup>	78.88 <sup>b</sup>	59.05 <sup>e</sup>	76.76 <sup>b</sup>	71.57 <sup>d</sup>	73.12 <sup>c</sup>	0.37
a	-4.25 <sup>e</sup>	-3.02 <sup>e</sup>	4.08 <sup>d</sup>	3.57 <sup>d</sup>	31.61 <sup>a</sup>	3.44 <sup>d</sup>	18.15 <sup>b</sup>	11.75 <sup>c</sup>	0.60
b	42.30 <sup>d</sup>	45.35 <sup>c</sup>	47.18 <sup>ab</sup>	46.23 <sup>bc</sup>	31.64 <sup>f</sup>	43.44 <sup>a</sup>	40.53 <sup>e</sup>	43.60 <sup>d</sup>	0.47

Tablo 4. Yumurta sarısının rengine ait ortalamalar (x) ve standart hataları (Sx).

a-g. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.01).

$\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester, yonca unu, kadife çiçeği unu ve lutein izlemiştir. En düşük değer kontrol grubunda saptanmıştır. Ksantofil kaynağı olarak kırmızı biberin kullanıldığı 5. grupta albenisi olmayan pembe-kırmızı bir renk elde edilmiştir. Roche renk yelpazesinde bu renge uygun bir standart olmadığı için bu grupta RCF değeri saptanmamıştır.

BCE değerleri 2.51 ile 19.03 arasında değişmiştir. En yüksek değer  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil esterde görülmüştür. Bu grubu yonca unu, kadife çiçeği unu,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı, lutein, kantaksantin ve kırmızı biber grupları izlemiştir. En düşük değer kontrol grubunda saptanmıştır.

Hunter L değerleri 59.05 ile 80.46 arasında değişmiş ve en yüksek değeri kontrol ile lutein grupları göstermiştir. Bunları kadife çiçeği unu,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester, yonca unu,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı ve kantaksantin izlemiştir. En düşük değer kırmızı biberde görülmüştür. Hunter a değerleri incelendiğinde en yüksek a değeri kırmızı biberde görülmektedir. Bunu kantaksantin,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı, yonca unu, kadife çiçeği unu ve  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester izlemiştir. En düşük değer lutein ve kontrol gruplarında saptanmıştır. Hunter b değerleri -4.25 ile 31.61 arasında değişmiştir. Hunter b değerleri 31.64 ile 48.44 arasında değişmektedir. En yüksek b değeri  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve yonca ununda bulunmuştur. Bu grupları kadife çiçeği unu, lutein,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil

ester ile kantaksantin karışımı, kontrol ve kantaksantin izlemiştir. En düşük değer kırmızı biberde görülmüştür. Araştırmadan elde edilen RCF, BCE, L, a ve b değerleri bakımından gruplar arasında saptanan farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

#### Yumurta Sarısının Renk Değerleri Arasındaki Korelasyonlar

Yumurta sarı renginin belirlenmesinde kullanılan yöntemler arasındaki korelasyonlar Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5'te görüldüğü gibi RCF-BCE, RCF-L, RCF-a, RCF-b, BCE-b, L-a, L-b, a-b değerleri arasındaki ilişkiler önemli bulunmuştur (P<0.01).

#### Verimle İlgili Kriterler

Verim kriterlerine ait ortalamalar ve standart hataları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 incelendiğinde grupların yumurta verimlerinin % 66.93 ile % 69.01 arasında, yumurta ağırlıklarının 65.76 g ile 68.00 g arasında, canlı ağırlıkların 2133 g ile 2181 g arasında değiştiği görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda saptanan farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.01). Grupların yem tüketimleri 112.90 g ile 116.90 g arasında, yemden yararlanma değerleri 2.48 ile 2.59 arasında değişmiştir.

#### Tartışma ve Sonuç

Roche renk yelpazesi ile yapılan görsel değerlendirme sonuçlarına göre kontrol grubuyla karşılaştırıldığında

Özellik	BCE	RCF	L	a
RCF	0.5331*			
L	-0.1153	-0.6857*		
a	0.1164	0.7432*	-0.9526*	
b	0.3286*	-0.2896*	0.7771*	-0.7413

Tablo 5. Yumurta sarısının renk değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r).

\* P<0.01

Tablo 6. Verim kriterlerine ait ortalamalar (x) ve standart hataları (sx).

	1	2	3	4	Gruplar				Sx
					5	6	7	8	
Yem. verimi (%)	68.69	68.25	66.93	68.32	68.06	68.44	69.01	68.69	1.40
Yum. ağırlığı (g)	66.15	67.64	65.76	66.25	65.78	66.19	68.00	65.84	0.70
Yem tüketimi (g)	116.47	113.95	112.90	114.39	115.00	115.98	116.90	116.76	-
Y.Y* (kg/kg)	2.58	2.48	2.58	2.53	2.57	2.56	2.48	2.59	-
Canlı ağırlık (g)	2178	2161	2144	2160	2133	2182	2165	2152	24.9

\* Yemden yararlanma, her kg yumurta üretimi için tüketilen yem miktarıdır.

bütün gruplarda renk maddelerinin ilave edilmesi RCF ve BCE değerlerini artırmıştır ( $P < 0.01$ ). Ksantofil kaynağı olarak gerek kantaksantin tek başına kullanılması, gerekse  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve kantaksantin birlikte kullanılması en yüksek RCF değerini vermiştir. Bu grupları  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester, yonca unu, kadife çiçeği unu ve luteinin kullanıldığı gruplar izlemiştir. En düşük değer ksantofil kaynağı bulunmayan kontrol grubunda saptanmıştır. Kırmızı biber ile çok koyu ve ölçülemeyen bir renk elde edilmiştir. Yapılan birçok çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (2, 4, 16-22).

Ksantofil kaynağı olarak  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil esterinin kullanıldığı grup en yüksek BCE değerini göstermiştir. Bu grubu yonca unu, kadife çiçeği unu,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı, lutein, kantaksantin ve kırmızı biber grupları izlemiştir. En düşük değer ise kontrol grubunda saptanmıştır. Bu sonuçlar birçok araştırmacının (2, 16, 23-25) bulgularıyla uyumludur.

Fiziksel değerlendirme sonuçlarına göre, L değerleri incelendiğinde kontrol ve lutein gruplarında en yüksek L değeri saptanmıştır. Bunları kadife çiçeği unu,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester, yonca unu,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı ve kantaksantin izlemiştir. En düşük değer kırmızı biber ununda saptanmıştır. Hunter kolorimetre ile yapılan renk ölçümlerinde elde edilen a değerleri incelendiğinde en yüksek değer kırmızı biber grubunda olduğu görülmektedir. Bunu, kantaksantin,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı, yonca unu, kadife çiçeği unu ve lutein izlemiştir. En düşük a değeri kontrol grubunda saptanmıştır. En yüksek b değerini  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve yonca unu göstermiştir. Bunları kadife çiçeği unu, lutein,  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı, kontrol ve kantaksantin izlemiştir. En düşük

değer kırmızı biberde görülmüştür. Bu sonuçlar birçok araştırmacının bulgularıyla uyum göstermektedir (26-29).

Yumurta sarı rengini belirlemede kullanılan yöntemler arasındaki ilişkiler incelendiğinde RCF ve BCE değerleri arasındaki ilişki görsel ve kimyasal değerlendirmelerin, yine RCF ile L, a ve b değerleri arasındaki ilişki görsel ve fiziksel değerlendirmelerin birbiriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Yine BCE ile b değeri arasındaki ilişki BCE değeri ile sarı rengin kolaylıkla ifade edilebileceğini göstermektedir. Ancak BCE değeri ile a değeri arasında önemli bir ilişki bulunmaması BCE değeri ile kırmızılığın tam olarak ifade edilemediğini göstermektedir. Bu sonuçlar birçok araştırma ile desteklenmektedir (24, 25, 30).

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre kullanılan renk maddesi kaynakları, özellikle yonca unu ve kırmızı biber verim kriterlerini önemli düzeyde etkilememiştir. Bu sonuçlar birçok araştırma sonucu ile uyum içerisindedir (17, 31, 32). Ancak yonca unu gibi hacimli yemlerin yem tüketimini azaltabileceği (33), kırmızı biberin yapısında bulunan kapsantin maddesinin ise yem tüketimini artırabileceği ve yemden yararlanma üzerine olumlu etki yapabileceğine ilişkin görüşler de bulunmaktadır (34).

Sonuç olarak karmalarda temel yem olarak beyaz mısır ve buğday gibi renk maddeleri bakımından fakir yemler kullanıldığında ilave renk maddesi kaynaklarına gerek duyulmaktadır. Bu kaynaklardan araştırmada kullanılan lutein, yonca, kadife çiçeği ve kırmızı biber yumurta sarı rengini koyulaştırmakla birlikte  $\beta$ -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve kantaksantin daha etkili olmaktadır. Ancak bu kaynaklar 20 mg/kg düzeyinde kullanıldıklarında tüketici isteklerini karşılayacak koyulukta yumurta sarı rengi elde edilememektedir. Kırmızı biberin tek başına kullanılması yumurta sarı renginde istenmeyen, kırmızımtrak bir renk oluşturabilmektedir.

## Kaynaklar

1. Braunlich, K., Hoffman, F.: The chemistry and action of pigmenters in avian diets, XV World's Poultry Congress Proceedings, New Orleans, August 11–16, 1974.
2. Marusich, W.L., Bauernfeind, J.C.: Oxycarotenoid in poultry pigmentation, 2. Broiler studies. Poultry Sci. 1970, 49: 1566.
3. Marusich, W.L., Bauernfeind, J.C.: Oxycarotenoid in poultry feeds. Carotenoids as Colorants and Vitamin A Precursors. J.C. Bauernfeind ed., Academic Press Inc., New York, N.Y., 1981.
4. Nelson, T.S., Babbist, J.N.: Feed pigments. 2. The influence of feeding single and combined sources of red and yellow pigments on egg yolk color. Poultry Sci. 1966, 47: 924.
5. Streiff, K.: Sources of carotenoid for egg yolk pigmentation. Yolk Colour as an Egg-Quality Factor Symposium, Roche, London, 1970.
6. Anjaneylu, Y.V., Kurnick, A.A., Reid B.L., Egg yolk pigmentation. Effect of ethoxyquin. Poultry Sci. 1961, 40: 1372.
7. Hinton, C.F., Fry J. L., Harms, R.H.: Influence of xanthophyll free pullet grower diet on subsequent egg yolk pigmentation. Poultry Sci. 1974, 53: 223.
8. Belyavin, C.G.: The evaluation of egg yolk pigmenters. Kemira Europa N.V., Belgium, 1981.
9. El Baushly, A.R., Raterink R.: Various aspects of egg yolk pigmentation explored. Feedstuffs 1989, 30: 41.
10. Özkan, K., Bulgurlu, Ş.: Kümes hayvanlarının beslenmesi. E.Ü.Z.F. Yayınları, No: 264, İzmir, 1988.
11. Akyıldız, R.: Yemler bilgisi laboratuvar klavuzu. A.Ü.Z.F. Yayınları: 895, A.Ü. Basımevi, Ankara, 1984.
12. A.O.A.C.: Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 13 th ed. Washington, D.C., 1980.
13. Vuilleumier, J.P.: The roche yolk colour fan—an instrument for measuring yolk colour. Poultry Sci. 1969, 48: 767.
14. Harvey, W.R.: Instructions for use of LSM LMN. Ohio State Univ., Columbus, Ohio, Polyp. Copy. 1972.
15. Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F.: İstatistik Metodları 1. A.Ü.Z.F. Yayın No: 861/229. Ankara, 1983.
16. Coon, C.N., Couch, J.R.: Effect of storage and fatty acid ester on the utilization of xanthophyll from marigold meal by laying hens. Poultry Sci. 1976, 55: 841.
17. Couch, J.R., Farr F.M.: Canthaxanthin and  $\beta$ -apo-8'-carotenal as feed additives for increasing egg yolk pigmentation. Br. Poultry Sci. 1971, 12: 49.
18. Couch, J.R., Camp A.A., Farr, F.M.: The supplementary effect of adding canthaxanthin to diet containing natural sources of pigmentation compounds on the pigmentation of broilers. Br. Poultry Sci. 1971, 12: 205.
19. Fletcher, D.L., Harms, R.H., Janky, D.M.: Yolk color characteristics, xanthophyll availability and a model system for predicting egg yolk color using beta-apo-8'-carotenal and canthaxanthin. Poultry Sci. 1978, 57: 624.
20. Hinton, C.F., Fry, J.L., Harms, R.H.: Subjective and colorimetric evaluation of xanthophyll utilization of natural and synthetic pigments in broiler diets. Poultry Sci. 1973, 52: 2169.
21. Papa, C.M., Fletcher, D.L., Halloran, H.R.: Utilization and yolk coloring capability of xanthophylls from synthetic and high xanthophyll concentrates. Poultry Sci. 1985, 64: 1464.
22. Overfield, N.: Achieving satisfactory yolk colour using only synthetic colour pigments in the diet. Gleadthorpe Experimental Husbandry Farm Poultry Booklet No: 8. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Mansfield, 1981.
23. Guenther, E., Carlson, C.W., Olsen, O.E., Kohler, G.O., Livingston, A.L.: Pigmentation of egg yolks by xanthophylls from corn, marigold, alfalfa and synthetic sources. Poultry Sci. 1973, 52: 1787.
24. Fletcher, D.L.: An evaluation of the AOAC method yolk color analysis. Poultry Sci. 1980, 59: 1059.
25. Fletcher, D.L., Halloran, H.R.: An evaluation of a commercially available marigold concentrate and paprika oleoresin on egg yolk pigmentation. Poultry Sci. 1981, 60: 1846.
26. Hamilton, P.B., Tirado, F.J., Hernandez, F.G.: Deposition in egg yolks of the carotenoids from saponified and unsaponified oleoresin of red pepper (capsicum annum) fed to laying hens. Poultry Sci. 1990, 69: 462.
27. Nelson, T.S., Janky, D.M., Harms, R.H.: A thirteen day assay for use in pigmentation evaluation of egg yolks. Poultry Sci. 1990, 69: 1610.
28. Philip, T., Weber, C.W., Berry, J.W.: Color measurement of egg yolks. An instrumental method. Poultry Sci. 1976, 56: 1305.
29. Yacowitz, H., Janky, D.M., Harms, R.H.: The influence of light on egg yolk pigmentation. Poultry Sci. 1986, 65: 508.
30. Bartov, I., Bornstein, S.: Yolk color as affected by diet. XV World's Poultry Congress Proceedings, New Orleans, August 11–16, 1974.
31. Özen, N.: Comparative evaluation of alfalfa in layer diets. Msc. thesis. University of Nebraska. Lincoln, Nebraska, 1979.
32. Splittgerber, H., Wein, F.K., Arhelger, R.: Hungarian paprika as a feed additive for broilers and laying poultry. News and Reviews. 1972, Roche.
33. Gleaves, E.W., Tonkinson, L.W., Wolf, J.D., Harman, C.K., Thayer, R.H., Morrison, R.D.: The action and interaction of physiological food intake regulators in the laying hen. Effects of dietary factors upon feed consumption and production responses. Poultry Sci. 1968, 47: 38.
34. Gürocak, B.: Ksantofillerden kırmızı biberin (capsicum annum) yumurta sarı ve deri pigmentlerine etkisi. A.Ü.Z.F. Yayın No: 947 Ankara, 1983.