



Effect of Using Broccoli Powder as an Additive in Quail Diets on Performance and Egg Quality

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

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokulu, Koçarlı, 09970 Aydın, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Selçuklu, 42250 Konya, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 09.02.2024 Accepted : 29.02.2024</p> <p>Keywords: Broccoli powder Quail Performance Egg internal quality Egg external quality</p>	<p>This study is conducted to determine the effects of using broccoli floret powder as an additive in the diets of laying quails 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. Treatment diets are prepared by adding broccoli powder to the basal diets at levels of 0, 5 or 10 g/kg. Quails were fed <i>ad libitum</i> with treatment diets for 8 weeks. In the final of study, the broccoli floret powder addition to diet did not affect the body weight, egg production, eggshell rate, eggshell thickness, yolk and albumen indexes, Haugh unit and yolk <i>L*</i> value of quails. Feed intake of quails decreased with the administration of broccoli powder to the diet. Egg mass decreased by 5 g/kg level of broccoli powder. The 10 g/kg broccoli powder supplement increased egg weight, yolk <i>a*</i> and <i>b*</i> values, and decreased feed conversion ratio. According to these results, the addition of broccoli powder at the level of 10 g/kg to the diets of laying quails was effective in improving performance and yolk color without affecting eggshell quality.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(9): 1566-1570, 2024

Bıldırcın Karma Yemlerine Katkı Maddesi Olarak Brokoli Tozu Kullanımının Performans ve Yumurta Kalitesine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 09.02.2024 Kabul : 29.02.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Brokoli tozu Bıldırcın Performans Yumurta iç kalitesi Yumurta dış kalitesi</p>	<p>Bu çalışma brokoli çiçeği tozunun yumurtlayan bıldırcınların rasyonlarında katkı maddesi olarak kullanımının performans ve yumurta kalitesine etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma 16 haftalık yaşta, toplam 54 adet dişi bıldırcın ile 6 tekrardan oluşan 3 muamele grubunda yürütülmüş olup her tekrara 3 adet bıldırcın yerleştirilmiştir. Muameleler bazal rasyona 0, 5 veya 10 g/kg seviyelerinde brokoli çiçeği tozu ilavesiyle oluşturulmuştur. Bıldırcınlar muamele rasyonları ile 8 hafta boyunca serbest olarak yemlenmişlerdir. Çalışma sonucunda rasyona brokoli tozu ilavesi bıldırcınların canlı ağırlık, yumurta verimi, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, yumurta sarı ve ak indeksleri ile Haugh birimi ve yumurta sarısı <i>L*</i> değerini etkilememiştir. Rasyona brokoli tozu ilavesi ile bıldırcınların yem tüketimi azalmıştır. Yumurta kütlesi brokoli tozunun 5 g/kg seviyesi ile düşmüştür. Rasyona 10 g/kg seviyesinde brokoli tozu ilavesi ile yumurta ağırlığı, yumurta sarısı <i>a*</i> ve <i>b*</i> değerleri artmış, yemden yararlanma oranı ise azalmıştır. Bu sonuçlara göre yumurtlayan bıldırcın rasyonlarına 10 g/kg seviyesinde brokoli tozu ilavesi kabuk kalitesini etkilemeksizin performansı ve yumurta sarısı rengini iyileştirmede etkili olmuştur.</p>

^a atuzun@adu.edu.tr

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

^b esra.gul@selcuk.edu.tr

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

^c oolgun@selcuk.edu.tr

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

^d aoyildiz@selcuk.edu.tr

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



Giriş

Brokoli (*Brassica oleracea L. var. italica*) son yıllarda sağlıklı beslenme bilincine sahip tüketiciler tarafından büyük ilgi görmektedir. Vitamin ve mineraller, glukozinolatlar, fenolik bileşikler ve flavonoidler gibi fitojenik bileşikler ve antioksidanlar açısından zengin, oldukça besleyici bir sebze olup (Dominguez-Perles ve ark., 2010), tüketimi kanserojen ve kardiyovasküler patolojiler gibi kronik bozuklukların önlenmesinde faydalıdır.

Brokoli ve brokoli yan ürünlerinin kanatlı rasyonlarında kullanımı üzerine çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Brokolinin kanatlı rasyonlarında kullanılan kısımları sap ve yaprak tozu (Hu ve ark., 2011, 2012; Pedroza ve ark., 2018) veya brokoli çiçeği tozudur (Mustafa & Baurhoo, 2018). İlâveten bu çalışmalarda brokoli ürünleri katkı maddesi olarak değil, %15 seviyelerinde yem hammaddesi olarak kullanılmıştır (Pedroza ve ark., 2018). Kurutulmuş brokoli sap ve yapraklarının yumurta tavuk rasyonlarında %9 seviyesinde kullanılmasının performansa etkisinin olmadığı, ancak kabuk kalitesini ve yumurta sarısı rengi ile kolesterol içeriğini olumlu etkilediği bildirilmektedir (Hu ve ark., 2011). Benzer sonuçlar %12 seviyesinde kurutulmuş brokoli çiçeği kullanımında da bildirilmiştir (Mustafa & Baurhoo, 2018). Pedroza ve ark. (2018) ise %15 seviyesine kadar kurutulmuş brokoli sap ve yapraklarının yumurta tavuklarında performans ve yumurta kalitesini etkilemediğini bildirmişlerdir. Etlik piliçlerde ise %12 seviyesine kadar kurutulmuş brokoli sap ve yapraklarının kullanılmasının performansın etkilemeden deri rengini koyulaştırdığı ve etin antioksidan kapasitesini artırdığı bildirilmektedir (Hu ve ark., 2012).

Fitojenik bileşikler kanatlı rasyonlarında performans ve kabuk kalitesi gibi parametreleri olumlu etkileyen bileşiklerdir (Olgun, 2016; Olgun ve ark., 2021; Yıldız ve ark., 2023). Ancak yüksek miktarda rasyona ilâve edildiklerinde olumsuz etkileri olabilmektedir (Olgun, 2016). Mustafa & Baurhoo (2016) etlik piliç rasyonlarında brokoli çiçeği tozu %3 seviyesinde kullanıldığında en iyi canlı ağırlık ve yem değerlendirmenin elde edildiğini ancak bu olumlu etkinin %6 ve 9 seviyesinde azaldığını bildirmişlerdir. Dolayısıyla kanatlı rasyonlarında brokoli gibi insan beslenmesinde kullanılan bitkilerin yan ürünlerinin yem hammaddesi olarak değil de yem katkı maddesi (%1'den az seviyede) olarak kullanımının ön plana çıkması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı brokoli tozunun yem katkı maddesi olarak bıldırcın rasyonlarında kullanımının performansa ve yumurta kalitesine etkisini incelemektir.

Materyal ve Yöntem

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

Materyal

Çalışmada 16 haftalık yaşta 54 adet dişi Japon bıldırcını kontrol rasyonuna 0, 5 ve 10 g/kg seviyelerinde brokoli çiçeği tozu ilâve edilmiş rasyonlar ile 8 hafta boyunca yemlenmişlerdir (Çizelge 1). Çalışmada bazal rasyon NRC (1994)'nin yumurtlayan bıldırcınlar için önerilen besin madde seviyeleri baz alınarak hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılan brokoli tozu (Ferişte Gıda San. Tic. Ltd. Şti., Bornova/İzmir) ve yem hammaddeleri ticari firmalardan tedarik edilmiştir. Çalışma altı tekrardan oluşan üç muamele grubunda yürütülmüş olup her tekrara üç adet bıldırcın yerleştirilmiştir. Çalışmada 16 saat aydınlatma programı uygulanmıştır.

Yöntem

Performans özelliklerinin tespiti

Çalışmada her bir muamele grubu için hazırlanan yem, yemliklere 0,01 g hassas terazi ile tartıldıktan sonra verilmiş ve deneme bitiminde yemliklerde kalan yemler toplanmıştır. Yem tüketimi verilen toplam yemden yemliklerde kalan yem miktarının çıkarılmasıyla g/gün/bıldırcın olarak hesaplanmıştır. Günlük olarak toplanan yumurtalarda yumurta verimi % olarak belirlenmiştir. Deneme bitiminden önceki 3 günde toplanan tüm yumurtalar tartılarak her muamele grubuna ait ortalama yumurta ağırlıkları g olarak belirlenmiştir. Bu verilerden g/gün/bıldırcın olarak yumurta kitlesi Gül ve ark. (2022)'na göre,

$$\text{Yumurta kitlesi} = \frac{(\text{Yumurta verimi} \times \text{Yumurta ağırlığı})}{100}$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Yemden yararlanma oranı (YYO) ise;

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

formülüne göre hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan karma yemin bileşimi ve 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 ²	2899,08
Soya küspesi, 46% HP	344,0	Ham protein ³	200,13
Soya yağı	36,5	Ham selüloz ³	28,30
Mermer tozu	56,0	Ham yağ ³	58,38
Dikalsiyum fosfat	11,4	Rutubet ³	128,32
Tuz	3,5	Lisin ²	10,90
Premiks ¹	2,5	Metiyonin ²	4,49
DL-metiyonin	2,1	Sistin ²	3,73
Total	1000,0	Kalsiyum ³	24,98
		Toplam fosfor ³	6,37
		Yararlanılabilir fosfor ²	3,49

¹ Premiks (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; ² Hesaplanmış değerler; ³ Analiz sonucu bulunan değerler

Yumurta kalite özelliklerinin tespiti

Deneme bitiminden önceki üç günde toplanan tüm yumurtalarda yumurta iç ve dış kalite özellikleri tespit edilmiştir. Bu amaçla her bir yumurta temiz bir cam yüzeye kırılarak kabuğun içi tamamen boşaltılmıştır. Cam yüzey üzerindeki yumurtaların ak ve sarı yükseklikleri yükseklik mihengiri ile belirlenmiştir. Sarı çapı, ak genişliği ve ak uzunluğu ise dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Elde edilen bu verilerden de;

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

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

ve

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

AY: Ak yüksekliği

YA: Yumurta ağırlığı

formülleri kullanılarak hesaplanmıştır (Haugh, 1937).

Yumurta sarısı L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerleri Kolorimetre cihazı (Minolta Chroma Meter CR 400 (Minolta Co., Osaka, Japan) ile yumurtaların her birinin aynı noktasından 90° 'lik açıyla alınan ölçümlerden tespit edilmiştir. İçi tamamen temizlenen kabuklar ise 3 gün oda sıcaklığında kurutularak tartılmış ve relatif kabuk ağırlığı yumurta ağırlığının %'si olarak hesaplanmıştır. Mikrometre ile yumurtanın sivri, küt ve orta kısımlarındaki kabuktan kalınlık ölçümleri yapılarak kabuk kalınlığı μm olarak tespit edilmiştir.

İstatistik Analiz

Çalışmadan elde edilen verilere SPSS 18.0 yazılım paketinde (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli olduğu durumlarda Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İlaveten verilere ortogonal test uygulanarak lineer ve kuadratik etki tespit edilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma*Performans Parametreleri*

Yem katkı maddesi olarak brokoli tozu ilavesinin bıldırcınların performansına etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Bıldırcınların canlı ağırlık (278,2-291,0 g), canlı ağırlık değişimi (5,33-12,67 g) ve yumurta verimi (%90,87-92,86) rasyona brokoli tozu ilavesinden etkilenmemiştir. ($P>0,05$). Rasyona brokoli tozu ilavesi yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi ve yem tüketimini kuadratik olarak

etkilemiş olup yemden yararlanma oranını lineer olarak etkilemiştir ($P<0,05$). Rasyonuna 10 g/kg seviyesinde brokoli tozu ilave edilen grubun yumurta ağırlığı (13,55 g), kontrol grubu (12,80 g) ve 5 (12,35 g) g/kg seviyesinde brokoli ilave edilen gruplara göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Kontrol grubu (0 g/kg) ile karşılaştırıldığında yumurta kitlesi (11,89 g/bıldırcın/gün) rasyona 5 g/kg (11,22 g/bıldırcın/gün) seviyesinde brokoli tozu ilavesi ile önemli derecede düşmüş ($P<0,01$), ancak bu düşüş brokoli tozunun 10 g/kg (12,31 g/bıldırcın/gün) seviyesinde ilavesinde gözlenmemiştir. Bıldırcınların yem tüketimi 5 (32,96 g/bıldırcın/gün) ve 10 (34,25 g/bıldırcın/gün) g/kg seviyesinde brokoli tozu ilave edilen gruplarda kontrol (0 g/kg) grubuna (35,94 g/bıldırcın/gün) göre önemli derecede düşmüştür. Yumurtlayan bıldırcınların yemden yararlanma oranı rasyona brokoli tozu ilave ile azalmış (3,03'den 2,78'e), ancak bu azalış kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 10 g/kg brokoli tozu seviyesinde önemli olmuştur.

Mustafa & Baurhoo (2018) yumurta tavuğu rasyonlarında %12 seviyesinde brokoli çiçeği tozu kullanımının yumurta ağırlığını artırdığını ancak diğer performans parametrelerinin brokoli çiçeği tozu (%4, 8 ve 12) seviyelerinden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Kurutulmuş brokoli yaprağı ve sapının (%3, 6 ve 9 seviyelerinde) etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise (Hu ve ark., 2011) performans parametrelerinin etkilenmediği bildirilmiştir. Benzer sonuçlar Pedroza ve ark. (2018) tarafından %15 seviyesinde bildirilmiştir. Damızlık bıldırcınların içme suyuna 200 ve 300 mg/L brokoli yaprağı ekstraktı ilavesinin yumurta verimini ve kitlesini artırdığı bildirilmiştir (Al-Ashoor & Al-Salhie, 2020). Etlik piliçlerde yapılan çalışmalarda ise kurutulmuş brokoli çiçeğinin (%3, 6 ve 9) yem değerlendirmeyi iyileştirdiği (Mustafa & Baurhoo, 2016), kurutulmuş brokoli yaprağı ve sapı (%4, 8 ve 12) ilavesinde ise performans parametrelerinin etkilenmediği (Hu ve ark., 2012) belirtilmiştir. Mevcut çalışmanın aksine önceki yıllarda yapılan çalışmalarda brokoli ürünleri oldukça yüksek seviyede kullanılmış ve farklı hayvan türlerinde çalışılmıştır. Bu durum çalışmalar arasındaki kıyaslamayı zorlaştırmaktadır. Ancak mevcut çalışmada kontrol (0 g/kg) grubu ile kıyaslandığında 10 g/kg (%1) seviyesinde brokoli tozu ilavesi ile yumurta ağırlığında %5,86, yumurta kitlesinde %3,53, yem tüketiminde %4,70 ve nihayetinde yem değerlendirmede %8,25 oranlarında iyileşme gözlenmiştir. Dolayısıyla brokolinin ve yan ürünlerinin yem katkı maddesi olarak 10 g/kg (%1) kullanımının yumurtlayan kanatlılarda performansı iyileştirmede yeterli olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Rasyona brokoli tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınların performansına etkisi

Table 2. Effect of adding broccoli powder to the diet on the performance of laying quails

Parametreler	Rasyon Brokoli tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri	
	0	5	10		L	Q
Deneme başı canlı ağırlık, g	285,3	272,7	272,8	7,48	0,523	0,704
Deneme sonu canlı ağırlık, g	291,0	285,3	278,2	7,61	0,522	0,965
Canlı ağırlık değişimi, g	5,67	12,67	5,33	2,091	0,948	0,120
Yumurta verimi, %	92,86	90,87	90,87	0,552	0,151	0,396
Yumurta ağırlığı, g	12,80 ^b	12,35 ^b	13,55 ^a	0,170	0,030	0,008
Yumurta kitlesi, g/bıldırcın/gün	11,89 ^a	11,22 ^b	12,31 ^a	0,156	0,171	0,004
Yem tüketimi, g/bıldırcın/gün	35,94 ^a	32,96 ^b	34,25 ^b	0,421	0,046	0,006
Yemden yararlanma oranı, g yem/g yumurta kitlesi	3,03 ^a	2,94 ^{ab}	2,78 ^b	0,042	0,016	0,659

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

Çizelge 3. Rasyona brokoli tozu ilavesinin yumurta kabuk kalitesine etkisi

Table 3. Effect of adding broccoli powder to the diet on the egg external quality of laying quails

Parametreler	Rasyon Brokoli tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri	
	0	5	10		L	Q
Kabuk kalınlığı, µm	234,1	225,7	230,7	3,06	0,662	0,330
Relatif kabuk ağırlığı, %	8,54	8,77	8,62	0,137	0,826	0,538

Çizelge 4. Bildirgin rasyonlarına brokoli tozu ilavesinin yumurta iç kalitesine etkisi

Table 4. Effect of adding broccoli powder to the diet on the egg internal quality of laying quails

Parametreler	Rasyon Brokoli tozu seviyesi, g/kg			Standart hata	P-değeri	
	0	5	10		L	Q
Sarı indeksi	60,79	62,36	59,04	0,675	0,275	0,087
Ak indeksi	4,14	4,22	4,08	0,109	0,824	0,662
Haugh birimi	102,1	103,5	101,9	0,70	0,908	0,352
L*	63,79	65,06	65,84	0,442	0,063	0,788
a*	-2,65 ^b	-2,78 ^b	-1,93 ^a	0,150	0,036	0,092
b*	52,43 ^b	51,78 ^b	58,90 ^a	0,974	0,001	0,010

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

Yumurta Kabuk Kalitesi

Rasyona brokoli tozu ilavesinin yumurta kabuk kalitesine etkisi Çizelge 3'te gösterilmiştir. Çalışmada kırık, çatlak yumurta tespit edilmediği için hasarlı yumurta oranı verilmemiştir. Kabuk kalitesi olarak çalışmada kabuk kalınlığı 225,7-234,1 µm ve relatif kabuk ağırlığı ise %8,54-8,77 aralığında tespit edilmiş, ancak gruplar arasında linear veya kuadratik olarak bir farklılık tespit edilmemiştir (P>0,05). Bu sonuçlar kurutulmuş brokoli çiçeği veya yaprağı ile sapının %3 ila 15 seviyesinde kullanıldığı önceki yıllarda yapılan kısıtlı sayıda çalışma sonuçları ile uyumludur (Hu ve ark., 2011; Mustafa & Baurhoo, 2018; Pedroza ve ark., 2018).

Yumurta İç Kalitesi

Karma yeme brokoli tozu ilavesinin bildirginlerde sarı indeksi (59,04-62,36), albümen indeksi (4,08-4,22), Haugh birimi (101,9-103,5) ve yumurta sarısı L* değerine (63,79-65,84) etkisi Çizelge 4 de verilmiştir (P>0,05). Yumurta sarısı a* ve b* değerleri rasyona brokoli tozu ilavesinden sırasıyla linear ve kuadratik olarak etkilenmiştir (P<0,05).

Rasyona 10 g/kg brokoli tozu ilavesi ile yumurta sarısı a* ve b* değerleri 0 ve 5 g/kg brokoli tozu gruplarına göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Mevcut çalışma sonuçları önceki yıllarda albümen ve Haugh birimi gibi yumurta kalite parametrelerinin brokoli ürünlerinden etkilenmediği, yumurta sarı renginin ise zenginleştiğinin bildirildiği çalışmalar ile benzerdir (Hu ve ark., 2011; Pedroza ve ark., 2018; Mustafa & Baurhoo, 2018). Mevcut çalışmaya göre önceki çalışmalarda kullanılan brokoli kısımları (çiçek, yaprak ve sap) ve seviyeleri (%3-15) farklıdır. Buna rağmen 10 g/kg (%1) seviyesinde ksantofil bakımından zengin olan brokoli tozu kullanılması yumurta sarısı renginde iyileşme sağlamıştır.

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, rasyonda yem katkı maddesi olarak brokoli tozunun 10 g/kg seviyesinde ilave edilmesi kabuk kalitesini etkilemeden, yumurtlayan bildirginlerin yumurta ağırlığı, yumurta kitlesi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı ile yumurta sarısı iyileştirmede etkili olmuştur.

Kaynaklar

- Al-Ashoor, D. S., Al-Salhi, K. C. (2020). Effect of adding broccoli leaves (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) extract to drinking water on eggs production and intestinal microflora of Japanese quail *Coturnix japonica* Temminck & Schlegel, 1849. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 33(2), 42-51. <https://doi.org/10.37077/25200860.2020.33.2.04>.
- Dominguez-Perles, R., Martinez-Ballesta, M., Garcia-Vigvera, M., Moreno, D. (2010). Broccoli-derived byproducts -a promising source of bioactive ingredients. *Journal of Food Science*, 75(4), 383-392. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01606.x>.
- 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 Poult Mag.*, 43: 522-555.
- Hu, C. H., Zuo, A. Y., Wang, D. G., Pan, H. Y., Zheng, W. B., Qian, Z. C., Zou, X. T. (2011). Effects of broccoli stems and leaves meal on production performance and egg quality of laying hens. *Animal Feed Science and Technology*, 170(1-2), 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.07.019>.
- Hu, C. H., Wang, D. G., Pan, H. Y., Zheng, W. B., Zuo, A. Y., Liu, J. X. (2012). Effects of broccoli stem and leaf meal on broiler performance, skin pigmentation, antioxidant function, and meat quality. *Poultry Science*, 91(9), 2229-2234. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02142>.
- Mustafa, A. F., Baurhoo, B. (2016). Effects of feeding dried broccoli floret residues on performance, ileal and total digestive tract nutrient digestibility, and selected microbial populations in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 25(4), 561-570. <https://doi.org/10.3382/japr/pfw038>.
- Mustafa, A. F., Baurhoo, B. (2018). Effect of feeding broccoli floret residues on leghorn layer performance and egg quality and nutrient digestibility. *British Poultry Science*, 59(4), 430-434. <https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1460459>.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th Rev. Ed. Washington, D.C.
- Pedroza, G., Famula, T., King, A. (2018). Broccoli meal fed to laying hens increases nutrients in eggs and deepens the yolk color. *California Agriculture*, 72(4), 243-247. <https://doi.org/10.3733/ca.2018a0024>.

- Olgun, O. (2016). The effect of dietary essential oil mixture supplementation on performance, egg quality and bone characteristics in laying hens. *Annals of Animal Science*, 16(4), 1115-1125. <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0038>.
- Olgun, O., Gül, E. T., Yıldız, A., Çolak, A. (2021). Rasyona kakule tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınlarda performans, yumurta kalitesi ve serum biyokimyasal parametrelerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(11), 1999-2003. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i11.1999-2003.4635>.
- Yıldız, A., Kılınc, G., Olgun, O., Gül, E. T. (2023). Rasyona portakal kabuğu tozu ilavesinin yumurtlayan bıldırcınlarda performans, yumurta kalitesine ve yumurta sarısı antioksidan aktivitesine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(1), 151-155. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i1.151-155.5808>.