



## Yumurtacı Tavuklarda Tüy Kalitesi ve Göğüs kemiği Eğikliği ile Bazı Verim Özellikleri Üzerine Canlı Ağırlık ve Göğüs Kondisyonunun Etkisi

Gürkan ÖZKAN<sup>1,a</sup>, Metin PETEK<sup>1,b,\*</sup>

<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.

<sup>a</sup>ORCID: 0000-0003-1379-1836

<sup>b</sup>ORCID: 0000-0003-4560-2438

Geliş Tarihi: 05.02.2023

Kabul Tarihi: 15.06.2023

Bu makale Nasıl kaynak gösterilir: Özkan G, Petek M. (2023). Yumurtacı Tavuklarda Tüy Kalitesi ve Göğüs kemiği Eğikliği ile Bazı Verim Özellikleri Üzerine Canlı Ağırlık ve Göğüs Kondisyonunun Etkisi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 12(1): 93-100, DOI:10.31196/huvfd.1247931.

\*Yazışma adresi: Metin PETEK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.

e-mail: [petek@uludag.edu.tr](mailto:petek@uludag.edu.tr)

Online erişim adresi:

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/huvfd>

**Özet:** Bu çalışma yumurtacı tavuklarda tüy kalitesi ve göğüs kemiği eğikliği üzerine canlı ağırlık ve göğüs kondisyonunun etkisinin belirlenmesi amacıyla Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kanatlı Ünitesinde yetiştirilmekte olan 4000 adet Lohman LSL genotipi beyaz yumurtacı tavuk sürüsünden seçilen 450 adet tavuk üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneme başında tavuklar canlı ağırlıklarına göre; canlı ağırlığı 1100-1400 g arası olanlar hafif; 1400-1700 g arası olanlar orta; 1700-2000 g arası ağır grup olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Her ağırlık grubundaki hayvanlar göğüs genişliğine göre; göğüs genişliği 2,0-4,4 cm arası (dar) ve 4,5-6,0 cm arası (geniş) olmak üzere tekrar iki gruba ayrılmış, çalışmada 6 interaktif grup yer almıştır. Veri toplama işlemi 59 haftalık yaşta 67 haftalık yaşa kadar gerçekleştirilmiştir. Apartman tipi geleneksel kafes sisteminde; her kafes bölmesinde 5'er tavuk olacak olacak şekilde barındırılan tavuklar deneme süresince ticari yumurtacı tavuklar için standart koşullarda yetiştirilmiştir. Gruplarda; göğüs kemiği eğikliği; var/yok şeklinde tanımlanmış, tüy kalitesi; tüylerdeki hasar/kayıp durumuna göre; iyi (skor 0), orta (skor 1) ve zayıf (skor 2) şeklinde değerlendirilmiştir. Gruplarda günlük yumurta sayıları ve ölenler kaydedilmiş, deneme başı ve deneme sonunda her grupta ortalama yumurta ağırlığı belirlenmiştir. Çalışmada ortalama yumurtlama randımanı üzerine canlı ağırlığın etkisi önemli bulunmuştur (P<0,01). Göğüs kemiği eğikliği saptanan tavukların toplam içindeki payı deneme başı ve deneme sonunda değişmemiş, bütün gruplarda yaklaşık %50' nin üzerinde tespit edilmiştir. Genelde deneme başı toplam tüy kalitesi canlı ağırlıktan önemli düzeyde etkilenmiş (P<0,01), ancak deneme sonunda bu farklılık ortadan kalkmıştır. Sonuç olarak yumurtacı tavuklarda yaşla birlikte tüy kalitesinin kötüleştiği, ancak canlı ağırlık ve göğüs kondisyonunun göğüs kemiği eğikliği ve tüy kalitesi üzerine önemli bir etki göstermediği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Canlı ağırlık, Göğüs kemiği hasarları, Göğüs kondisyonu, Tüy kalitesi, Yumurtacı tavuk.

### Effects of live body weight and breast condition on plumage quality and keel bone deviation in laying hens

**Abstract:** This study was carried out on 450 hens selected from a flock of 4000 Lohmann LSL genotype white layers reared in Bursa Uludag University, Faculty of Veterinary Medicine, in the Poultry Unit to determine the effects of body weight and breast condition on plumage quality and keel bone deviation in laying hens. At the beginning of the experiment, the birds were divided into three groups according to the live weight of chickens ; those with a live weight of 1100-1400g were light; the ones between 1400-1700 g as the medium group, and between 1700-2000g as the heavy group. According to the breast width of the animals in each weight group, the birds were further divided into two groups 2.0-4.4 cm (narrow) and 4.5-6.0 cm (wide). Thus, six interactive groups were included in the study. Data collection was carried out from 59 weeks to 67 weeks of age. The hens with five chickens in each cage compartment were housed in the apartment-type traditional cage system and raised under standard conditions for commercial layers during the experiment. In the groups; keel bone deviation was defined as yes/no; and plumage quality was evaluated as good (score 0), moderate (score 1), and poor (score 2) according to their plumage loss. The daily number of eggs and deaths in the groups were recorded, and the average egg weight in each group was determined at the beginning and end of the experiment. In the study, the effect of live weight on the mean laying performance was significant (P<0.01). The proportion of hens with a keel bone deviation at the experiment's beginning and end was over 50% in all groups. The initial total feather quality of the birds was significantly affected by live weight (P<0.01). As a result, it was determined that feather quality deteriorated with age in laying hens. However body weight and breast condition did not affect the birds' keel bone deviation and plumage quality.

**Keywords:** Breast condition, Keel bone deviation, Laying hen, Live body weight, Plumage quality.

## Giriş

Yumurtacı tavuklarda tüy çekme ve kanibalizm ile göğüs kemiği hasarları iki önemli hayvan refahı problemi olup, kafessiz barındırma sistemlerinin yaygınlaşması ile görülme sıklığı daha da artmıştır (Coton ve ark., 2019; Jung ve ark., 2019; Kaukonen ve Valros, 2019; Petek ve Çavuşoğlu, 2021; Rieke ve ark., 2020). İngiltere’ de 119 adet serbest dolaşimli free range yumurtacı işletmeyi kapsayan bir çalışmada kloakal gagalama oranının %19,5-29,9 arasında değiştiği, kanibalizm görülme oranının ise; %22,6 olduğunu bildirmiştir (Lampton ve ark., 2015). Her ikisi de acı ve ağrı verici olan bu iki hayvan refahı problemi aynı zamanda yumurta verimi, yem tüketimi ve yemden yararlanmayı da olumsuz etkilemektedir. Göğüs kemiği eğiklikleri ileri düzeyde uygun olmayan kümes içi ekipmanlar, yetersiz besleme gibi faktörlerin etkisi ile göğüs kemiğinde kırılma ve çatlamalara da yol açabilmektedir (Rufaner ve ark., 2020). Elli haftadan daha ileri yaşlı tavuklarda yumurta verimindeki düşme göğüs kemiği hasarlarının etkisi ile daha da belirginleşmektedir (Rufaner ve ark., 2019).

Tavuklarda göğüs kemiği eğiklikleri, kırık ve çatlakları ile tüy çekme ve kanibalizmin tek bir nedeni olmayıp, barınak içi çevresel faktörler, genotip, canlı ağırlık ve besleme gibi çok değişik nedenlerden kaynaklanmaktadır (Jung ve ark., 2019; Mens ve ark., 2020; Petek ve Çavuşoğlu, 2021; Sibanda ve ark., 2020). Zenginleştirilmiş kafesler, derin altlık ve ızgara-altlık sistemlerinde kullanılan tünek, folluk, katlı ızgara gibi ekipmanların yoğunluğuna bağlı olarak tavuklarda göğüs

kemiği hasarları o kadar fazla ortaya çıkmaktadır (Habig ve ark., 2021; Riber ve ark., 2018; Rufaner ve ark., 2020). Hardin ve ark. (2019) barındırma sistemi ve barınak içi düzenlemeler, genetik yapı ve yaşa bağlı olarak göğüs kemiği hasar düzeyinin değiştiğini ve farklı barınak sistemleri arası karşılaştırma yapmayı zorlaştırdığını bildirmişlerdir. Sözcü ve ark. (2021) serbest dolaşimli free-range sistemde yetiştirilen Atak-S tavuklarda diğer yerli tavuklara göre daha yüksek oranda tüylerde ve göğüs kemiğinde hasar oluştuğunu bildirmişlerdir. Garant ve ark. (2022) kahverengilere göre beyaz tüylü tavukların tüy kaybına karşı daha duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Sibanda ve ark. (2020) farklı ağırlık grubundaki serbest dolaşimli free-range yumurtacı tavuklardan canlı ağırlığı en düşük (hafif) tavuklarda göğüs bölgesinde tüy kalitesi skorunun en kötü olduğunu tespit etmişlerdir. Petek ve ark. (2022) geleneksel kafes sisteminde yetiştirilen beyaz yumurtacı tavuklarda göğüs kondisyonu, göğüs kemiğinde eğilme ve yumurta verimi arasında bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Kafessiz sistemler ile karşılaştırıldığında geleneksel kafes sistemi ile zengin ve zenginleştirilebilir kafes sistemlerinde yetiştirilen yumurtacı tavuklarda tüy çekme ve kanibalizm ile göğüs kemiği hasarları konusunda yeterince araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma, geleneksel kafes sisteminde yetiştirilen beyaz yumurtacı bir tavuk sürüsünde tüy kalitesi ve göğüs kemiği eğikliği üzerine canlı ağırlık ve göğüs kondisyonunun etkisini incelemek amacı ile yapılmıştır.

**Tablo 1.** Gruplarda yer alan kafes/bölme sayıları, deneme başı toplam hayvan sayıları ortalama göğüs genişliği ve ortalama canlı ağırlıklar ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ).

Gruplar	Kafes/Bölme Sayısı	Hayvan sayısı	Göğüs genişliği**, cm	Canlı ağırlık***, g
<b>Canlı Ağırlık</b>				
Hafif	27	135	4,48±0.001 <sup>c</sup>	1322±0.22 <sup>c</sup>
Orta	36	180	4,59±0.001 <sup>b</sup>	1547±0.16 <sup>b</sup>
Ağır	27	135	4,72±0.002 <sup>a</sup>	1795±0.19 <sup>a</sup>
<b>Göğüs Kondisyonu</b>				
Dar	45	225	4,28±0.001	1546±0.15
Geniş	45	225	4,91±0.002	1563±0.16
<b>Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu</b>				
HafifxDar	18	90	4,20±0.001	1322±0.25
OrtaxDar	18	90	4,28±0.002	1526±0.23
AğırxDar	9	45*	4,36±0.001	1789±0.31
HafifxGeniş	9	45*	4,76±0.002	1322±0.36
OrtaxGeniş	18	90	4,89±0.001	1567±0.23
AğırxGeniş	18	90	5,08±0.001	1800±0.22
<b>ANOVA</b>			<b>P değeri</b>	
Canlı Ağırlık			0,001	0,001
Göğüs Kondisyonu			0,001	Ö.D
Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu			0,001	Ö.D

\*Yeterli hayvan bulunamadığından hayvan sayısı sınırlı kalmıştır, \*\* Göğüs kondisyonu; dar; 2,0-4,4 cm, geniş; 4,5-6,0 cm, \*\*\*Canlı ağırlık; hafif; 1100-1400 g, orta; 1400-1700 g, ağır; 1700-2000 g.

## Materyal ve Metot

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Sağlığı ve Hayvansal Üretim Araştırma ve

Uygulama Merkezi Tavukçuluk ünitesinde yetiştirilmekte olan 4000 adet Lohman LSL genotipi beyaz yumurtacı tavuk sürüsünden seçilen toplamda 450 beyaz yumurtacı tavuk üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hayvan Deneyleri Etik Kurulları

Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik, Madde 8; 19-k uygun olarak veriler toplanmıştır (Resmi Gazete, 2014). Deneme başında ana sürüde bulunan hayvanlar bireysel tartılarak canlı ağırlıklarına göre, hafif, orta ve ağır olmak üzere 3 ayrı gruba ayrılmıştır. Hafif grupta canlı ağırlığı 1100-1400 g arası olan tavuklar, orta ağır grupta canlı ağırlığı 1400-1700 g arası olanlar ve ağır grupta canlı ağırlığı 1700-2000 g arası olan tavuklar yer almıştır. Her ağırlık grubundaki hayvanların göğüs genişlikleri pergel ile ölçülerek tekrar iki ayrı gruba ayrılmıştır. Göğüs genişliği 2,0-4,4 cm arası olan tavuklar dar göğüs kondisyonlu, 4,5-6,0 cm arası olanlar geniş göğüs kondisyonlu grupta yer almıştır. Bu şekilde çalışmada 2 göğüs genişliği x 3 ağırlık grubu olmak üzere 6 interaktif grup oluşturulmuştur (Tablo 1).

Çalışmada yer alan tavuklar pencereless bir kümesteki üç katlı apartman sistemi geleneksel kafeslerde barındırılmış, yumurtacı tavuklar için standart bakım ve besleme koşullarında yetiştirilmişlerdir (Anonim, 2020). Çalışmada yer alan her bir kafes bölmesi 50 cm genişlik x 50 cm derinlikte olup, araştırma süresince gün ışığına ilave suni ışık olmak üzere günde 16 saat aydınlatma uygulanmış, ad libitum olarak ikinci dönem kafes yumurta tavuk yemleri ile besleme yapılmıştır. Deneme grupları oluşturulduktan sonra iki haftalık bir adaptasyon dönemi uygulanmış, veri toplama işlemi 59 haftalık yaştan 67 haftalık yaşa kadar devam etmiştir. Deneme gruplarında canlı ağırlıklar bireysel tartım ile ölçülmüş, her grupta rastgele toplanan 30 adet günlük yumurta bireysel tartılarak ortalama yumurta ağırlıkları belirlenmiş, yumurta verimleri günlük kaydedilmiştir. Deneme başı ve deneme sonunda gruplarda tespit edilen yumurta sayıları deneme başında gruplarda yer alan tavuk sayılarına oranlanarak tavuk-kümes olarak deneme başı ve deneme sonu ortalama yumurta verimleri hesaplanmıştır. Günlük yumurta sayıları o gün yaşayan tavuk sayısına bölünmüş (tavuk-gün) ve deneme süresi ortalama yumurta verimi hesaplanmıştır (North ve Bell, 1990). Deneme başı ve deneme sonu her gruptan 30 adet yumurta bireysel olarak 0,01 grama hassas terazide tartılarak ortalama yumurta ağırlıkları belirlenmiştir. Deneme başı ve deneme sonunda gruplarda yer alan yumurtacı tavuklarda tüy kalitesi bireysel olarak dört vücut bölgesinde (baş-boyun, sırt, butlar-kloaka ve göğüs-karın bölgesi); Grafl ve ark. (2017) tarafından bildirilen skorlama yöntemine göre doğrudan gözlem yolu ile ölçülmüştür. Skor 0; hasarsız veya çok az hasarlı mükemmel tüy kalitesi ve iyi tüylü vücut bölümünü; skor 1; çap veya uzunluğu 5 cm' den küçük olan tüysüz bir noktayı (*hafif hasarlı tüyler*), skor 2 ise; çapı/genişlik veya uzunluğu 5 cm' den büyük olan tüysüz bir noktayı (*şiddetli hasarlı tüyler*), bir veya birden fazla büyük tüysüz alanları ifade etmek için kullanılmıştır. Dört vücut bölgesinden ölçülen tüy kalitesi skorları, minimum 0 (*mükemmel*) ve maksimum 8 (*zayıf*) olmak üzere dört bölgenin toplamı; toplam tüy kalitesi puanını oluşturmuştur. Gruplarda yer alan tavukların göğüs kemiğinde ortaya çıkan eğiklikler doğrudan gözlem yolu ile; anatomik bir düzlemde (180°'lik açıda); göğüs kemiğinde düz çizgiden sapma olup olmamasına göre, göğüs kemiği eğikliği var/yok şeklinde değerlendirilmiştir (Casey-Trott ve ark., 2015; Casey-Trott ve ark., 2017). Çalışmada incelenen verilerden canlı ağırlık, göğüs genişliği, yumurta verimi,

yumurta ağırlığı, toplam ve ortalama tüy kalite skoru bakımından gruplar arası karşılaştırmalar için çok yönlü varyans analizi kullanılmış, gruplar arası farklılıkların önemli bulunması halinde Tukey testi yapılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1994). Yumurta verimi ve ölüm oranı için veriler önce arcsin dönüşüme tabi tutulmuştur (Ahrens ve ark. 1990; Çelik ve Erar 2013). Aynı gruptaki deneme başı ve deneme sonu toplam ve ortalama tüy skoru; t testi (Paired Sample t-test) ile karşılaştırılmış, göğüs kemiği eğikliğinin yaygınlık düzeyi ve ölüm oranı bakımından karşılaştırmalar khi-kare testi ile yapılmıştır. İstatistiki testler SPSS bilgisayar programında yapılmıştır (Spss Inc 2018).

## Bulgular

Bu çalışmada oluşturulan deneme gruplarında deneme başı ve deneme sonu ortalama canlı ağırlık ve göğüs genişliği değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Hafif, orta ve ağır gruplardaki hayvanların deneme başı ortalama canlı ağırlıkları arası farklılıklar önemli bulunurken ( $P<0.001$ ), dar ve geniş göğüslü hayvanların deneme başı canlı ağırlıkları arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Farklı ağırlık gruplarının ve farklı göğüs kondisyonuna sahip tavukların göğüs genişlikleri arası farklılıklar ile göğüs genişliği bakımından canlı ağırlık x göğüs kondisyonu arası etkileşimler önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ,  $P<0.001$ ).

Deneme gruplarında deneme başı ve deneme sonu yumurtlama randımanları ile araştırma dönemi süresince hesaplanan ortalama yumurtlama randımanları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Hafif, orta ve ağır canlı ağırlık gruplarında deneme başı yumurtlama randımanı sırası ile %84,40, 87,20 ve 85,00, deneme sonu yumurtlama randımanı sırası ile %61,10, 71,10 ve 68,90 bulunmuş, ortalama yumurtlama randımanı ise sırası ile; %80,10, 84,30 ve 83,50 hesaplanmıştır. Ortalama yumurtlama randımanı üzerine canlı ağırlığın etkisi ( $P<0,01$ ), deneme başı yumurtlama randımanı üzerine göğüs kondisyonunun etkisi ( $P<0,05$ ) ile deneme sonu yumurtlama randımanı bakımından canlı ağırlık ile göğüs kondisyonu arası etkileşim önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Deneme gruplarında canlı ağırlığı hafif, orta ve ağır grupta deneme başı ortalama yumurta ağırlıkları sırası ile; 62,55, 61,73 ve 63,14 g, deneme sonu yumurta ağırlıkları ise sırası ile 63,25, 63,24 ve 63,59 g bulunmuştur (Tablo 3). Dar ve geniş göğüs kondisyonuna sahip hayvanlarda ise; yumurta ağırlığı deneme başında 63,32 ve 61,63 g, deneme sonunda 63,77 ve 62,96 g tespit edilmiştir. Deneme başı yumurta ağırlığı yumurtacı tavukların göğüs kondisyonundan önemli düzeyde etkilenmiştir ( $P<0,05$ ). Deneme sonu yumurta ağırlığı üzerine ise hem canlı ağırlık, hem de göğüs kondisyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Yumurta ağırlığı bakımından canlı ağırlık x göğüs kondisyonu arası etkileşimler önemsiz bulunmuştur. Deneme gruplarında en yüksek ölüm oranı %4 ile orta canlı ağırlıkta ve dar göğüs kondisyonu sahip tavuklarda tespit edilmiş, ölüm oranı bakımından gruplar arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur (Tablo 3).

Deneme gruplarında yer alan tavuklarda deneme başı ve deneme sonu tespit edilen göğüs kemiği eğikliklerinin gruplardaki yaygınlık düzeyi Tablo 4' de gösterilmiştir. Hafif

**Tablo 2.** Gruplarda hesaplanan deneme başı ve deneme sonu ile ortalama yumurtlama randımanları (%).

Gruplar	Yumurtlama randımanı		
	Deneme Başı	Deneme Sonu	Ortalama
<b>Canlı Ağırlık**</b>			
Hafif	84,40±3.81	61,10±3.21	80,10 <sup>a</sup> ±3.22
Orta	87,20±3.81	71,10±3.33	84,30 <sup>b</sup> ±3.40
Ağır	85,00±3.90	68,90±3.34	83,50 <sup>b</sup> ±3.15
<b>Göğüs Kondisyonu*</b>			
Dar	81,50±3.31	67,00±3.45	82,30±3.22
Geniş	89,60±3.20	67,00±3.47	82,90±3.50
<b>Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu</b>			
HafifxDar	82,20±4.66	68,90±5.02	80,32±4.33
OrtaxDar	80,00±4.99	63,30±4.99	83,68±4.22
AğırxDar	82,20±4.67	68,90±4.49	82,92±4.33
HafifxGeniş	86,70±4.08	53,30±4.25	79,88±4.25
OrtaxGeniş	94,40±4.98	78,90±4.16	84,88±4.33
AğırxGeniş	87,80±4.96	68,90±4.21	84,04±4.98
<b>ANOVA</b>		<b>P değeri</b>	
Canlı Ağırlık	Ö.D	Ö.D	0,01
Göğüs Kondisyonu	0,05	Ö.D	Ö.D
Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu	Ö.D	0,05	Ö.D

\*Göğüs genişliği; dar; 2,0-4,4 cm, geniş; 4,5-6,0 cm, \*\*Canlı ağırlık; hafif;1100-1400 g, orta; 1400-1700 g, ağır; 1700-2000 g.

**Tablo 3.** Deneme gruplarında ölüm oranı (%) ve yumurta ağırlıkları ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ).

Gruplar	Ölüm Oranı %	Yumurta Ağırlığı, g	
		Deneme Başı	Deneme Sonu
<b>Canlı Ağırlık**</b>			
Hafif	2,50	62,55±0.73	63,25±0.66
Orta	3,00	61,73±0.65	63,24±0.60
Ağır	2,50	63,14±0.73	63,59±0.68
<b>Göğüs Kondisyonu*</b>			
Dar	3,00	63,32±0.58	63,77±0.53
Geniş	2,34	61,63±0.57	62,96±0.53
<b>Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu</b>			
HafifxDar	3,00	63,07±0.92	63,44±0.86
OrtaxDar	4,00	62,21±0.91	63,52±0.85
AğırxDar	2,00	64,70±1.13	64,34±1.05
HafifxGeniş	2,00	62,03±1.12	63,07±1.05
OrtaxGeniş	2,00	61,25±0.92	62,97±0.86
AğırxGeniş	3,00	61,59±0.91	62,85±0.85
<b>ANOVA</b>		<b>P değeri</b>	
Canlı Ağırlık	Ö.D	Ö.D	Ö.D
Göğüs Kondisyonu	Ö.D	0,05	Ö.D
Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu	Ö.D	Ö.D	Ö.D

\*Göğüs genişliği; dar; 2,0-4,4 cm, geniş; 4,5-6,0 cm, \*\*Canlı ağırlık; hafif;1100-1400 g, orta; 1400-1700 g, ağır; 1700-2000 g

ve orta canlı ağırlık grubunda göğüs kemiği eğikliği tespit edilen hayvanların oranı deneme başında %60 iken, ağır grupta %57,77 bulunmuş, hafif, orta ve ağır grupta deneme sonu göğüs kemiğinde eğiklik tespit edilen hayvanların oranı sırası ile; %60,00, 56,66 ve 51,11 hesaplanmıştır. Deneme gruplarının kendi içinde deneme başı ve deneme sonu göğüs kemiği eğikliği bakımından farklılıklar bütün gruplarda önemsiz bulunmuştur.

Hafif, orta ve ağır gruplarda deneme başı toplam tüy skoru sırası ile; 2,15, 3,12 ve 2,95, deneme sonu toplam tüy skoru sırası ile; 4,27, 4,35 ve 4,40 bulunmuştur (Tablo 5). Deneme başı ve deneme sonu toplam tüy skoru; dar göğüslü hayvanlarda 2,83 ve 4,51, geniş göğüslü hayvanlarda 2,64 ve 4,17 hesaplanmıştır. Üç farklı ağırlık grubunda deneme başı ortalama tüy skoru sırası ile 0,54, 0,78 ve 0,74, deneme sonu ortalama tüy skoru sırası ile; 1,07, 1,09 ve 1,10

**Tablo 4.** Deneme gruplarında deneme başı ve deneme sonu göğüs kemiği eğikliği saptanan tavukların yüzde dağılımı.

Gruplar	Deneme Başı	Deneme Sonu	P
<b>Canlı Ağırlık**</b>			
Hafif	60,00	60,00	1,000
Orta	60,00	56,66	0,711
Ağır	57,70	51,11	0,525
<b>Göğüs Kondisyonu*</b>			
Dar	56,00	49,33	0,326
Geniş	61,33	62,66	0,866
<b>Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu</b>			
HafifxDar	53,33	50,00	0,796
OrtaxDar	66,00	50,00	0,190
AğırxDar	46,00	46,00	1,000
HafifxGeniş	73,33	80,00	0,666
OrtaxGeniş	53,33	63,33	0,432
AğırxGeniş	63,33	53,33	0,432
<b>P</b>			
Canlı Ağırlık	Ö.D	Ö.D	
Göğüs Kondisyonu	Ö.D	Ö.D	
Canlı AğırlıkxGöğüs Kondisyonu	Ö.D	Ö.D	

\*Göğüs genişliği; dar; 2,0-4,4 cm, geniş; 4,5-6,0 cm, \*\*Canlı ağırlık; hafif;1100-1400 g, orta; 1400-1700 g, ağır; 1700-2000 g.

hesaplanmıştır. Deneme başı toplam ve ortalama tüy skoru canlı ağırlıktan önemli düzeyde etkilenmiş ( $P<0,01$ ), deneme başı ve deneme sonu canlı ağırlık x göğüs kondisyonu arası etkileşimler ise önemsiz bulunmuştur. Gruplar kendi içinde değerlendirildiğinde; orta x dar grup hariç diğer bütün

interaktif gruplarda deneme başına göre deneme sonu toplam ve ortalama tüy kalitesi skoru önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur (sırasıyla  $P<0,001$ ,  $P<0,05$ ,  $P<0,05$ ,  $P<0,01$ ,  $P<0,05$ ).

**Tablo 5.** Gruplarda deneme başı ve deneme sonu toplam ve ortalama tüy skorları ( $\bar{x} \pm S\bar{x}$ ).

Gruplar	Toplam Tüy Skoru			Ortalama Tüy skoru*		
	Deneme Başı	Deneme Sonu	P	Deneme Başı	Deneme Sonu	P
<b>Canlı Ağırlık***</b>						
Hafif	2,15±0.25 <sup>b</sup>	4,27±0.35	0.001	0,54±0.062 <sup>b</sup>	1,07±0.08	0.001
Orta	3,12±0.20 <sup>a</sup>	4,35±0.29	0.001	0,78±0.051 <sup>a</sup>	1,09±0.07	0.001
Ağır	2,95±0.25 <sup>a</sup>	4,40±0.35	0.002	0,74±0.062 <sup>a</sup>	1,10±0.09	0.002
<b>Göğüs Kondisyonu**</b>						
Dar	2,83±0.19	4,51±0.27	0.001	0,71±0.05	1,13±0.07	0.001
Geniş	2,64±0.19	4,17±0.26	0.001	0,66±0.04	1,04±0.07	0.001
<b>CanlıAğırlıkxGöğüsKondisyonu</b>						
HafifxDar	1,90±0.29	4,20±0.40	0.001	0,48±0.072	1,05±.010	0.001
OrtaxDar	3,47±0.28	4,33±0.40	0.084	0,87±0.071	1,08±0.10	0.084
AğırxDar	3,13±0.41	5,00±0.57	0.019	0,78±0.102	1,25±0.14	0.019
HafifxGeniş	2,40±0.40	4,33±0.57	0.023	0,60±0.102	1,08±0.14	0.023
OrtaxGeniş	2,77±0.28	4,37±0.40	0.002	0,68±0.072	1,09±0.10	0.002
AğırxGeniş	2,76±0.29	3,80±0.41	0.042	0,69±0.071	0,95±0.10	0.042
<b>ANOVA</b>						
Canlı Ağırlık	0,01	Ö.D		0,01	Ö.D	
GöğüsKondisyonu	Ö.D	Ö.D		Ö.D	Ö.D	
CanlıAğırlık*GöğüsKondisyonu	Ö.D	Ö.D		Ö.D	Ö.D	

\*Skor 0; iyi, skor 1 (hafif/orta tüy hasarı/kaybı), skor 2 (şiddetli tüy hasarı/kaybı), \*\*Göğüs genişliği; dar; 2,0-4,4 cm, geniş; 4,5-6,0 cm, \*\*\*Canlı ağırlık; hafif;1100-1400 g, orta; 1400-1700 g, ağır; 1700-2000 g.

## Tartışma

Yumurtacı tavuklarda en önemli refah ve sağlık problemlerinden olan tüy çekme ve kanibalizm ile göğüs kemiği hasarlarının genotip, barındırma, barınak içi düzenlemeler gibi yönetsel faktörlerden önemli düzeyde etkilendiği (Norman ve ark., 2021; Petek 2020), yumurta verimi ile tüy kalitesi (Yamak ve Sarıca, 2021) ve göğüs kemiği hasarları (Rufaner ve ark., 2019) arasında önemli bir ilişki olduğu bildirilmiştir. Geleneksel apartman tipi kafeste yetiştirilen beyaz yumurtacı tavuklarda gerçekleştirilen bu çalışmada ortalama yumurta verimi üzerine canlı ağırlığın etkisi önemli bulunurken ( $P<0,01$ ), göğüs kondisyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Canlı ağırlık arttıkça genelde ortalama yumurta verimi de artmış, ağırlığı düşük olan (hafif) tavukların ortalama yumurtlama randımanı orta ve ağır gruptan önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur. Bütün gruplarda deneme başına göre deneme sonunda yaşla birlikte yumurta verimi düşmüştür. Bu çalışmada tespit edilen deneme başı ve deneme sonu tavuk-kümes yumurtlama randımanı standart değerlere göre daha düşük bulunmuştur (Anonim, 2020). Yumurtacı tavuklarda yumurta verimi başta genetik yapı, aydınlatma, besleme ve barındırma koşulları olmak üzere çok sayıda faktörün etkisi altındadır. Deneme sonu yumurtlama randımanı bakımından canlı ağırlık ile göğüs kondisyonu arası etkileşim önemli bulunmuştur. Dar göğüs kondisyonlu gruplar arasında deneme sonu yumurtlama randımanı bakımından farklılıklar önemsiz iken, geniş göğüs kondisyonlu hayvanlarda canlı ağırlık deneme sonu yumurtlama randımanı üzerine önemli bir etki oluşturmuştur. Bu çalışmada deneme başı ortalama yumurta ağırlığı üzerine göğüs kondisyonunun etkisi önemli bulunurken ( $P<0,05$ ), deneme sonu ortalama yumurta ağırlığı üzerine hem canlı ağırlık hem de göğüs kondisyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığı üzerine besleme ve genotip başta olmak üzere canlı ağırlık, barındırma koşulları, kuluçka koşulları ve kuluçka stresi gibi çok sayıda faktör etkili olup, tavuk yaşı ile birlikte yumurta ağırlığı artmaktadır (Anonim, 2020; Anene ve ark., 2020; Hedlund ve Jensen, 2022). Yüksek ölüm oranı; yetersiz hayvan sağlığı ve refahının en önemli göstergelerinden birisidir. Bu çalışmada gruplarda tespit edilen ölüm oranı en fazla %4 olup, genelde Pereira ve ark. (2010) tarafından bildirilen yumurtacı tavuklar için kabul edilebilir ölüm oranına yakın bulunmuştur. Bu çalışmada canlı ağırlık ve göğüs kondisyonunun ölüm oranı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Tavuk yaşı, çevresel etkiler, besleme, genetik yapı, barındırma sistemi gibi çok sayıda hazırlayıcı faktörün etkisi ile tavuklarda göğüs kemiği hasarlarının görülme düzeyi sürüden sürüye değişebilmektedir (Dedousi ve ark., 2020, Rufaner ve ark., 2020, Rufaner ve Makagon 2020, Thofner ve ark., 2021). Bu çalışmada deneme başında ve deneme sonunda göğüs kemiğinde eğilme saptanan tavukların toplam içindeki payı bütün gruplarda %50'nin üzerinde ve birbirine yakın düzeyde bulunmuştur. Deneme başı ve deneme sonu göğüs kemiği eğikliğinin yaygınlık düzeyi bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Wall ve ark. (2022) zenginleştirilmiş

kafeslerde yetiştirilen Lohmann LSL genotipi yumurtacı tavuklarda geleneksel derin altlık üzerinde yetiştirilenlere göre; göğüs kemiği eğiklik düzeyinin daha düşük olduğunu; her iki barındırma sisteminde de yaşla birlikte göğüs kemiği eğiklik düzeyinin daha da şiddetli hale geldiğini bildirmişlerdir. Petek ve Çavuşoğlu (2021) iki değişik serbest dolaşimli free-range sistemde yetiştirilen tavuklarda göğüs kemiği eğiklik düzeyinin %37,5 ile %75,0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kemik direnci üzerine genetik yapı da etkili bir faktör olup, Chew ve ark. (2021) aydınlatma yoğunluğunun Lohman kahverengi ve beyaz yumurtacı tavuklarda göğüs kemiği hasarları üzerine etkisi olmadığını, beyaz yumurtacıların önemli düzeyde daha dirençli olduğunu bildirmişlerdir. Thofner ve ark. (2021) Danimarka'da yumurtacı tavuk sürülerinde göğüs kemiği hasarlarını inceledikleri bir çalışmada göğüs kemiği eğikliklerinin bütün yetiştirme sistemlerinde yaygın bir şekilde görüldüğünü, yumurta verimi başlangıç yaşı ve yumurta verimi başlangıcındaki ortalama yumurta ağırlığının göğüs kemiği hasarları üzerine önemli bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Edgar ve ark. (2023) göğüs kemiği kırık ve çatlaklarının yumurtacı tavuklarda canlı ağırlık ve yumurta kabuk membranı dışında verim özellikleri üzerine önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Tavuklarda göğüs kemiği kırıklarının nedeni tam olarak bilinmese de kafes ya da diğer barındırma sistemlerinde ekipmanlara çarpma, özellikle kalabalık gruplarda ve alaca karanlık loş bir ortamda tüneklere doğru sıçrama esnasında tüneklere çarpma sonucu göğüs kemiğinde kırık ve çatlaklar oluşabilmektedir.

Bu çalışmada deneme başı toplam tüy kalitesi canlı ağırlıktan önemli düzeyde etkilenirken, deneme sonu toplam tüy kalitesi üzerine canlı ağırlık ve göğüs kondisyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur. Bütün gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında; deneme başına göre deneme sonunda toplam tüy skoru; orta ağırlıkta x dar göğüslü grup hariç, önemli düzeyde yükselmiş, gruplarda yer alan tavuklarda tüy kalitesi kötüleşmiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında deneme sonu tüy kalitesinin orta düzeyde ya da ortanın biraz üzeri olduğu söylenebilir. Katlı kafes sisteminde barındırma farklı katlarda bulunan hayvanlarda tüy kalitesi farklı olabilmektedir (Fidan ve Nazlıgül, 2013; Tok ve ark., 2022). Bu çalışmada gruplarda yer alan tavuklar apartman sistemi geleneksel batarya tip kafeste; her katta her gruptan hayvan olacak şekilde homojen olarak dağıtıldığından ve gruplarda yer alan tavukların hepsinin de gagası kesilmiş ve gagaların genel durumu benzer durumda olduğundan tavuklarda tüy kalitesinde görülen farklılıkların farklı kafes katlarından ve farklı gaga yapısından etkilenmediği düşünülmektedir. Barındırma sistemi tavuklarda tüy çekme davranışını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Wall ve ark. (2022) geleneksel derin altlık üzerinde yetiştirilen Lohman ve Bovans beyaz yumurtacı hibritlerden; Lohman LSL genotipinin tüy kalitesinin daha iyi olduğunu, ancak zenginleştirilmiş kafeslerde Lohman LSL hibrit genotipte tüy kalitesinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Petek ve ark. (2015) serbest dolaşimli free-range yumurtacı tavuklarda yaptıkları bir çalışmada toplam tüy kalitesinin yaş ile birlikte kötüleştiğini ve gezinti otlama alanına mümkün olduğu kadar tavukların erken bir yaşta çıkarılması durumunda tüy

kalitesinin daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Dikmen ve ark. (2016) değişik barındırma sistemlerinin etkilerini karşılaştırdıkları bir çalışmada en iyi tüy skoruna sahip hayvanların serbest dolaşimli free-range sistemde yetiştirilen tavuklar olduğunu bildirmişlerdir. Değişik ülkelerde ticari koşullarda yapılan çok sayıda çalışmada tüy çekme davranışının kafesiz yetiştirme sistemlerine %40-80 arasında yaygın olduğu ve kanibalizm görülme düzeyinin %40'a kadar yüksek olabildiği bildirilmiştir (Estevinho, 2021).

## Sonuç

Bu çalışmada geleneksel apartman tipi kafes sisteminde yetiştirilen beyaz yumurtacı tavuklarda canlı ağırlık ve göğüs kondisyonunun göğüs kemiği eğikliği ve tüy kalitesi üzerine önemli bir etki göstermediği, ortalama yumurtlama randımanının canlı ağırlıktan etkilendiği, bütün gruplarda deneme başına göre deneme sonu tüy kalitesinin kötüleştiği tespit edilmiştir.

## Açıklama

Bu çalışma "Geleneksel kafes sisteminde yetiştirilen beyaz yumurtacı bir tavukta hayvan refahı üzerine canlı ağırlık, yaş ve göğüs kondisyonunun etkisi" konu başlıklı Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir. Tez çalışmasından özetlenen "Live body weight, breast condition and welfare outcomes of a white laying hen housed in conventional cages" konu başlıklı poster bildiri "Recent Advances in Animal Welfare Science VIII - Virtual UFAW Animal Welfare Conference, 29th-30th June 2021" isimli toplantıda sunulmuş ve konferans kitapçığında yayımlanmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışma Bursa Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Sağlığı ve Hayvansal Üretim Araştırma ve Uygulama Merkezi Tavukçuluk ünitesinde gerçekleştirilmiş olup, Veteriner Fakültesi Dekanlığı ve Tavukçuluk Ünitesi çalışanlarına teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

## Etik İzin

Hayvan Deneyleri Etik Kurulları Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik, Madde 8; 19-k gereği bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur (Resmi Gazete, 2014).

## Benzerlik Oranı

Makalenin benzerlik oranının sisteme yüklenen raporda belirtildiği gibi %9 olduğunu beyan ederiz.

## Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: MP, GÖ  
Tasarım: MP  
Denetleme/Danışmanlık: MP  
Veri Toplama ve/veya İşleme: GÖ  
Analiz ve/veya Yorum: MP, GÖ  
Kaynak Taraması: MP, GÖ  
Makalenin Yazımı: MP  
Eleştirel İnceleme: MP

## Kaynaklar

- Ahrens W, Cox D, & Budhwar G, 1990: Use of the Arcsine and Square Root Transformations for Subjectively Determined Percentage Data. *Weed Science*, 38 (4-5), 452-458. doi:10.1017/S0043174500056824.
- Anene DO, Akter Y, Thomson PC, Groves P, O'Shea CJ, 2020: Variation and Association of Hen Performance and Egg Quality Traits in Individual Early-Laying ISA Brown Hens. *Animals*, 10, 1601.
- Anonim, 2020: Lohmann LSL Classic Layers Management Guide-Cage Housing. Lohman Breeders. Lohmann Breeders GmbH. [https://lohmannbreeders.com/files/downloads/MG/Cage/LB\\_MG\\_Cage\\_LSL-Classic\\_EN.pdf](https://lohmannbreeders.com/files/downloads/MG/Cage/LB_MG_Cage_LSL-Classic_EN.pdf) (Son okuma 24.10.2022).
- Casey-Trott TM, Guerin MT, Sandilands V, Torrey S, Widowski TM, 2017: Rearing system affects prevalence of keel-bone damage in laying hens: a longitudinal study of four consecutive flocks. *Poult Sci*, 96, 2029-2039.
- Casey-Trott T, Heerkens JLT, Petrik M, Regmi P, Schrader L, Toscano MJ, Widowski T, 2015: Methods for assessment of keel bone damage in poultry. *Poult Sci*, 94, 2339-2350.
- Chew J, Widowski T, Herwig E, Shynkaruk T, Schwean-Lardner K, 2021: The effect of light intensity on the body weight, keel bone quality, tibia bone strength, and mortality of brown and white feathered egg-strain pullets reared in perchery systems. *Poult Sci*, 100, 101464.
- Coton J, Guinebretière M, Guesdon V, Chiron G, Mindus C, Laravoire A, Pauthier G, Balaine L, Descamps M, Bignon L, Huneau-Salaün A, Michel V, 2019: Feather pecking in laying hens housed in free-range or furnished-cage systems on French farms. *Br Poult Sci*, 60, 617-627.
- Çelik R, Erar A, 2013: Değişken Dönüşümlerinin Kelebek Dağılan Artıklar için Değişen Varyanslılığa Etkileri. *AKU FemUBİD* 13, 1-10.
- Dedousi A, Stojčić MĐ, Sossidou E, 2020: Effects of housing systems on keel bone damage and egg quality of laying hens. *Vet Res Forum*, 11, 299.
- Dikmen BY, Ipek A, Şahan Ü, Petek M, Sözcü A, 2016: Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poult Sci*, 95, 1564-1572.
- Edgar JL, Omi Y, Booth F, Mackie N, Richards G, Tarlton J, 2023: Fear, anxiety, and production in laying hens with healed keel bone fractures. *Poult Sci*, 102 doi: 10.1016/j.psj.2023.102514.
- Estevinho J, 2021: Welfare implications of cage-free egg production. *Poult World* <https://www.poultryworld.net/health-nutrition/welfare-implications-of-cage-free-egg-production/> (Güncelleme; 25.03.2022, son okuma; 19.10.2022).
- Dereli Fidan E, Nazlıgül A, 2013: Cage position and density effect on some welfare criteria in Denizli chicken. *Indian J Anim Sci*, 83 (6), 645-648.

- Garant R, Tobalske BW, Sassi NB, van Staaveren N, Widowski T, Powers DR, Harlander-Matauschek A, 2022: Wing-feather loss in white-feathered laying hens decreases pectoralis thickness but does not increase risk of keel bone fracture. *R Soc Open Sci*, 9, 220155.
- Graf B, Polster S, Sulejmanovic T, Pürner B, Guggenberger B, Hess M, 2017: Assessment of health and welfare of Austrian laying hens at slaughter demonstrates influence of husbandry system and season. *Br Poult Sci*, 58, 209-215.
- Habig C, Henning M, Baulain U, Jansen S, Scholz AM, Weigend S, 2021: Keel Bone Damage in Laying Hens-Its Relation to Bone Mineral Density, Body Growth Rate and Laying Performance. *Animals (Basel)*, 11, 1546.
- Hardin E, Castro FLS, Kim WK, 2019: Keel bone injury in laying hens: the prevalence of injuries in relation to different housing systems, implications, and potential solutions. *World's Poult Sci J*, 75, 285-292.
- Hedlund L, Jensen P, 2022: Effects of stress during commercial hatching on growth, egg production and feather pecking in laying hens. *PLoS ONE* 17(1): e0262307.
- Jung L, Niebuhr K, Hinrichsen LK, Gunnarsson S, Brenninkmeyer C, Bestman M, Knierim U, 2019: Possible risk factors for keel bone damage in organic laying hens. *Anim*, 13 (10), 2356-2364.
- Kaukonen E, Valros A, 2019: Feather Pecking and Cannibalism in Non-Beak-Trimmed Laying Hen Flocks-Farmers' Perspectives. *Animals (Basel)*, 9 (2), 43.
- Lampton SL, Knowles TG, Yorke C, Nicol CJ, 2015: The risk factors affecting the development of vent pecking and cannibalism in free-range and organic laying hens. *Anim Welf*, 24 (1), 101-111.
- Mens AJW, Van Krimpen MM, Kwakkel RP, 2020: Nutritional approaches to reduce or prevent feather pecking in laying hens: any potential to intervene during rearing? *World's Poult Sci J*, 76, 591-610
- Norman KI, Weeks CA, Tarlton JF, Nicol CJ, 2021: Rearing experience with ramps improves specific learning and behaviour and welfare on a commercial laying farm. *Sci Reports* 11, 8860
- North BB, Bell DD, 1990: Commercial Chicken Production Manual, USA.
- Pereira DF, Vale MM, Zevolli BR, Salgado DD, 2010: Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. *Rev Bras Ciencia Avi*, 12, 265-271.
- Petek M, Topal E, Cavusoglu E, 2015: Effects of age at first access to range area on pecking behaviour and plumage quality of free-range layer chickens. *Arch Anim Breed*, 58 (1), 85-91.
- Petek M, 2021: Effects of Housing Locations on Feather Damages of Laying Hens in a Free-Range Housing System. *J Hellenic Vet Med Soc*, 71 (4), 2525-2530.
- Petek M, Abdourhamane IM, Brav FC, Ünal C, 2022: Effects of keel bone deviation on post-peak egg production in a commercial laying hen flock with different breast condition. *J Res Vet Med*, 41 (2), 74-79.
- Petek M, Çavuşoğlu E, 2021: Welfare Assessment of Two Free-range Laying Hen Flocks in Turkey. *J App Anim Welf Sci*, 24 (1), 56-63.
- Resmî Gazete, 2014: Hayvan deneyleri Yerel Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, sayı: 28914.
- Riber AB, Casey-Trott TM, Herskin MS, 2018: The Influence of Keel Bone Damage on Welfare of Laying Hens. *Front Vet Sci*, 5, 6.
- Rieke L, Spindler B, Zylka I, Kemper N, Giersberg MF, 2021: Pecking Behavior in Conventional Layer Hybrids and Dual-Purpose Hens Throughout the Laying Period. *Front Vet Sci*, 8, 660400.
- Rufener C, Baur S, Stratmann A, Toscano MJ, 2019: Keel bone fractures affect egg laying performance but not egg quality in laying hens housed in a commercial aviary system. *Poult Sci*, 98, 1589-1600.
- Rufener C, Rentsch AK, Stratmann A, Toscano MJ, 2020: Perch Positioning Affects both Laying Hen Locomotion and Forces Experienced at the Keel. *Animals*, 10, 1223.
- Rufener C, Makagon MM, 2020: Keel bone fractures in laying hens: a systematic review of prevalence across age, housing systems, and strains. *J Anim Sci*, 98(Supplement\_1), S36-S51.
- Sibanda TZ, Kolakshyapati M, Walkden-Brown SW, De Souza Vilela J, Courtice JM, Ruhnke I, 2020: Body weight sub-populations are associated with significant different welfare, health and egg production status in Australian commercial free-range laying hens in an aviary system. *Europ Poult Sci*, 84.
- Snedecor GW, Cochran WG, 1994: Statistical methods (eighth edition). Calcutta, India: Oxford & IBH Publishing Co.
- Sözcü A, İpek A, Oğuz Z, Gunnarsson S, Riber AB, 2021: Comparison of Behavioral Time Budget and Welfare Indicators in Two Local Laying Hen Genotypes (Atak-S and Atabey) in a Free-Range System. *Animals*, 12, 46.
- SPSS Statistics. 2018: IBM SPSS Statistics 22 Documentation, IBM Corporation, Somers, New York, USA.
- Thøfner IC, Dahl J, Christensen JP, 2021: Keel bone fractures in Danish laying hens: Prevalence and risk factors. *PLoS One*, 16 (8), e0256105.
- Tok S, Şekeroğlu A, Duman M, Tainika B, 2022: Effect of age, stocking density, genotype, and cage tier on feather score of layer pure lines. *Turk J Vet Anim Sci*, 46, 115-123
- Wall H, Boyner M, De Koning, DJ, Kindmark A, Mc Cormack HA, Fleming R H, Tauson R, 2022: Integument, mortality, and skeletal strength in extended production cycles for laying hens—effects of genotype and dietary zinc source. *Br Poult Sci*, 63 (2), 115-124.
- Yamak US, Sarıca M, 2012: Relationships between feather score and egg production and feed consumption of different layer hybrids kept in conventional cages. *Arc Geflügeld*, 76, 31-37.