

2. Sarı Mısır 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 % 60 sarı mısır temeline dayalı karma yemlere ilave edilen lutein, yonca unu, kadife çiçeği unu, kırmızı biber unu, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, kantansantin ve β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantansantin karışımının (3:1) yumurta sarısının rengi ve verim üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. En yüksek Roche renk yelpazesi değeri (RCF) kırmızı biberde, en yüksek β -karoten eşdeğerliliği (BCE), yonca unu, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve kadife çiçeğinde en yüksek Hunter L değeri kontrol grubunda, en yüksek Hunter a değeri kırmızı biberde ve en yüksek Hunter b değeri luteinde 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 Yellow Corn Diets

Abstract: The study was carried out to investigate the effect of lutein, alfalfa meal, marigold meal, paprika meal, β -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester, canthaxanthin and β -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester+canthaxanthin in addition to 60% yellow corn diets on egg yolk pigmentation and production. Paprika meal showed the maximum Roche color fan value (RCF). β -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester, alfalfa meal and marigold meal showed the highest β -carotene equivalents value (BCE). The maximum Hunter L value was found in the control group. Paprika meal showed the maximum Hunter a value. Lutein had the highest Hunter b value ($P<0.01$). 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

Yumurta sarısında tüketicilerin hoşlandığı koyu sarı renk, köy tipi küçük işletmelerde tavukların dışarıda dolaşarak yedikleri yeşil otlar, böcekler ve hayvan gübrelere ile sağlanabilmektedir. Ancak tavukçuluktaki hızlı sanayileşme ile birlikte küçük işletmelerin yerini, gelişmiş kapalı sistemler almış ve tavukların doğada serbest dolaşım olanakları kalmamıştır. Bu durumda renk maddesi kaynaklarının doğrudan yeme katılarak verilme zorunluluğu doğmuştur. Bu nedenle, yumurta tavuğu karma yemlerine doğal ya da sentetik renk maddesi kaynakları ilave edilmektedir.

Doğal kaynaklar içerisinde en çok kullanılanlar arasında bulunan sarı mısır, kadife çiçeği ve yoncada genel olarak sarı renkli lutein, kırmızı biber ununda ise kapsantin ve kapsorubin gibi kırmızı renkli karotenoidler hakimdir. Lutein genellikle yumurta sarısını koyudan

limon sarısına kadar değişen renklerde etkilerken, özellikle mısırdaki önemli düzeyde bulunan zeaksantin, kırmızı biberde bulunan kapsantin ve kapsorubin gibi kırmızı renkli karotenoidler altın sarısından portakal sarısına kadar değişen renkler oluştururlar. Sentetik kaynaklardan β -apo-8'-karotenoik asit etil ester sarı, kantansantin ise kırmızı renklidir (1, 2).

Yumurta tavukları genel olarak sarı mısırdaki, yonca ununa göre daha iyi değerlendirmektedir. Sarı mısır standart olarak ele alındığında yonca ununun yumurta sarısının pigmentasyonundaki etkinliğini Marusich ve Bauernfeind (2) % 31-100, Belyavin ve Marangos (3) % 31-80 olarak bildirmişlerdir. Bartov ve Bornstein (4) ksantofillerden yararlanmayı mısırdaki % 25.9-31.1, yoncada % 15-21.6 olarak bulmuşlardır Middendorf ve ark. (5)'na göre kadife çiçeğinden % 22.2-46.2 düzeyinde bir yararlanma söz konusu olmaktadır. Aynı araştırmacılar β -apo-8'-karotenoik asit etil estere göre

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

yoncadan % 45.9, kadife çiçeğinden % 29.1 kadar bir yararlanma saptamışlardır. Brambila ve ark. (6)'na göre % 0.25 düzeyinde kadife çiçeği % 5 yonca unu ile aynı düzeyde bir pigmentasyon sağlamaktadır. Karma yemlerde % 0.5 düzeyinde kullanılan kırmızı biberin ise arzu edilen sarı portakal rengi sağladığı bildirilmektedir. Marusich ve Bauernfeind (7) β -apo-8'-karotenoik asit etil esterinin yumurta tavuklarında günde 0.3 mg düzeyinde tüketildiğinde % 67.5'inin, günde 7.5 mg düzeyinde tüketildiğinde ise % 59'unun yumurtada biriktiğini bildirmektedir. Ancak β -apo-8'-karotenoik asit etil esterinin yumurtada birikimi, tüketilen miktarının yanısıra genotipe, karma yemin diğer bileşenlerine ve yaşa bağlı olarak % 8'e kadar düşebilmektedir (8). Henken (9)'e göre β -apo-8'karotenoik asit etil esterden, sarı mısıra göre daha iyi yararlanılmaktadır. Aynı araştırı kantaksantin % 30-45 düzeyinde yumurta sarısında depolanabildiğini belirtmektedir (10). Marusich ve Bauernfeind (7), kantansantinden yararlanmanın % 34-38, Karunajeewa (11) ise % 13-18 olduğunu bildirmektedir. Karunajeewa (12), kantansantin gibi kırmızı renkli kaynakların yumurta sarısında sarı-portakal bir ton oluşturabilmesi için sarı renk maddeleriyle kantaksantin arasında 3:1 gibi bir oran bulunması gerektiğini vurgulamaktadır. Kuther (13)'e göre karmalara kantaksantin ilavesi kırmızı bibere göre daha etkili olmaktadır.

Bu çalışmada bazı doğal ve sentetik renk maddesi kaynaklarının sarı mısır ile olan kombinasyonlarının yumurta sarı pigmentasyonu ve verim üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Pratikte yumurta tavuklarının karma yemlerinin temeli sarı mısıra dayandığı için renk maddeleri % 60 düzeyinde sarı mısır içeren yemlere ilave edilmiştir. Ayrıca yumurta sarı renginin saptanmasında kullanılan görsel, kimyasal ve fiziksel yöntemler arasındaki korelasyonlar incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Hayvan Materyali

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

Yem Materyali

Araştırmada % 60 düzeyinde sarı mısır içeren karma yem kontrol grubu (1. grup) olarak kullanılmıştır. Kontrol grubu yemine toplam 20 mg/kg ksantofil içerecek şekilde 2. grupta lutein, 3. grupta yonca unu, 4. grupta kadife çiçeği unu, 5. grupta kırmızı biber unu, 6. grupta β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, 7. grupta

kantaksantin ve 8. grupta β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı ilave edilmiştir. Tablo 1'de kullanılan renk maddesi kaynaklarının toplam ksantofil içerikleri, Tablo 2'de karma yemlerin yapılan ve Tablo 3'de besin madde içerikleri verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan renk maddesi kaynaklarının toplam ksantofil içerikleri.

Renk maddesi kaynağı	Toplam ksantofil (mg/kg)
Sarı mısır	17.39
Yonca unu	143.58
Kadife çiçeği unu	2874.88
Kırmızı biber unu	802.05
Lutein	20.000
β -apo-8'-karotenoik asit etil ester	10.000
Kantaksantin	10.000

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. Başlangıç tarihinden önce 3 hafta renk maddesi içermeyen beyaz mısır, buğday temeline dayalı bir karma yemle 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 toplam 24'er tavuk üzerinde denenmiştir. Her kafes gözüne 4 tavuk yerleştirilmiştir. Yem ve su sınırlaması yapılmamıştır. Aydınlatma 16 saat yapılmıştır. Araştırmada yem hammaddelerinin ve karma yemlerin kuru madde, ham protein, ham yağ ve ham kül içerikleri Weende analiz yöntemine göre, ham sellüloz Lepper yönetimi ile, fosfor kolorimetrik ve kalsiyum permanganimetrik olarak saptanmıştır. Çevrilebilir enerji içeriği analizle bulunan ham protein, ham yağ, nişasta ve şeker değerlerinden yararlanılarak formül yardımıyla hesaplanmıştır (15). Toplam ksantofil içerikleri kromotografik olarak tayin edilmiştir (16). Yumurta sarısında renk ölçümleri her 2 haftada bir her grup için 9 yumurta toplanarak görsel, kimyasal ve fiziksel olarak yapılmıştır. Görsel ölçümlerde Roche renk yelpazesi (RCF), kimyasal ölçümlerde yumurta sarısının aseton içerisindeki ekstraktlarına ait β -karoten eşdeğerliliklerinin (BCE) esas alındığı spektrofotometrik yöntem (16) ve fiziksel ölçümlerde Hunter kolorimetre (Hunterlab Model D25 Color Difference Meter) kullanılmıştır. Hunter'ın L değeri aydınlık derecesi veya ışık

Yem hammaddeleri	Karma yemler							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sarı mısır	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Soya küspesi	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Buğday kepeği	14.30	14.25	7.63	13.96	13.10	14.20	14.20	14.20
Lutein	-	0.05	-	-	-	-	-	-
Yonca unu	-	-	6.67	-	-	-	-	-
KÇU ¹	-	-	-	0.34	-	-	-	-
KBU ²	-	-	-	-	1.20	-	-	-
β-apo etil ester	-	-	-	-	-	0.10	-	0.07
Kantaksantin	-	-	-	-	-	-	0.10	0.03
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 ³	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Mineral karışımı ⁴	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

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

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 D₃ vitamini, 35.000 IU E vitamini, 5000 mg K₃ vitamini, 3000 mg B₁ vitamini, 6000 mg B₂ vitamini, 20.000 mg niasin, 6000 mg kalsiyum D-pantotenat, 5000 mg B₆ vitamini, 15 mg B₁₂ 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 iyot, 235.680 mg kalsiyum içermektedir.

Besin maddeleri	Karma yemler							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Kuru madde	88.90	90.00	90.07	89.89	89.92	89.88	90.00	89.98
Ham protein	15.10	15.15	15.30	15.00	15.06	15.10	15.00	15.13
Ham yağ	3.00	2.96	2.85	2.95	3.07	2.98	3.05	2.96
Ham sellüloz	2.97	2.91	4.15	3.88	2.71	2.70	2.83	3.17
Ham kül	7.80	8.00	7.88	7.64	8.22	8.00	7.92	7.90
Kalsiyum	3.40	3.49	3.54	3.46	3.52	3.57	3.40	3.60
Fosfor	0.75	0.78	0.70	0.74	0.73	0.76	0.78	0.74
Lisin*	0.60	0.60	0.66	0.60	0.62	0.60	0.60	0.60
Methionin+sistin*	0.58	0.58	0.51	0.50	0.50	0.58	0.58	0.58
Çevrilebilir enerji (kcal/kg)	2661	2658	2653	2660	2653	2662	2660	2663
Toplam ksantofil (mg/kg)	10.46	20.20	20.44	20.44	20.56	20.00	20.00	20.00

Tablo 3. Araştırmada kullanılan karma yemlerin besin maddesi (%) ve toplam ksantofil içerikleri.

* Çizelgelerdeki değerlerden yararlanılarak hesaplanmıştır (14).

değerini, a değeri kırmızılığı ve b değeri ise sarılığın ifade eder.

Yumurta verimi, verim kontrol kartlarına günlük olarak işlenmiş ve kümeste kalan tavuk esasına göre %

olarak değerlendirilmiştir. Yumurta ağırlığının belirlenmesi için 2 haftada bir her gruptan alınan 9 yumurta hassas terazide tartılıp, ortalamaları alınmıştır. Yem tüketimi grup düzeyinde 2 haftada bir yapılan yem tartıları ile belirlenmiştir. Yemden yararlanma, her kg

yumurta üretimi için tüketilen yem miktarı olarak hesaplanmıştır. Canlı ağırlık deneme başında ve sonunda yapılan bireysel tartılar yoluyla bulunmuştur. Yem tüketimi ve yemden yararlanma değerlerine istatistik analiz yapılmamıştır.

İstatistik analizler Harvey (17), tarafından geliştirilen LSM LMN paket programı kullanılarak yapılmıştır. F testine göre gruplar arasındaki farklar önemli

bulduğunda Duncan (18), çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Bulgular

Yumurta Sarısının Rengi

Araştırma gruplarının yumurta sarı renginde meydana gelen değişmelere ilişkin ortalama değerler ve standart hataları Tablo 4'de verilmiştir.

	Gruplar								
	1	2	3	4	5	6	7	8	S \bar{x}
RCF	8.04 ^d	8.75 ^c	9.17 ^c	8.88 ^c	12.17 ^a	9.33 ^c	10.54 ^b	10.54 ^b	0.23
BCE	24.91 ^{cd}	29.83 ^b	36.44 ^a	36.01 ^a	23.10 ^d	36.19 ^a	26.56 ^c	32.02 ^b	0.99
L	75.29 ^a	74.14 ^b	73.70 ^b	73.72 ^b	64.23 ^d	73.75 ^b	72.16 ^c	72.47 ^c	0.32
a	7.80 ^c	6.03 ^d	9.14 ^c	7.68 ^c	23.98 ^a	9.02 ^c	13.49 ^b	12.83 ^b	0.55
b	47.67 ^c	49.33 ^a	48.72 ^{ab}	48.97 ^{ab}	41.18 ^e	48.67 ^b	46.44 ^d	47.58 ^c	0.21

Tablo 4. Yumurta sarısının rengine ait ortalamalar (\bar{x}) ve standart hataları (S \bar{x}).

a, b, c, d, e. Her kriter için farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden önemli derecede farklıdır (P<0.01).

Tablo 4 incelendiğinde Roche Renk Yelpazesi (RCF) değerlerinin 8.04 ile 12.17 arasında değiştiği görülmektedir. Görsel değerlendirme sonuçlarına göre kırmızı biberin kullanılması en yüksek RCF değerini vermiştir. Bu grubu kantaksatin, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, yonca unu, kadife çiçeği unu ve lutein izlemiştir. En düşük değer % 60 düzeyinde sarı mısır içeren ve toplam ksantafil içeriği 10.46 mg/kg olan kontrol grubunda saptanmıştır (P<0.01).

Kimyasal değerlendirme sonuçları incelendiğinde β -karoten eşdeğerliklerinin (BCE) 23.10 ile 36.44 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değerler yonca unu, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve kadife çiçeğinin kullanıldığı gruplarda saptanmıştır. Bu grupları β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı, kantaksantin ve kontrol grupları izlemiş, en düşük değer ise kırmızı biber grubunda görülmüştür (P<0.01).

Hunter kolorimetre ile elde edilen fiziksel değerlendirme sonuçlarına göre L değerleri 64.23 ile 75.29 arasında değişmiştir. En yüksek değer kontrol grubunda saptanmıştır. Lutein, yonca unu, kadife çiçeği unu ve β -apo-8'-karotenoik asit etil ester grupları kontrol grubunu izlemiş daha sonra β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı ve kantaksantin grupları gelmiştir. En düşük değer ise kırmızı biber grubunda saptanmıştır (P<0.01). En yüksek a değeri kırmızı biber grubunda görülmüştür. Bunu kantaksantin

ve β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı izlemiştir. Daha sonra yonca unu, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, sarı mısır ve kadife çiçeği grupları gelmiştir. En düşük değer lutein grubunda saptanmıştır. Hunter a değerleri 6.03 ile 23.98 arasında değişmiştir (P<0.01). Hunter b değeri incelendiğinde en yüksek değeri lutein göstermektedir. Bu grubu kadife çiçeği unu, yonca unu, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, sarı mısır ve β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı izlemiştir. En düşük değerler kantaksantin ve kırmızı biberde görülmüştür. Hunter b değerleri 41.18 ile 49.33 arasında değişmiştir (P<0.01).

Yumurta Sarısının Renk Değerleri Arasındaki Korelasyonlar

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

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

Verimle İlgili Kriterler

Verimle ilgili kriterlere ait ortalamalar ve standart hataları Tablo 6'da verilmiştir.

Araştırmada yumurta verimleri, % 67.80 ile % 69.02 arasında, yumurta ağırlıkları 65.64 g ile 67.21 g arasında, canlı ağırlıklar 2031 g ile 2092 arasında değişmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir

Özellik	BCE	RCF	L	a
RCF	-0.0345			
L	0.2339*	-0.6124*		
a	-0.2917*	0.6398*	-0.9025*	
b	0.3962*	-0.5804*	0.9486*	-0.8662*

* P<0.01

Tablo 5. Yumurta sarısının renk değeri arasındaki ilişkilere ait korelasyon katsayıları (r).

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

	Gruplar								S \bar{x}
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Yem. verimi (%)	68.51	68.44	67.80	68.28	69.02	68.77	68.28	68.54	1.50
Yum. ağırlığı (g)	66.06	67.21	65.64	66.97	66.68	66.58	65.71	66.06	0.66
Yem tüketimi (g)	115.75	116.70	114.43	116.61	115.41	116.90	114.75	115.05	-
Y.Y. *(kg/kg)	2.56	2.54	2.58	2.57	2.52	2.56	2.56	2.53	-
Canlı ağırlık (g)	2034	2092	2031	2075	2055	2052	2032	2037	18.19

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

fark saptanmamıştır (P>0.01). Grupların yem tüketimleri 114.43 g ile 116.70 g arasında, yemden yararlanma değerleri 2.52 ile 2.58 arasında değişmiştir.

Tartışma

Bu çalışmada % 60 sarı mısır temeline dayalı karma yemlere bazı doğal ve sentetik renk maddesi kaynakları ilave edilmesinin yumurta sarısının rengi ve verimle ilgili kriterler üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen görsel değerlendirme sonuçlarına göre % 60 sarı mısır kullanılan karma yeme kırmızı biber ve kantaksantin gibi kırmızı renkli ksantofil kaynaklarının katılması, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, yonca unu, kadife çiçeği unu ve lutein gibi sarı rengin hakim olduğu ksantofil kaynaklarının katılmasına göre daha etkili olmuştur. Bu bulgu, Nelson ve Babbitt (19) ile Tortuero (20)'un bildirişleriyle uyumludur.

Kimyasal değerlendirme sonuçlarına göre ksantofil kaynağı olarak yonca unu, β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ve kadife çiçeğinin kullanıldığı gruplar en yüksek β -karoten eşdeğerliliği (BCE) göstermiştir. Bu grupları β -apo-8'-karotenoik asit etil ester ile kantaksantin karışımı, lutein, kantaksantin ve kırmızı biber grupları izlemiştir. En düşük değer kontrol grubunda saptanmıştır. Bu sonuçlar Scott ve ark. (21)'nin bulgularıyla uyum

göstermektedir. BCE değeri üzerine, sarı mısır temeline dayalı karma yemlere özellikle sarı rengin hakim olduğu β -apo-8'-karotenoik asit etil ester, yonca unu, kadife çiçeği unu ve lutein gibi kaynakların ilave edilmesi, kırmızı renkli kırmızı biber unu ve kantaksantin gibi kaynaklara göre daha etkili olmuştur. Roche renk yelpazesi (RCF) değerinde ise bunun tam tersi bir durum söz konusu olmakta ve kırmızı pigment kaynakları ile daha yüksek RCF değerleri elde edilmektedir. Bu durum kırmızı pigmentlerin, yumurta sarısında sarı pigmentlere göre daha az birikmesi yanısıra görsel renk değeri üzerine daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgu Fletcher (22) ile Fletcher ve Halloran (23)'ün bulgularıyla uyumludur. Araştırmacılar, kırmızı renk veren kaynakların sarı renk verenlere oranla yumurta sarısında daha az birikmesi yanısıra bu kaynakların etkisinin BCE değeri ile tam olarak yansıtılamayacağını bildirmektedirler. Çünkü BCE değeri kırmızılık artışına paralel olarak yükselmemektedir.

L, a, b değerleri incelendiğinde kontrol grubuna renk maddesi kaynaklarının ilave edilmesinin L değerini düşürdüğü görülmektedir. Düşük L değeri, bu gruplarda a ve b değerlerinin yüksek olabileceğinin bir göstergesidir. Kırmızılık kriteri olan a değerini kırmızı biber ve kantaksantin gibi kırmızı renk veren kaynaklar diğerlerine göre daha fazla artırmıştır. Sarılık kriterleri olan b değeri üzerine ise lutein, kadife çiçeği, yonca unu,

β -apo-8'-karotenoik asit etil ester gibi sarı rengin hakim olduğu kaynaklar daha etkili olmuştur. Bu bulgular çeşitli araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (24-26).

Yumurta sarı renginin belirlenmesinde kullanılan yöntemler arasındaki ilişkiler dikkate alındığında RCF-L, RCF-a ve RCF-b değerleri arasındaki ilişki görsel ve fiziksel değerlendirmelerin, yine BCE-L, BCE-a ve BCE-b değerleri arasındaki ilişki kimyasal ve fiziksel değerlendirmelerin birbiriyle uyumlu olduğunu gösterirken BCE ve RCF değerleri arasında önemli bir ilişki bulunmaması kimyasal ve görsel değerlerin birbirlerini tam olarak yansıtamadığını göstermektedir. Benzer şekilde Bartov ve Bornstein (27), kimyasal yöntemlerin kişilerin görsel izlenimleri ile her zaman uyumlu olmadığını, Carlson ve ark. (28) ile Farr. ve ark

(29) ise görsel yöntemlerin kimyasal yöntemlere göre kırmızı pigmentlere daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada kullanılan renk maddesi kaynakları verim kriterlerini önemli düzeyde etkilememiştir. Bazı araştırmacılar (3, 23, 26) bu sonucu desteklerken, diğer bazı araştırmacılar (11, 12) kullanılan renk maddesi kaynaklarının verim kriterleri üzerine etkili olduğunu belirtmektedir.

Sonuç olarak sarı mısır yumurta pigmentasyonunda etkili olmakla birlikte % 60 düzeyinde kullanılması tüketici isteklerine uygun yumurta sarı pigmentasyonu için yeterli olmamaktadır. Sarı mısıra ilave olarak özellikle kırmızı rengin hakim olduğu kırmızı biber ve kantaksantin birlikte kullanılması ile portakal-sarı tonunda koyu sarılı yumurtalar elde edilebilmektedir.

Kaynaklar

1. Khan, N.: Pigmenting properties of carotenes. Feed Mix 1995, Vol. 3, No.3, 18.
2. Marusich, W.L., Bauernfeind, J.C.: Oxycarotenoids in poultry feeds. Carotenoids as colorants and vitamin A precursors, J.C. Bauernfeind, ed. Academic Press Inc. New York, NY., 1981.
3. Belyavin, C., Marangos, A.G.: The value of natural products for yolk pigmentation. Poultry Misset 1988, 4: 11.
4. Bartov, I., Bornstein S.: Studies on egg yolk pigmentation 2. Effect of ethoxyquin on xanthophyll utilization. Poultry Sci. 1966, 45: 297.
5. Middendorf, D.F., Childs, G.R., Gravens, W.W.: Variations in the biological availability of xanthophyll within and among generic sources. Poultry Sci. 1980, 59: 1460.
6. Brambila, S., Pino, A., Mendoza, C.: Studies with a natural source of xanthophylls fo the pigmentation of egg yolk and skin of poultry Sci. 1963, 42: 294.
7. Marusich, W.L., Bauernfeind, J.C.: Oxycarotenoid in poultry pigmentation. I. Yolk studies. Poultry Sci. 49: 1555, 1970.
8. Norman, G.M., Sykes, A.H., Bayley, H.S.: Deposition of orally administered β -carotene, β -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester and zeaxanthin in the egg yolk by laying hens. Br. Poultry Sci. 1973, 14: 507.
9. Hencken, H.: Pigmenting agents for the mixed feed manufacturing. Feed Magazine 1989 March-April.
10. Hencken, H.: Chemical and physiological behaviour of feed carotenoids and their effects on pigmentation. Poultry Sci. 1992, 71: 711.
11. Karunajeewa, H., The deposition of synthetic oxycarotenoids in egg yolks. World's Poultry Sci. J. 36: 219, 1980.
12. Karunajeewa, H.: Nutritional, economic and safety aspects of egg yolk pigmentors. Proceeding of the 1988 Symposium. The University of Sydney, February, 1988.
13. Kuther, K.: Pigmentation of egg yolk. Nutr. Abs. and Rev. 1988, 58. 321.
14. Özkan, K., Bulgurlu, Ş.: Kümes hayvanlarının beslenmesi. E.Ü.Z.F. Yayınları, No: 264, Izmir, 1988.
15. Akyıldız, R.: Yemler bilgisi laboratuvar klavuzu. A.Ü.Z.F. Yayınları 895, A.Ü. Basımevi, Ankara, 1984.
16. A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemist, Official Methods of Analysis, 13 th ed. Washington, D.C., 1980.
17. Harvey, W.R.: Instructions for use of LSM LMN. Ohio State Univ., Columbus, Ohio, Polyp. Copy. 1972.
18. Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F.: İstatistik metodları 1. A.Ü.Z.F. Yayın No 861/229, Ankara, 1983.
19. Nelson, T.S., Babtist, J.N.: Feed pigments. 2. The influence of feeding single and combined sources of red and yellow pigments on egg yolk color. Poultry Sci. 1968, 47: 924.
20. Tortuero, F.: Effects of different levels of dehydrated alfalfa meal in practical rations of laying hens on the pigmentation of egg yolk, their influence in the utilization of red xanthophylls (capsanthin and capsorubin), Poultry Sci. 1968, 47: 376.
21. Scott, M.L., Ascarelli I., Olson, G.: Studies of egg yolk pigmentation. Poultry Sci. 1968, 47: 863.
22. Fletcher, D.L.: An evaluation of AOAC method yolk color analysis. Poultry Sci. 1980, 59: 1059.
23. 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.

24. 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.
25. Nelson, T.S., Janky, D.M., Harms, R.H.: Research Note: A thirteen day assay for use in pigmentation evaluation of egg yolks. *Poultry Sci.* 1990, 69: 1610.
26. Papa, C.M., Fletcher, D.L., Halloren, H.R.: Utilization and yolk coloring capability of xanthophylls from synthetic and high xanthophylls concentrates. *Poultry Sci.* 1985, 64: 1464.
27. Bartov, I., Bornstein, S.: Yolk color as affected by diet. XV World's Poultry Congress Proceedings, August 11–16, New Orleans, 1964.
28. Carlson, C.W., Halverson, A.W., Kohler, G.O., Some effects of dietary pigmenters on egg yolks and mayonnaise. *Poultry Sci.* 1964, 43: 654.
29. Farr, F.M., Creger, C.R., Couch, J.R.: Egg yolk pigmentation. *Poultry Sci.* 1962, 41: 1643.