



Effect of Adding Capia Pepper (*Capsicum Annum cv. Kapija*) Powder to the Diet on Performance, Egg Quality and Yolk Color in Quails

Esra Tuğçe Gül^{1,a,*}, Ahmet Engin Tüzün^{2,b}, Osman Olgun^{1,c}, Alpönder Yıldız^{1,d}

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Selçuklu, 42250 Konya, Türkiye

²Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Koçarlı, 09970 Aydın, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 09.02.2024 Accepted : 25.03.2024</p> <p>Keywords: Capia pepper powder Quail Performance Egg quality Egg external quality</p>	<p>The aim of this study is to examine the effects of adding capia pepper (<i>Capsicum Annum cv. Kapija</i>) powder as an additive to layer quail diets for performance and egg quality. The study was conducted with a total of 54 female quails, aged 18 weeks, in 3 treatment groups consisting of 6 replicates, and 3 quails were placed in each replicate. The experimental diets were prepared by adding capia pepper powder to the control diet at levels of 0, 5, or 10 g/kg. Quails were fed with treatment diets for 8 weeks as ad-libitum. Body weight, egg production, feed efficiency ratio, yolk and albumen indexes, and Haugh Unit are not affected by the addition of capia pepper powder to the diet. With the addition of capia pepper powder to the diet, egg weight and mass, feed intake, and yolk a^* value increased, but eggshell ratio decreased. The addition of 10 g/kg capia pepper to the diet decreased the eggshell thickness and yolk L^* and b^* values. According to these results, the administration of capia pepper powder to diets of layer quails positively affected the performance and yolk a^* value, but negatively affected the eggshell quality.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1571-1576, 2024

Karma Yeme Kapyta Biberi (*Capsicum Annum cv. Kapija*) Tozu İlavesinin Bildircinlarda Performans, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı Rengi Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 09.02.2024 Kabul : 25.03.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Kapyta biberi tozu Bildircin Performans Yumurta kalitesi Yumurta dış kalitesi</p>	<p>Bu çalışmanın amacı yumurtlayan bildircin karma yemlerine katkı maddesi olarak kapyta biberi (<i>Capsicum Annum cv. Kapija</i>) tozu ilavesinin performans ve yumurta kalitesine etkisini incelemektir. Çalışma, 18 haftalık yaşta toplam 54 adet dişi bildircin ile 6 tekrardan oluşan 3 muamele grubunda yürütülmüş olup her tekrara 3 adet bildircin yerleştirilmiştir. Muameleler bazal rasyona 0, 5 veya 10 g/kg seviyelerinde kapyta biber tozu ilavesiyle oluşturulmuştur. Bildircinler muamele rasyonları ile 8 hafta boyunca serbest olarak yemlenmişlerdir. Canlı ağırlık, yumurta verimi, yemden yararlanma oranı, sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi karma yeme kapyta biberi tozu ilavesinden etkilenmemiştir. Karma yeme kapyta biber tozu ilavesi ile yumurta ağırlığı ve kitlesi ile yem tüketimi ve yumurta sarısı a^* değeri artmış, ancak yumurta kabuk oranı azalmıştır. Karma yeme 10 g/kg seviyesinde kapyta biber ilavesiyle kabuk kalınlığı ile yumurta sarısı L^* ve b^* değeri azalmıştır. Bu sonuçlara göre yumurtlayan bildircin karma yemlerine kapyta biberi tozu ilavesi performansı ve yumurta sarısı a^* değerini olumlu etkilerken, kabuk kalitesini olumsuz etkilemiştir.</p>

^a esra.gul@selcuk.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-2496-685X>

^c atuzun@adu.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0003-3493-1623>

^c oolgün@selcuk.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-3732-1137>

^d aoyildiz@selcuk.edu.tr

^d <https://orcid.org/0000-0002-3274-7710>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Yumurta sarısı rengi tüketici tercihini etkileyen en önemli faktörlerden biridir ve çoğu toplumda yumurta sarısının portakal rengine de olması tercih edilmektedir (Özkan & Açıkgöz, 2007). Yumurta sarısına sarı ile kırmızı arasındaki rengini veren karoteonid bileşiklerdir (Blount ve ark., 2000). Ancak kanatlı hayvanlar karoteonid bileşikleri sentez edemedikleri için tükettikleri yemler ile alır ve yumurta sarısı, deri ile adipoz doku gibi dokularda depolarlar. Buğday gibi karoteonid bileşikleri içermeyen yemlerin rasyonda yüksek seviyede kullanılması ile yumurta sarısı rengi kısa sürede açılmaktadır (Sevim ve ark., 2021). Böyle durumlarda tüketici taleplerine uygun yumurta sarısı rengi elde etmek için sentetik veya karoteonid bakımından zengin doğal yemler veya yem katkı maddeleri rasyona ilave edilmektedir (Özkan & Açıkgöz, 2007; Ağma Okur & Kayhan 2018; Sarmiento-Garcia ve ark., 2023). Günümüzde sentetik ürünlere olan olumsuz görüşlerden dolayı doğal renk verici (karoteonidler bakımından zengin) katkı maddeleri ilgi çekmektedir. Bu amaçla yumurta sarı rengini iyileştirmek amacıyla rasyonda kırmızı biber kullanımı üzerine ilk çalışmalar neredeyse bir asır öncesine dayanmakta olup (Brown, 1938), son yıllarda tekrar yoğunlaşmıştır (Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Ağma Okur & Kayhan, 2018; Sözcü, 2019; Filik ve ark., 2020; Bala ve ark., 2020).

Kapya biberi (*Capsicum Annum Cv. Kapija*) genel olarak sebze olarak üretilmekle birlikte aynı zamanda önemli bir baharat kaynağıdır (Özer ve ark., 2005). Diğer kırmızı biber türleri gibi kapya biberi de antioksidan özelliklere sahip olmasının yanı sıra karotenoidler (kapsantin ve kapsaisin gibi ketokarotenoidler) ve C ile E vitaminleri bakımından oldukça zengindir (Krinsky 1994, 2001; Palevitch & Craker, 1995; Daood ve ark., 1996; Matsufuji ve ark., 1998). Doğal bir pigment kaynağı olarak kırmızı biberin kanatlı rasyonlarına ilavesi sonucunda yumurta sarısı renginin iyileştiği birçok çalışmada kanıtlanmıştır (Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Ağma Okur & Kayhan, 2018; Sözcü, 2019; Filik ve ark., 2020; Bala ve ark., 2020). Yumurta sarısını koyulaştıran kırmızı biber tozu aynı zamanda kanatlı hayvanların yumurta verim özelliklerini (Sözcü, 2019) ve yemden yararlanma oranlarını (Avcı ve ark., 2012; Sözcü, 2019) iyileştirmektedir.

Kanatlı rasyonlarında kırmızı biber tozu ilavesinin etkilerini inceleyen çalışmalarda genel olarak tozun elde edildiği biber türü verilmemekte olup bu durum çeşitli biber türlerinin farklı seviyelerde kullanımında performans ve yumurta kalitesine etkilerinin bilinmemesine yol açmaktadır. Bununla birlikte kapya biberinin kanatlı rasyonlarında kullanımına yönelik de net bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada yumurtlayan bildircin rasyonlarına doğal pigment kaynağı olarak kapya biber tozunun ilavesinin performans, yumurta dış ve iç kalitesi ile yumurta sarısı renk parametrelerine etkisini incelemek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 64583101/2023/150 sayılı izni ile Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Bildircin Birimi'nde yürütülmüştür.

Materyal

Çalışmada 18 haftalık yaşta 54 adet dişi Japon bildircini bazal rasyona 0 (0KT), 5 (5KT) ve 10 (10KT) g/kg seviyelerinde kapya biberi (*Capsicum Annum Cv. Kapija*) tozu ilave edilmiş rasyonlar ile 8 hafta boyunca yemlenmişlerdir (Çizelge 1). Çalışmada bazal rasyon NRC (1994)'nin yumurtlayan bildircinler için önerilen besin madde seviyeleri baz alınarak hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan kapya biberi tozu Kurucum Gıda'dan ve yem hammaddeleri de ticari bir firmadan tedarik edilmiştir. Çalışma, altı tekerrürden (n=3) oluşan üç muamele grubunda yürütülmüş olup her tekerrüre üç adet dişi bildircin yerleştirilmiştir. Denemede her bir tekerrür için 30 × 45 cm alan sağlanmış ve yerleşim sıklığı 450 cm²/bildircin olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada 16 saat aydınlatma programı uygulanmıştır.

Yöntem

Performans özelliklerinin tespiti

Çalışmada her bir muamele grubu için hazırlanan yem, yemliklere 0,01 g'a hassas terazi ile tartıldıktan sonra verilmiş ve deneme bitiminde yemliklerde kalan yemler toplanmıştır. Yem tüketimi verilen toplam yem ve yemliklerde kalan yem miktarından g/gün/bildircin olarak hesaplanmıştır. Günlük olarak toplanan yumurtalarda yumurta verimi % olarak belirlenmiştir. Deneme bitiminden önceki 3 günde toplanan tüm yumurtalar bireysel olarak tartılarak her muamele grubuna ait toplam yumurta ağırlığı yumurta sayısına bölünerek ortalama yumurta ağırlıkları g olarak belirlenmiştir. Bu verilerden g/gün/bildircin olarak yumurta kitlesi (YK)

$$YK = \frac{\text{yumurta verimi} \times \text{yumurta ağırlığı}}{100}$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı ise (YYO)

$$YYO = \frac{\text{Yem tüketimi}}{\text{Yumurta kitlesi}}$$

formülüne göre hesaplanmıştır (Gül ve ark., 2022).

Yumurta kalite özelliklerinin tespiti

Yumurta dış ve iç kalite parametreleri çalışmanın son üç gününde toplanan bütün yumurtalardan tespit edilmiştir. Yumurtalar bireysel olarak temiz bir cam yüzeye dağılmayacak şekilde kırılmış ve yumurta kabukları içinde yumurta kalıntısı kalmayacak şekilde temizlenmiştir. Temiz bir yüzeye dikkatlice kırılan yumurta ak ve sarılarının yüksekliği yükseklik mihengiri ile uzunluk ve genişlik ölçümleri ise kumpas ile tespit edilmiştir. Bu verilerden,

$$\text{Ak indeksi} = \frac{\text{Ak yüksekliği}}{(\text{Ak genişliği} + \text{Ak uzunluğu})/2} \times 100$$

$$\text{Sarı indeksi} = \frac{\text{Sarı yüksekliği}}{\text{Sarı çapı}} \times 100$$

$$HB = 100 \times (\log(\text{AY} + 7,57 - 1,7) \times \text{YA})^{0,37}$$

HB : Haugh birimi

AY : Ak yüksekliği

YA : Yumurta ağırlığı

formülleri kullanılarak hesaplanmıştır (Haugh, 1937).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan karma yemin bileşimi ve hesaplanmış besin maddeleri içeriği

Table 1. Composition and nutritional content of the feed used in the study

Hammaddeler	g/kg	Besin maddeleri	g/kg
Mısır	544,0	Metabolik enerji, kkal/kg	2899,08
Soya küspesi, 46% HP	344,0	Ham protein	200,13
Soya yağı	36,5	Ham selüloz	28,30
Mermer tozu	56,0	Ham yağ	58,38
Dikalsiyum fosfat	11,4	Nem	128,32
Tuz	3,5	Lisin	10,90
Premiks ¹	2,5	Metiyonin	4,49
DL-metiyonin	2,1	Sistin	3,73
Total	1000,0	Kalsiyum	24,98
		Toplam fosfor	6,37
		Yararlanılabilir fosfor	3,49

¹Premiks (vitamin-mineral karışımı) her 1 kg yeme sağladığı besin maddeleri vitamin A, 20000 IU; vitamin D₃, 10000 IU; vitamin E, 125 mg; vitamin K₃, 5 mg; vitamin B₁₂, 0.0275 mg; biyotin, 0,30 mg; folik asit, 2,5 mg; nikotinik asit, 112,5 mg; pantotenik asit, 37,5 mg; piridoksin, 3,75 mg; riboflavin, 10 mg; tiamin, 5 mg; bakır, 10 mg; iyot, 3 mg; demir, 50 mg; manganez, 60 mg; çinko, 50 mg; selenyum, 0,75 mg.

Çizelge 2. Karma yeme kapy tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınların performansına etkisi

Table 2. Effect of adding capia pepper powder to the feed on the performance of laying quails

Parametreler	Kapy tozu seviyesi, g/kg			Standart hata ortalaması	P-değeri	
	OKT	5KT	10KT		Linear	Kuadratik
Deneme başı canlı ağırlık, g	257,3	256,3	254,3	6,79	0,868	0,974
Deneme sonu canlı ağırlık, g	253,0	263,3	254,2	7,10	0,950	0,547
Canlı ağırlık değişimi, g	-4,33	7,00	-0,17	2,900	0,558	0,146
Yumurta verimi, %	90,71	93,25	91,93	0,480	0,268	0,053
Yumurta ağırlığı, g	11,56 ^b	12,75 ^a	12,82 ^a	0,218	0,011	0,156
Yumurta kitlesi, g/bıldırcın/gün	10,48 ^b	11,90 ^a	11,78 ^a	0,228	0,009	0,061
Yem tüketimi, g/bıldırcın/gün	30,95 ^b	32,79 ^a	33,41 ^a	0,415	0,012	0,422
Yemden yararlanma oranı, g yem/g yumurta kitlesi	2,96	2,76	2,84	0,046	0,298	0,165

^{a,b}: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir (P<0,05).

Yumurta sarısı renk (L^* : parlaklık, a^* : kırmızılık ve b^* : sarılık) değerleri üretici firma tarafından önerilen yönergeler göre kalibre edilmiş Kolorimetre cihazı (Minolta Chroma Meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) ile yumurtaların her birinin aynı noktasından 90°'lik açıyla alınan ölçümlerden tespit edilmiştir. Yumurtalar kırıldıktan sonra temizlenen kabuklar 3 gün oda sıcaklığında kurutulmuş ve yumurta ağırlığının %'si olarak kabuk oranı hesaplanmıştır (Olgun ve ark., 2022). Mikrometre (Mitutoyo, 0,01 mm, Japan) yardımı ile yumurtanın sivri, küt ve orta kısımlarındaki kabuktan kalınlık ölçümleri yapılarak bu üç değerlerin ortalamasından kabuk kalınlığı μm olarak tespit edilmiştir.

İstatistiksel analiz

Çalışmadan elde edilen verilere SPSS 18.0 yazılım paketinde (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Grup ortalamaları arasında istatistik olarak önemli bir fark olup olmadığı Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İlaveten verilere ortogonal test uygulanarak linear ve kuadratik etki tespit edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Performans Parametreleri

Çizelge 2'ye göre yumurtlayan bıldırcın rasyonlarında katkı maddesi olarak kapy biberi tozu kullanımı deneme sonu canlı ağırlığı (253,0-263,3 g), canlı ağırlık değişimi (-4,33 ila 7,00 g), yumurta verimi (%90,71-93,25) ve yemden yararlanma oranını (2,76-2,96) etkilememiştir

(P>0,05). Kontrol (OKT) grubu ile karşılaştırıldığında karma yeme kapy biberi tozu ilavesi ile yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yem tüketimi linear olarak artmış (P<0,05), ancak kapy biberi tozu ilaveli gruplar benzer bulunmuştur. Yumurta ağırlığı 11,56 g'dan (OKT) 12,82 g'a (10KT), yumurta kitlesi 10,48 g/gün/bıldırcın'dan (OKT) 11,90 g/gün/bıldırcın'a (5KT) ve yem tüketimi 30,95 g/gün/bıldırcın'dan (OKT) 33,41 g/gün/bıldırcın'a (10KT) yükselmiştir. Aromatik bitkilerdeki veya bu bitkilerin yan ürünlerindeki biyoaktif maddeler yemin lezzetini artırarak hayvanlarda iştah açıcı bir etkiye sahiptir (Jamroz ve ark., 2003). Kapy biberin ana biyoaktif bileşenlerinden biri olan kapsaisin olup, Sözcü (2019)'nün bildirişinin aksine bıldırcınların iştahını olumlu etkileyerek yem tüketimini artırmış olabilir. Karma yeme kapy biberi tozunun ilavesiyle yem tüketiminin artması ile bıldırcınların besin madde alımı da artmış olabilir. Bu durum canlı ağırlık artışında ve yumurta veriminde rakamsal bir iyileşme sağlarken, yumurta ağırlığı ve kitlesinde istatistik bir artış ile sonuçlandığı söylenebilir. İlaveten kapsaisin pankreas ve incebağırsak enzimlerinin ve glikoz-6-fosfat dehidrojenaz, lipoprotein lipaz gibi metabolizma enzimlerinin aktivitelerini olumlu etkileyerek besin maddelerinin sindirimini ve enerji metabolizmasını olumlu etkileyebilmektedir (Pulla Reddy & Lokesh, 1992; Platel & Srinivasan, 2004). Avcı ve ark. (2012) bıldırcın rasyonlarında 1 g/kg seviyesinde Şanlıurfa biberi kullanımının yumurta üretimini ve yem tüketimini etkilemeksizin yem değerlendirmeyi iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Sözcü (2019) ise yumurta tavuk rasyonlarına %0, 0,5, 1,0 ve 1,5 seviyelerinde kırmızı biber

tozu ilavesinin yem tüketimini düşürdüğünü, yumurta verimi, yumurta kitlesi ve yem değerlendirmeyi iyileştirdiğini, ancak yumurta ağırlığını etkilemediğini bildirmişlerdir. Kırmızı biber tozunun rasyona %0,3 ila %4 seviyelerinde ilave edildiği bazı araştırma sonuçları yumurtlayan bıldırcınlar (Filik ve ark., 2020) ve yumurta tavuklarında (Şamlı ve ark., 2005, Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Bala ve ark., 2020) performans parametrelerinin etkilenmediğini belirtmiştir. Bu sonuçlar mevcut çalışma sonuçları ile benzerlik göstermemektedir. Ancak çalışmalarda kullanılan hayvan farklılığı, biber çeşitleri ve seviye farklılıkları, içerdikleri biyoaktif madde miktarları, rasyon farklılığı gibi nedenler arasındaki farklılık çalışma sonuçları arasında farklılığa sebep olabilmektedir.

Yumurta Dış Kalite Parametreleri

Bıldırcın rasyonlarına kopya biberi tozu ilavesinin yumurta kabuk kalınlığı ve relatif kabuk ağırlığına etkisi Çizelge 3’de gösterilmiştir. Yumurta kabuk kalınlığı linear olarak azalmış ($P<0,05$), rasyonuna 10 g/kg (10KT) seviyesinde kopya biberi tozu ilave edilen grupta (214,9 μ m), 0 (224,7 μ m) ve 5 (222,1 μ m) g/kg seviyelerinde kopya biberi tozu ilave edilen gruplardan önemli derecede düşük bulunmuştur. Relatif kabuk ağırlığı da linear olarak azalmış ve kopya biberi tozu ilave edilen 5KT ve 10 KT gruplarında (%8,33 ve 8,02) kontrol grubuna (%8,72) göre önemli derecede düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Bu sonuçlar Filik ve ark. (2020)’nin bıldırcın rasyonlarına 1, 2 ve 4 g/kg seviyelerinde acı kırmızı biber artığı tozu ilavesinin yumurta kabuk kalınlığını azalttığını, ancak yumurta kabuk oranına ve kırılma direncine etkisinin olmadığını bildirdiği çalışma sonuçları ile kısmen benzerlik göstermektedir. Ancak Avcı ve ark. (2012)’nin bıldırcın rasyonlarında 1 g/kg seviyesinde Şanlıurfa biberi kullanımının kabuk kalitesini etkilemediğini, ilaveten yumurta tavuklarında yapılan çalışmalarda rasyona kırmızı biber tozu (%0,5 ila 4 seviyelerinde) ilavesinin yumurta kabuk kalitesini etkilemediğini bildiren çalışma sonuçları ile benzerlik göstermemektedir (Lokaewmanee ve ark., 2013; Moeini ve ark., 2013; Ağma Okur & Kayhan, 2018; Sözcü, 2019; Bala ve ark., 2020). Filik ve ark. (2020) acı kırmızı biber tozu ilavesinin yumurta kalitesini olumsuz etkilemesinin nedeni olarak vücuttaki yağ yakımı olabileceğini, çünkü yumurta kabuğunun gelişimi için hayati önem taşıyan D vitamini ile kalsiyum ve fosforun vücutta yağ yoluyla transfer edildiğini, dolayısıyla kırmızı biber tozu ilavesinin yağ yakımını hızlandırdığından, yumurta kabuğunun

gelişimi için çok önemli olan D vitamini ile kalsiyum ve fosforun gerekli miktarlarda aktarılmasını engellediğini ileri sürmüşlerdir. Ancak Çizelge 2 incelendiğinde mevcut çalışmada canlı ağırlık kazanımının kopya biberi tozu ilavesiyle rakamsal bir artış olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kopya biberi tozu ilavesiyle yumurta kitlesi önemli derecede artmış, dolayısıyla optimum kabuk kalitesi için, yem tüketimi artmış da olsa, gerekli kalsiyum miktarında veya metabolizmasında kopya biberi tozunun olumsuz bir etkisinin olduğu ve daha ayrıntılı çalışmaların gerektiği söylenebilir.

Yumurta İç Kalite Parametreleri

Yumurta iç kalite parametrelerine karma yeme kopya biberi tozu ilavesinin etkisi Çizelge 3’te gösterilmiştir. Çalışmada sarı indeksi 54,92-57,01, ak indeksi 3,06-3,28 ve Haugh birimi 100,7-101,9 aralığında tespit edilmiş olup, rasyona kopya biberi tozu ilavesi bu parametreleri etkilememiştir ($P>0,05$). Bu sonuçlar Şamlı ve ark. (2005), Avcı ve ark. (2012), Lokaewmanee ve ark. (2013), Moeini ve ark. (2013), Bala ve ark. (2020) ve Filik ve ark. (2020)’nin bildirişleri ile benzerlik göstermektedir. Ancak Ağma Okur & Kayhan (2018) rasyonlarına %0,75 seviyesinde kırmızı biber tozu ilave edilen free-range olarak yetiştirilen tavukların Haugh biriminin düştüğünü ve albümin yüksekliği ile yumurta sarısı indeksinin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Sözcü (2019) yumurta tavuklarında yumurta sarısı indeksinin rasyona %1,5 seviyesinde, albümin indeksi ile Haugh biriminin ise %1,0 seviyesinde kırmızı biber tozu ilavesi ile arttığını bildirmiştir. Bu çalışma sonuçları ile mevcut çalışma sonuçları benzerlik göstermemektedir.

Kırmızı biber kapsantin, kapsorubin ve kapsantin 5,6-epoksid karoteonid gibi kırmızı renk veren bileşikler bakımından zengindir (Marin ve ark., 2004). Yumurta sarısı renk parametreleri ise rasyona kopya biberi tozu ilavesinden linear olarak etkilenmiştir ($P<0,05$). Kontrol grubu (0KT) ile karşılaştırıldığında yumurta sarısı L^* (65,07’den 58,41’e) ve b^* (52,94’ten 48,15’e) 10KT grubunda önemli derecede düşmüştür. Yumurta sarısı a^* değeri ise rasyona kopya biberi tozu ilavesi ile -3,08’den 4,07’ye önemli derecede artmış ve bu artış her kopya biberi tozu seviyesinde önemli olmuştur. Filik ve ark. (2020) rasyona acı kırmızı biber artıkları tozu ilavesinin (1, 2 ve 4 g/kg) yumurta sarısı L^* değerini etkilemediğini, 2 g/kg ilavesinde yumurta sarısı a değerini ve 4 g/kg seviyesinde ilavesinde ise yumurta sarısı b^* değerini artırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Karma yeme kopya tozu ilavesinin yumurta iç ve dış kalitesine etkisi (n=XXX)

Table 3. Effect of adding capia pepper powder to the feed on the egg internal and external quality of laying quails

Parametreler	Kopya tozu seviyesi, g/kg			Standart hata ortalaması	P-değeri	
	0KT	5KT	10KT		Linear	Kuadratik
Kabuk kalınlığı, μ m	224,7 ^a	222,1 ^a	214,9 ^b	1,48	0,001	0,764
Relatif kabuk ağırlığı, %	8,72 ^a	8,33 ^b	8,02 ^b	0,095	0,003	0,360
Sarı indeksi	57,01	56,89	54,92	0,712	0,253	0,554
Ak indeksi	3,06	3,16	3,28	0,080	0,302	0,964
Haugh birimi	100,7	101,9	101,6	0,56	0,515	0,554
L^*	65,07 ^a	63,22 ^{ab}	58,41 ^b	1,118	0,011	0,472
a^*	-3,08 ^c	0,88 ^b	4,07 ^a	0,748	<0,001	0,484
b^*	52,94 ^a	51,07 ^{ab}	48,15 ^b	0,746	0,006	0,694

^{a, b}: Aynı satırda farklı üst simgelere sahip ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($P<0,05$).

Lokaewmanee ve ark. (2013) yumurta tavuğu rasyonlarına %0,5 seviyesinde 3 farklı çeşit kırmızı biberin tozu ilavesinin yumurta sarısı L^* değerini düşürdüğünü, a^* değerini arttırdığını ve b^* değerini etkilemediğini bildirmişlerdir. Sözcü (2019) yumurta tavuk rasyonlarına seviyelerinde kırmızı biber tozu (%0, 0,5, 1,0 ve 1,5) ilavesi ile yumurta sarısı L^* değerinin arttığını, %1,5 seviyesinde a^* değerinin arttığını ancak yumurta sarısı b^* değerinin kırmızı biber tozu ilavesinden etkilenmediğini bildirmiştir. Ağma Okur & Kayhan (2018) rasyonlarına %0,75 seviyesinde kırmızı biber tozu ilave edilen free-range olarak yetiştirilen tavukların yumurta sarısı L^* değerinin düştüğü aksine yumurta sarısı a^* ve b^* değerinin arttığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışma ile önceki yıllarda yapılan çalışma sonuçlarında genel ortak sonuç kırmızı biber tozu ilavesi ile yumurta sarısı a^* değerinin arttığını göstermektedir. Ancak yumurta sarı L^* ve b^* değerlerine kırmızı biber tozu ilavesinin etkisi değişkenlik göstermektedir. Yumurta sarısı Roche skalası skoru arttıkça L^* değeri (parlaklık) azalmakta, a^* değeri (kırmızılık) artmakta ve b^* değeri (sarılık) ise Roche skalasında 9'a kadar artarken ve daha yüksek Roche skalası skorlarında azalmaktadır (Grashorn, 2016). Narinç ve ark. (2015) ise Roche skalası yerine daha güvenilir olan yumurta sarısı a^* değerinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla önceki çalışmalardan (Şamlı ve ark., 2005; Avcı ve ark., 2012; Moeini ve ark., 2013; Bala ve ark., 2020) elde edilen rasyona kırmızı biber tozu ilavesinin yumurta Roche skalası skorunu iyileştirdiği ile ilgili sonuçlar ve mevcut çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına 10 g/kg seviyesine kadar kapyta biberi tozu ilavesinin yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yem tüketimi ile yumurta sarısı rengini iyileştirdiği ancak yumurta kabuk kalitesini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut çalışmada rasyona kapyta biber tozu ilavesi ile performansın iyileşme ve kabuk kalitesinin kötüleşme nedenin daha iyi anlaşılması için besin maddelerinin sindirimi ve metabolizması üzerine etkilerini inceleyen ileri çalışmalara gereksinim vardır.

Kaynaklar

Ağma Okur, A., Kayhan, E. U. (2018). Impacts of red pepper supplemented diets and different storage conditions on eggs obtained from free-range laying hens. *South African Journal of Animal Science*, 48(5), 987-996. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v48i5.19>.

Avcı, M., Kaplan, O., Yertürk, M. (2012). Comparison of Sanliurfa Pepper and dry Tomato Paste in enhancing egg yolk color of Japanese quails. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(12), 2159-2162.

Bala, D. A., Matur, E., Ekiz, E. E., Akyazi, I., Ergen, E., Ereğ, M., Atmaca, G., Eseceli, H., Ketten, M. (2020). Can dried tomato and red pepper powder be used as a dietary supplement to strengthen defence systems and production performance in laying hens? *European Poultry Science*, 84, 1-15. <http://dx.doi.org/10.1399/eps.2020.323>

Blount, J. D., Houston, D. C., Möller, A. P. (2000). Why egg yolk is yellow? *Trends in Ecology & Evolution* 15(2), 47-49. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01774-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01774-7).

Brown, W. L. (1938). The influence of pimento pigments on the color of the egg yolk of fowls. *Journal of Biological Chemistry*, 122, 655-659.

Daood, H. G., Vinkler, M., Markus, F., Hebshi, E. A., Biacs, P. A. (1996). Antioxidant vitamin content of spice red pepper (paprika) as affected by technological and varietal factors. *Food Chemistry*, 55(4), 365-372. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00136-0](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00136-0).

Filik, G., Filik, A. G., Altop, A. (2020). The effects of dietary hot pepper Capsicum annum waste powder supplementation on egg production traits of Japanese quail layers. *Ciência Rural*, 50, e20190945. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190945>.

Grashorn, M. (2016). Feed additives for influencing chicken meat and egg yolk color Carle R, Schweigert RM. (Eds.), *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color*, Woodhead Publishing Books, Elsevier Ltd., Duxford, UK (2016), pp. 283-302.

Gül, E. T., Olgun, O., Yıldız, A., Tüzün, A. E., Sarmiento-García, A. (2022). Use of maca powder (*Lepidium meyenii*) as feed additive in diets of laying quails at different ages: Its effect on performance, eggshell quality, serum, ileum, and bone properties. *Veterinary Sciences*, 9(8), 418. <https://doi.org/10.3390/vetsci9080418>.

Haugh, R. (1937) The Haugh unit for measuring egg quality. *United States Egg Poultry Mag.*, 43: 522-555.

Jamroz, D., Orda, J., Kamel, C., Wiliczekiewicz, A., Wertelecki, T., Skorupińska, J. (2003). The influence of phytogetic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gut microbial status in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12(3), 583-596. <https://doi.org/10.22358/jafs/67752/2003>

Krinsky, N. I. (1994). The biological properties of carotenoid. *Pure and Applied Chemistry*, 66(5), 1003-1010. <https://doi.org/10.1351/pac199466051003>.

Krinsky, N. I. (2001). Carotenoids as antioxidants. *Journal of Nutrition*, 17(10), 815-817. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(01\)00651-7](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(01)00651-7).

Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., Okuda, N. (2013). Effects of dietary red pepper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(5), 986-995. <https://doi.org/10.1111/jpn.12011>.

Marín, A., Ferreres, F., Tomás-Barberán, F. A., Gil, M. I. (2004). Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(12), 3861-3869. <https://doi.org/10.1021/jf0497915>.

Matsufuji, H., Nakamura, H., Chino, M., Takeda, M. (1998). Antioxidant activity of capsantin and the fatty acid esters in paprika (*Capsicum annum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(9), 3468-3472. <https://doi.org/10.1021/jf980200i>.

Moeini, M. M., Ghazi, S. H., Sadeghi, S., Malekizadeh, M. (2013). The effect of red pepper (*Capsicum annum*) and marigold flower (*Tagetes erectus*) powder on egg production, egg yolk color and some blood metabolites of laying hens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3(2), 301-305.

Narinç, D., Aygün, A., Küçükönder, H., Aksoy, T., Gürcan, E. K. (2015). An application of Bootstrap Technique in animal science: egg yolk color sample. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(5): 631-637. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2014.12693>

NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th Rev. Ed. Washington, D.C.

Olgun, O., Gül, E. T., Kılınç, G., Yıldız, A., Çolak, A., & Sarmiento-García, A. (2022). Performance, egg quality, and yolk antioxidant capacity of the laying quail in response to dietary choline levels. *Animals*, 12(23), 3361. <https://doi.org/10.3390/ani12233361>

- Özer, A., Erdost, H., Zök, B. (2005). Histological investigations on the effects of feeding a diet containing red hot pepper on the reproductive organs of the chicken. *Phototherapy Research*, 19(6), 501-505. <https://doi.org/10.1002/ptr.1690>.
- Özkan, K., Açıkgoz, Z. (2007). Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesi. Baskı, Hasad Yayıncılık, İstanbul. pp: 92-94.
- Palevitch, D., Craker, L. E. (1995). Nutritional and medicinal importance of red pepper (*Capsicum spp.*). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plant*, 3(2), 55-83. https://doi.org/10.1300/J044v03n02_08.
- Platel, K., Srinivasan, K. (2004). Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? *Indian Journal of Medical Research*, 119(5), 167-179.
- Pulla Reddy, A. C., Lokesh, B. R. (1992). Studies on spice principles as antioxidants in the inhibition of lipid peroxidation of rat liver microsomes. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 111, 117-124. <https://doi.org/10.1007/BF00229582>.
- Sarmiento-Garcia, A., Olgun, O., Kılınc, G., Sevim, B., Gökmen, S. A. (2023). The use of purple carrot powder in the diet of laying quails improved some egg quality characteristics, including antioxidant capacity. *Tropical Animal Health and Production*, 55(3), 220. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03636-x>.
- Sevim, B., Cufadar, Y., Curabay, B. (2021). Farklı oranlarda sarı mısır ve buğday içeren rasyonların yumurta tavuklarında performans, yumurta kabuk kalitesi ve sarı rengi üzerine etkisi. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(1), 28-36.
- Sözcü, A. (2019). Effects of supplementing layer hen diet with red pepper (*Capsicum annum L.*) powder as natural yolk colourant on laying performance, pigmentation of yolk, egg quality and serum immunoglobulin levels. *Journal of Poultry Research*, 16(2), 80-85. <https://doi.org/10.34233/jpr.600605>.
- Şamlı, H. E., Şenköylü, N., Akyürek, H., Ağma, A. (2005). Doğal pigmentlerin yaşlı tavuklarda yumurta sarısına etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3), 281-286.