



**KAHVERENGİ VE BEYAZ YUMURTACI
TAVUKLARDA FARKLI YERLEŞİM SIKLIĞININ
YUMURTLAMA PERFORMANSI, YUMURTA
KALİTESİ VE GÖĞÜS KEMİĞİ HASARI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Ayşe UYSAL

Veterinerlik Zootečni Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ekrem LAÇIN

Doktora Tezi-2024



SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Health Sciences

**KAHVERENGİ VE BEYAZ YUMURTACI TAVUKLARDA
FARKLI YERLEŞİM SIKLIĞININ YUMURTLAMA
PERFORMANSI, YUMURTA KALİTESİ VE GÖĞÜS
KEMİĞİ HASARI ÜZERİNE ETKİSİ**

Ayşe UYSAL

**Veterinerlik Zootekni Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Ekrem LAÇIN**

**ERZURUM
2024**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
TEŞEKKÜR	V
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Hayvan Refahı	5
2.2. Göğüs Kemiği Hasarı.....	7
2.2.1. Göğüs Kemiği Hasarının Teşhis Yöntemleri.....	11
2.3. Genotip.....	13
2.4. Yetiştirme Sistemleri	14
2.5. Kafes Yerleşim Sıklığı.....	17
2.6. Yaş	18
2.7. Performans Özellikleri.....	18
2.7.1. Yumurta Verimi.....	18
2.7.2. Yumurta Ağırlığı.....	19
2.7.3. Yem Tüketimi	21
2.7.4. Yemden Yararlanma Oranı	23
2.7.5. Canlı Ağırlık	25
2.7.6. Yaşama Gücü.....	27
2.7.7. Kırık-Çatlak Yumurta Oranı	28

2.8. Yumurta Kalite Parametreleri	29
2.8.1. Yumurta Dış Kalite Parametreleri	29
2.8.1.1. Yumurta Ağırlığı.....	29
2.8.1.2. Şekil İndeksi	31
2.8.1.3. Kırılma Mukavemeti.....	33
2.8.1.4. Kabuk Kalınlığı.....	34
2.8.2. Yumurta İç Kalite Parametreleri.....	36
2.8.2.1. Sarı Rengi	36
2.8.2.2. Haugh Birimi	38
2.8.2.3. Ak İndeksi.....	39
2.8.2.4. Sarı İndeksi	41
2.8.2.5. Kan-Et Lekeleri.....	42
2.9. Parathormon (PTH).....	43
2.10. Kalsitonin (CT).....	45
2.11. Osteokalsin (OC)	46
3. MATERYAL VE METOT.....	48
3.1. Materyal	48
3.1.1. Deneme Yeri	48
3.1.2. Hayvan Materyali	51
3.1.3. Yem Materyali	52
3.2. Metot.....	53
3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması.....	53
3.2.2. Performans Özelliklerinin Belirlenmesi	55
3.2.2.1. Yumurta Verimi (%).....	55
3.2.2.2. Yumurta Ağırlığı (g).....	55

3.2.2.3. Günlük ve Haftalık Yem Tüketimi (g/gün/tavuk)	56
3.2.2.4. Yemden Yararlanma Oranı	57
3.2.2.5. Canlı Ağırlık (g).....	57
3.2.2.6. Yaşama Gücü (%).....	57
3.2.2.7. Kırık-Çatlak Yumurta Oranı (%).....	58
3.2.3. Yumurta İç ve Dış Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	58
3.2.4. Dönemsel Kontroller.....	61
3.2.4.1. Kan Alımı	61
3.2.4.2. Röntgen Çekimi	64
3.2.4.3. Kesim	66
3.2.5. İstatistiksel Analizler	67
4. BULGULAR.....	69
4.1. Performans Özellikleri	69
4.1.1. Canlı Ağırlık	69
4.1.2. Yumurta Verimi.....	72
4.1.3. Yumurta Ağırlığı.....	80
4.1.4. Yem Tüketimi	83
4.1.5. Yemden Yararlanma Oranı	87
4.1.6. Yaşama Gücü	91
4.1.7. Yumurta Kırık-Çatlak Oranı	92
4.2. Yumurta Kalite Özellikleri	93
4.2.1. Yumurta Dış Kalite Özellikleri.....	93
4.2.1.1. Yumurta Ağırlığı.....	96
4.2.1.2. Şekil İndeksi	96
4.2.1.3. Kırılma Mukavemeti.....	97

4.2.1.4. Kabuk Kalınlığı.....	97
4.2.2. Yumurta İç Kalite Özellikleri	97
4.2.2.1. Sarı Rengi	99
4.2.2.2. Haugh Birimi	99
4.2.2.3. Ak İndeksi.....	100
4.2.2.4. Sarı İndeksi	100
4.2.2.5. Kan-Et Lekelesi	100
4.3. Kalsitonin (CT), Osteokalsin (OC) ve Parathormonların (PTH) Değerleri.....	101
4.4. Göğüs Kemîği Hasarı (Keel Bone Damage/ Kırık-Deviasyon).....	104
5. TARTIŞMA.....	106
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	126
KAYNAKLAR	128
EKLER	159
EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	159
EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU	160

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, değerli bilgi ve katkıları ile yöneten, tezimin her aşamasında yardımcı olan hocam Sayın Prof. Dr. Ekrem LAÇİN'e en derin saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışma süreci boyunca bilgi ve birikimini, desteğini ve tecrübelerini esirgemeyip yol gösteren başta hocam Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZENTÜRK olmak üzere, Prof. Dr. Nilüfer SABUNCUOĞLU ÇOBAN, Prof. Dr. Ahmet YILDIZ, Prof. Dr. Ömer ÇOBAN, Doç. Dr. Fatih YILDIRIM ve Doç. Dr. Murat GENÇ hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Araştırmada, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi'nin Radyoloji biriminde çalışmamı kolaylaştıran ve desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Latif Emrah YANMAZ ve Doç. Dr. Sıtkıcan OKUR hocalarıma; röntgen çekiminde yardımcı olan Sağ. Teks. Halil İKİNCİ'ye teşekkür ederim. Tezimin biyokimya laboratuvar analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Prof. Dr. Fatih Mehmet KANDEMİR ve Doç. Dr. Sefa KÜÇÜKLER hocalarıma; verilerin istatistiksel analizinde yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Ömer ELTAS hocama teşekkür ederim. Tezimin deneme aşamasında yardımcı olan Nabi CENGİZ, Akın Sefa YILDIRIM ve öğrenci arkadaşlarıma (Zeliha, Aybüke, Hande, Emrah ve Ebubekir) teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora tez projesini TSA-2021-9527 proje kodu ile destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca 2211 Yurt içi Lisansüstü Burs Programı ile eğitimime destekte bulunan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen muhterem babam, canım annem ve biricik kardeşlerime; tüm bu süreçte desteğini, yardımlarını ve sevgisini esirgemeyen değerli eşime şükranlarımı sunarım.

Ayşe UYSAL

ÖZET

Kahverengi ve Beyaz Yumurtacı Tavuklarda Farklı Yerleşim Sıklığının Yumurtlama Performansı, Yumurta Kalitesi ve Göğüs kemiği Hasarı Üzerine Etkisi

Amaç: Bu çalışmada üç farklı yerleşim sıklığı uygulanan kahverengi ve beyaz yumurtacı tavukların performans özellikleri, yumurta kaliteleri ve göğüs kemiği hasarının durumu araştırılmıştır.

Materyal ve Metot: Araştırmada Isa Tinted (IT) ve Hy-Line Brown (HB) yumurtacı genotipler, 3 farklı yerleşim sıklığı (5 tavuk/ kafes (düşük kafes sıklığı; DKS), 7 tavuk/ kafes (orta kafes sıklığı; OKS), 10 tavuk/ kafes (yüksek kafes sıklığı; YKS)) olmak üzere toplam 54 kafes kullanılmıştır. Bu kafeslere 198 HB ve 198 IT yumurtacı tavuk yerleştirilerek denemede toplam 396 adet tavuk kullanılmıştır.

Bulgular: Kafes sıklığı arttıkça her iki genotipin de performans özelliklerinde gerileme olmuştur. Ancak, kırık-çatlak yumurta oranı YKS’de daha az olmuştur. HB yumurtacı tavukların performans özelliklerinin IT’lere kıyasla daha iyi olduğu belirlenmiştir. Kafes sıklığının, yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Şekil indeksi hariç). Genotipin, yumurta dış kalite parametrelerinden sadece yumurta ağırlığı (HB: 63.60 g; IT: 62.50 g) üzerine etkisi önemli bulunmuşken; iç kalite parametrelerinden ise sadece yumurta sarısı (IT>HB) farklı çıkmıştır. Kalsiyum mekanizmasında belirli işlevlere sahip olan hormonlardan (osteokalsin (OC), kalsitonin (CT), parathormon (PTH)) sadece PTH hormonu üzerine yaş (yaşla birlikte artmış) ve genotipin (IT>HB) etkisi önemli bulunmuştur. Göğüs kemiği hasarı olarak incelenen kırık ve deviasyon üzerine yaşın etkisi önemsiz saptanmış; kafes sıklığının göğüs kemiğinde meydana gelen kırık üzerine etkisi önemsiz, deviasyon üzerine önemli etkiye sahip olmuştur (DKS’de daha fazla).

Sonuç: Kafes sıklığı arttıkça, yumurtacı tavukların performansında gerileme olurken göğüs kemiği deviasyonunun görülme oranı azalmış, yumurta kalite özellikleri ve incelenen hormonlar etkilenmemiştir. Bütün gruplarda HB yumurtacı tavukların IT’lere kıyasla daha iyi bir performansa sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deviasyon, göğüs kemiği hasarı, kafes sıklığı, yumurta verimi, yumurta kalitesi, yumurtacı tavuk

ABSTRACT

The Effect of Different Cage Densities on Laying Performance, Egg Quality and Keel Bone Damage in Brown and White Laying Hens

Aim: This study looked at the performance traits, egg quality, and keel bone damage status of brown and white laying hens that were placed at three different cage densities.

Material and method: In the research, Isa Tinted (IT) and Hy-Line Brown (HB) layer hybrids were placed in 3 different cage densities (5 hens/cage (low cage density; DKS), 7 hens/cage (medium cage density; OKS), 10 hens/cage). (high cage density; YKS)) a total of 54 cages were used. 198 HB and 198 IT laying hens were placed in these cages, and a total of 396 chickens were used in the experiment.

Results: The performance traits of both genotypes declined as cage density rose. However, the ratio of broken-cracked eggs was less in HCD. The performance traits of HB laying hens are superior to ITs, it has been found. Cage density had no discernible impact on the internal and external quality standards of the eggs (except for shape index). Just the influence on egg weight (HB: 63.60 g; IT: 62.50 g), one of the exterior quality indicators for eggs, was significant due to the hybrid; among the internal quality parameters, only the effect on egg yolk (IT>HB) was. Among the hormones that play particular functions in the calcium mechanism, (osteocalcin (OC), calcitonin (CT), and parathormone (PTH)) only the PTH hormone was revealed to be significantly influenced by age (increased with age) and genotype (IT>HB). While the effect of age on fracture and deviation, which was examined as keel bone damage, was insignificant; cage density had an insignificant effect on fracture, but a significant effect on deviation (more in LCD).

Conclusion: While the incidence of keel bone damage decreased and the egg quality characteristics and the hormones tested were unaffected, the performance of laying hens declined as cage density rose. It was discovered that HB layer hens performed better than ITs in all groups.

Key Words: Cage density, deviation, egg quality, egg production, keel bone damage, laying hens.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	: Santimetre
CT	: Kalsitonin
DKS	: Düşük kafes sıklığı
g	: Gram
G	: Genotip
HB	: Hy-Line Brown
Ht	: Ak yüksekliği
HU	: Haugh birimi
IT	: Isa Tinted
kg	: Kilogram
KS	: Kafes sıklığı
mm	: Milimetre
OC	: Osteokalsin
Ort	: Ortalama
OKS	: Orta kafes sıklığı
PTH	: Parathormon
RK	: Range
Str	: Kırılma mukavemeti
Thk	: Kabuk kalınlığı
Wt	: Yumurta ağırlığı
YA	: Yumurta ağırlığı
YD	: Sarı çapı
YF	: Yumurta sarı rengi
YH	: Sarı yüksekliği
YKS	: Yüksek kafes sıklığı
YI	: Sarı indeksi
YYO	: Yemden yararlanma oranı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Göğüs kemiği	7
Şekil 2.2. Parathormon ile kalsitonin hormonunun antagonist ilişkisi	44
Şekil 2.3. Kandaki kalsiyumun parathormon ve kalsitonin hormonları ile düzenlenmesi	46
Şekil 3.1. 3 bloklu kümes ve kafes ölçüleri	49
Şekil 3.2. Gübre tahliye bandı	49
Şekil 3.3. Kümes içi fan ve baca sistemi	50
Şekil 3.4. Termometre	50
Şekil 3.5. Yumurta tahliye bandı	51
Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan genotipler (beyaz: Isa Tinted ve kahverengi: Hy-Line Brown)	51
Şekil 3.7. Kahverengi ve beyaz tavukların deneme grupları	54
Şekil 3.8. Yumurta bölmesi	55
Şekil 3.9. Yumurta tartımı	56
Şekil 3.10. Yemlik bölmesi	56
Şekil 3.11. Canlı ağırlık tartımı için kullanılan tartı	57
Şekil 3.12. Şekil indeksi ölçüm cihazı	59
Şekil 3.13. Yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi	60
Şekil 3.14. Kan ve et lekesi	60
Şekil 3.15. Tavuklardan kan alımı ve santrifüj işlemi	63
Şekil 3.16. ELISA testinin yapımı	63

Şekil 4.1. Hy-Line Brown genotipine ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (DKS (5 tavuk/kafes): Düşük kafes sıklığı, OKS (7 tavuk/kafes): Orta kafes sıklığı, YKS (10 tavuk/kafes): Yüksek kafes sıklığı; Hy-Line Brown: Kahverengi genotip).....	75
Şekil 4.2. Isa Tinted genotipine ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (DKS (5 tavuk/kafes): Düşük kafes sıklığı, OKS (7 tavuk/kafes): Orta kafes sıklığı, YKS (10 tavuk/kafes): Yüksek kafes sıklığı; Isa Tinted: Beyaz renkli genotip)	76
Şekil 4.3. Düşük kafes sıklığına (5 tavuk/kafes) ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (Hy-Line Brown: Kahverengi genotip; Isa Tinted: Beyaz renkli genotip)	77
Şekil 4.4. Orta kafes sıklığına (7 tavuk/kafes) ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (Hy-Line Brown: Kahverengi genotip; Isa Tinted: Beyaz renkli genotip)	78
Şekil 4.5. Yüksek kafes sıklığına (10 tavuk/kafes) ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (Hy-Line Brown: Kahverengi genotip; Isa Tinted: Beyaz renkli genotip)	79
Şekil 4.6. Genotiplerin yaşa göre yemden yararlanma oranları (HB: Hy-Line Brown; IT: Isa Tinted)	88

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. AB Welfare Quality© Projesi'nin refah değerlendirme protokolü.....	7
Tablo 3.1. Verim döneminde kullanılan yemlerin besin içeriği.....	52
Tablo 3.2. Kafes içi tavuk başına düşen alan	54
Tablo 3.3. Genotip ve yerleşim sıklığı düzeni	54
Tablo 4.1. Canlı ağırlığın farklı yaş dönemlerine (18-40. hafta) ait iki yönlü varyans analizi sonuçları	70
Tablo 4.2. Canlı ağırlığın farklı yaş dönemlerine (44-60) ait iki yönlü varyans analizi sonuçları	71
Tablo 4.3. Yumurta verimi üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta)	72
Tablo 4.4. Farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) yumurta verimine (%) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	73
Tablo 4.5. Farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) yumurta verimine (%) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	74
Tablo 4.6. Yumurta ağırlığı üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta) ...	80
Tablo 4.7. Farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) yumurta ağırlığına (g) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	81
Tablo 4.8. Farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) yumurta ağırlığına (g) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	82
Tablo 4.9. Yem tüketimi üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta).....	83
Tablo 4.10. Yem tüketimine (g) ait farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	85
Tablo 4.11. Yem tüketimine (g) ait farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	86

Tablo 4.12. Yemden yararlanma oranı üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta)	87
Tablo 4.13. Farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) yemden yararlanma oranına ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	89
Tablo 4.14. Farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) yemden yararlanma oranına ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları.....	90
Tablo 4.15. Yaşama gücü (%) üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisi (20-59. hafta)	91
Tablo 4.16. Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine kafes sıklığının etkisi.....	92
Tablo 4.17. Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine genotipin etkisi	92
Tablo 4.18. Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine yaşın (hafta) etkisi	93
Tablo 4.19. Farklı yaş dönemlerinde (24-60) yumurta dış kalite parametrelerine ait ortalama ve standart hata sonuçları.....	95
Tablo 4.20. Yumurta dış kalite parametreleri üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisi	96
Tablo 4.21. Farklı yaş dönemlerinde (24-60) yumurta iç kalite parametrelerine ait ortalama ve standart hata sonuçları.....	98
Tablo 4.22. Yumurta iç kalite parametreleri üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisi	99
Tablo 4.23. Çoklu lojistik regresyon analizinde yumurta kan ve et lekesi üzerine etkili faktörlere ait regresyon katsayıları ve olasılık oranları.....	100
Tablo 4.24. Farklı kafes sıklığı, genotip ve dönemlerde belirlenen CT (pg/ml) hormonuna ait varyans analiz sonuçları.....	101
Tablo 4.25. Farklı kafes sıklığı, genotip ve dönemlerde belirlenen OC (ng/L) hormonuna ait varyans analiz sonuçları.....	102

Tablo 4.26. Farklı kafes sıklığı, genotip ve dönemlerde belirlenen PTH (pg/ml) hormonuna ait varyans analiz sonuçları.....	103
Tablo 4.27. Çoklu lojistik regresyon analizinde göğüs kemiği kırığı üzerine etkili faktörlere ait regresyon katsayıları ve olasılık oranları.....	104
Tablo 4.28. Çoklu lojistik regresyon analizinde göğüs kemiği deviasyonu (C veya S şekli) üzerine etkili faktörlere ait regresyon katsayıları ve olasılık oranları	105



1. GİRİŞ

Türkiye tavukçuluk sektörü, tarımı desteklemesi, ihracatı hızlı bir şekilde artırması ve yoğun istihdam sağlaması bakımından sürekli büyüyen ve gelişen sektörlerden birisidir (Çiçekgil ve ark., 2016). Tavukçuluk, başlangıçta ailelerin temel ihtiyacını karşılamaya yönelik 5-10 tavukluk bir üretim sisteminden oluşurken zamanla nüfus artışı ve şehirleşme gibi etkenlere bağlı olarak 50 veya daha fazla tavuk bulunduran işletme haline gelmiştir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

Tavukçuluk sektörüne ait güncel istatistik bilgileri incelendiğinde, modern kümes sistemi ve entegre şirketlerin sayısı artmış, bununla birlikte beyaz et ve yumurta sayısında da artış görülmüştür (Ergün ve ark., 2021). Ayrıca tavukçuluk sektörü, en başta ıslah çalışmaları olmak üzere, makine ve ekipman, ilaç, aşı, yem sanayiciliğinde iyileşme, pazarlama, kesim ve işlem alanlarındaki gelişmelerle bugünkü konumuna gelmiştir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinde hayvansal proteinin yeri oldukça önemlidir. 70 kg ağırlığa sahip olan bir insanın günlük olarak 70 g protein tüketmesi gerekmektedir. Bu proteinin yaklaşık % 40'ını hayvansal proteinler oluşturmaktadır (Tüzemen 2018). Günümüzde hızla artan dünya nüfusuna karşılık sağlıklı ve dengeli beslenme bilinciyle hayvansal proteinlere olan talep oldukça artış göstermiştir. Genel olarak hayvansal protein açısından ulaşımı kolay ve daha çok tercih edilen ürünler, tavuk eti ve yumurtası olduğu bildirilmiştir (Çiçekgil ve ark., 2016; Şahan ve ark., 2017).

Tavuk eti, insanların bedensel ve zihinsel sağlığını olumlu yönde etkileyen önemli bir protein kaynağıdır. Tavuk etinin az yağlı, protein, mineral ve vitamin açısından zengin, kırmızı ete oranla fiyatının daha düşük ve hazırlanmasının daha kolay olması bakımından kırmızı ete kıyasla daha fazla tercih edilmektedir (Dokuzlu ve ark., 2013; İskender ve ark., 2015). Yıllara göre kişi başı tavuk eti tüketimi; 2016 yılında 19.6 kg,

2017 yılında 21.5 kg, 2018 yılında 20.8 kg, 2019 yılında 20.4 ve 2020 yılında 19.9 kg civarında olduğu bildirilmiştir. 2019 yılındaki kişi başı tavuk eti tüketiminin bir önceki yıla göre % 1.4'lük azalışa, 2019 yılındaki tüketici fiyatların % 22'lik artışın sebep olduğu düşünülmektedir. 2020 yılındaki kişi başı tavuk etinin bir önceki yıla göre % 2.8 oranındaki azalışın sebebi ise, COVID-19 pandemi kısıtlamaları sebebiyle, tavuk eti üretim mekanlarının kapalı olmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir (Anonim 2021).

İnsanın temel fizyolojik ihtiyaçlarının hemen hemen hepsini içeren yumurta, dengesiz beslenme sorununun çözülmesini sağlayan önemli bir protein kaynağı olarak bilinmektedir (Çelebi ve Karaca, 2006). Tavuk yumurtası mineral, vitamin, esansiyel aminoasit ve yağ asitleri gibi insan sağlığı için önemli role sahip unsurları bünyesinde barındıran ve biyolojik değeri yüksek olan hayvansal protein kaynağıdır (Aydın ve ark., 2015; Eroğlu ve ark., 2024). Yumurta akı ve yumurta sarısı içerdiği mineral ve vitamin bakımından farklılık göstermektedir. Yumurta akının niasin içeriği oldukça yüksektir. Yumurta sarısı ise, demir, bakır, kalsiyum, çinko, vitamin A, D, E, biyotin, tiyamin, kolin, riboflavin ve pantotenik asit bakımından oldukça zengin iken; C vitamininin yumurtada bulunmadığı bildirilmektedir (Baykalır ve ark., 2014; Çelebi ve Karaca, 2006).

Dünya tavuk yumurtası üretim sıralamasında, Türkiye % 1.5'lik pay ile 9. sırada yer alırken; dünya tavuk yumurtası ihracatında Türkiye % 11.8'lik pay ile 2. sırada yer almaktadır (Anonim 2021).

Tavuk eti ve yumurtası içerdiği Omega-3 yağ asidi sayesinde insanlarda başta koroner kalp rahatsızlığı, yüksek tansiyon, kanser ve şeker gibi hastalıkların oluşumunu önlemekte, ayrıca erken dönemde zeka gelişimine olumlu katkı sağlamaktadır (Çelebi ve Karaca, 2006; Sarıca, 2003).

Türkiye yumurta tavukçuluğu sektörü, 2012 yılından bu yana 1100 adet ticari tavukçuluk işletmesi ve 3000 adet kümes sayısına ulaşarak sürekli büyüme eğilimindedir

(Baykalır ve ark., 2014). Türkiye’de yumurta tavukçuluk sektöründe 1960’lı yıllardan itibaren en yaygın kullanılan sistem konvansiyonel kafes sistemi olarak bilinmektedir (İzmirli ve Yaşar, 2017). Konvansiyonel kafes sistemlerinde, tavuklar kanat çırpma, folluğa yumurtlama ve tüneme gibi doğal davranışlarını sergileyememekle birlikte bir kafeste toplam 5-7 tavuğun barındırıldığı ve bir tavuğa A4 kağıdı boyutu kadar taban alanı düştüğü bildirilmiştir (Baykalır ve ark., 2014; İzmirli ve Yaşar, 2017; Sözcü ve ark., 2014).

Son yıllarda tüketicilerin yüksek refah standartları içerisinde yetiştirilen ürünlere karşı talepleri artmıştır (Janczak ve ark., 2015). Bu nedenle hayvan refahı savunucuları tarafından tavukların refahı göz önünde bulundurularak AB’nin 1999/74/EC konsey direktifiyle AB’ye üye ülkelerde 1 Ocak 2012’den itibaren, Kaliforniya’da ise 2015 yılında konvansiyonel kafes sistemlerinin (batarya) kullanımı yasaklanmıştır (Baykalır ve ark., 2014; Janczak ve ark., 2015; Sözcü ve ark., 2014; Yardımcı ve Aslan, 2019). AB’ye üye ülkelerde, konvansiyonel kafes sistemlerinin yasaklanması üzerine tavukların 5 temel özgürlüğünü yerine getirebilmesi için alternatif yetiştirme sistemleri değer kazanmıştır (Baykalır ve ark., 2014). Ancak, alternatif yetiştirme sistemleri, tavuklara hareket özgürlüğü sağlayıp refah kalitelerini yükseltirken; göğüs kemiği hasarı gibi refah problemlerini de beraberinde getirebilmektedir (Spiridonovic ve ark., 2021; Stratmann ve ark., 2015a). Göğüs kemiği hasarı, ticari yumurta tavukçuluğu sektöründe en önemli refah problemlerinden birisi olarak bilinmektedir (Stratmann ve ark., 2015a). Tavuklar, yumurtlama döneminin erken safhasında % 5.5 oranında; yumurtlama döneminin geç safhasında ise, % 97 gibi yüksek bir oranla göğüs kemiği hasarı ile karşı karşıya kaldığı bildirilmektedir (Eusemann ve ark., 2018). Bu hasarın kesin olarak sebebi bilinmemekle beraber; genel olarak yapılan çalışmalarda hasar kaynağının travma olduğu düşünülmektedir (Casey-Trott ve ark., 2015; Eusemann ve ark., 2018; Harlander-

matauschek ve ark., 2015; Stratmann ve ark., 2015a; Uzunova ve ark., 2021; Wilkins ve ark., 2011).

Yumurtacı tavuklarda göğüs kemiği hasarı ile ilgili yapılan çalışmalar daha çok yabancı ülkelerde ve alternatif yetiştirme sistemlerinde yürütülmüştür. Türkiye’de ise tavuklardaki göğüs kemiği hasarı free range sistemlerde incelenmiştir. Türkiye’de ticari yumurtacı tavuk sektöründe en yaygın kullanılan konvansiyonel kafes sistemlerinde göğüs kemiği hasarının oluşumu hala belirsizliğini korumaktadır.

Bu tez çalışmasında yumurtacı tavuklarda farklı yerleşim sıklığının yumurtlama performansı, yumurta kalitesi ve göğüs kemiği hasarı üzerine etkisini; belirli dönemlerde alınan kandan incelenen bazı biyokimyasal kan parametrelerinin kemik gelişimindeki etkinliğini ve bu hasarın röntgen yöntemiyle de teşhisi hedeflenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Hayvan Refahı

Hayvan refahı kavramı, hayvanların yaşam kalitelerini yansıtan bir ifade olup, genel olarak hayvanların sağlığını, mutluluğunu ve uzun yaşamını ifade eden bir kavramdır (Fidan, 2012). Hayvanların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi için refah standartlarının artırılması veya 5 temel özgürlüğünün sağlanması gerekmektedir (Çoban ve ark., 2020).

➤ Bu 5 temel özgürlük:

- Hayvanların aç ve susuz kalmaması.
- Hayvanların ağrı, yaralanma ve hastalıklardan uzak olması.
- Hayvanların rahatsız olduğu ortamlardan uzak olması.
- Hayvanların korku ve stresten uzak olması.
- Hayvanların türüne özgü doğal davranışları sergileyebilmesi (Browning ve ark., 2021).

Çiftlik hayvanlarında “5 temel özgürlük” adı, Farm Animal Welfare Council (FAWC) tarafından yayınlanmış ve uluslararası düzeyde önemli bir konu haline gelmiştir (Bozkurt, 2009). FAWC, 1979’lu yıllarda kurulmuştur. FAWC, bir hayvana çiftlik, transport, mera ve kesim anı da dahil olmak üzere optimum yaşam kalitesi sunulması gerektiğini savunmaktadır (Farm Animal Welfare Council 2009).

Çiftlik hayvanlarında sıklıkla kullanılan yoğun üretime tepki olarak 1964 yılında Ruth Harrison “*Animal Machine*” adlı kitabı çıkararak, yoğun üretimin hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerini toplumun gündemine taşımıştır (Editorial 2008). Kitabın çıkmasıyla birlikte birçok sanayileşmiş ülkede çiftlik hayvanlarının hapsedilmesi ile ilgili tartışmalar ortaya çıkmıştır (Bozkurt ve ark., 2013; Hemsworth ve ark., 2015). Bu duruma karşılık İngiliz Hükümeti, hayvanların fiziksel ve zihinsel sağlığını geniş olarak kapsayan

Brambell Komitesi'ni kurmuştur. Brambell komitesi, stres, hayvan bilimi ve özellikle hayvan davranışları ile ilgili araştırma yapılması gerektiğini vurgulayarak, hayvan refahı biliminin tanınmasına katkı sağlamıştır (Hemsworth ve ark., 2015).

Hayvan refahı, hayvanları, tüketicii ve işletmecii etkileyen önemli bir kavramdır. Bu nedenle konu ile ilgili çok sayıda yasal düzenlemeler yapılmıştır. Farklı kuruluş ve araştırmacılar tarafından ilk yasal düzenlemeler 1986 yılında yumurtacı tavuklar üzerine yapılmıştır. Bu yasal düzenlemelerden sonra “Konvansiyonel Kafeslerde Tutulan Yumurtacı Tavukların Korunması İçin Minimum Standartlar (88/166/EEC)” adlı yönetmelik 1989 yılında yürürlüğe girmiştir (Sözcü ve ark., 2014).

Son yıllarda dünyada hayvan refahı kavramı önemli bir konu haline gelmiştir. Özellikle Avrupa Birliği'nde ve birçok ülkede hayvan refahına olan ilgi oldukça artmış ve konu ile ilgili çeşitli bilimsel çalışmalar yürütülmüştür. Bu ilgi artışına toplumun eğitim ve ekonomik düzeyi oldukça etkili olmuştur. Tüketiciler, çiftlikten sofraya gelen gıdanın hangi koşullarda ve nasıl üretildiğini sorgulamaya başlamasıyla hayvan refahı konusuna verilen önem değer kazanmıştır (Çoban ve ark., 2020; Koknaroglu ve ark., 2013).

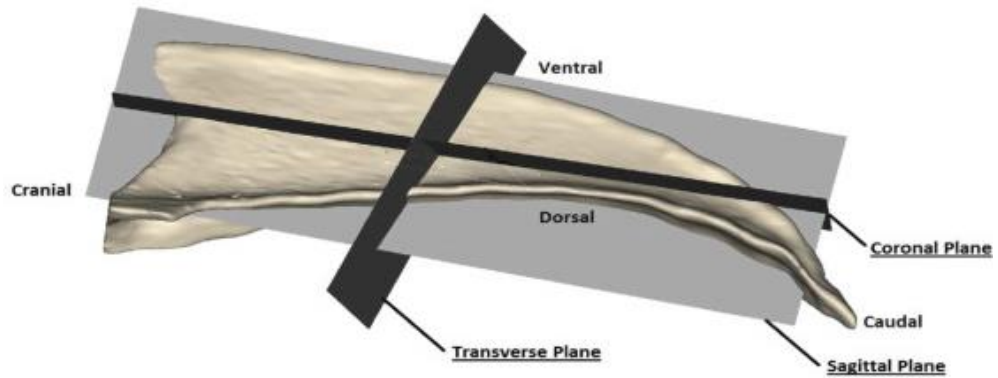
Genel olarak hayvan refahı ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda, hayvanların davranışları izlenerek refah kalitesi tespiti yapılmaktadır. Çiftlik hayvanlarının refah kalitelerinin değerlendirilmesinde “AB Welfare Quality© Projesi'nde” belirtilen 4 refah kriteri ve 12 refah prensibinden yararlanılmaktadır (Tablo 2.1) (Farm Animal Welfare Council 2009).

Tablo 2.1. AB Welfare Quality© Projesi'nin refah değerlendirme protokolü

Refah kriteri	Refah prensipleri	Değerlendirme ölçüsü örneği
İyi beslenme	1. Uzun süre aç kalmaması 2. Uzun süre susuz kalmaması	Vücut kondisyon skoru Su kalitesi
İyi barınma	3. Dinlenme alanında rahatlık 4. Termal konfor 5. Hareket kolaylığı	Temizlik, dinlenme Solunum, nabız Bağlama, kayma
İyi sağlık	6. Acı ve ağrı olmaması 7. Hastalık olmaması 8. Management uygulamalarının acıya sebep olmaması	Yaralanmalar, topallık Mastitis, diyare Boynuz köreltme, kuyruk kesme
Uygun davranış	9. Sosyal davranışlarını gösterebilme 10. Doğal davranışlarını gösterebilme 11. İnsan-hayvan ilişkisinin iyi olması 12. Genel korku durumunun olmaması	Agonistik (doğal) davranış Stereotipik davranış Kaçınma mesafesi Yeni bir duruma karşı tepki

2.2. Göğüs Kemiği Hasarı

Göğüs kemiği (sternum, keel bone) vücudun alt kısmında bulunan ve vücudu destekleme görevini üstlenen yassı ve büyük bir kemiktir. Sternum cranial, orta ve caudal olmak üzere üç ayrı bölümden oluşmaktadır (Baur ve ark., 2020; Can ve ark., 2010; Saraiva ve ark., 2019). Göğüs kemiği, cranial uçtan caudal uca doğru gittikçe sivrilen bir anatomik yapıya sahiptir. Ayrıca anatomik yapısı sebebiyle vücuttan dışa doğru çıkıntılı bir yapıdadır. Bu nedenle tavuklar darbe veya travma ile karşı karşıya kaldığında ilk etkilenen bölge göğüs bölgesi olmaktadır (Şekil 2.1) (Baur ve ark., 2020; Casey-Trott ve ark., 2015; Saraiva ve ark., 2019).



Şekil 2.1. Göğüs kemiği

Göğüs kemiğinin ossifikasyon süreci yumurtlama döneminin başlangıç aşamasında tamamlanmayıp, yaklaşık 40 haftalık yaşa kadar devam ettiği bildirilmektedir. Bu nedenle yumurtlama döneminin başlangıcında ve yumurta kabuğu için Ca ihtiyacında göğüs kemiğinin bir kısmı hala kıkırdak yapıda kaldığı belirtilmektedir (Saraiva ve ark., 2019).

Göğüs kemiği, üzerinde bulunan göğüs kasları sayesinde kanatlı hayvanların uçuş ve kanat çırpma hareketlerine yardımcı olmaktadır. Ayrıca göğüs kemiği abdominal kaslara da bağlı olması sebebiyle akciğer ventilasyonunda önemli role sahiptir (Saraiva ve ark., 2019). Abdominal kaslar, hava keseleri boyunca havanın salınmasına yardımcı olur ve inhalasyon ve ekshalasyon sırasında akciğer ventilasyonuna katkı sağlar. Göğüs kemiği, kanatlılar için hem davranışsal hem de solunum gibi fizyolojik süreçte destek sağlaması sebebiyle oldukça önemli bir yere sahiptir (Hardin ve ark., 2019; Saraiva ve ark., 2019; Wei ve ark., 2021b).

Yumurtacı tavuklarda son yirmi yılda birçok ülkede artan bir yaygınlıkta olan ve tavuklarda ağrı veya acıya sebep olduğu düşünülen göğüs kemiği hasarı, yumurta tavukçuluğu sektöründe en önemli refah problemlerinden biridir (Habig ve ark., 2021; Jung ve ark., 2019; Katinka ve ark., 2019; Koknaroglu ve ark., 2013). Bunun yanında göğüs kemiği hasarı ekonomik bir problem olarak da bilinmektedir. Çünkü konu ile ilgili yapılan çalışmalarda göğüs kemiği kırığı olan tavuklarda yumurta veriminde azalma, düşük yumurta kalite özellikleri, yumurta kabuğunda incelme ve yumurta ağırlığında azalma gibi durumların görüldüğü tespit edilmiştir (Baker ve ark., 2020; Casey-trott ve ark., 2016; Habig ve ark., 2021; Jung ve ark., 2019; Katinka ve ark., 2019; Koknaroglu ve ark., 2013; Petrik ve ark., 2014; Spiridonovic ve ark., 2021; Stratmann ve ark., 2015b; Thofner ve ark., 2020; Thofner ve ark., 2021). Ayrıca göğüs kemiği hasarının, tavukların

doğal davranışları olan kanat çırpma, tüneme, yürüme, ayakta durma ve yatma gibi hareketlerinde isteksizliğe veya azalmaya sebep olduğu bildirilmektedir (Dedousi ve ark., 2020; Wei ve ark., 2021b). Bunun yanında göğüs kemiği hasarı, tavukların yem tüketimini ve yemden yararlanma özelliğini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Petek, 2016).

Son on yılda yumurtacı tavuklarda göğüs kemiği hasarı ile ilgili yoğun çalışma yapılmasına rağmen hasarın etiyolojisi hakkında kesin bir bilgi bulunmamaktadır (Laçın ve Küreksiz, 2020). Yapılan çalışmalarda göğüs kemiği hasarının multifaktöryel bir problem olduğu bildirilmektedir. Bunlar; başta travma olmak üzere, yüksek yumurta verimli genotip seçimi, tavuğun yaşı, osteoporoz, erken yaşta yumurtlama, beslenme ve göğüs kemiğinin geç olgunlaşmasıdır (Kittelsen ve ark., 2020; Laçın ve Küreksiz, 2020; Rufener ve ark., 2020).

Yumurtacı tavukların verim dönemi boyunca göğüs kemiği hasarının görülme oranı % 5 ile % 85 arasında değişmektedir (Casey-trott ve ark., 2016). Bütün yetiştirme sistemleri (alternatif ve konvansiyonel sistemler) incelendiğinde göğüs kemiği hasarının en düşük görüldüğü yetiştirme sistemi konvansiyonel sistemler olmasına rağmen, bütün sistemler bu hasar için risk teşkil ettiği bildirilmiştir (Casey-trott ve ark., 2016).

Konvansiyonel kafes sistemlerinde yetiştirilen tavuklarda sınırlı hareket sebebiyle kemik gelişiminde gerileme, osteoporoz, kemiklerde kırılma ve kafes yorgunluğu gözlenmektedir (Jendral ve ark., 2008). Konvansiyonel kafes sistemlerinde tavukların refah kalitesi kötü olduğu için tünek gibi yapı malzemeleri ile çevresel zenginleştirme yapılabilmektedir. Ancak bu yapı tavuklara göğüs kemiği hasarı, ayaklarda hiperkeratoz, göğüs lezyonları ve bumblefoot gibi sorunları da beraberinde getirebileceği bildirilmiştir (Abrahamsson ve ark., 1993). Kafessiz (alternatif) sistemlerde yetiştirilen tavuklar, doğal davranışları olan kanat çırpma, tüneme, yürüme ve uçuş gibi hareketleri özgür olarak

gerçekleştirebildiği için refah kaliteleri ve kemik yapıları kafeste yetiştirilen tavuklara kıyasla daha iyidir (Jendral ve ark., 2008).

Alternatif sistemlerdeki tavuklar hareketlerinde özgür olduğu için daha fazla çarpışma veya travma ile karşı karşıya kalmaktadır (Stratmann ve ark., 2015a). Travmadan ise vücuttan dışa doğru çıkıntılı bir anatomik yapıya sahip olan göğüs kemiği ilk olarak etkilenmektedir. Bu nedenle alternatif sistemler her ne kadar refaha uygun olduğu düşünülse de göğüs kemiği hasarı gibi sorunları da beraberinde getirebilmektedir (Donaldson ve ark., 2012; Petrik ve ark., 2014; Stratmann ve ark., 2015a). Avrupa Birliği'nde kafessiz sistemlerde göğüs kemiği hasarının görülme oranı % 45 ile % 86 arasında görüldüğü bildirilmektedir (Petrik ve ark., 2014). Aviary sistemlerde yetiştirilen tavuklarda göğüs kemiği hasarının (kırık) görülme oranı zenginleştirilmiş kafeslerdeki tavuklara kıyasla daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bu durum ise kafessiz sistemlerde düşme ve çarpışma oranlarının daha fazla olması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (Spiridonovic ve ark., 2021).

Göğüs kemiği hasarının oluşumunda tavuğun yaşının da etkili olduğu bildirilmektedir. Hasarın genellikle yaşın artmasıyla birlikte arttığı saptanmıştır (Casey-Trott ve ark., 2017; Petrik ve ark., 2014). Özellikle yumurtlama dönemi sonunda göğüs kemiği hasarının görülme oranı % 86 ve % 97 oranlarında olduğu bildirilmiştir (Rufener ve ark., 2020). Ayrıca göğüs kemiği hasarının en fazla yumurtlama döneminin başında ve pik verim (25 ve 35. haftalar) döneminde olduğu ifade edilmiştir (Rufener ve ark., 2020). Aviary ve zenginleştirilmiş kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yaşlarının göğüs kemiği hasarı üzerine etkisi farklı bulunmuştur. Aviary sistemlerde yaşla birlikte göğüs kemiği hasarının arttığı gözlenirken; zenginleştirilmiş sistemlerde yaş, hasarın üzerine etkili olmadığı tespit edilmiştir (Spiridonovic ve ark., 2021).

Habig ve ark. (2021), yüksek yumurta verimine sahip genotipler, orta derecede yumurta verimine sahip olan genotiplerden daha yüksek göğüs kemiği kırığı ile karşılaştığını bildirmişlerdir. Bunun yanında, ciddi hasarlı (Skor 2), hafif hasarlı (Skor 3) ve deforme olmamış (Skor 4) göğüs kemiği arasında kemik mineral yoğunlukları karşılaştırıldığında; ciddi hasarlı göğüs kemiğinin kemik mineral yoğunluğu diğer gruplara göre daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Hasar oluşumunu etkileyen bir diğer önemli faktör ise genetikdir. Genel olarak kahverengi genotipler beyaz genotiplere oranla daha ağır oldukları için göğüs kemiği hasarı daha fazla görülmektedir. Çünkü canlı ağırlığı fazla olan genotipler tüneme veya dinlenme esnasında göğüs bölgesine daha fazla basınç yapmaktadır ve bu da göğüs kemiği hasarlarına sebep olmaktadır (Fawcett ve ark., 2020; Vits ve ark., 2005).

2.2.1. Göğüs Kemiği Hasarının Teşhis Yöntemleri

Göğüs kemiği hasarı palpasyon, diseksiyon, röntgen ve tomografi gibi farklı yöntemler ile teşhis edilmektedir (Rufener ve ark., 2020; Sirovnik ve ark., 2017).

Palpasyon yöntemi, göğüs kemiği hasarının teşhisinde hem ucuz hem de uygulaması kolay olması bakımından en çok tercih edilen bir yöntem olmakla birlikte, güvenilirliği teşhisi yapan kişinin tecrübesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. (Buijs ve ark., 2019; Hardin ve ark., 2019; Jung ve ark., 2022; Kittelsen ve ark., 2020; Sirovnik ve ark., 2017; Tracy ve ark., 2019). Palpasyon yöntemi, göğüs kemiğinin iki tarafından yukarıdan aşağı doğru baş ve işaret parmaklarıyla palpe edilerek deviasyon, kırık, çöküntü veya tümseklerin hissedilmesiyle yapılan bir teşhis yöntemidir (Hardin ve ark., 2019; Käppeli ve ark., 2011). Teşhiste, kırık ve deviasyon (S veya C)'un varlığına göre genellikle var ya da yok şeklinde skrolama işlemi yapılabilmektedir (Sirovnik ve ark., 2017). Palpasyon yöntemi, tahmine dayalı bir teşhis yöntemi olarak bilinmektedir. Göğüs kemiği hasarı teşhisinin güvenilirliğini artırmak için palpasyon sonrası genel

olarak diseksiyon yöntemi uygulanmaktadır (Wilkins ve ark., 2004). Bunun yanında palpasyon işlemi sonrası röntgen görüntüleme yapılarak teşhisin isabeti arttırılmaktadır (Eusemann ve ark., 2018).

Röntgen yöntemi, göğüs kemiği hasarı için alternatif bir yöntem olarak bilinen ve kemiğin longitudinal incelenmesine olanak sağlayan bir teşhis yöntemidir (Jung ve ark., 2022). Radyografi yöntemi diğer teşhis yöntemlerine (özellikle palpasyon) göre daha hassas bir özelliğe sahiptir (Eusemann ve ark., 2018; Jung ve ark., 2022). Göğüs kemiğinde meydana gelen tüm hasarlar (özellikle hafif kırıklar) palpasyon yöntemi ile tespit edilemez iken; röntgen ile daha ayrıntılı bir inceleme yapılabilmektedir. Ancak radyografik incelemeler, palpasyon yöntemine göre daha pahalı ve daha fazla zaman alıcı olması sebebiyle büyük sürülerde uygulanması daha uygun görülmektedir (Eusemann ve ark., 2018).

Radyografik görüntüleme esnasında bazı çalışmalarda tavuklara anestezi uygulanırken (inhalasyon yoluyla isoflurane); bazı çalışmalarda ise uygulanmamaktadır (Eusemann ve ark., 2020; Richards ve ark., 2011). Röntgen çekim sonrası elde edilen görüntülere, hasarın derecesine göre skorlama işlemi yapılmaktadır (Eusemann ve ark., 2020; Katinka ve ark., 2019).

Son yıllarda göğüs kemiği hasarının teşhisinde röntgen yöntemi oldukça fazla tercih edilmektedir (Richards ve ark., 2011). Göğüs kemiği hasarının teşhisinde sırasıyla palpasyon, röntgen ve diseksiyon yöntemleri tercih edilmektedir. Bir çalışmada palpasyonun güvenilirliği yetersiz bulunmuş ve diseksiyon yöntemi uygulanmıştır (Tracy ve ark., 2019). Diseksiyon skorları ile röntgen görüntü skorları karşılaştırılarak teşhisin isabeti arttırılmıştır (Tracy ve ark., 2019).

Röntgen yöntemi ile göğüs kemiğinde meydana gelen kırıkların, % 82.4 kesinlik payı ile tespit edildiği ifade edilmiştir. Bu yöntem diseksiyondan sonra gözlem yapmaya

dayalı bir yöntem olarak bilinmektedir (Jung ve ark., 2022). Ayrıca röntgen, kırık şiddetini ve sayısını ayrıntılı bir şekilde veren teşhis yöntemi olduğu için tercih edilme oranı artmıştır (Rufener ve ark., 2018). Ancak röntgen yöntemi, göğüs kemiğinde meydana gelen deviasyonu net olarak teşhis edemeyebilir. Bunun için diseke edilen tavukların göğüs kemiğindeki deviasyon ile röntgen sonrası elde edilen deviasyonlar karşılaştırılarak hasar hakkında karar verilmesi gerektiği bildirilmiştir (Jung ve ark., 2022).

2.3. Genotip

Tavukçuluk, ilk zamanlar ailelerin temel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik 5-10 tavukluk üretim sistemi iken; zamanla genetik biliminde, aşı-ilaç endüstrisinde, yumurta üretim ve işleme alanlarında görülen gelişmeler sayesinde, günümüzde ticari işletmelerde yapılıp konuma gelmiştir (Şekeroğlu ve Pekin, 2009; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Bu gelişmeler sayesinde yumurtacı ve kombine verimli saf tavuk ırklarının yerini ticari amaçlı kullanılan genotipler almıştır (Şekeroğlu ve Pekin, 2009).

Hibrit yetiştiriciliği, yumurta tavukçuluğunda yoğun ticari üretimi karşılamaya yönelik kullanma melezlemesi genotipler üretmek amacıyla yapılmaktadır (Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Genotipler, heterosis veya melez azmanlığı sayesinde ebeveynlere kıyasla daha üstün performans özelliğine sahiptir. Bu şekilde genetik olarak farklı özelliğe sahip ebeveynlerin birleştirilmesi ile elde edilen yüksek verimli, yaşama gücü ve yemden yararlanma oranı yüksek döller genotip adı verilmiştir (Şekeroğlu ve Pekin, 2009; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Türkiye'nin mevcut durumu incelendiğinde, yumurtacı tavukçuluk sektöründe kullanılan genotiplerin çok büyük bir kısmının yabancı kaynaklı; % 2.5-3 oranında ise yerli yumurtacı kaynaklı (Atabey, Atak ve Atak-S) olduğu tespit edilmiştir (Durmuş ve ark., 2009; Özentürk ve ark., 2020).

2.4. Yetiştirme Sistemleri

Dünya genelinde ticari yumurta üretimi, % 70 ile % 80 oranları arasında konvansiyonel kafes sistemlerinde yapıldığı bildirilmiştir (De Reu ve ark., 2005). Türkiye’de de ticari yumurta üretimi genel olarak, 1930’lu yıllarda Amerika’da geliştirilen ve yumurtacılık sektöründe en yaygın kullanılan konvansiyonel kafes sistemlerinde yürütülmektedir (Baykalır ve ark., 2014).

Konvansiyonel kafes sistemi, ilk ıslah çalışmalarında bir kafes gözündeki tavuğun barındırılmasını hedefleyen bir sistem iken; zamanla tek kafes gözündeki 5-7 tavuğun barındırıldığı ve tavuk başına 450 cm²’lik taban alanının (A4 kağıdı boyutu) sunulduğu ve yaklaşık olarak 50.000 adet tavuğun barındırıldığı yoğun üretim sistemi haline gelmiştir (Baykalır ve ark., 2014). Bu kafesler, önünde yemlik arka kısmın üst bölmesinde ise damlama (nipel) sulukların bulunduğu bir sistemdir. Bu sistemler 6 kata kadar uzanan metal bataryalardan ve galvanizli tel kafeslerden oluşmaktadır. Kafeslerin boyutları genellikle 50 x 50 ölçülerine ve kafesin tabanı ise yumurtaların yumurta bandına düşmesini sağlayacak bir eğime (7-8°) sahiptir. Konvansiyonel kafes sistemlerinde otomasyon sistemleri hakimdir. Kümeste kullanılan otomasyon sistemi, işçilik giderlerini azaltmakta ve kümes içi iklimsel çevreyi kontrol edebilmektedir (Baykalır ve ark., 2014; Bozkurt 2009; De Reu ve ark., 2005).

Konvansiyonel kafes sistemleri diğer yetiştirme sistemleri ile karşılaştırıldığında bazı avantajlara sahiptir. Bu avantajlar; mevcut kafes alanının daha verimli bir şekilde kullanımı, veteriner kontrollerinin daha iyi yapılması, otomasyon sistemlerinin hakim olması ve işçiye olan ihtiyacın daha az olması, tavukların gübre ile temas etmemesi, sınırlı hareket sebebiyle yem tüketiminin az olması, yumurta ve canlı ağırlık bakımından daha fazla olması ve altlık ihtiyacının olmamasıdır (Lukanov ve ark., 2013). Konvansiyonel kafes sistemleri, bu avantajlar yanında bazı dezavantajlara da sahiptir. Bu sistemler pahalı

olması, tavukların fizyolojik ihtiyaçlarına uygun olmaması, kumes içi optimum aydınlatma ve sıcaklığın sağlanması zor olması ve kırık yumurta oranlarının daha yüksek olması gibi bazı dezavantajlara sahiptir (Lukanov ve ark., 2013; Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

Genel olarak konvansiyonel kafes sistemleri, birim alanda fazla sayıda tavuğun barındırıldığı ve tavuğun doğal davranışlarının (tüneme, folluk, eşinme, kanat çırpma vs.) kısıtlandığı sistemler olarak bilinmektedir (Abrahamsson ve ark., 1995; Fidan, 2018 Güneş ve ark., 2002; Tactacan ve ark., 2009). Bu sistemde yetiştirilen tavuklarda, hareketsizlik sebebiyle iskelet sistemlerinde osteoporoz gibi deformasyonlar, ayak-bacak sağlığının bozulması ve kafes yorgunluğu gibi sağlık problemlerinin yanı sıra; korku ve stres temelli kanibalizm (yamyamlık), polidipsi, tüy yolma ve geri gagalama gibi bazı stereotip davranışlar ortaya çıkmaktadır (Fidan, 2018). Bu nedenle konvansiyonel kafes sistemleri genel olarak tavukların refahına uygun olmayan sistemler olarak değerlendirilmektedir (Appleby, 2003).

1999 yılında Avrupa Komisyonu, konvansiyonel (geleneksel) kafeslerin 2003'ten itibaren yeniden kurulmamasını dile getirmiş, ayrıca 2012 yılından itibaren Avrupa Birliği'ne ye ülkelerde yasaklanmasını gerektiren 1999/74/EC sayılı yönerge kabul edilmiştir (Huneau-Salaün ve ark., 2010; Jones ve ark., 2013; Lukanov ve ark., 2013; Nordentoft ve ark., 2011). Konvansiyonel kafes sistemlerinin yasaklanmasıyla birlikte hayvan refahının, haklarının ve sağlığının daha iyi olduğu alternatif üretim sistemleri geliştirilmiş ve günümüzde de kullanılmaya başlanmıştır (Fidan, 2018). Hayvan refahı bilinci olan tüketiciler tarafından refah standartları içinde yetiştirilmiş hayvansal ürünlere olan talebin artmasıyla alternatif sistemlerin kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır (Englmaierov ve ark., 2014; Fidan, 2018; Tekin ve ark., 2019). Ancak refah dışında verim değerlendirildiğinde, konvansiyonel kafes sistemlerinde alternatif kafes

sistemlerine kıyasla tavukların yumurta verimlerinin ve yemden yararlanma oranlarının daha yüksek olduğu; ölüm oranlarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Englmaierová ve ark., 2014). Bunun yanında alternatif sistemlerde amonyak emisyonu, işçi giderleri ve sağlıksız çalışma ortamı geleneksel kafes sistemlerine göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (David ve ark., 2015; Nordentoft ve ark., 2011; Singh ve ark., 2009).

Alternatif yetiştirme sistemleri, yerde yetiştirmeye alternatif sistemler (Free-range, yarı entansif, derin altlıklı ve tünek sistemi) ve kafeste yetiştirmeye alternatif sistemler (Zenginleştirilmiş kafesler ve çekme kat sistemi) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yerde yetiştirmeye alternatif sistemlerde, tavuk başına en az 10 cm yemlik alanı (oluk tipi), en az 2.5 cm suluk alanı (oluk tipi), 7 tavuğa bir folluk gözü, tavuk başına 15 cm tünek uzunluğu ve ızgaralı sistemlerde yaklaşık 250 cm²'lik taban alanı sağlanmıştır (Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Kafeste yetiştirmeye alternatif sistemlerden zenginleştirilmiş kafeslerde ise, tavuk başına bir kafeste en az 750 cm²'lik kafes taban alanı, bir tavuğa 15 cm uzunluğunda tünek alanı ile 12 cm uzunluğunda yemlik alanı sağlanmalıdır. Ayrıca kafeslerde folluk ve uygun tırnak kısaltma malzemeleri bulunmaktadır (Baykalır ve ark., 2014; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Bir diğer alternatif kafes sistemi olan çekme kat (aviary/kuşluklu) sistemleri, çok katlı olup katlar arasında ve kat içinde herhangi bir ayırım bulunmamaktadır. Tavuklar bu sistemlerde kafes sistemlerine göre daha özgürdür. Bu sistemler ahşap, tel ve plastik materyallerinden inşaa edilmektedir. Bu tarz sistemlerde kafesler arası geçişi sağlayan tünek veya merdiven bulunmaktadır. Ayrıca çekme kat sistemlerinin taban alanına göre 25 tavuk/m²'lik yerleşim sıklığı sağlanmaktadır (Baykalır ve ark., 2014; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Alternatif sistemlerin genel özelliğine bakıldığında tavuklar, yumurtlama, tüneme, toz banyosu ve dinlenme gibi türe özgü davranışları daha rahat sergileyebildiği tespit edilmiştir (David ve ark., 2015).

2.5. Kafes Yerleşim Sıklığı

Her ne kadar kafes yoğunluğunun tavukların performansını ve refahını olumsuz yönde etkilediği bilinse de; bazı üreticiler hala kafes başına düşen tavuk sayısını artırarak kümeden maksimum verim almayı hedeflemektedir (Kakhki ve ark., 2018).

Kafes içi yerleşim sıklığı yumurtacı tavuklarda önemli bir stres faktörü olarak bilinmektedir. Kafes yoğunluğunun artmasıyla tavuklarda yumurta veriminin ve ağırlığının düştüğü, cinsel olgunluk yaşının geciktiği ve yemden yararlanma oranının da olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir (Kum ve ark., 2006; Yardım ve ark., 2021; Yörük ve ark., 2008). Ayrıca kafes yoğunluğu fazla olan gruplarda kafes içi hava kalitesinin daha kötü olduğu ve hayvanların bağışıklık sisteminin düştüğü belirtilmektedir (Yıldız ve ark., 2007).

Günümüz ticari yumurta tavukçuluğunda birim alandan daha fazla verim alabilmek için yoğun üretim sistemleri kullanılmaktadır. Bu yüzden tavukçuluk işletmelerinde karlılığı artırıp üretim maliyetini azaltmak amacıyla kafes içi yerleşim sıklığı kontrolsüz olarak artırılmıştır (Boz ve ark., 2022). Böyle ortamlarda barındırılan tavuklarda ise sağlık ve refah problemleri ile birlikte performans gerilemesi de görülmüştür (Boz ve ark., 2020; Fidan, 2010).

Tavukların hem sağlığı hem de refahı açısından kafes içi yoğunluğun önem arz etmesi bakımından çeşitli ülkelerde konu ile ilgili düzenlemeler getirilmiştir. Amerika’da tavuk başına ortalama kafes taban alanı 350 cm², Norveç’te 700 cm² ve İsveç’te 800 cm²’dir (Fidan, 2010). Türkiye’de ise yumurta tavukçuluğu sektöründe kullanılan kafes sistemlerinde beyaz genotipler için tavuk başına taban alanı ortalama 400-450 cm² iken; kahverengi genotiplerde bu alan boyutu ise, 450-550 cm² olarak hesaplanmıştır (Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

2.6. Yaş

Ticari yumurta tavukçuluğunda, tavuklar yaklaşık 16 haftalık yaşa ulaştıklarında (yarka) kümese alma ve kafese yerleştirme işlemine başlanmaktadır. Türkiye yumurta tavukçuluğu, halen otomatik aydınlatma sistemlerinin hakim olduğu kafes sistemlerinde yapıldığı için tavuklar birkaç hafta içinde yumurtlamaya başlamaktadır (Şamlı ve ark., 2016). Yumurta verimine başlayan tavuklar ortalama 29 haftalık yaşta pik verim dönemine ulaşmakta ve 65-70 haftalık yaşta verimde azalma meydana gelmektedir. Ticari yumurta tavukçuluğunda tavuklar ortalama 72 haftalık yaşa kadar elde tutulmaktadır (Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

Yaşın verim üzerine etkisine bakıldığında; tavuklarda yumurta ağırlığı yaşla birlikte artmaktadır. Yumurta kabuğunun kırılma mukavemeti ile yaş arasında negatif korelasyon bulunmaktadır (Onbaşılar, 2011). Bunun yanında yaşın artmasıyla birlikte yumurtanın şekil indeksinde gerileme olduğu bildirilmiştir (Eleroğlu, 2019). Göğüs kemiği hasarı bakımından incelendiğinde ise, tavuğun yaşının artmasıyla hasarın da arttığı görülmüştür (Petrik ve ark., 2014).

2.7. Performans Özellikleri

2.7.1. Yumurta Verimi

Tavuk yumurtası, yumurta sarısı (% 30-33), yumurta akı (yaklaşık % 60) ve kabuktan (% 10-12) oluşur (Ahmadi ve ark., 2011; Onbaşılar ve ark., 2019). Tavuklar genelde sabahın erken saatlerinde yumurtlamaktadır. Yumurtlama saatleri, yumurta ağırlığını etkilediği; sabah yumurtlanan yumurtaların akşam (18.00-5.00) yumurtlanan yumurtaya oranla daha ağır olduğu bildirilmiştir (Englmaierová ve ark., 2014; Onbaşılar, 2011).

Yumurta verimi, bakım ve besleme, genetik, hastalık ve yaş gibi çeşitli çevresel faktörlerden etkilenmektedir (İskender ve ark., 2020; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Ayrıca

yumurda ak kalitesinin, kümes içi amonyak konsantrasyonundan etkilendiği bildirilmiştir (Xin ve ark., 2011). Kümeste amonyak gazı yüksek olduğunda ak ağırlığı azalmakta ve ak pH'sı yükselmektedir. Bu nedenle ABD, kümes hayvanları barınağı için amonyak limitini 14.7 mg/kg (25 ppm) olarak ayarlamıştır (Xin ve ark., 2011). Yumurda ağırlığına etki eden bir diğer önemli faktör ise genetikdir. Genetik yapı, başta yumurda ağırlığı ve kabuğu olmak üzere tüm yumurda özelliklerini etkileyen bir faktör olarak bilinmektedir (Yardım ve ark., 2021). Leghornlar üzerinde yapılan bir çalışmada, yaşın yumurda ağırlığı üzerinde önemli etkisinin olduğu bildirilmiştir. Farklı yerleşim sıklığında (düşük ve yüksek) ve yetiştirme sistemlerinde (konvansiyonel ve zenginleştirilmiş) barındırılan Atak-S ve Lohman yumurtacı tavukların yumurda verimleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, kafes tipinin ve genotipin yumurda verimi üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Yardım ve ark., 2021). Lohman genotipinde ve konvansiyonel kafes sistemlerinde daha fazla yumurda elde edildiği ve düşük yerleşim sıklığında yetiştirilen tavukların yumurda verimlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum; düşük yerleşim sıklığında bulunan tavuklarda yem rakabetinin az olduğu ve her tavuğun yeterli düzeyde yem tükettiği dolaylı olarak da yumurda verimlerinin daha iyi olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Özentürk ve ark., 2020; Yardım ve ark., 2021).

Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada yumurda ağırlığı ile yumurda akı, sarısı ve kabuk ağırlıkları arasında yüksek bir korelasyon (0.67-0.97) olduğu savunulmuştur (Zita ve ark., 2009).

2.7.2. Yumurda Ağırlığı

Yumurda tavukçuluğu sektöründe, tüketici talebini doğrudan etkileyen yumurda özelliklerden birisi yumurda ağırlığıdır. Yumurda ağırlığını etkileyen birden fazla faktör bulunmaktadır. Bu faktörler; genetik, yaş, beslenme, rasyonun besin içeriği, yetiştirme sistemleri, tavuğun hareketlilik derecesi, cinsel olgunluk yaşı ve ağırlığı, canlı ağırlık ve

yumurta sayısıdır (Onbaşılar, 2011). Yumurta ağırlığı, kalıtım derecesi yüksek (0.62-0.64) olan bir özelliktir. Yumurtalarda 30 haftalık yaşa kadar olan ağırlık artışı, hem yumurta sarısı hem de yumurta albümin içeriğindeki artıştan kaynaklandığı; yaşlı tavuklardaki bu artışın ise, sadece yumurta akı içeriğindeki artıştan kaynaklandığı bildirilmiştir (Göger, 2019; Onbaşılar, 2011). Genel olarak bakıldığında yumurta ağırlığının yaşla birlikte arttığı fakat kabuk kalitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte tavuğun canlı ağırlığının artmasıyla da yumurta ağırlığının arttığı saptanmıştır (Onbaşılar, 2011).

Beslenmede rasyonun enerji içeriği yumurta ağırlığını etkileyebilen faktörlerden birisidir. Bu nedenle yumurtlama döneminin başındaki tavuklara yüksek enerji içerikli yemler verilerek yumurta ağırlığının uyarılması gerektiği; yumurtlama döneminin sonunda ise, rasyonun enerji içeriği düşürülerek yumurta ağırlığının ve dolayısıyla yumurtlama komplikasyonlarının azaltılması gerektiği savunulmuştur (Göger, 2019).

Yumurta ağırlığını etkileyen başka bir önemli faktör ise sıcaklık stresidir (Konca ve ark., 2002). Yüksek sıcaklıkta (26.7 °C üzeri) yetiştirilen tavukların solunum hızı, su tüketimi ve vücut sıcaklığı artmaktadır. Buna bağlı olarak kan kalsiyum düzeyi, oksijen miktarı, tiroid aktivitesi, kan basıncı, vücut ağırlığı, yumurta ağırlığı, yumurta iç kalitesi, yumurta kabuk kalınlığı ve yem alımında azalma olmaktadır (Göger, 2019; Konca ve ark., 2002; Mashaly ve ark., 2004; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Yüksek çevre sıcaklığında (44.4 - 47.8 °C) yetiştirilen genç tavukların immun sistemi baskılanmaktadır. Bunun sonucu olarak beyaz kan hücresi (WBC) baskılanır ve kanda heterofil/lenfosit oranı artmaktadır (Mashaly ve ark., 2004).

Aydınlatma ile ilgili yapılan bir çalışmada tavuklara kırmızı, yeşil ve mavi ışık uygulanmıştır. Çalışma sonunda yeşil ve mavi ışık uygulanan grubun yumurta ağırlığı kırmızı gruptan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Hassan ve ark., 2014). Yumurtacı

tavuklara kırmızı ve beyaz ışık uygulanmış ve beyaz ışık uygulanan grubun yumurta veriminin daha yüksek olduğu, kırmızı ışığın ise, tavuklarda sakinleştirici etkiye sebep olduğu bildirilmiştir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

Yetiştirme sisteminin yumurta ağırlığı üzerine etkisini araştıran bir çalışmada, geleneksel ve zenginleştirilmiş sistemlerde yetiştirilen tavukların yumurta ağırlık yüzdelerinin benzerlik gösterdiği saptanmıştır (Onbaşılar ve ark., 2019).

Tavukların tüy rengi, yumurta ağırlığı üzerine etkili olan faktörler arasında olduğu bilinmektedir. Kırçıl, kahverengi ve beyaz tüy rengine sahip japon bıldırcınlarının yumurta ağırlıkları incelendiğinde; kırçıl ve kahverengi grubun yumurta ağırlıklarının benzer olduğu; ancak, beyaz grubun yumurta ağırlığının her ikisine göre daha düşük olduğu saptanmıştır (Tirma ve ark., 2008). Başka bir çalışmada kahverengi yumurtacı tavukların yumurta ağırlığı 68.91, beyaz tavukların ise 67.009 olduğu tespit edilmiştir (Akkuş ve ark., 2018).

Yumurta ağırlığı kuluçkalık yumurtalar için de öneme sahiptir. Isa Brown'larda yapılan bir çalışmada ağır yumurtalarda (70 g üstü) ölü embriyoların görülme oranının daha yüksek olduğu ve çıkış gücünün düştüğü belirtilmiştir. Genel olarak incelendiğinde çok ağır ve çok hafif yumurtalarda kuluçka randımanının düştüğü belirtilmiş olup, yüksek randıman için orta ağırlıkta (52-70 g) yumurtalar tercih edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Durmuş 2015; Türkoğlu ve ark., 2018).

Göğüs kemiği hasarının yumurta ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde; göğüs kemiği kırığı olan tavukların yumurta ağırlığının daha hafif olduğu gözlenmiştir (Nasr ve ark., 2013).

2.7.3. Yem Tüketimi

Günümüz ticari yumurta tavukçuluğunda kullanılan yüksek verimli genotiplerin temel fizyolojik ihtiyaçlarının karşılanması dengeli beslenmeden geçmektedir. Bir

yumurta tavuğunun yem tüketimi büyüme, gelişme ve yumurta üretimi için gereklidir. Tavukların yarka döneminden yumurta verim dönemine geçişte genellikle yem tüketiminde azalma meydana gelmektedir (Thiele ve ark., 2008). Pik yumurta verimindeki tavuklar, vücut dokularını kullandığı için yem alma istekleri azalmaktadır (Laçın ve ark., 2008). Yumurtlama döneminin başında optimal düzeyde verilmeyen bir yem, kanatlıların metabolizması üzerine bir baskı oluşturabilir ve yağlı karaciğer sendromuna sebep olabilir. Bu aşamada en kısa zamanda tavukların günlük yem alım oranları 120 grama çıkarılması önem kazanmaktadır. Bu nedenle genetik olarak ıslah edilmiş olan genotiplerin temel fizyolojik ihtiyaçlarının karşılanması için günlük 120-125 g yem alması gerekmektedir (Thiele ve ark., 2008).

Ticari tavuk yetiştiriciliğindeki temel amaç; daha az yem tüketerek daha fazla canlı ağırlık ve daha fazla yumurta verimi sağlamaktır. Tavuklar yetersiz ve dengesiz beslendiği takdirde immun sisteminde zayıflama olmaktadır, metabolizma ve performans ise olumsuz yönde etkilenmektedir (Sarica ve ark., 2009).

Kafes katlarının yem tüketimine olan etkisini inceleyen bir çalışmada alt katta bulunan tavukların üst katta bulunan tavuklara göre daha fazla yem tükettiği tespit edilmiştir (Fidan ve Nazlıgöl, 2012). Bunun yanında kafes yerleşim sıklığının da yem tüketimi üzerine etkisinin önemli olduğu; 4 ve 7 tavuk/kafes olarak ayarlanan iki grup arasında yem tüketiminin sırasıyla 83.95 ve 86.75 g/tavuk olduğu tespit edilirken, 4 ve 8 tavuk/kafes iki grup arasında günlük yem tüketiminin sırasıyla 111 ve 124 g/tavuk olduğu tespit edilmiştir (Fidan ve Nazlıgöl, 2012). Zenginleştirilmiş kafes sistemlerinde düşük ve yüksek yerleşim sıklığının uygulandığı bir çalışmada, düşük gruptaki tavukların daha fazla yem tükettiği, bu durum ortamdaki düşük sıcaklığı kapatmak için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulduğu ve daha fazla yem tükettiği şeklinde düşünülmektedir (Akkuş ve ark., 2018). Zenginleştirilmiş ve konvansiyonel kafes sistemlerinin yem tüketimi üzerine

etkisini araştıran bir çalışmada ise, yumurtalama döneminde (18-76 hafta) tavukların günlük ortalama yem tüketimleri sırasıyla 109 g ve 107 g olduğu tespit edilmiştir (Akkuş ve ark., 2018). Hy-line W-36, Dekalb XL ve Pooled SE genotiplerin yem tüketimini inceleyen bir çalışmada, genotipin yem tüketimi üzerine etkili olmadığı tespit edilmiştir (Anderson ve ark., 2004). Canlı ağırlığın yem tüketimi üzerine etkili olduğu, ağır (1600 g ve üstü) ve orta (1500-1600 g) canlı ağırlığa sahip grubun yem tüketimi, düşük (1400 g) canlı ağırlığa sahip gruptan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Laçın ve ark., 2008).

Tavukların yem tüketimini etkileyen bir diğer önemli faktör ise su tüketimidir. Besleme/su tüketimi 1:2 oranlarında olması için suluk ve yemlik yöntemlerinin iyi olması gerekmektedir. evre sıcaklığının çok yüksek olduğu durumda (30 C üstü) bu oran 1:5 olarak değişkenlik gösterebilir (Thiele ve ark., 2008).

2.7.4. Yemden Yararlanma Oranı

Ticari yumurta tavukçuluğunda karlılık üzerine etkili olan önemli bir faktör yemden yararlanma oranıdır. Yumurtacı tavuklarda yemden yararlanma oranı, tüketilen yemin yumurtaya dönüşüm oranı olarak ifade edilmektedir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Islah alışmaları neticesinde yemden yararlanma oranı ABD ve Kanada'da 1960 yıllarında 2.95'e kadar ıslah edilmişken; 2001 yılında bu oran 2.01'lere kadar dşrlmştir (şekeroğlu ve ark., 2005; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Yapılan çalışmalarda yemden yararlanma oranı, incelenen dönemde tavukların toplam tükettiği yem miktarı, elde edilen toplam yumurta miktarına bölünerek hesaplanmaktadır (Yardıı ve ark., 2021). Yemden yararlanma oranına yaşın etkisinin önemli olduğu ve yaşın artması ile birlikte bu özelliğin arttığı bildirilmektedir (avuşoğlu ve ark., 2019; Tosun, 2022). Bu nedenle genç hayvanlar yaşlı hayvanlara kıyasla tükettiği yemden daha iyi yararlandığı bildirilmiştir (Tosun, 2022). Yemden yararlanma oranının kafes içi yerleşim sıklığından etkilendiği bildirilmektedir. Kafes yoğunluğu arttığa yemden yararlanma oranı olumsuz

yönde etkilenmektedir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Yerleşim sıklığı ile ilgili olarak, 4 ve 7 kafes/tavuk gruplarının oluşturulduğu bir çalışmada, yemden yararlanma oranlarının sırasıyla 1.42 ve 1.47 kg yem/kg yumurta olduğu ve 4 ve 8 kafes/tavuk gruplarının oluşturulduğu bir çalışmada ise yemden yararlanma oranları sırasıyla 2.6 ve 3.0 kg yem/kg yumurta olduğu tespit edilmiştir (Yardım ve ark., 2021). Fidan ve Nazlıgül, (2012) 3, 4 ve 5 tavuk/kafes yerleşim sıklığı uygulayarak yemden yararlanma oranlarını sırasıyla 3746.8 3486.9 3836.6 g yem/düzine yumurta olarak bulmuşlar. Düşük ve yüksek yerleşim sıklığı uygulanan tavukların 18-25, 26- 44, 45-76 ve 18 -76 haftalık yaşlarda yemden yararlanma oranları sırasıyla 5.54-6.78, 2.02-2.04, 2.28-2.27 ve 3.28-3.70 değerlerinde tespit edilmiştir (Yardım ve ark., 2021).

Tavukların canlı ağırlığının yemden yararlanma oranı üzerine etkili olduğu bildirilmiştir. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada, düşük (1400-1500 g), orta (1500-1600 g) ve yüksek (1600 g ve üstü) canlı ağırlığa sahip grupların yemden yararlanma oranlarının sırasıyla 2.23, 2.28 ve 2.27 olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonunda düşük canlı ağırlığa sahip grubun yemden yararlanma oranlarının orta ve yüksek gruplardan daha iyi olduğu bildirilmiştir (Laçın ve ark., 2008).

Kafes sistemlerinin yemden yararlanma oranı üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır (Tosun 2022). Konvansiyonel kafes sistemi ile zenginleştirilmiş kafes sistemlerinin yemden yararlanma oranı üzerine etkisini araştıran bir çalışmada (Onbaşlar ve ark., 2005); zenginleştirilmiş kafeslerde bulunan tavukların yemden yararlanma oranlarının daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Zenginleştirilmiş kafes sistemlerinde kullanılan tüneklerin, yemden yararlanma oranı üzerine olumlu bir etkisinin olduğu bildirilmiştir (Valkonen ve ark., 2009). Derin altlıklı kafeste yetiştirilen erkek ve dişi tavukların yemden yararlanma oranları sırasıyla; 1.63 ve 1.72 olarak bulunmuştur. Derin

altlığın ve ızgaralı sistemin kullanıldığı gruplarda yemden yararlanma oranları sırasıyla 1.79 ve 1.78 olduğu tespit edilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2019).

Lohman LSL Classic (LW) ve Lohman Brown Classic (LB) genotiplerin yemden yararlanma oranları incelendiğinde düşük ağırlığa sahip LW genotiplerde yemden yararlanma oranının daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Onbaşlar ve ark., 2005). Genotiple ilgili yapılan başka bir çalışmada; Isa Brown ve köy tavuklarının ortalama yemden yararlanma oranları sırasıyla 1.77 ve 2.44 olarak bulunmuştur (Tosun, 2022). Hızlı gelişen genotiplerin yemden yararlanma oranları 1.73; yavaş gelişenlerin ise 2.45 olduğu tespit edilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2019). Yardım ve ark. (2021), lohman ve Atak-S genotiplerinde ortalama yemden yararlanma oranlarının sırasıyla 3.47 ve 3.51 olduğunu belirtmişlerdir ($P<0.05$).

Tavuklara verilen yemin formu da yemden yararlanma oranını etkilemektedir. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada pelet ve toz yem verilen iki grup arasında, pelet yemin verildiği grubun yemden yararlanma oranlarının daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Koçer ve ark., 2017).

2.7.5. Canlı Ağırlık

Kuluçkadan çıkan bir civciv sağlıklı ve iyi beslendiği takdirde ergin yaşa kadar canlı ağırlık kazanma eğilimindedir. Canlı ağırlık olarak ifade edilen bu kavram, vücuttaki hücrelerin sayısındaki ve hücre büyüklüğündeki artış ile gerçekleşmektedir. Genellikle büyüme grafiği S harfi şeklinde gösterilmektedir. Aynı iki ırkın erkek ve dişi arasında canlı ağırlık bakımından farklılık gözlenmektedir (bıldırcın hariç) ve bu duruma seksüel (cinsel) dimorfizm adı verilmektedir. Seksüel dimorfizm, hindi ve muskovy ördeklerinde daha net olarak görülmektedir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

Tavuklarda hedef canlı ağırlık yumurta veriminin optimum olması ve yeterli gelişmenin bir göstergesi olduğu için önemli bir konudur. Canlı ağırlık bakımından

sürünün üniform (en az % 80) bir sürü olması istenmektedir. Kumes içi yemleme programının düzenli bir şekilde yapılmasıyla beklenen canlı ağırlık elde edilmektedir (Çolak ve ark., 2010).

Tavukların canlı ağırlığı birçok çevresel faktörden etkilenmektedir. Kafes katlarının canlı ağırlığa etkisini araştıran bir çalışmada; katlar arasında canlı ağırlık bakımından herhangi bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Durmuş ve ark., 2012). Isa Brown, Atak-S ve Nowogen White genotipleri canlı ağırlıkları sırasıyla, 1315, 1353 ve 1092 g olduğu ve beyaz tüy rengine sahip genotipin diğerlerine göre daha hafif olduğu tespit edilmiştir (Özentürk ve ark., 2020). Genel olarak kahverengi yumurtacı tavukların beyazlara oranla daha yüksek canlı ağırlığa sahip olduğu belirtilmiştir (Çolak ve ark., 2010; Şekeroğlu ve ark., 2005).

Türker ve ark. (2017), Atak-S ve yabancı genotiplerin 18. ve 80. haftalardaki canlı ağırlıklarını karşılaştırmışlar ve Atak-S yerli genotiplerin canlı ağırlıklarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanında yaşın artmasıyla her iki genotipte de canlı ağırlığın arttığını bulmuşlardır.

Tavuklarda canlı ağırlığı etkileyen diğer bir önemli faktör ise, yetiştirme sistemleridir. Altlık, yer ve free range sistemlerinde yetiştirilen tavuklar canlı ağırlıkları bakımından incelendiğinde, serbest sistemlerdeki tavukların daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2005). Free range sistemlerinde tünekli ve tüneksiz iki grubun canlı ağırlığı karşılaştırılmasında, tünekli gruplarda canlı ağırlığın daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ise tünek, tavuklarda stres ve hareketliliği azaltmasıyla ilişkilendirilmiştir (Baykalır ve ark., 2014). Bildircınlar üzerinde yapılan bir çalışmada kafeste ve yerde olmak üzere iki deneme grubu oluşturulmuştur. Bu deneme sonunda (7 hafta) kafeste yetiştirilen bildircınların ortalama canlı ağırlıklarının 212.32 g; yerde yetiştirilen bildircınların ise, 181.83 g olduğu tespit edilmiştir. Hatta bu çalışmada

cinsiyetler arasında canlı ağırlık bakımından önemli farkların olduğu; erkeklerin ortalama 178.55 g, dişilerin ise ortalama 212.22 g olduğu tespit edilmiştir (Çelik ve ark., 2014).

2.7.6. Yaşama Gücü

Yaşama gücü, denemenin başından sonuna kadar ölen tavuklar dikkate alınarak ve % olarak ifade edilmektedir (Durmuş ve ark., 2012). Bu özellik, ölen tavuk sayısının gruptaki tavuk sayısına oranlanması ile bulunmaktadır. Yaşama gücünü etkileyen faktörlerle ilgili yapılan bir çalışmada, kafes katlarının ve genotipin yaşama gücü üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Durmuş ve ark., 2012; Mızrak ve ark., 2010; Türker ve ark., 2017; Türker ve ark., 2020). Kuluçkalık yumurta ağırlığının yaşama gücü üzerine önemli bir etkisinin olduğu bildirilmiştir. Bunun yanında yaşama gücünün yaşla birlikte azaldığı savunulmaktadır (Kaygısız ve ark., 1993).

Yaşama gücünün, hayvan refahına uygun kafeslerde (kümes ve kafes koşullarının iyileştirilmesi) diğer kafeslere göre (geleneksel) daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Yardımcı ve ark., 2019).

Genotipin yaşama gücü üzerine etkisi incelendiğinde, genel olarak yerli genotiplerin yabancı kaynaklı genotiplere göre verimlerinin daha düşük olduğu; ancak, yaşama gücünün ise, yüksek veya eşdeğer özellikte olduğu ifade edilmektedir. Bunun yanında sürüde bulunan çeşitli immünsüprasyon hastalıklar, tavukların yaşama gücünü olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Durmuş ve ark., 2009; Şık, 2020).

Ticari yumurta üretim kümeslerinde yoğun üretim amacıyla kafeslerdeki tavuk sayısı artırılmaktadır. Genel olarak kafes yoğunluğunun artması ile yaşama gücünün azaldığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Geng ve ark., 2020; Kakhki ve ark., 2018; Shields ve ark., 2013; Türkyılmaz, 2008). Fakat Adams ve ark. (1970), yaptıkları bir çalışmada kafes yoğunluğunun mortalite üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olmadığı belirtilmiştir.

2.7.7. Kırık-Çatlak Yumurta Oranı

Yumurta kabuğunun kırık olması üreticiler için ekonomik bir kayba sebep olmaktadır. Genellikle kafes veya free range sistemlerinde yetiştirilen tavuklarda kırık-çatlak yumurta oranının yaklaşık % 3 gibi bir oranda olması istenmektedir (Hamilton ve ark., 2021). Bu oranın serbest olan sistemlerde % 1 daha fazla olduğu bildirilmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde yaygın olarak kullanılan kafesiz sistemlerde kırık-çatlak yumurta oranı % 2 ile % 6 arasında değişmektedir (Hamilton ve ark., 2021).

Yumurta tavuklarında kırık-çatlak yumurta oranı, yaş ve yetiştirme sistemleri gibi faktörlerden etkilenmektedir (Petek ve ark., 2009). Free range sistemlerinde kırık-çatlak yumurta oranı kafes sistemlerine oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Petek ve ark., 2009; Roll ve ark., 2012). Ayrıca tavuğun yaşının artmasıyla kırık-çatlak yumurta oranının azaldığı saptanmıştır (Petek ve ark., 2009). Fakat bazı çalışmalarda kırık-çatlak yumurta oranının yaş ile birlikte arttığı bildirilmiştir (Tactacan ve ark., 2009).

Konvansiyonel kafes sistemi, zenginleştirilmiş kafes, aviary ve free range sistemlerde yetiştirilen tavuklarda kırık-çatlak yumurta oranları incelenmiş ve en fazla oran sırasıyla aviary, zenginleştirilmiş, free range ve konvansiyonel kafes sistemlerinde görülmüştür. Ayrıca kafeslerde uygulanan yerleşim sıklığının kırık-çatlak yumurta oranını çok az (% 6-7) etkilediği tespit edilmiştir (Hamilton ve ark., 2021). Başka bir çalışmada yumurtalarda kırık oranı konvansiyonel kafeslere kıyasla zenginleştirilmiş kafeslerde daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir (Holt ve ark., 2011). Tauson ve ark. (1999); aviary, konvansiyonel ve yer sistemlerinde yetiştirilen tavuklarda yumurtaların kırılma oranlarına baktıklarında, yer sistemlerine kıyasla aviary ve konvansiyonel kafeslerde daha fazla kırığın olduğunu tespit etmişlerdir.

Geçmişten bu yana kırık ve çatlak yumurtalar üretici için hala endişe verici bir konu olmaya devam etmektedir (Hamilton ve ark., 2021).

2.8. Yumurta Kalite Parametreleri

Yumurta, dünyanın her yerinde sevilerek tüketilen ve besin içeriği yüksek olan önemli bir hayvansal protein kaynağıdır. İnsan vücudunun temel gereksinimlerini en uygun oranda içeren yumurta, geçmişten günümüze kadar insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir (İskender ve ark., 2014). Yumurta, insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olduğu için tüketicilerin yumurtada bazı nitelikleri aramaları olağan karşılanmaktadır. Yumurta kalitesi veya özelliği tavuğun genetiği, beslenmesi, sağlık durumu, yaşı, barındırma koşulları ve yumurtaların depolama koşulları veya süresi gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Galazka-Czarnecka ve ark., 2019; Şeker ve ark., 2005). Yumurta kalitesi iç ve dış kalite olmak üzere iki aşamada incelenmektedir (Durmuş, 2015).

2.8.1. Yumurta Dış Kalite Parametreleri

2.8.1.1. Yumurta Ağırlığı

Tavuk yumurtasının optimum ağırlığı, 57.6 g olarak bilinmektedir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Genel olarak yumurta ağırlığı ile kabuk kalitesi arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir (Thiele ve ark., 2008). Yumurtlama dönemi sonundaki tavuklardan elde edilen yumurtlar daha ağır iken; kabuklarının ise daha ince olduğu gözlenmiştir (Thiele ve ark., 2008). Tavuk yaşının artmasıyla birlikte yumurta ağırlığının da arttığı bildirilmiştir (Atasoy ve ark., 2001). Genç ve yaşlı olmak üzere iki ayrı grubun oluşturulduğu bıldırcın sürüsünde, yumurta ağırlıklarının sırasıyla 9.66 ve 10.47 g olduğu saptanmıştır (Karabayır ve ark., 2010). Bu nedenle yumurta ağırlığı ile yaş arasında pozitif ve yüksek bir korelasyon (0.40) olduğu tespit edilmiştir (Atasoy ve ark., 2001; Galazka-Czarnecka ve ark., 2019; Karabayır ve ark., 2010; Orhan 2001; Petek ve ark., 2009). Sonuç olarak yumurta ağırlığı üzerine yaşın önemli bir etkisinin olduğu bildirilmiştir ($P<0.01$) (Atasoy ve ark., 2001). Bunun yanında canlı ağırlık ile yumurta

ağırlığı arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Orhan, 2001; Poyraz ve ark., 2002; Sarıca ve ark., 2010).

Denizli ve ticari yumurtacı tavukların 28, 32, 36 ve 40. haftalardaki yumurta ağırlıkları incelenmiş ve incelenen her dönemde Denizli tavukların yumurtalarının daha hafif olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç beklenen bir durum olup; ticari tavuklar (genotipler), ıslah çalışmaları sonucunda verimleri yükseltilmiş materyallerdir (Orhan, 2001). Saf hatların (Black, Blue, Brown ve Maroon) ve melezlerin (BlackxBlue, BlackxMaroon, BrownxBlue ve MaroonxBlue) yumurta kalitesini inceleyen bir çalışmada; saf hatların yumurta ağırlıkları arasında bir fark olmadığı; melezlerden ise BlackxBlue yumurtalarının diğer melezlere göre daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Durmuş ve ark., 2007). Dış kaynaklı kahverengi (DKK), dış kaynaklı beyaz (DKB) ve Atak-S tavukların yumurta ağırlıklarının en ağırdan en hafife doğru yapılan sırası; DKK, Atak-S ve DKB'dir (Sarıca ve ark., 2010). Lohman Brown ve Lohman White genotiplerin yumurta ağırlığı bakımından incelendiğinde Lohman Brown'ların daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Onbaşılar ve ark., 2018).

Yapılan bazı çalışmalarda ortamın sıcaklık ve nem düzeyi yumurta ağırlığını etkilediği bildirilmiştir. Başlangıç yumurtlama zamanı kış aylarına denk gelen tavukların, bahar ve yaz aylarında ilk yumurtasını veren tavuklara oranla yumurtalarının daha ağır olduğu ve bu ağırlığın dönem boyunca da devam ettiği tespit edilmiştir (Poyraz ve ark., 2002). Ayrıca başlangıç yumurtaları kış aylarına denk gelen tavukların yumurta verim dönemlerinin daha uzun sürdüğü saptanmıştır (Poyraz ve ark., 2002). Çevre sıcaklığının 27.6 °C ve üstünde olması yumurta ağırlığının düşmesine sebep olduğu bildirilmiştir (Yıldız ve ark., 2013).

Kafes içi yerleşim sıklığının yumurta ağırlığı üzerine etkisi, hala tartışılan ve araştırılan bir konudur (Karabayır ve ark., 2010). Yapılan bir çalışmada kafes yerleşim

sıklığının artmasıyla yumurta ağırlığının düştüğü tespit edilmiştir (Yörük ve ark., 2008). Free range yetiştirme sisteminde 200, 167 ve 143 cm²/tavuk yerleşim sıklığının uygulandığı deneme gruplarında en yüksek yumurta ağırlığı 200 cm²/tavuk gruplarından elde edilmiştir (Salah ve ark., 2015). Genellikle kafes içi yerleşim sıklığının artmasıyla kanibalizmin arttığı; yumurta verim ve ağırlığının ise azaldığı bildirilmektedir. Ancak bildiricılara 160, 200 ve 266 cm² kafes taban alanı uygulanan bir çalışmada; ortalama yumurta ağırlıklarının ise, 11.84-12.13 g arasında olduğu ve gruplar arasında yumurta ağırlığı bakımından önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir (Karabayır ve ark., 2010).

Kafes katları (üst, orta ve alt) arasında yumurta ağırlıkları bakımından farkın olup olmadığını inceleyen bir çalışmada, üst katlardaki yumurtaların ağırlığı diğer katlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Yıldız ve ark., 2013). Kafes ve free range gibi iki ayrı yetiştirme sisteminde yetiştirilen tavukların yumurta ağırlıkları kıyaslandığında, kafeste olan tavukların yumurtalarının daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Petek ve ark., 2009).

2.8.1.2. Şekil İndeksi

Şekil indeksi, yumurtaların kabuk kalitesi hakkında bilgi veren bir kavramdır (Duman ve ark., 2016). Yumurtalarda şekil indeksi, yumurta eninin boyuna oranı ($E/B \times 100$) ile hesaplanmaktadır ve % olarak ifade edilmektedir (Duman ve ark., 2016; Nasr ve ark., 2013; Poyraz ve ark., 2002; Şeker ve ark., 2005). Uzun, dar ve yuvarlak şekilli yumurtalar AA ve A sınıfına girememektedir (Jacob ve ark., 2000). Sivri yumurtalarda şekil indeksi % 71; standart yumurtalarda % 74.3; yuvarlak yumurtalarda ise, %78.8 olduğu ifade edilmektedir (Duman ve ark., 2016). Genel olarak bu oranın % 72 ile 76 (ortalama % 74) arasında olması istenmektedir (Durmuş ve ark., 2015).

Şekil indeksi, genetik ve yaş gibi çeşitli çevresel faktörlerden etkilenen bir özelliktir. Poyraz ve ark. (2002), kışın yumurtlanan yumurtaların bahar ve yaz aylarında yumurtlanan yumurtalara göre daha sivri olduğunu bildirmişlerdir.

Şekil indeksi üzerine genetiğin önemli bir etkisinin olduğunu savunan bir çalışmada; Shaver Starcross 288 beyaz genotiplerdeki şekil indeksinin, Moravia SSL kahverengi genotiplerden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca bu çalışmada, yaşla birlikte şekil indeksinin azaldığı (20-26. haftalarda % 78; 36-42. haftalarda % 76; 54-60. haftalarda % 75) belirtilmiştir (Zita ve ark., 2009). Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) yaşla ilgili yapılan başka bir çalışmada ise, 2, 4, 6 ve 8 aylık yaş gruplarında şekil indeksinin sırasıyla, % 78.96, % 79.05, % 78.60 ve % 77.91 olduğu ve yaşla birlikte azaldığı tespit edilmiştir (Orhan, 2001). Genel olarak şekil indeksinin yaşla birlikte azaldığı belirtilmiştir (Kraus ve ark., 2019; Şekeroğlu ve ark., 2005).

Bazı çalışmalarda yumurta ağırlığı ile şekil indeksi arasında negatif bir korelasyon olduğu belirtilmiştir (Orhan, 2001). Yumurta şekil indeksi ile ak kalitesi arasında pozitif bir korelasyon olduğu; kabuk kalınlığı ile negatif bir korelasyon olduğu savunulmuştur (Duman ve ark., 2016).

Free range, zenginleştirilmiş kafes sistemi ve yer sisteminde yumurta şekil indeksini araştıran Dedousi ve ark. (2020), sırasıyla bu oranı; % 76.60, % 74.03 ve % 76.63 olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde Lewko ve ark. (2011), free range (% 79.29) sistemlerindeki yumurta şekil indeksinin kafes (% 77.86) ve altlıklı (% 79.00) sistemlere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Free range, kafes ve zenginleştirilmiş kafeslerde şekil indeksinin en fazla free range kafeslerde bulunması bir önceki ifade edilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Dikmen ve ark., 2016). Ancak bu çalışmaların aksine, yetiştirme sistemlerinin şekil indeksi üzerine etkisinin olmadığı da belirtilmiştir (Kraus ve ark., 2019).

Göğüs kemiği kırığının yumurta şekil indeksi üzerine etkili olduğu ve kırık olan grupta bu oran % 77.74; kırık olmayan grupta ise, % 76.95 olduğu tespit edilmiştir (Nasr ve ark., 2013).

2.8.1.3. Kırılma Mukavemeti

Yumurtaların kırılma mukavemeti, kabuğun kalınlığı ile doğrudan ilişkili olan yumurta dış kalite parametrelerinden birisidir (Rodriguez-Navarro ve ark., 2002). Kırılma mukavemeti, yumurta kabuğunu kırmak için uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Yan ve ark., 2014). Kırılma mukavemeti, yumurta sektöründe ekonomik anlamda bir öneme sahip olan ve kalıtım derecesi yüksek olan bir özelliktir (Benli ve ark., 2015).

Kırılma mukavemeti, yaş, beslenme, çevre sıcaklığı, yemdeki kalsiyum oranı, yumurta ağırlığı ve yetiştirme sistemi gibi çeşitli faktörden etkilenmektedir (Benli ve ark., 2015). Yumurtanın kırılma mukavemeti ile şekil indeksi arasında bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Yumurta tavuklarında kırılma mukavemetinin ortalama 33.4 ve 35.3 N arasında değiştiği ifade edilmektedir (Altuntaş ve ark., 2008).

Yaşlı ve genç tavukların yumurtalarında kırılma mukavemeti incelenmiş ve yaşlı tavuklarda kırılma mukavemetinin daha az olduğu tespit edilmiştir. Yaşlı tavuklarda kabuk ağırlığı 0.35-2.3 kg iken; genç tavuklarda ise 1.25-3.25 kg olarak bulunmuştur (Rodriguez-Navarro ve ark., 2002).

Yumurtaların kırılma mukavemeti ile ilgili yapılan bir çalışmada, kitosan adı verilen bir materyalle kaplanıp bir ay depolanan yumurtaların, ak pH ve kabuk direnci araştırılmıştır. Sonuç olarak kitosanlı deneme grubundaki yumurta kabuklarının kontrol grubundaki yumurtalara göre daha dirençli olduğu tespit edilmiştir (Cansız ve ark., 2006).

Greenleg Partridge (line Z-11), Rhode Island White (line A-33) ve Hy-Line Brown ticari genotiplerin yumurtaları farklı depolamanın koşullarında 28 gün boyunca

depolanmış ve tüm genotiplerde depolama, yumurta kırılma mukavemeti üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur (Krawczyk ve ark., 2015).

Orta (52.36 g), büyük (57.44 g), ekstra büyük (64.17 g) ve Jumbo (71.51 g) olarak ifade edilen yumurtalarda kırılma mukametinin sırasıyla 49.11, 43.84, 41.58 ve 40.08 N olduğu tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2009).

2.8.1.4. Kabuk Kalınlığı

Yumurta kabuğu, yumurtayı dış etkilere karşı koruyan ve yumurtaya şekil veren bir yapıdır. Yumurta kabuğu yumurta ağırlığının % 10-12'sini oluşturur. Yumurta kabuğunun temel yapı maddesi CaCO_3 (kalsiyum karbonat)'tır ve bu kabuk yumurta kanalının uterus bölümünde oluşur (Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Tavuk yumurtasının kabuğu ortalama % 3.5 organik ve % 95 (hemen hemen hepsi kalsiyum karbonat) oranında inorganik madde içermektedir (Rayan ve ark., 2010). Kabuk kalınlığı genellikle, yumurtanın küt, sivri ve orta uçlarından alınan parçalar zarlarından ayrılıp üst üste konularak dijital kumpas yardımıyla ölçülüp çıkan sonucun aritmetik ortalamasının alınmasıyla hesaplanmaktadır (mm). Genellikle yumurta endüstrisinde A sınıfı yumurtalarda aranan kabuk kalınlığının 0.20-0.40 mm arasında olması istenmektedir (Tekin ve ark., 2019).

Dünya çapındaki yumurta endüstrilerinde, yumurta kabuğu ve iç kalitesi oldukça önem taşıyan konular arasındadır (Robert, 2004). Yumurta kabuğunda görülen kırık veya çatlak ekonomik kayıp olarak değerlendirilmektedir (Sasaki ve ark., 2004).

Yumurtaların kabuk kalitesi başta genetik olmak üzere, yaş, beslenme (kalsiyum, potasyum, bakır, fosfor) ve hastalıklara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Tekin ve ark., 2019). Genel olarak tavuğun yaşının ve dolaylı olarak da yumurta ağırlığının artmasıyla kabuk kalitesinin (kalınlığının) azaldığı bildirilmektedir (Galazka-Czarnecka ve ark., 2019; Onbaşlar ve ark., 2019; Orhan 2001; Yıldırım ve ark., 2018). Çünkü

yumurta ağırlığı ile kabuk kalınlığı arasında negatif korelasyon olduğu ifade edilmektedir (Poyraz ve ark., 2002).

Çevre sıcaklığının 26.7 °C ve üzerinde olması yumurta kabuğunun incelmesine sebep olmaktadır (Konca ve ark., 2002). Günün ilk saatlerinde yani aydınlatmanın optimum düzeyde olduğu zaman aralığında, yumurta kabuğunun daha kalın olduğu bildirilmiştir (Kılıç ve ark., 2006). 4 farklı çevre sıcaklığında (1. grup 35±2°C, 2. grup 31±2°C, 3. grup 27±2°C, 4. grup 27±2°C) barındırılan yerli Thai tavukların (*Gallus domesticus*) kabuk kalınlığı (mm) incelenmiş ve gruplar arasında önemli fark bulunmamıştır. Konu ile ilgili yapılan başka çalışmada ise 31±1°C sıcaklığa maruz kalan tavukların yumurta kabuk ağırlığının düştüğü tespit edilmiştir (Şentürk ve ark., 2020).

Tekin ve ark. (2019), organik, serbest dolaşım, kümes ve kafes sistemlerinden elde edilen A sınıfı kahverengi ve beyaz yumurtaların kabuk kalınlığını incelemiştir. Kahverengi yumurtaların ortalama kabuk kalınlığı serbest dolaşım ve kafes sistemlerinde sırasıyla 0.32 mm ve 0.28 mm bulunmuştur. Beyaz yumurtalar incelendiğinde; sistemler arası kabuk kalınlığı arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanında kafes sistemlerinde yetiştirilen tavukların yumurta kabuk kalınlığının, alternatif sistemlerde yetiştirilen tavuklara kıyasla daha kalın olduğu belirtilmiştir (Kılıç ve ark., 2006).

Genel olarak bakıldığında kahverengi kabuklu yumurtaların kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı beyaz yumurtaların kabuk ağırlığına göre daha fazla olduğu ifade edilmektedir (Altun ve ark., 2022; Kraus ve ark., 2019; Rayan ve ark., 2010; Tekin ve ark., 2019). Hy-Line W-98 (WSL) ve Hy-Line Brown (BSL) genotiplerin yumurta kabuk ağırlığı karşılaştırıldığında BSL genotiplerde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Akkuş ve ark., 2018). Fakat başka bir çalışmada beyaz yumurtacılar, kabuk ağırlığı (g) ve kabuk kalınlığı (mm) bakımından kahverengi tavuklara göre üstünlük sağladığı tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2005). ISA Brown, Hisex Brown ve Moravia BSL kahverengi

yumurtacı genotiplerin yumurta kalite parametreleri incelenmiş ve yumurta kabuk kalitesi en yüksek (0.38 mm) ISA Brown genotiplerde olduğu tespit edilmiştir (Kraus ve ark., 2019).

Akkuş ve Yıldırım (2018), kafes katlarının (1,3 ve 5) yumurta kabuğuna etkisini araştırmış ve birinci kafes gözlerinden elde edilen yumurtaların kabuk kalınlığı ve kabuk yüzey alanı diğer katlarda göre daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

2.8.2. Yumurta İç Kalite Parametreleri

2.8.2.1. Sarı Rengi

Yumurta sarısı, taze yumurtaların tam orta noktasında bulunmaktadır (Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Yumurta sarısı koyu renkli ve açık renkli olmak üzere iki tabakadan oluşmaktadır. Açık renk olan bölge kuluçka esnasında embriyo gelişiminden; koyu renk olan bölge ise, civcivin veya embriyonun beslenmesinde görevli alandır. Yumurta sarı rengi, genetik, yemdeki lizin miktarı, yaş, yağlar, yetiştirme sistemi, vitamin A, antibiyotik ve Ca tüketimi gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Demirel ve ark., 2020). Bunlardan özellikle yemin içeriği yumurta sarısını doğrudan etkileyen bir parametredir. Ksantofil pigmentini içeren yemleri tüketen tavuklarda bu pigment direkt yumurta sarısında birikmektedir. Sarı mısır ve yonca unu ile beslenen tavukların yumurta sarısının koyu sarı olduğu, beyaz mısır, sorgum, arpa ve buğday ile beslenenlerin ise yumurta sarısının açık sarı olduğu belirtilmiştir (Jacob ve ark., 2000).

Türkiye'deki tüketiciler tarafından yumurta sarı renginin daha çok turuncu olması talep edilirken; Batılı ülkelerde ise, ağırlıklı olarak açık sarı tercih edilmektedir (Kahraman ve ark., 2010). Dış kaynaklı kahverengi ve yerli genotiplerin (Atabey, Atak, Atak-S) yumurta sarısının karşılaştırıldığı bir çalışmada, yerli genotiplerin diğerlerine göre daha koyu yumurta sarısına sahip olduğu bildirilmiştir (Sarıca ve ark., 2010). Başka

bir çalışmada yerli tavukların yumurta sarının ticari genotiplere kıyasla daha açık olduğu bildirilmiştir (Lordelo ve ark., 2020).

Serbest ve kafeste yetiştirilen tavukların yumurta sarı rengi kıyaslandığında, serbest olan tavukların yumurta sarılarının diğer gruba göre daha koyu sarı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ise tavuklar, serbest olan sistemlerde ksantofil içeren bitkilerle daha fazla beslendiği için yumurta sarı renginin daha da koyulaştığı şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca bu çalışmada her iki yetiştirme sisteminde de yumurta sarı renginin derecesi yaşla birlikte azaldığı vurgulanmıştır (Petek ve ark., 2009). Zenginleştirilmiş kafes sistemi ve serbest sistemde barındırılan tavuklarda yumurta sarısı karşılaştırıldığında, serbest sistemlerden elde edilen yumurtaların daha koyu sarı olduğu; bu durum ise, serbest sistemlerde tüketilen böcek ve bitkilerin kafes sistemine göre daha fazla olduğu ve yumurta sarının daha fazla karotenoid içermesi ile yorumlanmıştır (Dalle Zotte ve ark., 2021; Demirel ve ark., 2020; Hassan ve ark., 2012).

Farklı kafes sıklığında (140, 170, 200 ve 233 cm²/bırdıcın) barındırılan japon bırdırcınlarının yumurta sarısındaki en yüksek sarı indeksi ve sarı rengi değerleri 200 ve 233 cm² gruplarında olduğu tespit edilmiştir (El- Shafei ve ark., 2012). Konvansiyonel kafes sistemlerinde Lohman Brown genotiplere düşük (1104.5 cm²), orta (736.3 cm²) ve yüksek yerleşim (552.3 cm²) sıklığı ve düşük (11.9 lux), orta (57.4 lux) ve yüksek (121.8 lux) aydınlatma programı uygulanmıştır. Yumurta sarısı üzerine yerleşim sıklığının herhangi bir etkisinin olmadığı sonucu bir önceki çalışma ile çelişmektedir. Fakat aydınlatma yoğunlunun yumurta sarısı üzerine etkili olduğu; yüksek aydınlatma grubunda bulunan yumurtaların sarısının, düşük aydınlatma uygulanan gruptaki yumurta sarılarına göre daha açık renkte olduğu bildirilmiştir (Erensoy ve ark., 2021). Üç farklı yerleşim sıklığı (0.186, 0.279 ve 0.372 m²/tavuk) uygulanan tavuklarda yumurta sarısının en iyi olduğu grubun düşük yerleşim sıklığında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu

çalışmada mevsimin yumurta sarısı üzerine etkisine de bakılmış ve kış aylarında yumurta sarısı renginin yaz aylarına göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Ahammad, 2006).

Ahammed ve ark. (2014), konvansiyonel kafes, kafes ve aviary sistemlerde yetiştirilen tavukların 21-40 ve 41-60. haftalardaki yumurta kalite parametrelerini incelemiştir. 21-40. haftalarda aviary, kafes ve konvansiyonel kafeslerdeki yumurta sarı rengi skorları sırasıyla 6.4, 4.5 ve 4.8 bulunmuşken; 41-60. haftalarda sırasıyla ise, 8.8, 8.0 ve 8.2 olarak bulunmuştur.

2.8.2.2. Haugh Birimi

Haugh birimi, 1937 yıllarında Haugh tarafından getirilen bir birimdir. Bu birim, yumurta ak yüksekliğini ve yumurta ağırlığını temsil eden bir birimdir. Haugh birimi genel olarak $HB = 100 \log (H + 7.57 - 1.7 G^{0.37})$ formülü ile hesaplanmaktadır (H; Ak yüksekliği (mm), G; yumurta ağırlığı (g)) (Dikmen ve ark., 2017; Rakonjac ve ark., 2014; Türkoğlu ve Sarıca, 2018). Taze yumurtalarda Haugh biriminin ortalama 79 ve üzeri olması istenmektedir (Durmuş, 2015). Türk Standartları Enstitüsü, Haugh birimi $(HB) > 79 = AA$ (mükemmel), $HB 55-78 = A$ (iyi), $HB 31-54 = B$ (kötü) ve $HB < 30$ ise C (çok kötü) olarak yumurta standartlarını belirlemiştir (Türkoğlu ve Sarıca, 2018).

Yumurtanın Haugh birimi, yumurtanın depolama süresi ve sıcaklığı, tavuğun yaşı, kanatlı türü, besleme, hastalık ve ortamın amonyak düzeyi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Depolama süresi uzadıkça ve ortamın sıcaklık düzeyi arttıkça yumurtanın ak yüksekliği ile birlikte Haugh birimi de azalmaktadır. Depolanan yumurtaların hızlı bir şekilde soğutulması Haugh birimini olumlu etkilediği belirtilmiştir (Robert, 2004).

Konvansiyonel, zenginleştirilmiş ve free range sistemlerde yetiştirilen Lohman Brown genotiplerin yumurta kalite parametreleri incelenmiş ve yumurta ağırlığı, kabuk ağırlığı, kabuk kırılma mukavemeti, şekil indeksi, ak miktarı, yumurta sarısı indeksi, sarı

rengi ve Haugh birimi free range sistemlerinde diğer sistemlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur (Dikmen ve ark., 2017). Başka bir çalışmada free range sistemlerinde Haugh biriminin daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Ledvinka ve ark., 2012). Zenginleştirilmiş kafes sistemleri ve altlıklı sistemlerde yumurtanın Haugh birimi incelenmiş ve zenginleştirilmiş sistemlerde daha yüksek bulunmuştur (Kraus ve ark., 2019). White Leghorn ve Ancona her iki tavuğun organik sistemlerde Haugh biriminin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ISA Brown genotiplerin Haugh birimi kafes sistemine kıyasla free range sistemlerinde daha yüksek olarak bulunmuştur (Rakonjac ve ark., 2014).

Farklı yaş aralıklarında (2, 4, 6 ve 8 yaş) yumurta kaliteleri incelenen bıldırcınlarda Haugh birimi sırasıyla; 84.23, 83.73, 82.45 ve 80.98 olarak tespit edilmiştir (Orhan, 2001). Başka çalışmalarda da bir önceki çalışmanın sonucu gibi, yaşla birlikte Haugh biriminin azaldığı saptanmıştır (Kraus ve ark., 2019; Şeker ve ark., 2005). Mevsim olarak bakılan bir çalışmada kış aylarında yumurtlanan yumurtaların Haugh biriminin diğer mevsimlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Poyraz ve ark., 2002).

2.8.2.3. Ak İndeksi

Ak İndeksi: $[Ak \text{ yüksekliği} / (Ak \text{ uzun çapı} + Ak \text{ kısa çapı} / 2)] \times 100$ formülü ile hesaplanmaktadır (Asghar Saki ve ark., 2012; Duman ve ark., 2016; Poyraz ve ark., 2002). Yumurta iç kalite özelliklerinden olan ak indeksi, sarı indeksi ve Haugh biriminin kalıtım dereceleri düşüktür. Genel olarak bakıldığında kışın yumurtlanan yumurtaların ak indeksi, sarı indeksi ve Haugh birimi, yaz ve bahar grubuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Poyraz ve ark., 2002).

Bıldırcılarda 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 ve 23. haftalardaki yumurta iç kalite özellikleri incelenmiş ve yaşın artmasıyla ak indeksinin arttığı tespit edilmiştir (Söğüt ve ark., 2009). ISA Brown, Hisex Brown ve Moravia BSL tavuklarında yapılan bir çalışmada yine ak indeksinin yaşla birlikte arttığı ifade edilmiştir (Şekeroğlu ve ark.,

2014). Başka bir çalışmada ise, yaşın artmasıyla birlikte yumurta akının azaldığı tespit edilmiştir (Tůmová ve ark., 2012).

Yumurta iç kalite özelliklerinden olan haugh birimi, ak yüksekliği, ak oranı ve sarı yüksekliği arasında pozitif bir korelasyon olduğu; sarı oranı ile diğer iç kalite özellikleri arasında negatif bir korelasyon olduğu belirtilmiştir (Mahiye, 2002).

100 adet keklik yumurtasının kalite özellikleri arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, yumurta ağırlığı 22.43 g, yumurta sarı indeksi % 47.88, ak indeksi % 1.56, sarı ağırlığı 8.41 g ve ak ağırlığı 11.68 g olarak bulunmuş ve yumurta ağırlığı, ak ağırlığı ve sarı ağırlığı arasında pozitif korelasyon saptanmıştır (Akter ve ark., 2014).

Kahverengi, gri ve beyaz tüy rengine sahip olan bıldırcınlarda ak indeksi sırasıyla, % 11.28 ± 0.31 , 9.38 ± 0.15 ve 9.43 ± 0.19 olarak bulunmuştur (Yılmaz ve ark., 2011). Atabey, Supernick, Atak, Superbrown ve Atak-S tavuklarının yumurta ak indeksleri sırasıyla % 9.07 ± 0.12 , 10.63 ± 0.12 , 7.90 ± 0.11 , 7.61 ± 0.12 ve 8.65 ± 0.13 değerlerinde bulunmuştur (Sarica ve ark., 2012). Isa Brown, Atak-S ve Nowagen White genotiplerde ak indeksi sırasıyla % 9.58, 8.67 ve 9.98 olarak tespit edilmiştir (Özentürk ve ark., 2020).

Albümin kalitesi ile yumurtanın şekil indeksi arasında pozitif bir korelasyon olduğu; şekil indeksinin artmasıyla albümin indeksinin de arttığı bildirilmiştir (Duman ve ark., 2016).

Tavuk yumurtalarının 4 hafta boyunca depolandığı bir çalışmada, depolama süresiyle birlikte yumurta akının yüksekliğinin ve Haugh değerinin azaldığı belirlenmiştir (Feddern ve ark., 2017).

Her kafese 4, 5 ve 6 tavuk (Lohman) olmak üzere 3 farklı grupta yumurta kalite özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, ak indeksi sırasıyla % 7.66, % 7.74 ve % 8.71 değerlerinde bulunmuştur (Şahin ve ark., 2007). 2000, 1000, 667 ve 500 cm²'lik yerleşim

sıklığı uygulanan beyaz leghorn tavukların yumurta ak indeksinin benzer olduğu tespit edilmiştir ($P>0.05$) (Asghar ve ark., 2012).

2.8.2.4. Sarı İndeksi

Sarı İndeksi: $(\text{Sarı yüksekliği/Sarı çapı}) \times 100$ formülü ile hesaplanmaktadır (Duman ve ark., 2016; Poyraz ve ark., 2002; Saki ve ark., 2012). Yumurta sarısı önemli bir besin kaynağı olmakla birlikte; gıda dışı amaçlarla da kullanılmaktadır (Sarica ve ark., 2012). Yumurta ak PH değerinin 8 ve altında olması; yumurta sarı indeksinin yüksek olabileceği bildirilmiştir (Akter ve ark., 2014).

Genotip 1 ve 2 olmak üzere 2 farklı bıldırcınlarda 19 haftalığındaki yumurta sarı indeksi $\% 51.03 \pm 0.83$ bulunurken; 13 haftalık yaşta ise, $\% 48.62 \pm 0.42$ olarak bulunmuş ancak bazı çalışmalarda da yaşın sarı indeksine önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Söğüt ve ark., 2009). ISA Brown, Hisex Brown ve Moravia BSL tavuklarında yapılan başka bir çalışmada sarı indeksinin yaşla birlikte arttığı tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2014; Tůmová ve ark., 2012).

Kahverengi, gri ve beyaz tüy rengine sahip olan bıldırcınlarda sarı indeksi sırasıyla, $\% 44.89 \pm 0.50$, 44.16 ± 0.35 ve 43.89 ± 0.30 olarak bulunmuştur (Yılmaz ve ark., 2011). Atabey, Supernick, Atak, Superbrown ve Atak-S tavuklarının yumurta sarı indeksleri sırasıyla $\% 44.55 \pm 0.24$, 44.74 ± 0.22 , 43.76 ± 0.23 , 45.30 ± 0.23 ve 45.15 ± 0.23 8.65 ± 0.13 değerlerinde bulunmuştur (Sarica ve ark., 2012). Oravka ve Rhode Island Red tavuklarında sarı indeksi sırasıyla $\% 42.14 \pm 0.50$ ve 40.31 ± 1.00 olarak tespit edilmiştir (Hanusová ve ark., 2015). Isa Brown, Nowagen White ve Atak-S genotiplerde yumurta sarı indeksi sırasıyla, $\% 42.51$, 41.49 ve 41.83 olarak bulunmuştur (Özentürk ve ark., 2020).

Farklı kafes sıklığında (75, 100, 125 ve 150 cm²) barındırılan tavuklarda sarı indeksi sırasıyla, $\% 48.25$, 47.91 , 48.13 , 46.12 olduğu bildirilmiştir (Söğüt ve ark., 2009).

Her bir kafese 4, 5 ve 6 tavuk (Lohman) olmak üzere 3 farklı grupta yumurta kalite özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada sarı indeksi sırasıyla % 41.90, 43.22 ve 41.22 değerlerinde bulunmuştur (Şahin ve ark., 2007). 200, 167 ve 143 cm²/bıldırcın yerleşim sıklığında yumurta sarı indeksinin en yüksek olduğu grup 200 cm² yerleşim sıklığında olduğu bildirilmiştir (El ve ark., 2022). Beyaz leghornlarda yapılan bir çalışmada, tavuklar 2000, 1000, 667 ve 500 cm²'lik alana tabi tutulup yumurta kalite parametreleri incelenmiştir. Sonuç olarak ise, sarı indeksi yerleşim sıklığının artmasıyla artmıştır (Saki ve ark., 2012). Başka bir çalışmada ise, yerleşim sıklığının yumura sarı ve ak ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Salah ve ark., 2015).

2.8.2.5. Kan-Et Lekeleri

Yumurtalarda kan-et lekelerinin oluşması iç kalite özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir ve 1899 yılından bu yana yumurta kalite kusuru olarak kabul edilmektedir. Kan-et lekeleri yumurtanın her ne kadar görsel yapısını bozsa da salmonella enfeksiyonlarını artırabileceği ve kuluçka randımanını düşürebileceği belirtilmektedir (Honkatukia ve ark., 2011). Genellikle kan-et lekeleri, yumurta sarısının olgunlaşan foliküllerden çıkışı esnasında (ovulasyon) gerçekleşmektedir. Bu çıkış folikülün stigma açığından gerçekleşir fakat stigma damarlaşmanın yoğun olduğu bölgede gerçekleşirse yumurta sarısında kan görülmektedir. Kahverengi genotiplerde kan ve et lekelerinin oluşması yaklaşık olarak % 18 iken; beyaz genotiplerde bu oran % 0.5'tir (Honkatukia ve ark., 2011; Jacob ve ark., 2000).

Yumurta iç kalite özelliğini temel olarak yumurta akı oluştursa da, yumurta sarısı, hava boşluğu ve kan-et lekeleri yumurtanın iç kalite değerlendirmesinde dikkat edilecek kriterler arasındadır (Duman ve ark., 2016; Sarıca ve ark., 2012). Yumurtanın sarısında veya akında bulunan kan-et lekeleri var ya da yok şeklinde kaydedilmektedir. 2 farklı yerleşim sıklığında (468.75 cm² /tavuk ve 312.50 cm²/tavuk) barındırılan Atak-S (A-S),

Isa Brown (IB) ve Novogen White (NW) genotiplerde yumurta iç ve dış kalite parametreleri incelenmiş ve kan-et lekeleri hariç diğer parametrelerin yerleşim sıklığından etkilenmediği tespit edilmiştir (Özentürk ve ark., 2020). 2000, 1000, 667 ve 500 cm²/tavuk olarak ayarlanan gruplarda kan-et lekeleri en fazla 667 ve 500 cm²/tavuk gruplarında tespit edilmiştir (Sarıca ve ark., 2008). Yerleşim sıklığının artmasıyla kan-et lekelerinin de arttığı bildirilmiştir (El ve ark., 2022).

Ortam sıcaklığının kan-et lekeleri üzerine etkisinin olduğu; 32°C'de tutulan Leghorn tavuklarda kan-et leke oranı 21°C'de tutulan leghornlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Jacob ve ark., 2000). Bunun yanında kan-et lekeleri yetiştirme sistemi, yaş ve genetik gibi çeşitli faktörlerden etkilendiği bildirilmektedir (Sokołowicz ve ark., 2018). Tavuğun yaşının artmasıyla kan-et lekelerinin genel olarak arttığı bildirilmiştir (Roll ve ark., 2012). Kan-et lekesi, IB (% 18.52) ve A-S (% 18.98) genotiplerde benzer çıkarken; NW (% 0.46) genotiplerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Özentürk ve ark., 2020).

Kafes, yer sistemi ve köy koşullarında yetiştirilen tavuklardan elde edilen yumurtalarda kan-et lekelerinin görülme oranları sırasıyla % 23.21, % 26.05 ve % 23.68 olduğu belirlenmiştir (Artan ve ark., 2015).

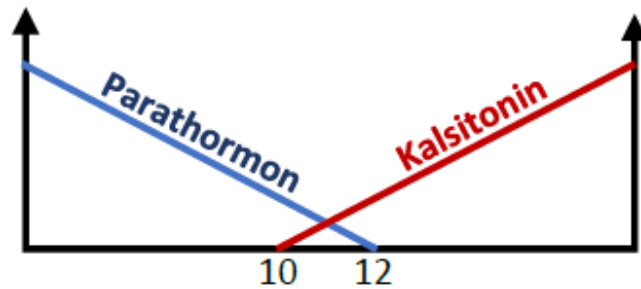
2.9. Parathormon (PTH)

PTH, kalsiyum homeostazında görev olan en önemli regülatör bir hormondur. (Topaloğlu ve ark., 2017). PTH, PTH reseptörünü (PTHR) uyararak kemikteki kalsiyum mekanizmasında rol alır. Bunun yanında PTH, tüm vücutta fosfor seviyelerinin düzenlenmesinde role sahip olan ve kırıkların iyileşmesinde veya kemik oluşumunda regülatör görevi üstlenen ana hormondur (Dale ve ark., 2015).

PTH hormonunun asıl hedef noktası kemik ve böbreklerdir. Kemiklerde bulunan kalsiyum ve hidrojenfosfatı serbest bırakarak kanda daha yüksek oranlarda bulunmasını

sağlamaktadır. Böbreklerde ise 25-hidroksi D vitamini hidroliz enzimi vasıtasıyla 1,25 dihidroksi vitamin D3 ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$)'e dönüşür (Akkoyun ve ark., 2014; Atik ve ark., 2009). Böbrek tarafından uyarılan PTH hormonu ise bu dönüşüm oranını ve kandaki 1,25-(OH) $_2$ D3 seviyesini artırmaktadır (Lim ve ark., 2022; Wei ve ark., 2021a). D vitaminin aktif metaboliti olan 1,25(OH) $_2$ D3, duodenumdan kalsiyum, ileumdan ise fosfor absorpsiyonunu artıran bir vitamindir. Bunun yanında 1,25(OH) $_2$ D3 böbreklerden kalsiyum kaybına engel olmaktadır (Akkoyun ve ark., 2014; Atik ve ark., 2009).

Kalsiotropik polipeptid hormonlardan olan kalsitonin ve PTH antagonist olarak çalışmaktadır. Kalsitonin, kan kalsiyum düzeyinin artmasıyla (hiperkalsemi) artar; PTH ise kan kalsiyum düzeyinin düşmesiyle (hipokalsemi) salgılanması artmaktadır (Güzel 2008). PTH, kalsiyumun kemiklerden kana geçişini sağlayarak düşük kalsiyum oranını regüle etmektedir (Şekil 2.2) (Anonim 2013).



Şekil 2.2. Parathormon ile kalsitonin hormonunun antagonist ilişkisi

PTH'nın aralıklı salgılanması kemik oluşumunu stimule ederken; aralıksız (kronik) bir şekilde salgılanması ise, kemik rezorpsiyonunu stimule etmektedir ve osteoklastik hücre aktivitesinde artışa sebep olmaktadır (Topaloğlu ve ark., 2017).

Yumurtacı tavuklarda yumurtlama periyodu boyunca kan kalsiyum oranının düzenlenmesinde parathormonunun önemli bir rolünün olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalara göre yumurtlama döneminde kan PTH düzeyi ortalama 5.95 pg/ml iken; yumurtlama dönemi sonrası bu oran 0.55 pg/ml'ye düştüğü tespit edilmiştir (Atik ve ark., 2009).

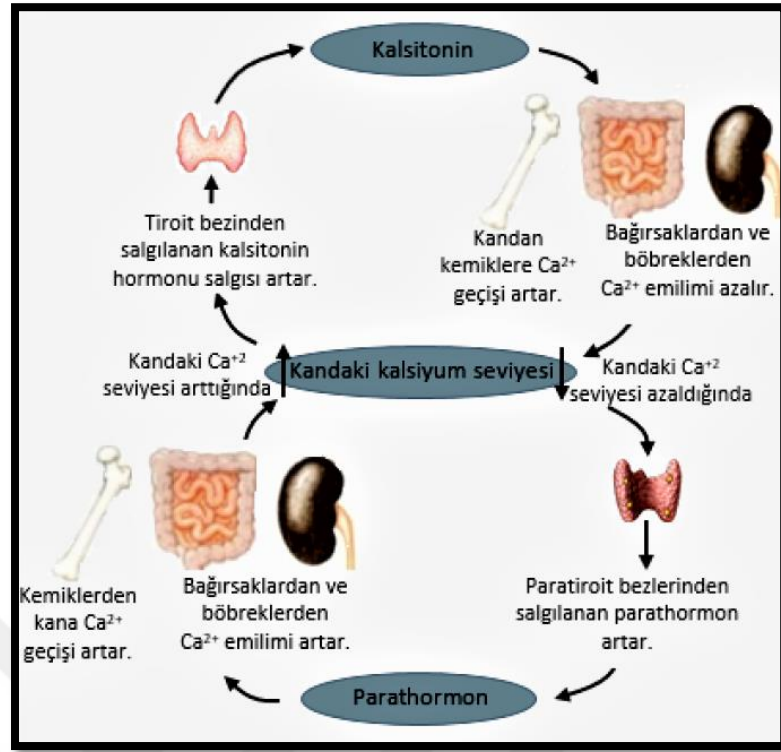
Genel olarak kandaki kalsiyumun oranı düştüğünde kandaki PTH salınımı artmaktadır, kalsiyum kemiklerden kana geçmektedir, böbreklerden kalsiyum atılımı yavaşlamaktadır ve geri emilim artmaktadır, bağırsaklarda kalsiyum emilimi artmaktadır ve kalsiyum kandaki normal seviyesine ulaşmaktadır (Anonim 2013).

Wei ve ark. (2021a), tavuklarda yaptıkları bir çalışmada, tavukların yaşlarının artmasıyla serum PTH düzeylerinin de arttığını bulmuşlardır ($P<0.05$). Ayrıca göğüs kemiğinde kırık meydana gelen grubun serum PTH düzeylerinin, normal ve deviasyonlu göğüs kemiğine sahip gruba kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bunun yanında normal göğüs kemiğine sahip grubun kan serum düzeyi deviasyonlu gruba göre daha yüksek olduğu da bildirilmiştir. Ayrıca 18, 22, 25 ve 29 haftalık yaşlardaki tavukların serum PTH düzeyleri incelendiğinde özellikle 25 haftalık tavukların serum PTH düzeylerinin 22 haftalıktan daha yüksek bulunmuştur (Wei ve ark., 2021a).

2.10. Kalsitonin (CT)

Kalsitonin hormonu, tiroid bezinde bulunan parafoliküler hücreler aracılığıyla salgılanan ve kalsiyum metabolizmasında rol oynayan bir hormondur. Kan kalsiyum düzeyi arttıkça (hiperkalsemi) CT düzeyi de artar ve kalsiyumun kemiğe geçişini hızlandırır (PTH antagonisti). CT hormonu, kalsiyumun kandan kemiğe geçişini sağlayarak (D vitamini yardımı ile) kemik rezorpsiyonuna engel olmaktadır ve idrarla kalsiyum atılımını azaltmaktadır (Atik ve ark., 2009; Güzel 2008; Topaloğlu ve ark., 2017). Kanda CT düzeyi arttığında, kemiklerin sertleşme oranı artmaktadır (Anonim 2013).

Genel olarak kandaki kalsiyum seviyesi yüksek olduğunda, tiroid bezinden CT salınımı artmaktadır, kandan kemiklere kalsiyum geçişi olmaktadır, böbreklerden kalsiyumun geri emilimi ile bağırsaklardan emilimi azalmaktadır ve bu sayede kandaki kalsiyum normal seviyesine ulaşmaktadır (Şekil 2.3) (Anonim, 2013).



Şekil 2.3. Kandaki kalsiyumun parathormon ve kalsitonin hormonları ile düzenlenmesi

2.11. Osteokalsin (OC)

Osteokalsin hormonu, kemiğin yapılanmasından sorumlu olan ve osteoblastlar tarafından sentezlenen hormonlardan bir tanesidir. OC, PTH ve CT gibi kan kalsiyum metabolizmasını regüle eden bir hormondur. Bunun yanında OC, kanın koagülasyonunda görevli olan proteinlerin yapısına katılmaktadır (Güzel, 2008). OC hormonu, kemik yapımının arttığı durumlarda artmaktadır (İslamoğlu, 2018; Önderci ve ark., 2007).

Regmi ve ark. (2017), OC hormonunun yaşla birlikte azaldığını tespit etmişlerdir. Ancak başka bir çalışmada 29 haftalık yaştaki tavukların serum OC düzeyi 25 haftalık yaştaki tavuklara kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Bunun yanında normal göğüs kemiğine sahip olan tavukların serum OC düzeylerinin deviasyonlu ve kırık göğüs kemiğine sahip tavuklara kıyasla daha düşük olduğu; ayrıca deviasyonlu grubun serum OC düzeyinin kırık gruba kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Wei ve ark.,

2021a). Tavuklarda çevresel kaynaklı stres, kan osteokalsin düzeyini negatif etkilediği bildirilmiştir (Şahin ve ark., 2007b).

Göğüs kemiği hasarı açısından değerlendirilen tavukların serum OC düzeyleri incelenmiş ve kırık göğüs kemiğine sahip grubun serum OC düzeyi normal göğüs kemiğine sahip gruptan daha yüksek olduğu bulunmuştur (Wei ve ark., 2021a).

Bu tez çalışmasında yumurtacı tavuklarda farklı yerleşim sıklığının yumurtlama performansı, yumurta kalitesi ve göğüs kemiği hasarı üzerine etkisini; belirli dönemlerde alınan kandan incelenen bazı biyokimyasal kan parametrelerinin kemik gelişimindeki etkinliğini ve bu hasarın röntgen yöntemiyle de teşhisi hedeflenmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Yeri

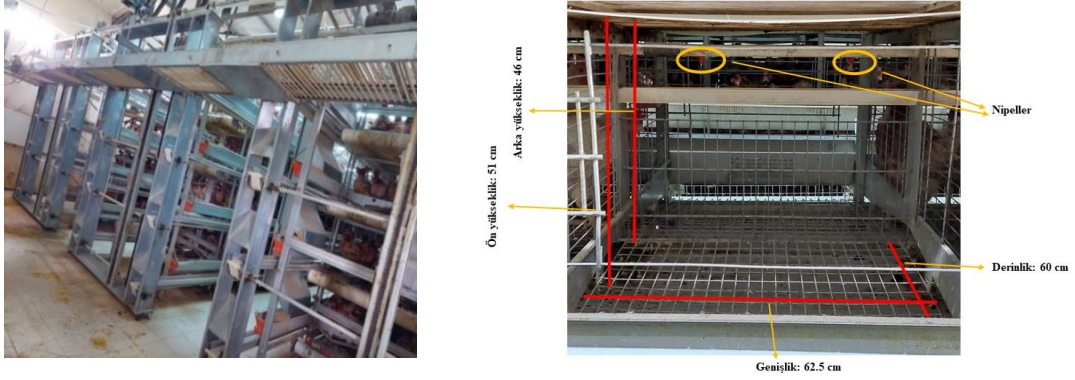
Araştırma, Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından TSA-2021 9527 proje kodu ile desteklenmiştir. Bu çalışma için Atatürk Üniversitesi, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan, 14.04.2021 tarih ve 2021-3/82 karar numaralı izin belgesi alınmıştır.

Çalışmanın yürütülmesi için Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'nden çalışma izni alınmıştır (25.02.2021 tarihli ve 36643897-000-E.2100056848 sayılı belge).

Göğüs kemiği hasarının teşhisinde kullanılan röntgen yöntemi için Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi'nden röntgen çekimleri için çalışma izni alınmıştır (03.03.2021 tarihli ve 36643897-000-E.2100066648 sayılı belge). Ayrıca yumurta kalite analizinin yapılabilmesi için Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'ndan laboratuvarında çalışma izni alınmıştır (25.02.2021 tarihli ve 36643897-000-E.2100056912 sayılı belge). Bunun yanında tavuklarda kemik gelişimi ile ilgili bazı hormonların tespiti için Biyokimya Anabilim Dalı'ndan Laboratuvarında çalışma izni alınmıştır (25.02.2021 tarihli ve 36643897-000-E.2100056912 sayılı belge).

Araştırma, Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin Kanatlı Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Kanatlı ünitesinde yumurtacı tavuk yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yumurtacı tavuk kümesi, 3 blok, 2 sıralı ve 4 katlı batarya tipi kafeslerden oluşmaktadır. Kümes içinde bir sıranın ön tarafında 120 adet ve arka tarafında 120 adet olmak üzere toplam 240 adet, 3 bloklu toplam kümeste ise, 720 adet kafes bulunmaktadır. Bu kafesler, yumurtaların yumurta bandına düşmesini sağlayan 7°'lik bir taban eğimi olacak şekilde tasarlanmıştır. Kafes yapı malzemelerinin hepsi

galvanizli sac ve telden üretilmiştir. Karşılıklı iki kafeste toplam 2 adet nipel bulunmaktadır. Her kafesin ölçüsü birbiri ile aynı olacak şekilde imal edilmiştir.



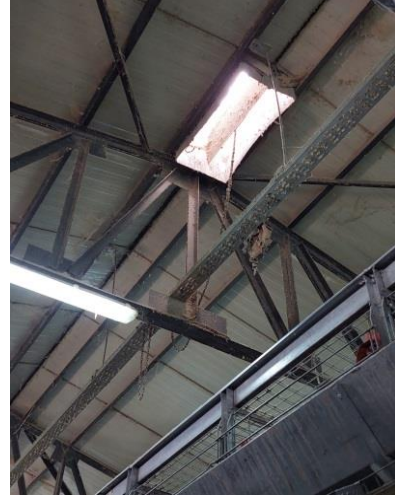
Şekil 3.1. 3 bloklu kümes ve kafes ölçüleri

Kümes içindeki gübre tahliyesi, her kafes katının altında bulunan ve gübreyi gübre tahliye bandına ulaştıran hareketli bantlar yardımıyla günlük olarak yapılmaktadır.



Şekil 3.2. Gübre tahliye bandı

Kümes içi havalandırma, kümesin tavanında bulunan bacalar, yan duvarındaki pencereler ve 140 cm x 140 cm ölçüsündeki negatif basınç etkisiyle çalışan fanlar yardımıyla sağlanmaktadır.



Şekil 3.3. Kumes içi fan ve baca sistemi

Kümes içi aydınlatma, günlük 16 saat aydınlık 8 saat karanlık (16A/8K) uygulaması otomatik sistem ile ayarlanmaktadır.

Kış aylarında kümes içi ısıtma petekler aracılığı ile sağlanmaktadır. Kümesin sıcaklığı ve nemi sabit termometreler (hygro guard 30 novasina) ile ölçülmektedir. Bu şekilde ortam sıcaklığının tavukların konfor zone bölgesinin dışında veya normal olma durumu tespit edilmektedir.



Şekil 3.4. Termometre

Kümesdeki genotiplere yem dağıtımı, otomasyon ekipmanlar aracılığı ile sabah saat 09.00 gibi günde bir defa yapılmaktadır.

Kümesdeki yumurtalar, kafes katlarının her sırasında bulunan ve her kata göre hareket edebilen otomatik ray sistemi ile yumurta toplama ünitesine taşınmaktadır.

Yumurta toplama ünitesinde bulunan personeller ise, yumurtaları viyollere yerleştirdikten sonra ambalajlama ve etiketleme işlemini yapmaktadır.



Şekil 3.5. Yumurta tahliye bandı

3.1.2. Hayvan Materyali

Araştırma, Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin Kanatlı Ünitesi'nde bulunan aynı gün çıkışlı 2 farklı yabancı kaynaklı genotip ile yürütülmüştür. Bu çalışmada, beyaz renkli yumurtacı genotip olarak Isa Tinted ve kahverengi renkli yumurtacı genotip olarak Hyline Brown yabancı kaynaklı genotipler kullanılmıştır. Araştırmada, 198 adet Isa Tinted ve 198 adet Hyline Brown genotip olmak üzere toplam 396 adet genotip kullanılmıştır.



Şekil 3.6. Araştırmada kullanılan genotipler (beyaz: Isa Tinted ve kahverengi: Hy-Line Brown)

3.1.3. Yem Materyali

Araştırmada kullanılan yemler, işletme ile aynı firmadan temin edilmiştir. Yarka döneminde kanatlı ünitesine getirilen genotipler başlangıç ve büyütme yemleri ile *ad libitum* olarak beslenmiştir. Bu yemler, kafes gözlerine göre ayarlanan yem bölmelerine kafesteki tavukların sayısına göre günlük olarak verilmiştir.

Tablo 3.1. Verim döneminde kullanılan yemlerin besin içeriği

Yemlerin Besleyici Değerleri	Yumurta Başlangıç Yemi (17-20. hafta)	Tavuk Yemi (Birinci dönem) (21-45. hafta)	Tavuk Yemi (İkinci dönem) (46-60. hafta)
M. Enerji (Kcal/kg)	2750	2750	2720
Ham protein (%)	17.50	16.26	15.83
Kalsiyum (%)	2.00	3.57	3.74
Fosfor (Top) (%)	0.65	0.52	0.47
Fosfor (Hazm) (%)	0.45	0.37	0.33
Sodyum (%)	0.16	0.15	0.15
Klorid (%)	0.16	0.15	0.15
Lisin (%)	0.85	0.76	0.74
Hazm. Lisin (%)	0.70	0.62	0.61
Metionin (%)	0.36	0.38	0.35
Hazm. Metionin (%)	0.29	0.31	0.29
Meth./Sistin (%)	0.68	0.70	0.64
Hazm. M/C (%)	0.56	0.57	0.53
Triptofan %	0.20	0.19	0.17
Hazm. Triptofan (%)	-	0.15	0.14
Treonin (%)	0.60	0.56	0.52
Hazm. Treonin (%)	-	0.45	0.42
Linoleik Asid (%)	1.00	1.74	1.39

3.2. Metot

3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Genotipler 20 haftalık yaşa ulaştıklarında denemeye başlanmıştır. Araştırmada 2 farklı yumurtacı genotip (Isa Tinted ve Hy-Line Brown) kullanılmış ve 3 farklı yerleşim sıklığı (5 tavuk/ kafes, 7 tavuk/ kafes, 10 tavuk/ kafes) oluşturulmuştur. Tavuklar, kafese yerleştirilmeden önce canlı ağırlık bakımından niformiteyi sağlamak için tek tek tartımları yapılmıştır. Canlı ağırlıkları birbirine benzer olan hem kahverengi hem de beyaz genotipler, kafeslere rastgele olacak şekilde ayrı ayrı yerleştirilmiştir. Denemede kullanılacak olan beyaz renkli genotipler arasında canlı ağırlık bakımından % 94, kahverengi genotipler arasında % 93 oranında üniformite sağlanmıştır. Toplam genotipler (kahverengi + beyaz) arasında ise, canlı ağırlık bakımından % 87 oranında üniformite elde edilmiştir. Tavuklar arasında kafes içi 5’li, 7’li ve 10’lu gruplar oluşturulduktan sonra grupların 9 tekerrür olacak şekilde alt grupları da oluşturulmuştur. Pencere kenarında 27 ve koridor kısmında 27 kafes olmak üzere toplam 54 kafes kullanılmıştır. Bu kafeslere 198 kahverengi ve 198 beyaz genotip olmak üzere toplam 396 adet genotip yerleştirilmiştir.

Genotipler kafese yerleştirildikten sonra her kafesteki genotiplerin ortalama yem tüketimlerini ve yemden yararlanma oranlarını hesaplayabilmek için her kafes gözündeki yemlikler tahta bloklar yardımıyla ayrılmıştır. Kafeslerdeki ortalama yumurta verimi gibi performans parametrelerini hesaplayabilmek için ise, yumurta bantları tel yardımıyla kafes gözlerine göre ayrılmıştır. Kafeslere zel bölmeler yapıldıktan sonra en son olarak kafes gözleri 1’den 54’e kadar numaralandırılmıştır. Kafesler ve genotipler hazırlandıktan sonra ayrıca genotipler 20 haftalık yaşa ulaştıklarında günlük kayıt tutma işlemine başlanmıştır. Günlük kontroller denemenin başından sonuna kadar (20. hafta - 60. hafta) günün aynı saatinde olacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 3.7. Kahverengi ve beyaz tavukların deneme grupları

Tablo 3.2. Kafes içi tavuk başına düşen alan

Yerleşim Sıklığı (Tavuk/kafes)	Tavuk Başına Düşen Alan (cm ²)
5	750
7	535.71
10	375

Tablo 3.3. Genotip ve yerleşim sıklığı düzeni

Genotip	Kafes Sıklığı (genotip/kafes)	Tekerrür	Toplam Tavuk Sayısı (adet)
Isa Tinted	5	9	45
	7	9	63
	10	9	90
Hy-Line Brown	5	9	45
	7	9	63
	10	9	90
Toplam			396

3.2.2. Performans Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2.2.1. Yumurta Verimi (%)

Genotiplerin yumurta verimini hesaplayabilmek için önceden numaralandırılması yapmış olan kafeslerin her birinin önünde bulunan yumurta bantları tel yardımıyla ayrılmıştır. Kafes gözlerinde biriken yumurtaların sayısı her gün aynı saatte kaydedilmiştir. Gruplardaki hayvan sayısına dikkat edilerek haftalık yumurta verimi hesaplanmıştır. Yumurta verimini hesaplamak için ise aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

- ❖ Ortalama yumurta verimi (%) = (7 gün boyunca elde edilen toplam yumurta sayısı/toplam tavuk sayısı)*100



Şekil 3.8. Yumurta bölmesi

3.2.2.2. Yumurta Ağırlığı (g)

Çalışmada yumurta ağırlığının değerlendirilmesi haftalık olarak yapılmıştır. Kafes gözlerinde biriken yumurtalar haftalık olarak toplanmış ve 0.1 g'a hassas terazi ile tartılmıştır. Tartılan yumurtaların ağırlıkları ise ortalaması belirlenerek kaydedilmiştir.

- ❖ Ortalama yumurta ağırlığı (g) = (Toplam yumurta ağırlığı/yumurta sayısı)



Şekil 3.9. Yumurta tartımı

3.2.2.3. Günlük ve Haftalık Yem Tüketimi (g/gün/tavuk)

Araştırmada, genotiplerin günlük olarak yem tüketimini hesaplayabilmek için kafes gözlerinin önündeki yemlikler tahta bloklar ile ayrılmıştır. Her kafes gözüne göre ayrı ayrı yemlik bölmeleri oluşturulan grupların yemlemesi, her gün aynı saatte yapılmıştır. Kafes gözlerindeki hayvan sayısı (5, 7 ve 10) baz alınarak her gruba farklı ağırlıkta yem tartılıp verilmiştir. Hafta başından günlük olarak verilen yemlerin artanı, haftanın sonunda toplanıp kalan yemden çıkarılarak kafeslerde bulunan genotiplerin haftalık yem tüketimi hesaplanmıştır. Grupların günlük yem tüketimin hesabı ise aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\diamond \text{ Günlük yem tüketimi (g) } = (\text{Haftalık tüketilen yem miktarı} / \text{Gruplardaki genotip sayısı}) / 7$$



Şekil 3.10. Yemlik bölmesi

3.2.2.4. Yemden Yararlanma Oranı

Genotiplerin yemden yararlanma oranlarının tespiti için aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

$$\diamond \text{ YYO } = \text{Ort. tavuk başı yem tüketimi} / ((\text{Ort. yumurta verimi} * \text{Ort. yumurta ağırlığı}) / 100)$$

3.2.2.5. Canlı Ağırlık (g)

Araştırmada, canlı ağırlık ölçümleri deneme süresince (20. hafta – 60. hafta) 4 haftada bir yapılmıştır. Kafes gözlerindeki bütün tavukların canlı ağırlığı 5 grama hassas terazi yardımıyla ölçülmüştür. Tartım sonunda elde edilen ağırlık, kafes gözünde bulunan tavuk sayısına bölünerek bir tavuğun ortalama canlı ağırlığı hesaplanmıştır.



Şekil 3.11. Canlı ağırlık tartımı için kullanılan tartı

3.2.2.6. Yaşama Gücü (%)

Yaşama gücü oranını hesaplayabilmek için her gün aynı saatte kafeslerdeki ölen tavuk sayısı kaydedilmiştir. Grup içindeki yerleşim sıklığının bozulmaması için ise ölen tavuk yerine aynı yerleşim sıklığında yetiştirilen yedek gruptaki tavuklardan ilave edilmiştir. Bu sayede gruplar arasındaki yerleşim sıklığı deneme başından deneme sonuna kadar sabit kalmıştır. Yaşama gücü, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır:

$$\diamond \text{ Yaşama gücü (%) } = (\text{Canlı hayvan sayısı}) / (\text{Toplam hayvan sayısı})$$

3.2.2.7. Kırık-Çatlak Yumurta Oranı (%)

Araştırmada, kafes gözlerindeki kırık-çatlak yumurta oranının hesabı için günlük kontroller yapılmıştır. Yumurta verimlerinin günlük kontrollerinde karşılaşılan kırık-çatlak yumurtalar da kaydedilmiştir. Kırık-çatlak yumurtaların hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır:

$$\diamond \text{ Kırık-Çatlak Yumurta Oranı (\%)} = (\text{Kırık-çatlak yumurta miktarı/Toplam yumurta miktarı}) * 100$$

3.2.3. Yumurta İç ve Dış Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin belirlenmesi için 4 haftada bir her kafesten rastgele bir tane olmak üzere toplam 54 adet (2x3x9) yumurta örnek alınmıştır. Bu yumurtalar önceden numaralandırılması yapılan viyollere alınarak Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Laboratuvarı'nın oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Yumurtalar 1 gün oda sıcaklığında bekledikten sonra analizi yapılmıştır.

Analizin ilk aşamasını şekil indeksi parametresi oluşturmaktadır. Şekil indeksi, yumurtanın eninin boyuna oranını ifade etmektedir. Şekil indeksi, Rauch tarafından geliştirilen şekil indeksi ölçüm cihazıyla manuel olarak ölçülmüştür. Analiz edilecek tüm yumurtaların şekil indeksi ölçüldükten sonra Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Laboratuvarı'nda bulunan yumurta analiz cihazı (digital egg tester DET-6000) ile diğer yumurta kalite ölçümleri yapılmıştır. Bu cihaz, yumurta ağırlığı (Wt (g)), ak yüksekliği (Ht (mm)), yumurta sarı rengi (YF (Yolk fane)), haugh birimi (HU), kırılma mukavemeti (Str (Kg/f)), kabuk kalınlığı (Thk (mm)), sarı yüksekliği (YH (mm)), sarı çapı (YD (mm)) ve sarı indeksi (YI) gibi parametreleri hesaplamaktadır. Diğer yumurta kalite parametrelerinden biri olan kan-et lekeleri kırılan yumurta üzerinden var ya da yok

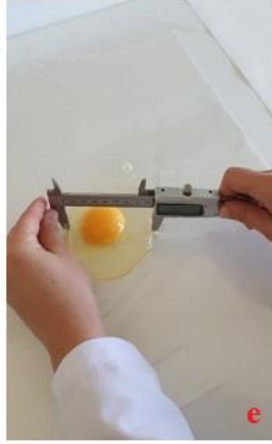
olarak; ak indeksi (stainless hardened kumpas) ve kabuk kalınlığı gibi parametreler de yine manuel olarak incelenmiştir.

❖ Ak indeksi % = (Ak yüksekliği (mm)/Ak uzunluk ve genişliği ortalaması (mm)) x 100 formülünü kullanarak ölçülmüştür.

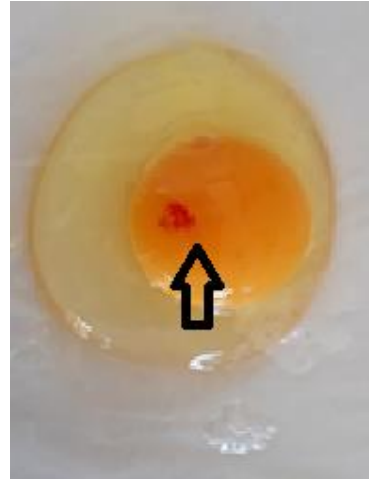
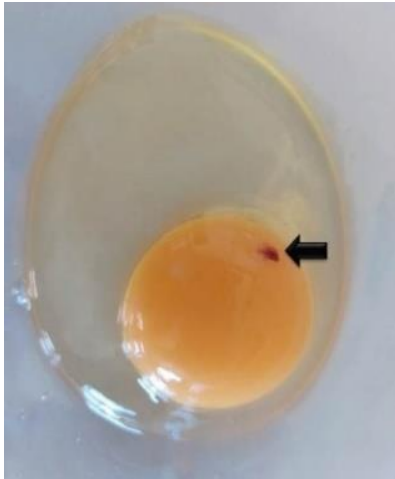
Kabuk kalınlığı ise, yumurtanın küt, sivri ve orta bölgelerinden alınmış olan örnekler zarlarından ayrılarak kabuk kalınlığını ölçen cihaz (mitutoyo absolute Code No 547-360) ile belirlenmiştir. Elde edilen sonucun ortalaması alınarak yumurta kabuğunun kalınlığı kaydedilmiştir.



Şekil 3.12. Şekil indeksi ölçüm cihazı



Şekil 3.13. Yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi



Şekil 3.14. Kan ve et lekesi

3.2.4. Dönemsel Kontroller

Araştırmada, günlük, haftalık ve aylık kontrollerin dışında dönemsel kontroller de bulunmaktadır. Dönemsel kontroller tavukların 35., 51. ve 60. haftalık yaşlarında gerçekleştirilmiş. Bu dönemlerdeki hafta içinde çalışmada incelenen biyokimyasal kan parametrelerin (Parathormon (PTH), Kalsitonin (CT), Osteokalsin (OC)) analizi için ilk olarak kan alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından tavuklar bir gün dinlendirilerek röntgen çekim işlemleri için tavuklar Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi'nin Radyoloji bölümüne taşınmıştır.

3.2.4.1. Kan Alımı

Araştırmada, konvansiyonel kafes sisteminde yetiştirilen tavuklarda göğüs kemiği hasarının tespiti amaçlanmıştır. Bunun için dönemsel kontrollerde, kemik gelişiminde bir işleve sahip olan hormonların (Parathormon (PTH), Kalsitonin (CT), Osteokalsin (OC)) incelenmesi için tavukların kanat altı venasından (*Vena cutanea ulnaris*) kan örnekleri toplanmıştır. Her kafesten bir adet tavuk olmak üzere toplam 54 adet (2x3x9) tavuktan kan alınmıştır. Alınan kanlar 10 dakika bekletildikten sonra 3500 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası çıkan serumlar önceden numaralandırılması yapılan ependorf tüplere ilave edilmiştir. Serumlar tüm kan örnekleri tamamlanana kadar içinde buz bulunan strafor köpükte bekletilmiştir. Kan alma işlemi bittikten hemen sonra ise, serumlar strafor köpükle birlikte -80°C buzdolabına kaldırılmış ve deneme süresi tamamlanana kadar bu buzdolabında muhafaza edilmiştir. Denemenin son döneminde (60.hafta) -80°C buzdolabından çıkarılan serumlar +4°C'de 24 saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda buz çözünen serumlar Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı Laboratuvarına ELISA çalışması için götürülmüştür.

Chicken (OT), Chicken (PTH), Chicken (CT) Seviyelerinin ELİSA Kitleri ile Ölçüm Prosedürü

Temel Prensibi:

Çalışmada, çift antikor sandviç ELİSA (Enzyme-linked immunosorbent assay) kitleri kullanılmıştır. Spesifik monoklonal antibadi ile kaplı pleyt kuyucuklarına standart ya da numune eklenmiştir, daha sonra Biotin ile işaretli ikinci antibadiler ilave edilmiştir. Son olarak Streptavidin-HRP solüsyonu eklenen pleyt inkübasyona bırakılarak kompleks oluşumu sağlanmıştır. İnkübasyon sonunda kompleks oluşumuna katılmayan enzimlerin ortamdan uzaklaştırılması için pleyt yıkanmıştır. Renk oluşumu sağlamak amacıyla kromojen A ve B eklenerek tekrar inkübasyona bırakılan kitlerdeki reaksiyon sonucunda mavi renk oluşumu gözlenmiştir. Reaksiyon sonlandırıcı solüsyonun eklenmesiyle mavi renk sarıya dönüşmüştür ve bu sarı rengin şiddeti Elisa okuyucusunda 450 nm dalga boyunda okunmuştur. Sandviç ELISA metodunun çalışma prensibi aşağıda özetlenmiştir (Tablo 3.4) (Küçükler 2018).

Tablo 3.4. OT, PTH ve CT ELISA ölçüm prosedürü

	Kör (µl)	Std (µl)	Örnek(µl)
Standard	-	50	-
Örnek	-	-	40
Antibadi	-	-	10
Sreptividin HRP	-	50	50
	37°C'de 1 saat inkübasyon, ardından 5 kez yıkama işlemi		
Kromojen A	50	50	50
Kromojen B (ışıktan sakının)	50	50	50
	37°C'de 10 dk inkübasyon işlemi		
Reaksiyon Sonlandırıcı	50	50	50
	450 nm'de okuma ve standart grafiğe göre hesaplama		



Şekil 3.15. Tavuklardan kan alımı ve santrifüj işlemi



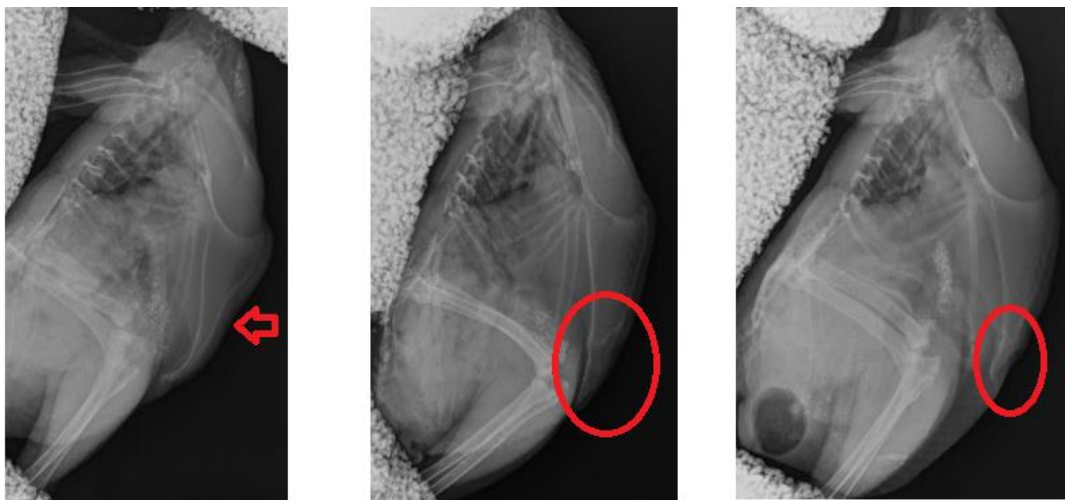
Şekil 3.16. ELISA testinin yapımı

3.2.4.2. Röntgen Çekimi

Araştırmada, tavuklarda görülen göğüs kemiği hasarının teşhisinde radyoloji yöntemi kullanılmıştır. Her kafesten 1 adet olmak üzere toplam 54 adet (2x3x9) kahverengi ve beyaz yumurtacı genotipler, 35., 51. ve 60. haftalarda toplam 162 tavuk (54x3) Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi Radyoloji Birimi'ne getirilerek radyografik incelemeleri yapılmıştır. Tavuklar, her köşesine ve üstüne delikler açılan karton kutu içine grupların düzenine göre (5'li, 7'li ve 10'lu yerleşim sıklığı) 3 veya 5 adet olacak şekilde yerleştirilerek taşınmıştır. Araştırmada, röntgen görüntüleri için tavuklara herhangi bir anestezi madde uygulanmamıştır. Röntgen çekim esnasında tavukların sabit durması için ve tavuğu tutan kişinin radyasyon alım riskine engel olabilmek adına içine mozaik taşları yerleştirilen kum torbaları dikilmiştir. Röntgen çekimi için kaset üzerine yatırılan tavuklar, lateral pozisyona getirilerek kanatlarının ve ayaklarının üzerine (tavuk çok hareketli ise boyun kısmına da) kum torbaları yerleştirilmiştir. Bu ağırlık sebebiyle kaset üzerinde sabit duran tavukların röntgen çekimleri 46 kV, 2.4 mAs değerine sahip röntgen cihazının tavuğun göğüs kemiğine olan uzaklığı 80 cm olacak şekilde ayarlanarak laterolateral grafi çekilmiştir. Deneme sonunda (60. hafta) elde edilen röntgen görüntülerinden göğüs kemiği hasarının tespiti için skorlama yapılmıştır. Skorlamada göğüs bölgesinde oluşan deviasyon ve kırık deformasyonları incelenmiştir. Değerlendirmede deviasyon için 0: deviasyon yok; 1: deviasyon var anlamına gelirken; kırıkta 0: kırık yok; 1: kırık var anlamına gelmektedir.



Şekil 3.17. Röntgen çekim aşaması



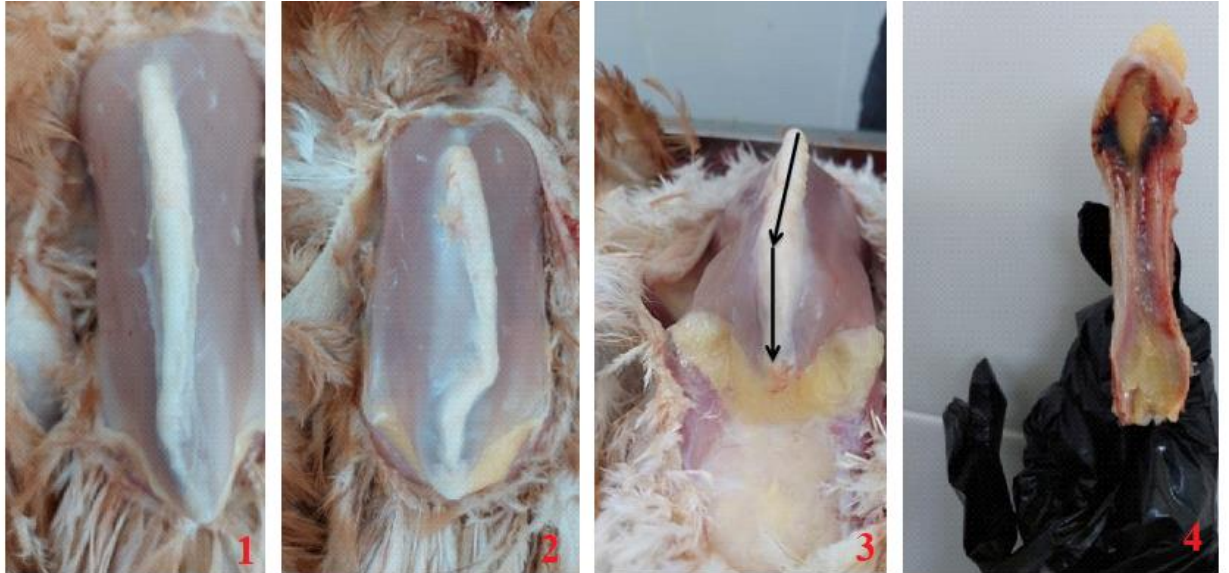
Şekil 3.18. Göğüs kemiği hasarı olan genotiplerin röntgen görüntüsü

3.2.4.3. Kesim

Denemenin sonunda (60. hafta) tavukların göğüs kemiğinde meydana gelen hasarların objektif olarak incelenmesi için 54 adet tavuğa kesim işlemi uygulanmıştır. Kesim esnasında gruplar arasında karışıklığı önlemek için tavukların ayaklarına kafes numaraları yazılmıştır. Kesim sonrası boş bir masanın üzerine yatırılan tavukların derileri kaldırıldıktan sonra göğüs bölgelerinin görüntüleri alınmıştır.



Şekil 3.19. 1) Dönem sonu kesilen tavuklar; 2) Normal göğüs kemiğine sahip genotip



Şekil 3.20. Göğüs kemiği hasarlı olan genotipler (1 ve 2 numaralı fotoğraflar farklı genotiplere, 3 ve 4 numaralı fotoğraflar ise aynı genotipe aittir)

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin analizleri yapılmasında SPSS v. 18 paket programı kullanılmıştır. Araştırma süresi boyunca elde edilen parametrelerin istatistik olarak değerlendirilmesinde; yumurta, performans ve kalite özelliklerinde varyans analizi, eklemeli yumurta verimi (adet) ve kemik gelişiminde belirli göreve sahip olan hormonların (CT, OC ve PTH) incelenmesi için General Linear Model (GLM) prosedürünün Repeated Measures (tekrarlı ölçüm modeli), kırık- çatlak yumurta verilerine ilişkin öncelikle normal dağılım testi (Shapiro-Wilk Test) uygulanmıştır. Normal dağılım göstermeyen bu verilere ikili grup için Mann Whitney U testi; üçlü grup için ise, Kruskal Wallis testi uygulanmıştır. Göğüs kemiği hasarlarından olan kırık ve deviasyon ve yumurta iç kalite özelliklerinden olan kan-et lekeleri çoklu lojistik regresyon analizi ile test edilmiştir.

Genel Linear Model (GLM)'de matematik model olarak;

$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + e_{ijk}$ formülü kullanılmıştır.

Y_{ijk} = Performans parametrelerinden herhangi birisinin değerini,

μ = Populasyon ortalamasını,

a_i = Genotip etkisi (Hy-Line Brown ve Isa Tinted)

b_j = Kafes sıklığının etkisi (750 cm², 535.71 cm² ve 375 cm² taban alanı/tavuk)

ab_{ij} = Genotip (i) ve yerleşim sıklığı (j) interaksyonu

Tekrarlı ölçümlerde aşağıdaki model kullanılmıştır.

$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + z_k + ab_{ij} + e_{ijkl}$.

Y_{ijkl} = Performans parametrelerinden herhangi birisinin değerini

μ = Populasyon ortalamasını,

a_i = Genotip etkisi (Hy-Line Brown ve Isa Tinted)

b_j = Kafes sıklığının etkisi (750 cm², 535.71 cm² ve 375 cm² taban alanı/tavuk)

zk = Hafta etkisi (20-60 hafta)

abij = Genotip (i) ve kafes sıklığı (j) interaksyonu

eijkl = Ortalaması 0, varyansı σ^2_e olan ($N \sim (0, \sigma^2_e)$) şansa bağlı hatayı

göstermektedir.

Çoklu lojistik regresyonda aşağıdaki model kullanılmıştır.

$$P(y) = (1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3)})^{-1}$$

P(y) = Kan ve et lekesinin olup (1) olmama (0) durumunu,

B₀ = Sabite ait regresyon katsayısını,

X₁ = Genotip etkisini (Hy-Line Brown ve Isa Tinted)

B₁ = Genotipe ait regresyon katsayısını,

X₂ = Kafes sıklığı etkisini (750 cm², 535.71 cm² ve 375 cm² taban alanı/tavuk)

B₂ = Kafes sıklığına ait regresyon katsayısını,

X₃ = Yaşın etkisini (20-50 hafta)

B₃ = Yaşa ait regresyon katsayısını göstermektedir.

4. BULGULAR

4.1. Performans Özellikleri

4.1.1. Canlı Ağırlık

Araştırma süresince her ay yapılan canlı ağırlık ölçüm sonuçları, kafes sıklığına, yaşa ve genotipe göre dağılımının varyans analiz sonuçları Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 incelendiğinde yaşa bağlı olarak canlı ağırlık değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli ($p<0.001$) olduğu belirlenmiştir. Her iki genotipte de yaşla birlikte canlı ağırlığın arttığı gözlenmiştir. Canlı ağırlık bakımından HB yumurtacı tavuklar ile IT’ler arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Kafes sıklığı bakımından gruplar arasındaki farklılığın da istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0.001$) saptanmıştır. Her iki genotipin de gruplardaki canlı ağırlıkları yerleşim sıklığının artmasıyla azaldığı görülmüştür. Kafes sıklığı x genotip x yaş interaksiyonunun canlı ağırlık üzerine etkili olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Deneme sonu ortalama canlı ağırlık değerleri HB yumurtacı tavuklarda 1968.07 ± 9.89 g; IT’lerde ise 1761.27 ± 10.42 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1. Canlı ağırlığın farklı yaş dönemlerine (18-40. hafta) ait iki yönlü varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)					
		18 ($\bar{x} \pm SE$)	24 ($\bar{x} \pm SE$)	28 ($\bar{x} \pm SE$)	32 ($\bar{x} \pm SE$)	36 ($\bar{x} \pm SE$)	40 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	1537.66±56.82	1834.00±56.82	1913.22±56.82	1933.88±56.82	2071.11±56.82	2075.55±56.82
	OKS	1499.11±56.82	1784.89±56.82	1837.49±56.82	1891.82±56.82	2001.58±56.82	2071.42±56.82
	YKS	1532.66±56.82	1780.44±56.82	1818.83±56.82	1852.33±56.82	1966.66±56.82	1995.55±56.82
	Hy-Line Brown	1523.14±32.81	1799.77±32.81	1856.51±32.81	1892.68±32.81	2013.12±32.81	2047.51±32.81
Isa Tinted	DKS	1428.88±56.82	1648.22±56.82	1720.46±56.82	1739.11±56.82	1824.44±56.82	1860.00±56.82
	OKS	1434.55±56.82	1677.66±56.82	1749.20±56.82	1769.76±56.82	1808.34±56.82	1820.63±56.82
	YKS	1437.33±56.82	1667.88±56.82	1723.05±56.82	1741.55±56.82	1850.00±56.82	1871.11±56.82
	Isa Tinted	1433.59±32.81	1664.59±32.81	1730.90±32.81	1750.14±32.81	1826.93±32.81	1850.58±32.81
Toplam	DKS	1483.27±40.18	1741.11±40.18	1816.84±40.18	1836.50±40.18	1947.77±40.18	1967.77±40.18
	OKS	1466.83±40.18	1731.27±40.18	1793.34±40.18	1830.79±40.18	1903.96±40.18	1946.03±40.18
	YKS	1485.00±40.18	1724.16±40.18	1770.94±40.18	1796.94±40.18	1908.33±40.18	1933.33±40.18
	Ortalama	1478.37±23.20	1732.18±23.20	1793.71±23.20	1821.41±23.20	1920.02±23.20	1949.04±23.20

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **KS**: kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama±standart hata.

Tablo 4.2. Canlı ağırlığın farklı yaş dönemlerine (44-60) ait iki yönlü varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)					
		44 ($\bar{x} \pm SE$)	48 ($\bar{x} \pm SE$)	52 ($\bar{x} \pm SE$)	56 ($\bar{x} \pm SE$)	60 ($\bar{x} \pm SE$)	Ort. ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	2106.11 $\pm$ 56.82	2151.08 $\pm$ 56.82	2128.00 $\pm$ 56.82	2119.22 $\pm$ 56.82	2174.00 $\pm$ 56.82	2003.99 $\pm$ 17.13
	OKS	2048.17 $\pm$ 56.82	2145.63 $\pm$ 56.82	2170.39 $\pm$ 56.82	2163.96 $\pm$ 56.82	2152.85 $\pm$ 56.82	1978.85 $\pm$ 17.13
	YKS	2009.00 $\pm$ 56.82	2045.53 $\pm$ 56.82	2090.83 $\pm$ 56.82	2093.61 $\pm$ 56.82	2066.27 $\pm$ 56.82	1921.36 $\pm$ 17.13
	Hy-Line Brown	2054.42 $\pm$ 32.81	2114.08 $\pm$ 32.81	2090.83 $\pm$ 32.81	2125.60 $\pm$ 32.81	2131.04 $\pm$ 32.81	1968.07 $\pm$ 9.89
Isa Tinted	DKS	1906.64 $\pm$ 56.82	2141.88 $\pm$ 56.82	1854.33 $\pm$ 56.82	1650.22 $\pm$ 56.82	1779.80 $\pm$ 76.23	1777.64 $\pm$ 17.75
	OKS	1854.60 $\pm$ 56.82	1914.04 $\pm$ 56.82	1871.66 $\pm$ 56.82	1669.84 $\pm$ 56.82	1818.00 $\pm$ 76.23	1762.40 $\pm$ 17.75
	YKS	18.34.11 $\pm$ 56.82	1812.98 $\pm$ 56.82	1771.16 $\pm$ 56.82	1772.70 $\pm$ 76.23	1699.62 $\pm$ 85.23	1743.78 $\pm$ 18.66
	Isa Tinted	1865.11 $\pm$ 32.81	1956.30 $\pm$ 32.81	1832.38 $\pm$ 32.81	1684.52 $\pm$ 36.92	1770.53 $\pm$ 45.81	1761.27 $\pm$ 10.42
Toplam	DKS	2006.37 $\pm$ 40.18	2146.48 $\pm$ 40.18	1991.16 $\pm$ 40.18	1884.72 $\pm$ 40.18	2033.21 $\pm$ 47.54	1890.81 $\pm$ 12.33 ^a
	OKS	1951.38 $\pm$ 40.18	2029.84 $\pm$ 40.18	2021.03 $\pm$ 40.18	1916.90 $\pm$ 40.18	2033.26 $\pm$ 47.54	1870.62 $\pm$ 12.33 ^a
	YKS	1921.55 $\pm$ 40.18	1929.26 $\pm$ 40.18	1872.63 $\pm$ 40.18	1979.00 $\pm$ 47.54	1953.46 $\pm$ 51.22	1832.57 $\pm$ 12.67 ^b
	Ortalama	1959.77 $\pm$ 23.20	2035.19 $\pm$ 23.20	1961.61 $\pm$ 23.20	1922.70 $\pm$ 24.70	2007.94 $\pm$ 28.17	1867.65 $\pm$ 18.14
P	KS	-----0.004-----					
	G	-----<0.001-----					
	Y	-----<0.001-----					
	KSxGxY	-----0.935-----					

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **G**: genotip; **KS**: kafes sıklığı; **Y**: yaş; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip; **Ort.**: ortalama; $\bar{x} \pm SE$: ortalama $\pm$ standart hata; ^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

4.1.2. Yumurta Verimi

Yumurta verimi üzerine genotipin, kafes sıklığının ve yaşın etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. Yumurta verimi üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta)

Kafes sıklığı	Genotip	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)
DKS	Hy-Line Brown	86.55	2.31
	Isa Tinted	80.12	2.31
	Ort.	83.33 ^A	1.63
OKS	Hy-Line Brown	85.79	2.31
	Isa Tinted	75.02	2.31
	Ort.	80.40 ^A	1.63
YKS	Hy-Line Brown	85.12	2.31
	Isa Tinted	60.39	2.31
	Ort.	72.75 ^B	1.63
P			
KS	-----	<0.001-----	
G	-----	<0.001-----	
KSXG	-----	<0.001-----	

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **G**: genotip; **KS**: kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip. **Ort.**: Ortalama; ^{A,B}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Tablo 4.3'e göre kafes sıklığının yumurta verimi üzerine etkisi önemli (p<0.001) bulunmuştur. DKS (%83.33) ve OKS (%80.40) gruplarda yumurta veriminin benzer ve YKS (%72.75) grubuna kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yumurta verimi genotipe göre değişkenlik göstermiş olup; HB yumurtacı tavuklardan dönem boyunca elde edilen yumurta verimi IT'lere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (p<0.001). Kafes sıklığı x genotip interaksiyonunun yumurta verimi üzerine etkisi önemli bulunmuştur (p<0.001).

Farklı yaş dönemlerine ait % yumurta verim değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) yumurta verimine (%) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		20-23 ($\bar{x} \pm SE$)	24-27 ($\bar{x} \pm SE$)	28-31 ($\bar{x} \pm SE$)	32-35 ($\bar{x} \pm SE$)	36-39 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	31.03±2.97	93.65±1.84	94.05±1.54	92.38±2.18	95.24±2.91
	OKS	31.92±2.97	88.95±1.87	89.23±1.54	91.95±2.18	95.47±2.91
	YKS	32.34±2.97	90.56±1.84	90.00±1.54	90.28±2.18	95.68±2.91
	Hy-Line Brown	31.76±1.65	91.05±1.10	91.10±0.95	91.49±1.25	95.46±1.77
Isa Tinted	DKS	37.78±2.96	91.43±1.87	93.01±1.54	88.01±2.18	88.57±2.91
	OKS	35.15±2.97	88.78±1.84	88.15±1.54	88.10±2.18	88.61±2.91
	YKS	37.34±2.97	92.43±1.84	90.04±1.54	88.29±2.18	77.42±2.91
	Isa Tinted	36.76±1.76	90.05±1.09	90.40±0.95	88.30±1.20	84.87±1.77
Toplam	DKS	34.41±2.13	92.54±1.30	93.53±1.10 ^a	90.20±1.56	91.91±2.46
	OKS	33.53±2.13	88.86±1.30	88.69±1.10 ^b	90.02±1.56	92.04±2.50
	YKS	34.84±2.13	90.99±1.30	90.02±1.10 ^b	89.29±1.56	86.55±2.46
	Ortalama	34.26±1.21	90.80±0.76	90.75±0.66	89.84±0.88	90.16±1.14
P	KS	0.904	0.154	0.009	0.906	0.110
	G	0.045	0.742	0.586	0.062	<0.001
	KSxG	0.839	0.704	0.920	0.848	0.085

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; OKS (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; YKS (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; G: genotip; KS: kafes sıklığı; Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; Isa Tinted: beyaz renkli genotip; ^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05); $\bar{x} \pm SE$: ortalama±standart hata.

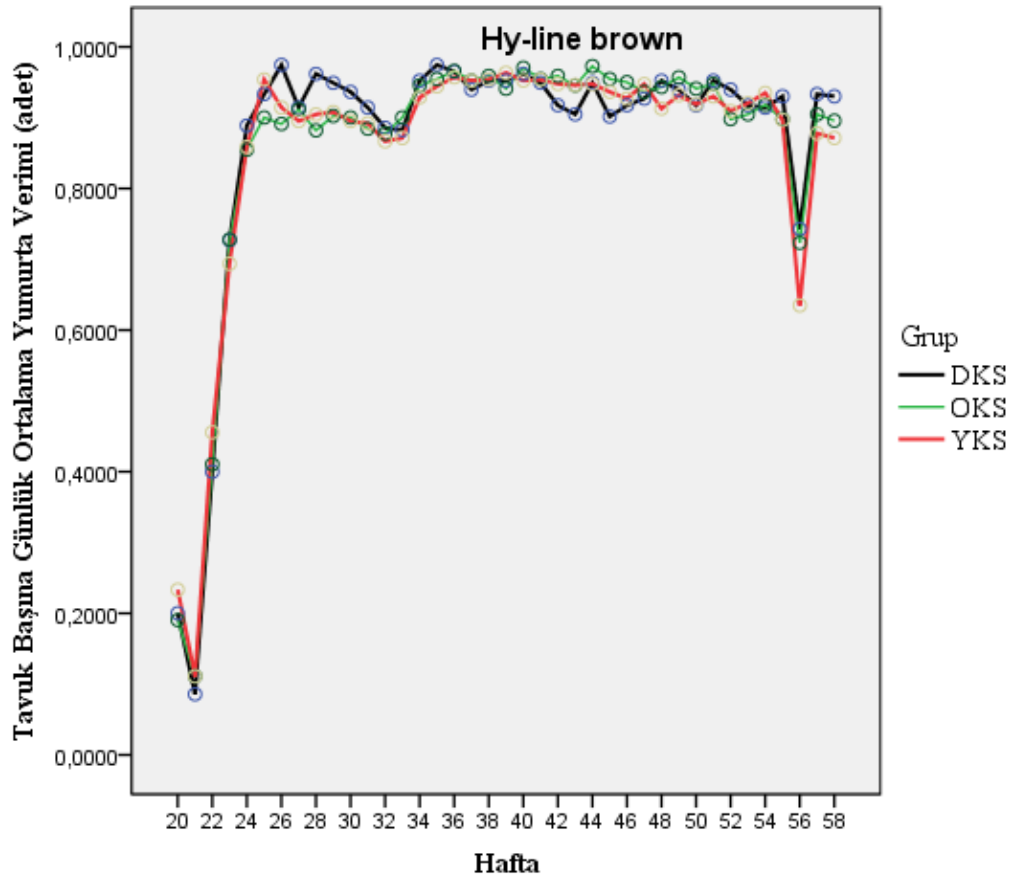
Tablo 4.5. Farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) yumurta verimine (%) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		40-43 ($\bar{x} \pm SE$)	44-47 ($\bar{x} \pm SE$)	48-51 ($\bar{x} \pm SE$)	52-55 ($\bar{x} \pm SE$)	56-59 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	93.33 $\pm$ 3.33	92.38 $\pm$ 3.90	94.05 $\pm$ 3.91	92.54 $\pm$ 3.88	86.88 $\pm$ 5.90
	OKS	95.75 $\pm$ 3.33	95.35 $\pm$ 3.90	94.73 $\pm$ 3.91	90.48 $\pm$ 3.88	84.13 $\pm$ 5.90
	YKS	95.00 $\pm$ 3.33	93.97 $\pm$ 3.90	92.34 $\pm$ 3.91	91.55 $\pm$ 3.88	79.48 $\pm$ 5.90
	Hy-Line Brown	94.70 $\pm$ 2.40	93.90 $\pm$ 2.77	93.71 $\pm$ 3.10	91.53 $\pm$ 3.67	83.49 $\pm$ 4.17
Isa Tinted	DKS	92.14 $\pm$ 3.33	89.44 $\pm$ 3.90	85.08 $\pm$ 3.91	78.25 $\pm$ 3.88	57.46 $\pm$ 5.90
	OKS	83.11 $\pm$ 3.33	78.46 $\pm$ 3.90	77.55 $\pm$ 3.91	73.47 $\pm$ 3.88	48.83 $\pm$ 5.90
	YKS	65.56 $\pm$ 3.33	59.41 $\pm$ 3.90	48.81 $\pm$ 3.91	30.71 $\pm$ 3.88	14.87 $\pm$ 5.90
	Isa Tinted	80.27 $\pm$ 2.40	75.77 $\pm$ 2.77	70.48 $\pm$ 3.10	60.81 $\pm$ 3.67	40.39 $\pm$ 4.17
Toplam	DKS	92.74 $\pm$ 3.20 ^a	90.91 $\pm$ 3.80 ^a	89.56 $\pm$ 4.28 ^a	85.40 $\pm$ 5.30 ^a	72.17 $\pm$ 6.87 ^a
	OKS	89.43 $\pm$ 3.20 ^a	86.91 $\pm$ 3.80 ^a	86.14 $\pm$ 4.28 ^a	81.97 $\pm$ 5.30 ^a	66.48 $\pm$ 6.87 ^a
	YKS	80.29 $\pm$ 3.20 ^b	76.69 $\pm$ 3.80 ^b	70.58 $\pm$ 4.28 ^b	61.13 $\pm$ 5.30 ^b	47.17 $\pm$ 6.87 ^b
	Ortalama	87.48 $\pm$ 1.95	84.83 $\pm$ 2.30	82.09 $\pm$ 2.68	76.17 $\pm$ 3.32	61.94 $\pm$ 4.16
P	KS	0.001	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
	G	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	KSxG	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.010

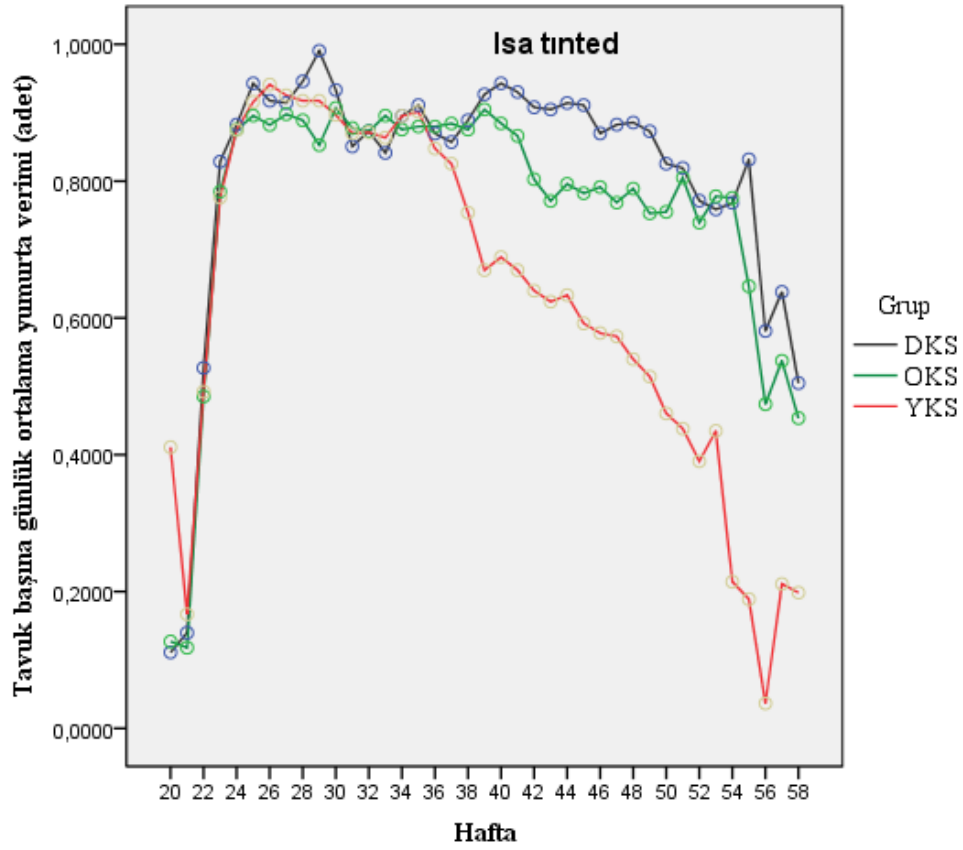
DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; OKS (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; YKS (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; G: genotip; KS: kafes sıklığı; Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; Isa Tinted: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama $\pm$ standart hata; a,b: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Kafes sıklığının yumurta verimi üzerine etkisi 28-31. ($p<0.01$), 40-43., 44-47., 48-51., 52-55. ve 56-59. haftalarda önemli ($p<0.001$) bulunmuştur. Genotipin yumurta verimi üzerine etkisi 36-39., 40-43., 44-47., 48-51., 52-55. ve 56-59. haftalarda önemli ($p<0.001$) bulunmuştur. Kafes sıklığı x genotip interaksyonu ise 40-43., 44-47., 48-51., 52-55. ve 56-59. haftalarda yumurta verimi üzerine etkisini önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$).

Araştırma süresi boyunca kaydedilen tavuk başına ait günlük ortalama yumurta verimleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de; kafes sıklığına göre günlük ortalama yumurta verimleri ise Şekil 4.3, Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’te sunulmuştur.

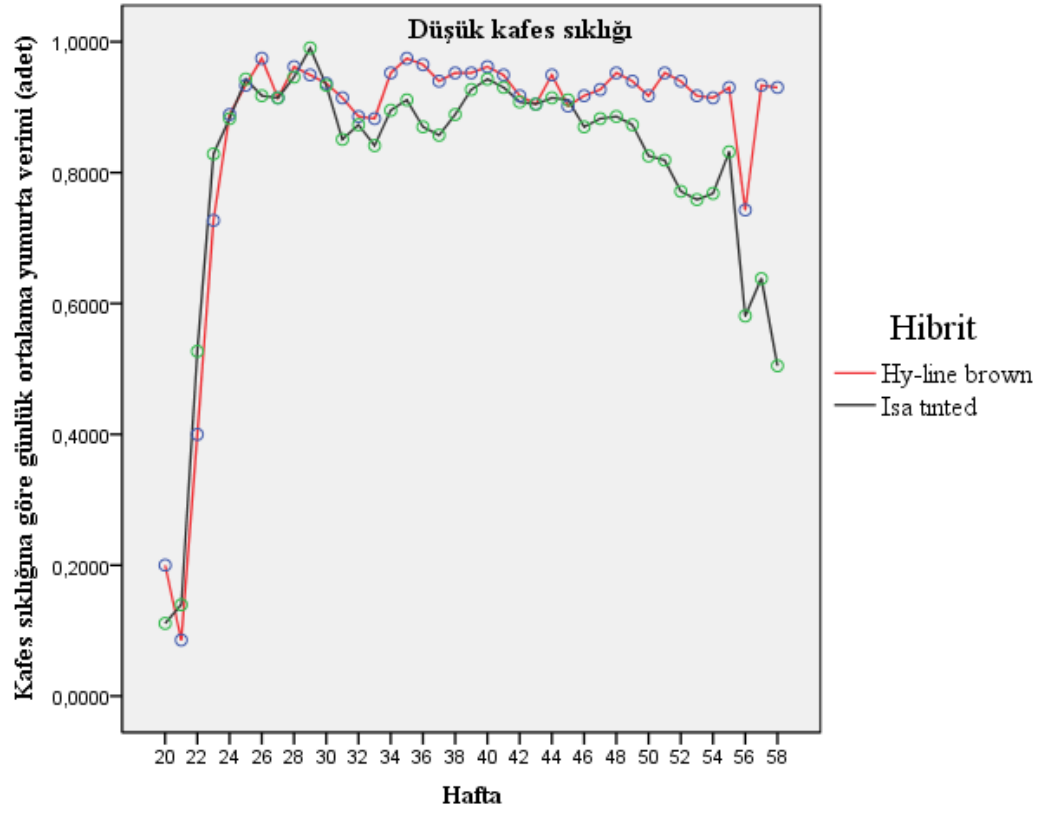


Şekil 4.1. Hy-Line Brown genotipine ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (**DKS** (5 tavuk/kafes): Düşük kafes sıklığı, **OKS** (7 tavuk/kafes): Orta kafes sıklığı, **YKS** (10 tavuk/kafes): Yüksek kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: Kahverengi genotip)



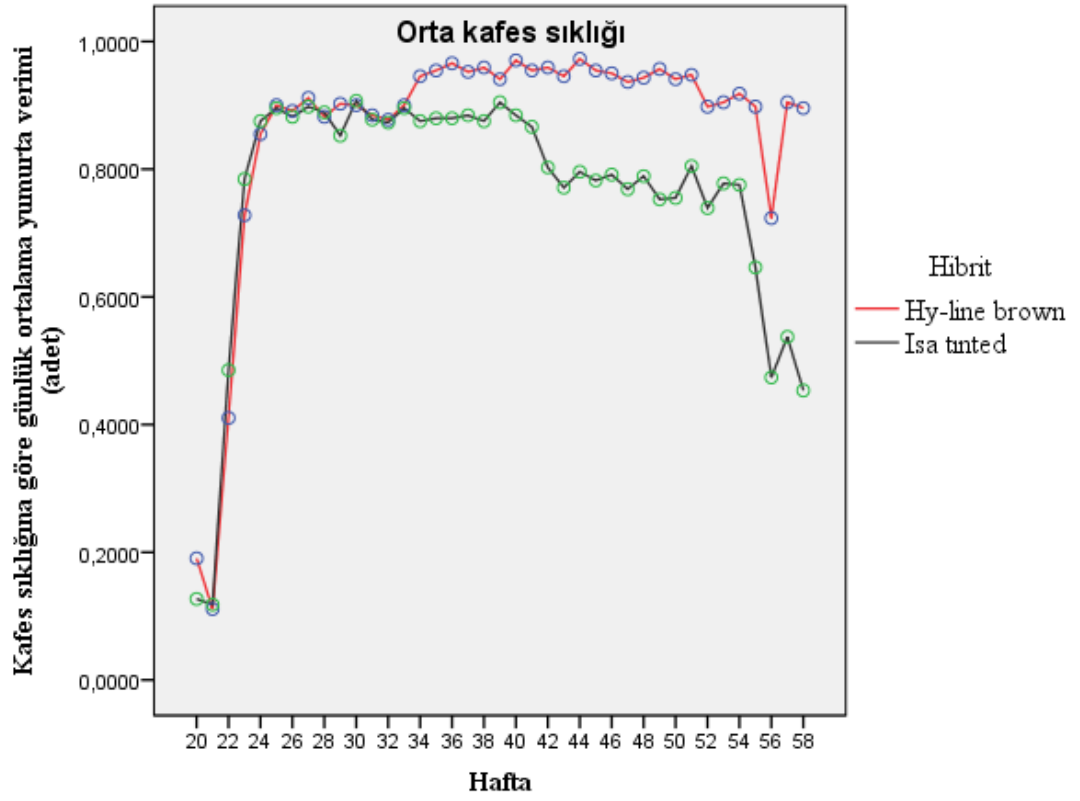
Şekil 4.2. Isa Tinted genotipine ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (**DKS** (5 tavuk/kafes): Düşük kafes sıklığı, **OKS** (7 tavuk/kafes): Orta kafes sıklığı, **YKS** (10 tavuk/kafes): Yüksek kafes sıklığı; **Isa Tinted**: Beyaz renkli genotip)

Şekil 4.1 ve şekil 4.2 incelendiğinde bütün deneme gruplarında HB yumurtacı tavuklarda yaşla birlikte ortalama günlük yumurta veriminde benzer artış gözlenmiştir; IT genotiplerde ise kafes sıklığına göre yumurta verimi fazladan aza doğru sırasıyla, DKS, OKS ve YKS'dir. IT yumurtacı tavukların YKS'de yumurta verimleri oldukça düşük çıkmıştır.



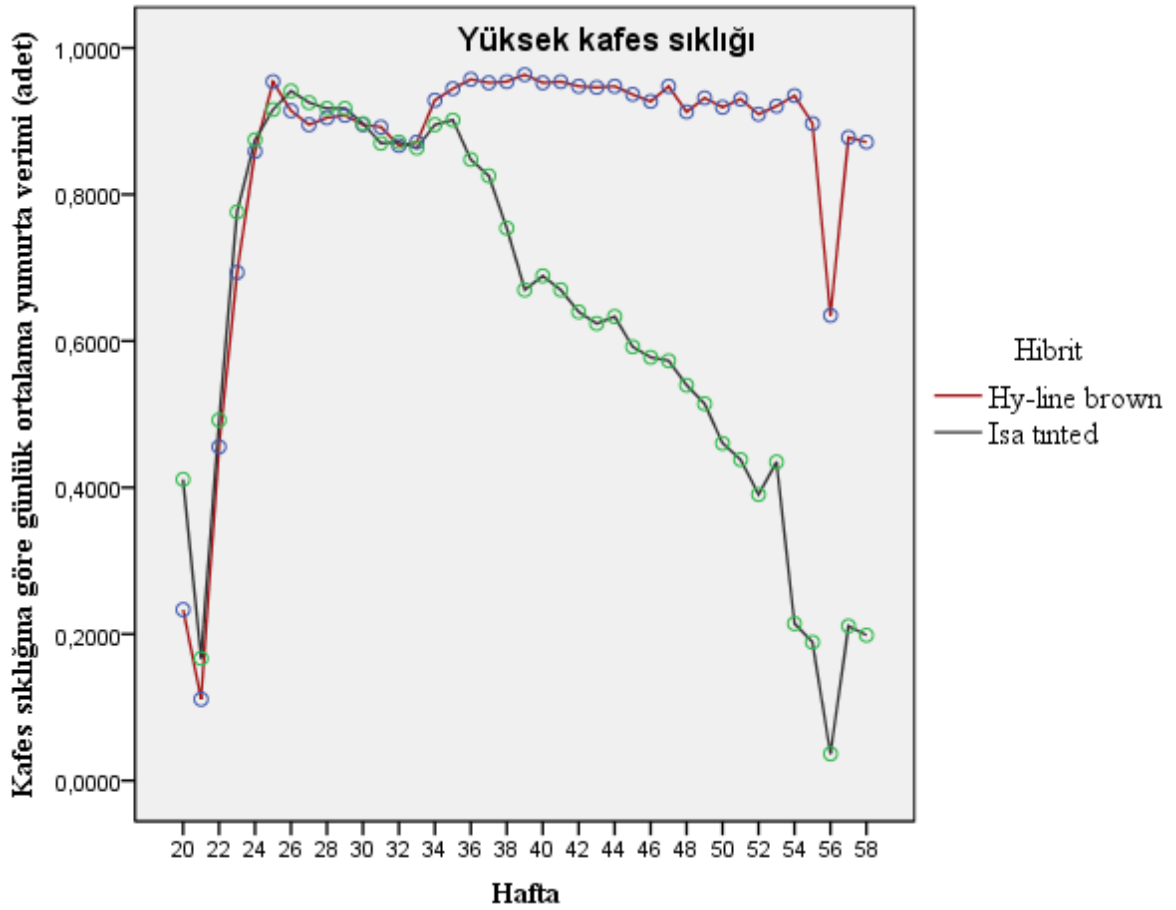
Şekil 4.3. Düşük kafes sıklığına (5 tavuk/kafes) ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (**Hy-Line Brown**: Kahverengi genotip; **Isa Tinted**: Beyaz renkli genotip)

DKS'de HB'lerin günlük ortalama yumurta verimleri, IT'lere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Orta kafes sıklığına (7 tavuk/kafes) ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (Hy-Line Brown: Kahverengi genotip; Isa Tinted: Beyaz renkli genotip)

Oks'de HB yumurtacı tavukların günlük ortalama yumurta verimleri, IT'lere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Yüksek kafes sıklığına (10 tavuk/kafes) ait günlük ortalama yumurta verimi (adet) (**Hy-Line Brown**: Kahverengi genotip; **Isa Tinted**: Beyaz renkli genotip)

YKS’de HB yumurtacı tavukların günlük ortalama yumurta verimleri, IT’lere göre daha fazla olduğu; ayrıca IT’lerin yüksek kafes sıklığında günlük ortalama yumurta verimlerinin düştüğü tespit edilmiştir.

4.1.3. Yumurta Ağırlığı

Yumurta ağırlığı üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisini gösteren varyans analiz sonuçları Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Yumurta ağırlığı üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta)

Kafes sıklığı	Genotip	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)
DKS	Hy-Line Brown	62.64	1.23
	Isa Tinted	58.34	1.23
	Ort.	60.49	0.87
OKS	Hy-Line Brown	61.48	1.23
	Isa Tinted	58.19	1.23
	Ort.	59.84	0.87
YKS	Hy-Line Brown	61.62	1.23
	Isa Tinted	57.07	1.23
	Ort.	59.35	0.87
P			
KS	-----	0.650	-----
G	-----	<0.001	-----
KSxG	-----	0.864	-----

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **G**: genotip; **KS**: kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip. **Ort.**: Ortalama.

Tablo 4.6 incelendiğinde yumurta ağırlığı üzerine kafes sıklığının önemli bir etkisinin olmadığı ($p>0.05$), genotipin yumurta ağırlığı üzerine etkisinin önemli ($p<0.001$) olduğu tespit edilmiştir. HB yumurtacı tavukların yumurta ağırlığı IT'lere göre daha ağır olduğu görülmüştür. Ayrıca kafes sıklığı x genotip interaksiyonunun yumurta ağırlığı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$).

Araştırma süresi boyunca haftalık olarak ölçümü yapılan yumurta ağırlığı (g) verilerine uygulanan varyans analiz sonuçları Tablo 4.7 ve Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) yumurta ağırlığına (g) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		20-23	24-27 ($\bar{x} \pm SE$)	28-31 ($\bar{x} \pm SE$)	32-35 ($\bar{x} \pm SE$)	36-39 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	-	53.59 $\pm$ 1.13	58.50 $\pm$ 0.84	60.61 $\pm$ 0.64	63.33 $\pm$ 0.48
	OKS	-	52.32 $\pm$ 1.13	57.41 $\pm$ 0.84	59.32 $\pm$ 0.64	63.39 $\pm$ 0.48
	YKS	-	53.49 $\pm$ 1.13	56.88 $\pm$ 0.84	60.05 $\pm$ 0.64	63.16 $\pm$ 0.48
	Hy-Line Brown	-	53.13 $\pm$ 0.65	57.60 $\pm$ 0.49	59.99 $\pm$ 0.37	63.29 $\pm$ 0.28
Isa Tinted	DKS	-	49.88 $\pm$ 1.13	53.75 $\pm$ 0.84	58.10 $\pm$ 0.64	61.42 $\pm$ 0.48
	OKS	-	61.63 $\pm$ 1.13	55.71 $\pm$ 0.84	58.23 $\pm$ 0.64	61.39 $\pm$ 0.48
	YKS	-	51.16 $\pm$ 1.13	55.05 $\pm$ 0.84	58.73 $\pm$ 0.64	61.74 $\pm$ 0.48
	Isa Tinted	-	50.89 $\pm$ 0.65	54.84 $\pm$ 0.49	58.35 $\pm$ 0.37	61.52 $\pm$ 0.28
Toplam	DKS	-	51.74 $\pm$ 0.80	56.12 $\pm$ 0.60	59.35 $\pm$ 0.45	62.34 $\pm$ 0.34
	OKS	-	51.98 $\pm$ 0.80	56.56 $\pm$ 0.60	58.77 $\pm$ 0.45	62.39 $\pm$ 0.34
	YKS	-	52.33 $\pm$ 0.80	55.96 $\pm$ 0.60	59.39 $\pm$ 0.45	62.44 $\pm$ 0.34
	Ortalama	-	52.01 $\pm$ 0.46	56.22 $\pm$ 0.34	59.17 $\pm$ 0.26	62.40 $\pm$ 0.20
P	KS	-	0.870	0.763	0.558	0.987
	G	-	0.019	<0.001	0.003	<0.001
	KSxG	-	0.415	0.134	0.494	0.814

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; OKS (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; YKS (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; G: genotip; KS: kafes sıklığı; Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; Isa Tinted: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama $\pm$ standart hata.

Tablo 4.8. Farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) yumurta ağırlığına (g) ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		40-43 ($\bar{x} \pm SE$)	44-47 ($\bar{x} \pm SE$)	48-51 ($\bar{x} \pm SE$)	52-55 ($\bar{x} \pm SE$)	56-59 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	64.25±0.60	65.06±0.42	64.95±0.81	64.73±2.50	68.76±9.53
	OKS	63.05±0.60	64.93±0.42	65.60±0.81	64.12±2.50	63.16±9.53
	YKS	63.09±0.60	65.02±0.42	64.29±0.81	64.91±2.50	63.68±9.53
	Hy-Line Brown	63.46±0.35	65.00±0.25	64.95±0.47	64.59±1.44	65.19±5.50
Isa Tinted	DKS	63.17±0.60	64.34±0.42	64.10±0.81	65.26±2.50	45.03±9.53
	OKS	61.98±0.60	63.51±0.42	62.88±0.81	66.50±2.50	41.91±9.53
	YKS	62.96±0.60	64.10±0.42	65.28±0.81	61.33±2.50	43.31±9.53
	Isa Tinted	62.70±0.35	63.98±0.25	64.09±0.47	61.03±1.44	43.42±5.50
Toplam	DKS	63.71±0.43	64.70±0.30	64.52±0.57	65.00±1.77	59.90±6.74
	OKS	62.52±0.43	64.22±0.30	64.24±0.57	65.31±1.77	52.53±6.74
	YKS	63.02±0.43	64.79±0.30	64.79±0.57	58.12±1.77	53.50±6.74
	Ortalama	63.10±0.25	64.49±0.17	64.52±0.33	62.81±1.02	54.31±3.89
P	KS	0.148	0.508	0.800	0.008	0.891
	G	0.128	0.005	0.199	0.088	0.007
	KSxG	0.665	0.702	0.083	0.004	0.984

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; OKS (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; YKS (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; G: genotip; KS: kafes sıklığı; Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; Isa Tinted: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama±standart hata.

Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 incelendiğinde kafes sıklığının yumurta ağırlığı üzerine etkisi 52-55. haftalar ($p<0.01$) arası hariç bütün yaş aralığında önemsiz olarak bulunmuştur ($p>0.05$). Genotipin yumurta ağırlığı üzerine etkisi ise 40-43., 48-51. ve 52-55. haftalar ($p<0.05$) hariç diğer haftalar arasında önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kafes sıklığı x genotip interaksiyonunun yumurta ağırlığı üzerine etkisi 52-55. haftalar ($p<0.01$) arası hariç bütün haftalarda önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Genel olarak yumurta ağırlığında 56-59. haftalar hariç yaşla birlikte arttığı görülmüştür.

4.1.4. Yem Tüketimi

Yem tüketimi üzerine genotipin, kafes sıklığının ve yaşın etkisinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.9’ da sunulmuştur.

Tablo 4.9. Yem tüketimi üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta)

Kafes sıklığı	Genotip	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)
DKS	Hy-Line Brown	113.94	1.16
	Isa Tinted	108.56	1.16
	Ort.	111.25 ^A	0.82
OKS	Hy-Line Brown	112.25	1.16
	Isa Tinted	108.10	1.16
	Ort.	110.17 ^{AB}	0.82
YKS	Hy-Line Brown	112.63	1.16
	Isa Tinted	103.83	1.16
	Ort.	108.23 ^B	0.82
P			
KS	-----	0.030-----	
G	-----	<0.001-----	
KSxG	-----	0.113-----	

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **G**: genotip; **KS**: kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip. **Ort.**: Ortalama; ^{A,B,AB}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$).

Tablo 4.9 incelendiğinde kafes sıklığının ($p<0.05$) ve genotipin ($p<0.001$) yem tüketimi üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Yem tüketimi, DKS (111.25

g)'de OKS (110.17 g) ve YKS (108.23 g)'ye kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada HB yumurtacı tavukların günlük ortalama 112.94 g yem tükettiği; IT'lerin ise 106.83 g yem tükettiği tespit edilmiştir. Kafes sıklığı x genotip interaksyonu yem tüketimi üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$).

Araştırmada farklı grup, genotip ve yaş dönemlerine ait kaydedilen yem tüketim (g) verilerine uygulanan varyans analiz sonuçları Tablo 4.10 ve Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Tablo 4.10 ve Tablo 4.11 incelendiğinde kafes sıklığının 52-55. haftalar arası ($p<0.05$) hariç diğer haftalar arasında yem tüketimine etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur ($p>0.05$). Genotipin yem tüketimi üzerine etkisi, 24-27., 32-35.- 36-39., 40-43., 44-47. ve 56-59. haftalarda önemli ($p<0.05$); 20-23., 28-31., 48-51. ve 52-55. haftalarda ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Bunların yanında kafes sıklığı x genotip interaksyonunun yem tüketimi üzerine etkisi 24-27., 32-35. ve 52-55. haftalar arası ($p<0.05$) hariç diğer haftalarda önemsiz olarak belirlenmiştir ($p>0.05$). Genel olarak yem tüketimi yaşla birlikte artmıştır; ancak 52-55 ile 56-59. haftalarda her iki genotipin de yem tüketiminde azalma görülmüştür.

Tablo 4.10. Yem tüketimine (g) ait farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		20-23 ($\bar{x} \pm SE$)	24-27 ($\bar{x} \pm SE$)	28-31 ($\bar{x} \pm SE$)	32-35 ($\bar{x} \pm SE$)	36-39 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	85.72 $\pm$ 1.96	112.51 $\pm$ 1.57	113.12 $\pm$ 1.94	117.46 $\pm$ 1.44	123.36 $\pm$ 2.32
	OKS	85.85 $\pm$ 1.96	106.72 $\pm$ 1.57	109.14 $\pm$ 1.94	113.58 $\pm$ 1.44	123.31 $\pm$ 2.32
	YKS	87.25 $\pm$ 1.96	106.40 $\pm$ 1.57	105.95 $\pm$ 1.94	112.02 $\pm$ 1.44	111.02 $\pm$ 2.32
	Hy-Line Brown	86.27 $\pm$ 1.15	108.54 $\pm$ 0.97	109.41 $\pm$ 1.16	114.45 $\pm$ 0.89	112.43 $\pm$ 1.31
Isa Tinted	DKS	86.15 $\pm$ 1.96	102.12 $\pm$ 1.57	106.91 $\pm$ 1.94	110.23 $\pm$ 1.44	116.05 $\pm$ 2.32
	OKS	88.13 $\pm$ 1.96	102.41 $\pm$ 1.57	108.13 $\pm$ 1.94	110.88 $\pm$ 1.44	111.80 $\pm$ 2.32
	YKS	92.19 $\pm$ 1.96	104.91 $\pm$ 1.57	109.50 $\pm$ 1.94	112.59 $\pm$ 1.44	114.79 $\pm$ 2.32
	Isa Tinted	88.23 $\pm$ 1.15	103.15 $\pm$ 0.97	108.18 $\pm$ 1.16	111.25 $\pm$ 0.85	114.55 $\pm$ 1.31
Toplam	DKS	85.93 $\pm$ 1.40	107.32 $\pm$ 1.34	110.02 $\pm$ 1.42	113.84 $\pm$ 1.13	119.70 $\pm$ 1.90
	OKS	86.99 $\pm$ 1.40	104.57 $\pm$ 1.34	108.64 $\pm$ 1.42	112.23 $\pm$ 1.13	118.05 $\pm$ 1.90
	YKS	89.72 $\pm$ 1.40	105.64 $\pm$ 1.34	107.73 $\pm$ 1.42	112.30 $\pm$ 1.13	117.71 $\pm$ 1.90
	Ortalama	87.55 $\pm$ 0.82	105.84 $\pm$ 0.77	108.79 $\pm$ 0.82	112.79 $\pm$ 0.65	118.49 $\pm$ 1.10
P	KS	0.149	0.223	0.498	0.455	0.657
	G	0.118	<0.001	0.446	0.011	<0.001
	KSxG	0.516	0.021	0.051	0.032	0.591

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; OKS (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; YKS (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; G: genotip; KS: kafes sıklığı; Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; Isa Tinted: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama $\pm$ standart hata.

Tablo 4.11. Yem tüketimine (g) ait farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		40-43 ($\bar{x} \pm SE$)	44-47 ($\bar{x} \pm SE$)	48-51 ($\bar{x} \pm SE$)	52-55 ($\bar{x} \pm SE$)	56-59 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	125.73 $\pm$ 2.14	122.24 $\pm$ 2.06	124.64 $\pm$ 2.63	122.43 $\pm$ 5.18	92.25 $\pm$ 8.56
	OKS	123.46 $\pm$ 2.14	124.45 $\pm$ 2.06	126.10 $\pm$ 2.63	119.06 $\pm$ 5.18	90.81 $\pm$ 8.56
	YKS	122.40 $\pm$ 2.14	121.80 $\pm$ 2.06	127.34 $\pm$ 2.63	126.64 $\pm$ 5.18	95.90 $\pm$ 8.56
	Hy-Line Brown	123.86 $\pm$ 1.27	122.83 $\pm$ 1.17	126.02 $\pm$ 1.48	122.71 $\pm$ 3.49	92.98 $\pm$ 5.10
Isa Tinted	DKS	120.03 $\pm$ 2.14	120.82 $\pm$ 2.06	123.14 $\pm$ 2.63	121.60 $\pm$ 5.18	78.49 $\pm$ 8.56
	OKS	113.13 $\pm$ 2.14	117.32 $\pm$ 2.06	126.56 $\pm$ 2.63	127.76 $\pm$ 5.18	73.90 $\pm$ 8.56
	YKS	118.02 $\pm$ 2.14	118.73 $\pm$ 2.06	122.99 $\pm$ 2.63	95.60 $\pm$ 5.18	48.90 $\pm$ 8.56
	Isa Tinted	117.06 $\pm$ 1.27	118.96 $\pm$ 1.17	124.23 $\pm$ 1.48	114.98 $\pm$ 3.49	67.10 $\pm$ 5.10
Toplam	DKS	112.88 $\pm$ 1.71	121.53 $\pm$ 1.52	128.89 $\pm$ 1.83	122.02 $\pm$ 4.21	85.37 $\pm$ 6.90
	OKS	118.30 $\pm$ 1.71	120.89 $\pm$ 1.52	126.33 $\pm$ 1.83	123.41 $\pm$ 4.21	82.36 $\pm$ 6.90
	YKS	120.21 $\pm$ 1.71	120.27 $\pm$ 1.52	125.16 $\pm$ 1.83	11.12 $\pm$ 4.21	72.40 $\pm$ 6.90
	Ortalama	120.46 $\pm$ 1.00	120.89 $\pm$ 0.86	125.13 $\pm$ 1.04	118.85 $\pm$ 2.50	80.03 $\pm$ 3.98
P	KS	0.110	0.829	0.652	0.043	0.293
	G	<0.001	0.026	0.407	0.074	0.001
	KSxG	0.352	0.370	0.655	0.001	0.111

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; OKS (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; YKS (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; G: genotip; KS: kafes sıklığı; Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; Isa Tinted: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama $\pm$ standart hata.

4.1.5. Yemden Yararlanma Oranı

Yemden yararlanma oranı üzerine genotipin ve kafes sıklığının etkisinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Tablo 4.12. Yemden yararlanma oranı üzerine genotip ve kafes sıklığının etkisi (20-59. hafta)

Kafes sıklığı	Genotip	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)
DKS	Hy-Line Brown	2.08	0.12
	Isa Tinted	2.12	0.12
	Ort.	2.15 ^B	0.09
OKS	Hy-Line Brown	2.11	0.12
	Isa Tinted	2.54	0.12
	Ort.	2.32 ^B	0.09
YKS	Hy-Line Brown	2.13	0.12
	Isa Tinted	3.24	0.12
	Ort.	2.69 ^A	0.09
P			
KS	-----	<0.001-----	
G	-----	<0.001-----	
KSxG	-----	<0.001-----	

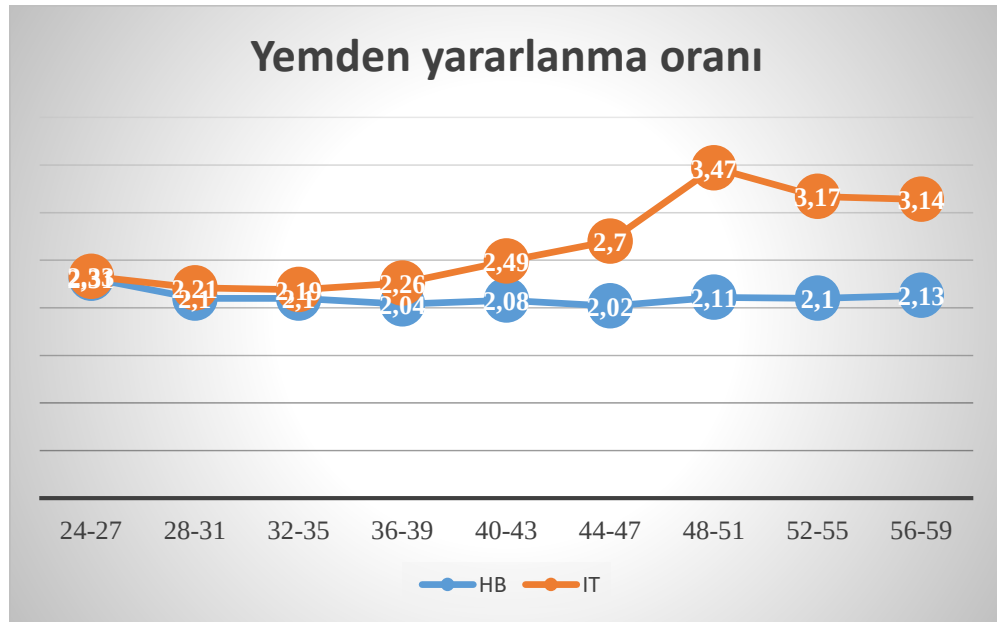
DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **G**: genotip; **KS**: kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip. **Ort.**: Ortalama; ^{A,B}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$).

Kafes sıklığının, yemden yararlanma oranı üzerine önemli bir etkisinin olduğu ($p<0.001$); YKS’deki tavukların yemden yararlanma oranının (2.69), diğer iki gruba (DKS (2.15) ve OKS (2.32)) kıyasla daha kötü olduğu belirlenmiştir. Yemden yararlanma oranı üzerine genotipin de etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Tablo 4.12 incelendiğinde; HB yumurtacı tavukların yemden yararlanma oranı IT’lere göre daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca kafes sıklığı x genotip interaksyonunun da yemden yararlanma oranı üzerine önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır ($p<0.001$).

Farklı yaş dönemlerine ait yemden yararlanma oranı verilerine uygulanan varyans analiz sonuçları Tablo 4.13 ve Tablo 4.14’te sunulmuştur.

Tablo 4.13 ve Tablo 4.14 incelendiğinde; yemden yararlanma oranı üzerine kafes sıklığının, genotipin ve kafes sıklığı x genotip interaksyonunun yaşa göre önemlilik dereceleri gösterilmiştir. Yemden yararlanma oranı üzerine kafes sıklığının etkisi, 40-43., 44-47. ve 52-55. haftalarda önemli ($p<0.01$) bulunmuşken; 24-27., 28-31., 32-35., 36-39., 48-51. ve 56-59. haftalarda ise önemsiz saptanmıştır ($p>0.05$). Yemden yararlanma oranı üzerine genotipin etkisi, 28-31., 36-39., 40-43., 44-47., 48-51. ve 52-55. haftalarda önemli ($p<0.01$) olduğu belirlenmişken; 24-27., 32-35. ve 56-59. haftalarda ise önemsiz ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kafes sıklığı x genotip interaksyonunun yemden yararlanma oranı üzerine etkisi, 36-39., 40-43., 44-47. ve 52-55. haftalarda önemli ($p<0.01$); 24-27., 28-31., 32-35., 48-51. ve 56-59. haftalarda önemsiz ($p>0.05$) olarak bulunmuştur.

Genotiplerin yaşa göre yemden yararlanma oranlarının değişimi Şekil 4.6’da sunulmuştur.



Şekil 4.6. Genotiplerin yaşa göre yemden yararlanma oranları (HB: Hy-Line Brown; IT: Isa Tinted)

Tablo 4.13. Farklı yaş dönemlerinde (20-39. haftalar) yemden yararlanma oranına ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		20-23 ($\bar{x} \pm SE$)	24-27 ($\bar{x} \pm SE$)	28-31 ($\bar{x} \pm SE$)	32-35 ($\bar{x} \pm SE$)	36-39 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	-	2.27 $\pm$ 0.08	2.10 $\pm$ 0.04	2.10 $\pm$ 0.06	2.06 $\pm$ 0.08
	OKS	-	2.40 $\pm$ 0.08	2.14 $\pm$ 0.04	2.11 $\pm$ 0.06	2.04 $\pm$ 0.08
	YKS	-	2.25 $\pm$ 0.08	2.10 $\pm$ 0.04	2.07 $\pm$ 0.06	2.00 $\pm$ 0.08
	Hy-Line Brown	-	2.31 $\pm$ 0.05	2.10 $\pm$ 0.03	2.10 $\pm$ 0.04	2.04 $\pm$ 0.05
Isa Tinted	DKS	-	2.34 $\pm$ 0.08	2.17 $\pm$ 0.04	2.21 $\pm$ 0.06	2.18 $\pm$ 0.08
	OKS	-	2.37 $\pm$ 0.08	2.24 $\pm$ 0.04	2.18 $\pm$ 0.06	2.10 $\pm$ 0.08
	YKS	-	2.30 $\pm$ 0.08	2.22 $\pm$ 0.04	2.50 $\pm$ 0.06	2.50 $\pm$ 0.08
	Isa Tinted	-	2.33 $\pm$ 0.05	2.21 $\pm$ 0.03	2.19 $\pm$ 0.03	2.26 $\pm$ 0.05
Toplam	DKS	-	2.31 $\pm$ 0.06	2.12 $\pm$ 0.03	2.16 $\pm$ 0.05	2.12 $\pm$ 0.06
	OKS	-	2.38 $\pm$ 0.06	2.19 $\pm$ 0.03	2.15 $\pm$ 0.05	2.07 $\pm$ 0.06
	YKS	-	2.30 $\pm$ 0.06	2.15 $\pm$ 0.03	2.13 $\pm$ 0.05	2.25 $\pm$ 0.06
	Ortalama	-	2.32 $\pm$ 0.32	2.15 $\pm$ 0.01	2.14 $\pm$ 0.02	2.15 $\pm$ 0.04
P	KS	-	0.389	0.278	0.912	0.058
	G	-	0.682	0.002	0.073	0.001
	KSxG	-	0.804	0.821	0.945	0.011

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **G**: genotip; **KS**: kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama $\pm$ standart hata.

Tablo 4.14. Farklı yaş dönemlerinde (40-59. haftalar) yemden yararlanma oranına ait ortalama, standart hata ve varyans analizi sonuçları

Genotip	Kafes sıklığı	Yaş (Hafta)				
		40-43 ($\bar{x} \pm SE$)	44-47 ($\bar{x} \pm SE$)	48-51 ($\bar{x} \pm SE$)	52-55 ($\bar{x} \pm SE$)	56-59 ($\bar{x} \pm SE$)
Hy-Line Brown	DKS	2.11±0.14	2.05±0.19	2.05±0.60	2.05±0.26	1.94±0.84
	OKS	2.10±0.14	2.02±0.19	2.04±0.60	2.10±0.26	2.08±0.84
	YKS	2.10±0.14	2.00±0.19	2.23±0.60	2.15±0.26	2.38±0.84
	Hy-Line Brown	2.08±0.10	2.02±0.13	2.11±0.35	2.10±0.17	2.13±0.50
Isa Tinted	DKS	2.10±0.14	2.12±0.19	2.31±0.60	2.47±0.26	2.05±0.84
	OKS	2.30±0.14	2.56±0.19	3.80±0.60	2.86±0.26	2.45±0.84
	YKS	3.10±0.14	3.44±0.19	4.31±0.60	4.20±0.26	4.92±0.84
	Isa Tinted	2.49±0.10	2.70±0.13	3.47±0.35	3.17±0.17	3.14±0.50
Toplam	DKS	2.10±0.12	2.10±0.17	2.18±0.45	2.62±0.23	1.99±0.60
	OKS	2.19±0.12	2.29±0.17	2.92±0.45	2.47±0.23	2.26±0.60
	YKS	2.58±0.12	2.72±0.17	3.27±0.45	3.16±0.23	3.65±0.60
	Ortalama	2.30±0.07	2.36±0.10	2.79±0.26	2.63±0.14	2.63±0.36
P	KS	0.003	0.006	0.177	0.003	0.118
	G	0.001	<0.001	0.007	<0.001	0.148
	KSxG	<0.001	0.003	0.268	0.008	0.292

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; OKS (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; YKS (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; G: genotip; KS: kafes sıklığı; Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; Isa Tinted: beyaz renkli genotip; $\bar{x} \pm SE$: ortalama±standart hata.

4.1.6. Yaşama Gücü

Yaşama gücü üzerine genotipin, kafes sıklığının ve yaşın etkisinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.15'te sunulmuştur.

Tablo 4.15. Yaşama gücü (%) üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisi (20-59. hafta)

Kafes sıklığı	Genotip	Ortalama($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)
DKS	Hy-Line Brown	99.98	0.95
	Isa Tinted	97.41	0.95
	Ort.	98.69 ^A	0.67
OKS	Hy-Line Brown	99.98	0.95
	Isa Tinted	97.98	0.95
	Ort.	98.98 ^A	0.67
YKS	Hy-Line Brown	99.97	0.95
	Isa Tinted	92.84	0.95
	Ort.	96.40 ^B	0.67
P			
KS	-----	0.012-----	
G	-----	<0.001-----	
KSxG	-----	0.013-----	
Yaş (Quadratic)	-----	<0.001-----	

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **G**: genotip; **KS**: kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip. **Ort.**: Ortalama; ^{A,B}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Kafes sıklığının yaşama gücü üzerine etkisinin önemli (p<0.01) olduğu; YKS'de yaşama gücünün (%96.40) diğer iki gruba (DKS (%98.69) ve OKS (%98.98) kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Genotipin, yaşama gücü özelliği üzerine etkisi önemli olmuştur (p<0.001). Tablo 4.15 incelendiğinde her grupta HB yumurtacı tavuklarının yaşama gücü özelliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kafes sıklığı x genotip interaksiyonunun yaşama gücü üzerine etkisi önemli bulunmuştur (p<0.01).

Yaşın, yaşama gücü üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir (p<0.001). Genel olarak ölüm oranlarının yaşla birlikte arttığı belirlenmiştir. 20-23, 24-27, 28-31 ve

32-35. haftalardaki yaşama gücü %99.6 ve üzerinde, 36-39, 40-43, 44-47 ve 48-51. haftalardaki yaşama gücü %99.25 ile %99.54 arasında, 52-55. haftalardaki yaşama gücü %95.97 değerinde, 56-59. haftalardaki yaşama gücü ise %87.26'ya düştüğü tespit edilmiştir.

4.1.7. Yumurta Kırık-Çatlak Oranı

Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine kafes sıklığının etkisini gösteren veriler Tablo 4.16'da sunulmuştur.

Tablo 4.16. Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine kafes sıklığının etkisi

Kafes sıklığı	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)	P
DKS	0.59	0.08	<0.001
OKS	0.35	0.06	<0.001
YKS	0.20	0.02	<0.001

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı.

Kafes sıklığı arttıkça kırık-çatlak yumurta oranının azaldığı gözlenmiştir ($p<0.001$). Kırık-çatlak yumurta oranı her grupta önemli bulunmuş ($p<0.001$); DKS ile YKS grupları arasında kırık-çatlak yumurta oranı bakımından önemli bir ilişki olduğu ($p<0.01$), OKS ile YKS grupları arasındaki ilişkinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine genotipin etkisini gösteren veriler Tablo 4.17'de sunulmuştur.

Tablo 4.17. Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine genotipin etkisi

Genotip	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)	P
Hy-Line Brown	0.17	0.02	<0.001
Isa Tinted	0.59	0.06	<0.001

Hy-Line Brown: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted:** beyaz renkli genotip.

Tablo 4.17 incelendiğinde kırık-çatlak yumurta oranı, beyaz renkli (IT) yumurtacı tavuklarda kahverengi yumurtacı tavuklara (HB'ler) kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$).

Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine yaşın etkisini gösteren veriler Tablo 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4.18. Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine yaşın (hafta) etkisi

Hafta	Ortalama ($\bar{x}$)	Standart hata (S_x)	P
(1) 24-32. hafta	0.14	0.03	<0.001
(2) 33-41. hafta	0.44	0.08	<0.001
(3) 42-50. hafta	0.24	0.05	<0.001
(4) 51-60. hafta	0.49	0.09	<0.001

Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Kırık-çatlak yumurta oranının en yüksek 51-60. haftalarda olduğu tespit edilmiştir. Haftalar kendi aralarında değerlendirildiğinde; 1-2 haftalar arası önemli ($p<0.01$), 1-3 haftalar arası önemsiz ($p>0.05$), 1-4 haftalar arası önemli ($p<0.01$), 2-3 haftalar arası önemsiz ($p>0.05$), 2-4 haftalar arası önemsiz ($p>0.05$) ve 3-4 haftalar arası sonuç önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

4.2. Yumurta Kalite Özellikleri

4.2.1. Yumurta Dış Kalite Özellikleri

Araştırma süresi boyunca ayda bir yapılan yumurta dış kalite analiz verilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.19'da sunulmuştur. Tablo 4.19 genel olarak incelendiğinde, yumurta dış kalite parametrelerinden (yumurta ağırlığı (g), şekil indeksi (%), kırılma mukavemeti (kg/cm^2) ve kabuk kalınlığı (mm)) sadece şekil indeksi kafes sıklığına göre farklılık göstermiştir. DKS'den elde edilen yumurtaların şekil indeksi (% 77.09 ± 0.17), OKS (% 77.61 ± 0.17) ve YK'ye (% 77.70 ± 0.17) göre daha düşük olduğu

tespit edilmiştir. Yumurta dış kalite parametrelerinin iki genotipte de benzer olduğu görülmüştür.

Yumurta dış kalite parametreleri üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisi Tablo 4.20’de sunulmuştur. Yaşın, yumurta dış kalite parametreleri üzerine etkisi oldukça önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$).



Tablo 4.19. Farklı yaş dönemlerinde (24-60) yumurta dış kalite parametrelerine ait ortalama ve standart hata sonuçları

Kafes sıklığı	Genotip	Yaş (Hafta)	Yumurta ağırlığı (g) ($\bar{x} \pm SE$)	Şekil indeksi (%) ($\bar{x} \pm SE$)	Kırılma mukavemeti (kg/cm ²) ($\bar{x} \pm SE$)	Kabuk kalınlığı (mm) ($\bar{x} \pm SE$)
DKS	Hy-Line Brown	24-28	56.32±1.18	73.72±0.54	5.07±0.23	0.36±0.12
		32-36	61.17±1.18	79.33±0.54	4.94±0.23	0.41±0.12
		40-44	65.94±1.18	77.11±0.54	4.52±0.23	0.42±0.12
		48-52	67.01±1.18	77.72±0.54	4.54±0.23	0.45±0.12
		56-60	66.69±1.18	76.72±0.54	4.49±0.23	0.43±0.12
		Ort.	63.43±0.53	76.92±0.24	4.71±0.10	0.41±0.00
	Isa Tinted	24-28	52.06±1.18	73.44±0.54	4.65±0.23	0.36±0.12
		32-36	59.55±1.18	77.83±0.54	4.59±0.23	0.41±0.12
		40-44	65.06±1.18	78.28±0.54	4.99±0.23	0.43±0.12
		48-52	66.46±1.18	78.44±0.54	4.67±0.23	0.45±0.12
		56-60	68.55±1.18	78.29±0.54	4.21±0.23	0.43±0.12
		Ort.	62.33±0.53	77.26±0.24	4.62±0.10	0.42±0.00
	DKS		62.88±0.37	77.09±0.17 ^b	4.67±0.07	0.41±0.00
OKS	Hy-Line Brown	24-28	55.12±1.18	74.67±0.54	4.85±0.23	0.36±0.12
		32-36	61.96±1.18	79.56±0.54	4.88±0.23	0.41±0.12
		40-44	65.72±1.18	78.39±0.54	4.69±0.23	0.43±0.12
		48-52	67.45±1.18	78.22±0.54	4.26±0.23	0.45±0.12
		56-60	66.62±1.18	77.17±0.54	3.79±0.23	0.41±0.12
		Ort.	63.37±0.53	77.60±0.24	4.49±0.10	0.41±0.00
	Isa Tinted	24-28	53.17±1.18	73.33±0.54	4.59±0.23	0.35±0.12
		32-36	61.43±1.18	79.11±0.54	4.71±0.23	0.40±0.12
		40-44	64.32±1.18	79.28±0.54	4.75±0.23	0.43±0.12
		48-52	66.60±1.18	78.39±0.54	4.45±0.23	0.42±0.12
		56-60	65.08±1.18	77.94±0.54	3.64±0.23	0.43±0.12
		Ort.	62.12±0.53	77.61±0.24	4.43±0.10	0.41±0.00
	OKS		62.75±0.37	77.61±0.17 ^a	4.46±0.07	0.41±0.00
YKS	Hy-Line Brown	24-28	57.38±1.18	74.00±0.54	4.81±0.23	0.36±0.12
		32-36	63.35±1.18	79.06±0.54	4.88±0.23	0.42±0.12
		40-44	66.87±1.18	78.89±0.54	4.95±0.23	0.45±0.12
		48-52	66.49±1.18	78.67±0.54	4.51±0.23	0.43±0.12
		56-60	65.39±1.18	77.89±0.54	4.08±0.23	0.45±0.12
		Ort.	63.90±0.53	77.70±0.24	4.65±0.10	0.42±0.00
	Isa Tinted	24-28	54.32±1.18	73.89±0.54	4.24±0.23	0.36±0.12
		32-36	62.98±1.18	78.28±0.54	4.43±0.23	0.39±0.12
		40-44	65.27±1.18	79.28±0.54	4.70±0.23	0.43±0.12
		48-52	66.26±1.18	78.50±0.54	3.92±0.23	0.47±0.12
		56-60	66.42±1.18	78.56±0.54	4.38±0.23	0.41±0.12
		Ort.	63.05±0.53	77.70±0.24	4.34±0.10	0.41±0.00
	YKS		63.47±0.37	77.70±0.17 ^a	4.49±0.07	0.42±0.00

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip; **Ort.**: Ortalama; ^{a,b}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p < 0.05$); $\bar{x} \pm SE$: ortalama±standart hata.

Tablo 4.20. Yumurta dış kalite parametreleri üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisi

Grup	Yumurta ağırlığı (g)	Şekil indeksi (%)	Kırılma mukavemeti (kg/cm ²)	Kabuk kalınlığı (mm)
Genotip	0.014	0.564	0.064	0.304
Kafes sıklığı	0.343	0.027	0.095	0.225
G x KS	0.929	0.739	0.419	0.506
Yaş	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

G: genotip; KS: kafes sıklığı.

4.2.1.1. Yumurta Ağırlığı

Genotipin, yumurta ağırlığı üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). HB yumurtacı tavukların yumurta ağırlığı (ort: 63.60 g), IT'lere (62.50 g) kıyasla daha ağır olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Her iki genotipte de yumurta ağırlığı (g) yaşla birlikte artmıştır. Yumurta ağırlığı, kafes sıklığından etkilenmemiştir ($p>0.05$). Genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun ise yumurta ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Yaşın yumurta ağırlığı üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.001$).

4.2.1.2. Şekil İndeksi

Yumurta dış kalite parametrelerinden biri olan şekil indeksi (%) üzerine genotipin etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). HB yumurtacı tavuklarda şekil indeksi ortalama % 77.40, IT'lerde ortalama %77.52'dir. Bunun yanında kafes sıklığının, yumurtanın şekil indeksi üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun şekil indeksi üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Yaşın, şekil indeksi üzerine önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). 32-36. haftalarda her grupta ve genotipte % şekil indeksi değerinde ciddi bir artış gözlenirken; genel olarak 40-44. hafta ve sonrasında bir miktar azalış ve sonrasında sabit bir değer söz konusu olmuştur.

4.2.1.3. Kırılma Mukavemeti

Yumurtanın kırılma mukavemeti (kg/cm^2) üzerine genotipin, kafes sıklığının ve genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ancak yaşın yumurtanın kırılma mukavemeti üzerine etkisi oldukça önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Genel olarak, yaşın artmasıyla kırılma mukavemetinin azaldığı görülmüştür.

4.2.1.4. Kabuk Kalınlığı

Yumurtanın kabuk kalınlığı üzerine genotipin, kafes sıklığının ve genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuşken ($p>0.05$); yaşın etkisi oldukça önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Genel olarak, tüm gruplarda ve genotiplerde son dönemde (48-52 ve 56-60. haftalar) kabuk kalınlığı azalmış olup, diğer haftalarda (24-48, 32-36 ve 40-44. haftalar) artmıştır.

4.2.2. Yumurta İç Kalite Özellikleri

Araştırma süresi boyunca ayda bir yapılan yumurta iç kalite verilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.21’de sunulmuştur.

Tablo 4.21. Farklı yaş dönemlerinde (24-60) yumurta iç kalite parametrelerine ait ortalama ve standart hata sonuçları

Kafes sıklığı	Genotip	Yaş (Hafta)	Sarı rengi ($\bar{x}\pm SE$)	Haugh birimi ($\bar{x}\pm SE$)	Ak indeksi ($\bar{x}\pm SE$)	Sarı indeksi ($\bar{x}\pm SE$)
DKS	Hy-Line Brown	24-28	8.94±0.28	143.24±9.78	13.09±0.66	0.50±0.01
		32-36	9.28±0.28	92.02±9.78	11.53±0.66	0.51±0.01
		40-44	10.78±0.28	83.77±9.78	9.67±0.66	0.50±0.01
		48-52	9.89±0.28	88.04±9.78	10.39±0.66	0.43±0.01
		56-60	9.72±0.28	82.70±9.78	8.94±0.66	0.42±0.01
		Ort.	9.72±0.12	97.96±4.37	10.72±0.29	79.92±0.24
	Isa Tinted	24-28	8.83±0.28	88.71±9.78	12.04±0.66	0.51±0.01
		32-36	9.83±0.28	89.09±9.78	11.68±0.66	0.50±0.01
		40-44	10.83±0.28	85.22±9.78	10.20±0.66	0.48±0.01
		48-52	10.56±0.28	82.78±9.78	9.83±0.66	0.42±0.01
		56-60	10.44±0.28	81.12±9.78	9.41±0.66	0.43±0.01
		Ort.	10.10±0.12	85.38±4.37	10.63±0.29	77.26±0.24
DKS		9.91±0.09	91.67±3.09	10.68±0.21	0.47±0.00	
OKS	Hy-Line Brown	24-28	8.61±0.28	89.11±9.78	12.25±0.66	0.50±0.01
		32-36	9.56±0.28	90.31±9.78	12.43±0.66	0.50±0.01
		40-44	10.61±0.28	83.04±9.78	9.40±0.66	0.46±0.01
		48-52	10.06±0.28	86.78±9.78	9.68±0.66	0.44±0.01
		56-60	9.70±0.28	81.16±9.78	8.65±0.66	0.41±0.01
		Ort.	9.71±0.12	86.08±4.37	10.48±0.29	77.60±0.24
	Isa Tinted	24-28	9.33±0.28	89.81±9.78	12.22±0.66	0.51±0.01
		32-36	10.39±0.28	88.51±9.78	11.34±0.66	0.51±0.01
		40-44	10.94±0.28	81.92±9.78	9.42±0.66	0.49±0.01
		48-52	10.72±0.28	78.20±9.78	8.89±0.66	0.43±0.01
		56-60	9.72±0.28	83.23±9.78	9.42±0.66	0.42±0.01
		Ort.	10.41±0.12	84.45±4.37	10.26±0.29	77.61±0.24
OKS		85.27±0.09	85.27±3.09	10.37±0.21	0.47±0.00	
YKS	Hy-Line Brown	24-28	8.33±0.28	91.55±9.78	12.86±0.66	0.51±0.01
		32-36	9.78±0.28	87.49±9.78	11.50±0.66	0.50±0.01
		40-44	10.56±0.28	84.63±9.78	10.02±0.66	0.47±0.01
		48-52	10.11±0.28	88.63±9.78	10.62±0.66	0.44±0.01
		56-60	10.22±0.28	84.32±9.78	9.44±0.66	0.41±0.01
		Ort.	9.80±0.12	87.33±4.37	10.89±0.29	77.70±0.24
	Isa Tinted	24-28	8.61±0.28	92.84±9.78	13.02±0.66	0.50±0.01
		32-36	10.00±0.28	83.37±9.78	9.71±0.66	0.49±0.01
		40-44	11.28±0.28	76.68±9.78	8.84±0.66	0.48±0.01
		48-52	10.89±0.28	86.11±9.78	10.22±0.66	0.44±0.01
		56-60	10.56±0.28	79.31±9.78	8.75±0.66	0.42±0.01
		Ort.	10.27±0.12	83.66±4.37	10.10±0.29	77.70±0.24
YKS		85.49±0.09	85.49±0.09	10.50±0.21	0.47±0.00	

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip; **Ort.:** Ortalama. $\bar{x} \pm SE$: ortalama±standart hata.

Yumurta iç kalite parametreleri üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisinin varyans analiz sonuçları Tablo 4.22’de sunulmuştur.

Tablo 4.22. Yumurta iç kalite parametreleri üzerine genotip, kafes sıklığı ve yaşın etkisi

Grup	Sarı rengi	Haugh birimi	Ak indeksi	Sarı indeksi
Genotip	<0.001	0.096	0.124	0.348
Kafes sıklığı	0.421	0.252	0.573	0.801
G x KS	0.391	0.412	0.456	0.664
Yaş	<0.001	0.016	<0.001	<0.001

G: genotip; KS: kafes sıklığı.

Tablo 4.22 incelendiğinde genotip, yumurta iç kalite özelliklerinden sadece sarı rengi üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$). Kafes sıklığı ile genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun yumurta iç kalite parametreleri üzerine etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır ($p>0.05$). Yaşın yumurta iç kalite özellikleri üzerine etkisinin ise oldukça önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.001$).

4.2.2.1. Sarı Rengi

Yumurtanın iç kalite parametrelerinden birisi olan sarı rengi, IT yumurtacı tavuklarda HB'lere göre bütün gruplarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$). Bunun yanında sarı rengi üzerine kafes sıklığı ile genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunurken; yaşın etkisi oldukça önemli saptanmıştır ($p<0.001$). 24-28, 32-36 ve 40-44. haftalarda yumurta sarı rengi değeri artmışken; 48-52 ve 56-60. haftalarda (son dönemlerde) bu değerde azalma bir görülmüştür.

4.2.2.2. Haugh Birimi

Haugh birimi üzerine genotip, kafes sıklığı ve genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunurken; yaşın etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Genel olarak Haugh biriminin yaşla birlikte azaldığı gözlenmiştir.

4.2.2.3. Ak İndeksi

Ak indeksi üzerine genotipin, kafes sıklığının ve genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuşken; yaşın etkisi oldukça önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Genel olarak ak indeksinin yaşla birlikte azaldığı görülmüştür.

4.2.2.4. Sarı İndeksi

Sarı indeksi üzerine genotipin, kafes sıklığının ve genotip x kafes sıklığı interaksiyonunun etkisi önemsiz ($p>0.05$) bulunmuşken; yaşın etkisi oldukça önemli bulunmuştur ($p<0.001$). Genel olarak yaşla birlikte sarı indeksinin azaldığı görülmüştür.

4.2.2.5. Kan-Et Lekesi

Araştırma süresi boyunca elde edilen yumurta kan-et lekelerine ait verilerin çoklu lojistik regresyon analiz sonuçları Tablo 4.23'te sunulmuştur.

Tablo 4.23. Çoklu lojistik regresyon analizinde yumurta kan ve et lekesi üzerine etkili faktörlere ait regresyon katsayıları ve olasılık oranları

Faktörler	P	Katsayılar (B)	SE	Olasılık oranları (Exp(B))
Kafes sıklığı	0.207			
DKS				1.00
OKS	0.13	0.37	0.25	1.45
YKS	1.00	<0.001	0.25	1.00
Genotip	<0.001			
Hy-Line Brown				1.00
Isa Tinted		-1.37	0.21	0.25
Yaş	0.83			
24-28.hafta				1.00
32-36.hafta	0.75	-0.10	0.32	0.90
40-44.hafta	0.52	-0.21	0.32	0.81
48-52.hafta	0.63	-0.15	0.32	0.86
54-50.hafta	0.65	0.14	0.31	1.15
Constant	0.10	-0.46	0.28	0.63

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **Hy-Line Brown**: kahverengi renkli genotip; **Isa Tinted**: beyaz renkli genotip; **SE**: standart hata.

Yumurta kan-et lekesi üzerine kafes sıklığının ve yaşın etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Ancak kan-et lekeleri bakımından genotipler arasında önemli

bir fark olduğu ($p<0.001$); kahverengi genotiplerde (HB) beyaz renkli genotiplere (IT) kıyasla daha fazla kan-et lekelerinin olduğu belirlenmiştir.

4.3. Kalsitonin (CT), Osteokalsin (OC) ve Parathormonların (PTH) Değerleri

Araştırmada 35., 51. ve 59. haftalarda tavuklardan alınan kan örneğinde incelenen

CT (Kalsitonin) hormonuna ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.24’de sunulmuştur.

Tablo 4.24. Farklı kafes sıklığı, genotip ve dönemlerde belirlenen CT (pg/ml) hormonuna ait varyans analiz sonuçları

Kafes sıklığı	Genotip	Dönem (hafta)	Ortalama	SEM
DKS	Hy-Line Brown	35	50.40	12.90
		51	64.71	12.90
		60	74.58	12.90
	Isa Tinted	35	57.14	12.90
		51	64.47	12.90
		60	83.50	12.90
OKS	Hy-Line Brown	35	54.94	12.90
		51	69.33	12.90
		60	57.46	12.90
	Isa Tinted	35	56.00	12.90
		51	68.81	12.90
		60	85.70	12.90
YKS	Hy-Line Brown	35	55.25	12.90
		51	76.78	12.90
		60	83.67	12.90
	Isa Tinted	35	83.80	12.90
		51	70.11	12.90
		60	97.62	12.90
		P		
KS		ÖD		
G		ÖD		
D		ÖD		
KS x G		ÖD		
KS x D		ÖD		
G x D		ÖD		
KS x G x D		ÖD		

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **KS**: kafes sıklığı; **G**: Genotip; **D**: Dönem; **ÖD**: Önemli değil; **SEM**: standart hata; **Hy-Line Brown**: Kahverengi genotip; **Isa Tinted**: Beyaz genotip.

CT hormonu üzerine yaşın, genotipin ve kafes sıklığının önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kafes sıklığı (KS) x genotip (H), kafes sıklığı (KS) x zaman (Z), genotip (H) x zaman (Z) ve kafes sıklığı (KS) x genotip (H) x zaman (Z) interaksiyonunun CT hormonu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

İncelenen biyokimyasal kan parametlerinden birisi olan OC hormonuna ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.25’de sunulmuştur.

Tablo 4.25. Farklı kafes sıklığı, genotip ve dönemlerde belirlenen OC (ng/L) hormonuna ait varyans analiz sonuçları

Kafes sıklığı	Genotip	Dönem (hafta)	Ortalama	SEM
DKS	Hy-Line Brown	35	2.36	1.01
		51	2.5	1.01
		60	4.76	1.01
	Isa Tinted	35	2.64	1.01
		51	2.43	1.01
		60	3.38	1.01
OKS	Hy-Line Brown	35	2.04	1.01
		51	2.07	1.01
		60	2.13	1.01
	Isa Tinted	35	4.09	1.01
		51	1.72	1.01
		60	3.49	1.01
YKS	Hy-Line Brown	35	1.88	1.01
		51	2.02	1.01
		60	2.49	1.01
	Isa Tinted	35	1.71	1.01
		51	2.14	1.01
		60	6.03	1.01
P				
KS		ÖD		
G		ÖD		
D		ÖD		
KS x G		ÖD		
KS x D		ÖD		
G x D		ÖD		
KS x G x D		ÖD		

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **KS**: kafes sıklığı; **G**: Genotip; **D**: Dönem; **ÖD**: Önemli değil; **SEM**: standart hata; **Hy-Line Brown**: Kahvarengi genotip; **Isa Tinted**: Beyaz genotip.

Tablo 4.25 incelendiğinde; OC hormonuna tavuğun yaşının, genotipin ve kafes sıklığının önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kafes sıklığı (KS) x genotip (H), kafes sıklığı (KS) x zaman (Z), genotip (H) x zaman (Z) ve kafes sıklığı (KS) x genotip (H) x zaman (Z) interaksiyonunun OC hormonu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). PTH (parathormon) hormonuna ait varyans analiz sonuçları Tablo 4.26’da sunulmuştur.

Tablo 4.26. Farklı kafes sıklığı, genotip ve dönemlerde belirlenen PTH (pg/ml) hormonuna ait varyans analiz sonuçları

Kafes sıklığı	Genotip	Dönem (hafta)	Ortalama	SEM
DKS	Hy-Line Brown	35	51.59	14.01
		51	44.97	14.01
		60	52.30	14.01
	Isa Tinted	35	61.24	14.01
		51	70.76	14.01
		60	61.83	14.01
OKS	Hy-Line Brown	35	62.72	12.54
		51	63.12	12.54
		60	53.33	12.54
	Isa Tinted	35	55.61	12.54
		51	49.73	12.54
		60	105.35	12.54
YKS	Hy-Line Brown	35	49.67	12.54
		51	42.68	12.54
		60	54.707	12.54
	Isa Tinted	35	55.796	12.54
		51	69.98	12.54
		60	129.37	12.54
P				
KS	ÖD			
G	***			
D	*			
KS x G	ÖD			
KS x D	ÖD			
G x D	*			
KS x G x D	ÖD			

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **KS**: kafes sıklığı; **G**: Genotip; **D**: Dönem; **ÖD**: Önemli değil; **SEM**: standart hata; **Hy-Line Brown**: Kahvarengi genotip; **Isa Tinted**: Beyaz genotip; *******: $p<0.01$; *****: $p<0.05$.

Tablo 4.26 incelendiğinde; PTH üzerine genotipin ($p<0.001$) ve yaşı etkisinin önemli ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. HB yumurtacı tavuklarda ortalama PTH değeri 52.79 pg/ml; IT'lerde ise 73.30 pg/ml değeri bulunmuştur. 35., 51. ve 59. haftalardaki ortalama PTH değerleri sırasıyla; 56.11, 56.87 ve 76.15 pg/ml olarak bulunmuştur. PTH üzerine kafes sıklığının önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Kafes sıklığı (KS) x genotip (H), kafes sıklığı (KS) x zaman (Z) ve kafes sıklığı (KS) x genotip (H) x zaman (Z) interaksiyonunun PTH üzerine etkisi önemsiz ($p<0.05$); genotip (H) x zaman (Z) interaksiyonu ise önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.4. Göğüs kemiği Hasarı (Keel Bone Damage/ Kırık-Deviasyon)

Araştırma süresi boyunca elde edilen göğüs kemiği kırığı verilerinin çoklu lojistik regresyon analizi sonuçları Tablo 4.27'de sunulmuştur.

Tablo 4.27. Çoklu lojistik regresyon analizinde göğüs kemiği kırığı üzerine etkili faktörlere ait regresyon katsayıları ve olasılık oranları

Faktörler	P	Katsayılar (B)	SE	Olasılık oranları (Exp(B))
Kafes sıklığı	0.739			
DKS		0.248		1
OKS	0.619	-0.141	0.500	1.282
YKS	0.791		0.531	0.869
Yaş	0.504			
35.hafta				
52.hafta	1.000	<0.001	0.543	1.000
60.hafta	0.324	0.498	0.505	1.646
Constant	<0.001	-1.794	0.488	0.166

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **SE**: standart hata.

Tablo 4.27 incelendiğinde, göğüs kemiği kırığı üzerine kafes sıklığının etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$); olasılık oranlarına bakıldığında ise DKS (düşük kafes sıklığı)'ye göre OKS (orta kafes sıklığı)'de göğüs kemiği kırığı oranının

azaldığı görülmüştür ($p>0.05$). Göğüs kemiği kırığı üzerine yaşın önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Araştırma süresi boyunca elde edilen göğüs kemiği deviasyon verilerinin çoklu lojistik regresyon analizi sonuçları Tablo 4.28’de sunulmuştur.

Tablo 4.28. Çoklu lojistik regresyon analizinde göğüs kemiği deviasyonu (C veya S şekli) üzerine etkili faktörlere ait regresyon katsayıları ve olasılık oranları

Faktörler	P	Katsayılar (B)	SE	Olasılık oranları (Exp(B))
Kafes sıklığı	0.009			
DKS				1
OKS	0.161	-0.571	0.407	0.565
YKS	0.002	-1.423	0.463	0.241
Yaş (Hafta)	0.132			
35				1
52	0.652	0.205	0.453	1.227
60	0.058	0.827	0.437	2.286
Constant	0.137	-0.572	0.384	0.564

DKS (5 tavuk/kafes): düşük kafes sıklığı; **OKS** (7 tavuk/kafes): orta kafes sıklığı; **YKS** (10 tavuk/kafes): yüksek kafes sıklığı; **SE**: standart hata.

Tablo 4.28 incelendiğinde, göğüs kemiği deviasyonu üzerine kafes sıklığının etkisinin önemli olduğu ($p=0.009$); kafes sıklığının artmasıyla deviasyon oranının azaldığı tespit edilmiştir. Göğüs kemiği deviasyonu üzerine yaşın etkisi önemsiz bulunmuştur, ancak olasılık oranları incelendiğinde yaşın artmasıyla deviasyon oranının arttığı (35. haftada olasılık oranı; 1, 52. haftada olasılık oranı; 1.227 ve 60. haftada olasılık oranı; 2.286) görülmüştür ($p>0.05$).

5. TARTIŞMA

Araştırmada, farklı yerleşim sıklığı uygulanan Hy-line Brown ve Isa Tinted yumurtacı tavukların performans ve yumurta kalite özellikleri, göğüs kemiği hasarı ve kemik gelişiminde belirli işleve sahip olan bazı hormonların (CT, OC ve PTH) düzeyleri incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları ile benzer konudaki bilimsel çalışmaların sonuçları aşağıda tartışılacaktır.

Araştırmada, genotipin canlı ağırlığa etkisi önemli bulunmuştur. Deneme sonunda HB yumurtacı tavukların ortalama canlı ağırlık değerleri 1968.07 ± 9.89 g; IT'lerin ise 1761.27 ± 10.42 g olarak belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada, Isa Brown, Atak-S ve Nowogen White genotiplerinin canlı ağırlıkları sırasıyla, 1315, 1353 ve 1092 g olduğu ve beyaz tüy rengine sahip genotipin diğerlerine göre daha hafif olduğu sonucu mevcut çalışma ile uyum içerisindedir (Özentürk ve ark., 2020). Genel olarak yapılan çalışmalarda kahverengi yumurtacı tavukların beyazlara kıyasla daha ağır olduğu belirtilmiştir (Çolak ve ark., 2010; Şekeroğlu ve ark., 2005).

Canlı ağırlık üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuştur. Araştırma sonucuna göre her iki genotipin canlı ağırlığı yaşla birlikte arttığı tespit edilmiştir. Mevcut çalışma ile benzer sonuca ulaşan başka bir çalışmada, Atak-S ve YB genotiplerin canlı ağırlıklarının yaşın artmasıyla birlikte arttığı tespit edilmiştir (Türker ve ark., 2017). Genel olarak konu ile ilgili yapılan çalışmalarda yaşın artmasıyla birlikte canlı ağırlığın arttığı ifade edilmiştir (Boz ve ark., 2022; Fidan, 2010).

Mevcut araştırmada canlı ağırlık üzerine yerleşim sıklığının önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda her iki genotipin de canlı ağırlıkları yerleşim sıklığının artmasıyla azaldığı görülmüştür. Yüksek yerleşim sıklığında bulunan tavukların yem tüketim oranlarının az olması sebebiyle canlı ağırlık artışlarının da azaldığı düşünülmektedir. Konu ile ilgili yapılan başka çalışmalarda yerleşim sıklığı en

yüksek olan grupta canlı ağırlığın daha düşük olduğu mevcut çalışma ile benzerlik göstermiştir (Boz ve ark., 2022; Yörük ve ark., 2008). Ancak, bazı çalışmalardan elde edilen yerleşim sıklığının canlı ağırlık üzerine etkili olmadığı sonucu mevcut çalışma ve bir önceki araştırmalar ile çelişki içerisinde (Kum ve ark., 2006; Sarıözkan ve ark., 2009).

Araştırmada kafes sıklığının yumurta verimi üzerine etkisi oldukça önemli bulunmuştur. HB ve IT yumurtacı tavukların gruplardaki verimleri incelendiğinde, DKS, OKS ve YKS gruplarında HB'lerin yumurta verimlerinin IT'lere göre daha yüksek olduğu; özellikle aralarındaki farkın YKS'de daha çok açıldığı görülmüştür (Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5). DKS, OKS ve YKS gruplarındaki ortalama % yumurta verimleri sırasıyla; %83.33, %80.40 ve %72.75 olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yerleşim sıklığının artması, yumurta verimini düşürdüğünü bildiren bazı çalışma sonuçları ile uyum içerisinde (Kum ve ark., 2006; Yardım ve ark., 2021; Yörük ve ark., 2008). Bu durum, düşük yerleşim sıklığında barındırılan tavuklar arasında yem rekabetinin daha az olması ve daha fazla yem tüketerek daha fazla verim alınması ile ilişkilendirilebilir. Mevcut çalışmaların aksine yerleşim sıklığının yumurta verim üzerine etkili olmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Geng ve ark., 2020; Şahin ve ark., 2007b).

Mevcut çalışmada genotipin yumurta verimine etkili olduğu, yumurtlama periyodu boyunca HB yumurtacı tavuklardan elde edilen yumurtaların IT'lere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kahverengi tavukların beyazlara kıyasla daha fazla yem tüketmesi ile ilişkilendirilebilir. Genel olarak beyaz yumurtacı tavukların yumurta veriminin kahverengilerden daha yüksek olduğunu belirten çalışma bulunsun da (Şekeroğlu ve Altuntaş, 2009); bazı çalışmalar ile mevcut çalışma sonuçları bu açıklama ile çelişki içerisinde (Akkuş ve ark., 2018; Şekeroğlu ve ark., 2005). Konvansiyonel

kafes sisteminde yetiştirilen Atak-S ve Lohman yumurtacı tavukların yumurta verimleri incelenmiş ve Lohmanların yumurta verimlerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir (Yardım ve ark., 2021).

Yumurta verimi üzerine yaşın etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1 ve şekil 4.2). Her iki genotipte de 56. haftadaki yumurta verimindeki düşüşe kanibalizm etkili olmuş olabilir. Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, 24-29. haftalardaki (%) yumurta veriminin 30-35 ve 36-42. haftalara kıyasla daha az olduğu tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2014). Mevcut çalışma sonucu ile uyum içerisinde olan başka çalışmalarda da yaşla birlikte yumurta veriminin arttığı ifade edilmiştir (Tůmová ve ark., 2017; Yalçınöz ve ark., 2020).

Araştırma sonucuna göre yumurta ağırlığı üzerine kafes sıklığının önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonucun sebebi ise yumurta ağırlığının çevreden çok genetik özellikten etkilenmesinden kaynaklı olabilir. Bu çalışma sonucu ile uyum içerisinde olan başka bir çalışmada da yerleşim sıklığının yumurta ağırlığı üzerine etkili olmadığı belirtilmiştir (Özentürk ve ark., 2020). Mevcut çalışma sonucu ile çelişen başka bir çalışmada, 2,000, 1,000, 667 ve 500 cm²/tavuk yerleşim sıklığı uygulanan White leghorn'ların en düşük yumurta ağırlığı yüksek yerleşim sıklığından elde edildiği ifade edilmiştir (Saki ve ark., 2012). Ancak başka bir çalışmada 360 ve 257 cm²/tavuk yerleşim sıklığı uygulanan Hyline W-36 yumurtacı tavukların özellikle son dönemde 257 cm²/tavuk grubun yumurta ağırlığı, diğer gruba kıyasla daha hafif olduğu tespit edilmiştir (Jahanian ve ark., 2015). Yerleşim sıklığı 200, 167 ve 143 cm² olan bildirgin gruplarında yumurta ağırlıkları sırasıyla 12.24, 11.87 ve 11.74 g olduğu tespit edilmiştir (Salah ve ark., 2015).

Yumurta ağırlığı üzerine genotipin etkisi önemli bulunmuş olup; HB yumurtacı tavukların yumurta ağırlığı (ort: 61.91 g) IT'lere (ort: 57.86 g) göre daha ağır olduğu

belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada White Leghorn Black yumurtacı tavukların yumurta ağırlığının White Leghorn Blue'lardan daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Clark ve ark., 2008). Lohmann Selected Leghorn (LSL) ile Lohmann Brown (LB) arasında yumurta ağırlığı bakımından inceleme yapılan bir çalışmada LB'lerin yumurtalarının daha ağır olduğu ifade edilmiştir (Vits ve ark., 2005).

Her iki genotipin yumurta ağırlığı yaşla birlikte artış göstermiştir. Konu ile ilgili yapılan diğer çalışma sonuçları mevcut çalışma ile benzerlik göstererek yaşla birlikte yumurta ağırlığının arttığını tespit etmişlerdir (Dikmen ve ark., 2017; Kraus ve ark., 2019; Ledvinka ve ark., 2012; Orhan, 2001; Tůmová ve ark., 2017).

Mevcut araştırmada kafes sıklığının yem tüketimi üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırmada düşük kafes sıklığında bulunan tavukların diğer gruplara göre daha fazla yem tükettiği tespit edilmiştir. Bu durum; düşük yerleşim sıklığında çevresel stresin ve tavuklar arası yem rekabetinin azlığından kaynaklandığı düşünülebilir. Mevcut çalışma sonucu ile uyum içerisinde olan bazı çalışmalarda da düşük kafes sıklığında yem tüketim oranının yüksek kafes sıklığına kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Boz ve ark., 2022; Guo ve ark., 2012; Saki ve ark., 2012; Şahin ve ark., 2007b; Yardım ve ark., 2021; Yörük ve ark., 2008). Konu ile benzer başka bir çalışmalarda düşük kafes sıklığında yem tüketim oranının daha fazla olması mevcut çalışmanın sonucu ile benzerlik göstermektedir (Akkuş ve ark., 2018; Fidan, 2010). Diğer bir çalışmalarda ise yerleşim sıklığının yem tüketim oranını etkilemediği belirtilmiştir (Kum ve ark., 2006; Sarıözkan ve ark., 2009). Fidan ve Nazlıgül (2012), yaptıkları bir çalışmada yüksek yerleşim sıklığında yem tüketim oranının daha fazla bulunması mevcut çalışmanın ve bir önceki çalışmanın sonuçları ile çelişmektedir.

Mevcut araştırmada genotipin yem tüketimi üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırmada HB yumurtacı tavuklar günlük ortalama 112.94 g yem

tükettiği; IT'lerin ise 106.83 g yem tükettiği tespit edilmiştir. HB'ler IT'lere kıyasla daha fazla yumurta verdiği için daha fazla yem tüketimini sahip olduğu düşünülebilir. Başka bir araştırmada kahverengi yumurtacı tavukların beyaz tavuklara kıyasla daha fazla yem tüketmesi sonucu mevcut çalışma sonucunu destekler niteliktedir (Riczu ve ark., 2004). Anderson ve ark. (2004), yaptıkları bir çalışmada genotipin yem tüketim oranı üzerine etkisinin olmadığı sonucu mevcut çalışma sonucu ile çelişmektedir. Yine başka bir çalışmada ISA Warren ile Dekalb White yumurtacı tavukların günlük ortalama yem tüketimleri sırasıyla 121 g ve 120 g olduğu ve genotipin yem tüketim oranına etkili olmadığı sonucu mevcut çalışma sonucu ile çelişmektedir (Loetscher ve ark., 2014). Yaşları 18-25, 26-44, 45-76 ve 18-76. haftalarda olan Atak-S ve Lohman yumurtacı tavukların günlük ortalama yem tüketimleri arasındaki fark sadece 26-24. haftalarda bulunurken diğer haftalarda sonuç önemsiz çıkmıştır (Yardım ve ark., 2021).

Bazı haftalar (52 ile 59. haftalar) hariç her iki genotipte de yaşla birlikte yem tüketim oranı artmıştır (Tablo 4.11). Son haftalarda yem tüketiminin düşük çıkmasının sebebi, dönemsel kan alma işleminin bu haftalar arasında gerçekleştirilmesine ya da kanibalizme bağlanabilir. Genel olarak yaşla birlikte tavukların canlı ağırlıklarının artmasıyla yem tüketim oranları da artmış olabilir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak yaşla birlikte yem tüketim oranının arttığı belirtmiştir (Fidan, 2010; Guo ve ark., 2012; Singh ve ark., 2009; Yardım ve ark., 2021). Yaşları 30, 40, 50 ve 60. haftalarda olan tavukların yem tüketim oranlarını inceleyen bir çalışmada 60. hafta hariç diğer haftalarda yaşa bağlı olarak yem tüketimin oranlarında da artış olduğu saptanmıştır (Dikmen ve ark., 2016).

Kafes sıklığının, YYO üzerine önemli bir etkisinin olduğu; YKS'deki tavukların yemden yararlanma oranı (2.69), diğer iki gruba (DKS (2.15) ve OKS (2.32)) kıyasla daha kötü olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda yoğun yerleşim

sıklığında bulunan tavukların YYO oranlarının düşük sıklıktaki gruptakilere kıyasla daha kötü olduğu sonucu mevcut çalışma ile benzerlik göstermektedir (Fidan ve Nazlıgöl, 2012; Yardım ve ark., 2021). Diğer benzer çalışmalarda yerleşim sıklığının artmasıyla YYO özelliğinin arttığı ifade edilmiştir (Boz ve ark., 2022; Saki ve ark., 2012). Yerleşim sıklığı 4, 5 ve 6 olan gruptaki tavukların YYO sırasıyla 1.69, 1.59 ve 1.60 olarak bulunmuştur (Şahin ve ark., 2007b).

Yemden yararlanma oranı üzerine genotipin de etkisi önemli bulunmuştur. HB yumurtacı tavukların YYO (ort: 2.10) IT'lere (ort: 2.63) göre daha iyi olduğu görülmüştür. Lohman LSL Classic (LW) ve Lohman Brown Classic (LB) genotiplerin YYO'larını inceleyen bir çalışmada LW genotiplerde YYO'nın daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Onbaşlar ve ark., 2005). Başka bir çalışmada Isa Brown ve köy tavuklarının ortalama YYO'ları sırasıyla 1.77 ve 2.44 olarak bulunmuştur (Tosun, 2022). Hızlı gelişen genotiplerin YYO'ları 1.73; yavaş gelişenlerin ise 2.45 olduğu tespit edilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2019). Yardım ve ark. (2021), lohman ve Atak-S genotiplerinde ortalama YYO'larının sırasıyla 3.47 ve 3.51 olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırmada, genotiplerin yaşa göre yemden yararlanma oranlarında değişiklik olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6). Her iki genotipin de 24 ile 35 hafta arası YYO'larının benzer olduğu; 35. haftadan sonra HB'lerin YYO'ları dönem sonuna kadar (60. hafta) çok değişmezken, IT'lerde 35 ile 51 hafta arasında yükseliş sonraki dönemlerde ise biraz azalış olduğu tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda genellikle YYO'nın yaşla birlikte arttığı ifade edilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2019; Tosun 2022). Başka bir çalışmada, 18-25, 26- 44, 45-76 ve 18-76 haftalardaki Atak-S genotipine ait YYO oranı sırasıyla; 6.18, 1.98, 2.25 ve 3.47 olarak bulunmuştur (Yardım ve ark., 2021). Lohman brown yumurtacı tavukların 20, 30, 40, 50 ve 60. haftalardaki YYO'ları sırasıyla; 2.36, 1.95, 2.03, 2.13 ve 2.11 olarak bulunmuştur (Dikmen ve ark., 2016).

Kafes sıklığının yaşama gücü üzerine etkisinin önemli olduğu; YKS’de yaşama gücünün (%96.40) diğer iki gruplara (DKS (%98.69) ve OKS (%98.98) kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yüksek kafes sıklığında hem tavuklar arasında yem rekabetinin fazla olması hem de strese maruz kalan kalan tavuklarda kanibalizmin baş göstermesi bakımından (özellikle beyaz tavuklarda) yaşama gücü düşmüş olabilir. Genel olarak kafes yoğunluğunun artması ile yaşama gücünün azaldığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Geng ve ark., 2020; Kakhki ve ark., 2018; Shields ve ark., 2013; Türkyılmaz 2008). Adams ve ark. (1970), yaptıkları bir çalışmada kafes sıklığının mortalite üzerinde olumsuz bir etkiye sebep olmadığı sonucu mevcut ve bir önceki çalışma sonuçları ile çelişki içindedir. Başka bir çalışmada ise tüm bu bilgilerin aksine düşük yerleşim sıklığında ölüm oranlarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Nicol ve ark., 2006).

Genotipin, yaşama gücü özelliği üzerine etkisi önemli olmuştur. HB yumurtacı tavuklarının yaşama gücü özelliğinin (%99.97) IT’lere (%96.07) kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, genellikle yerli genotiplerin yabancı genotiplere kıyasla yaşama gücünün daha iyi olduğu ifade edilmiştir (Durmuş ve ark., 2009; Şık 2020). Başka bir çalışmada Isa Brown yumurtacı tavukların yaşama gücünün Lohman Selected Leghornlardan daha iyi olduğu belirtilmiştir (Abrahamsson ve ark., 1996). Benzer konuları içeren başka bir çalışmada Isa Brownların ölüm oranlarının Dekalb White yumurtacı tavuklara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Stratmann ve ark., 2015b). Yavaş gelişen ve hızlı gelişen etlik piliçlerin ölüm oranları karşılaştırılmış ve yavaş gelişenlerde ölüm oranının daha düşük olduğu ifade edilmiştir (Dikmen ve ark., 2017).

Araştırmada yaşın, yaşama gücü üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiş olup; genel olarak yaşla birlikte ölüm oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yapılan

çalışmalarda, yaşama gücünün yaşla birlikte arttığı ifade edilmektedir (Kaygısız ve ark., 1993; Nicol ve ark., 2006; Sherwin ve ark., 2010). Ancak bu sonuçların aksine, Fidan yaşama gücü üzerine yaşın önemli bir etkisinin olmadığını savunmuştur (Fidan, 2010).

Araştırma sonunda kafes sıklığı arttıķa kırık-çatlak yumurta oranının azaldığı gözlenmiştir. Bu durum, yoğun yerleşim sıklığında tavuklar arası hareket az olması bakımından yumurtalarda kırılma-ezilme oranının da az olması şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca denemede kullanılan genotip, diğer çalışmalarda kullanılan genotiplerden farklı olması sebebiyle diğer çalışmalardan farklı bir sonuç elde edilmiş olabilir. Guo ve ark. (2012), yaptıkları çalışma sonucu, mevcut çalışma sonucu ile benzerlik göstererek düşük yerleşim sıklığında daha fazla kırık-çatlak yumurta elde etmişlerdir. Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda mevcut çalışma sonucunun aksine yerleşim sıklığının kırık-çatlak yumurta oranı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Laçın ve ark., 2008; Saki ve ark., 2012). Konu ile benzer diğer çalışmalarda ise yerleşim sıklığı arttıķa kırık-çatlak yumurta oranının da artış göstermesi sonucu, mevcut çalışma ve bir önceki araştırmalar ile çelişki içerisindedir (Guesdon ve ark., 2006; Kakhki ve ark., 2018; Kang ve ark., 2016; Vits ve ark., 2005).

Araştırmada kırık-çatlak yumurta oranı üzerine genotipin etkisinin önemli olduğu; IT yumurtacı tavuklarda HB'lere göre daha fazla kırık-çatlak yumurta olduğu tespit edilmiştir. Kahverengi tavuklar beyazlara oranla daha fazla yem tükettiği için kabuk kalınlığı daha fazla olabilir. Ayrıca IT'leri kemik yapısı HB'lere göre daha ince olması hem de canlı ağılık bakımında daha hafif olması yumurta kabuk kalitesi ise pozitif korelasyon göstermiş olabilir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak genotipin kırık-çatlak yumurta oranı üzerine etkisi önemli bulunmuştur (Abdallah ve ark., 1993; Vits ve ark., 2005). Mevcut çalışmaya benzer olan başka bir araştırmada Lohmann Brown (LB)'larda kırık yumurta görülme oranı Lohmann Selected Leghorn (LSL)'lara kıyasla

daha fazla olduğu saptanmıştır (Vits ve ark., 2005). Başka bir çalışmada HB yumurtacı tavuklardan Dekalp XL'ye kıyasla daha fazla kırık-çatlak yumurta elde edildiği ifade edilmiştir (Abdallah ve ark., 1993).

Kırık-atlak yumurta oranı üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuştur. Mevcut çalışmada, 24-32, 33-41, 42-50 ve 51-60. haftalardaki kırık-çatlak yumurta oranları sırasıyla; 0.14 ± 0.03 , 0.44 ± 0.08 , 0.24 ± 0.05 ve 0.49 ± 0.09 değerleri bulunmuştur. Kırık-atlak yumurta oranı en yüksek 51-60. haftalarda (son dönem) görülmüştür (Tablo 4.18). Mevcut alışma sonucu ile benzer bir sonuca ulaşan başka bir çalışmada yaşın artmasıyla kırık-çatlak yumurta oranının arttığı belirtilmiştir (Tactacan ve ark., 2009). Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada mevcut çalışma ve bir önceki çalışma sonuçlarının tersi olarak; kırık-çatlak yumurta oranının yaşla birlikte azaldığı ifade edilmiştir (Petek ve ark., 2009). Petek ve ark. (2009), 24-28, 28-32 ve 32-36. haftalardaki kırık-çatlak yumurta oranını sırasıyla 2.70 ± 0.1 , 2.30 ± 0.2 ve 0.80 ± 0.1 bulmuşlardır. Kafeste yetiştirilen yumurtacı tavukların 20-39, 40-59 ve 60-78. haftalardaki kırık-çatlak yumurta oranı sırasıyla; 1.6, 1.2 ve 2.1 olarak bulunmuştur (Roll ve ark., 2012).

Yumurta ağırlığı üzerine genotipin önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. HB yumurtacı tavukların yumurta ağırlığı (ort: 63.60 g), IT'lere (ort: 62.50 g) kıyasla daha ağır olduğu tespit edilmiştir. Canlı ağırlık olarak daha ağır olan ve daha fazla yem tüketen genotiplerin daha ağır yumurtaları olabilir. Başka bir çalışmada, Lohman Brown ve Lohman White genotiplerinin yumurta ağırlıkları kıyaslanmış ve Lohman Brownların yumurtalarının daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Onbaşılar ve ark., 2018). Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise yumurta ağırlığının genotipe göre farklılık gösterdiği ve yumurta ağırlıklarının en ağırdan en hafife doğru dış kaynaklı kahverengi (DKK), Atak-S ve dış kaynaklı beyaz (DKB) olduğu ifade edilmiştir (Sarıca ve ark., 2010). Başka bir çalışmada, kahverengi ve beyaz yumurtacı tavuklarda, yumurta ağırlığının sırasıyla 68.92

ve 67.01 (g) olduğu tespit edilmiştir (Akkuş ve ark., 2018). Bildircinlarda yapılan bir çalışmada, kırçıl ve kahverengi grupların yumurta ağırlıkları benzer bulunmuşken; en hafif yumurta beyaz gruplardan elde edilmiştir (Tirma ve ark., 2008).

Her iki genotipte de yumurta ağırlığı (g) yaşla birlikte artmıştır. Bu durum, yaşla birlikte canlı ağırlığı artan tavukların daha ağır yumurta vermesiyle ilişkilendirilebilir. Konu ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları mevcut çalışmanın sonuçları ile benzerlik gösterdiği ve yaşla birlikte yumurta ağırlığının arttığı ifade edilmiştir (Atasoy ve ark., 2001; Galazka-Czarnecka ve ark., 2019; Karabayır ve ark., 2010; Onbaşlar, 2011; Orhan, 2001; Petek ve ark., 2009).

Mevcut çalışmada, yumurta ağırlığı kafes sıklığından etkilenmemiştir. Yumurta ağırlığı genel olarak genetik yapıdan etkilenen bir özellik olması sebebiyle çevresel stres olan kafes sıklığından etkilenmemiş olabilir. Konu ile benzer bir çalışmada 160, 200 ve 266 cm² taban alanı uygulanan bildircinların yumurta ağırlıkları incelenmiş ve gruplar arasında fark olmadığı tespit edilmiştir (Karabayır ve ark., 2010). Ancak bazı çalışmalarda, kafes sıklığının artmasıyla yumurta ağırlığının düşmesi sonucu mevcut çalışma sonuçları ile çelişmektedir (Salah ve ark., 2015; Yörük ve ark., 2008).

Yumurta dış kalite parametrelerinden sadece şekil indeksinin kafes sıklığından etkilendiği tespit edilmiştir. DKS'den elde edilen yumurtaların şekil indeksi (% 77.09), OKS (% 77.61) ve YKS (% 77.70)'ye göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Mevcut çalışma ile benzer yaklaşımla yürütülen birçok araştırma sonucu uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir (Altan ve ark., 2002; Fidan, 2010; Sarica ve ark., 2008). Fakat başka bir çalışmada, mevcut çalışmanın aksine şekil indeksinin yerleşim sıklığından etkilenmediği ifade edilmiştir (Geng ve ark., 2020; Özentürk ve ark., 2020; Salah ve ark., 2015).

Şekil indeksi üzerine genotipin etkisi önemsiz bulunmuştur. HB'lerde şekil indeksi ortalama %77.40; IT'lerde ortalama %77.52 olarak bulunmuştur. Konu ile ilgili

yapılan başka bir çalışmada şekil indeksinin genotipten etkilenmediği sonucu araştırma sonucu ile uyum içerisindedir (Altun ve ark., 2022; Sokołowicz ve ark., 2018). Mevcut çalışma sonucunun aksine, genotipin şekil indeksi üzerine etkisini önemli bulan bir çalışmada, şekil indeksinin Isa Brownlarda %76.75, Hisex Brownlarda %77.05 ve Moravia BSL'lerde % 77.31 olduğu tespit edilmiştir (Zita ve ark., 2009). Başka bir çalışmada da genotipin şekil indeksi üzerine etkili olduğu; IB, Atak-S ve NW genotiplerin şekil indeksi sırasıyla % 77.65, % 74.60 ve % 74.64 bulunmuştur (Özentürk ve ark., 2020). Genotipin şekil indeksi üzerine etkisinin önemli olduğunu savunan başka bir çalışmada kahverengi ve beyaz yumurtacı tavukların şekli indeksi sırasıyla %78.50 ve %74.66 değerleri bulunmuştur (Akkuş ve ark., 2018).

Şekil indeksi üzerine yaşı önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 32-36. haftalarda her grupta ve genotipte % şekil indeksi değerinde ciddi bir artış gözlenirken; genel olarak 40-44. hafta ve sonrasında bir miktar azalış ve sonrasında sabit bir değer söz konusu olmuştur (Tablo 4.19). Mevcut çalışmanın sonuçları ile benzerlik gösteren bazı çalışmalarda da genel olarak yaşla birlikte şekil indeksinin azaldığı ifade edilmiştir (Dikmen ve ark., 2017; Kraus ve ark., 2019; Orhan, 2001; Şekeroğlu ve ark. 2005; Zita ve ark., 2009).

Yumurtanın kırılma mukavemeti (kg/cm^2) üzerine genotipin ve kafes sıklığının etkisi önemsiz bulunmuştur. Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışma, mevcut çalışma ile benzer sonucu göstererek; genotipin, kırılma mukavemeti üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Akkuş ve ark., 2018). Mevcut çalışmanın aksine genotipin kırılma mukavemeti üzerine etkisinin olduğunu savunan çalışmalar bulunmaktadır (Altun ve ark., 2022; Ledvinka ve ark., 2012; Vits ve ark., 2005); LSL ve LB yumurtacı tavuklar karşılaştırıldığında, LB'lerde kırılma mukavemetinin daha iyi olduğu saptanmıştır (Vits ve ark., 2005). Diğer çalışmada ise kahverengi genotiplerin beyaz genotiplere kıyasla

kırılma mukavemetinin daha iyi olduğu belirtilmiştir (Altun ve ark., 2022). Başka bir çalışmada Atak-S ve Lohmanlarda kırılma mukavemeti sırasıyla 34.09 ile 42.38 kg/cm² bulunmuştur (Yardım ve ark., 2021). Mevcut araştırma ile aynı yaklaşımla yürütülen başka bir çalışmada kafes sıklığının kırılma mukavemeti üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirtilmiştir (Geng ve ark., 2020; Şekeroğlu ve ark., 2014; Yardım ve ark., 2021). Başka bir çalışmada ise mevcut çalışma ve bir önceki çalışma sonuçlarının aksine, kırılma mukavemeti yerleşim sıklığının artmasıyla azaldığı ifade edilmiştir (Şahin ve ark., 2007b).

Yumurtanın kırılma mukavemeti (kg/cm²) üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuştur. Genel olarak ifade edilecek olursa, yaşın artmasıyla kırılma mukavemetinin azaldığı görülmüştür. Mevcut araştırma ile benzer sonuca ulaşan başka çalışmalarda yaşla birlikte kırılma mukavemeti özelliğinin azaldığı tespit edilmiştir (Kraus ve ark., 2019; Onbaşılar, 2011). Onbaşılar ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada kırılma mukavemetinin 36 haftalık yaşta 2.91 kg/cm², 46 haftalık yaşta ise 2.27 kg/cm² olarak bulmuşlardır. Tüm bu çalışmaların aksine yaşın, kırılma mukavemeti üzerine etkisinin olmadığını saptayan çalışmalar da mevcuttur (Ledvinka ve ark., 2012; Özentürk ve ark., 2020). Başka çalışmalarda ise yaşla birlikte kırılma mukavemetinin arttığı ifade edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2014; Zita ve ark., 2009).

Yumurtanın kabuk kalınlığı üzerine genotipin ve kafes sıklığının etkisi önemsiz bulunmuştur. Yardım ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada Atak-S ve Lohmanların kabuk kalınlığını benzer değerlerde bulup; sırasıyla 0.43 ve 0.46 olduğunu ifade etmişlerdir. Konu ile benzer başka bir çalışmada beyaz yumurtacı tavukların kabuk kalınlığının, kahverengi yumurtacı tavuklara göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2005). Mevcut çalışmanın aksine genotipin kabuk kalınlığı üzerine etkisinin önemli olduğunu savunan bir çalışmada ISA Brown, Hisex Brown ve Moravia BSL kahverengi

yumurtacı tavukların yumurta kabuk kalınlıkları bakımından karşılaştırılmış ve en kaliteli ISA Brownlarda olduğu saptanmıştır (Kraus ve ark., 2019). Yumurta kabuk kalınlığı, Oravka ve Rhode Island Red yumurtacı tavuklarda sırasıyla 367.78 ± 3.12 μm ve 379.33 ± 2.49 μm değerlerinde bulunmuştur (Hanusová ve ark., 2015). Mevcut çalışmanın sonuçları ile benzer olan başka çalışmalarda da yerleşim sıklığının kabuk kalınlığını etkilemediği belirtilmiştir (Nagarajan ve ark., 2015; Saki ve ark., 2012). Ancak mevcut çalışmaların ve bir önceki çalışmaların aksine yerleşim sıklığının artmasıyla kabuk kalınlığının azaldığı ifade edilmiştir (Salah ve ark., 2015).

Yumurtanın kabuk kalınlığı üzerine yaşın etkisi oldukça önemli bulunmuştur. Genel olarak, tüm gruplarda ve genotiplerde son dönemde (48-52 ve 56-60. haftalar) kabuk kalınlığı azalmış olup, diğer haftalarda (24-48, 32-36 ve 40-44. haftalar) artmıştır (Tablo 4.19). Konu ile ilgili yapılan çalışmalar genel olarak, yaşın artmasıyla kabuk kalınlığının azaldığı ifade edilmiştir (Akkuş ve ark., 2018; Galazka-Czarnecka ve ark., 2019; Onbaşlar ve ark., 2019; Orhan, 2001). Yukarıda verilen çalışma sonuçlarının aksine başka bir çalışmada, 24-29, 30-35 ve 36-42. haftalardaki yumurta kabuk kalınlıkları sırasıyla; 0.33 mm, 0.34 mm ve 0.35 mm değerlerinde bulunarak yaşla birlikte arttığı ifade edilmiştir (Şekeroğlu ve ark., 2014). Zita ve ark. (2009), yumurta kabuk kalınlığının yaşla birlikte arttığını bularak bir önceki çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Yumurta sarı rengi üzerine genotipin ve yaşın etkisi önemli bulunmuştur. HB'lerde ortalama sarı rengi değeri 9.74 iken; IT'lerde 10.26 değerinde olduğu tespit edilmiştir. Mevcut çalışmanın sonucu gibi genotipin sarı rengi üzerine etkisinin önemli olduğunu savunan bir çalışmada, Oravka ve Rhode Island Red yumurtacı tavuklarda sarı rengi sırasıyla 10.60 ve 11.10 ($^{\circ}\text{HLR}$) olduğu tespit edilmiştir (Hanusová ve ark., 2014). Başka bir çalışmada Atabey, Supernick, Atak, Superbrown ve Atak-S hibritlerin yumurta sarı rengi sırasıyla 13.23, 13.05, 13.86, 13.58 ve 13.87 değerleri bulunmuştur (Sarica ve

ark., 2012). Bütün bu sonuçların aksine Altun ve ark. (2022), kahverengi ve beyaz genotiplerin sarı renginin benzer olduğunu belirtilmişlerdir.

Mevcut çalışmada, yumurta sarı rengi üzerine yaşın etkisi incelendiğinde; 24-28, 32-36 ve 40-44. haftalarda yumurta sarı rengi değeri artmışken; 48-52 ve 56-60. haftalarda (son dönemlerde) bu değerde azalma bir görülmüştür. Mevcut çalışmanın sonuçları ile benzeyen başka bir çalışmada yaşın artmasıyla sarı rengin azaldığı ifade edilmiştir (Roll ve ark., 2012). Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda ise sarı renginin yaşla birlikte arttığı ifade edilmiştir (Orhan, 2001; Rakonjac ve ark., 2014). Dikmen ve ark. (2017), yapmış oldukları bir çalışmada, yaşın sarı rengi üzerine bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır.

Yumurta sarı rengi üzerine kafes sıklığının etkisi önemsiz bulunmuştur. Araştırmayla benzer yaklaşımla yürütülen diğer bir çalışma sonucu, mevcut çalışma ile uyum içerisinde olup; kafes sıklığının sarı rengi üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirtilmiştir (Geng ve ark., 2020). Mevcut çalışma ve bir önceki çalışmanın aksine Saki ve ark. (2012), kafes sıklığının yumurta sarısı üzerine etkisinin önemli olduğunu ve en iyi rengin düşük yerleşim sıklığından elde edildiğini ifade etmişlerdir. Konu ile ilgili başka bir çalışmada kafes sıklığının artmasıyla sarı renginin de azaldığı ifade edilmiştir (Şahin ve ark., 2007b).

Haugh birimi üzerine kafes sıklığının ve genotipin etkisi önemsiz; yaşın etkisi ise önemli bulunmuştur. Genel olarak Haugh biriminin yaşla birlikte azaldığı gözlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda kafes sıklığının Haugh birimi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu ifade eden sonuç, mevcut çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Saki ve ark., 2012; Şahin ve ark., 2007b). Ancak bu sonuçların aksine, kafes sıklığının Haugh birimi üzerine etkili olduğunu ve yüksek kafes sıklığında (200, 167 ve 143 cm²/tavuk sırasıyla Haugh birimi 92.77, 87.35 ve 86.29) bu değer azaldığını

ifade eden çalışma da bulunmaktadır (Salah ve ark., 2015). Genotipin Haugh birimi üzerine etkisini önemsiz bulan bir çalışma mevcut çalışma ile uyum içerisindedir (Yardım ve ark., 2021). Ancak mevcut çalışmanın aksine genotipin Haugh birimi üzerine etkisinin önemli olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır; Oravka ve Rhode Island Red yumurtacı tavuklarda Haugh birimi sırasıyla %71.46 ve %74.45 değerleri bulunmuştur (Hanusová ve ark., 2014). Atabey, Supernick, Atak, Superbrown ve Atak-S genotiplerin haugh birimi sırasıyla 86.58, 91.86, 82.14, 80.17 ve 84.69 değerleri bulunmuştur (Sarica ve ark., 2012). Yaşın, Haugh birimi üzerine etkisini önemli bulan bir çalışmada mevcut çalışmada olduğu gibi yaşla birlikte bu değerin azaldığı ifade edilmiştir (Özentürk ve ark., 2020). Başka bir çalışmada ise mevcut çalışmanın aksine Haugh birimi üzerine yaşın etkisi önemsiz bulunmuştur (Şekeroğlu ve ark., 2014).

Ak indeksi üzerine kafes sıklığının ve genotipin etkisi önemsiz; yaşın etkisi oldukça önemli bulunmuştur. Genel olarak ak indeksinin yaşla birlikte azaldığı görülmüştür. Araştırma sonucu ile uyum içerisinde olan başka çalışmalarda da kafes sıklığının ak indeksi üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirtilmiştir (Özentürk ve ark., 2020; Saki ve ark., 2012; Şahin ve ark., 2007b). Zita ve ark. (2009), yapmış oldukları bir çalışmada, mevcut çalışmada olduğu gibi genotipin ak indeksi üzerine etkisinin önemsiz olduğu ifade edilmiştir. Mevcut çalışmanın ve bir önceki çalışmanın sonuçları ile çelişen başka bir çalışmada da genotipin ak indeksi üzerine etkisinin önemli olduğu saptanmıştır (Hanusová ve ark., 2014; Sarica ve ark., 2012). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda yaşın ak indeksi üzerine etkisi, mevcut çalışmada olduğu gibi önemli bulunmuştur. Bazı çalışmalarda ak indeksinin yaşla birlikte azaldığı (Şekeroğlu ve ark., 2014; Zita ve ark., 2009); bazısında ise arttığı ifade edilmiştir (Orhan 2001).

Sarı indeksi üzerine kafes sıklığının ve genotipin etkisi önemsiz; yaşın etkisi ise oldukça önemli bulunmuştur. Genel olarak yaşla birlikte sarı indeksinin azaldığı

görülmüştür. Mevcut araştırma sonucu ile uyum içerisinde olan diğer çalışmalarda da kafes sıklığının sarı indeksi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Saki ve ark., 2012; Şahin ve ark., 2007b). Ancak bu sonuçların aksine kafes sıklığının sarı indeksi üzerine etkisinin önemli olduğunu ve yoğun yerleşim sıklığında sarı indeksi değerinin azaldığını ifade eden çalışma da mevcuttur (Salah ve ark., 2015). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda genel olarak, mevcut çalışmanın aksine genotipin sarı indeksi üzerine etkisinin önemli olduğu savunulmuştur (Hanusová ve ark., 2014; Sarıca ve ark., 2012; Zita ve ark., 2009). Yaşın sarı indeksi üzerine etkisinin önemli olduğunu ve yaşla birlikte azaldığını ifade eden çalışmanın aksine (Zita ve ark., 2009), yaşın sarı indeksi üzerine etkisinin önemsiz olduğunu ifade eden çalışma da mevcuttur (Şekeroğlu ve ark., 2014).

Yumurta kan-et lekesi üzerine kafes sıklığının ve yaşın etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Ancak kan-et lekeleri bakımından genotipler arasında önemli bir fark olduğu; HB'lerde IT'lere kıyasla daha fazla kan-et lekelerinin olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalar genel olarak kafes sıklığının yumurta kan-et lekelerinin görülme oranı üzerine etkisinin önemsiz olduğu ifade edilmiştir (El ve ark., 2022; Özentürk ve ark., 2020; Sarıca ve ark., 2008). Bazı çalışmalarda kafes sıklığının artmasıyla kan-et lekelerinin görülme oranının arttığı ifade edilse de (El ve ark., 2022; Sarıca ve ark., 2008), bazısında tam tersi durum söz konusudur (Özentürk ve ark., 2020). Konu ile ilgili yapılan bazı çalışmada mevcut çalışmanın sonucu gibi yaşın kan-et lekeleri oranını etkilemediği ifade edilse de (Özentürk ve ark., 2020); bazı çalışmada yaşın kan-et leke oluşumunda önemli bir çevresel faktör olduğu ve yaşla birlikte bu durumun arttığı ifade edilmiştir (Roll ve ark., 2012). Genotipin kan-et lekeleri oranı üzerine etkisini inceleyen araştırmalarda genel olarak mevcut çalışmada da olduğu gibi kahverengi genotiplerde beyaz genotiplere kıyasla daha fazla kan-et lekelerinin görüldüğü tespit edilmiştir (Honkatukia ve ark., 2011; Özentürk ve ark., 2020; Jacob ve ark., 2000).

CT ve OC hormonları üzerine yaşın, genotipin ve kafes sıklığının etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yaşın etkisinin önemsiz olduğunu savunan başka bir çalışmada, 18, 22, 25 ve 29. haftalardaki HB genotiplerin serum OC seviyeleri sırasıyla, 8.73, 8.86, 8.55 ve 8.94 ng/L; CT seviyeleri ise sırasıyla, 84.77, 84.55, 84.87 ve 83.46 ng/L olarak bulunmuştur (Wei ve ark., 2021a). Bir önceki çalışmanın aksine; yumurtacı tavukların (Super Nick) serum OC ve CT seviyelerinin yaşa göre değiştiğini; 14, 16, 18, 20. haftalardaki serum CT seviyeleri sırasıyla 3.24, 2.41, 1.34, 0.55 ng/ml; serum OC seviyeleri ise sırasıyla 1.18, 1.15, 1.15, 0.83 ng/ml değerleri saptanmıştır (Güzel 2008). Konu ile benzer olan başka bir çalışmada da yaşla birlikte yine serum OC konsantrasyonunun azaldığı ifade edilmiştir (Regmi ve ark., 2017). Yüksek ve düşük yerleşim sıklığında barındırılan tavukların serum CT seviyeleri değişmeyerek mevcut çalışma ile benzerlik gösterirken; serum OC seviyeleri yüksek yerleşim sıklığında daha yüksek bulunarak mevcut çalışma ile çelişmektedir (Wang ve ark., 2020).

PTH üzerine genotipin ve yaşın etkisinin önemli olduğu; kafes sıklığının etkisinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. HB yumurtacı tavuklarda ortalama PTH değeri 52.79 pg/ml; IT'lerde ise 73.30 pg/ml bulunmuştur. Bu değerler tavukların yumurta verimi ile ilişkilendirilebilir. PTH, düşük kan kalsiyum düzeyinde salgılanmaktadır. Araştırma süresi boyunca HB'ler, IT'lere göre daha fazla yumurta vermiştir ve kan kalsiyum düzeylerinin daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. IT'ler daha az yumurta verdiği için kan kalsiyum seviyeleri HB'lere göre daha düşük olabilir. Bu sebeple salgılanan PTH seviyesi IT'lerde daha fazla olabilir. White Plymouth Rock ile White Cornishlerin 22 ile 40 haftalık yaşlar arasında serum PTH düzeylerini araştıran bilimsel bir çalışmada, yumurta veriminin pik olduğu dönemde serum PTH düzeyinin White Plymouth Rocklarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Preda ve ark., 2013).

Dönemsel kontrollerin 35., 51. ve 59. haftalarındaki ortalama PTH değerleri sırasıyla; 56.11, 56.87 ve 76.15 pg/ml olarak bulunmuştur. Araştırma süresi boyunca 35 ve 51. haftalardaki yumurta verimi benzer olup yaşı ilerlemesi ile birlikte verimde gerileme olmuştur. 59. haftadaki yumurta verimi diğer haftalara göre daha az olması sebebiyle kan kalsiyum düzeyinin daha az olduğu buna bağlı olarak ta salınan PTH seviyesinin daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Yumurtacı tavuklarda (Super Nick) yapılan bir çalışmada 14, 16, 18, 20. haftalardaki plazma PTH konsantrasyonları sırasıyla; 1.41, 0.99, 0.76, 0.66 ng/ml bulunmuştur. Mevcut çalışmada yumurta veriminin azaldığı yaşta plazma PTH seviyesi pik olurken; bir önceki verilen çalışmada ise yumurta veriminin başladığı dönemde (18-20. hafta) plazma PTH seviyesi azalmıştır (Güzel, 2008). Mevcut ve bir önceki çalışmanın aksine 18, 22, 25 ve 29. haftalardaki serum PTH seviyelerinin yaşa göre değişmediği tespit edilmiştir (Wei ve ark., 2021a).

Yumurtacı tavukların serum PTH düzeylerini düşük ve yüksek yerleşim sıklığında inceleyen bir çalışmada, yüksek yerleşim sıklığında serum PTH konsantrasyonu daha düşük çıkarak mevcut çalışma sonucu ile çelişmektedir (Wang ve ark., 2020). Normal ve düşük yerleşim sıklığında barındırılan Arbor Acres erkek broylerde serum PTH düzeyi normal yerleşim sıklığında daha yüksek bulunmuştur (Ma ve ark., 2020).

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, göğüs kemiği hasarı içinde kırık ve deviasyon birlikte değerlendirildiği için bu bölümde göğüs kemiği hasarlarından olan kırık ve deviasyon birlikte ele alınacaktır.

Dönemsel kontrollerin 35, 51 ve 60. haftalarındaki, göğüs kemiği hasarının (kırık/deviasyon) röntgen ile teşhisi (var ya da yok) yapılan bu çalışmada, göğüs kemiği kırığı üzerine kafes sıklığının etkisi önemsiz bulunmuştur. Ancak katsayılar, OKS'ye göre DKS'de göğüs kemiği kırığı oranının daha az olduğunu göstermektedir (Tablo 4.29). Göğüs kemiği kırığı üzerine yaşı etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Göğüs

kemiği deviasyonu üzerine kafes sıklığının etkisinin önemli olduğu; kafes sıklığının artmasıyla deviasyon oranının azaldığı tespit edilmiştir. DKS’de göğüs kemiği hasarının daha fazla görülmesi, DKS’deki tavukların birbirleriyle ve kümes ekipmanlarıyla çarpışma gibi travmatik olayların daha fazla olmasıyla ilişkilendirilebilir. Her ne kadar düşük yerleşim sıklığı, tavuklara hareket özgürlüğü sağlayıp refah kalitelerini iyileştirse de; göğüs kemiği hasarı için bir sorun teşkil etmektedir. Göğüs kemiği deviasyonu üzerine yaşın etkisi incelendiğinde; yaşın artmasıyla deviasyon oranının arttığı (35. haftada olasılık oranı;1, 52. haftada olasılık oranı;1.227 ve 60. haftada olasılık oranı; 2.286) görülmüştür (Tablo 4.30).

Konu ile ilgili çalışmalarda yerleşim sıklığının göğüs kemiği hasarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu sonucu mevcut çalışma ile uyum içerisindedir (Habig ve ark., 2013; Tauson, 1994). Vits ve ark. (2005), mevcut çalışma sonucunun aksine, zenginleştirilmiş kafes sisteminde yerleşim sıklığının artmasıyla göğüs kemiği hasarının daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Mevcut çalışmada düşük yerleşim sıklığında göğüs kemiği hasarının görülmesi tavukların aldığı darbe ile ilişkilendirilirken; bir önceki çalışmada ise tavukların tünekte kalma süresinin uzaması ile ilişkilendirilmiştir. Fawcett ve ark. (2020), zenginleştirilmiş kafes sistemlerinde düşük ve yüksek yerleşim sıklığında barındırılan tavuklarda 35. haftalık yaşta düşük yerleşim sıklığında hem kırık hem de deviasyon oranı artarken; 50. haftalık yaşta ise azalmıştır.

Göğüs kemiği hasarı teşhisinde palpasyon tekniği kullanılan bir çalışmada yaşın artmasıyla birlikte göğüs kemiği deviasyonlarının arttığı sonucu mevcut çalışma sonucu ile uyumludur (Stratmann ve ark., 2015b). Araştırmada, göğüs kemiği kırığının yaştan etkilenmediği ancak deviasyonun az da olsa yaştan etkilendiği ve yaşla birlikte arttığı sonucu bir önceki ve mevcut çalışma ile uyum içerisindedir. Genellikle konu ile ilgili yapılan çalışmalar, yaşla birlikte göğüs kemiği hasarının (kırık ve deviasyon) arttığını

bildirmektedir (Baur ve ark., 2020; Casey-Trott ve ark., 2017; Habig ve ark., 2021; Käppeli ve ark., 2011; Petrik ve ark., 2014; Rufener ve ark., 2019; Stratmann ve ark., 2016; Saraiva ve ark., 2020; Toscano ve ark., 2015). Başka bir çalışmada ilk yumurta verim aşamasından 49. haftaya kadar göğüs kemiği kırıklarının arttığı, 69. haftaya kadar belli bir seviyede devam ettiği belirtilmiştir (Rufener ve ark., 2020). Göğüs kemiği kırığının 30 ile 63. haftalarda radyografik incelemesi yapılan bir çalışmada her iki dönemde de kırığın görülme oranı düşük bulunmuştur. Başka bir çalışmada, 30 ve 63. haftalardaki yumurtacı tavuklarda göğüs kemiği kırığı incelenmiş ve her iki dönemde de bu hasar oranının düşük olduğu tespit edilmiştir (Kittelsen ve ark., 2020).

Genel olarak performans özellikleri kafes sıklığına, yaşa ve genotipe göre değişkenlik göstermiştir. Kafes sıklığı arttıkça yumurtacı tavukların performansında gerileme görülmüştür. Yumurta iç ve dış kalite parametreleri üzerine yaşın etkisi önemli olurken; kafes sıklığı ve genotipin etkisi farklılık göstermiştir. Bunun yanında kemik gelişiminde belirli işlevlere sahip olan CT ve OC hormonları üzerine kafes sıklığı, yaş ve genotipin etkisi önemsiz bulunurken; PTH hormonu üzerine kafes sıklığının etkisi önemsiz, genotip ve yaşın etkisi ise önemli bulunmuştur. Göğüs kemiği hasarı (kırık/deviasyon) üzerine yaşın etkisi önemsiz, kafes sıklığının kırık üzerine etkisi önemsiz bulunurken deviasyon üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu doktora tez çalışmasından elde edilen verilerin sonuçları ve bu sonuçlara yönelik öneri kısmı aşağıda yer almaktadır.

a. HB ve IT yumurtacı tavukların performans özellikleri incelendiğinde;

Her iki genotipin canlı ağırlığı yaşla birlikte artmıştır. HB yumurtacı tavukların canlı ağırlığı IT'lere göre daha fazla bulunmuştur. Kafes sıklığı arttıkça canlı ağırlığın azaldığı tespit edilmiştir. Her grupta HB'lerin yumurta verimi IT'lerden daha fazla bulunmuştur. En düşük yumurta verimi YKS'den elde edilmiştir. Özellikle YKS'de IT'lerin verimi oldukça gerilemiştir. Yumurta ağırlığı üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuş ve genel olarak yaşla birlikte artmıştır (son hafta hariç). HB'lerin yumurta ağırlığı IT'lere göre daha ağır olduğu tespit edilmiştir. Yem tüketimi üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuş ve 52-59. haftalar hariç yaşla birlikte bu özellik de artmıştır. Yem tüketimi HB'lerde ort; 112.94 g, IT'lerde ise ort;106.83 g bulunmuştur. DKS grubunda yem tüketimi diğer gruplara kıyasla daha fazla bulunmuştur. HB'lerin YYO IT'lere göre daha iyi bulunmuştur. Kafes sıklığına bakıldığında ise YKS grubunda YYO özelliği diğer gruplara kıyasla daha kötü olmuştur. Yaşama gücü her iki genotipte de yaşla birlikte azalmıştır. HB'lerin yaşama gücü özelliğinin IT'lerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Yaşama gücünün en düşük olduğu grup YKS olmuştur. Kırık-çatlak yumurta oranı üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek son haftalardan elde edilmiştir. Kırık-çatlak yumurta oranı IT'lerden daha fazla elde edilmiştir. Kafes sıklığı arttıkça kırık-çatlak yumurta oranı azalmıştır.

b. Yumurta dış ve iç kalite parametreleri incelendiğinde;

Yumurta dış kalite parametreleri üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuştur (yumurta ağırlığı yaşla birlikte artmış, şekil indeksi son haftalarda azalmış, kırılma mukavemeti yaşla birlikte azalmış, kabuk kalınlığı son haftalarda azalmış). Genotipin

sadece yumurta ağırlığı üzerine etkisi önemli olmuştur (HB ort YA: 63.60 g; IT ort YA: 62.50 g). Kafes sıklığının sadece şekil indeksi üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Yumurta iç kalite parametreleri üzerine yaşın etkisi oldukça önemli olmuştur (sarı rengi son haflarda azalmış, Haugh birimi, ak ve sarı indeksi yaşla birlikte azalmış). Genotipin etkisi sadece sarı rengi üzerine etkili olmuş ve IT’lerde daha fazla çıkmıştır.

c. CT, OC ve PTH hormonları incelendiğinde;

CT ve OC hormonları üzerine kafes sıklığı, genotip ve yaşın etkisi önemsiz olmuştur. PTH hormonu ise kafes sıklığından etkilenmezken; genotip ve yaşa göre farklılık göstermiştir (IT>HB, yaşla birlikte artmış).

d. Göğüs kemiği hasarı (kırık/deviasyon) incelendiğinde;

Göğüs kemiğinde meydana gelen kırık oranını kafes sıklığı ve yaş etkilememiştir. Ancak deviasyon oranına kafes sıklığının etkisi önemli olmuşken (DKS grubunda daha fazla); yaşın etkisi yine önemsiz olmuştur.

Yumurtacı tavuklar, yüksek verim elde edebilmek için fizyolojisine veya refahına uygun ortamlarda barındırılmalı ve stresten uzak tutulmalıdır. Ticari yumurtacı tavukçuluk sektöründe genotip seçimi olarak; dayanıklılığı, yumurta verimi ve performansı bakımından iyi olan Hy-line Brown genotipler Isa Tinted’lere göre daha fazla tercih edilebilir. Ayrıca düşük kafes sıklığında tavukların her ne kadar verimi yüksek çıksa da göğüs kemiği hasarı oranı diğer gruplara göre daha fazla görülmüştür. Bu nedenle kafes içi hem düşük hem de yoğun yerleşim sıklığından kaçınılmalı ve standart olan 7’li yerleşim sıklığının tercih edilmesi uygun görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Abdallah, A. G., Harms, R. H., & El-Husseiny, O. (1993). Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, 72(11), 2038–2043. <https://doi.org/10.3382/ps.0722038>
- Abrahamsson, P., & Tauson, R. (1993). Effect of perches at different positions in conventional cages for laying hens of two different strains. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences*, 43(4), 228–235. <https://doi.org/10.1080/09064709309410171>
- Abrahamsson, P., & Tauson, R. (1995). Aviary systems and conventional cages for laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences*, 45(3), 191–203. <https://doi.org/10.1080/09064709509415851>
- Abrahamsson, P., Tauson, R., & Appleby, M. C. (1996). Behaviour, health and integument of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *British Poultry Science*, 37(3), 521–540. <https://doi.org/10.1080/00071669608417882>
- Adams, A. W., & Jackson, M. E. (1970). Effect of cage size and bird density on performance of six commercial strains of layers. *Poultry Science*, 49(6), 1712–1719. <https://doi.org/10.3382/ps.0491712>
- Ahammad, M. U. (2006). Effect of seasonal variation , group size and stocking density on egg size and egg quality of indigenous hens under intensive management intensive and stocking density. *Dinajpur Govt. Veterinary College, Bangladesh*, 1(January), 10.
- Ahammed, M., Chae, B. J., Lohakare, J., Keohavong, B., Lee, M. H., Lee, S. J., Kim, D. M., Lee, J. Y., & Ohh, S. J., (2014). Comparison of aviary, barn and conventional cage raising of chickens on laying performance and egg quality. *Asian-Australasian*

- Ahmadi, F., & Rahimi, F. (2011). Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: A Review. *World Applied Sciences Journal*, 12(3), 372–384. [http://www.idosi.org/wasj/wasj12\(3\)/21.pdf](http://www.idosi.org/wasj/wasj12(3)/21.pdf)
- Akbari Moghaddam Kakhki, R., Bakhshalinejad, R., Anderson, K. E., & Golian, A., (2018). Effect of high and low stocking density on age of maturity, egg production, egg size distribution in white and brown layer hens: A meta-analysis. *Poultry Science Journal*, 6(1), 71–87.
- Akkoyun, H. T., Bayramoğlu, M., Ekin, S., & Çelebi, F. (2014). D Vitamini ve metabolizma için önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(3), 213–219. <https://doi.org/10.17094/avbd.05043>
- Akkuş, B., & Yıldırım, İ. (2018). Beyaz ve kahverengi ticari yumurtacı tavuklarda, tavuk yaşı ve kafes katının yumurta dış kalite parametreleri üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 211–218. <https://doi.org/10.29278/azd.476645>
- Akter, Y., Kasim, A., Omar, H., & Sazili, A. Q. (2014). Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 12(3–4), 87–92.
- Altan, A., Altan, Ö., Özkan, S., Özkan, K., Akbaş, Y., & Ayhan, V. (2002). Effects of cage density on the performance of laying hens during high summer temperatures. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26(4).
- Altun, İ., Şengül, T., & Şengül, A. Y. (2022). Serbest sistemde yetiştirilen beyaz ve kahverengi yumurtacı tavuklarda yumurtlama zamanı ve oranının yumurta kalitesi üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 9(2), 308–319. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1038924>

- Altuntaş, E., & Şekeroğlu, A. (2008). Effect of egg shape index on mechanical properties of chicken eggs. *Journal of Food Engineering*, 85(4), 606–612. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.08.022>
- Anderson, K. E., Davis, G. S., Jenkins, P. K., & Carroll, A. S. (2004). Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. *Poultry Science*, 83(1), 15–23. <https://doi.org/10.1093/ps/83.1.15>
- Anonim. (2021). *Tarım ve Orman Bakanlığı*. <http://arastirma.tarim.gov.tr/tepge>, (19.09.22).
- Anonim. (2013). *Endokrin bezleri ve bu bezlerin salgıladıkları hormonlar*. <http://www.biyolojiportali.com/konu-anlatimi/15/8/endokrin-bezleri-ve-bu-bezlerin-salgiladiklari-hormonlar>, (10.04.23).
- Anonim. (2009). *Farm animal welfare in great britain: Past, present and future*. *Farm Animal Welfare Council*. <https://www.gov.uk/government/publications/fawc-report-on-farm-animal-welfare-in-great-britain-past-present-and-future> (10.04.2023).
- Appleby, M. C. (2003). The European Union ban on conventional cages for laying hens: History and prospects. *Michael Calvert Appleby*, 6(2), 103–121. https://doi.org/10.1207/S15327604JAWS0602_03
- Artan, S., & Durmuş, İ. (2015). Köy , serbest ve kafes sistemlerinde üretilen yumurtaların kalite özellikleri bakımından karşılaştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(2), 89-97.
- Asghar Saki, A., Zamani, P., Rahmati, M., & Mahmoudi, H. (2012). The effect of cage density on laying hen performance, egg quality, and excreta minerals. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(3), 467–475. <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00318>

- Atasoy, F., Ebru, E. Onbaşlar, & Apaydın, S. (2001). Comparison of egg quality characteristics between Denizli and commercial layer flocks. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 41(2), 89-100.
- Atik, Z., & Ceylan, N. (2009). Yumurta kabuk kalitesine mineral maddelerin etkisi * effects of minerals on egg shell quality. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 6, 50–57.
- Aydin, D., Rashid, S. M., & Aydin, R. (2015). Tavuk yumurtası ve kolesterol gerçeği. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 17(3), 26–29. <https://doi.org/10.18016/ksujns.89818>
- Baker, S. L., Robison, C. I., Karcher, D. M., Toscano, M. J., & Makagon, M. M. (2020). Keel impacts and associated behaviors in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 222, 104886. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104886>
- Baur, S., Rufener, C., Toscano, M. J., & Geissbühler, U. (2020). Radiographic evaluation of keel bone damage in laying hens—morphologic and temporal observations in a longitudinal study. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 129. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00129>
- Baykalır, Yasin & Şimşek, Ü. G. (2014). Yumurta tavukçuluğunda kullanılan yetiştirme sistemleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 28(2), 93-98.
- Benli, N., & Durmuş, İ. (2015). Değişik markalarda Ordu ilinde satışa sunulan yumurtaların kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(1), 27-36.
- Boz, M. A., Erensoy, K., Uçar, A., & Sarıca, M. (2022). Beç tavuklarında yerleşim sıklığının büyüme, kesim ve karkas özelliklerine etkisi. *Hayvansal Üretim*, 63(1), 47-56. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1077121>
- Bozkurt, Z. (2009). Kafes ve alternatif sistemlerde yumurtacı tavukların refahı. *Kocatepe Veterinary Journal*, 2(1), 59-67.
- Bozkurt, Z., Kılıç, İ., Gücüyener Hacı, Ö., & Lenger, Ö. F. (2013). The effects of human - animal interactions on animal welfare. *Kocatepe Veterinary Journal*, 6(1), 41–50.

- Browning, H., & Veit, W. (2021). Freedom and animal welfare. *Animals*, 11(4), 1–20.
<https://doi.org/10.3390/ani11041148>
- Buijs, S., Heerkens, J. L. T., Ampe, B., Delezie, E., Rodenburg, T. B., & Tuytens, F. A. M., 2019. Assessing keel bone damage in laying hens by palpation: Effects of assessor experience on accuracy, inter-rater agreement and intra-rater consistency. *Poultry Science*, 98(2), 514–521. <https://doi.org/10.3382/ps/pey326>
- Can, M., Derviş, Ö., & Özüdoğru, Z. (2010). Çamurcun (*Anas crecca*) iskelet sistemi üzerinde makro-anatomik araştırmalar I. skeleton axiale. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 24(3), 123–127.
- Cansız, Ö., Aday, M. S., & Caner, C. (2006). Kitosan kaplama materyalinin yumurtanın kabuk mukavemetini (kalite kriterini) geliştirmede etkinliği. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006.
- Casey-Trott, T., Heerkens, J. L. T., Petrik, M., Regmi, P., Schrader, L., & Toscano, M. J., 2015. Methods for assessment of keel bone damage in poultry. *Poultry Science*, 94(10), 2339–2350. <https://doi.org/10.3382/ps/pev223>
- Casey-Trott, T. M., Guerin, M. T., Sandilands, V., Torrey, S., & Widowski, T. M. (2017). Rearing system affects prevalence of keel-bone damage in laying hens: a longitudinal study of four consecutive flocks. *Poultry Science*, 96(7), 2029–2039. <https://doi.org/10.3382/ps/pex026>
- Casey-trott, T. M., Widowski, T. M., & Casey-trott, T. M. (2016). Behavioral differences of laying hens with fractured keel bones within furnished cages. *Frontiers in Veterinary Science*, 3, 42. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00042>
- Clark, W. D., Cox, W. R., & Silversides, F. G. (2008). Bone fracture incidence in end-of-lay high-producing, noncommercial laying hens identified using radiographs. *Poultry Science*, 87(10), 1964–1970. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00115>

- Çavuşoğlu, E., & Petek, M. (2019). Izgarali zemin sistemi ve yavaş gelişen etlik piliç genotiplerinin büyüme performansı ve ekonomi verimlilik üzerine etkisi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 38(1), 18–28.
- Çelik, Ş., İnci, H., & Kayaokay, A. (2014). Japon bıldırcınların da canlı ağırlığın yetiştirme sistemleri ve cinsiyete göre incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(3), 384–389.
- Çelebi, Ş., Karaca, H. (2006). Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2), 257-265.
- Çiçekgil, Z., & Yazıcı, E. (2016). Türkiye ' de tavuk yumurtası mevcut durumu ve üretim öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırma Dergisi*, 2(2), 26–34.
- Çoban, N., Laçın, E., Çoban, Ö., & Genç, M. (2020). Türkiye'deki bir süt çiftliğinde Welfare Quality® kriterlerine göre hayvan refahının değerlendirmesi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(2), 157–161. <https://doi.org/10.47027/duvetfd.709596>
- Çolak, A., & Yetişir, R. (2010). Yumurtacı piliçlerde, 18. haftalık yaştaki canlı ağırlık ve sürü üniformitesinin verim dönemi bazı performans kriterlerine etkileri üzerinde bir araştırma. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 24(3), 9–20.
- Dale, M. D., Mortimer, E. M., Kolli, S., Achramowicz, E., Borchert, G., Juliano, S. A., Halkyard, S., Sietz, N., Gatto, C., Hester, P. Y., & Rubin, D. A. (2015). Bone-remodeling transcript levels are independent of perching in end-of-lay white leghorn chickens. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(2), 2663–2677. <https://doi.org/10.3390/ijms16022663>
- Dalle Zotte, A., Cullere, M., Pellattiero, E., Sartori, A., Marangon, A., & Bondesan, V., 2021. Is the farming method (cage, barn, organic) a relevant factor for marketed egg

- quality traits? *Livestock Science*, 246, 104-453.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104453>
- David, B., Mejdell, C., Michel, V., Lund, V., & Moe, R. O. (2015). Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hen welfare. Part II-ammonia. *Animals*, 5(3), 886–896. <https://doi.org/10.3390/ani5030368>
- De Reu, K., Grijspeerdt, K., Heyndrickx, M., Zoons, J., De Baere, K., Uyttendaele, M., Debevere, J., & Herman, L. (2005). Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. *British Poultry Science*, 46(2), 149–155.
<https://doi.org/10.1080/00071660500065359>
- Dedousi, A., Stojčić, M. Đ., & Sossidou, E. (2020). Effects of housing systems on keel bone damage and egg quality of laying hens. *Veterinary Research Forum*, 11(4), 299–304. <https://doi.org/10.30466/vrf.2019.99568.2375>
- Demirel, D. Ş., & Demirel, R. (2020). Comparison of egg quality traits of atak-s hens kept in different rearing systems. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(1), 54–60. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i1.54-60.2685>
- Dikmen, Y., B., İpek, A., Şahan, U., Petek, M., & Sözcü, A. (2016). Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*, 95(7), 1564–1572.
<https://doi.org/10.3382/ps/pew082>
- Dikmen, Y., B., İpek, A., Şahan, Ü., Sözcü, A., & Baycan, S. C. (2017). Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41(1), 77–84.
<https://doi.org/10.3906/vet-1604-71>

- Dokuzlu, S., Barış, O., Hecer, C., & Gldaş, M. (2013). Türkiye'de tavuk eti tüketim alışkanlıkları ve marka tercihleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 92, 83–92.
- Donaldson, C. J., Ball, M. E. E., & O'Connell, N. E. (2012). Aerial perches and free-range laying hens: The effect of access to aerial perches and of individual bird parameters on keel bone injuries in commercial free-range laying hens. *Poultry Science*, 91(2), 304–315.
- Duman, M., şekeroğlu, A., Yıldırım, A., Eleroğlu, H., & Camcı. (2016). Relation between egg shape index and egg quality characteristics. *European Poultry Science*, 80(1), 1-9. <https://doi.org/10.1399/eps.2016.117>
- Durmuş, İ. (2015). Yumurta kalite özelliklerinin kuluçka sonuşlarına etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 3(2), 95–99.
- Durmuş, İ., & Kamanlı, S. (2012). Yumurtacı tavuklarda kafes katlarının bazı verim özelliklerine etkisi ile verimler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1(2), 77–82.
- Durmuş, İ. & Türkoğlu M. (2007). Geliştirilmekte olan yerli beyaz yumurtacı saf hatlar ve melezlerinde bazı verim ve yumurta kalitesi zellikleri. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 7(1), 23-30.
- Durmuş, İ., Sarıca, M., Aktan, S., Yıldız, T., Kahraman, Z., & Ertaş, S. (2009). Geliştirilmekte olan yerli ticari yumurtacı genotiplerin verim özelliklerinin belirlenmesi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 8(1), 15-9.
- Editorial, G. (2008). Farm animal welfare since the Brambell report. *Applied Animal Behaviour Science*, 113(4), 277–278. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.01.019>

- El- Shafei, A., Abdel – Azeem, A., & Abdullaha, E. (2012). Stocking density effects on performance and physiological changes of laying japanese quail. *Journal of Animal and Poultry Production*, 3(8), 379–398. <https://doi.org/10.21608/JAPPMU.2012.82943>
- El, M. I., Saber, S., Manal, S. A. H., & Farid, M. Z. (2022). Stocking density : a clue for improving social behavior, welfare, health indices along with productivity performances of quail (*Coturnix coturnix*)— a review. *Tropical Animal Health and Production*, 54(1), 83. <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03083-0>
- Eleroğlu, H. (2019). Beyaz Yumurtacı saf hatlarda yumurta kalitesi üzerine yaş ve kafes katının etkisi. *Turkish Journal of Agriculture*, 7, 173–182. <http://orcid.org/0000-0002-1032-9833>
- Englmaierová, M., Tůmová, E., Charvátová, V., & Skřivan, M. (2014). Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech Journal of Animal Science*, 59(8), 345–352.
- Erensoy, K., Sarıca, M., Noubandiguim, M., Dur, M., & Aslan, R. (2021). Effect of light intensity and stocking density on the performance, egg quality, and feather condition of laying hens reared in a battery cage system over the first laying period. *Tropical Animal Health and Production*, 53(2), 320. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02765-5>
- Ergün, O. F., & Bayram, B. (2021). Türkiye’de Hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler changes in the livestock sector in turkey en önemli ekonomik faaliyeti hayvancılık kalkınması. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2), 152-175.
- Eroglu, M., Çiftci, M., Şimşek, U. G., Akarsu, S., Arslan, S., Hames, M. A., & Mutlu, M. (2024). Effect of dietary supplementation of jujube fruit (*Ziziphus jujuba*) powder

- on performance, some biochemical parameters, and egg quality in quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 211-220.
- Eusemann, B. K., Baulain, U., Schrader, L., Tho, C., Patt, A., & Petow, S. (2018). Radiographic examination of keel bone damage in living laying hens of different strains kept in two housing systems. *PLoS One*, 13(5), e0194974. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194974>
- Eusemann, B. K., Patt, A., Schrader, L., Weigend, S., Thöne-Reineke, C., & Petow, S. (2020). The role of egg production in the etiology of keel bone damage in laying hens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 81. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00081>
- Fawcett, D. L., Jensen, L., Caston, L. J., & Widowski, T. M. (2020). Strain differences and effects of different stocking densities during rearing on the musculoskeletal development of pullets. *Poultry Science*, 99(9), 4153–4161. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.046>
- Feddern, V., de Prá, M. C., Mores, R., Nicoloso, R. da S., Coldebella, A., & de Abreu, P. G. (2017). Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. *Ciencia e Agrotecnologia*, 41(3), 322–333. <https://doi.org/10.1590/1413-70542017413002317>
- Fidan, E. D. (2018). Avrupa Birliği kriterlerine uyum sürecinde Türkiye’de yumurtacı tavuk refahına yönelik mevzuatlara genel bir bakış. *Animal Health Production and Hygiene*, 7(1), 569-575.
- Fidan, E. D. (2012). Türkiye’de çiftlik hayvanları ile ilgili refah uygulamaları. *Animal Health Production and Hygiene*, 1(1), 39–46.

- Fidan, E. D., & Nazlıgöl, A. (2012). Denizli ırkı tavuklarda kafes pozisyonu ve yoğunluğunun bazı verim özellikleri üzerine etkileri. *Animal Health Production and Hygiene*, 1(1), 31-37.
- Fidan, E. D. (2010). *Denizli tavuklarında yetiştirme parametreleri, parametreler arası fenotipik korelasyonlar ile kafes pozisyonu ve yoğunluğunun yumurtlama döneminde stres algılama ve performansa etkisi* (Doktora tezi), Adnan Menderes Üniversitesi.
- Galazka-Czarnecka, I., Korzeniewska, E., Czarnecki, A., Sójka, M., Kielbasa, P., & Drózd, T. (2019). Evaluation of quality of eggs from hens kept in caged and free-range systems using traditional methods and ultra-weak luminescence. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(12), 1–12. <https://doi.org/10.3390/app9122430>
- Geng, A. L., Liu, H. G., Zhang, Y., Zhang, J., Wang, H. H., Chu, Q., & Yan, Z. X. (2020). Effects of indoor stocking density on performance, egg quality, and welfare status of a native chicken during 22 to 38 weeks. *Poultry Science*, 99(1), 163–171. <https://doi.org/10.3382/ps/pez543>
- Göger, H. (2019). Affecting factors of egg weight. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 16(2), 39–47. <https://doi.org/10.34233/jpr.595162>
- Guesdon, V., Ahmed, A. M. H., Mallet, S., Faure, J. M., & Nys, Y. (2006). Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. *British Poultry Science*, 47(1), 1–12.
- Güneş, N., Polat, Ü., & Petek, M. (2002). Alternatif barındırma sistemlerinde yetiştirilen tavukların biyokimyasal kan parametrelerindeki değişikliklerin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21, 39-42.
- Guo, Y. Y., Song, Z. G., Jiao, H. C., Song, Q. Q., & Lin, H., 2012. The effect of group size and stocking density on the welfare and performance of hens housed in

- furnished cages during summer. *Animal Welfare*, 21(1), 41–49.
<https://doi.org/10.7120/096272812799129501>
- Güzel, S. (2008). *Yumurtacı tavuklarda amylinin kalsiyum metabolizması ve kemik gelişimi üzerine etkileri* (Doktora tezi), Uludağ Üniversitesi.
- Habig, C., & Distl, O. (2013). Evaluation of bone strength, keel bone status, plumage condition and egg quality of two layer lines kept in small group housing systems. *British Poultry Science*, 54(4), 413–424.
<https://doi.org/10.1080/00071668.2013.792405>
- Habig, C., Henning, M., Baulain, U., Jansen, S., Scholz, A. M., & Weigend, S. (2021). Keel bone damage in laying hens — its relation to bone mineral density , body growth rate and laying performance. *Animals*, 11(6), 1546.
<https://doi.org/10.3390/ani11061546>
- Hamilton, R. M. G., & Bryden, W. L. (2021). Relationship between egg shell breakage and laying hen housing systems – an overview. *World's Poultry Science Journal*, 77(2), 249–266. <https://doi.org/10.1080/00439339.2021.1878480>
- Hardin, E., Castro, F. L. S., & Kim, W. K. (2019). Keel bone injury in laying hens : the prevalence of injuries in relation to different housing systems, implications, and potential solutions. *World's Poultry Science Journal*, 75(2), 285-292.
<https://doi.org/10.1017/S0043933919000011>
- Harlander-matauschek, A., Rodenburg, T. B., & Sandilands, V. (2015). Causes of keel bone damage and their solutions in laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 71(3), 461-472. <https://doi.org/10.1017/S0043933915002135>
- Hassan, M. R., & Sultana, S. (2012). Effect of different housing system on the performance, bone mineral density and yolk fatty acid composition in laying hen.

- Korean Journal of Poultry Science*, 39(4), 261-267.
<https://doi.org/10.5536/KJPS.2012.39.4.261>
- Hassan, M. R., Sultana, S., Choe, H. S., & Ryu, K. S. (2014). Effect of combinations of monochromatic LED light color on the performance and behavior of laying hens. *Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 51(3), 321–326.
<https://doi.org/10.2141/jpsa.0130105>
- Hemsworth, P. H., Mellor, D. J., Cronin, G. M., & Tilbrook, A. J. (2015). Scientific assessment of animal welfare. *New Zealand Veterinary Journal*, 63(1), 24–30.
<https://doi.org/10.1080/00480169.2014.966167>
- Holt, P. S., Davies, R. H., Dewulf, J., Gast, R. K., Huwe, J. K., Jones, D. R., Waltman, D., & Willian, K. R. (2011). The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, 90(1), 251–262. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00794>
- Honkatukia, M., Tuiskula-haavisto, M., Ahola, V., Uimari, P., Schmutz, M., Preisinger, R., Caverio, D., Vennerström, P., Arango, J., Sullivan, N. O., Fulton, J., & Vilkki, J. (2011). Mapping of QTL affecting incidence of blood and meat inclusions in egg layers. *BMC genetics*, 12(1), 1-10.
- Hanusová, E., Hrnčár, C., Hanus, A., & Oravcová, M. (2014). Effect of exogenous phytase on egg quality in laying hens. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 17(03), 79–83.
- Huneau-Salaün, A., Michel, V., Huonnic, D., Balaine, L., & Le Bouquin, S. (2010). Factors influencing bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and free-range systems for laying hens under commercial conditions. *British Poultry Science*, 51(2), 163–169.
<https://doi.org/10.1080/00071668.2010.482462>

- İskender, H., Kanbay, Y., & Özçelik, E. (2015). Artvin Çoruh üniversitesi öğrencilerinin tavuk eti tüketim tercihleri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 29(1), 09-13.
- İslamoğlu, A. H. (2018). *Postmenopozal vertebral osteopenide diyet değişikliğinin kemik yapım ve yıkım markerlarına etkisi* (Doktora tezi), İstanbul Medipol Üniversitesi.
- İzmirli, S., & Yaşar, A. (2017). Yumurtacı tavuk gönenci (refah) ve avrupa birliği sürecinde ilgili mevzuatın karşılaştırılması. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 6(2), 9–14.
- Jacob, J. P., Miles, R. D., & Mather, F. Ben. (2000). Egg quality. Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), *University of Florida PS*, 24.
- Jahanian, R., & Mirfendereski, E. (2015). Effect of high stocking density on performance, egg quality, and plasma and yolk antioxidant capacity in laying hens supplemented with organic chromium and vitamin C. *Livestock Science*, 177, 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.04.022>
- Janczak, A. M., & Riber, A. B. (2015). Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poultry Science*, 94(7), 1454–1469. <https://doi.org/10.3382/ps/pev123>
- Jendral, M. J., Korver, D. R., Church, J. S., & Feddes, J. J. R. (2008). Bone mineral density and breaking strength of white leghorns housed in conventional, modified, and commercially available colony battery cages. *Poultry Science*, 87(5), 828–837. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00192>
- Jones, D. R., & Anderson, K. E. (2013). Housing system and laying hen strain impacts on egg microbiology. *Poultry Science*, 92(8), 2221–2225. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02799>

- Jung, L., Niebuhr, K., Hinrichsen, L. K., Gunnarsson, S., Brenninkmeyer, C., Bestman, M., Heerkens, J., Ferrari, P., & Knierim, U. (2019). Possible risk factors for keel bone damage in organic laying hens. *Animal*, 13(10), 2356-2364. <https://doi.org/10.1017/S175173111900003X>
- Jung, L., Rufener, C., & Petow, S. (2022). A tagged visual analog scale is a reliable method to assess keel bone deviations in laying hens from radiographs. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.937119>
- Kahraman, A., & Küçük, O. (2010). Yumurta tavuğu karma yemlerine katılan metiyonin ve magnezyumun canlı performansa , yumurta verimi ve kalitesine etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 19(1), 34-41.
- Kang, H. K., Park, S. B., Kim, S. H., & Kim, C. H. (2016). Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. *Poultry Science*, 95(12), 2764–2770. <https://doi.org/10.3382/ps/pew264>
- Käppeli, S., Gebhardt-Henrich, S. G., Fröhlich, E., Pfulg, A., Schäublin, H., & Stoffel, M. H. (2011). Effects of housing, perches, genetics, and 25-hydroxycholecalciferol on keel bone deformities in laying hens. *Poultry Science*, 90(8), 1637–1644. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01379>
- Karabayır, A., Uzun, O., & Çakır, G. (2010). Yerleşim sıklığının kafeste yetiştirilen japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) bazı yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 19(2), 1-6.
- Katinka, A., Barbara, C., Spadavecchia, C., Stratmann, A., & Jeffrey, M. (2019). Laying hen's mobility is impaired by keel bone fractures and does not improve with paracetamol treatment. *Applied Animal Behaviour Science*, 216, 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.04.015>

- Kaygısız, A., & Öğretmen, Demirel, M. (1993). Bronz hindilerde yumurta ağırlığının kuluçka çıkış ağırlığı ve yaşama gücüne etkileri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 33(3-4), 88-94.
- Kılıç, İ., & Şimşek, E. (2006). Bursa bölgesinde bir yumurta tavuğu kümesinin yapı içi iklimsel çevre koşullarının yumurta iç ve dış kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 31-38.
- Kittelsen, K. E., Moe, R. O., Hansen, T. B., Toftaker, I., Christensen, J. P., & Vasdal, G. (2020). A descriptive study of keel bone fractures in hens and roosters from four non-commercial laying breeds housed in furnished cages. *Animals*, 10(11), 2192. <https://doi.org/10.3390/ani10112192>
- Koçer, B., & Yavuz, M. (2017). Serbest gezinmeli sistemde yem formu ve ot varlığının etlik piliçlerde performans üzerine etkileri. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 14(1), 34-40.
- Koknaroglu, H., & Akunal, T. (2013). Animal welfare: An animal science approach. *Meat Science*, 95(4), 821–827. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.030>
- Konca, Y., & Yazgan, O. (2002). Yumurta tavuklarında sıcaklık stresi ve vitamin C. *Hayvansal Üretim*, 43(2), 16–25.
- Kraus, A., Zita, L., & Krunt, O., 2019. The effect of different housing system on quality parameters of eggs in relationship to the age in brown egg-laying hens. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(6), 1246–1253.
- Krawczyk, J., & Sokołowicz, Z. (2015). Effect of heat storage conditions of grandparent eggs on chick quality and productive performance. *Faculty of Agriculture Cairo University*, 6145(4), 109–118.
- Küçükler, S. (2018). Ratlarda indometazin ile oluşturulan mide ülseri üzerine chrysin'in etkilerinin (Doktora tezi), Atatürk Üniversitesi.

- Kum, E., & Güçlü, B. K. (2006). Standart ve sıkışık kafes yoğunluğunda yetiştirilen yumurta tavuğu karma yemlerine organik asit ilavesinin performansa etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(2), 99-106.
- Laçın E., & Küreksiz A. (2020). Keel bone damage in laying hens. *Journal of Poultry Research*, 17(2), 50–55. <https://doi.org/10.34233/jpr.782964>
- Laçın, E., Yıldız, A., Esenbuğa, N., & Macit, M. (2008). Effects of differences in the initial body weight of groups on laying performance and egg quality parameters of Lohmann laying hens. *Czech Journal of Animal Science*, 53(11), 466-471.
- Ledvinka, Z., Zita, L., & Klesalová, L. (2012). Egg quality and some factors influencing it: A review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 43(1), 46–52.
- Lewko, L., & Gornowicz, E. (2011). Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Annals of Animal Science*, 11(4), 607–616. <https://doi.org/10.2478/v10220-011-0012-0>
- Lim, C. I., & Ryu, K. S. (2022). Interactive effect of dietary levels of calcium and 25-hydroxy vitamin D3 on the performance, serum biochemical concentration and digestibility of laying hens from 61 to 70 weeks of age. *Animal Bioscience*, 35(9), 1426-1433. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0003>
- Loetscher, Y., Albiker, D., Stephan, R., Kreuzer, M., & Messikommer, R. E. (2014). Differences between spent hens of different genotype in performance, meat yield and suitability of the meat for sausage production. *Animal*, 9(2), 347–355. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002468>
- Lordelo, M., Cid, J., Cordovil, C. M. D. S., Alves, S. P., Bessa, R. J. B., & Carolino, I., 2020. A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science*, 99(3), 1768–1776. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.023>

- Lukanov, H., & Alexieva, D. (2013). Trends in battery cage husbandry systems for laying hens. Enriched cages for housing laying hens. *Agricultural Science & Technology*, 5(2), 1313-8820.
- Ma, H., Xu, B., Li, W., Wei, F., Kim, W. K., Chen, C., Sun, Q., Fu, C., Wang, G., & Li, S. (2020). Effects of alpha-lipoic acid on the behavior, serum indicators, and bone quality of broilers under stocking density stress. *Poultry Science*, 99(10), 4653–4661. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.05.007>
- Mahiye, Ö. (2002). Japon bıldırcını yumurtalarında bazı dış ve iç kalite özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonlar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 49(1), 67-72.
- 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(6), 889–894.
- Mızrak, C., Şahnur, A. G. B. İ. D., Demir, D. S., Yıldız, U. Y. T., & Tunca, Z. A. M. (2010). Tavukçuluk araştırma enstitüsünde geliştirilen beyaz yumurtacı ebeveynlerin çeşitli verim özellikleri. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 9(1), 5-10.
- Nagarajan, S., Narahari, D., Jayaprasad Alfred, I., & Thyagarajan, D. (2015). Influence of stocking density and layer age on production traits and egg quality in japanese quail. *British Poultry Science*, 32(2), 243–248. <https://doi.org/10.1080/00071669108417347>
- Nasr, M. A. F., Murrell, J., & Nicol, C. J. (2013). The effect of keel fractures on egg production, feed and water consumption in individual laying hens. *British Poultry Science*, 54(2), 165–170. <https://doi.org/10.1080/00071668.2013.767437>
- Nicol, C. J., Brown, S. N., Glen, E., Pope, S. J., Short, F. J., Warriss, P. D., Zimmerman, P. H., & Wilkins, L. J. (2006). Effects of stocking density, flock size and

- management on the welfare of laying hens in single-tier aviaries. *British Poultry Science*, 47(2), 135–146. <https://doi.org/10.1080/00071660600610609>
- Nordentoft, S., Mølbaek, L., Bjerrum, L., De Vylder, J., Van Immerseel, F., & Pedersen, K. (2011). The influence of the cage system and colonisation of *Salmonella* Enteritidis on the microbial gut flora of laying hens studied by T-RFLP and 454 pyrosequencing. *BMC Microbiology*, 11, 1–11. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-11-187>
- Onbaşılar, E. E., & Avcılar, Ö. V. (2011). Kahverengi yumurtacı tavuklarda yaş ve yumurtlama zamanının yumurta ağırlığı ve kabuk kalitesi üzerine etkileri. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 51(1), 15-19.
- Onbaşılar, E. E., & Tabib, I. (2019). The Structure of eggshell and factors affecting shell quality in chickens. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 16(2), 48–54. <https://doi.org/10.34233/jpr.602210>
- Onbaşılar, E. E., Ünal, N., & Erdem, E. (2018). Some egg quality traits of two laying hybrids kept in different cage. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 65, 51-55.
- Onbaşılar, E. E., Unal, N., Erdem, E., Kocakaya, A., & Yarano, B. (2005). Production performance , use of nest box , and external appearance of two strains of laying hens kept in conventional and enriched cages. *Poultry Science*, 94(4), 559-564. <https://doi.org/10.3382/ps/pev009>
- Orhan, H., Erensayın, C., & Aktan, S. (2001). Japon bildircinlarında (*Coturnix coturnix japonica*) farklı yaş gruplarında yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Hayvansal Üretim*, 42(1), 44-49.
- Önderci, M., Şahin, N., Şahin, K., Balcı, T. A., Gursu, M. F., & Juturu, V. (2007). Dietary arginine silicate inositol complex during the late laying period of quail at different

- environmental temperatures. *British poultry science*, 47(2), 209-215.
<https://doi.org/10.1080/00071660600611052>
- Özentürk, U., & Yıldız, A. (2020). Assessment of egg quality in native and foreign laying hybrids reared in different cage densities. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*, 22(3), 1–10. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1331>
- Petek, M. (2016). Non-cage housing systems and laying hen welfare: keel bone damage and feather pecking. *Tropical Animal Science and Production (TASP 2016)*, Temmuz 26-29, 2016.
- Petek, M., Alpay, F., Gezen, Ş. Ş., & Çıbık, R. (2009). Effects of housing system and age on early stage egg production and quality in commercial laying hens. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15(1), 57–62.
- Petrik, M. T., Guerin, M. T., & Widowski, T. M. (2014). On-farm comparison of keel fracture prevalence and other welfare indicators in conventional cage and floor-housed laying hens in Ontario, Canada. *Poultry Science*, 94(4), 579–585.
<https://doi.org/10.3382/ps/pev039>
- Poyraz, Ö., Erdoğan, Z. A. M., & Gürler, Ş. (2002). Bıldırcınlarda cinsel olgunluk mevsiminin bazı yumurta kalite özelliklerine etkisi. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 42(1), 45-58.
- Preda, C., & Dojana, N. (2013). Comparative features of the calcium and phosphorus homeostasis in hens during the laying cycle. *Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine*, 59(1), 24-28.
- Rakonjac, S., Bogosavljević-Bošković, S., Pavlovski, Z., Škrbić, Z., Dosković, V., Petrović, M. D., & Petričević, V. (2014). Laying hen rearing systems: A review of major production results and egg quality traits. *World's Poultry Science Journal*, 70(1), 93–104. <https://doi.org/10.1017/S0043933914000087>

- Rayan, G. N., Galal, A., Fathi, M. M., & El-Attar, A. H. (2010). Impact of layer breeder flock age and strain on mechanical and ultrastructural properties of eggshell in chicken. *International Journal of Poultry Science*, 9(2), 139–147.
- Regmi, P., Nelson, N., Haut, R. C., Orth, M. W., & Karcher, D. M. (2017). Influence of age and housing systems on properties of tibia and humerus of Lohmann White hens 1 : Bone properties of laying hens in commercial housing systems. *Poultry Science*, 96(10), 3755–3762. <https://doi.org/10.3382/ps/pex194>
- Richards, G. J., Nasr, M. A., Brown, S. N., Szamocki, E. M. G., Murrell, J., Barr, F., & Wilkins, L. J. (2011). Use of radiography to identify keel bone fractures in laying hens and assess healing in live birds. *Veterinary Record*, 169(11), 279. <https://doi.org/10.1136/vr.d4404>
- Riczu, C. M., Saunders-Blades, J. L., Yngvesson, Å. K., Robinson, F. E., & Korver, D. R. (2004). End-of-cycle bone quality in white- and brown-egg laying hens. *Poultry Science*, 83(3), 375–383. <https://doi.org/10.1093/ps/83.3.375>
- Robert, J. R. (2004). Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal of Poultry Science*, 41(3), 161–177. <https://doi.org/10.2141/jpsa.41.161>
- Rodriguez-Navarro, A., Kalin, O., Nys, Y., & Garcia-Ruiz, J. M. (2002). Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. *British Poultry Science*, 43(3), 395–403. <https://doi.org/10.1080/00071660120103675>
- Roll, V. F. B., Briz, R. C., & Levrino, G. A. M. (2012). Floor versus cage rearing: effects on production, egg quality and physical condition of laying hens housed in furnished cages. *Ciência Rural*, 39, 1527-1532. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500034>

- Rufener, C., Abreu, Y., Asher, L., Berezowski, J. A., Maximiano Sousa, F., Stratmann, A., & Toscano, M. J. (2019). Keel bone fractures are associated with individual mobility of laying hens in an aviary system. *Applied Animal Behaviour Science*, 217, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.05.007>
- Rufener, C., Baur, S., Stratmann, A., & Toscano, M. J. (2018). A reliable method to assess keel bone fractures in laying hens from radiographs using a tagged visual analogue scale. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 1–8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00124>
- Rufener, C., & Makagon, M. M. (2020). Keel bone fractures in laying hens: a systematic review of prevalence across age, housing systems, and strains. *Journal of Animal Science*, 98, 36–51. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa145>
- Salah, M., & Mohamed, E. T. (2015). Effects of cage stocking density on egg quality traits in japanese quails. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(1). <https://doi.org/10.9775/kvfd.2014.11374>
- Saraiva, S., Esteves, A., Oliveira, I., & Stilwell, G. (2020). Assessment of fear response and welfare indicators in laying hens from barn systems. *Livestock Science*, 240, 104150. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104150>
- Saraiva, S., Esteves, A., & Stilwell, G. (2019). Influence of different housing systems on prevalence of keel bone lesions in laying hens. *Avian Pathology*, 48(5), 454–459. <https://doi.org/10.1080/03079457.2019.1620914>
- Sarıca, M., Boğa, S., & Yamak, U. S. (2008). The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages. *Czech Journal of Animal Science*, 53(8), 346–353.

- Sarıca, M., Önder, H., & Yamak, U. S. (2012). Determining the most effective variables for egg quality traits of five hen genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14(2), 235–240.
- Sarıca, M., Yanak, U. S., & Boz, M. A. (2010). Changes in egg quality parameters due to age in laying hens from two commercial and three local layer genotypes. *Journal of Poultry Research*, 9(1), 11-17.
- Sarıözkan, S., Kocaoğlu Güçlü, B., & İşcan, K. M. (2009). Yumurta tavuklarında yerleşim sıklığı, rasyon enerji düzeyi ve rasyona karnitin ilavesinin teknik ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 56(4), 283-288.
- Sarıca, Ş. (2003). Omega-3 yağ asitlerinin insan sağlığı üzerine etkileri ve tavuk etinin omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmesi. *Hayvansal Üretim*, 44(2), 1-9.
- Sarıca, Ş., Karataş, Ü., & Gözalan, R. (2009). Kanatlılarda bağışıklık sistemi ve bağışıklık sistemini etkileyen besinsel faktörler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 81–86.
- Sasaki, O., Odawara, S., Takahashi, H., Nirasawa, K., Oyamada, Y., Yamamoto, R., Ishii, K., Nagamine, Y., Takeda, H., Kobayashi, E., & Furukawa, T. (2004). Genetic mapping of quantitative trait loci affecting body weight, egg character and egg production in F2 intercross chickens. *Animal Genetics*, 35(3), 188–194. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2004.01133.x>
- Sherwin, C. M., Richards, G. J., & Nicol, C. J. (2010). Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. *British Poultry Science*, 51(4), 488–499. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.502518>

- Shields, S., & Greger, M. (2013). Animal welfare and food safety aspects of confining broiler chickens to cages. *Animals*, 3(2), 386–400. <https://doi.org/10.3390/ani3020386>
- Singh, R., Cheng, K. M., & Silversides, F. G. (2009). Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science*, 88(2), 256–264. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00237>
- Širovnik, J., & Toscano, J. M. (2017). Restraining laying hens for radiographic diagnostics of keel bones. In *Proceedings of the 10th European Symposium on Poultry Welfare*, 162.
- Söğüt B., & Sarı, M. (2009). Bildircinlarda (*Coturnix coturnix japonica*) anaç yaşının ve yumurtlama zamanının yumurta özellikleri üzerine etkisi: 2. yumurta iç kalite özellikleri üzerine etkisi. *Yüziüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2), 49-53.
- Sokołowicz, Z., Krawczyk, J., & Dykiel, M. (2018). The effect of the type of alternative housing system, genotype and age of laying hens on egg quality. *Annals of Animal Science*, 18(2), 541-556. <https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0004>
- Sözcü, A., & Yılmaz, E. (2014). Yumurta tavuğu yetiştirme sistemlerinde refah problemleri. *Hayvansal Üretim*, 55(2), 38-42. <https://doi.org/10.29185/hayuretim.363948>
- Spiridonovic, S., Djukic-Stojcic, M., Peric, L., Pajic, M., & Knezevic, S. (2021). Welfare parameters and keel bone damage in laying hens reared in different production systems. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 37(2), 109–116. <https://doi.org/10.2298/BAH2102109S>
- Stratmann, A., Fröhlich, E. K. F., Gebhardt-Henrich, S. G., Harlander-Matauschek, A., Würbel, H., & Toscano, M. J. (2015a). Modification of aviary design reduces

- incidence of falls, collisions and keel bone damage in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 165, 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.01.012>
- Stratmann, A., Fröhlich, E. K. F., Gebhardt-Henrich, S. G., Harlander-Matauschek, A., Würbel, H., & Toscano, M. J. (2016). Genetic selection to increase bone strength affects prevalence of keel bone damage and egg parameters in commercially housed laying hens. *Poultry Science*, 95(5), 975–984. <https://doi.org/10.3382/ps/pew026>
- Stratmann, A., Fröhlich, E. K. F., Harlander-Matauschek, A., Schrader, L., Toscano, M. J., Würbel, H., & Gebhardt-Henrich, S. G. (2015b). Soft perches in an aviary system reduce incidence of keel bone damage in laying hens. *Plos One*, 10(3), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122568>
- Şahan, Ü., Dikmen, B. Y., & Sözcü, A. (2017). Ziraat Mühendisliği Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII . *Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2* (Issue January 2015), Ocak, 2020, Ankara.
- Şahin, N., Önderci, M., Balcı, T. A., Cıkim, G., Şahin, K., Küçük, O., Önderci, M., Balcı, T. A., Cıkim, G., Şahin, K., & The, O. K. (2007a). The effect of soy isoflavones on egg quality and bone mineralisation during the late laying period of quail. *British poultry science*, 48(3), 363-369. <https://doi.org/10.1080/00071660701341971>
- Şahin, S., Macit, M., Esenbuğa, N., & Karaca, H. (2007b). Effect of cage density on performance and egg quality traits of layers. *Journal of Applied Animal Research*, 31(1), 37–39. <https://doi.org/10.1080/09712119.2007.9706626>
- Şamlı, H. & Ersin, A. A. O. (2016). Tüm yönleriyle yumurta. istanbul ticaret borsası yayınları, İstanbul.
- Şeker, İ., Kul, S., Bayraktar, M., & Yıldırım, Ö. (2005). Japon bildircinlerinde (coturnix coturnix japonica) yumurta verimi ve bazı yumurta kalite özelliklerine yaşın etkisi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 31(1), 129-138.

- Şekeroğlu, A., & Pekin, A. (2009). Dünyada ve Türkiye’de yumurtacı genotiplerin performansındaki gelişmeler. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (1).
- Şekeroğlu, A., & Altuntaş, E. (2009). Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(3), 379–383. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3454>
- Şekeroğlu, A., Duman, M., Tahtalı, Y., Yıldırım, A., & Eleroğlu, H. (2014). Effect of cage tier and age on performance, egg quality and stress parameters of laying hens. *South African Journal of Animal Science*, 44(3), 288. <https://doi.org/10.4314/sajas.v44i3.11>
- Şekeroğlu, A., & Sarıca, M. (2005). Serbest yetiştirme (free-range) sisteminin beyaz ve kahverengi yumurtacı genotiplerin yumurta verim ve kalitesine etkisi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 6(1), 10-16.
- Şentürk, Y. E., Şekeroğlu, A., & Duman, M. (2020). The Effect of Heat Stress on Egg Quality Properties: A Review. *International Journal of Poultry-Ornamental Birds Science and Technology*, 1(1), 30-33.
- Şık, Z. (2020). Kanatlı hayvanlarda mukozal bağışıklık. *Etlik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi*, 31(1), 93–100. <https://doi.org/10.35864/evmd.628318>
- Tactacan, G. B., Guenter, W., Lewis, N. J., Rodriguez-Lecompte, J. C., & House, J. D. (2009). Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. *Poultry Science*, 88(4), 698–707. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00369>
- Tauson, R., & Abrahamsson, P. (1994). Foot and skeletal disorders in laying hens effects of perch design, hybrid, housing system and stocking density. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences*, 44(2), 110–119. <https://doi.org/10.1080/09064709409410189>

- Tauson, R., Wahlström, A., & Abrahamsson, P. (1999). Effect of two floor housing systems and cages on health, production, and fear response in layers. *Journal of Applied Poultry Research*, 8(2), 152–159. <https://doi.org/10.1093/japr/8.2.152>
- Tekin, İ., E., Çetin, E., Temelli, S., & Eyigör, A. (2019). Alternatif ve kafes yetiştirme sistemleri ile üretilen perakende yumurtaların kalite özellikleri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 90(2), 143–151. <https://doi.org/10.33188/vetheder.540604>
- Thofner, I. C. N., Dahl, J., & Christensen, J. P. (2021). Keel bone fractures in Danish laying hens: prevalence and risk factors. *Plos One*, 16(8), e0256105. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256105>
- Thofner, I., Hougen, H. P., Villa, C., Lynnerup, N., & Id, P. C. (2020). Pathological characterization of keel bone fractures in laying hens does not support external trauma as the underlying cause. *Plos One*, 15(3), e0229735. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229735>
- Thiele, H., Pottgüter, R., & Gmbh, L. T. (2008). Management recommendations for laying hens in deep litter, perchery and free range systems. *Lohman Information*, 43(1), 53.
- Tirma, A. R. A. Ş., & Yılmaz, A. (2008). Farklı tüy rengine sahip Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) yumurta ağırlığı, şekil indeksi ve çıkım ağırlığı ile bu özellikler arası ilişkiler. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 22(1), 005-008.
- Topaloğlu, U., Ketani, M. A., & Güney Saruhan, B. (2017). Kemik doku ve kemikleşme çeşitleri. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 10(1), 62–71.
- Toscano, M. J., Booth, F., Wilkins, L. J., Avery, N. C., Brown, S. B., Richards, G., & Tarlton, J. F. (2015). The effects of long (C20/22) and short (C18) chain omega-3 fatty acids on keel bone fractures, bone biomechanics, behavior, and egg production

- in free-range laying hens. *Poultry Science*, 94(5), 823–835.
<https://doi.org/10.3382/ps/pev048>
- Tosun, U. (2022). *Free range üretim koşullarında köy tavuğu ve ticari yumurtacı tavukların yumurta verim performanslarının belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi), Bursa Uludağ Üniversitesi.
- Tracy, L. M., Temple, S. M., Bennett, D. C., Sprayberry, K. A., Makagon, M. M., & Blatchford, R. A. (2019). The reliability and accuracy of palpation, radiography, and sonography for the detection of keel bone damage. *Animals*, 9(11).
<https://doi.org/10.3390/ani9110894>
- Tůmová, E., & Gous, R. M. (2012). Interaction between oviposition time, age, and environmental temperature and egg quality traits in laying hens and broiler breeders. *Czech Journal of Animal Science*, 57(12), 541–549.
- Tůmová, E., Uhlířová, L., Tůma, R., Chodová, D., and Máchal, L., 2017. Age related changes in laying pattern and egg weight of different laying hen genotypes. *Animal Reproduction Science*, 183, 21–26.
- Türker, İ., Alkan, S., & Serpil, A. (2017). Yerli ve yabancı ticari kahverengi yumurtacı tavukların serbest (Free-Range) yetiştirme sisteminde verim özelliklerinin karşılaştırılması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(7), 814-821. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i7.814-821.1216>
- Türkoğlu, M., & Sarıca M. (2018). Tavukçuluk bilimi (yetiştirme, besleme, hastalıklar). M Türkoğlu ve M Sarıca (Eds.), (5. Baskı). Bey Ofset Matbaacılık, Ankara.
- Türker, I., Boz, M. A., Taskesen, H. O., & Kamanli, S. (2020). Effect of fluctuate lighting program on production and carcass characteristics of broiler chickens. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(1), 230–233.
<https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i1.230-233.3051>

- Türkyılmaz, M. K. (2008). The effect of stocking density on stress reaction in broiler chickens during summer. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 32(1), 31–36.
- Tüzemen, N. (2018). Türkiye’de besi ve et üretiminde ihracat potansiyeli. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 4(2), 5–14.
- Uzunova, K., & Lazarov, L. (2021). Damages of the keel bone in laying hens—overview of the etiological aspects. *Trakia Journal of Sciences*, 18(1), 19-23.
<https://doi.org/10.15547/tjs.2020.s.01.004>
- Valkonen, E., Rinne, R., & Valaja, J. (2009). Effects of perch on feed consumption and behaviour of caged laying hens. *Agricultural and Food Science*, 18(3–4), 257–267.
<https://doi.org/10.23986/afsci.5964>
- Vits, A., Weitzenbu, D., Hamann, H., & Distl, O. (2005). Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry science*, 84(10), 1511-1519.
<https://doi.org/10.1093/ps/84.10.1511>
- Wang, J., Qiu, L., Gong, H., Celi, P., Yan, L., Ding, X., Bai, S., Zeng, Q., Mao, X., Xu, S., Wu, C., & Zhang, K. (2020). Effect of dietary 25-hydroxycholecalciferol supplementation and high stocking density on performance, egg quality, and tibia quality in laying hens. *Poultry Science*, 99(5), 2608–2615.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.054>
- Wei, H., Chen, Y., Nian, H., Wang, J., Liu, Y., Wang, J., Yang, K., Zhao, Q., Zhang, R., & Bao, J. (2021a). Abnormal bone metabolism may be a primary causative factor of keel bone fractures in laying hens. *Animals*, 11(11), 3133.
<https://doi.org/10.3390/ani11113133>

- Wei, H., Zeng, X., Bi, Y., & Wang, Y. (2021b). Keel-bone fractures are associated with bone quality differences in laying hens. *Animal Welfare*, 30(1), 71-80. <https://doi.org/10.7120/09627286.30.1.071>
- Wilkins, L. J., Brown, S. N., Zimmerman, P. H., Leeb, C., & Nicol, C. J. (2004). Investigation of palpation as a method for determining the prevalence of keel and furculum damage in laying hens. *Veterinary Record*, 155(18), 547–549. <https://doi.org/10.1136/vr.155.18.547>
- Wilkins, L. J., Mckinstry, J. L., Avery, N. C., Knowles, T. G., Brown, S. N., Tarlton, J., & Nicol, C. J. (2011). Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens. *Veterinary Record*, 169(16), 414-414. <https://doi.org/10.1136/vr.d4831>
- Xin, H., Gates, R. S., Green, A. R., Mitloehner, F. M., Moore, P. A., & Wathes, C. M. (2011). Environmental impacts and sustainability of egg production systems. *Poultry Science*, 90(1), 263–277. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00877>
- Yalçınöz, E., & Şahin, M. (2020). Yumurtacı tavuklarda yumurta verim eğrilerinin modellenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 3(5), 1373–1378. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.631937>
- Yan, Y.-Y., Sun, C.-J., Lian, L., Zheng, J.-X., Xu, G.-Y., & Yang, N. (2014). Effect of uniformity of eggshell thickness on eggshell quality in chickens. *The Journal of Poultry Science*, 51(3), 338–342. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0130032>
- Yardımcı, M., & Aslan, R. (2019). Tavuk kümeslerinin AB standartlarına uygun hale getirilmesi sürecinde farklı özelliklere sahip iki bataryalı kümes verim performanslarının karşılaştırılması. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12(2), 88-92.

- Yardıı, Z., & Akşı, M. (2021). The effect of cage system and stocking density on performance, egg quality and microbial load of eggshell of laying hens. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(11), 2004-2012. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i11.2004-2012.4649>
- Yıldız, A., Hayırlı, A., Okumuş, Z., Kaynar, Ö., & Kısa, F. (2007). Physiological profile of juvenile rats: Effects of cage size and cage density. *Lab Animal*, 36(2), 28–38.
- Yıldız, A., Laçın, E., Esenboğa, N., Kocaman, B., & Macit, M. (2013). Farklı mevsimlerde kafes seviyesinin yumurtacı tavukların performans ve yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 8(2), 145-152.
- Yılmaz, A., Tepeli, C., & Çağlayan, T. (2011). External and internal egg quality characteristics in Japanese quails of different plumage color lines. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(2), 375–379.
- Yörük, M. A., Laçın, E., Hayırlı, A., & Yıldız, A. (2008). Humat ve prebiyotiklerin farklı yerleşim sıklığında yetiştirilen Japon bıldırcınlarında verim özellikleri, yumurta kalitesi ve kan parametrelerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1), 15-22.
- Zita, L., Tůmová, E., & Štolc, L. (2009). Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno*, 78(1), 85–91. <https://doi.org/10.2754/avb200978010085>

EKLER

EK-1. ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

	SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ Graduate School of Health Sciences	
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU¹		
Öğrencinin Adı ve Soyadı	Ayşe UYSAL	
Öğrencinin Numarası		
Ana Bilim Dalı	Veterinerlik Zootekni	
Öğrencinin Kayıtlı Olduğu Program Türü	Doktora	
Yukarıda bilgileri verilen tezin intihal tespit yazılımıyla (Turnitin) yapılan tarama sonucunda elde edilen benzerlik oranları aşağıdaki gibidir. Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi hâlde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.		
Bölümler	Benzerlik Oranı	Maksimum Benzerlik Oranları
I. Giriş	% 7	% 15
II. Genel Bilgiler	% 9	% 35
III. Materyal ve Metod	% 0	% 35
IV. Bulgular	% 12	% 15
V. Tartışma	% 2	% 20
<i>Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.</i>		

EK-2. ETİK KURUL ONAY FORMU



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Sayı : E-75296309-050.01.04-2100107365

14.04.2021

Konu : HADYЕК Kararı.

VETERİNER FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA

İlgi : 08.04.2021 tarihli ve 36643897-000-E.2100101506 sayılı belge.

İlgide kayıtlı yazınız; Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulumuzun 12.04.2021 tarihli ve 3 sayılı Oturumunda Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başvuru Formu ve ekli belgeleri, gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemler dikkate alınarak incelenmiş ve aşağıya çıkarılan 82 no'lu kararı ile sözkonusu doktora tezi proje çalışmasının yürütülmesinin etik kurallarına uygun olduğuna, mevcut oy birliği ile karar verilmiş olup, çalışmanın Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğünde yürütülmesine ve taahhütname hükümlerine göre çalışmada kullanılan hayvanlara ait bilgilerin, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünün, Hayvanları Koruma Bilgi Sistemi (HAYBİS)'ne girilebilmesi için ekte sunulan "HADYЕК Sonuç Raporu"nın Başkanlığımıza gönderilmesi hususunda;

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

TOPLANTI TARİHİ : 12.04.2021

TOPLANTI SAYISI : 3

KARAR N0 82: Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dekanlığı, Zootečni ve Hayvan Besleme Bölümü, Zootečni Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr. Ekrem LAÇİN’in danışmanlığında, Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğünde (Deney Hayvanı Üretici/Kullanıcı/Tedarikçi Kuruluşlara Mahsus Çalışma İzni Belgeli) yürütülecek olan Doktora öğrencisi Ayşe KÜREKSİZ’in **“Kahverengi ve Beyaz Yumurtacı Tavuklarda Farklı Yerleşim Sıklığının Yumurtlama Performansı, Yumurta Kalitesi ve Göğüs Kemiği Hasarı Üzerine Etkisi”** isimli Doktora tezi proje çalışması ile ilgili Veteriner Fakültesi Dekanlığının 08.04.2021 tarihli ve 36643897-000-E.2100101506 sayılı yazısı ile ekleri görüşüldü.

Yapılan görüşmelerden sonra; adı geçen Doktora tezi proje çalışmasının yürütülmesinin etik kurallarına uygun olduğuna, taahhütname hükümleri gereğince çalışma sonucunun Başkanlığımıza bildirilmesine, mevcut oy birliği ile kabulüne; karar verildi.

Ek : Sonuç Raporu. 1 Adet.