

Research Article
(Araştırma Makalesi)



J. Anim. Prod., 2021, 62 (2): 127-135

<https://doi.org/10.29185/hayuretim.822362>

Selim MERT¹  0000-0003-2083-0450
Figen KIRKPINAR¹  0000-0002-2018-755X

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü,
Bomova-İzmir

Corresponding author: selim.mert@ege.edu.tr

* Bu makale sorumlu yazarın doktora tezinden elde edilmiştir.

Karma Yemlere İlave Edilen Karotenoidlerin Etlik Piliçlerin Et Kalitesi Üzerine Etkileri

The Effects of Carotenoids Added to Mixed Feeds on Meat Quality of Broilers

Alınış (Received): 06.11.2020

Kabul tarihi (Accepted): 04.04.2021

Anahtar Kelimeler:

Etlik piliç, lutein, likopen, zeaksantin, et kalitesi

Keywords:

Broiler, lutein, lycopene, zeaxanthin, meat quality

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada etlik piliç karma yemlerine ilave edilen karotenoidlerin et kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada hayvan materyali olarak 840 adet günlük yaşta Ross 308 erkek etlik civciv kullanılmış ve eşit sayıda rastgele yedi gruba ayrılmışlardır. Birinci grup (K); renk maddesi katkısı yapılmayan ve standart yemle beslenen kontrol grubu, ikinci grup (LK); standart karma yeme 80 ppm likopen ilaveli, üçüncü grup (LT); standart karma yeme 80 ppm lutein ilaveli, dördüncü grup (ZK); standart karma yeme 80 ppm zeaksantin ilaveli, beşinci grup (LK+LT); standart karma yeme 40 ppm likopen ve 40 ppm lutein ilaveli, altıncı grup (LK+ZK); standart karma yeme 40 ppm likopen ve 40 ppm zeaksantin ilaveli, yedinci grup (LT+ZK) ise 40 ppm zeaksantin ve 40 ppm lutein ilaveli yemlerle beslenen gruplar olacak şekilde düzenlenmiştir. Hayvanlara yem ve su ad-libitum olarak sunulmuştur.

Bulgular: Etlik piliçlere ait göğüs eti malondialdehid değerleri (MDA) ile karbonil değerleri, göğüs ve but eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, göğüs eti renk değerleri, duyu özellikleri (koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm, genel beğeni), göğüs etine ait fiziksel özellikler (çözdürme ve pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi, tekstür), saptanmıştır.

Sonuç: Karma yemlere renk maddeleri ilavesi, göğüs eti MDA değerleri, göğüs eti "b" renk değeri ile etin sululuğu ve görünümü üzerinde önemli farklılıklara sebep olmuştur (P<0.05). Lutein, likopen ve zeaksantin kanatlı karma yemlerine ilavesi ile özellikle et rengi ve MDA değerleri üzerine olumlu etkiler saptanmıştır. Bu etkilerinden dolayı lutein, likopen ve zeaksantin iyi bir karotenoid kaynağı olarak önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

Objective: In this study, the effects of carotenoids addition in broiler feeds on meat quality was investigated.

Materials and Methods: Eight hundred forty of Ross 308 one day old male broiler chicks are randomly divided into seven groups. The first group (K) as the control group was fed with basal diet without any pigment additives, the second group (LK) was fed with 80 ppm lycopene added basal diet, the third group (LT) was fed with 80 ppm lutein added basal diet, the fourth group (ZK) was fed with 80 ppm zeaxanthin added basal diet, the fifth group (LK+LT) was fed with 40 ppm lycopene and 40 ppm lutein added basal diet, the sixth group (LK+ZK) was fed with 40 ppm lycopene and 40 ppm zeaxanthin added basal diet and the seventh group (ZK+LU) was fed with 40 ppm zeaxanthin and 40 ppm added basal diet, were designed. Feed and water were provided as *ad-libitum*.

Result: When the results obtained from the study were examined, body weight, breast meat MDA values, color of the breast meat's "b" color value and sensory analyzes, color and water content were found to be statistically significant (P<0.05).

Conclusion: The addition of lutein, lycopene and zeaxanthin to poultry feeds has positive effects on meat color and MDA. Due to these effects, it was concluded that lutein, lycopene and zeaxanthin can be recommended as a good source of carotenoids.



GİRİŞ

Et rengi tüketici tercihlerinde önemli bir faktör olup, genel beğeniyi etkilemektedir. Tüketiciler et rengini değerlendirerek etin kalitesi ve hayvanın sağlık durumu hakkında izlenim edinmektedirler. Tüketici taleplerinden dolayı karotenoidler gıda katkıları olarak geniş kullanım alanı bulmaktadırlar. Birçok karotenoid doğal olarak bulunmasına rağmen, çok az bir kısmı yem katkı maddesi olarak endüstriyel önem taşımaktadır. Karotenoidler 600'den fazla formu olan yağda çözünebilir ve çok büyük bir kısmı bitkisel kaynaklı olan; az bir kısmı ise maya, mantar, alg ve bakteriler tarafından biyosentezlenen bileşenlerdir (Goodwin, 1984).

Doğal renk maddeleri (karotenoidler), genel olarak karotenler ve bunların hidroksil taşıyan türevleri olan ksantofiller (okskarotenoidler) olarak ikiye ayrılırlar. Yumurta sarısı ve deriye sarı-kırmızı bir renk veren karotenoidler, ksantofildirler. Ksantofiller, karoten halkaları ve uzun zincirlerde p-pozisyonuna giren hidroksil grupları tarafından karakterize edilirler. Yaprak ksantofili olarak bilinen lutein α -karotenden, mısır ksantofili olarak bilinen zeaksantin ise β -karotenden türemiştir. Likopen ve diğer önemli hidrokarbon grubuna dâhil karotenoidlerin kimyasal yapı bakımından vitamin A ile yakın benzerlikleri bulunsa da vitamin A aktiviteleri yoktur veya çok azdır (Braunlich ve Hoffman, 1974; Goodwin, 1984; Olson, 1989). Kanatlı hayvanların beslenmesinde renk maddesi kaynağı olarak kullanılan karotenoidler doğal ve sentetik kaynaklar olabilmektedir. Doğada karotenoidleri değişik düzeylerde içeren bitkisel kaynaklar içerisinde yaygın olarak kullanılanlar sarı mısır, yonca, mısır glüten unu, kadife çiçeği, kırmızıbiber ve alg unlarıdır. Endüstride ise daha çok β -apo-8-karotenoik asit etil ester, ise β -apo-8-karotenol ve kantaksantin kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda tüketici talepleri doğrultusunda doğal kaynakların kullanılması önerilmekte ve doğal hammaddelerden elde edilen lutein, likopen ve zeaksantin kullanımı ön plana çıkmaktadır.

Perez-Vendrell et al. (2001) yaptıkları çalışmada karma yemlerde renk maddesi olarak % 25 ile % 10 düzeylerinde bulunan zeaksantin ve kantaksantin etlik piliçlerin besi performansı değerlerini istatistiksel olarak etkilemediğini; göğüs etine ait bütün renk parametrelerinin ise gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Koreleski and Swiatkiewicz (2007) ise etlik piliçlerde doğal vitamin E (150 mg), kene çiçeği ekstraktı (560 mg), kekik ekstraktı (560 mg), adaçayı ekstartı (560 mg), kadife çiçeği (20 mg lutein), butil hidroksi

anisol+ethoksikuin+ butil hidroksi toluen antioksidan karışımı (48.6 mg) ve β -apo-8- karotenoid etil esterini (40 mg) etkilerini incelemiştir. Çalışma sonunda canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma değerleri, karkas ve karkas parçaları bakımından gruplar arası istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Fakat yağ oksidasyonu ve lezzet (diğer duyuşal özellikler hariç) bakımından kadife çiçeği alan gruplarda istatistiksel olarak daha düşük değerler elde edilmiştir. Smet et al. (2008) yaptıkları çalışmada farklı renk maddeleri içeren doğal ekstraktların etlik piliçler üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada doğal tokoferol, kadife çiçeği, yeşil çay, üzüm çekirdeği ve domates ekstraktı tek başlarına veya farklı kombinasyonlarda kullanılmıştır. Çalışma sonunda, sentetik antioksidan ve 200 mg/kg-1 tokoferollü karma yemle beslenen grupta tiyobarbitürik asit (TBA) düzeyi düşük bulunmuştur. Diğer gruplardaki sonuçlar ise 100 mg/kg'lı düzeyler ile kıyaslandığında 200 mg/kg düzeyli gruplara göre daha yüksek TBA değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçların aksine yapılan uygulama, protein oksidasyonu bakımından gruplar arasında farklılığa sebep olmamıştır. Rajput et al. (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonunda katkı maddelerinin taze etlerde yağ ve protein oksidasyonlarına herhangi bir etkisinin olmamasının yanında 1 ay depolanan etlerde karbonil (protein oksidasyonu) ve MDA (yağ oksidasyonu) düzeylerinde zerdeçal ve luteinli gruplarda istatistiksel olarak önemli bir azalma olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışma verilen literatür bildirişleri ışığında, etlik piliçlerin karma yemlerine likopen, lutein ve zeaksantin ile bunların karışımlarının ilavesinin et kalitesi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftlik Hayvanı Deneyleri Araştırma, Eğitim ve Uygulama Birimi Kanatlı Ünitesi'nde yürütülen bu çalışmada hayvan materyali olarak 840 adet Ross 308 hibriti günlük yaşta erkek etlik civciv kullanılmıştır. Yem fabrikasından temin edilen başlangıç ve bitiş karma yemlerine 80 ppm likopen, 80 ppm lutein, 80 ppm zeaksantin, 40 ppm likopen + 40 ppm lutein, 40 ppm likopen + 40 ppm zeaksantin, 40 ppm lutein + 40 ppm zeaksantin katkıları ilave edilmiştir. Renk maddesi kaynağı olarak likopen (Lycovit), lutein (Lutein DC) ve zeaksantin (Optisharp) ile bunların (1:1) karışımları kullanılmıştır. Likopen olarak Lycovit % 10 (BASF, Almanya), lutein olarak Lutein DC % 5 (BASF, Danimarka), zeaksantin



olarak Optisharp™ % 5 (DSM) ticari ürünleri kullanılmıştır. Denemede kullanılan karma yemlerin ham besin maddesi içerikleri Weende analiz yöntemine göre (AOAC, 1990), kalsiyum analizi flame fotometrik yöntem ile fosfor analizi ise kolorimetrik yöntem ile (AOAC, 1990) belirlenmiştir. Karma yemlerin nişasta ve şeker içerikleri saptanarak

(Nauman and Bassler, 1991), metabolik enerji değerleri analiz edilen besin maddelerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (TSE, 1994). Başlangıç (0-3. haftalar arası) ve bitiş (4-6. haftalar arası) karma yemleri hayvanlara *ad-libitum* olarak sunulmuştur. Cıvıvler için standart kümes içi sıcaklık, nem ve aydınlatma değerleri sağlanmıştır.

Çizelge 1. Deneme karma yemlerinin yapısı

Table 1. Composition of experimental diets

Hammaddeler (%)	Başlangıç (0-3 h)	Bitirme (4-6 h)
Mısır	299	352.75
Buğday	200	249
Tam yağlı soya	170	170
Soya küspesi	242	122.50
Tüy unu	10	10
Bitkisel yağ	26.96	-
Mermer tozu	12	-
Kolin klorid	0.5	-
Dana et-kemik unu	-	10.50
Tavuk unu	-	9.75
Asit yağ	-	44.05
Mermer tozu	-	8.60
Lizin	4.65	3.87
Sıvı methionin	-	3.16
DL-methionin	4.72	-
Kolin klorid	-	0.50
Tuz	1.899	1.87
Vitamin-mineral premiksi ¹	3	1.99
Sodyum bikarbonat	2.184	1.64
Koksidiyostat ²	0.5	0.51
Monokalsiyum fosfat	14	6.53
Diğer katkılar ³⁻⁴⁻⁵	8.63	2,8
Besin Madde Bileşimi (%)		
Kuru Madde	89.58	88.72
Ham Protein	23.41	19.58
Metabolik Enerji (Kcal/kg)	3024.2	3168.8
Ham Yağ	7.42	10.17
Ham Kül	3.24	4.85
Ham Selüloz	3.24	3.15
Nişasta	35.22	37.38
Şeker	4.77	3.95
Kalsiyum	1.06	0.88

¹kg'ında 12 000 000 IU Vitamin A, 3 000 000 IU Vitamin D₃, 50 000 mg Vitamin E, 5 000 mg Vitamin K₃, 3 000 mg Vitamin B₁, 6 000 mg Vitamin B₂, 30 000 mg Niasin, 10 000 mg Cal, D, Pantothenate, 5 000 mg Vitamin B₆, 30 mg Vitamin B₁₂, 100 mg D, biotin, 1 000 mg folik asit, 400 000 mg kolin klorid, 80 000 mg manganez, 30 000 mg demir, 60 000 mg çinko, 5 000 mg bakır, 500 mg kobalt, 2 000 mg iyot, 235 680 mg kalsiyum² Salinomisin sodyum 120³ endo-1,3 (4)-beta glukozaz 275 IU/g -endo- 1,4- beta ksilanaz 400 IU/g fitaz 1000 FTU/g - endo-1,3 (4)-beta glukozaz 1.4100.000 ünite-endo- 1,4- beta ksilanaz 600.000 ünite selüloz 10.200 ünite mg⁴ Bacillus türlerinden üretilmiş, beta-galactomannans. -⁵ Timol. Son hafta yemlerinde koksidiyostat katkısı ilavesi yapılmamıştır.



Deneme 42 gün sürmüştür, denemenin sonunda hayvanlar kesilmişlerdir. Hayvanların sol göğüs etleri (her tekrardan 1 hayvan olacak şekilde toplam 42 adet) örnek alınmış, paketlenmiş ve -20 °C'de depolanmıştır; 4 ay süresince 1'er aylık periyodlarla çıkartılarak MDA ve karbonil değerleri tespit edilmiştir. Göğüs etindeki lipid peroksidasyonunun ölçütü MDA düzeyi Witte et al. (1970)'in TBA yöntemine göre saptanmıştır. Ette karbonil düzeylerinin ölçümünde, Reznick ve Packer (1994) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Toplamda 42 adet göğüs ve 42 adet but etinde (7 grup/6 tekrür) besin madde analizlerine (kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ) hazırlık için Tefal Masterchop marka doğrayıcı kullanılarak örnekler kıyma haline getirilmiştir. Kuru madde analizi için AOAC (967-03), ham kül analizi için AOAC (923.03) ham protein analizi için Kjeldahl metodu (AOAC, 992.23) ve ham yağ analizi için Bligh ve Dyer (1959) metodu kullanılmıştır. Göğüs ve but etlerinde kesimin 15. dakikasında ve 24. saatinde (+4°C'de 24 saat bekletilip) ucuna et probu takılı pH metre (Hanna, USA) ile pH 15 ve pH 24 değerleri ölçülmüştür. Duyusal analizler için lezzet paneli düzenlenmiştir. Sağ göğüs etlerinde renk ölçümü Minolta marka spektrofotometre ile 3 farklı bölgeden her bir örneğe ait üç temel renk parametresinin; L* (parlaklık), a* (kırmızı renk koordinatı) b* (sarı renk koordinatı) ile belirlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Su tutma kapasitesi (STK) analizleri, Carver Pres kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Musa ve ark, 2006). Çözdürme ve pişirme kaybı % olarak hesaplanmıştır (Honikel, 1997). Et örneğinde sertlik, Warner-Bratzler cihazında "Vslot blade for usda standart" bıçak seti ile Hod Dog Shearing programı kullanılarak, 45 mm piston yüksekliği, 30 mm kesme mesafesi ve 2 mm/s

bıçak biniş hızı ile ölçülmüştür (Papinaho ve Fletcher, 1996).

Verilerin değerlendirilmesinde SAS istatistik paket programı kullanılmıştır (SAS Institute, 1998).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Malondialdehid değeri etlerde veya hayvansal yağ içeren gıdalarda lipid oksidasyon derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Etteki yağ miktarı, yağ asitleri düzeyi ve depolama sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösteren lipid oksidasyonunun önlenmesinde antioksidanların etki mekanizmalarından biri de serbest radikallerin tutulmasıdır. Doğal antioksidanlar içinde yer alan renk maddelerinin, lipid peroksidasyonunda serbest radikallerle reaksiyona girerek bunların olumsuz etkilerini azalttığı bilinmektedir (Klebanov et al. 1998). Çalışmamızda Çizelge 2'de görüldüğü gibi renk maddelerinin göğüs eti MDA değerleri üzerine olumlu etkileri bulunmuştur. Bu sonuçlar kontrol grubu ile kıyaslandığında kullanılan karotenoid kaynaklarının ette yağ oksidasyonunu önemli düzeyde düşürdüğünü ortaya koymaktadır. Karma yeme antioksidan etkili olduğu bilinen renk maddelerinin ilave edilmesiyle kas dokuda ve tüm depolama sürelerinde oksidasyon miktarında azalmaya neden oldukları saptanmıştır. Benzer şekilde Rajput et al. (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda katkı maddelerinin taze etlerde yağ ve protein oksidasyonlarına herhangi bir etkisinin olmamasının yanında 1 ay depolanan etlerde malondialdehid düzeyinin zerdeçal ve luteinli gruplarda istatistiksel olarak önemli şekilde düştüğünü bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Etlik Piliçlerin Göğüs Eterinde Malondialdehid (MDA) Miktarları (mg/kg)

Table 2. Malondialdehyde (MDA) Values in Breast Meat of Broilers (mg/kg)

Gruplar	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay
K	0.65 ^a	0.68 ^a	0.70 ^a	0.72 ^a	0.73 ^a
LK	0.52 ^b	0.54 ^b	0.55 ^b	0.57 ^b	0.61 ^b
LT	0.53 ^b	0.55 ^b	0.57 ^b	0.60 ^b	0.62 ^b
ZK	0.52 ^b	0.56 ^b	0.57 ^b	0.59 ^b	0.61 ^b
LK+LT	0.53 ^b	0.56 ^b	0.57 ^b	0.60 ^b	0.62 ^b
LK+ZK	0.54 ^b	0.57 ^b	0.56 ^b	0.59 ^b	0.61 ^b
LT+ZK	0.53 ^b	0.57 ^b	0.57 ^b	0.60 ^b	0.62 ^b
SEM	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Pdeğeri	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein; ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK: lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir (P<0.05).



Protein oksidasyonunda gözlenen en yaygın hasar karbonil oluşumdur. Karbonil türevlerinin oluşumu sonucu proteinlerin jelatinizasyon ve emülsifikasyon gibi fonksiyonel özelliklerinin bozulmasının yanı sıra besleyici değerinde de önemli kayıplar meydana gelmektedir (Estevez, ve Cava, 2004). Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddeleri ilaveleri ile 4 ay boyunca depolanan göğüs etlerinde karbonil miktarları bakımından gruplar arası farklılık belirlenmemiştir (Çizelge 3). Çalışmamızla benzer nitelikte Smet et al., (2008) farklı renk maddeleri içeren doğal ekstraktların etlik piliçler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Göğüs etleri +4°C ve dışarıda lamba altında bekletilerek lipid ve protein oksidasyonları incelenmiştir. Çalışma sonucunda gruplar arası protein oksidasyon miktarları istatistiki olarak fark göstermemiştir. Benzer sonuçlar farklı hayvan grupları ile yapılmış çalışmalar ile uyum içerisindedir. Mercier et al. (1998), Haak et al. (2006), Petron et al. (2007) koyun

etlerinde yaptıkları çalışmalarda antioksidan özelliği yüksek vitamin E ilavesi veya kadife çiçeği ekstraktları kullanılarak etlerdeki protein oksidasyonu içerikleri bakımından kontrol grubu ile herhangi bir farklılık saptamamışlardır. Estevez ve Cava, (2004, 2006) ise yaptıkları çalışmada depolama süresinin (60 gün boyunca +4°C de depolama) protein oksidasyonunu önemli şekilde etkilediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Rajput et al. (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin taze piliç etlerinde yağ ve protein oksidasyonlarına herhangi bir etkisinin olmamasının yanında 1 ay depolanan etlerde karbonil (protein oksidasyonu) zerdeçal ve luteinli gruplarda istatistiksel olarak önemli düzeyde düşmüştür.

Çalışma sonuçlarındaki farklılıklar, depolama sıcaklıkları ve süreleri ile ilişkilendirilebilir. Düşük sıcaklıklarda (-20°C) depolamalarda karbonil değeri daha az etkilenirken, +4°C'de depolamada ve uzun sürede protein daha kolay okside olabilmektedir.

Çizelge 3. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Karbonil Miktarları (nmol/mg)

Table 3. Carbonyl Values in Breast Meat of Broilers (nmol/mg)

Gruplar	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay
K	1.45	1.51	1.55	1.61	1.64
LK	1.46	1.50	1.56	1.58	1.61
LT	1.49	1.51	1.55	1.60	1.65
ZK	1.47	1.47	1.56	1.60	1.61
LK+LT	1.45	1.50	1.59	1.60	1.64
LK+ZK	1.46	1.52	1.57	1.59	1.63
LT+ZK	1.48	1.52	1.57	1.60	1.63
SEM	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
P değeri	0.5858	0.8154	0.2405	0.4939	0.2240

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}. Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).

Çizelge 4. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Besin Madde Miktarları (%)

Table 4. Nutrients in Breast Meat of Broilers (%)

Gruplar	KM	HP	HY	HK
K	26.93	24.55	1.40	1.18
LK	27.08	24.88	1.38	1.22
LT	27.15	24.70	1.42	1.20
ZK	27.31	24.68	1.33	1.19
LK+LT	26.99	24.90	1.34	1.09
LK+ZK	27.18	24.61	1.37	1.13
LT+ZK	27.27	24.73	1.36	1.17
SEM	0.29	0.22	0.13	0.08
P Değeri	0.4782	0.4218	0.5892	0.4651

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}. Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).



Çizelge 5. Etlik Piliçlerin But Etlerinde Besin Madde Miktarları (%)

Table 5. Nutrients in Thigh Meat of Broilers (%)

	KM	HP	HY	HK
K	27.83	20.94	5.23	1.10
LK	27.91	21.22	5.20	1.08
LT	27.56	20.97	5.05	1.09
ZK	27.71	20.99	5.21	1.05
LK+LT	27.54	21.03	5.19	1.04
LK+ZK	27.69	21.08	5.24	1.07
LT+ZK	27.81	21.11	5.08	1.12
SEM	0.44	0.38	0.26	0.05
P Değeri	0.2933	0.4176	0.3896	0.4418

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}; Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Çizelge 6. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Etlerinde pH Değerleri (kesimden sonraki 15. dakika ve 24. saat)

Table 6. pH Values of Breast and Thigh Meat of Broilers (15 minutes and 24 hours after slaughter)

Gruplar	Göğüs Eti		But Eti	
	pH 15	pH 24	pH 15	pH 24
K	5.90	5.21	6.13	5.71
LK	6.07	5.31	6.07	5.46
LT	5.96	5.28	6.21	5.51
ZK	6.06	5.33	6.18	5.28
LK+LT	5.91	5.38	6.24	5.44
LK+ZK	5.62	5.41	6.02	5.37
LT+ZK	5.78	5.37	6.17	5.32
SEM	0.17	0.14	0.16	0.16
P değeri	0.5498	0.4871	0.3874	0.4476

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}; Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavelerinin göğüs ve but etlerinde besin madde (kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ) içerikleri ile pH değerleri üzerine herhangi bir etkisi saptanmamıştır (Çizelge 4, 5, 6). Benzer şekilde Englaierová et al. (2011) yaptıkları çalışmada likopen ilavesi ile but etinin yağ, protein ve kül içeriğinde farklılık saptamamışlar. Rajput et al. (2016) ise yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda et pH'sı üzerine ilave edilen katkı maddelerinin herhangi bir etkisi belirlenmemiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızdakiler ile uyum içerisindedir.

Etlik piliçlerde et rengi değerleri, renk skalası veya ayak renkleri doğrudan etkilenmektedir. Çalışmamızda, etlik piliç karma yemlerine renk maddelerinin ilavesi ile göğüs eti L* ve a* değerleri istatistiksel olarak farklılık bulunmamış, ancak b* değeri likopen grubu hariç önemli düzeyde artmıştır (Çizelge 7). Bu sonuçlar ile uyumlu olarak, Perez-Vendrell et al., (2001) yürüttükleri çalışmada, kırmızılık

değeri olan a*, herhangi bir renk maddesi ilavesi yapılmayan kontrol grubunda en düşük olarak belirlenirken; istatistiksel olarak anlamlı olmasa da renk maddesi ilaveli gruplarda daha yüksek ölçülmüştür. Fakat sarı değeri olan b* değeri bakımından gruplar arasında anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Aynı şekilde Rajput et al., (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Luteinli gruplarda b* değeri daha yüksek elde edilmiştir. Bu sonuçlarla benzerlik göstermeyen çalışmalar da vardır. Tunio et al., (2013), etlik piliç karma yemlerine likopen ile iki sentetik renk maddesini (ruhsatlandırılmış kantaksantin-ruhsatlandırılmamış orange-II) farklı oranlarda ilave etmişlerdir. Deneme sonunda, likopen ilaveli gruplarda renk değerleri etkilenecekken; kantaksantinli grupların diğer renk maddeleri ilave edilen gruplardan Roche renk skalasına göre daha koyu renk verdiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 7.** Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Renk Ölçüm Değerleri (L*, a*, b*)**Table 7.** Color Measurement Values of Breast Meat of Broilers (L*, a*, b*)

Gruplar	L*	a*	b*
K	41.29	11.20	10.90 ^c
LK	40.70	13.73	12.39 ^c
LT	39.06	11.72	19.94 ^a
ZK	38.85	15.33	17.38 ^b
LK+LT	40.41	11.61	20.01 ^a
LK+ZK	40.19	12.46	17.07 ^b
LT+ZK	39.19	14.58	21.18 ^a
SEM	0.94	1.11	0.72
P değeri	0.4520	0.0778	<.0001

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir (P<0.05).

Duyusal analizler, diğer bir ifade ile organoleptik analizler, tadımcılarla gerçekleştirilmektedir. Bu kişilerden, eşit şekilde pişirilmiş ve hangi gruba ait olduklarını bilmeyecekleri şekilde sunulan etlerin koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm ve genel beğeni kriterlerini 1-5 arasında değerlendirmeleri istenmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak yorumlanmıştır (Çizelge 8). Çalışmada etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesi ile göğüs etlerinin duyusal analizleri incelendiğinde, söz konusu özellikler üzerine, görünüm değeri dışında herhangi bir etkinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçların aksine Koreeski ve Swiatkiewicz (2007) kadife çiçeği ile, adaçayı ve koni çiçeği ekstraktlarını karşılaştırdıkları çalışmada depolanan etlerde duyusal analizler bakımından renk maddesi olarak kullandıkları 20 mg luteinli kadife çiçeği ile daha düşük değerler elde etmişlerdir. Bu sonucu bitkisel ekstraktların aroma maddelerince daha zengin olmalarına bağlı olarak

duyusal analizler üzerine (özellikle koku ve tat) olan etkilerinin, renk maddelerinin etkilerinden daha belirgin olması ile açıklamışlardır. Yenice vd., (2007) yumurta tavuklarının karma yemlerine kırmızı ksantofil ilavesi yapmıştır. Yumurtaların duyusal analizlerinde panelistlerin % 34'ü yumurtalar arasında lezzet farklılığının olmadığını, diğer panelistler koyu renkli yumurtaların daha lezzetli olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu sonuçlardan insanların çoğunun yumurta sarısının rengi ile lezzeti arasında ilişki kurduklarını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki duyusal analizlerden görünümün kontrol grubuna göre neden daha yüksek olarak değerlendirildiğine ışık tutmaktadır. Pişirilmiş göğüs eti renginin hoş görünen bir koyuluk alması, yumurta sarısının koyulaşması gibi tüketici tercihi üzerine olumlu etki yapmakta, daha çok beğeni kazanmasını sağlamaktadır.

Çizelge 8. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Duyusal Analiz Değerleri**Table 8.** Sensory Analysis Values of Breast Meat of Broilers

Gruplar	Koku	Yumuşaklık	Tat	Sululuk	Görünüm	Genel beğeni
K	3.70	3.20	3.40	3.00 ^b	2.90 ^d	3.20
LK	3.50	3.10	3.00	2.90 ^b	4.10 ^{ab}	3.30
LT	2.90	3.60	3.20	3.20 ^{ab}	3.60 ^c	3.30
ZK	3.50	3.70	3.40	3.20 ^{ab}	4.20 ^a	3.60
LK+LT	3.60	3.50	3.30	3.50 ^{ab}	3.70 ^{bc}	3.50
LK+ZK	3.60	3.30	3.10	3.30 ^{ab}	4.20 ^a	3.60
LT+ZK	3.80	4.20	3.50	3.60 ^a	3.80 ^{abc}	3.50
SEM	0.25	0.25	0.22	0.26	0.17	0.19
P değeri	0.2607	0.0642	0.1607	0.0166	<.0001	0.1379

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir (P<0.05).



Göğüs etinde yapılan fiziksel analizler; çözdürme kayıpları, pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi ve tekstürdür. Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesinin göğüs eti fiziksel özellikleri üzerine istatistiksel olarak etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 9). Rajput et al., (2016) yaptıkları çalışmada

zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar çalışmamızla benzer şekilde taze etlerde yapılan su tutma kapasitesinin, lutein katkılı yemler ile beslenen etlik piliçlerde etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 9. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Fiziksel Analiz Değerleri (% , kg)

Table 9. Physical Analysis Values of Breast Meat of Broilers (% , kg)

Gruplar	Çözdürme kaybı	Pişirme Kaybı (%)	Su Tutma Kapasitesi	Tekstür (kg)
K	7.80	15.01	23.93	2.06
LK	8.17	15.17	25.63	2.05
LT	7.97	15.56	25.00	2.04
ZK	7.86	15.46	25.12	2.10
LK+LT	7.72	15.02	25.00	2.09
LK+ZK	7.69	15.21	23.62	2.10
LT+ZK	7.93	15.47	25.55	2.08
SEM	0.28	0.30	1.02	0.03
P değeri	0.4251	0.3517	0.4350	0.6178

K: Kontrol; LK: likopen; LT: lutein ZK: zeaksantin; LK+LT: likopen+lutein; LK+ZK: likopen+zeaksantin; LT+ZK: lutein+zeaksantin; SEM: standart hata ortalaması^{a, b, c, ...}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P < 0.05$).

Sonuç olarak, karma yemde renk maddesi ilaveleri (likopen, lutein ve zeaksantin ile bunların karışımları); göğüs eti MDA değerleri, göğüs eti b* değeri, renk değeri ile duyu analizlerde sululuk ve görünüm değerleri üzerine önemli etkilerde bulunmuştur. Ancak, göğüs eti karbonil değerleri, göğüs eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, but eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, göğüs eti renk değerlerinde L* ile a*, duyu analizlerin koku, yumuşaklık, tat ve genel beğeni üzerine etkileri önemli bulunmamıştır. Renk maddeleri ile yapılan çalışmalarda elde edilen farklı sonuçların renk maddesinin kaynağı, depolama koşulları, kullanım şekilleri, yem formu ve tüketim

düzeyinin yanı sıra hayvan yetiştirme sistemiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddeleri (likopen, lutein ve zeaksantin ve bunların karışımları) ilaveleri ile etlerin depolama ömrü üzerine olumlu etkiler sağlanabileceği görülmüştür. Böylelikle etlerin raf ömrünün artırılabilmesi, bozulma ve kokuşmanın geciktirilebileceği düşünülmektedir. Etin raf ömrünün uzatılması ise et endüstrisi için avantaj sağlayacaktır. Ayrıca renk maddelerinin karma yemlerde kullanımı ile çığ et rengindeki değişiklikler, satın alma aşamasındaki tüketicilerde et alımı üzerine teşvik edici olabilecek ve tüketici tercihlerini olumlu yönde etkileyecektir.

KAYNAKLAR

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Bligh EG and Dyer WJ. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37(8): 911-917.
- Braunlich K, Hoffman F. 1974. The chemistry and action of pigments in avian diets. XV World's Poultry Congress Proceedings, August 11-16, New Orleans.
- Englmaierová M, Bubancová I, Vit T, Skřivan M. 2011. The effect of lycopene and vitamin E on growth performance, quality and oxidative stability of chicken leg meat. Czech J. Anim. Sci., 56 (12): 536-543.
- Estevez M, Cava R. 2004. Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pate. Meat Science, 68: 551-558.
- Estevez M, Cava R. 2006. Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. Meat Science, 72: 348-355.
- Goodwin TW. 1984. The Biochemistry of the Carotenoids. Vol. 2. Animals. Chapman and Hall, New York, NY. ISBN-0-412-23770-9.
- Honikel KO. 1997. Reference methods supported by OECD and their use in mediterranean meat products. Meat Science, 59(4): 573-582.
- Klebanov GI, Kapitanov AB, Teselkin YO, Babenkova IV, Zhambalova BA, Lyubitsky OB, Nesterova OA, Vasil'eva OV, Popov IN,



- Lewin G, Vladimirov YA. 1998. The antioksidant properties of lycopene. *Member Cell Biology*, 12, 287-300.
- Koreleski J, Swiatkiewicz S. 2007. Dietary supplementation with plant extracts, xanthophylls and synthetic antioxidants: Effect on fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored chicken breast meat. *Journal Animal Feed Science*, 16: 463-471.
- Mercier Y, Gatellier P, Viau M, Remignon H, Renerre M. 1998. Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat Science*, 48: 301-318.
- Musa HH, Chen GH, Cheng JH, Shuipe ES, Bao WB. 2006. Breed and sex effect on meat quality of chicken. *International Journal of Poultry Science*, 5(6): 566-568.
- Nauman, C. and Basler, R., 1991, Die ehemische untersuchung von futtermitteln. Verlag
- Neumann - VDLUFA Methodenbuch, Band 3., Neudamm, Melsungen, 3. Auflage.
- Olgun A. 2008. Peroksid düzeyleri farklı yağ içeren rasyonlara likopen katkısının etlik piliçlerde büyüme performansı, kan metabolitleri ve karkas ölçütleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Olson JA. 1989. Biological actions of carotenoids: *Journal of Nutrition*, 119: 94-101.
- Papinaho PA, Fletcher DL. 1996. The effect of stunning amperage and deboning time an early rigor development and breast meat quality of broilers. *Poultry Science*, 75: 672-676.
- Perez-Vendrell AM, Hernández JM, Llauradó L, Schierle J, Brufau J. 2001. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry Science*, 80: 320-326.
- Rajput N, Ali S, Naeem M, Khan MA, Wang T. 2016. The effect of dietary supplementation with the natural carotenoids curcumin and lutein on pigmentation, oxidative stability and quality of meat from broiler chickens affected by a coccidiosis challenge. *British Poultry Science*, 55(4): 501-509.
- Reznick AZ, Packer L. 1994. Oxidative damage to proteins: spectrophotometric method for carbonyl assay. *Methods in Enzymology*, 233: 357-363.
- SAS. 1998. PC SAS User's Guide: Statistics. SAS Inst. Cary.
- Smet K, Raes K, Huyghebaert G, Haak L, Arnouts S, De Smet S. 2008. Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. *Poultry Science*, 87(8): 1682-1688.
- TSE. 1991. Hayvan Yemleri-Metabolik (Çevrilebilir) Enerji Tayini (Kimyasal Metot). TSE No: 9610. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSE. 2001. Gıda ve hayvan yemleri mikrobiyolojisi-Enterobacteriaceae'nın aranması ve sayımı için yatay yöntem-Bölüm 2: Koloni sayım yöntemi, TS ISO 21528-2, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Witte VC, Krause GF, Bailey ME. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *Journal Food Science*, 35: 582-585.