



Effects of Cyclic High Temperature Applied to Laying Hens with Different Body Weights During Molting on Second Laying Period Performance, Some Organ Weights and Leg Bone Characteristics

Mustafa Aksit^{1,a,*}, İhsan Bülent Helva^{2,b}

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 09100 Aydın, Türkiye

²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Çine Meslek Yüksekokulu, 09500 Çine, Aydın, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 25.08.2024 Accepted : 15.11.2024</p> <p>Keywords: Molting Laying hens Cyclic temperature Body weight Egg production</p>	<p>This study aimed to evaluate the effects of different temperatures and body weights on the performance, egg quality, some organ weights and leg bone characteristics of laying hens in a non-fasting molting treatment based on crushed barley consumption. In the study, 288 brown laying hens (Lohmann Brown-Classic) at the age of 80 weeks were used. Hens were divided into body weight (light, medium and heavy) and temperature (control and cyclic temperature) groups before molting. During the molting period, hens were kept at 21-22°C in the control group, and at 32°C from 10:00 to 18:00 h and from 21-22°C 10:00 to 18:00 h daily in the cyclic temperature group. The molting program ensured that all hens in the groups lost 25% of their body weight in 35 days and there were no hen deaths during this period. The post-molting performance of the hens was investigated in a curtain-sided poultry house under three months of spring and one month summer seasons. Cyclic high temperatures applied during the molting period were not affected the performance of the production period, but improved the breaking strength, Haugh unit and albumen index of the eggs. In addition, in hens with high body weight, egg weight, tibia weight, length, width and breaking strength and weight and breaking strength of femur were increased in the post-molting period. Egg production, egg weight, feed conversion ratio and egg quality characteristics improved significantly in the post-molt period compared to the pre-molt period. In moulted hens, while spleen weight increased, ovary, oviduct and liver weights decreased significantly. It was found that cyclic high temperature applied during the molting period positively affected some egg quality characteristics in the second production period.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 13(1): 22-32, 2025

Farklı Canlı Ağırlığa Sahip Yumurtacı Tavuklara Tüy Dökümü Sırasında Uygulanan Döngüsel Yüksek Sıcaklığın İkinci Yumurtlama Dönemi Performansı, Bazı Organ Ağırlıkları ve Bacak kemiği Özellikleri Üzerine Etkisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 25.08.2024 Kabul : 15.11.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tüy dökümü Yumurta tavuğu Döngüsel sıcaklık Canlı ağırlık Yumurta verimi</p>	<p>Bu çalışma, aç bırakılmadan kırılmış arpa tüketimine dayalı tüy dökümü uygulamasında, farklı sıcaklık ve canlı ağırlıkların yumurta tavuklarının performansı, yumurta kalitesi, bazı organ ağırlıkları ve bacak kemiği özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada, zenginleştirilmiş kafeslerde yetiştirilen 80 haftalık yaşta 288 adet kahverengi yumurtacı tavuk (Lohmann Brown-Classic) kullanılmıştır. Tavuklar tüy dökümü öncesi canlı ağırlık (hafif, orta ve ağır) ve sıcaklık (kontrol ve döngüsel sıcaklık) gruplarına ayrılmıştır. Tüy dökümü döneminde, tavuklar kontrol grubunda 21-22°C'de, döngüsel sıcaklık grubunda ise günlük 10:00-18:00 saatleri arasında 32°C'de ve 18:00-10:00 saatleri arasında 21-22°C'de tutulmuştur. Tüy dökümü programı gruplardaki tavukların 35 günde canlı ağırlıklarının %25'ini kaybetmesini sağlamış ve bu dönemde tavuk ölümü olmamıştır. Tavukların tüy dökümü sonrası performansları perdeli bir kümede üç ay bahar ve bir ay yaz mevsimi koşullarında incelenmiştir. Tüy dökümü periyodundaki döngüsel yüksek sıcaklık uygulaması, verim dönemi performansını etkilememiş, ancak yumurtaların kırılma direnci, Haugh birimi ve ak indeksini iyileştirmiştir. Ayrıca, canlı ağırlığı yüksek tavuklarda, tüy dökümü sonrası dönemde yumurta ağırlığı, tibia ağırlığı, uzunluğu, genişliği, kırılma direnci ile femurun ağırlığını ve kırılma direncini artırmıştır. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yemden yararlanma oranı ve yumurta kalite özellikleri tüy dökümü sonrası dönemde, tüy dökümü öncesine göre önemli ölçüde iyileşmiştir. Tüy dökümü döneminde tavuklarda, dalak ağırlığı artarken, yumurtalık, yumurta kanalı ve karaciğer ağırlıkları önemli ölçüde azalmıştır. Tüy dökümü döneminde uygulanan döngüsel yüksek sıcaklığın ikinci verim döneminde bazı yumurta kalite özelliklerini olumlu etkilediği ortaya çıkmıştır.</p>

^a maksit@adu.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0002-8074-8208>

^b bhelva@adu.edu.tr

^{id} <https://orcid.org/0000-0001-8505-6481>



Giriş

Kanatlıların tüyleri belirli dönemlerde dökülerek yenilmektedir. Tüy değiştirme olarak nitelendirilen bu fizyolojik süreç, üreme faaliyetlerine ara verilen bir dönemi başlatmaktadır. Kanatlıların, doğal tüy dökümü dışında, belirli programların uygulanması sonucunda tüylerini dökmeye zorlanmalarına ise zorlamalı tüy dökümü (ZTD) adı verilmektedir. Verim döneminin sonuna gelmiş yumurtacı sürülerde yumurtlama döngüsünü uzatmak, bozulan yumurta kalitesini iyileştirmek ve azalan yumurta verimini I.verim yılı seviyesinde olmasa da artırmak amacıyla uygulanan ZTD ekonomik açıdan yararlı bir uygulamadır (Akşit ve ark., 2003). Tavuklarda stres oluşturarak önemli oranda canlı ağırlık (CA) kaybını hedefleyen bu uygulama, üreme sisteminin morfolojik ve fizyolojik dinamiklerini değiştirerek, geçici bir süre yumurta üretimini durdurmakta, özellikle yumurtalığın ve yumurta kanalının dinlenmesini ve yenilenmesini sağlamaktadır (Akbari Moghaddam Kakhki ve ark., 2018; Berry, 2003; Butcher ve Miles, 2001; Cunningham ve Mauldin, 1996; Flock ve Anderson, 2016; Jeong ve ark., 2013; Webster, 2003). Ticari yumurtacılar ilk verim dönemi, tavukların kondisyonuna ve ekonomik koşullara göre değişmekte olup, günümüzde kullanılan hibritlerin 100 haftalık performans verilerine rastlanmaktadır (Anonim, 2024a, b, c, d, e). Yumurta talebi ve fiyatı, ZTD uygulamasında belirleyici olmakla birlikte yumurtacı sürülerde programa genellikle 75-85 haftalık yaşlarda başlanmaktadır (Hu ve ark., 2019). ZTD programları, tavuklar üzerinde kısıtlamalarla stres oluşturan tek veya çok faktörlü uygulamalara dayanmakta ve çeşitlilik göstermektedir. ZTD amacı ile yem, su ve ışık sınırlaması, yemde kalsiyum veya sodyum gibi minerallerin kısıtlanmasına bağlı yetersiz besleme, alüminyum, çinko ve iyot gibi minerallerin yeme ilave edilmesi, dane tahıla dayalı yemleme, yonca unu kullanılması ve bazı ilaç ve hormon uygulamaları kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Aygün ve Olgun, 2010; Berry, 2003; Şenköylü, 2001; Webster, 2003; Yetişir ve Sarıca, 2004).

Açlık - susuzluk içeren ZTD programların hayvan refahı üzerine olan olumsuz etkileri bulunmaktadır. Avrupa Birliği'nin (AB) 95/98 nolu direktifi ile uzun süre karanlık uygulaması ve yem çekmeyi içeren ZTD programlarını yasaklanmıştır (Directive E.U., 1999). ABD'de ise 2006 yılından itibaren Yumurta Üreticileri Kooperatifi tarafından hayvancılık refah programları kapsamında kayıtlı yumurta çiftliklerinde yem - su kısıtlamasını içeren ZTD uygulamalarına izin verilmemektedir (Producers U.E., 2017). Bu yasaklamaların ardından hayvan refahını olumsuz etkilemeyecek, hayvanların önünden yemi veya suyu çekmeyi gerektirmeyen, hayvan refahını daha az olumsuz etkileyen ZTD yöntemleri geliştirilmiş ve başarıyla uygulanmıştır (Biggs ve ark., 2003). Bunlardan kırılmış arpa veya buğdayın kullanıldığı yöntemler iskelet sağlığını koruyan (Mazzucchi ve Hester, 2005), ZTD sonrası yumurta verimini ve kalitesini artıran yöntemlerdir (Biggs ve ark., 2003, 2004).

Yumurtacı tavuklarda birinci verim yılı sonunda canlı ağırlık ve yumurta ağırlığı artar, kabuk kalitesinin bozulmasıyla kabuk kırılma direncini düşer. Diğer taraftan

osteoporozla bağlı yapısal kemik kayıpları da artmaktadır (Gregory ve Wilkins, 1989; Kim ve ark., 2004; Whitehead, 2004). Bu kemik kaybı, iskeletin çeşitli bölgelerinde yüksek oranda kırığa neden olmakta ve kesilen yumurta tavuğu karkaslarında yaklaşık %34'lere varan yeni kırılmış kemikler saptandığı bildirilmektedir (Fleming, 1998; Gregory ve Wilkins, 1989; Whitehead ve Fleming, 2000). Yem çekmeye dayalı ZTD uygulamaları yaşlı yumurtacı tavuklarda kemik kaybını potansiyel olarak artıran bir faktördür (Park ve ark., 2004). ZTD programlarının temeli tek ya da çok sayıda stres faktörünün tavuklar üzerinde etkili olmasına dayanmaktadır. Yüksek çevre sıcaklıkları tavuklar üzerinde önemli bir stres kaynağıdır. Sıcak stresi tavuklarda verimi ve ürün kalitesini düşürmesinin yanı sıra ölümlere de yol açarak büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Akşit ve ark., 2006). Küresel ısınmaya bağlı olarak çevre sıcaklıklardaki artışların kanatlılar üzerindeki olumsuz etkileri özellikle yaz döneminde ortaya çıkmaktadır. Mevcut kaynakların daha uzun süre kullanımını küresel ısınmaya karşı alınabilecek önlemlerdir. Yumurta tavuklarının uzun süre yumurtlatılması yarka ve yarka yetiştirme maliyetlerini azaltmaktadır (Traore ve Doyon, 2023). Hayvan refahı beklentileri ile örtüşen ZTD uygulamaları tavukçuluk sektörü tarafından küresel ısınmaya karşı alınabilecek önlemler arasında yer almaktadır. Yumurta tavuklarının verim döneminin uzatılması amacıyla uygulanan ZTD'de döngüsel yüksek sıcak uygulamaları ile II. verim döneminde yüksek sıcaklıklarla karşılaştıklarında ortaya koyacakları performansın ve sıcaklık stresiyle mücadelelerindeki etkilerinin belirlenmesi ve verim dönemini tamamlamış tavuklarda ortaya çıkan canlı ağırlık farklılıklarına bağlı olarak II. verim dönemi etkilerinin saptanması önem arz etmektedir.

Bu çalışma, I. verim yılı sonunda (80 hafta) canlı ağırlık gruplarına ayrılan kahverengi yumurtacı tavuklara, açlık uygulanmadan kırılmış arpa verilerek, normal ve döngüsel yüksek sıcaklıkta zorlamalı tüy dökümü uygulamasının canlı ağırlıklar, yem tüketimi, yumurta verimi ve kalitesi, bazı iç organ ağırlıkları ve bacak kemiği özellikleri üzerine olan etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi (ADÜ) Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun 2020/086 sayılı izni ile ADÜ Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Tavukçuluk Birimi ve ADÜ TARBİYOMER laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Hayvan Materyali ve Deneme Düzeni

Çalışmada birinci verim yılını zenginleştirilmiş kafeslerde tamamlamış, 80 haftalık yaşta Lohmann Brown-Classic kahverengi yumurtacı tavuklar kullanılmıştır. Araştırma her bir kafes gözünün 240 × 62,5 cm olduğu, 24 zenginleştirilmiş bölmeden oluşan, ısıtma ve soğutma düzenine sahip yumurta kümesinde yürütülmüştür. Her bölmede 12 tavuğun yer aldığı (2 sıcaklık × 3 ağırlık × 4 tekerrür) toplam 288 yumurtacı tavuk ile yürütülen çalışmada, hayvan başına 1250 cm² kullanılabilir kafes taban alanı sağlanmıştır.

Çalışmada kullanılan, birinci verim yılını tamamlamış 80 hafta yaşındaki sürüden sağlıklı ve normal davranış sergileyen yumurtacı tavuklar seçilerek ayak numarası takılmış ve bireysel tartımlarla başlangıç canlı ağırlıkları belirlendikten sonra düşük (1700-1950 g), orta (1951-2200 g) ve yüksek (2201-2450 g) olmak üzere 3 grup oluşturulmuştur. Araştırmanın ZTD döneminde yüksek sıcaklık uygulaması için kümes iki bölme ayrılmış, gereken ısı yalıtımı sağlanarak her iki bölmede (yüksek sıcaklık uygulaması hariç) benzer koşullar oluşturulmuştur. ZTD süresince yüksek sıcaklık, ilgili bölmedeki tavuklara 10:00 - 18:00 saatleri arasında 32°C, 18:00 - 10:00 saatleri arasında 21-22°C döngüsel sıcaklık olacak şekilde uygulanmıştır. Kontrol grubu ise ZTD programı süresince 21-22°C sıcaklıkta yetiştirilmiştir. Yüksek sıcaklık ve kontrol gruplarındaki sıcaklık koşulları elektronik kontrol sistemine bağlı soğutma sistemi (ped) ve konvektör ısıtıcılar ile sağlanmıştır. Deneme gruplarındaki sıcaklık değerleri wireless sıcaklık sensörleri ile izlenmiştir (TFA Dostmann-WheatherHub, Almanya). ZTD sonrası II. verim döneminde tüm deneme grupları eşit koşullarda çevre sıcaklığının etkisine maruz bırakılabilmesi için kümes, pencereless-perdeli sisteme dönüştürülmüş, kümes içi sıcaklığının 32°C'nin üzerine çıktığı dönemde soğutma sistemi devreye alınarak kümes içi sıcaklığın 32°C'yi geçmesi engellenmiştir. Çalışmadaki dönemler ile dönemlere ait sıcaklık ve oransal nem değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Aydınlatma programı ZTD programı bitişi sonrasında kademeli artışlar ile 16A-8K aydınlatma süresi şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada tavuklara ZTD öncesi ve ZTD sonrası verim döneminde %16,0 ham protein, 2700 kcal/kg metabolik enerji, %4,0 kalsiyum, %0,5 yararlanılabilir fosfor, %0,42 metiyonin ve %0,85 lizin içeriğine sahip ticari yumurta yemi ve su *ad-libitum* olarak verilmiştir.

Zorlamalı Tüy Dökümü Programı

Çalışmada AB direktiflerine uygun (Directive, E.U., 1999), açlık - susuzluk içermeyen, tavuklara uzun süre karanlık ya da yem çekmenin uygulanmadığı, arpa tüketimine dayalı ZTD programı uygulanmıştır. Program süresince tavuklara 60 g/gün/tavuk kırılmış arpa verilmiş, su kısıtlanması yapılmamış ve aydınlatma süresi 10A-14K olarak uygulanmıştır. ZTD programı sürecinde tavukların sağlık durumları günlük olarak takip edilmiştir. ZTD programı, deneme gruplarında tekerrür (kafes) düzeyinde ortalama CA kaybı %25 oranına ulaşıncaya kadar sürdürülmüştür (Baker ve ark. 1983; Brake ve ark. 1982; Brake ve Mcdaniel 1981). Ağırlık kaybı %25'e ulaşan gruplarda arpa miktarı 100 g/tavuk/güne çıkartılmıştır. Deneme gruplarının tamamında CA kaybı %25'e ulaştığında yumurta yemine geçilmiştir.

Verim Özelliklerinin Belirlenmesi

Deneme gruplarında canlı ağırlıklar denemenin başlangıcında ve ZTD uygulamasının 30. gününde bireysel olarak belirlenmiş, hedeflenen %25 CA kaybına ulaşamayan gruplarda tartımlara günlük olarak devam edilerek %25 CA kaybına ulaştıkları gün kaydedilmiştir. Tavukların ZTD öncesi döneme ait yumurta verimi ve yemden yararlanma oranının hesaplanmasında, ZTD uygulama öncesi son 30 güne ait verilerden yararlanılmıştır. ZTD programı tamamlandı yumurta yemine geçilmesinden sonra tekerrür düzeyinde tavukların

yem tüketimi ve yumurta verimleri günlük olarak takip edilmiş, aylık dönemler şeklinde tavuk başına yem tüketimi belirlenmiştir. Gruplarda belirlenen tavuk ölümleri günlük olarak kaydedilmiş ve deneme sonu ölüm oranı hesaplanmıştır

$$YYO = \frac{ATYA}{AYA}$$

YYO : Yemden yararlanma oranı

ATYA: Aylık tüketilen yem ağırlığı

AYA : Aylık üretilen toplam yumurta ağırlığı

$$YV = \frac{TYS}{TS} \times 100$$

YV : Yumurta verimi (%)

TYS : Toplanan yumurta sayısı

TS : Tavuk sayısı

$$\ddot{O}O = \frac{\ddot{O}TS}{BTS} \times 100$$

ÖO : Ölüm oranı (%)

ÖTS : Ölen tavuk sayısı

BTS : Başlangıç tavuk sayısı

Yumurta Özelliklerinin Belirlenmesi

Yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin incelenmesinde ZTD öncesi ve ZTD sonrası verim döneminin 30, 60, 90 ve 120. günlerinde toplanan yumurtaların tamamı kullanılmıştır. Yumurtalar 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra şekil indeksi (Şİ), Sarı indeksi (SAİ), Ak indeksi (Aİ), Haugh birimi (HB), Kabuk oranı (KO) belirlenmiştir. Haugh birimi yumurta ağırlığı (G) ve ak yüksekliğinden (h) yararlanılarak hesaplanmıştır (Haugh, 1937). Yumurta kabukları tartılmış, yumurta ağırlıklarına bölünerek kabuk oranı belirlenmiştir.

$$\text{Şİ} = \frac{\text{Yumurta genişliği}}{\text{Yumurta uzunluğu}} \times 100$$

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

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

$$\text{HB} = 100 \text{ Log} (h + 7,57 - 1,7 G^{0,37})$$

$$\text{KO} = \frac{\text{Kabuk ağırlığı}}{\text{Yumurta ağırlığı}} \times 100$$

Şİ : Şekil indeksi

SAİ : Sarı indeksi

Aİ : Ak indeksi

HB : Haugh birimi

KO : Kabuk oranı (%)

Yumurta kabuk kalınlığı, belirlenmesinde kabuğun sivri, orta ve küt kısımlarından mikrometre (Mitutoyo, Japonya) ölçülmüş, ile yapılan ölçümlerin ortalaması hesaplanmıştır. Yumurtanın kabuk kırılma direnci, Zwick/Roell-Z005 test cihazına (Zwick/Roell, Almanya) dikey olarak yerleştirilen yumurtanın çatladığı anda uygulanan kuvvet ile Newton (N) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Deneme süresinde kümes içi sıcaklık ve nem ortalamaları

Table 1. The average temperatures and humidity in poultry house during the experiment

Dönem	Sıcaklık ¹ (°C)	Oransal nem (%)
Tüy dökümü öncesi (Aralık-Ocak)	20,2	58
Tüy dökümü dönemi (Ocak-Şubat)		
Kontrol	21-22	55
Döngüsel sıcaklık	32 / 21-22	42 / 55
Tüy dökümü sonrası		
1. ay (Mart)	20,6	53
2. ay (Nisan)	24,3	50
3. ay (Mayıs)	27,7	48
4. ay (Haziran)	32,3	41

¹Tüy dökümü döneminde tavuklara kontrol grubunda 24 saat süresince 21-22°C sıcaklık, döngüsel sıcaklık grubunda 10:00-18:00 saatleri arasında 32°C ve 18:00-10:00 saatleri arasında 21-22°C sıcaklık uygulanmıştır.

İç organ ve Bacak Kemigi Özelliklerinin Belirlenmesi

İç organ ağırlıkları ve bacak kemiklerinin özelliklerinin belirlenmesi amacı ile ZTD öncesinde her CA grubundan 6 adet ve ZTD sonrası (II. yumurtlama döngüsünün başı) ise kontrol ve döngüsel sıcaklık gruplarındaki her bir CA grubundan 6'şar adet olmak üzere toplam 54 tavuk kesilmiştir. Örneklerin alındığı her iki dönemde de tavuklar Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA, 2009) önerilerine uygun olarak su banyosunda elektrik akımı (AC-50 Hz akım, 100 mA/tavuk, 5 sn uygulama süresi) ile bilinçsizleştirildikten sonra kesilmiştir. Kesim sonrasında tavukların yumurtalık, yumurta kanalı, karaciğer ve dalak ağırlıkları belirlenmiştir. Tavukların sağ ve sol bacağı bütün olarak ayrılmış, +4°C'de numune torbalarında 24 saat bekletildikten sonra tibia ve femur kemikleri çıkarılmıştır. Sağ bacadan elde edilen tibia ve femur kemikleri etlerinden ve yağlarından temizlendikten sonra etüvde (60°C, 24 saat) kurutularak ağırlıkları belirlenmiştir. Kemik ve iç organlar 0,01g hassasiyetindeki terazi ile tartılmıştır. Kemiklerin uzunluk ve çapları ise dijital kumpas kullanılarak belirlenmiştir (Mitutoyo Absolute Digimatic, Japonya). Kemiklerin kırılma direnci, Warner - Bratzer yöntemiyle Zwick/Roell Z 005 test cihazında (Zwick/Roell, Almanya) Newton (N) olarak tespit edilmiştir.

Sol bacadan elde edilen etleri uzaklaştırılmış tibia ve femur kemikleri 10 dakika sıcak suda bekletildikten sonra yumuşak dokuları uzaklaştırılmış ve oda sıcaklığında üç gün bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulmuş kemik örnekleri öğütülmüş, tartılarak ağırlığı belirlenen örnekler porselen krozelere konarak kül fırınında 600°C de 24 saat yakılmıştır. Yakma işlemi sonrasında elde edilen kül miktarı tartılarak, kül oranı belirlenmiştir (kül oranı (%) = (kül ağırlığı / yakma öncesi ağırlık) × 100).

İstatistikî Yöntem

Çalışmada deneme gruplarından elde edilen veriler SPSS 18,0 (PASW Inc., Chicago. IL. USA) istatistik paket programının Genel Doğrusal Modelleri arasında yer alan Çok Değişkenli Analiz yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Modelde sıcaklık (S), canlı ağırlık (CA) ve verim dönemi (VD) ile bu etkiler arasındaki ikili (S × CA, CA × VD ve S × VD) ve üçlü (S × CA × VD) interaksiyonlar sabit etki, bölme etkisi de rastgele etki olarak tanımlanmıştır. Ortalamalar arasındaki farkların önemi (P<0,05) Tukey HSD testinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Zorlamalı tüy dökümünün uygulandığı dönemde deneme gruplarında herhangi bir nedenle deneme dışı bırakılan ya da ölen tavuk olmamıştır. ZTD döneminde toplam ölüm oranının %1,25'i geçmemesi gerektiği öngörülmektedir (Bell ve Kuney, 1992). Denemede tavukları aç bırakmadan günlük 60 g/tavuk kırılmış arpa verilerek uygulanan ZTD programının ölümlere yol açmadan başarılı bir şekilde sonuçlanması hayvan refahı bakımından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmiştir. ZTD sonrası verim döneminde tavuklarda ölüm oranı ZTD'de döngüsel sıcak uygulanan grupta %1,4 ve kontrolde ise %2,1 olmuştur.

İlk verim döneminin sonuna gelmiş yumurta tavuklarının tüy dökümü öncesi canlı ağırlıkları, ZTD'ne maruz bırakıldıklarında sıcaklığın ve canlı ağırlık farklılıklarının CA değişimi üzerindeki etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Yumurta tavuklarının I. verim dönemi sonu (80 hafta) canlı ağırlıklarına göre tüy dökümü öncesi oluşturulan ağırlık grupları arasındaki CA farkları önemli bulunmuş, bu farklar tüy dökümünün 30. gününde de devam ettiği görülmüştür (P<0,05). Bununla birlikte, ZTD'de uygulanan sıcaklığın ZTD'nin 30. gününde meydana gelen CA kaybını (%) ve %25 CA kaybına ulaşma yaşını etkilemediği ortaya çıkmıştır (P>0,05). Bulgularımızdan farklı olarak Akşit ve ark. (2003) açlık uyguladıkları, Ocak ve ark. (2004) Zn ilaveli yem verdikleri ZTD programlarında başlangıç CA düşük olan yumurta tavuklarının daha fazla CA kaybettiklerini bildirmişlerdir. Canlı ağırlık kayıplarındaki farkın tüy dökümü programlarındaki uygulama farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Deneme grupları en erken 33,6'cı günde, en geç 35. günde başlangıç canlı ağırlığının %25'ni kaybetmiştir (Çizelge 2). Andrews ve ark. (1987) tavuklarda, Kashmiri ve Vatsalya (2011) Japon bildircinde tüy dökümü sırasında meydana gelen CA kaybının %25'inin doğrudan karaciğer, yumurtalık ve yumurta kanalındaki kayıplara bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Denemede açlık uygulanmadan günde 60 g/tavuk kırılmış arpa verilerek uygulanan zorlamalı tüy dökümü programının tüm deneme gruplarında benzer bir sürede, üstelik herhangi bir tavuk ölümüne yol açmadan %25 CA kaybı hedefine ulaşılmasını sağlaması oldukça önemli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Açlık uygulanan ZTD çalışmalarında %25 CA kaybına Andreotti ve ark. (2019) açlık döneminin 10., Akşit ve ark. (2003) 12. günlerinde ulaşılmıştır.

Çizelge 2. Tüy dökümü dönemi sıcaklığı ve canlı ağırlığın yumurta tavuklarının canlı ağırlık değişimi üzerine etkisi¹
 Table 2. Effects of molting period temperature and body weight on body weights of laying hens

Uygulamalar	Canlı ağırlık (g)		Canlı ağırlık kaybı	
	Tüy dökümü öncesi	Tüy dökümünün 30. günü	Tüy dökümünün 30. günü CA kaybı (%)	% 25 CA kaybına ulaşma yaşı (gün)
Sıcaklık ²				
Kontrol	2024	1580	21,8	34,3
Döngüsel sıcaklık	2021	1569	22,1	34,5
SEM ³	7,205	12,558	0,765	1,128
Canlı ağırlık				
Hafif	1813 ^c	1429 ^c	21,1	35,0
Orta	2001 ^b	1566 ^b	21,7	34,6
Ağır	2254 ^a	1728 ^a	23,0	33,6
SEM ³	8,847	15,380	0,829	1,369
	Önemlilik (P)			
Sıcaklık (S)	-	0,540	0,748	0,917
Canlı Ağırlık (CA)	<0,001	<0,001	0,259	0,767
S × CA	-	0,391	0,297	0,779

¹a-c: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05); ²Tüy dökümü döneminde tavuklara kontrol grubunda 24 saat süresince 21-22°C sıcaklık, döngüsel sıcaklık grubunda 10:00-18:00 saatleri arasında 32°C ve 18:00-10:00 saatleri arasında 21-22°C sıcaklık uygulanmıştır; ³SEM: Ortalamaların Standart Hatası

Onbaşılar ve ark. (2020) yumurta tavuklarına tüy dökümü için *ad libitum* olarak verdikleri dane arpa ile %20 CA kaybına 27. gün ulaşmışlardır. Açlık uygulanan tüy dökümü programlarının yaşlı sürülerde aşırı CA kayıplarına yol açtığı, çok yüksek ölüm oranlarına neden olduğu bildirilmektedir (Rafeeq ve ark., 2013). ZTD döneminde tavukların canlı ağırlık kayıpları %15-40 arasında değişmektedir (Baker ve ark., 1983; Hazan ve Yalçın, 1988; Zimmermann ve ark., 1987). Yumurta tavuklarının ZTD sonrası II. yumurtlama döngüsünde iyi bir performansa sahip olması ZTD döneminde CA kaybının %25-35 arasında olmasına bağlı olduğu ileri sürülmekte (Baker ve ark. 1983; Brake ve ark. 1982; Brake ve Mcdaniel 1981), ZTD sırasında %35'i geçen ağırlık kayıplarının ise tavukların sağlığını ve sonraki verimlerini olumsuz etkileyebileceği bildirilmektedir (Berry, 2003).

ZTD döneminde uygulanan sıcaklığın yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerinde önemli bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Tavukların tüy dökümü öncesi canlı ağırlıklarının ise sadece yumurta ağırlıklarını etkilediği (P<0,05), en ağır yumurtaları (68,79 g) yüksek canlı ağırlık grubundaki tavukların ürettiği (P<0,05), hafif ve ağır tavukların yumurta ağırlıkları arasındaki farkın önemli olduğu, canlı ağırlıkları yüksek tavukların yumurta ağırlıklarının da yüksek olduğu görülmüştür (P<0,05). ZTD öncesi (76-80 hafta) dönemde tavukların %68,43 olan yumurta verimi, ZTD'den sonra 1.ayda %56,77, 2. ayda %82,88 ve 3. ayda %81,58 olurken sıcakların etkili olduğu 4. ayda (Haziran) ise yumurta verimi %69,89 ile tüy dökümü öncesi verim düzeyine kadar düştüğü belirlenmiştir (P<0,05). Verim döneminin yumurta ağırlığı üzerindeki etkisi önemli bulunmuş (P<0,05) en düşük yumurta ağırlığı 4. ayda (63,30 g), en yüksek yumurta ağırlığının ise 3. ayda (69,41 g), ZTD öncesi dönemde ve 1. aydaki yumurtaların ise benzer ağırlıklarda olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Tavukların yem tüketimi uygulamalarından etkilenmemiştir (P>0,05). Verim döneminin yemden yararlanma oranı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur (P<0,05). Yemden yararlanma oranı ZTD sonrası 1. ayda 3,01 g/g ile en kötü, 2. ve 3. aylarda sırasıyla 2,07 g/g ve 2,08 g/g ile en iyi

yemden yararlanma oranına sahip olduğu (P<0,05) ve 1. aya ait kötü sonucun 65,76 g düşük yumurta ağırlığı ve düşük (%56,77) yumurta veriminin de bundan kaynaklandığı düşünülmektedir (P<0,05). Onbaşılar ve ark. (2020) 75 haftalık kahverengi yumurtacı tavuklara 27 gün *ad libitum* dane arpa ve 28-35 gün, 60-80 g/gün/tavuk karma yem verdikleri ZTD uygulamasında bulgularımıza benzer olarak ZTD sonrası verim döneminin 1. ayında yumurta veriminin ZTD öncesi dönemden daha düşük olduğunu, 2. aydan itibaren yumurta veriminin arttığını ve ZTD öncesi dönemden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada bulgularımıza benzer şekilde ZTD öncesi dönemle benzer olan 1. aya ait yumurta ağırlığı ilerleyen verim döneminde artmıştır (P<0,05). ZTD sonrası verim döneminin 1. ayında yumurta veriminin düşük olması, bu dönemde yemden yararlanma oranının da en kötü değere sahip olmasından kaynaklanmıştır. Verim döneminin diğer aylarında yemden yararlanma oranları arasındaki farklar önemli değildir (P>0,05). Araştırmamızda Onbaşılar ve ark. (2020) tarafından yürütülen çalışmadan farklı olarak tavukların yaz dönemindeki Haziran ayı (4.ay) performansları da incelenmiştir. Bulgularımıza göre Haziran ayı kümesi içi sıcaklığına bağlı tavukların yem tüketimlerinde önemli bulunmayan bir azalma görülmüştür (P>0,05). Ancak, 4.ayda tavukların maruz kaldığı sıcakların yumurta verimi ve ağırlığında önemli azalmalara neden olduğu görülmüştür. Sıcak stresi yumurtacı tavukların yem tüketimini, canlı ağırlığını, yumurta üretimini, üreme özelliklerini ve yaşama gücünü azaltmaktadır (Mashaly ve ark., 2004). Akşit ve ark. (2003) tarafından kahverengi yumurtacı tavuklar üzerinde yürütülen, 12 günlük yemsiz dönemi içeren ve ağırlık gruplarının yer aldığı (hafif, orta ve ağır) ZTD çalışmasında, ZTD sonrası verim döneminde yumurta ağırlığının tavukların CA farkından etkilenmediğini, ancak tavuk ağırlığı ile ZTD sonrası yumurta verimi arasında önemli düzeyde ters bir ilişkinin olduğu bildirilmektedir. Ocak ve ark (2004) farklı CA gruplarına ayrılmış kahverengi yumurtacı tavuklarda yüksek miktarda çinko içeren (15.000 ppm) yemlerle uyguladıkları ZTD'nün tavukların canlı ağırlıklarının yumurta verimlerini etkilemediğini bildirmiştir.

Çizelge 3. Tüy dökümü dönemi sıcaklığı, canlı ağırlık ve verim döneminin yumurta tavuklarının yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerine etkisi¹

Table 3. Effects of molting period temperature, body weight and laying period on egg production, egg weight, feed intake and feed conversion ratio of laying hens

Uygulamalar	Özellikler			
	Yumurta verimi (%)	Yumurta ağırlığı (g)	Yem tüketimi (g)	Yemden yararlanma oranı (g/g)
Sıcaklık ²				
Kontrol	70,20	66,71	115,89	2,47
Döngüsel sıcaklık	73,63	66,46	112,98	2,31
SEM ³	1,500	0,595	1,656	0,040
Canlı ağırlık				
Hafif	72,60	64,29 ^b	111,04	2,38
Orta	74,34	66,68 ^{ab}	115,98	2,34
Ağır	68,80	68,79 ^a	116,31	2,46
SEM ³	1,837	0,729	2,028	0,049
Verim dönemi				
Tüy dökümü öncesi (Aralık - Ocak)	68,43 ^b	66,29 ^b	115,35	2,54 ^{ab}
Tüy dökümü sonrası				
1. ay (Mart)	56,77 ^c	65,60 ^b	115,42	3,10 ^a
2. ay (Nisan)	82,88 ^a	68,36 ^{ab}	117,37	2,07 ^b
3. ay (Mayıs)	81,58 ^a	69,41 ^a	117,93	2,08 ^b
4. ay (Haziran)	69,89 ^b	63,30 ^c	106,21	2,40 ^{ab}
SEM ³	1,837	0,554	2,028	0,062
				Önemlilik (P)
Sıcaklık (S)	0,111	0,322	0,227	0,081
Canlı Ağırlık (CA)	0,102	<0,001	0,119	0,539
Verim Dönemi (VD)	<0,001	0,041	0,577	<0,001
S × CA	0,552	0,178	0,734	0,130
S × VD	0,080	0,086	0,775	0,125
CA × VD	0,872	0,943	0,991	0,921
S × CA × VD	0,848	0,788	0,737	0,162

¹a-c: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05); ²Tüy dökümü döneminde tavuklara kontrol grubunda 24 saat süresince 21-22°C sıcaklık, döngüsel sıcaklık grubunda 10:00-18:00 saatleri arasında 32°C ve 18:00-10:00 saatleri arasında 21-22°C sıcaklık uygulanmıştır; ³SEM: Ortalamaların Standart Hatası.

Araştırmada ZTD döneminde uygulanan döngüsel yüksek sıcaklığın, yumurtaların kırılma direnci, Haugh birimi ve ak indeksi değerlerini önemli ölçüde yükselttiği (P<0,05) ve diğer yumurta kalite özelliklerini etkilemediği belirlenmiştir (Çizelge 4). Kanatlı hayvanların yetiştirme dönemlerinde maruz kaldıkları yüksek çevre sıcaklıkları yaşama gücü, kanatlıların refahı ve verimleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Akşit ve ark., 2006). Ancak, bu çalışmada ZTD döneminde uygulanan yüksek sıcaklığın yetiştirme döneminden farklı olarak her hangi bir özellik üzerinde olumsuz etki oluşturmamış, kabuk kırılma direnci, Haugh birimi ve ak indeksini yükseltmiştir. Meydana gelen bu etkinin ZTD sürecinde tüylerini kaybeden tavukların, düşük yem tüketimi ve yağ birikiminin azalmasına (Alodan ve Mashaly, 1999) bağlı olarak vücut sıcaklıklarını yeterince dengeleyemedikleri ve buna bağlı olarak fizyolojik dinlenme ve üreme sisteminin onarılma sürecinde kontrol grubundaki tavukların sıcaklık grubundakilere göre daha düşük sıcaklıklarda geçirmeleri yumurtalık ve yumurta kanalının oranım sürecini uzatmış olmasına dayandırılabilir. Dolayısıyla ZTD dönemindeki yüksek kümes içi sıcaklığı sıcak grubundaki tavuklara bir avantaj sağlamış olabileceği düşünülmektedir. Bulgularımıza göre canlı ağırlık gruplarının yumurta kalite özellikleri üzerindeki etkisinin önemli olmadığı (P>0,05), buna karşın verim dönemindeki yumurtaların incelenen tüm özellikleri üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahip

olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Yumurta kabuğunun kalınlığı, ağırlığı ve oranının, ZTD öncesinde ve verim döneminin 4. ayında diğer aylara göre daha düşük bulunmuş, 2. ve 3. aylarda ise kabuk özelliklerinin iyileştiği ve dönemler arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05).

Çalışma bulgularına göre ZTD sonrasındaki 1, 2 ve 3. aylarda elde edilen yumurtaların diğer dönemlere göre önemli düzeyde daha yüksek kabuk oranına ve kırılma direncine sahip olmuşlardır (P<0,05). ZTD öncesinde yumurtaların kabuk oranının en düşük, 4. ay döneminde ise ZTD öncesine göre daha yüksek, fakat 1., 2. ve 3. aylara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (P<0,05). 4. ayda elde edilen yumurtaların kırılma direncinin en düşük, ZTD öncesi grubun ise 4. aya göre daha iyi olduğu belirlenmiştir (P<0,05). ZTD uygulamaları tavukların bir dönem daha üretimde kullanılmalarına imkan verirken, yarattığı olumlu etkilerden biri de yumurta kabuk kalitesinin iyileşmesidir (Alodan ve Mashaly 1999; Barker ve ark., 1983; Silva-Mendoza ve ark., 2015). Araştırmada incelenen yumurta kabuk kalınlığı, ağırlığı, oranı ve kırılma direncinin ZTD öncesi dönemde düşük olduğu, önceki çalışmalarda olduğu gibi ZTD sonrasında kabuk özelliklerinin iyileştiği, ancak yaz döneminde Haziran ayındaki sıcaklık stresinin yumurta özelliklerini ZTD öncesi değerlere yakın bir düzeye taşıdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Tüy dökümü dönemi sıcaklığı, canlı ağırlık ve verim döneminin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi ¹
Table 4. Effects of moulting period temperature, body weight and laying period on egg quality traits of laying hens

Uygulamalar	Özellikler							
	Kabuk Kalınlığı (mm)	Kabuk ağırlığı (g)	Kabuk oranı (%)	Kırılma direnci (N)	Şekil indeksi (%)	Haugh birimi	Sarı indeksi (%)	Ak indeksi (%)
Sıcaklık²								
Kontrol	0,399	6,72	10,07	39,39 ^b	76,81	82,16 ^b	45,72	8,66 ^b
Döngüsel sıcaklık	0,400	6,79	10,11	41,48 ^a	77,02	83,03 ^a	45,78	8,88 ^a
SEM ³	0,002	0,310	0,057	0,550	0,146	0,266	0,148	0,065
Canlı ağırlık								
Hafif	0,401	6,67	10,08	39,61	76,90	83,11	45,90	8,93
Orta	0,397	6,75	10,09	40,15	76,90	82,70	45,90	8,74
Ağır	0,399	6,85	10,10	41,54	76,95	81,97	45,45	8,68
SEM ³	0,002	0,037	0,070	0,673	0,179	0,326	0,182	0,080
Verim dönemi								
Tüy dökümü öncesi (Aralık- Ocak)	0,374 ^c	6,13 ^c	9,09 ^c	36,66 ^b	75,05 ^b	84,58 ^a	46,09 ^{bc}	9,15 ^b
Tüy dökümü sonrası								
1. ay (Mart)	0,401 ^b	7,10 ^b	10,61 ^a	44,84 ^a	77,48 ^a	84,19 ^{ab}	47,77 ^a	9,73 ^a
2. ay (Nisan)	0,413 ^a	7,20 ^a	10,59 ^a	43,70 ^a	77,68 ^a	82,87 ^b	45,92 ^c	8,66 ^c
3. ay (Mayıs)	0,416 ^a	7,28 ^a	10,62 ^a	44,22 ^a	76,72 ^{ab}	83,15 ^{ab}	46,92 ^b	8,58 ^c
4. ay (Haziran)	0,391 ^c	6,10 ^c	9,54 ^b	32,76 ^c	76,63 ^{ab}	78,20 ^c	42,06 ^d	7,61 ^d
SEM ³	0,002	0,043	0,080	0,774	0,205	0,374	0,208	0,92
Önemlilik (P)								
Sıcaklık (S)	0,607	0,167	0,812	0,007	0,339	0,020	0,780	0,037
Canlı Ağırlık (CA)	0,476	0,322	0,767	0,112	0,966	0,054	0,128	0,064
Verim Dönemi (VD)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S × CA	0,220	0,297	0,521	0,289	0,867	0,404	0,719	0,322
S × VD	0,515	0,110	0,282	0,500	0,490	0,352	0,135	0,224
A × VD	0,205	0,479	0,459	0,554	0,524	0,114	0,257	0,179
S × CA × VD	0,089	0,213	0,282	0,438	0,490	0,360	0,306	0,425

¹a-c: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05); ²Tüy dökümü döneminde tavuklara kontrol grubunda 24 saat süresince 21-22°C sıcaklık; döngüsel sıcaklık grubunda 10:00-18:00 saatleri arasında 32°C ve 18:00-10:00 saatleri arasında 21-22°C sıcaklık uygulanmıştır; ³ SEM: Ortalamaların Standart Hatası.

Bu sonuçlar Kim ve ark. (2024) tarafından bildirilen sığağın yumurta tavukları üzerinde meydana getirdiği etkilerin ZTD sonrası dönemde de benzer şekilde ortaya çıktığını, sıcaklık stresinin tavukların performansı üzerindeki olumsuz ve sert etkilerini ortaya koyduğu yönündeki bulgularını desteklemektedir. Tavuk yumurtalarında şekil indeksi tavuk yaşı, genotip, sağlık ve yetiştirme sistemleri gibi faktörelere bağlı olarak değişimle birlikte, genellikle %72 - 76 aralığındaki değerler normal oval şekil olarak kabul edilmektedir (Duman ve ark., 2016). Şekil indeksi <%72 olan yumurtaların sivri, >%76 olanların ise yuvarlak şekli daha belirgindir. Yumurta tavuklarında ilerleyen yaşla birlikte artan yumurta ağırlığı yumurta üniformitesinin bozulmasına neden olarak şekil indeksini olumsuz etkilemekte, ZTD sonrası 2. verim döneminde ise yumurta şekil indeksi iyileşmektedir (Küçükyılmaz ve ark., 2003). Bulgularımız ZTD öncesi döneme göre 1. ve 2. aylarda şekil indeksinin arttığı (P<0,05), ilerleyen verim dönemi ile birlikte ZTD öncesi dönemle aradaki farkın önemsiz olduğu anlaşılmaktadır (P>0,05). ZTD sonrasında yumurta şekil indeksinin bir miktar artışla %76,63 ile 77,68 aralığında gerçekleştiği, ZTD öncesi döneme göre 1. ve 2. aylarda daha yuvarlak yumurtalar elde edildiği belirlenmiştir. Bununla birlikte tane arpa kullanılarak gerçekleştirilen ZTD uygulamasının verim döneminde bozulan şekil indeksini iyileştirme yönünde etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Petek ve ark., 2008). Yumurta iç

kalite özelliklerinden olan Haugh birimi, sarı ve ak indeksleri yumurtanın iç kalitesinin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Haugh birimi, ak yüksekliği ve yumurta ağırlığının logaritmik fonksiyonuna dayanan objektif bir yumurta kalitesi ölçüsüdür. Yumurtanın depolama süresi ve sıcaklığı, tavuk yaşı, genotip, beslenme, hastalık, ZTD ve ilaç tedavisi Haugh birimini etkilemektedir (Roberts, 2004). ZTD sonrasında üreme organlarının iyileşmesine bağlı olarak albümin kalitesinin iyileştiğini ve bu durumun Haugh birimini olumlu etkilediğini bildirilmektedir (Attia ve ark., 1992; Tona ve ark., 2002). Bulgularımıza göre ZTD öncesi ve 1. ayda ak indeksinin yüksek olduğu belirlenmiş, 2. ve 3. aylardaki yüksek yumurta ağırlığı Haugh birimi üzerinde olumlu etki yaratmıştır. Bu etkiye bağlı olarak en yüksek Haugh birimi ZTD öncesi dönemde, 2. ayda orta düzeyde ve düşen yumurta ağırlığı ve en düşük ak indeksi nedeni ile sıcak dönem olan 4. ayda saptanmıştır (P<0,05). Bulgularımızda ZTD sonrası II. verim döneminde ak ve sarı indekslerinin 1. ayda en yüksek değere sahip olduğu ilerleyen yaşla birlikte ak ve sarı indeks değerlerinin azaldığı, 4. ayda ise ZTD öncesi döneme ait indeks değerinden daha düşük düzeye düştüğü belirlenmiştir. ZTD sonrası verim döneminde dinlenmiş ve yenilenmiş üreme organlarının 1. ayda ak ve sarı indekslerini olumlu etkilediği fakat bu durumun uzun sürmediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5. Tüy dökümü dönemi sıcaklığı, canlı ağırlık ve tüy dökümü döneminin yumurta tavuklarının bazı organ ağırlıkları üzerine etkisi ¹

Table 5. Effects of molting period temperature, body weight and molting period on some organ weights of laying hens

Uygulamalar	Organlar ağırlıkları (g)			
	Yumurtalık	Yumurta kanalı	Karaciğer	Dalak
Sıcaklık ²				
Kontrol	29,49	31,88	26,84	1,85
Döngüsel sıcaklık	31,08	39,05	28,14	1,59
SEM ³	2,482	3,253	0,992	0,113
Canlı ağırlık				
Hafif	30,97	33,00	27,06	1,68
Orta	30,01	35,39	27,76	1,65
Ağır	29,87	38,00	27,65	1,82
SEM ³	3,039	3,984	1,215	0,139
Tüy dökümü dönemi				
Başlangıç	55,08 ^a	61,19 ^a	29,15 ^a	1,494 ^b
Bitiş	5,48 ^b	9,73 ^b	25,83 ^b	1,940 ^a
SEM ³	2,462	3,257	0,984	1,125
	Önemlilik (P)			
Sıcaklık (S)	0,654	0,128	0,361	0,119
Canlı Ağırlık (CA)	0,962	0,677	0,909	0,676
Tüy Dökümü dönemi (TD)	<0,001	<0,001	0,023	0,009
S × CA	0,620	0,563	0,977	0,754
S × TD	0,353	0,774	0,976	0,369
A × TD	0,437	0,442	0,965	0,256
S × CA × TD	0,620	0,995	0,156	0,598

¹a-b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05); ²Tüy dökümü döneminde tavuklara kontrol grubunda 24 saat süresince 21-22°C sıcaklık; döngüsel sıcaklık grubunda 10:00-18:00 saatleri arasında 32°C ve 18:00-10:00 saatleri arasında 21-22°C sıcaklık uygulanmıştır; ³SEM: Ortalamaların Standart Hatası.

Tüy dökümü dönemi sıcaklığı, canlı ağırlık ve tüy dökümü döneminin yumurtacı tavukların yumurtalık, yumurta kanalı, karaciğer ve dalak ağırlıkları üzerine olan etkileri Çizelge 5'de verilmiştir. ZTD döneminde uygulanan sıcaklığın ve tavukların canlı ağırlıklarının yumurtalık, yumurta kanalı, karaciğer ve dalak ağırlıkları üzerindeki etkisi önemsizdir (P>0,05). Tüy dökümü döneminin tavukların yumurtalık, yumurta kanalı, dalak ve karaciğer ağırlıkları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu (P<0,05), tüy dökümü döneminde tavukların yumurtalık, yumurta kanalı ve karaciğer ağırlıklarının tüy dökümü öncesi döneme göre önemli düzeyde azaldığı, dalak ağırlığının ise arttığı belirlenmiştir (P<0,05). ZTD sırasında, kanatlılarda üreme sistemi tamamen yeniden şekillenerek gerileme ve yenilenme sürecine girebilmektedir (Sundaresan ve ark., 2007). Bu süreçte yumurtalık ve yumurta kanalı küçülmektedir. Bulgularımızla uyumlu benzer çalışmalarda ZTD döneminde yumurtalık, yumurta kanalı ve karaciğer ağırlıklarının önemli düzeyde azaldığı bildirmektedir (Akşit ve ark., 2003; Brake ve ark., 1979; Dastar ve ark., 2016). ZTD'ni başlatmak için uygulanan açlık, T-lenfosit alt popülasyonlarını (Holt, 1992) ve plazma kortikosteron seviyelerini (Davis ve ark., 2000) değiştirmiş ve ZTD uygulanan tavuklarda hematokrit, eozinofil ve lökosit sayılarında artış olmuştur (Brake ve ark., 1982). Araştırma bulgularımıza göre bağışıklık sisteminin önemli organlarından olan dalak ağırlığı ZTD dönemi sonunda önemli düzeyde artmıştır (P<0,05).

Tüy dökümü dönemi sıcaklığı, canlı ağırlık ve tüy dökümü döneminin yumurta tavuklarının bacak kemiği özellikleri üzerine olan etkisi Çizelge 6'de sunulmuştur. ZTD döneminde uygulanan sıcaklığın tavukların tibia ve femur

kemik özellikleri üzerindeki etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Tavukların canlı ağırlığının bazı tibia ve femur kemik özelliklerini etkileyerek hafif ağırlık grubundaki tavukların tibia ve femur ağırlığı ile tibia kemiğinin uzunluğunun diğer ağırlık gruplarından önemli düzeyde düşük olduğu (P<0,05) ve tibia kemiği çapı ile her iki kemiğin kırılma dirençleri bakımından hafif ve ağır gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir (P<0,05). Bulgularımız düşük CA sahip tavukların hafif, kısa ince ve kırılma direnci düşük kemiklere sahip olduğunu, ağır tavuklarda ise bacak kemiği özelliklerinin hafif tavuklara göre daha iyi özelliklere sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Tavuklarda yüksek yumurta verimi kalsiyum metabolizmasındaki dengesizlikler yumurta tavuklarının kemik yapısını olumsuz etkileyebilmektedir (Helva ve ark., 2024). Yüksek yumurta verimi ve ilerleyen yaşla birlikte verim dönemi sonuna doğru yumurta kabuğu özellikleri kötüleşmekte ve kemik yapısı zayıflamaktadır. Kanatlılarda kemikler yumurta kabuğunun oluşumu sırasında gereken kalsiyum için önemli kaynaklardır (Scanes, 2021). Kanatlılara özgü medullar kemikler negatif kalsiyum dengesini önlemek için verim döneminden önce şekillenen kemiklerdir (Hester, 2017). Bulgularımıza göre tüy dökümü dönemindeki önemli değişimin medullar kemik özelliklerinde olan tibia kemiğinin çap, kırılma direnci ve kül miktarı üzerinde meydana geldiği (P<0,05), femur kemiği özelliklerinin ZTD'den etkilenmediği anlaşılmaktadır (P>0,05). ZTD öncesinde daha ince çap, daha düşük kırılma direnci ve kül düzeyine sahip olan tibia kemiğinin, ZTD sonrasında bu özelliklerinin önemli düzeyde iyileştiği belirlenmiştir (P<0,05). Araştırma sonuçları, ZTD uygulanan tavukların, uygulanmayanlara göre daha güçlü kemiklere sahip olduklarını ortaya koymaktadır (Arafa ve Harms, 1987; Gregory ve ark., 1991; Webster, 2003).

Çizelge 6. Tüy dökümü dönemi sıcaklığı, canlı ağırlık ve tüy dökümü döneminin yumurta tavuklarının bacak kemiği (tibia – femur) özellikleri üzerine etkisi¹

Table 6. Effects of molting period temperature, body weight and molting period on traits of leg bones (tibia - femur) of laying hens

Uygulamalar	Özellikler									
	Tibia					Femur				
	Ağırlık (g)	Uzunluk (cm)	Çap (mm)	Kırılma direnci (N)	Kül (%)	Ağırlık (g)	Uzunluk (cm)	Çap (mm)	Kırılma direnci (N)	Kül (%)
Sıcaklık ²										
Kontrol	9,93	12,07	10,34	118,6	34,79	6,93	8,57	9,97	148,4	37,17
Döngüsel sıcaklık	10,41	12,05	10,42	126,6	36,26	7,27	8,44	10,18	156,6	38,27
SEM ³	0,261	0,071	0,087	4,397	1,084	0,216	0,101	0,182	7,54	1,954
Canlı ağırlık										
Hafif	9,01 ^b	11,86 ^b	10,18 ^b	110,8 ^b	35,10	6,28 ^b	8,48	9,84	135,6 ^b	38,84
Orta	10,57 ^a	12,13 ^a	10,35 ^{ab}	125,3 ^{ab}	34,87	7,48 ^a	8,32	10,38	154,5 ^{ab}	35,23
Ağır	10,94 ^a	12,20 ^a	10,62 ^a	131,8 ^a	36,61	7,53 ^a	8,71	10,00	167,4 ^a	39,01
SEM ³	0,319	0,087	0,106	5,383	1,328	0,264	0,123	0,223	9,233	2,393
Tüy dökümü dönemi										
Başlangıç	10,13	12,02	10,23 ^b	107,3 ^b	32,92 ^b	7,08	8,49	9,98	149,4	35,91
Bitiş	10,22	12,10	10,53 ^a	137,9 ^a	38,14 ^a	7,11	8,52	10,17	155,6	39,53
SEM ³	0,264	0,543	0,086	4,354	1,075	0,214	0,099	0,180	7,550	1,935
	Önemlilik (P)									
Sıcaklık (S)	0,206	0,841	0,496	0,206	0,346	0,266	0,390	0,403	0,445	0,692
Canlı Ağırlık (CA)	<0,001	0,023	0,022	0,028	0,605	0,002	0,098	0,233	0,041	0,450
Tüy Dökümü dönemi (TD)	0,812	0,448	0,021	<0,001	0,002	0,923	0,301	0,474	0,564	0,199
S × CA	0,307	0,284	0,508	0,841	0,383	0,561	0,368	0,350	0,736	0,733
S × TD	0,992	0,548	0,422	0,091	0,138	0,473	0,335	0,690	0,427	0,639
A × TD	0,793	0,335	0,839	0,620	0,531	0,863	0,220	0,969	0,918	0,753
S × CA × TD	0,504	0,340	0,215	0,801	0,573	0,401	0,343	0,653	0,731	0,098

¹a-b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan özellikler arasındaki farklar önemlidir (P<0,05), ²Tüy dökümü döneminde tavuklara kontrol grubunda 24 saat süresince 21-22°C sıcaklık; döngüsel sıcaklık grubunda 10:00-18:00 saatleri arasında 32°C ve 18:00-10:00 saatleri arasında 21-22°C sıcaklık uygulanmıştır, ³SEM: Ortalamaların Standart Hatası.

Bu olumlu etkinin ZTD sırasında kesilen yumurta veriminin, tavukların yapısal kemik bütünlüğünün yeniden oluşmasına imkan sağlamasından kaynaklanmaktadır (Hester 2017).

Sonuç olarak, verim yılını tamamlamış açlık uygulanmadan günde 60 g/tavuk kırılmış arpa verilerek uygulanan zorlamalı tüy dökümü programının tüm deneme gruplarında benzer bir sürede, üstelik herhangi bir tavuk ölümüne yol açmadan %25 CA kaybı hedefine ulaşılmasını sağlaması hayvan refahı açısından olumlu bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Uygulanan zorlamalı tüy dökümü programının yaz döneminde sıcağa bağlı olarak ortaya çıkan verim kaybı dışındaki diğer dönemlerde I. verim dönemi sonuna göre yumurta verimini ve ağırlığını, yemden yararlanma oranını, yumurta kalite özelliklerini ve bazı bacak kemiği özelliklerini iyileştirmiştir. Zorlamalı tüy dökümü döneminde uygulanan döngüsel yüksek sıcaklık, yeni verim döneminde kabuk kırılma direnci, haugh birimi ve ak indeksi gibi yumurta kalite özelliklerini iyileştirmiş, diğer yumurta kalite özelliklerini olumsuz etkilememiştir. Bu iyileşmenin, tüylerinin döküldüğü dönemde tavukların artan ısı ihtiyaçlarının zorlamalı tüy dökümü sırasında uygulanan sıcaklıkla karşılanmış olmasından mı ya da bir adaptasyon sonucunda mı meydana geldiği konusunda yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Beyanlar

Bu çalışma, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen ZRF-21010 nolu proje kapsamında yürütülmüştür.

Kaynaklar

- Akbari Moghaddam Kakhki, R., Mousavi, Z., & Anderson, K. E. (2018). An appraisal of moulting on post-moult egg production and egg weight distribution in white layer hens; meta-analysis. *British Poultry Science*, 59, 278-285. <https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1432032>
- Akşit, M., Yalçın, S., & Karul, A. B. (2003). Physiological stress parameters during food withdrawal period in force moulted hens. *Archiv für Geflügelkunde*, 67, 212-216. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20033187715>
- Akşit, M., Yalçın, S., Özkan, S., Metin, K., & Özdemir, D. (2006). Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. *Poultry Science*, 85, 1867-1874. <https://doi.org/10.1093/ps/85.11.1867>
- Alodan, M., & Mashaly, M. (1999). Effect of induced molting in laying hens on production and immune parameters. *Poultry Science*, 78, 171-177. <https://doi.org/10.1093/ps/78.2.171>
- Andreatti Filho, R. L., Milbradt, E. L., Okamoto, A. S., Silva, T. M., Vellano, I. H. B. Gross, L. S., Oro, C. S., & Hataka, A. (2019). Salmonella Enteritidis infection, corticosterone levels, performance and egg quality in laying hens submitted to different methods of molting. *Poultry Science*, 98, 4416-4425. <https://doi.org/10.3382/ps/pez248>
- Andrews, D. K., Berry, W. D., & Brake, J. (1987) Effect of lighting programme and nutrition on reproductive performance of molted single comb white leghorn hens. *Poultry Science*, 66, 1298-1305. <https://doi.org/10.3382/ps.0661298>
- Anonim. (2024a). Lohmann Brown Classic - Management Guide - Cage Housing. <https://lohmann-breeders.com/media/strains/cage/management/LOHMANN-Brown-Classic-Cage.pdf> [Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024].

- Anonim. (2024b). Isa Brown - Cage Housing Product Leaflet. https://www.isa-poultry.com/documents/1408/ISA_Brown_CS_product_leaflet_cage_EN_L1211.pdf[Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024].
- Anonim. (2024c). Hisex Brown - Product Leaflet. https://www.hisex.com/documents/1415/Hisex_Brown_CS_product_leaflet_cage_English_L1211-1.pdf[Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024].
- Anonim. (2024d). Lohmann LSL Classic - Management Guide - Cage Housing. https://lohmann-breeders.com/files/downloads/MG/Cage/LB_MG_Cage_LSL-Classic_EN.pdf[Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024].
- Anonim. (2024e). Dekalb White - Product Guide. https://www.dekalb-poultry.com/documents/583/Dekalb_White_CS_product_guide_cage_EN_L1211-1.pdf[Erişim tarihi: 01 Temmuz 2024].
- Arafa, L. S., & Harms, R. H. (1987). Comparison of bone characteristics of hens of three different ages in cages and floor pens. *Applied Agricultural Research*, 2, 175–176.
- Attia, Y. A., Burke, W. H., & Yamani, K. A. (1994). Response of broiler breeder hens to forced molting by hormonal and dietary manipulations. *Poultry Science*, 73, 245-258. <https://doi.org/10.3382/ps.0730245>
- Aygun, A., & Olgun, O. (2010). The effect of nonfeed withdrawal molting methods on molt and postmolt. *Trends in Animal and Veterinary Sciences*, 1, (2), 45-48.
- Baker, M., Brake, J., & McDaniel, G. (1983). The relationship between body weight loss during an induced molt and postmolt egg production, egg weight, and shell quality in caged layers. *Poultry Science*, 62, 409–413. <https://doi.org/10.3382/ps.0620409>
- Bell, D. D., & Kunej, D. R. (1992). Effect of fasting and post-fast diets on performance in molted flocks. *Journal of Applied Poultry Research*, 1, 200-206. <https://doi.org/10.1093/japr/1.2.200>
- Berry, W. D. (2003). The physiology of induced molting. *Poultry Science*, 82, 971–980. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.971>
- Biggs, P. E., Douglas, M. W., Koelkebeck K. W., & Parsons, C. M. (2003). Evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poultry Science*, 82, 749-753. <https://doi.org/10.1093/ps/82.5.749>
- Biggs, P. E., Persia, M. E, Koelkebeck, K. W., & Parsons, C. M. (2004). Further evaluation of nonfeed removal methods for molting programs. *Poultry Science*, 83, 745-752. <https://doi.org/10.1093/ps/83.5.745>
- Brake, J., Thaxton, P., & Benton, E. H. (1979). Physiological changes in caged layers during a forced molt: 3. Plasma thyroxine, plasma triiodothyronine, adrenal cholesterol, and total adrenal steroids. *Poultry Science*, 58, 1345-1350. <https://doi.org/10.3382/ps.0581345>
- Brake, J., & McDaniel, G. (1981). Factors affecting broiler breeder performance. 3. relationship of body weight during fasting to postmolt performance. *Poultry Science*, 60, 726–729. <https://doi.org/10.3382/ps.060072>
- Brake, J., Baker, M., Morgan, G. W., & Thaxton, P. (1982). Physiological changes in caged layers during a forced molt: 4. leucocytes and packed cell volume. *Poultry Science*, 61, 790-795. <https://doi.org/10.3382/ps.0610790>
- Butcher, G.D., & Miles, R. (2001). Salmonella Control and Molting of Egg-laying Flocks: Are They Compatible?. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS. <https://www.nifa.usda.gov/sites/default/files/resource/Salmonella%20Control%20and%20Molting%20of%20Egg-Laying%20Flocks.pdf>
- Cunningham, D. L., & Mauldin, J. M. 1996. Cage housing, beak trimming, and induced molting of layers: A review of welfare and production issues. *Journal of Applied Poultry Research*, 5, 63-69. <https://doi.org/10.1093/japr/5.1.63>
- Dastar, B., Khosravi, A., Boldajie, F., & Ghoorchi, T. (2016). Effect of calcium with and without probiotic, lactose, or both on organ and body weights, immune response and caecal microbiota in molted laying hens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100, 243-250. <https://doi.org/10.1111/jpn.12358>
- Davis, G. S., Anderson, K. E., & Carroll, A. S. (2000). The effects of long-term caging and molt of Single Comb White Leghorn hens on heterophil to lymphocyte ratios, corticosterone and thyroid hormones. *Poultry Science*, 79, 514-518. <https://doi.org/10.1093/ps/79.4.514>
- Directive E.U. (1999) Council Directive 1999/74/EC - Minimum Standards for the Protection of Laying Hens. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0074> [Erişim tarihi: 10 Ekim 2024].
- Duman, M., Şekeroğlu, A., Yıldırım, A., Eleroğlu, H., & Camcı, Ö. (2016). Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science/Archiv für Geflügelkunde*, 80, 117. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.117>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2009) On the protection of animals at the time of killing. Council Regulation (EC) No:1099/2009. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:303:0001:0030:EN:PDF>[Erişim tarihi: 10 Ekim 2024].
- Fleming, R. H. (1998). Digitised fluoroscopy (DF) predicts breaking strength in osteoporoticavian bone in vivo. *British Poultry Science*, 39, 49-51. <https://doi.org/10.1080/00071669888359>
- Flock, D. K., & Anderson, K. E. (2016). Molting of laying hens: test results from North Carolina and implications for US and German egg producers. *Lohmann Information*, 50, 12-17. <https://lohmann-breeders.com/media/2020/08/VOL49-FLOCK-Molting-hens.pdf>
- Gregory, N. G., & Wilkins, L. J. (1989). Broken bones in domestic fowl: Handling and processing damage in end-of-lay battery hens. *British Poultry Science*, 30, 555-562. <https://doi.org/10.1080/00071668908417179>
- Gregory, N. G., Wilkins, L. J, Kestin, S. C, Belyavin, C. G, & Alvey D. M. (1991). Effect of husbandry system on broken bones and bone strength in hens. *The Veterinary Record*, 128, 397-399. <https://doi.org/10.1136/vr.128.17.397>
- Hazan, A., & Yalçın, S. (1988). Effect of body weight loss and feeding regimen on the performance of molted breeder layers. *British Poultry Science*, 29, 513-520. <https://doi.org/10.1080/00071668808417077>
- Haugh, R.R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality, *The US Egg Poultry Magazine*, 43, 522-573.
- Helva, İ. B, Akşit, M., & Yardım, Z. (2024). Yavaş ve hızlı gelişen etlik piliç soyları ile yumurta tavuklarının bilinçsizleştirme, kesim, et ve kemik özelliklerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12, 40-47. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v12i1.40-47.6372>
- Hester, P. Y. (2017). Improving Egg Production and Hen Health with Calcium. In *Egg Innovations and Strategies for Improvements* (pp. 319-329). Academic Press. [https://www.google.com/books?hl=tr&lr=&id=LU7JDAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Hester,+P.+Y.+\(2017\).+Improving+Egg+Production+and+Hen+Health+with+Calcium.+In+Egg+Innovations+and+Strategies+for+Improvements+\(p.p.+319-329\).+Academic+Press.&ots=SJC0eDlcJW&sig=2JXTsStSHfgNUayKuRJul3x4e78](https://www.google.com/books?hl=tr&lr=&id=LU7JDAQAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Hester,+P.+Y.+(2017).+Improving+Egg+Production+and+Hen+Health+with+Calcium.+In+Egg+Innovations+and+Strategies+for+Improvements+(p.p.+319-329).+Academic+Press.&ots=SJC0eDlcJW&sig=2JXTsStSHfgNUayKuRJul3x4e78)
- Holt, P. S. (1992). Effect of induced molting on B cell and CT4 and CT8 T cell numbers in spleens and peripheral blood of White Leghorn hens. *Poultry Science*, 71, 2027-2034. <https://doi.org/10.3382/ps.0712027>

- Hu, J. Y., Hester, P. Y., Xiong, Y., Gates, R. S., Makagon, M. M., & Cheng, H. W. (2019). Effect of cooled perches on the efficacy of an induced molt in White Leghorn laying hens previously exposed to heat stress. *Poultry Science*, *98*, 4290-4300. <https://doi.org/10.3382/ps/pez317>
- Jeong, W., Lim, W., Ahn, S.E., Lim, C. H, Lee, J. Y., Bae, S. M., Kim, J., Bazer, F. W., & Song, G. (2013). Recrudescence mechanisms and gene expression profile of the reproductive tracts from chickens during the molting period. *PLoS One*, *8*, e76784. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076784>
- Kashmiri, L. A., & Vatsalya, V. (2011). Deleterious Effects of Molting on the Morphophysiology of Japanese Quail Layers (*Coturnix japonica*). *International Journal Poultry Science*, *10*, 120-124. <https://doi.org/10.3923/ijps.2011.120.124>
- Kim, H. R., Ryu, C., Lee, S.D., Cho, J. H., & Kang, H. (2024). Effects of heat stress on the laying performance, egg quality, and physiological response of laying hens. *Animals*, *14*, 1076. <https://doi.org/10.3390/ani14071076>
- Kim, W. K., Ford, B. C., Mitchell, A. D., Elkin, R. G., & Leach, R. M. (2004). Comparative assessment of bone among wild-type, restricted ovulator and out-of-production hens. *British Poultry Science*, *45*, 463-470. <https://doi.org/10.1080/00071660412331286172>
- Küçükylmaz, K., Erensayın, C., & Orhan, H. (2003). Zorlamalı tüy döktürülen yumurta tavuklarında değişik açlık sürelerinin yumurta verim performansı ile yumurta iç ve kabuk kalite kriterleri üzerine etkileri. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, *16*, 199-210. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akdenizfderg/issue/1584/19681>
- Mashaly, M. M., Hendricks, G. L., Kalama, M. A., Gehad, A. E., Abbas, A. O., & Patterson, P. H. (2004). Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poultry Science*, *83*, 889-894. <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.889>
- Mazzucco, H., & Hester, P. Y. (2005). The effect of an induced molt and a second cycle of lay on skeletal integrity of White Leghorns. *Poultry Science*, *84*, 771-781. <https://doi.org/10.1093/ps/84.5.771>
- Ocak, N., Sarıca, M., Erener, G., & Garipoğlu, A. V. (2004). The effect of body weight prior to molting in brown laying hens on egg yield and quality during second production cycle. *International Journal of Poultry Science*, *3*, 768-772. <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.768.772>
- Onbaşlılar, E. E., Kahraman, M., Güngör, Ö. F., Kocakaya, A., Karakan, T., Pirpanahi, M., Doğan, B., Akan, M., Şehu, A., Erbay Elibol, F. K., & Yalçın, S. (2020). Effects of cage type on performance, welfare, and microbiological properties of laying hens during the molting period and the second production cycle. *Tropical Animal Health and Production*, *52*, 3713-3724. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02409-0>
- Park, S. Y., Kim, W. K., Birkhold, S. G., Kubena, L. F., Nisbet, D. J., & Rieke, S. C. (2004). Induced molting issues and alternative dietary strategies for the egg industry in the United States. *World's Poultry Science Journal*, *60*, 196-209. <https://doi.org/10.1079/WPS200313>
- Petek, M., Gezen, S. S, Alpay, F., & Çıbık, R. (2008). Effects of non-feed removal molting methods on egg quality traits in commercial brown egg laying hens in Turkey. *Tropical Animal Health and Production*, *40*, 413-417. <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9102-5>
- Producers, U.E. (2017). United Egg Producers. Animal Husbandry Guidelines for U. S. Egg-Laying Flocks. https://uepcertified.com/wp-content/uploads/2021/08/CF-UEP-Guidelines_17-3.pdf [Erişim tarihi: 10 Ekim 2024].
- Rafeeq, M. I., Rashid, N. I., Awan, M. A. I., Tariq, M. M. I., Abbas, F. I., Ahmed, Z. I., & Taj, I. (2013). Effect of forced molting on body characteristics and post-molting egg production performance of layers in Quetta, Pakistan. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *15*, 347-352. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000400009>
- Roberts, J. R. (2004). Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *The Journal of Poultry Science*, *41*, 161-177. <https://doi.org/10.2141/jpsa.41.161>
- Scanes, C. G. (2021). *Sturkie's avian physiology*. Dridi, S. (Eds.) Academic Press. [https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1084412](https://www.google.com/books?hl=tr&lr=&id=Si4MEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Scanes+CG.+(2021).+Sturkie+%27s+avian+physiology.+Dridi,+S.+(Eds.).+Academic+Press&ots=Kt27z920Kt&sig=etnviWsw7HII LutkLdZbn5Xe_0QŞenköylü, N. (2001). Modern Tavuk Üretimi 3. Baskı, Anadolu Matbaası, Bölüm:14, ISBN: 975-93691-2-5, Tekirdağ.</p>
<p>Silva-Mendonça, M. C. A., Fagundes, N. S., Mendonça, G. A., Gonçalves, F. C, Fonseca, B. B., Mundim, A. V., & Fernandes, E. A. (2015). Comparison of molting methods for layers: high-zinc diet versus fasting. <i>British Poultry Science</i>, <i>56</i>, 598-604. <a href=)
- Sundaresan, N. R., Anish, D., Sastry, K. V. H., Saxena, V. K., Mohan, J., & Ahmed, K. A. (2007). Cytokines in reproductive remodeling of molting White Leghorn hens. *Journal of Reproductive Immunology*, *73*, 39-50. <https://doi.org/10.1016/j.jri.2006.05.001>
- Tona, K., Bamelis, F., De Ketelaere, K.B., Bruggeman, V., & Decuyper, E. (2002). Effect of induced molting on albumen quality, hatchability, and chick body weight from broiler breeders. *Poultry Science*, *81*, 327-332. <https://doi.org/10.1093/ps/81.3.327>
- Traore, O. Z., & Doyon, M. (2023). Economic sustainability of extending lay cycle in the supply-managed Canadian egg industry. *Frontiers in Animal Science*, *4*, 1201771. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1201771>
- Webster, A. B. (2003). Physiology and behavior of the hen during induced molt. *Poultry Science*, *82*, 992-1002. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.992>
- Whitehead C. C. (2004). Overview of bone biology in the egg-laying hen. *Poultry Science*, *83*, 193-199. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.193>
- Whitehead, C. C., & Fleming, R.H. (2000). Osteoporosis in cage layers. *Poultry Science*, *79*, 1033-1041. <https://doi.org/10.1093/ps/79.7.1033>
- Yetişir, R., & Sarıca, M. (2004). Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme ve Hastalıklar, 2. In M.Türkoğlu, M. Sarıca, (Eds) Yumurta Tavuğu Yetiştiriciliği. (pp) 279-329.
- Zimmermann, N.G., Andrews, D.K., & McGinnis, J. (1987). Comparison of several induced molting methods on subsequent performance of Single Comb White Leghorn hens. *Poultry Science*, *66*, 408-417. <https://doi.org/10.3382/ps.0660408>