



## ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.  
2022; 36 (3): 229 - 237  
http://www.fusabil.org

### Farklı Bildircin Varyetelerinde Yeme ve Suya İlave Edilen Borik Asidin Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi \*

Sultan ASLAN<sup>1,a</sup>  
Ülkü Gülcihan ŞİMŞEK<sup>2,b</sup>  
Burak ALTUNDAL<sup>3,c</sup>

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi,  
Zootekni Ana Bilim Dalı,  
İzmir, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi,  
Zootekni Ana Bilim Dalı,  
Elazığ, TÜRKİYE

<sup>3</sup> Fırat Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi,  
Elazığ, TÜRKİYE

<sup>a</sup> ORCID: 0000-0001-8480-1515

<sup>b</sup> ORCID: 0000-0003-2871-3005

<sup>c</sup> ORCID: 0000-0002-9863-2940

Bu araştırma, farklı bildircin varyetelerinde (*Coturnix coturnix Japonica*) yeme ve suya ilave edilen borik asidin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada sarı, beyaz, gri ve siyah renkli 300 adet yumurtacı bildircin kullanılmıştır. Katkı grupları; yeme 100 mg/kg borik asit ilave edilen grup (Y100), yeme 300 mg/kg ilave edilen grup (Y300), suya 100mg/L ilave edilen grup (S100), suya 300 mg/L ilave edilen grup (S300) ve kontrol (katkı yok) şeklinde düzenlenmiştir. Araştırma 90 gün sürmüştür. Araştırma süresince haftalık olarak haftanın belirli günlerinde toplanan yumurtalarda yumurta kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Her bir özellik için en az 50 yumurta incelenmiştir. Yumurta kabuk ağırlığı ve kabuk oranı en yüksek Y100 grubunda tespit edilmiştir (P<0.001). Yumurta kabuk kalınlığı tüm borik asit gruplarında önemli ölçüde artmıştır (P<0.001). Yumurta sarı rengi en iyi kontrol grubunda bulunmuştur (P<0.01). Yumurta akı yüksekliği, yumurta akı indeksi ve Haugh değeri suya borik asit ilave edilen gruplarda düşerken (P<0.001), yumurta sarı yüksekliği (P<0.001) ve sarı indeksi değeri (P<0.05) bu gruplarda yüksek saptanmıştır. Kabuk ağırlığı ve kalınlığı gri genotipte düşük çıkmıştır (P<0.001). Sarı ve beyaz genotiplerde yumurta ak oranı (P<0.001), gri ve siyah genotiplerde yumurta sarı oranı yüksek tespit edilmiştir (P<0.05). Siyah genotipte sarı rengi düşük çıkmıştır (P<0.05). Katkı grupları ve genotipler arasında önemli etkileşimler hesaplanmıştır. Sonuç olarak, borik asidin yumurta kabuk özellikleri başta olmak üzere yumurta özelliklerini önemli ölçüde etkilediği, kabuk kalitesi bakımından gri genotipin dezavantajlı olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bildircin, borik asit, genotip, yumurta, kalite

#### Effect of Boric Acid Added to Feed and Water on Egg Quality Traits in Different Quail Varieties

This research was carried out to determine the effect of boric acid added to feed and water on egg quality characteristics of different quail varieties (*Coturnix coturnix Japonica*). In the research, 300 laying quails in yellow, white, gray and black colors were used. Additive groups; 100 mg/kg boric acid added group in feed (Y100), 300 mg/kg added group in feed (Y300), 100mg/L added group in water (S100), 300 mg/L added group in water (S300), and control (None additive). The research lasted 90 days. During the research, egg quality characteristics were evaluated in eggs collected on certain days of the week on a weekly basis. At least 50 eggs were examined for each trait. Egg shell weight and shell ratio were highest in Y100 group (P<0.001). Egg shell thickness increased significantly in all boric acid groups (P<0.001). Egg yolk color was the best found in the control group (P<0.01). While the albumen height, albumen index, and Haugh value decreased in the groups with boric acid added to the water (P<0.001), the egg yolk level (P<0.001) and yolk index value (P<0.05) were higher in these groups. The shell weight and thickness were lower in the gray genotype (P<0.001). Albumen ratio was higher in yellow and white genotypes (P<0.001), and egg yolk ratio was higher in gray and black genotypes (P<0.05). Yellow color was lower in black genotype (P<0.05). Significant interactions between additive groups and genotypes were calculated. As a result, it has been determined that boric acid significantly affects egg characteristics, especially egg shell characteristics, and gray genotype is disadvantageous in terms of shell quality.

**Key Words:** Quail, boric acid, genotype, egg, quality

Geliş Tarihi : 08.09.2022

Kabul Tarihi : 19.10.2022

**Yazışma Adresi**  
**Correspondence**

**Ülkü Gülcihan ŞİMŞEK**  
Fırat Üniversitesi,  
Veteriner Fakültesi,  
Zootekni Ana Bilim Dalı,  
Elazığ – TÜRKİYE

gsimsek@firat.edu.tr

#### Giriş

Ekonomik özelliklerinin avantajlı olması nedeniyle kırsal ülkelerde ve Türkiye'de yaygın olarak Japon bildircini (*Coturnix coturnix Japonica*) yetiştirilmektedir. Bu ırk içerisinde en az bir özellik bakımından ayrılan, türün dağılım gösterdiği alan içerisinde büyük veya küçük gruplar halinde var olan topluluklar (varyete) mevcuttur. Tüy rengi, bildircinler arasında ırk veya hat özelliği olarak değerlendirilmektedir. Bildircinlerin tüy rengi mutasyonlarına göre 18 farklı hat oluşturduğu yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur (1, 2). Mutasyonlardan kaynaklandığı düşünülen tüy rengi farklılığının bildircinlerde tüy rengine bağlı hat yetiştiriciliği yapılabileceğini ortaya çıkarmıştır. Günümüzde halen değişik tüy rengi mutasyonlarına sahip yeni hatlar elde edilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Yapılan araştırmalarda (3-7), farklı tüy rengine sahip varyetelerin farklı verim özelliğine sahip olabileceği tespit edilmiştir. Farklı tüy rengine

\* Bu çalışma; Sultan ASLAN'ın aynı isimli Doktora tezinden özetlenmiş ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: VF.19.09).

sahip bildircinlerde büyüme, yumurta verimi, besi ve karkas özellikleri ile ilgili araştırmalar yapılmış olsa da (3-5) araştırmalarda farklı sonuçlar elde edildiği için bu genotiplerin ticari değerinin ortaya konulması için yeterli bilgi birikimine ulaşılamamıştır.

Bor (B) atom numarası 5, ergime noktası 2300 °C olan doğada metaloit durumda bulunan bir elementtir. Periyodik cetvelin 3. grubunda yer alır. Bor elementi toprakta 20-200 mg/kg olmak üzere farklı konsantrasyonlarda, sodyum, magnezyum, kalsiyum ve oksitlerine bağlı olarak bulunmaktadır. Bu bileşiklere bor madenleri ya da bor tuzları adı verilmektedir. Endüstriyel olarak en önemli bor bileşikler boraks, üleksit, kolemanit ve razolit dir (8). Bor canlılar için de günlük 0.5-1 mg civarında alınması gerekli bir iz elementtir. Bu elementin mineral metabolizması başta olmak üzere enerji metabolizması, immun sistem, endokrin sistem ve sinir sistemi gibi birçok sistemin fonksiyonunda rol oynadığı bilinmektedir (9-11). Borun enerji ve mineral metabolizması üzerine etkilerinden faydalanılarak performans artırıcı olarak kullanıldığı çeşitli araştırmalar bulunmaktadır (12-14). Borun farklı türevlerinin metabolik etkileri farklı olmakla birlikte farklı türlerin de bora duyarlılığı farklıdır (15). Bu sebeple bor türevlerinin farklı türlerdeki metabolik etkileri ile ilgili araştırmalar yoğun şekilde devam etmektedir (16, 17). Borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>); parlak, beyaz renkte, kristalize, suda erime özelliğine sahip basit bir bor tuzudur (18). Bor Türkiye'nin önemli rezervlerinden biridir. Dünya bor rezervlerinin %72.8'inin Türkiye'de olduğu bilinmektedir (19). Önemli özellikleri olan bu elementin endüstriye katılması ülkemiz açısından büyük katma değer sağlamakta, bor ile ilgili çalışmalar hem Türkiye'de hem de dünya genelinde büyük ilgi uyandırmaktadır. Araştırma, borun bir türevi olan borik asidin bu biyolojik özelliklerinin bildircin yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarını sorgulamaktadır. Yapılan araştırmalar bor türevlerinin yeme ilavesi şeklinde yoğunlaşmasına rağmen (17, 18, 20, 21), suya ilave edilerek hayvanların tüketimine sunulan az sayıda araştırma bulunmaktadır (22, 23).

Bu araştırmanın amacı, yeme ve suya katılan farklı dozlardaki borik asidin farklı renk özelliklerine sahip

Japon bildircinlerinde yumurta kalite özelliklerini tespit etmektir. Farklı varyetelerde incelemenin yapılması, bildircin genotiplerinin daha iyi tanınmasına ve olası bir genotip x çevre interaksyonunun tespitine bilgi sağlayacaktır.

### Gereç ve Yöntem

Araştırma için Elazığ Veteriner Kontrol Enstitüsü Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan 14.12.2018 tarihli ve 2018/05 nolu karar ile izin alınmıştır.

Araştırma, Elazığ Veteriner Kontrol Enstitüsü Kanatlı Ünitesi'nde yürütülmüştür. Kümeste 5 adet 5 katlı her birinde 15 adet (5 x 3) kafes gözü bulunan yumurtacı bildircinler için üretilmiş kafesler kullanılmıştır (Cimuka, BYK-03-5K). Kafeslerin bulunduğu odalarda çevre koşulları bildircinlerin ihtiyaçları doğrultusunda düzenlenmiştir. Havalandırma doğal olarak pencerelerden yapılmış, ısıtma için elektrikli termostatlı ısıtıcılar kullanılmıştır. Kümes sıcaklığı 19-21 °C olarak ayarlanmıştır. Aydınlatma için beyaz floresan lamba kullanılmış (3 watt/m<sup>2</sup>), aydınlatma süresi 16 saat aydınlık / 8 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu amaç için zaman saati (Cata Ct-9180) kullanılmıştır.

Çalışmada, hayvan materyali olarak; yaklaşık 35 günlük yaşta yumurtaya başlamamış farklı renk özelliğine sahip (sarı (S), beyaz (B), gri (G), siyah (SH)) 300 adet Japon bildircini (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan hayvan materyali, suya ve yeme katılan katkı maddesinin durumuna göre; Kontrol (K), Yem 100 (Y100), Yem 300 (Y300), Su 100 (S100) ve Su 300 (S300) olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır.

Araştırmaya ait deneme düzeni Tablo 1'de, araştırmada kullanılan yemin özellikleri Tablo 2'de ve borik asidin özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Bildircinlere 35. günden itibaren borik asit katkılı yem ve su verilmeye başlanmıştır. İlgili kayıtlar araştırmanın 50 ve 140. günleri arasında alınmıştır. Araştırma süresince haftada iki gün üretilen tüm yumurtalar toplanarak ikiye ayrılmış 24 saat dinlendirildikten sonra ağırlıkları tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmaya ait deneme düzeni

Kontrol	Y100	Y300	S100	S300
S(4D+1E)X3	S(4D+1E)X3	S(4D+1E)X3	S(4D+1E)X3	S(4D+1E)X3
B(4D+1E)X3	B(4D+1E)X3	B(4D+1E)X3	B(4D+1E)X3	B(4D+1E)X3
G(4D+1E)X3	G(4D+1E)X3	G(4D+1E)X3	G(4D+1E)X3	G(4D+1E)X3
SH(4D+1E)X3	SH(4D+1E)X3	SH(4D+1E)X3	SH(4D+1E)X3	SH(4D+1E)X3

S: Sarı, B: Beyaz, G: Gri, SH: Siyah, D: Dişi, E: Erkek

Yumurtaların yarısında yumurta ağırlığı, yumurta eni, yumurta boyu, şekil indeksi, kabuk özellikleri, ak ve sarı ağırlıkları, oranları ve sarı rengi tespit edilmiştir. Geri kalan yumurtalarda yumurta akı eni, yumurta akı boyu, yumurta akı yüksekliği, yumurta akı indeksi, yumurta sarı çapı, yumurta sarı yüksekliği, yumurta sarı indeksi ve Haugh birimi hesaplanmıştır. Yumurta özelliklerinin tespitinde mg hassas terazi (Densi, Türkiye), dijital kumpas (Tronic, Türkiye), dijital mikrometre (Tronic, Türkiye) ve Roche renk skalası (Roche, Almanya) kullanılmıştır. Her bir özellik için 50 adet yumurtaya ulaşınca kadar incelemeye devam edilmiştir. Yumurta eni ve boyu (mm); yumurtanın en geniş ve en uzun noktalarından dijital kumpas ile ölçülmüştür. Yumurta kabukları içinde ak kalıntısı kalmayacak şekilde temizlenip sudan geçirilmiş, 24 saat kurumaya bırakıldıktan sonra hassas terazide tartılarak kabuk ağırlıkları (g) kayıt edilmiştir. Ağırlıkları alınan kabuklarda yumurtanın orta noktalarından kabuk kalınlıkları dijital mikrometre (mm) ile ölçülmüştür. Ak ve sarı ağırlığı (g); özenle kırılan yumurtaların sarı ve akları ayrıldıktan sonra hassas terazide tartılıp kayıt altına alınmıştır. Yumurta sarı rengi 15 dilimli Roche renk skalası ile değerlendirilmiştir. Yumurta akına ait en ve boy değerleri (mm); yumurtaların koyu akında en ve boya ait en uç noktalar arasından dijital kumpas ile ölçülmüştür. Yumurta akı yüksekliği (mm); yumurta koyu akının en yüksek noktasından dijital kumpas ile ölçülmüştür. Yumurta sarı çapı (mm); yumurta sarısının orta noktasının en uç kısımları arasından dijital kumpas ile ölçülmüştür. Sarı yüksekliği (mm); yumurta sarısının en yüksek kısmından dijital kumpas ile belirlenmiştir. İncelenen özellikler aşağıda verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır (24).

Şekil indeksi (%) = (Yumurta eni / Yumurta boyu) x 100

Kabuk oranı (%) = (Kabuk ağırlığı / Yumurta ağırlığı) x 100

Ak ve sarı oranları (%) = (Yumurta ak ve sarı ağırlığı / Yumurta ağırlığı) x 100

Yumurta akı indeksi (%) : [Yumurta akı yüksekliği / (Yumurta akı uzunluğu + Yumurta akı eni) / 2] x 100

Yumurta sarı indeksi (%) = (Yumurta sarı yüksekliği / Sarı çapı) x 100

Haugh birimi = 100 Log (Ak yüksekliği + 7.57 - 1.7 Yumurta kütlesi<sup>0.37</sup>)

Araştırma, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme düzeninde yürütülmüş 5 farklı araştırma grubundan oluşmaktadır. Her bir grup 4 genotipten oluşturulmuştur. Her genotip birbirinden bağımsız 3 tekerrür içermektedir. Denemede, 5x4x3= 60 farklı deneme parseli mevcuttur. Her bir grup için varyansların homojenliği (Levene testi) ve dağılımları (Shapiro-Wilk testi) kontrol edildikten sonra, grupların karşılaştırılmasında GLM prosedürü kullanılmıştır. Önemliliğin mevcut olduğu parametrelerde, grup içi karşılaştırmalarda Tukey HSD testi uygulanmıştır. Deneme grupları ve genotipler arasındaki interaksyonlar tespit edilmiş ve tablolarda sunulmuştur. Veriler ortalama ± standart hata olarak verilmiştir. P<0.05 olduğunda ortalamalar arasındaki farklılıklar önemli değerlendirilmiştir (25).

**Tablo 2.** Karma yemin bileşimi ve besin madde değerleri<sup>1</sup>

Yem maddeleri	%	Besin maddeleri	%
Mısır	51.40	Kuru madde	90.40
Buğday kepeği	9.00	Ham protein	18.00
Soya küspesi (% 44 HP)	22.00	Ham selüloz	4.40
Mısır özü küspesi	2.00	Ham yağ	5.35
Ayçiçeği küspesi (% 45 HP)	4.30	Ham kül	10.19
Bitkisel yağ	3.50	Kalsiyum <sup>3</sup>	2.50
Kalsiyum fosfat	0.88	Fosfor <sup>3</sup>	0.35
Kalsiyum karbonat	4.50	Sodyum <sup>3</sup>	0.18
Kireç taşı	1.43	Lizin <sup>3</sup>	1.00
L-Lizin hidroklorid	0.16	Metiyonin+Sistin <sup>3</sup>	0.59
L-Treonin	0.12	Treonin <sup>3</sup>	0.76
Sodyum bikarbonat	0.16	Triptofan <sup>3</sup>	0.25
Tuz	0.20	ME, kcal/kg <sup>3</sup>	2800
Vitamin-mineral karması*	0.35		

<sup>1</sup>Deneme gruplarında bazal rasyona 100 ve 300 ppm borik asit ilave edilmiştir.

<sup>2</sup>Vitamin-mineral karması (her 1 kg'ında): A vitamini 15.500 IU; D3 vitamini 3.500 IU, mangan 120 mg; çinko 100 mg; bakır 16 mg; demir 40 mg; iyot 1.25 mg; selenyum 0.30 mg; kobalt 200 mg bulunmaktadır.

<sup>3</sup>: Hesaplama yolu ile belirlenmiştir.

**Tablo 3.** Kullanılan borik asidin özellikleri

İçerik	%
Safılık	>99.5
Borontrioksit (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	>56.0
Sülfat (SO <sub>4</sub> )	<0.02
Klorit (Cl)	<0.001
Demir (Fe)	<0.0007

## Bulgular

Araştırma gruplarının yumurta dış kalite ve kabuk özellikleri üzerine etkileri Tablo 4'de verilmiştir. Yumurta özelliklerini incelemek için örnekleme yapılan yumurtalarda, S100 grubunda yumurtalar daha toparlak (%77.83) çıkmış (P<0.01) en yüksek yumurta kabuk ağırlığı (1.06 g) ve kabuk oranının (%8.98) Y100 grubunda bulunduğu tespit edilmiştir (P<0.001). Yumurta kabuk kalınlığı tüm borik asit gruplarında artmıştır (P<0.001). Beyaz (12.28 g) ve sarı (12.19 g) genotiplerde yumurta ağırlığı, siyah (11.80 g) ve gri (11.65 g) genotiplerden daha yüksek bulunmuştur (P<0.001). Gri genotipte şekil indeksi yüksek (%77.75), yumurta kabuk ağırlığı (0.97 g) ve kalınlığı (0.23 mm) düşük saptanmıştır (P<0.001). Yumurta kabuk kalınlığı hariç, yumurta dış kalite ve kabuk özelliklerinde genotip ile borik asit grupları arasında önemli interaksyonlar hesaplanmıştır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Farklı renk özelliklerine sahip Japon bıldırcınlarında yeme ve suya ilave edilen borik asidin yumurta dış kalite ve kabuk kalitesi özellikleri üzerine etkileri

Özellikler	Yumurta ağırlığı	Yumurta eni	Yumurta boyu	Yumurta şekil indeksi	Yumurta kabuk ağırlığı	Yumurta kabuk oranı	Yumurta kabuk kalınlığı
K	12.07±0.09	26.13±0.06 <sup>a</sup>	33.82±0.14	77.41±0.25 <sup>ab</sup>	0.98±0.00 <sup>b</sup>	8.17±0.06 <sup>b</sup>	0.23±0.00 <sup>b</sup>
Y100	11.85±0.09	25.83±0.07 <sup>b</sup>	33.54±0.14	77.17±0.30 <sup>ab</sup>	1.06±0.01 <sup>a</sup>	8.98±0.08 <sup>a</sup>	0.24±0.00 <sup>a</sup>
Y300	11.99±0.10	25.97±0.06 <sup>ab</sup>	33.71±0.13	77.18±0.26 <sup>ab</sup>	0.99±0.00 <sup>b</sup>	8.34±0.06 <sup>b</sup>	0.24±0.00 <sup>a</sup>
S100	12.17±0.09	26.16±0.06 <sup>a</sup>	33.68±0.13	77.83±0.32 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>b</sup>	8.26±0.05 <sup>b</sup>	0.24±0.00 <sup>a</sup>
S300	12.04±0.09	25.99±0.06 <sup>ab</sup>	33.91±0.12	76.74±0.22 <sup>b</sup>	0.99±0.00 <sup>b</sup>	8.30±0.05 <sup>b</sup>	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>P</b>	<b>ÖD</b>	*	<b>ÖD</b>	**	***	***	***
S	12.19±0.07 <sup>a</sup>	26.20±0.06 <sup>a</sup>	33.90±0.09 <sup>a</sup>	77.37±0.19 <sup>ab</sup>	1.02±0.00 <sup>a</sup>	8.39±0.05	0.24±0.00 <sup>a</sup>
B	12.28±0.07 <sup>a</sup>	26.14±0.04 <sup>a</sup>	33.97±0.11 <sup>a</sup>	77.14±0.27 <sup>ab</sup>	1.02±0.00 <sup>a</sup>	8.40±0.04	0.24±0.00 <sup>a</sup>
G	11.65±0.08 <sup>b</sup>	25.80±0.06 <sup>b</sup>	33.21±0.10 <sup>b</sup>	77.75±0.19 <sup>a</sup>	0.97±0.00 <sup>b</sup>	8.38±0.07	0.23±0.00 <sup>b</sup>
SH	11.80±0.10 <sup>b</sup>	25.78±0.07 <sup>b</sup>	33.75±0.19 <sup>a</sup>	76.62±0.33 <sup>b</sup>	0.99±0.01 <sup>ab</sup>	8.48±0.08	0.24±0.00 <sup>a</sup>
<b>P</b>	***	***	***	**	***	<b>ÖD</b>	***
KxS	12.30±0.18 <sup>ab</sup>	26.40±0.14 <sup>a</sup>	33.65±0.16 <sup>ab</sup>	78.45±0.29 <sup>a</sup>	1.01±0.01 <sup>a</sup>	8.26±0.07	0.23±0.00
KxB	12.47±0.12 <sup>a</sup>	26.20±0.07 <sup>ab</sup>	34.42±0.14 <sup>a</sup>	76.16±0.30 <sup>b</sup>	1.01±0.01 <sup>a</sup>	8.14±0.08	0.23±0.00
KxG	11.62±0.15 <sup>c</sup>	25.89±0.09 <sup>b</sup>	33.32±0.14 <sup>b</sup>	77.75±0.36 <sup>ab</sup>	0.95±0.01 <sup>ab</sup>	8.28±0.13	0.23±0.00
KxSH	11.72±0.28 <sup>bc</sup>	25.92±0.21 <sup>b</sup>	33.91±0.79 <sup>ab</sup>	77.15±1.28 <sup>ab</sup>	0.92±0.04 <sup>b</sup>	7.85±0.31	0.23±0.00
Y100xS	11.67±0.13	25.82±0.17	33.62±0.23 <sup>A</sup>	76.87±0.42 <sup>B</sup>	1.07±0.02	9.18±0.16	0.24±0.00
Y100xB	11.99±0.16	25.91±0.11	33.73±0.28 <sup>A</sup>	77.08±0.76 <sup>B</sup>	1.06±0.01	8.95±0.15	0.24±0.00
Y100xG	11.62±0.30	25.61±0.18	32.29±0.29 <sup>B</sup>	79.38±0.55 <sup>A</sup>	1.02±0.02	8.88±0.25	0.24±0.00
Y100xSH	12.08±0.16	25.92±0.10	34.10±0.23 <sup>A</sup>	76.08±0.44 <sup>B</sup>	1.06±0.02	8.82±0.13	0.25±0.00
Y300xS	12.63±0.16 <sup>A</sup>	26.38±0.10 <sup>A</sup>	34.72±0.23 <sup>K</sup>	76.14±0.52	1.03±0.01	8.17±0.11	0.24±0.00
Y300xB	11.84±0.18 <sup>B</sup>	25.90±0.12 <sup>AB</sup>	33.33±0.27 <sup>J</sup>	77.88±0.51	0.98±0.01	8.36±0.11	0.24±0.00
Y300xG	11.63±0.20 <sup>B</sup>	25.77±0.14 <sup>B</sup>	33.12±0.20 <sup>I</sup>	77.84±0.43	0.96±0.02	8.35±0.15	0.24±0.00
Y300xSH	11.59±0.25 <sup>B</sup>	25.63±0.16 <sup>B</sup>	33.34±0.27 <sup>J</sup>	76.96±0.53	0.99±0.01	8.60±0.15	0.25±0.00
S100xS	12.05±0.19 <sup>I</sup>	26.10±0.13 <sup>K</sup>	33.83±0.22 <sup>K</sup>	77.24±0.46	0.97±0.01 <sup>B</sup>	8.13±0.12 <sup>b</sup>	0.24±0.00
S100xB	12.79±0.15 <sup>K</sup>	26.57±0.11 <sup>K</sup>	33.94±0.28 <sup>K</sup>	78.59±0.85	1.06±0.00 <sup>A</sup>	8.38±0.08 <sup>ab</sup>	0.24±0.00
S100xG	12.24±0.16 <sup>akl</sup>	26.22±0.10 <sup>K</sup>	34.04±0.26 <sup>K</sup>	77.14±0.45	0.98±0.01 <sup>B</sup>	8.05±0.12 <sup>b</sup>	0.23±0.00
S100xSH	11.12±0.20 <sup>m</sup>	25.41±0.14 <sup>I</sup>	32.39±0.24 <sup>L</sup>	78.53±0.50	0.95±0.01 <sup>B</sup>	8.58±0.13 <sup>a</sup>	0.25±0.00
S300xS	12.31±0.14 <sup>K</sup>	26.30±0.10 <sup>K</sup>	33.69±0.17 <sup>yz</sup>	78.14±0.38 <sup>K</sup>	1.00±0.01 <sup>kl</sup>	8.20±0.09	0.24±0.00
S300xB	12.33±0.13 <sup>K</sup>	26.12±0.08 <sup>K</sup>	34.41±0.20 <sup>xy</sup>	76.01±0.41 <sup>I</sup>	1.00±0.01 <sup>kl</sup>	8.16±0.06	0.24±0.00
S300xG	11.19±0.20 <sup>L</sup>	25.46±0.15 <sup>L</sup>	32.96±0.20 <sup>Z</sup>	77.28±0.34 <sup>kl</sup>	0.95±0.01 <sup>I</sup>	8.53±0.14	0.23±0.00
S300xSH	12.50±0.21 <sup>K</sup>	26.03±0.15 <sup>K</sup>	35.13±0.34 <sup>X</sup>	74.19±0.57 <sup>m</sup>	1.04±0.01 <sup>K</sup>	8.39±0.13	0.24±0.00
<b>P</b>	***	***	***	***	***	*	<b>ÖD</b>

K: Kontrol, Y100: Yem 100, Y300: Yem 300, S100: Su 100, S300: Su 300, S: Sarı, B: Beyaz, G: Gri, SH: Siyah, P: İstatistikî önem, \*\*\*: P≤0.001, \*\*: P≤0.01, \*: P≤0.05, ÖD: Önemli değil, a,b,c,A,B,k,l,m,K,L,x,y,z: Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. İnteraksiyon: Grup x Renk

Araştırmada farklı renk özelliklerine sahip Japon bildirginlerinde yeme ve suya ilave edilen borik asidin bazı yumurta iç kalite özellikleri üzerine etkileri Tablo 5'de verilmiştir. Yumurta sarı ağırlığı en düşük (3.82 g) Y100 grubunda bulunmuş ( $P<0.05$ ), sarı rengi en yüksek (6.39) kontrol grubundan elde edilmiştir ( $P<0.01$ ). Yumurta ak ağırlığı ve oranı beyaz ve sarı genotiplerde siyah ve gri genotiplerden daha yüksektir ( $P\leq 0.001$ ). Sarı oranı beyaz (%32.54) ve sarı (%32.75) genotiplerde gri (%33.77) ve siyah (%33.02) genotiplerden daha düşüktür ( $P<0.05$ ). Yumurta sarı rengi en yüksek (6.24) beyaz genotipte bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Yumurta ak ve sarı ağırlığı ( $P<0.001$ ) ile sarı oranlarında ( $P<0.05$ ) genotip ve borik asit gurupları arasındaki etkileşimler önemli saptanmıştır (Tablo 5).

Araştırma gruplarında bazı yumurta iç kalite özellikleri üzerine etkileri Tablo 6'da verilmiştir. Yumurta akı eni en düşük (36.95 mm) ( $P<0.05$ ), yumurta ak yüksekliği (4.99 mm) ve indeksi (%11.56) en yüksek Y300 grubunda bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Yumurta sarı çapı (24.89 mm) ve sarı yüksekliği (10.14 mm) en düşük Y100 grubunda ( $P<0.001$ ), sarı indeksi en düşük (%39.76) kontrol grubunda saptanmıştır ( $P<0.05$ ). Haugh değeri S100 (88.90) ve S300 (88.96) gruplarında en düşük hesaplanmıştır ( $P<0.001$ ). Yumurta ağırlığı (11.65 g) en düşük gri genotipte ( $P<0.05$ ), yumurta akı boyu (49.24 mm) en düşük kontrol grubunda elde edilmiştir ( $P<0.01$ ). Araştırma grupları arasındaki etkileşimler sarı yüksekliği ( $P<0.001$ ) ve sarı indeksi ( $P<0.01$ ) özelliklerinde önemli bulunmuştur (Tablo 6).

**Tablo 5.** Farklı renk özelliklerine sahip Japon bildirginlerinde yeme ve suya ilave edilen borik asidin yumurta iç kalite özellikleri üzerine etkileri (1)

Özellikler	Yumurta akı ağırlığı	Yumurta akı oranı	Yumurta sarı ağırlığı	Yumurta sarı oranı	Yumurta sarı renk
K	6.03±0.06	49.88±0.36	4.02±0.04 <sup>a</sup>	33.46±0.33	6.39±0.09 <sup>a</sup>
Y100	6.04±0.06	50.82±0.33	3.82±0.03 <sup>b</sup>	32.35±0.25	6.16±0.11 <sup>ab</sup>
Y300	6.00±0.06	49.96±0.30	3.94±0.04 <sup>ab</sup>	32.93±0.25	5.94±0.10 <sup>b</sup>
S100	6.01±0.07	49.26±0.33	4.01±0.03 <sup>a</sup>	32.99±0.23	5.78±0.11 <sup>b</sup>
S300	5.95±0.07	49.22±0.38	3.97±0.03 <sup>ab</sup>	33.07±0.25	6.07±0.11 <sup>ab</sup>
<b>P</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>*</b>	<b>ÖD</b>	<b>**</b>
S	6.17±0.05 <sup>a</sup>	50.56±0.25 <sup>a</sup>	3.99±0.03	32.75±0.19 <sup>b</sup>	6.12±0.08 <sup>ab</sup>
B	6.21±0.05 <sup>a</sup>	50.52±0.27 <sup>a</sup>	3.99±0.03	32.54±0.20 <sup>b</sup>	6.24±0.08 <sup>a</sup>
G	5.65±0.06 <sup>b</sup>	48.37±0.37 <sup>b</sup>	3.91±0.03	33.77±0.29 <sup>a</sup>	5.97±0.10 <sup>ab</sup>
SH	5.83±0.07 <sup>b</sup>	49.27±0.35 <sup>b</sup>	3.89±0.04	33.02±0.32 <sup>ab</sup>	5.83±0.12 <sup>b</sup>
<b>P</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>ÖD</b>	<b>*</b>	<b>*</b>
KxS	6.35±0.13 <sup>a</sup>	51.45±0.53	3.94±0.07	32.14±0.49 <sup>b</sup>	6.26±0.16
KxB	6.23±0.11 <sup>ab</sup>	49.86±0.65	4.16±0.06	33.48±0.60 <sup>ab</sup>	6.64±0.14
KxG	5.63±0.10 <sup>c</sup>	48.64±0.79	4.01±0.06	34.80±0.72 <sup>a</sup>	6.42±0.17
KxSH	5.79±0.18 <sup>bc</sup>	49.33±0.91	3.92±0.14	33.38±0.88 <sup>ab</sup>	6.11±0.28
Y100xS	6.10±0.11 <sup>AB</sup>	52.19±0.52	3.70±0.04	31.79±0.42	6.66±0.16
Y100xB	6.19±0.10 <sup>A</sup>	51.63±0.45	3.90±0.07	32.55±0.38	6.20±0.19
Y100xG	5.67±0.20 <sup>B</sup>	48.58±0.97	3.71±0.08	32.23±0.70	5.34±0.30
Y100xSH	5.99±0.14 <sup>AB</sup>	49.35±0.74	3.97±0.07	32.98±0.68	6.02±0.23
Y300xS	6.33±0.11 <sup>k</sup>	50.05±0.48	4.23±0.07 <sup>a</sup>	33.49±0.044 <sup>AB</sup>	6.06±0.19
Y300xB	6.04±0.11 <sup>ki</sup>	50.94±0.47	3.77±0.07 <sup>b</sup>	31.79±0.37 <sup>B</sup>	6.00±0.18
Y300xG	5.72±0.14 <sup>l</sup>	49.12±0.80	3.84±0.08 <sup>b</sup>	33.12±0.58 <sup>AB</sup>	5.83±0.25
Y300xSH	5.72±0.19 <sup>l</sup>	49.09±0.74	3.88±0.07 <sup>b</sup>	33.74±0.72 <sup>A</sup>	5.78±0.25
S100xS	5.95±0.14 <sup>K</sup>	49.21±0.67	4.01±0.06 <sup>A</sup>	33.37±0.36	5.66±0.20
S100xB	6.44±0.13 <sup>K</sup>	50.19±0.63	4.14±0.05 <sup>A</sup>	32.48±0.40	5.92±0.16
S100xG	5.96±0.11 <sup>K</sup>	48.66±0.61	4.08±0.08 <sup>A</sup>	33.37±0.54	5.80±0.25
S100xSH	5.40±0.13 <sup>L</sup>	48.50±0.71	3.64±0.11 <sup>B</sup>	32.66±0.61	5.74±0.32
S300xS	6.13±0.08 <sup>x</sup>	49.90±0.45	4.06±0.07	32.97±0.34 <sup>kl</sup>	5.98±0.19
S300xB	6.16±0.12 <sup>x</sup>	50.00±0.74	3.98±0.06	32.39±0.45 <sup>l</sup>	6.44±0.21
S300xG	5.33±0.16 <sup>y</sup>	47.10±0.90	3.82±0.06	34.39±0.60 <sup>k</sup>	6.13±0.22
S300xSH	6.26±0.13 <sup>x</sup>	50.20±0.91	4.04±0.12	32.21±0.65 <sup>l</sup>	5.39±0.29
<b>P</b>	<b>***</b>	<b>ÖD</b>	<b>***</b>	<b>*</b>	<b>ÖD</b>

K: Kontrol, Y100: Yem 100, Y300: Yem 300, S100: Su 100, S300: Su 300, S: Sarı, B: Beyaz, G: Gri, SH: Siyah, P: İstatistiki önem, \*\*\*:  $P\leq 0.001$ , \*\*:  $P\leq 0.01$ , \*:  $P\leq 0.05$ , ÖD: Önemli değil, a,b,c,A,B,k,l,K,L,x,y: Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. İnteraksiyon: Grup x Renk

**Tablo 6.** Farklı renk özelliklerine sahip Japon bıldırcınlarında yeme ve suya ilave edilen borik asidin yumurta iç kalite özellikleri üzerine etkileri (2)

Özellikler	Yumurta ağırlığı	Yumurta akı eni	Yumurta akı boyu	Yumurta akı yüksekliği	Yumurta akı indeksi	Yumurta sarısı çapı	Yumurta sarısı yüksekliği	Yumurta sarı indeksi	Haugh
K	12.23±0.16	38.96±0.59 <sup>a</sup>	51.00±0.78	4.80±0.06 <sup>ab</sup>	10.75±0.19 <sup>ab</sup>	26.65±0.28 <sup>a</sup>	10.55±0.29 <sup>ab</sup>	39.76±1.20 <sup>b</sup>	90.70±0.34 <sup>a</sup>
Y100	11.54±0.19	37.17±0.40 <sup>b</sup>	50.32±0.64	4.61±0.08 <sup>bc</sup>	10.60±0.23 <sup>ab</sup>	24.89±0.15 <sup>c</sup>	10.14±0.20 <sup>b</sup>	40.73±0.78 <sup>ab</sup>	90.14±0.49 <sup>ab</sup>
Y300	12.07±0.18	36.95±0.56 <sup>c</sup>	50.35±0.71	4.99±0.08 <sup>a</sup>	11.56±0.30 <sup>a</sup>	25.47±0.23 <sup>bc</sup>	10.80±0.11 <sup>ab</sup>	42.55±0.60 <sup>a</sup>	91.77±0.46 <sup>a</sup>
S100	12.18±0.23	38.86±0.63 <sup>a</sup>	50.73±0.78	4.46±0.06 <sup>c</sup>	10.07±0.22 <sup>b</sup>	26.46±0.26 <sup>a</sup>	11.21±0.12 <sup>a</sup>	42.50±0.60 <sup>a</sup>	88.90±0.39 <sup>b</sup>
S300	11.95±0.20	37.63±0.54 <sup>b</sup>	50.20±0.82	4.45±0.09 <sup>c</sup>	10.23±0.26 <sup>b</sup>	25.97±0.24 <sup>ab</sup>	11.03±0.15 <sup>a</sup>	42.55±0.63 <sup>a</sup>	88.96±0.48 <sup>b</sup>
<b>P</b>	<b>ÖD</b>	*	<b>ÖD</b>	***	***	***	***	*	***
S	12.25±0.18 <sup>a</sup>	37.39±0.44	49.24±0.52 <sup>b</sup>	4.75±0.08	11.06±0.24	25.82±0.22	10.49±0.24	40.72±0.96	90.38±0.44
B	12.24±0.14 <sup>a</sup>	38.38±0.52	52.39±0.69 <sup>a</sup>	4.70±0.06	10.47±0.21	26.18±0.21	10.83±0.11	41.53±0.57	90.16±0.37
G	11.65±0.19 <sup>b</sup>	37.34±0.44	50.17±0.68 <sup>ab</sup>	4.57±0.08	10.51±0.22	25.88±0.21	10.74±0.20	41.44±0.68	89.81±0.44
SH	11.84±0.16 <sup>ab</sup>	38.55±0.57	50.29±0.68 <sup>ab</sup>	4.63±0.07	10.53±0.22	25.67±0.26	10.92±0.10	42.77±0.60	90.03±0.40
<b>P</b>	*	<b>ÖD</b>	**	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>
KxS	12.01±0.43	36.52±1.34	46.82±1.38	4.87±0.12	11.77±0.35	26.54±0.51	9.29±1.00 <sup>b</sup>	35.17±3.90	91.26±0.71
KxB	12.40±0.24	40.50±1.36	55.01±1.47	5.00±0.11	10.57±0.44	26.93±0.36	10.45±0.28 <sup>ab</sup>	38.91±1.25	91.63±0.63
KxG	12.31±0.27	39.28±0.96	50.74±0.56	4.63±0.15	10.29±0.31	27.02±0.38	11.25±0.26 <sup>a</sup>	41.68±1.06	89.71±0.81
KxSH	12.22±0.38	39.56±0.73	51.42±1.56	4.70±0.10	10.39±0.32	26.10±0.87	11.20±0.28 <sup>a</sup>	43.30±1.68	90.20±0.52
Y100xS	11.61±0.39	37.12±0.58	48.58±0.88	4.42±0.14	10.37±0.46	24.66±0.18	9.66±0.15 <sup>bc</sup>	39.20±0.65 <sup>ab</sup>	89.07±0.82
Y100xB	12.42±0.27	39.13±0.94	53.25±1.00	4.66±0.13	10.13±0.39	25.41±0.31	10.79±0.12 <sup>AB</sup>	42.56±0.84 <sup>ab</sup>	89.75±0.92
Y100xG	10.33±0.41	35.76±0.69	47.69±1.23	4.57±0.19	10.99±0.47	24.29±0.26	9.10±0.62 <sup>C</sup>	37.33±2.39 <sup>b</sup>	90.83±0.97
Y100xSH	11.81±0.18	36.69±0.65	51.77±1.23	4.81±0.21	10.91±0.53	25.20±0.32	11.02±0.18 <sup>A</sup>	43.80±0.96 <sup>a</sup>	90.92±1.19
Y300xS	12.28±0.43	36.64±1.12	49.91±1.51	5.36±0.18	12.55±0.68	25.04±0.50	11.27±0.13 <sup>K</sup>	45.15±0.98 <sup>A</sup>	93.55±1.03
Y300xB	11.75±0.28	35.92±1.00	50.54±1.83	4.89±0.12	11.49±0.61	26.11±0.50	10.47±0.24 <sup>J</sup>	40.24±1.22 <sup>B</sup>	91.55±0.62
Y300xG	12.06±0.33	36.63±1.09	50.94±1.27	5.04±0.12	11.59±0.41	25.36±0.38	10.87±0.21 <sup>kl</sup>	42.98±1.05 <sup>AB</sup>	92.11±0.73
Y300xSH	12.21±0.42	38.59±1.23	50.01±1.25	4.65±0.17	10.60±0.59	25.36±0.47	10.58±0.24 <sup>l</sup>	41.83±1.16 <sup>AB</sup>	89.88±0.95
S100xS	12.77±0.54	39.80±0.76	51.54±0.89	4.49±0.09	9.85±0.25	27.03±0.50	11.11±0.36 <sup>KL</sup>	41.08±0.97	88.62±0.76
S100xB	12.37±0.52	37.92±1.28	51.15±1.90	4.55±0.13	10.35±0.55	26.53±0.61	11.82±0.21 <sup>K</sup>	44.79±1.37	89.20±1.00
S100xG	12.03±0.25	37.95±0.79	51.09±1.72	4.41±0.10	10.01±0.46	26.23±0.25	11.14±0.10 <sup>KL</sup>	42.54±0.68	88.69±0.62
S100xSH	11.54±0.44	39.79±1.91	49.15±1.66	4.42±0.14	10.06±0.49	26.03±0.67	10.75±0.18 <sup>l</sup>	41.61±1.47	89.09±0.84
S300xS	12.56±0.25	36.87±0.83	49.34±0.69	4.61±0.18	10.74±0.50	25.83±0.37	11.10±0.30 <sup>x</sup>	43.01±1.17	89.39±0.89
S300xB	12.28±0.27	38.43±0.91	51.98±1.23	4.43±0.10	9.83±0.26	25.90±0.45	10.64±0.17 <sup>y</sup>	41.18±0.97	88.65±0.51
S300xG	11.54±0.53	37.06±1.12	50.38±2.34	4.18±0.25	9.69±0.65	26.52±0.50	11.35±0.48 <sup>x</sup>	42.67±1.43	87.71±1.28
S300xSH	11.43±0.41	38.15±1.46	49.11±1.93	4.58±0.16	10.67±0.61	25.64±0.58	11.04±0.21 <sup>xy</sup>	43.32±1.55	90.08±0.97
<b>P</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	<b>ÖD</b>	***	**	<b>ÖD</b>

K: Kontrol, Y100: Yem 100, Y300: Yem 300, S100: Su 100, S300: Su 300, S: Sarı, B: Beyaz, G: Gri, SH: Siyah, P: İstatistikî önem, \*\*\*: P≤0.001, \*\*: P≤0.01, \*: P≤0.05, ÖD: Önemli değil, a,b,c,A,B,C,k,l,K,L,x,y: Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir. İnteraksiyon: Grup x Renk

## Tartışma

Yeme ve suya katılan borik asidin yumurta kalite özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde (Tablo 4), borik asidin yumurta kabuk ağırlığı, kabuk oranı, kabuk kalınlığı üzerine olumlu etkilerinin olduğu, en iyi yumurta kabuk ağırlığı ve kabuk oranının Y100 grubundan elde edildiği tespit edilmiştir. Yumurta kabuk kalınlığı ise tüm katkı gruplarında kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Bu bulgular diyete ilave edilen borik asidin yumurta kabuk kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir. Yeşilbağ (9), bor noksanlığında kalsiyum, magnezyum ve fosfor minerallerinin dengesinde ve emiliminde azalma olduğunu, plazma konsantrasyonlarında değişikliklerin oluştuğunu bildirmiştir. Ayrıca araştırmacı kolekalsiferol noksanlığı olan ve düşük bor içeren (0.3 µg/g) tavuk diyetlerine bor ilavesinin (1.4 µg/g) 25-hidroksikolekalsiferol ile 1-25 dihidroksikolekalsiferol konsantrasyonunu artırdığını saptamıştır. Mineral yönünden yetersiz rasyonla beslenen etlik piliç rasyonlarına bor ilavesi yapıldığında plazma kalsiyum ve magnezyum düzeylerinin arttığı ve kemik ALP aktivitesinin düştüğü belirlenmiştir. Kurtoğlu ve ark. (26), vitamin D<sub>3</sub> bakımından yetersiz etlik piliç rasyonlarına vitamin D<sub>3</sub> ilavesiyle+25 mg/kg düzeyinde bor ilavesinin serum fosfor konsantrasyonunu artırdığını ve alkalik fosfataz enziminin düzeyini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Kurtoğlu ve ark. (27)'nin farklı bir çalışmada, rasyona bor ilavesinin serum kalsiyum ve fosfor düzeyinde artışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Adarsh ve ark. (28) kalsiyum (Ca) bakımından yetersiz diyetle beslenen yumurtacı tavuklarda, Ca yetersizliğine bağlı olarak azalan yumurtlama performansının bor takviyesi (40 mg/kg) ile iyileştiğini ve daha iyi yemden yararlanma oranının sağladığını tespit etmişlerdir. El-Saadany ve ark. (29) yumurtacı tavuk rasyonlarına 100, 200 ve 300 mg/kg bor ekledikleri araştırmada, kabuk oranı, kabuk kalınlığı ve Haugh birimi bor ilavesi ile paralel olarak artmış, en yüksek değerler 300 mg/kg grubundan elde edilmiştir. Mutlu ve ark. (17), yumurtacı bırdırcınlarda rasyona kalsiyum tetraborat (CaB<sub>4</sub>O<sub>7</sub>: 300 mg/kg yem) ekledikleri araştırmada, kontrol grubuna göre yumurtanın yenilebilen kısımlarında sodyum (Na), magnezyum (Mg) ve potasyum (K) miktarları artarken, yumurta kabuğunda bor (B), sodyum (Na), magnezyum (Mg), demir (Fe), potasyum (K) ve bakır (Cu) birikiminin arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada, yumurta kabuk kalitesinin tüm katkılı gruplarda yüksek olması borun kalsiyum metabolizması üzerine olan etkileri ile ilişkilendirilebilir (30).

Araştırmada, yeme ve suya ilave edilen borik asit yumurta şekil indeksi, yumurta sarı ağırlığı, yumurta sarı rengi, ak eni, ak yüksekliği, ak indeksi, sarı çapı, sarı yüksekliği, yumurta sarı indeksi ve Haugh birimi değerlerinde farklı şekillerde önemli derecede etkili olmuştur (Tablo 5 ve 6). Özellikle suya borik asit ilavesi yumurta akı yüksekliği, yumurta akı indeksi ve Haugh birimini düşürmüş, yumurta sarısı yüksekliği ve yumurta sarı indeksi birimini artırmıştır. Mızrak ve ark. (31), 4 - 64 haftalık yaştaki piliçlere farklı dozlarda (0, 25, 50, 100 ve 200 mg/kg yem) bor ilavesi yapılan çalışmada; albümen yüksekliği ve Haugh birimi, 25 ve 50 mg bor/kg

diyet gruplarında iyileşmiştir. Şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma mukavemetinin katkı gruplarından etkilenmediği, ancak 25 mg bor/kg diyet grubunda kabuk kırılma mukavemetini artırma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Eren ve ark. (32) yumurtacı tavuklarda rasyona 0, 5, 10, 50, 100, 200 ve 400 mg/kg diet borik asit ilave edilen araştırmada, borik asidin düşük dozlarının albümin indeksini düşürdüğü, yüksek dozlarının artırdığı saptanmıştır. Yüksek borik asit gruplarında yumurta sarı indeksi artmıştır. Haugh değeri en yüksek kontrol grubunda bulunmuştur. Kaya ve Macit (16), rasyona katılan ortoborik asidin yumurta sarısı yağ ve protein profilini önemli derecede etkilediği, özellikle triağılglicerol oranının azaldığı, total kolesterol ve diağılglicerol oranlarının arttığını belirtmişlerdir. Yumurta sarı ve ak kalite değerlerindeki farklılıkların bor türlerinin yumurta protein ve yağ profili üzerine olan bu etkilerinden kaynaklanmış olabilir.

Farklı renklerdeki bırdırcın genotiplerinde yumurta iç ve dış kalite özellikleri Tablo 4, 5 ve 6 de verilmiştir. Yumurta kalite özellikleri bırdırcınlar için verilen literatürlere uygun bulunmuştur (33, 34). Yumurta enine ait verilerde en yüksek değerler sarı ve beyaz genotiplerde, en düşük değerler ise gri ve siyah genotiplerde saptanmıştır. Yumurta boyu ölçümlerinde, en düşük değer gri genotipte tespit edilmiştir. Yumurta şekil indeksi en düşük siyah, en yüksek gri genotipte saptanmıştır. Yumurta kabuk ağırlığı en düşük gri genotipte, en yüksek sarı ve beyaz genotipte bulunmuştur. Yumurta kabuk kalınlığı en düşük gri genotipte tespit edilmiştir. Chimezie ve ark. (35), yaptıkları çalışmada siyah, beyaz ve kahverengi olmak üzere üç farklı tüy rengine sahip Japon bırdırcınlarında yumurta kalite özelliklerini incelemiştir. Kahverengi bırdırcınlarda yumurta ağırlığı, siyah ve beyaza göre önemli ölçüde daha yüksek saptanmıştır. Ayrıca kahverengi genotipten yumurta genişliği, sarı ağırlığı, sarı çapı, kabuk ağırlığı, ak ağırlığı, yüksekliği ve indeksinde önemli ölçüde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Anderle ve ark. (5) aguti (orijinal), mahogany (kahve), altın ve beyaz renkli bırdırcınlarda yumurta verimini benzer tespit etmişlerdir. Yumurta ağırlığı en yüksek kahve, yumurta kabuk kalınlığı en düşük beyaz, en yüksek yumurta albümin oranı ve en düşük sarı oranı kahve, en iyi Haugh birimi orijinal renkli bırdırcınlarda tespit edilmiştir. İnci ve ark. (6) yumurta ağırlığı ve özgül ağırlığın orijinal renkli bırdırcınlarda üstün olduğunu, ak indeksinde ise beyaz renkli bırdırcınların kahve, sarı ve orijinal renkli bırdırcınlardan üstün olduğunu saptamışlardır. Bağh ve ark. (36) gri, kahve ve beyaz varyetelerde yaptıkları araştırmada; şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, ak ağırlığı, ak eni, ak boyu, ak yüksekliği, ak indeksi, Haugh değeri, sarı ağırlığı, sarı eni, sarı boyu, sarı yüksekliği, sarı indeksi bakımından genotiplerin benzer olduğunu tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak, borik asit takviyesi yumurta kalite özelliklerini etkilemiş, kabuk kalitesi ile ilgili parametrelerde en iyi değerler yeme 100 mg/kg borik asit ilave edilen grupta saptanmıştır. Suya borik asit ilavesi ak indeksi ve Haugh birimi gibi parametreleri olumsuz etkilerken, sarı indeksi değerini artırmıştır.

Başta kabukla ilgili parametreler olmak üzere genel olarak yumurta dış kalite özellikleri gri genotipte düşük bulunmuştur. Özellikle yumurta kalite özellikleri bakımından genotip x çevre interaksyonları önemli

hesaplanmış, genotiplerin borun farklı doz ve verilme şekline incelenen özellikler yönünden farklı derecelerde hassasiyeti olduğu belirlenmiştir.

### Kaynaklar

1. Minvielle F, Ito S, Inoue-Murayama M, Mizutani M, Wakasugi N. Genetic analysis of plumage color mutations on the Z chromosome of Japanese quail. *J Hered* 2000; 91: 499-501.
2. Crawford RD. *Poultry Breeding and Genetics*. Amsterdam (Netherlands): Elsevier, 1990.
3. Minvielle F, Hirigoyen E, Boulay M. Associated effects of the roux plumage color mutation on growth, carcass traits, egg production, and reproduction of Japanese quail. *Poult Sci* 1999; 78: 1479-1484.
4. Eratalar SA, Okur N. The impact of plumage colour of quails on embryonic mortality and hatchability of fertile eggs. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi* 2020; 2: 30-33.
5. Anderle V, Lichovnikova M, Kupcikova L. Comparison of laying intensity and egg quality the effect of Japanese quails (*Coturnix Japonica*) with different feather color. *Mendel Net* 2017; 175-179.
6. İnci H, Çelik Ş, Söğüt B, Şengül T, Karakaya E. Figuring out the effects of different feather color on the characteristics of interior and exterior egg quality of Japanese quail by using Kruskal-Wallis Tests. *Turk J Agric Nat Sci* 2015; 2: 112-118.
7. İslam MS, Faruque S, Khatun H, İslam MN. Comparative production performances of different types of quail. *Sci J Krishi Found* 2014; 12: 151-155.
8. Yakıncı ZD, Kök M. Borun sağlık alanında kullanımı. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi* 2016; 4: 36-44.
9. Yeşilbağ D. Hayvan beslemede bor elementinin kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2008; 27: 61-68.
10. Sarı EN, Soysal Y. Bor elementi ve biyolojik sistemlere etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2021; 4: 57-65.
11. Kuru R, Yarat A. Bor ve sağlığımıza olan etkilerine güncel bir bakış. *Clin Exp Health Sci* 2017; 7: 107.
12. Simsek UG, Aslan S, Birben N, Altundal B. Examining the effects of adding boric acid at different doses into mixed feed on fattening performance, carcass characteristics, and bone quality of Japanese quails. *GSC Biol Pharm Sci* 2020; 13: 1-9.
13. Kara MA. The impact of different boron levels in diet on performance and eggshell quality of Japanese quails (*Coturnix Japonica*). *Saudi J Biol Sci* 2022; 29: 1796-1800.
14. Kocbeker V, Bahtiyar Y, Demirors G. Effect of diets with various calcium and boron levels in prelaying period on growth, bone ash and subsequent performance and shell quality of laying hens. *Int J Med Sci Clin Invent* 2017; 4: 3335-3340.
15. Scialli AR, Bonde JP, Hohlfeld IB, et al. An overview of male reproductive studies of boron with an emphasis on studies of highly exposed Chinese workers. *Reprod Toxicol* 2010; 29: 10-24.
16. Kaya H, Macit M. Yumurtamanın son dönemindeki yumurtacı tavukların rasyonlarına bor (ortoborik asit) ilavesinin bazı yumurta sarısı parametreleri üzerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2018; 6: 278-284.
17. Mutlu SI, Simsek UG, İflazoglu S, et al. Impact of dietary calcium tetraborate supplementation on the mineral content of egg and eggshell of laying quails. *GSC Biol Pharm Sci* 2021; 15: 018-026.
18. Helvacı C. Borate deposits: An overview and future forecast with regard to mineral deposits. *Journal of Boron* 2017; 2: 59-70.
19. Erper İ, Kalkan Ç, Kaçar G, Türkkın M. Elmada maviküfe neden olan *Penicillium expansum*'a karşı bazı bor tuzlarının antifungal etkisi. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences* 2019; 34: 250-258.
20. Pratiwi YS, Prasetyowati I, Hidayati MN, et al. Review article: The effect of borax as a food additive on energy metabolism. *Ann Trop Med Public Health* 2020; 23: 1317-1323.
21. Pradhan SK, Kumar B, Banakara KB. Effect of boron supplementation on the performance and metabolism of minerals in broiler chicken. *Anim Nutr Feed Technol* 2020; 20: 39-49.
22. Jin E, Gu Y, Wang J, Jin G, Li S. Effect of supplementation of drinking water with different levels of boron on performance and immune organ parameters of broilers. *Ital J Anim Sci* 2014; 13: 3152.
23. Makav M, Kuru M, Ölmez M, Bektaşoğlu F. The effect of boric acid treatment on feed and water consumption in rats with endometritis. *1st International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress 9-11 Ekim 2020: Adana, Turkey*.
24. Tatlı O, Sevim Ö, Karaarslan S. Damızlık bıldırcın rasyonlarına katılan nano çinkonun performans, yumurta özellikleri, sperm kalitesi ve kuluçka parametreleri üzerine etkisi. *J Inst Sci Technol* 2019; 9: 2390-2397.
25. Simsek UG, Baykalır Y, Erisir M, Benzer F. Effects of conventional and organic rearing systems and hen age on oxidative stress parameters of blood and ovarian tissues in laying hens. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2018; 65: 85-91.
26. Kurtoğlu V, Kurtoğlu F, Coşkun B. Effects of boron supplementation of adequate and inadequate vitamin D3-containing diet on performance and serum biochemical characters of broiler chickens. *Res Vet Sci* 2001; 71: 183-187.
27. Kurtoglu V, Kurtoglu F, Coskun B et al. Effects of boron supplementation on performance and some serum biochemical parameters in laying hens. *Rev Med Vet* 2002; 153: 823-828.



28. Adarsh V, Dintaran P, Shivakumar GNK, et al. Effect of boron supplementation on laying performance of White Leghorn hens fed diet with and without adequate level of calcium. *Trop Anim Health Prod* 2021; 53: 1-9.
29. El-Saadany AS, Shreif EY, EL-Barbary AM. The influence of dietary boron supplementation on performance and some physiological parameters in bandarrah chickens 2-laying period. *Egypt Poult Sci J* 2017; 37: 105-122.
30. Sharma A, Mani V, Pal RP, Sarkar S, Datt C. Boron supplementation in peripartum Murrah buffaloes: The effect on calcium homeostasis, bone metabolism, endocrine and antioxidant status. *J Trace Elem Med Biol* 2020; 62: 126623.
31. Mızrak C, Yenice E, Can M, Yıldırım U, Atik Z. Effects of dietary boron on performance, egg production, egg quality and some bone parameters in layer hens. *S Afr J Anim Sci* 2010; 40: 257-264.
32. Eren M, Uyanik F, Küçükersan S. The influence of dietary boron supplementation on egg quality and serum calcium, inorganic phosphorus, magnesium levels and alkaline phosphatase activity in laying hens. *Research in Veterinary Science* 2004; 76: 203-210.
33. Ayasan T, Yurtseven S, Baylan M, Kutlu HR. Effects of boric acid supplementation on egg production and quality of Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). *Indian J Anim Sci* 2011; 81: 534-536.
34. Hegab IM, Hanafy AM. Effect of egg weight on external and internal qualities, physiological and hatching success of Japanese quail eggs (*Coturnix coturnix Japonica*). *Braz J Poult Sci* 2019; 21: 001-008.
35. Chimezie VO, Fayeye TR, Ayorinde KL, Adebunmi A. phenotypic correlations between egg weight and some egg quality traits in three varieties of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*). *Afr J Online* 2017; 17: 44-53.
36. Bagh J, Panigrahi B, Panda N, et al. Body weight, egg production, and egg quality traits of gray, brown, and white varieties of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in coastal climatic condition of Odisha, *Vet World* 2016; 9: 832-836.