

Rasyona Domates (*Solanum lycopersicum*) Tozu İlavesinin Bildircınlarda Yumurta Verimi, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı Rengi Üzerine Etkisi

Ahmet Engin TÜZÜN¹, Esra Tuğçe GÜL^{2*}, Osman OLGUN³, Alpönder YILDIZ⁴

^{1,3,4}Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 09010, Aydın

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 42250, Konya

¹<https://orcid.org/0000-0003-3493-1623>

²<https://orcid.org/0000-0002-2496-685X>

³<https://orcid.org/0000-0002-3732-1137>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-3274-7710>

*Sorumlu yazar: esra.gul@selcuk.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12.02.2024

Kabul tarihi: 31.05.2024

Online Yayınlanma: 10.12.2024

Anahtar Kelimeler:

Domates tozu

Bildircin

Performans

Yumurta kalitesi

ÖZ

Bu çalışmada katkı maddesi olarak rasyona farklı dozlarda domates tozu ilavesinin yumurtacı bildircınlarda yumurta verimi, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı rengi üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışmada, 16 haftalık yaşta, toplam 54 adet dişi Japon bildircını her birinde 3 adet bildircin bulunan 6 tekerrürlü 3 muamele grubuna rastgele dağıtılmıştır. Muameleler bazal rasyona 0, 5 ve 10 g/kg seviyelerinde domates tozu ilavesiyle oluşturulmuştur. Bildircınlar muamele rasyonları ile 8 hafta boyunca *ad-libitum* olarak beslenmişlerdir. Rasyona domates tozu ilavesinin bildircınların performans, yumurta kabuk, yumurta iç kalitesi ve yumurta sarısı L* (parlaklık) ve b* (sarılık) değerlerine etkisi olmamıştır (P>0.05). Yumurta sarısı a* (kırmızılık) değeri rasyona domates tozu ilavesi ile önemli derecede artmıştır (P>0.01). Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre domates tozu performansı ve yumurta kalitesini etkilemeden yumurta sarısı rengini (a* değeri) iyileştirici doğal katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Effect of Addition of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Powder to the Diet on Egg Production, Egg Quality and Yolk Color in Quails

Research Article

Article History:

Received: 12.02.2024

Accepted: 31.05.2024

Published online: 10.12.2024

Keywords:

Tomato powder

Quail

Performance

Egg quality

ABSTRACT

This study aimed to determine the effects of adding different levels tomato powder to the diet as an additive on egg yield, egg quality, and yolk color in laying quails. In the study, a total of 54 female Japanese quails, at the age of 16 weeks, were randomly distributed into 3 treatment groups with 6 replicates, each containing 3 quails. Treatment diets were created by adding tomato powder to the basal diet at levels of 0, 5, and 10 g/kg levels. Quails were fed with treatment diets for 8 weeks as *ad-libitum*. The addition of tomato powder to the diet did not affect the performance, eggshell, egg interior quality, and yolk L* (lightness) and b* (yellowness) values of quails (P>0.05). Yolk a* (redness) value increased significantly with the addition of tomato powder to the diet (P>0.01). According to the results obtained from the study, tomato powder can be used as a natural additive to improve yolk color (a* value) without affecting performance and egg quality.

To Cite: Tüzün AE., Gül ET., Olgun O., Yıldız A. Rasyona Domates (*Solanum lycopersicum*) Tozu İlavesinin Bildircınlarda Yumurta Verimi, Yumurta Kalitesi ve Yumurta Sarısı Rengi Üzerine Etkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2024; 7(5): 2173-2180.

1. Giriş

Hayvansal gıdalar insan beslenmesinde önemli bir yeri tutar. Ucuz ve ulaşılması daha kolay bir hayvansal protein olan yumurta da bu gıdalardan biridir. Yumurta kalitesini birçok faktör belirlese de tüketici için yumurtanın doğal yemler tüketen tavuklardan elde edilmesi ve yumurta sarısı renginin portakal renginde olması en önemli faktörlerdendir (Özkan ve Açıköz, 2007). Yumurta sarısı rengini tüketilen yemler belirlemekte olup, karotenoid bakımından zengin mısır, mısır gluteni ve yonca unu gibi yemlerin tüketilmesi ile yumurta sarısı iyileşmektedir (Blount ve ark., 2000; Özkan ve Açıköz, 2007). Ancak karotenoid bileşikler bakımından fakir yemlerin rasyonda kullanılması yumurta sarısında tüketici tercihini olumsuz etkileyen renk açılmalarını beraberinde getirir. Bu durumda yetiştiriciler sentetik veya karotenoid bakımından zengin kırmızı biber tozu (Ağma Okur ve Kayhan, 2018; Sözcü, 2019; Filik ve ark., 2020; Bala ve ark., 2020) veya domates tozu (Akdemir ve ark., 2012; Avcı ve ark., 2012; Bala ve ark., 2020) gibi pigment bakımından zengin doğal renk vericileri rasyona ilave etmektedirler.

Karotenoidler açısından zengin olan domates önemli ölçüde likopen (toplam karotenoidlerin %80-90'ı), ve β -karoten (%7-10) ve daha düşük seviyelerde γ -karoten, α -karoten, lutein, violaksantin, zeaksantin, neoksantin, kriptoksantin, nörosporen, fitoen, fitofluen, siklikopen ile E ve C vitaminleri ve flavonoidler gibi diğer bazı yararlı bileşikleri içermektedir (Bourne ve Rice-Evans, 1998; Nguyen ve Schwartz, 1999; Khachik et ark., 2002; Burnset ve ark., 2003; Karadaş ve ark., 2006) ve bu bileşenler yumurta sarısında birikme eğilimi göstermektedir (Akdemir ve ark., 2012). Domates kanatlı rasyonlarına yem kaynağı olarak kuru domates posası formunda %15 seviyesine kadar ilave edilebildiği (Tufarelli ve ark., 2022) gibi domates tozu olarak da 40 g/kg seviyesine kadar ilave edilebilmektedir (Akdemir ve ark., 2012; Avcı ve ark., 2012). Çalışma sonuçları her iki durumda da hayvanların verim veya kabuk kalitesinin olumsuz etkilenmediğini (Şahin ve ark., 2011; Bala ve ark., 2020) veya iyileştirdiğini (Akdemir ve ark., 2012) göstermektedir. Üstelik bütün çalışma sonuçlarına göre rasyonda domates ürünleri kullanımının yumurta sarı rengini iyileştirdiği belirtilmiştir (Akdemir ve ark., 2012; Avcı ve ark., 2012; Bala ve ark., 2020; Tufarelli ve ark., 2022).

Bu çalışmada yumurtlama dönemindeki bildirgin rasyonlarına farklı dozlarda katkı maddesi olarak domates tozu eklenmesinin yumurta verimi, yumurta kalitesi ve yumurta sarısı rengine etkisini belirlemek için planlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

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

2.1. Materyal

Çalışmada sarı mısır/soya küspesine dayalı bildirgin rasyonlarına 0, 5 ve 10 g/kg seviyelerinde domates tozu ilave edilmiş muamele yemleri ve su 16 haftalık yaştaki 54 adet diş Japon bildirginine 8

hafta boyunca ad-libitum olarak verilmiştir. Çalışmada kullanılan bazal rasyonun (0 g/kg) içeriği NRC (1994)'nin yumurtlayan bıldırcınlar için önerilen besin madde seviyeleri baz alınarak hazırlanmıştır (Tablo 1). Çalışmada kullanılan domates tozu Kurucum Gıda'dan ve yem hammaddeleri ticari bir firmadan satın alma yolu ile temin edilmiştir. Çalışma her birinde üç dişi bıldırcının olduğu altı tekerrürlü üç muamele grubunda gerçekleştirilmiştir.

2.2. Metot

Çalışmada muamele yemleri bıldırcınlara tartılarak verilmiş ve çalışma bitiminde yemlikteki yemler tartılmış, tartımlar arasındaki farktan yararlanarak g/gün/bıldırcın biriminde yem tüketimi hesaplanmıştır. Bıldırcınların verdiği yumurta sayısı günlük kaydedilmiş ve yumurta verimi yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Çalışma bitiminin son üç gününde toplanan bütün yumurtalar 0,01 g'a hassas terazide tartılmış ve bu verilerden grupların yumurta ağırlıkları g biriminde tespit edilmiştir. Bu elde edilen verilerden g/gün/bıldırcın olarak $yumurta\ verimi \times yumurta\ ağırlığı / 100$ formülü kullanılarak yumurta kitlesi bulunmuştur. Gruplardaki bıldırcınların yemden yararlanma oranı $yem\ tüketimi / yumurta\ kitlesi$ formülü ile hesaplanmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan rasyon ve besin maddeleri içeriği

Hammaddeler	g/kg	Besin maddeleri	g/kg
Sarı mısır	544,0	Metabolik enerji, kkal/kg ²	2899,08
Soya küspesi, 46% HP	344,0	Ham protein ³	200,13
Soya yağı	36,5	Ham selüloz ³	28,30
Kireç taşı	56,0	Ham yağ ³	58,38
Dikalsiyum fosfat	11,4	Nem ³	128,32
Sodyum klorür	3,5	Lisin ²	10,90
VMK ¹	2,5	Metiyonin ²	4,49
DL-metiyonin	2,1	Kalsiyum ³	24,98
Total	1000,0	Toplam fosfor ³	6,37
		Kullanılabilir fosfor ²	3,49

¹ VMK (vitamin-mineral karışımı) yumurtacı bıldırcınlar için hazırlanmış olup herhangi bir renk katkı maddesi içermemektedir. Her kg yemde 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; 10 mg; tiamin, riboflavin, 5 mg; bakır, 10 mg; iyot, 3 mg; demir, 50 mg; manganez, 60 mg; çinko, 50 mg; selenyum, 0,75 mg.² Hesaplanmış değerler.³ Analiz sonuçları

Yumurta iç ve dış kalitesi denemenin son üç gününde toplanan toplam 150 yumurtadan tespit edilmiştir. Temiz bir zemine kırılan yumurtaların kabukları kalıntı kalmayacak şekilde temizlenerek üç gün oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kabuk oranı kuru kabukların yumurta ağırlığına oranlanmasıyla hesaplanmıştır. Yumurtanın kabuk kalınlığı orta, küt ve sivri kısımlardan alınan değerlerin ortalaması alınarak elde edilmiştir. İç kalite parametreleri için ise yükseklik mihengiri kullanılarak yumurtaların ak ve sarılarının yüksekliği ve dijital kumpas yardımı ile de yumurtaların uzunluk ve genişlik ölçümleri yapılmıştır. Bu verilerden faydalanarak ak indeksi [$ak\ yüksekliği / ((ak\ genişliği + ak\ uzunluğu) / 2)$] $\times 100$, sarı indeksi ($sarı\ yüksekliği/sarı\ çapı$) $\times 100$ ve Haugh birimi ise $100 \times \log (ak\ yüksekliği + 7,57 - 1,7 \times yumurta\ ağırlığı^{0,37})$ formülleri kullanılarak bulunmuştur. Yumurta sarısının

parlaklık (L*), kırmızılık (a*) ve sarılık (b*) parametreleri Kolorimetre cihazı (Minolta Chroma Meter CR400 (Minolta Co Osaka Japan)) ile tespit edilmiştir.

Çalışma sonunda domates tozu ilavesinin bıldırcınlarda incelenen parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla veriler SPSS 18.0 yazılım paketinde tek yönlü varyans analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Muamele grupları arasında önemli bir farklılık tespit edildiği durumlarda Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Ayrıca muamele gruplarından elde edilen bu veriler ortogonal teste tabi tutulmuş linear ve kuadratik etki belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Domates tozu ilave edilmiş rasyonlar ile yemlenen bıldırcınlara ait performans parametreleri Tablo 2’de gösterilmiştir. Rasyona domates tozu ilavesi bıldırcınların performans değerlerini istatistiki olarak değiştirmemiştir ($P>0.05$). Çalışmada bitiş canlı ağırlığı 274,7-285,5 g, canlı ağırlık değişimi 0,00-6,83 g, yumurta verimi %90,95-93,25, yumurta ağırlığı 12,61-13,12 g, yumurta kitlesi 11,75-11,94 g/bıldırcın/gün, yem tüketimi 35,34-36,80 g/bıldırcın/gün ve yemden yararlanma oranı 3,01-3,09 aralığında tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Şahin ve ark. (2011)’nin bıldırcınlarda (25 ve 50 g/kg) ve Bala ve ark. (2020)’nin tavuklarda domates tozu kullanımının performansı etkilemediğini bildirdikleri sonuçlar ile uyumludur. Ancak Avcı ve ark. (2012), 1 g/kg seviyesinde domates tozu ilavesinin bıldırcınlarda yem tüketimini düşürmesi dışında performans parametrelerini etkilemediğini bildirdikleri sonuç ile kısmen benzerlik gösterirken, Akdemir ve ark. (2012) yumurta tavuk rasyonlarına 5 ve 10 g/kg seviyesinde domates tozu ilavesi performansı iyileştirdiğini bildirdikleri sonuçlar ile ise benzerlik göstermemektedir. Amer ve ark. (2020), domates yan ürünlerinin başta lizin olmak üzere amino asitler, likopen, beta karoten, askorbik asit ve Vitamin E bakımından zengin olduğunu ve rasyona ilavesi ile sindirim sistemini teşvik ettiğini bildirmiştir. Araştırmacılara göre domates yan ürünleri sindirim enzimlerinin aktivitesini artırmaktadır. Mevcut çalışmada performans üzerinde bu etkilerin görülmemesi rasyonda kullanılan seviyelere bağlanabilir.

Tablo 2. Rasyona domates tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınların performansına etkisi

Parametreler	Domates tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri		
	0	5	10		Anova	L	Q
İlk canlı ağırlık, g	278,7	269,0	283,8	9,67	0,835	0,839	0,579
Son canlı ağırlık, g	285,5	274,7	283,8	9,41	0,892	0,946	0,642
Canlı ağırlık değişimi, g	6,83	5,67	0,00	2,635	0,555	0,317	0,700
Yumurta verimi, %	91,27	93,25	90,95	0,820	0,490	0,878	0,243
Yumurta ağırlığı, g	12,98	12,61	13,12	0,188	0,546	0,777	0,295
Yumurta kitlesi, g/bıldırcın/gün	11,84	11,75	11,94	0,206	0,941	0,858	0,769
Yem tüketimi, g/bıldırcın/gün	35,99	35,34	36,80	0,645	0,679	0,627	0,470
Yemden yararlanma oranı	3,05	3,01	3,09	0,039	0,738	0,689	0,511

L; Linear etki, Q; Kuadratik etki

Tablo 3. Rasyona domates tozu ilavesinin yumurta kabuk kalitesine etkisi

Parametreler	Domates tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri		
	0	5	10		Anova	L	Q
Kabuk kalınlığı, μm	226,3	223,1	224,6	2,37	0,306	0,888	0,131
Relatif kabuk ağırlığı, %	8,30	8,69	8,26	0,122	0,868	0,779	0,657

L: Linear etki, Q: Kuadratik etki

Tablo 3'te bildirilen yumurtalarının kabuk kalitesi üzerine rasyona domates tozu ilavesinin etkisi gösterilmiştir. Yumurtlayan bildirilen rasyonlarına domates tozu ilavesinin kabuk kalite parametrelerinden kabuk kalınlığına (223,1-226,3 μm) ve relatif kabuk ağırlığına (%8,26-8,69) etkisi istatistiki yönden önemli olmamıştır ($P>0.05$). Bu sonuçlar Akdemir ve ark. (2012), Avcı ve ark. (2012) ve Bala ve ark. (2020) tarafından 1 ila 40 g/kg seviyesinde domates tozu ve Tufarelli ve ark. (2022) ve Reda ve ark. (2022) tarafından %3-15 seviyelerinde kuru domates tozu ilavesi sonucunda yumurta kabuk kalitesinin etkilenmediğini bildirdikleri sonuçlar ile uyumludur.

Tablo 4. Bildirilen rasyonlarına domates tozu ilavesinin yumurta iç kalitesine etkisi

Parametreler	Domates tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri		
	0	5	10		Anova	L	Q
Sarı indeksi	57,22	58,60	56,00	1,083	0,647	0,662	0,417
Ak indeksi	3,67	4,27	3,93	0,132	0,175	0,406	0,094
Haugh birimi	101,1	101,9	101,2	0,70	0,872	0,960	0,609

L; Linear etki, Q; Kuadratik etki

Tablo 4'te rasyona domates tozu ilavesinin bildirilen yumurtalarının sarı indeks, ak indeks ve Haugh birimi üzerine etkisi verilmiştir. Çalışmada sarı indeksi 56,00-58,60, ak indeksi 3,67-4,27 ve Haugh birimi 101,1-101,9 aralığında tespit edilmiş olup, bu parametreler muamele rasyonlarından istatistiki olarak etkilenmemiştir ($P>0.05$). Akdemir ve ark. (2012), Bala ve ark. (2020), Reda ve ark. (2022) ve Tufarelli ve ark. (2022) tarafından da benzer sonuçlar bildirilmiştir.

Tablo 5. Bildirilen rasyonlarına domates tozu ilavesinin yumurta sarısı renk parametrelerine etkisi

Parametreler	Domates tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri		
	0	5	10		Anova	L	Q
L*	66,13	64,47	65,13	0,548	0,484	0,470	0,339
a*	-3,55 ^B	-2,57 ^A	-2,43 ^A	0,164	0,003	0,001	0,113
b*	52,96	53,54	53,15	0,525	0,912	0,893	0,690

L: Linear etki, Q: Kuadratik etki. ^{A, B}: Farklı üst simgelere sahip aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmuştur ($P<0.01$).

Yumurta sarısının L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) parametrelerine rasyona domates tozu ilavesinin etkisine ait veriler Tablo 5'te gösterilmiştir. Yumurta sarısı L* (64,47-66,13) ve b* (52,96-53,54) değerleri rasyona domates tozu ilavesinden istatistiki olarak etkilenmezken ($P>0.05$), yumurta sarısının a* parametresi rasyona domates tozu ilavesinden önemli derecede etkilenmiştir ($P<0.01$). Yumurta sarısına rengini veren karotenoidler sarıdan kırmızıya kadar değişen bir renk yelpazesine sahiptir (Rao ve Agarwal, 1999). Doğal karotenoid bileşiklerden olan likopende kırmızı renk

dominanttır (An ve ark., 2019). Domates karotenoid bileşiklerden likopen ve beta karoten bakımından zengindir ve domates ilavesi ile yumurta sarısında bu iki bileşik depolanmaktadır (Akdemir ve ark. 2012). Mevcut çalışmada kontrol grubunun yumurta sarısı a* (kırmızılık) değeri (-3,55) ile karşılaştırıldığında rasyonlarına 5 ve 10 g/kg seviyesinde domates tozu ilave edilen grupların yumurta sarısı a değerleri (sırasıyla -2,57 ve -2,43) önemli derecede artmış, domates tozu ilaveli grupların yumurta sarısı a* değerleri ise benzer bulunmuştur. Yumurta sarısı renk parametrelerinden L*, a* ve b* değerlerinin ölçümü Roche skalasına göre pahalı ancak daha güvenilirdir (Narinç ve ark., 2015). 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 daha yüksek Roche skalası skorlarında azalmaktadır (Grashorn, 2016). Narinç ve ark. (2015) Roche skalasının kırmızı rengine dayandığını ve kırmızılığın bir ölçüsü olan a değerine oldukça benzediğini ve Roche skalası yerine analitik bir ölçüm olan a* değerinin kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Literatürde domates ile ilgili çalışmalarda yumurta sarısı a* değerinin değerlendirildiği çalışmaya rastlanılmamış ancak bütün çalışmalarda Roche skorunun domates ürünleri ilavesi ile arttığı bildirilmiştir (Akdemir ve ark., 2012; Avcı ve ark., 2012; Bala ve ark., 2020; Tufarelli ve ark., 2022). Bununla birlikte damızlık bıldırcın rasyonlarında çeşitli karotenoidlerin kullanılmasıyla a* ve b* değerlerinin iyileştiği de bildirilmiştir (Alay ve Karadaş, 2014). Dolayısıyla yukarıdaki bilgiler ışığında domates tozu ilavesi ile yumurta sarısı renginin iyileştiği bildirilen önceki çalışma sonuçları ile uyumlu olup, bu iyileşme kırmızı (a* değeri) renk pigmentlerinin yoğunlaşması şeklindedir.

4. Sonuç

Bu çalışma sonuçlarına göre yumurta sarısı rengini iyileştirmek için yumurtlayan bıldırcınların rasyonlarında üretim performansını ve yumurta kalitesini negatif etkisi olmadan doğal renk verici olarak domates tozu 10 g/kg seviyesine kadar kullanılabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynakça

Ağma Okur A., Kayhan EU. Impacts of red pepper supplemented diets and different storage conditions on eggs obtained from free-range laying hens. South African Journal of Animal Science 2018; 48(5): 987-996.

Akdemir F., Orhan C., Şahin N., Şahin K., Hayırlı A. Tomato powder in laying hen diets: effects on concentrations of yolk carotenoids and lipid peroxidation. British Poultry Science 2012; 53(5): 675-680.

- Alay T., Karadas F. The effects of carotenoids in quail breeder diets on egg yolk pigmentation and breeder performance. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science* 2016; 66(4): 206-214.
- Amer SA., Kishawy AT., Osman A., Mahrose KM., Hassanine ESI., Rehman ZU. Influence of dietary graded levels of lycopene on the growth performance, muscle cholesterol level and oxidative status of Japanese quail fed high-fat diet. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 2020; 92(2): 1-11.
- An BK., Choo WD., Kang CW., Lee J., Lee KW. Effects of dietary lycopene or tomato paste on laying performance and serum lipids in laying hens and on malondialdehyde content in egg yolk upon storage. *The Journal of Poultry Science* 2019; 56(1): 52-57.
- Avcı M., Kaplan O., Yertürk M. Comparison of sanliurfa pepper and dry tomato paste in enhancing egg yolk color of Japanese quails. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2012; 11(12): 2159-2162.
- Bala DA., Matur E., Ekiz EE., Akyazi I., Ergen E., Ereğ M., Atmaca G., Eseceli H., Ketten M. 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* 2020; 84: 1-15.
- Blount JD., Houston DC., Møller AP. Why egg yolk is yellow?. *Trends in Ecology & Evolution* 2000; 15: 47-49.
- Bourne LC., Rice-Evans C. Bioavailability of ferulic acid. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 1998; 253(2): 222-227.
- Burns J., Fraser PD., Bramley PM. Identification and quantification of carotenoids, tocopherols and chlorophylls in commonly consumed fruits and vegetables. *Phytochemistry* 2003; 62(6): 939-947.
- Filik G., Filik AG., Altop A. The effects of dietary hot pepper *Capsicum annuum* waste powder supplementation on egg production traits of Japanese quail layers. *Ciência Rural* 2020; 50: e20190945.
- Grashorn M. 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
- Karadaş F., Surai P., Grammenidis E., Sparks NHC., Acamovic T. Supplementation of the maternal diet with tomato powder and marigold extract: Effects on the antioxidant system of the developing quail. *British Poultry Science* 2006; 47(2): 200-208.
- Khachik F., Carvalho L., Bernstein PS., Muir GJ., Zhao DY., Katz NB. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. *Experimental Biology and Medicine* 2002; 227(10): 845-851.

- Nariç D., Aygün A., Küçükönder H., Aksoy T., Gürcan EK. An application of bootstrap technique in animal science: Egg yolk color sample. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2015; 21(5): 631-637.
- Nguyen ML. Lycopene: chemical and biological properties. *Food Technology* 1999; 53: 38-45.
- NRC. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th Rev. Ed. Washington, D.C. 1994.
- Özkan K., Açıkgöz Z. *Kanatlı kümes hayvanlarının beslenmesi*. Baskı, Hasad Yayıncılık, İstanbul. (2007) pp: 92-94.
- Rao AV., Agarwal S. Role of lycopene as antioxidant carotenoid in the prevention of chronic diseases: A review. *Nutrition Research* 1999; 19: 305–323.
- Reda FM., Madkour M., Abd El-Azeem N., Aboelazab O., Ahmed SY., Alagawany M. Tomato pomace as a nontraditional feedstuff: Productive and reproductive performance, digestive enzymes, blood metabolites, and the deposition of carotenoids into egg yolk in quail breeders. *Poultry Science* 2022; 101(4): 101730.
- Sözcü A. Effects of supplementing layer hen diet with red pepper (*Capsicum annuum* L.) powder as natural yolk colourant on laying performance, pigmentation of yolk, egg quality and serum immunoglobulin levels. *Journal of Poultry Research* 2019; 16(2): 80-85.
- Şahin K., Orhan C., Akdemir F., Tuzcu M., Ali S., Şahin N. Tomato powder supplementation activates Nrf-2 via ERK/Akt signaling pathway and attenuates heat stress-related responses in quails. *Animal Feed Science and Technology* 2011; 165(3-4): 230-237.
- Tufarelli V., Baghban-Kanani P., Azimi-Youvalari S., Hosseintabar-Ghasemabad B., Slozhenkina M., Gorlov I., Viktoronova FM., Seidavi A., Laudadio V. Effect of dietary flaxseed meal supplemented with dried tomato and grape pomace on performance traits and antioxidant status of laying hens. *Animal Biotechnology* 2022; 33(7): 1525-1532.