



**ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KAFESTE YETİŞTİRİLEN
YUMURTACILARDA FARKLI AYDINLATMA TİPİ (IŞIK YAYAN
DİYOT VE KOMPAKT FLORESAN) VE KAFES KATININ
PERFORMANS, YUMURTA KALİTE VE BAZI REFAH
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

GÜLSÜM TÜNAYDIN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KAFESTE YETİŞTİRİLEN YUMURTACILARDA
FARKLI AYDINLATMA TİPİ (IŞIK YAYAN DİYOT VE KOMPAKT
FLORESAN) VE KAFES KATININ PERFORMANS, YUMURTA KALİTE
VE BAZI REFAH PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

GÜLSÜM TÜNAYDIN

Doç. Dr. Bilgehan YILMAZ DİKMEN

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ




ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2018

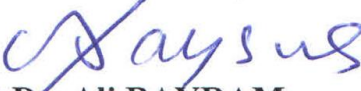
Her Hakkı Saklıdır.

TEZ ONAYI

Gülsüm TÜNAYDIN tarafından hazırlanan “Zenginleştirilmiş Kafeste Yetiştirilen Yumurtacılarda Farklı Aydınlatma Tipi (Işık Yayan Diyot ve Kompakt Floresan) Ve Kafes Katının Performans, Yumurta Kalite Ve Bazı Refah Parametreleri Üzerine Etkileri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

| | | |
|-------------------|--|---|
| Danışman : | Doç. Dr. Bilgehan YILMAZ DİKMEN | |
| Başkan : | Prof. Dr. Ümran ŞAHAN Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı |  |
| Üye : | Doç. Dr. Bilgehan YILMAZ DİKMEN Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı |  |
| Üye : | Doç. Dr. Özer Hakan BAYRAKTAR Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı |  |

Yukarıdaki sonucu onaylarım


Prof. Dr. Ali BAYRAM
Enstitü Müdürü
17.12.2016

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

14 / 12 / 2018

Gülsüm TÜNAYDIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KAFESTE YETİŞTİRİLEN YUMURTACILARDA FARKLI AYDINLATMA TİPİ (IŞIK YAYAN DİYOT VE KOMPAKT FLORESAN) VE KAFES KATININ PERFORMANS, YUMURTA KALİTE VE BAZI REFAH PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Gülsüm TUNAYDIN

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Bilgehan YILMAZ DİKMEN

Bu çalışmada zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı tavuklara LED ve Kompakt Floresan (FLO) ile aydınlatma sağlanarak, aydınlatmanın farklı kafes katlarındaki tavukların performans, yumurta kalite ve bazı refah parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada aynı işletmeden elde edilen toplam 800 adet 16 haftalık yaşta Nick Chick beyaz yumurtacı hibrit kullanılmıştır. Yumurtacı hibritlerin günlük sağlam, hasarlı (kırık ve çatlak), kabuksuz ve kirli yumurta sayıları, %5, % 50 ve pik yumurta verimine ulaşma yaşları, tavuk gün, tavuk kümes yumurta verimleri ve ölümler günlük olarak, yumurta kütlesi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı ise haftalık olarak 45 haftalık yaşa kadar takip edilmiştir. Yumurta dış ve iç kalite özelliklerinin belirlenmesi için 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde toplam 1200 adet yumurta incelenmiştir. 25 ve 45 haftalık yaş döneminde her bir aydınlatma grubu ve kafes katındaki 400 adet tavuğun vücut tüy skoru, vücut ve ibik yara, ayak tabanı ödem ve ayak pedi dermatiti, gaga durumu, göğüs kemiği deformasyonu, parmak hasarı durumu, galalama davranışı ve kaçınma mesafesi (KMT) belirlenmiştir. Deneme sonunda toplam 80 adet tavukta bireysel olarak tonik hareketsizlik (TI) süresi ve uyarım sayısı belirlenmiştir. 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde farklı aydınlatma kaynakları altındaki tavukların aktivitesini belirlemek için kümes toz birikim oranı (TBO I ve TBO II) belirlenmiştir. Çalışmada 45 haftalık yaş döneminde FLO grubunda ışık şiddeti LED grubundakinden 4,41 lüks daha yüksek değerde saptanmıştır ($P<0,01$). 25 haftalık yaş döneminde FLO grubunda en fazla yumurta kütlesi ($P<0,01$), kirli yumurta oranı, Tavuk-gün ($P<0,01$) ve Tavuk-kümes yumurta verimi oranı saptanmıştır ($P<0,05$). En fazla toz kümes toz birikim oranı (TBO I, II) FLO grubunda 35 ve 45 haftalık yaş döneminde belirlenmiştir ($P<0,05$). 25 haftalık yaş döneminde FLO grubunda yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı, sarı ağırlığı daha yüksek değerde, yumurta sarısı ($P<0,01$) daha açık renkte ve kabuk oranı daha az saptanmıştır ($P<0,05$). 35. haftada FLO grubu daha ideal şekil indeksine sahip ve yumurta ak yüksekliği, Haugh birimi daha yüksek değerde bulunmuştur ($P<0,01$). 45 haftalık yaş döneminde FLO grubunda kabuk kalınlığı daha kalın bulunmuştur ($P<0,01$). 25. haftada en kötü ibikte yara ve ayak tabanında ödem, en fazla kaçınma mesafesi (KMT) FLO grubunda saptanırken ($P<0,05$); 45. haftada vücut tüy skoru, ibikte yara ($P<0,01$), parmakta hasar değerleri en kötü düzeyde ve agresif davranış ($P<0,01$) en fazla FLO grubunda saptanmıştır ($P<0,05$).

Denemede II. ve IV. (üst kat) kattaki tavuklar % 5 yumurta verimine daha erken ulaşmıştır ($P<0,05$). % 50 yumurta verimine ise en erken IV. kattaki tavuklar ulaşmıştır ($P<0,01$). Denemede farklı kafes katlarının 25. haftada yumurta kütlesi, Tavuk-gün yumurta verimi, Tavuk-kümes yumurta verimi, yemden yararlanma oranı ($P<0,01$), kirli yumurta oranı, kabuk oranı; 35. haftada yumurta şekil indeksi, yumurta ak yüksekliği ($P<0,01$), Haugh birimi ($P<0,01$); 45. haftada yumurta şekil indeksi, sarı ağırlığı, ibikte yara ve ayak pedi dermatiti üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Denemede farklı kafes katlarının 45. haftada canlı ağırlık ($P<0,01$), tavukların göğüs, vent bölgeleri tüy skoru değerleri ($P<0,01$) ile toplam ve ortalama vücut tüy skoru değerleri, tavuklarda ibikte yara ve ayak pedi dermatiti lezyonları üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Denemede 25. ve 45. haftada farklı kafes katlarının tavuklarda kaçınma mesafeleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$).

Denemede aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun 25. Haftada ak ağırlığı, KMT, 35. haftada yumurta ağırlığı ($P<0,05$), ak yüksekliği, Haugh birimi, Sarı renk indeksi ($P<0,01$), 45. Haftada kirli yumurta oranı, ayak pedi dermatiti ($P<0,05$), parmak hasarı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$).

Anahtar Kelimeler: LED, kompakt floresan, kafes katı, yumurta kalitesi, refah, yumurtacı
2018, vii + 92 sayfa.

ABSTRACT
MSc Thesis

THE EFFECTS OF LIGHTING TYPE (LIGHT-EMITTING DIODE AND COMPACT FLUORESCENT) AND CAGE POSITION ON PRODUCTION PERFORMANCE, EGG QUALITY, SOME WELFARE TRAITS OF LAYING HENS REARED IN ENRICHED CAGE SYSTEM

Gülsüm TÜNAYDIN
Bursa Uludağ University

Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bilgehan YILMAZ DİKMEN

In this study, it was aimed to determine the effects of LED and Compact Fluorescent (FLO) lighting and cage position on production performance, egg quality and some welfare traits of laying hens reared in enriched cage system. A total of 800 16-week-old Nick Chick white layer hybrids were used in the study. The salable egg number, damaged (broken and cracked) egg number, shellless and dirty shelled egg number, the reaching day age of 5%, 50% and peak egg production, hen-day and hen-house egg production and mortality followed on daily basis; egg mass, feed consumption and feed conversion ratio followed on a weekly basis up to 45 weeks of age. A total of 1200 eggs were examined for determine the external and internal egg quality at 25, 35 and 45 weeks of age. A total of 400 layer observed for body feather score, body and comb wound, bumble foot and footpad dermatitis, beak damage, keelbone deformity, toe damage, aggressive pecking and avoidance distance (KMT) at 25 and 45 wks of age. At the end of the study, a total 80 layer used for determine tonic immobility (TI) duration and induction number. The dust accumulation rate (TBO I and TBO II) was determined to determine the activity of chickens under different lighting sources at 25, 35 and 45 weeks of age. The light intensity was found to be 4,41 lux higher in the FLO group than the LED group at 45 weeks of age ($P<0,01$). The highest egg mass ($P<0,01$), dirty egg ratio, hen-day egg production ratio ($P<0,01$) and hen-house egg production ratio were found in the FLO group at 25 weeks of age ($P<0,05$). The highest dust accumulation rate (TBO I, II) was determined in the FLO group at 35 and 45 weeks of age ($P<0,05$). The egg weight, shell thickness, yolk weight were found higher and shell ratio, yolk colour ($P<0,01$) were found lower in the FLO group at 25 weeks of age ($P<0,05$). The FLO group had more ideal shape index, albumin height and Haugh Unit were higher in FLO group than LED group at 35th week of age ($P <0,01$). The shell thickness was found thicker in the FLO group than LED group at 45th weeks of age ($P <0,01$). The worst comb wound, bumble foot and highest avoidance distance (KMT) were found in FLO group at 25th week of age ($P<0,05$). The worst body feather score, comb wound ($P<0,01$), toe damage and the more aggressive pecking ($P<0,01$) were found in FLO group than LED group at 45th weeks of age ($P<0,05$).

In the study, the hens placed at II and IV floor (top) were reached age of 5% egg production rate earlier than the others ($P <0,05$). The earliest 50% egg production rate age was found in IV cage floor's hens ($P <0,01$). The egg mass, hen-day egg production rate, hen-house egg production rate, feed conversion ratio ($P<0,01$), dirty shelled egg ratio, shell ratio at 25th weeks of age; egg shape index, albumin height ($P <0,01$), haugh unit ($P <0,01$) at 35th weeks of age; egg shape index, yolk weight, comb wound and foot ped dermatitis at 45th weeks of age were significantly affected by cage position ($P <0,05$). The effect of different cage position on body weight ($P <0,01$), breast and vent feather score, total and average body feather score, comb wound, foot ped dermatitis of hens were found statistically significant at 45th weeks of age ($P<0,05$). The effect of different cage position on KMT was found significant at 25th and 45th weeks of age period ($P <0,01$).

The interactions between lighting type and cage position on albumen weight, KMT at 25th weeks of age; egg weight ($P<0,05$), albumen height, haugh unit, yolk color ($P<0,01$) at 35th week; and dirty shelled egg ratio, foot ped dermatitis ($P<0,05$), toe damage at 45 week of age were found statistically significant ($P <0,01$).

Key Words: Light-emitting diode, compact fluorescent, cage position, egg quality, welfare, egg layer.
2018, vii + 92 sayfa.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında eğitimci ve öğretici kişiliği ile sabırla beni destekleyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Bilgehan YILMAZ DİKMEN'e; gerek ders aşamasında, gerek tez çalışma aşamasında yardım ve bilgilerini esirgemeyen değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Ümran ŞAHAN ve Sayın Prof. Dr. Aydın İPEK başta olmak üzere kıymetli tüm bölüm hocalarıma; tez jüri üyelerim arasında bulunan ve değerli bilgilerini esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Özer Hakan BAYRAKTAR'a, çalışmamın gerçekleşmesi için MATLI A.Ş. BURDAN YUMURTA ÜRETİM TESİSLERİ'nde bana fırsat sunan Sayın Özer MATLI'ya ve çalışmamın en iyi şekilde yürütülmesinde desteklerini esirgemeyen tesis veteriner hekimi Sayın Akın ÜNAL ile ziraat mühendisi Sayın Ahmet AKPULAT ve ekibine; tez laboratuvar aşamasında büyük bir özveri ve sabır ile çalışmama katkıda bulunan Sayın Merve TÜNAYDIN'a, tez çalışmamın yazım kurallarına göre biçimlendirilmesinde katkısı olan Sayın Doç. Dr. Serdar Duru hocama ve Sayın Barışcan CURUBAY'a; son olarak çalışma süresince bilgi birikimi ve tecrübeleri ile birlikte bu çalışmanın başlamasında ve yürütülmesine büyük katkı sağlayan ve bana yol gösteren eşim veteriner hekim Sayın Hakan İsmet TÜNAYDIN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmamın alanındaki çalışmalara ve bilim dünyasına katkı sağlamasını dilerim.

Gülsüm TÜNAYDIN

14 / 12 / 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|-----|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ | v |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI | 5 |
| 2.1. Işık Tanımı | 5 |
| 2.2. Işık ile İlgili Önemli Faktörler | 6 |
| 2.2.1. Işık şiddeti | 7 |
| 2.2.2. Işık rengi | 8 |
| 2.2.3. Üniformite | 9 |
| 2.2.4. Aydınlatma süresi..... | 9 |
| 2.3. Kanatlı Hayvanlarda Işığın Algılanması Ve Fizyolojik Etkileri..... | 10 |
| 2.4. Işık Kaynakları | 12 |
| 2.4.1 Akkor lambalar..... | 13 |
| 2.4.2. Floresan lambalar | 13 |
| 2.4.3. Led (ışık yayan diyot) lambalar | 14 |
| 2.5. Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliğinde Farklı Işık Kaynaklarının Performans Üzerine Etkileri..... | 15 |
| 2.5.1. Yumurtacı tavuklarda farklı ışık kaynaklarının yumurta verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi | 16 |
| 2.5.2. Yumurtacı tavuklarda farklı ışık kaynaklarının bazı refah parametrelerine etkisi. 18 | |
| 2.6. Farklı Kafes Katlarındaki Işık Şiddetinin Performans Üzerine Etkileri | 21 |
| 2.6.1. Yumurtacı tavuklarda farklı kafes katlarındaki ışık şiddetinin yumurta verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi | 22 |
| 2.6.2. Farklı kafes katlarındaki ışık şiddetinin bazı refah parametrelerine etkisi | 24 |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM..... | 26 |
| 4. BULGULAR | 35 |
| 5. TARTIŞMA ve SONUÇ | 66 |
| KAYNAKLAR | 83 |
| ÖZGEÇMİŞ | 92 |

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklamalar

| | |
|-----------------|------------------|
| % | Yüzde |
| °C | Santigrad derece |
| cm | Santimetre |
| cm ² | santimetrekare |
| dB | desibel |
| h | saat (ömür) |
| gr | gram |
| Hz | hertz |
| Kg | Kilogram |
| Kgf | Kilogram kuvvet |
| k.watt | Kilowatt |
| lm | Lümen |
| m | Metre |
| mg | Miligram |
| mm | milimetre |
| m ² | Metrekare |
| \$ | Dolar |
| sa | Saat |
| sn | Saniye |
| λmax | Dalga boyu |
| THz | Terahertz |
| W | Watt |

Kısaltmalar

Açıklama

| | |
|-----|----------------------------------|
| Ad | Adet |
| AŞ. | Anonim Şirketi |
| CA | Canlı ağırlık |
| FLO | Floresan |
| H/L | Heterofil/Lenfosit oranı |
| HU | Haugh Unit |
| KFL | Kompakt Floresan Lamba |
| KMT | Kaçınma mesafesi testi |
| LED | Işık Yayan Diyot |
| TI | Tonik hareketsizlik (Immobilite) |
| TBO | Toz birikim oranı |
| UVA | Ultraviyole ışın |
| YYO | Yemden yararlanma oranı |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Şekil 2.1. Kanatlı ve insanlarda ışığın algılanması..... | 5 |
| Şekil 4.1. Farklı aydınlatma tipinin ölüm oranı üzerine etkisi..... | 38 |
| Şekil 4.2. Farklı kafes katlarının ölüm oranı üzerine etkisi..... | 38 |
| Şekil 4.3. Farklı aydınlatma tiplerinde kümes toz birikim oranı I..... | 64 |
| Şekil 4.4. Farklı aydınlatma tiplerinde kümes toz birikim oranı II..... | 64 |



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Çizelge 2.1. Farklı yaş dönemlerinde yumurtacı tavuklarda uygulanan ışık şiddeti..... | 7 |
| Çizelge 2.2. Görünür ışık renkleri, dalga boyları ve frekans aralığı | 8 |
| Çizelge 2.3. Işık teknolojisi..... | 13 |
| Çizelge 3.1. Deneme süresince yumurtacı sürüye verilen karma yemlerin bileşimi..... | 28 |
| Çizelge 3.2. Deneme süresince yumurtacı sürüye verilen karma yemlerin hammadde içeriği..... | 29 |
| Çizelge 4.1. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katlarında ortalama ışık şiddetinin dağılımı..... | 36 |
| Çizelge 4.2. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının canlı ağırlık üzerine etkisi..... | 37 |
| Çizelge 4.3. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının genel yumurta verim parametreleri üzerine etkisi..... | 39 |
| Çizelge 4.4. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta (18-24. hafta) yumurta verim parametreleri üzerine etkisi..... | 42 |
| Çizelge 4.5. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 35. hafta (26-35. hafta) yumurta verim parametreleri üzerine etkisi..... | 43 |
| Çizelge 4.6. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta (36-45 hafta) yumurta verim parametreleri üzerine etkisi..... | 44 |
| Çizelge 4.7. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi..... | 49 |
| Çizelge 4.7. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (devam)..... | 50 |
| Çizelge 4.8. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 35. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi..... | 51 |
| Çizelge 4.8. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 35. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (devam)..... | 52 |
| Çizelge 4.9. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi..... | 53 |
| Çizelge 4.9. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (devam)..... | 54 |
| Çizelge 4.10. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta vücut tüy skor değerleri üzerine etkisi | 56 |
| Çizelge 4.11. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta vücut tüy skor değerleri üzerine etkisi | 57 |
| Çizelge 4.12. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta bazı vücut refah parametreleri üzerine etkisi | 60 |
| Çizelge 4.13. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta bazı vücut refah parametreleri üzerine etkisi | 61 |
| Çizelge 4.14. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının bazı konfor davranış parametreleri üzerine etkisi | 63 |
| Çizelge 4.15. Denemede kullanılan aydınlatma materyallerinin elektrik tüketimi açısından maliyeti | 65 |

1. GİRİŞ

Kanatlı hayvanlarda aydınlatma; ışık rengi, ışık şiddeti, üniformite, aydınlatma süresiyle üreme fizyolojisi ve verim parametrelerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Tavukların eşeyssel olgunluğa istenen zamanda ulaşması, yumurta kalitesinin korunması ve ekonomik anlamda verim süresinin uzatılmasında aydınlatmanın rolü büyüktür. Bu nedenle kanatlı hayvanlarda aydınlatma üzerine pek çok çalışmalar yapılmış, genellikle ışık yoğunluğu ve aydınlatma süresi üzerinde durulurken (Lewis ve Leeson 2004), son dönemlerde ise kanatlı hayvan performansı üzerine ışık rengi ve farklı ışık kaynaklarının etkileri ayrıca önem kazanmıştır. Ticari tavukçulukta yumurta tavuklarından genotipik kapasiteleri ölçüsünde maksimum verim alabilmek için çok farklı ışık kaynakları ve aydınlatma programları uygulanmaktadır (Long ve ark. 2016a,b).

Günümüzde aydınlatma teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile ışık kaynakları arasındaki çeşitlilik oldukça artmıştır. Uzun yıllar kümeslerde aydınlatma amacıyla akkor ampuller, Floresan ampuller kullanılmakla birlikte, özellikle akkor ampullerin Avrupa Birliği' ne üye ülkelerde üretimi yasaklanmıştır. Floresan ampullerin kullanımı ise ekonomik ömrü bittiğinde ciddi anlamda çevresel atık meydana getirmesi nedeniyle tartışmaya açık bir konudur. Aydınlatma sektöründeki bu gelişmeler ile tavukçuluk sektöründe kanatlı hayvanların fizyolojik ihtiyaçlarını en iyi sağlayan, daha etkin ve daha ekonomik bir aydınlatma arayışına girilmiştir. Son yıllarda kümes aydınlatma teknolojileri içinde LED ampuller dikkat çekmeye başlamıştır (Bayraktar ve Altan 2005). Yaklaşık 100 000 saat kullanım süresine sahip LED lambaların enerji tüketimleri düşük olmakla birlikte istenilen renk ve dalga boyunda ışık vermekteler (Rozenboim ve ark. 1998). Ancak kurulumu ve ampulleri pahalıdır. Bu açıdan diğer ışık kaynaklarına göre öne sürülen avantajları deneme aşamasında olup bu konuda daha çok araştırma yapılmaya açıktır.

Yapılan bir çalışmada LED aydınlatmanın sürü üniformitesini iyileştirdiği, yem tüketimini azalttığı bildirilirken, canlı ağırlık, yumurta ağırlığı ve kırık yumurta oranı bakımından akkor ampulle aydınlatılan gruba benzer etkisi olduğu bildirilmektedir (Liu ve ark. 2012). Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan farklı aydınlatma programları ve yüksek ışık şiddeti tavukların fiziksel aktivitelerinde ve davranışlarında

değişikliklere yol açmakta, aynı zamanda onların refahı üzerinde de etkili olmaktadır (Kjaer ve Vestergaard 1999, Škrbić ve ark. 2009, Bessei ve Kjaer 2015). Kanatlı hayvanların parlak ışığa maruz kalması, strese neden olmakta ve kaçma davranışını arttırıp bu sırada yaralanmalarına neden olabilmektedir (Moinard ve ark. 2001). Yine yapılan bazı çalışmalarda korku davranışı üzerine aydınlatmanın etkili olduğu ve dolayısıyla farklı ışık spektrumlarında korkuya yanıtın farklı şekilde olduğu bildirilmektedir (Sultana ve ark. 2013). Stratmann ve ark. (2013), tavukların genellikle dikey hareketleri gece karanlıkta yaptıklarını bu nedenle aydınlatmada aniden karanlık periyoda geçişin tavuklarda daha fazla kemik deformitesine neden olabileceğini bildirmiştir. Kümelerde çevresel koşullar, tavuk yaşı, altlık materyali, yem ve aydınlatma programı ile ilişkili hayvan aktivitesi etkisiyle oluşan yoğun toz (Nielsen ve ark. 2003), hem kümeste çalışan işçilerin hem de tavukların sağlıklarını tehdit ederek özellikle solunum sistemlerini olumsuz şekilde etkilemekte, hayvan refahı ve çiftlikteki üretkenliği azaltabilmektedir (Iversen ve ark. 2000, Al Homidan ve ark. 2003). Yine yoğun toz kümes içindeki lambaların üzerini kaplayarak ışık şiddetinin azalmasına neden olabilmektedir. Kümelerde toz üretimini etkileyen faktörlerden biri olan hayvan aktivitesi hakkında oldukça sınırlı çalışma bulunmaktadır (Calvet ve ark. 2009, Long ve ark. 2014). LED ve Kompakt Floresan aydınlatmanın yumurtacı tavukların üretim, yumurta kalitesi ve çeşitli welfare parametreleri üzerine etkileri hakkında oldukça sınırlı bilgi bulunmaktadır (Gallegos ve Archer 2014). Bu açıdan gerek sektör gerekse üreticiler bakımından bu alanda yapılan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Ticari üretimde her ne kadar tüm kafes katları arasında aydınlatma, havalandırma gibi çevre faktörlerinde homojen bir dağılım sağlanmaya çalışılsa da, özellikle kafes katı sayısına paralel olarak bunu sağlamak oldukça zor olmaktadır. Kanatlılarda kafes katının etkilerinin incelendiği araştırmalarda yumurta tavuklarında kafes katı ve kafes konumunun bazı verim özelliklerini etkilediği bildirilmiştir (İpek ve ark. 2002, Vits ve ark. 2006). Kanatlı hayvanların ışığı algılama şekli ile insanın algılaması arasında çok fark olduğunu gösteren çalışmalar olmasına karşın, kümelerin aydınlatılmasında bu farklılık çoğu zaman göz ardı edilmektedir (Olanrewaju ve ark. 2018). Nitekim yapılan saha çalışmasında bazı kümelerde üst kafes katlarında ışık şiddetinin 68–71 lüks aralığında değiştiği, çok katlı kümelerde üst katlarda bazen 150 lüks'e kadar çıkabildiği, alt katlarda ise 1–5 lüks'e kadar düşebildiğine rastlanılmıştır. Bu durumda

üst kafes katlarındaki tavuklar arasında yüksek ışık şiddeti sebebiyle kanibalizm görülmekte, ayrıca prolapsus vakaları ve bunun yanı sıra küçük yumurta, kabuk kalitesi ve şekil indeksi bozuk yumurta sayısında artış olabilmektedir (Yıldırım ve ark. 2008). Üstelik çok katlı kafes sistemlerinin genellikle üst katlarında yaşanan bu gibi durumların kontrolü zorlaşmakta, çoğunlukla da gözden kaçmaktadır.

Günümüzde Türkiye kanatlı sektörü dünyadaki gelişmeleri hızla takip etmekte ve üretimi buna uygun hale getirmeye çalışmaktadır. Dünya genelinde ticari yumurtacı tavukların kafes sisteminde yetiştirilmesi yaygın uygulama şeklidir, ancak son dönemlerde tavukların refahı üzerine olumsuz etkilerinden dolayı bu duruma karşı alternatif yetiştirme sistemleri geliştirilmiştir (Craig ve Swanson 1994, Cooper ve Albentosa 2003, Savory 2004). Ticari yumurta üretiminde tavukların refah parametrelerini kısıtladığı düşünülerek konvensiyonel batarya tipli kafeslere karşı alternatif olarak zenginleştirilmiş kafes sistemleri geliştirilmiştir (Li ve ark. 2016). Nitekim ülkemizde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 22 Kasım 2014 tarihinde bir yönetmelik ile 2023 yılına kadar yeni kafes sistemlerine geçileceğini bildirmiştir. Bu yetiştirme sisteminde yumurtacı tavuklara en az 750 cm²/tavuk kafes alanı ve bu alanın 600 cm²' si kullanılabilir alan olması zorunluluğu bulunmaktadır. Ayrıca kafes içerisinde folluk, gagalama ve eşelenmenin mümkün olduğu bir altlık, her bir tavuk için en az 15 cm boyutunda uygun tünek, hayvan başına 12 cm yemlik alanı, nipel suluk, kafeslerde tırnak törpüsü işlevini yapan bir alanında bulunma zorunluluğu vardır (Wall ve ark. 2004).

Genel olarak zenginleştirilmiş kafesler boyutlarına göre üçe ayrılmakta, küçük boy kafeslerde 10-12 adet tavuk, orta boy kafeslerde 15-30 adet tavuk ve büyük boy kafeslerde 60 adet tavuk yetiştirilmektedir (Anonim 2006). Konvensiyonel kafes sistemlerinde bir kafes gözünde 3-7 adet tavuğun barındırıldığı sistemlerde aydınlatma konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Fakat alternatif kafes sistemlerinde özellikle LED aydınlatma kaynaklarının yumurtacılar üzerindeki etkilerine dair yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır (Archer 2014, Gallegos ve Archer 2014, Long ve ark, 2016a,b). Ayrıca, yapılan bazı çalışmalarda farklı kafes katlarında farklı ışık şiddeti olduğu bildirilmektedir (Morris 1967, Awoniyi 2003, Yıldırım ve ark 2008). Bu açıdan aydınlatma tiplerinin yumurtacı tavukların performans ve ilgili diğer parametrelere

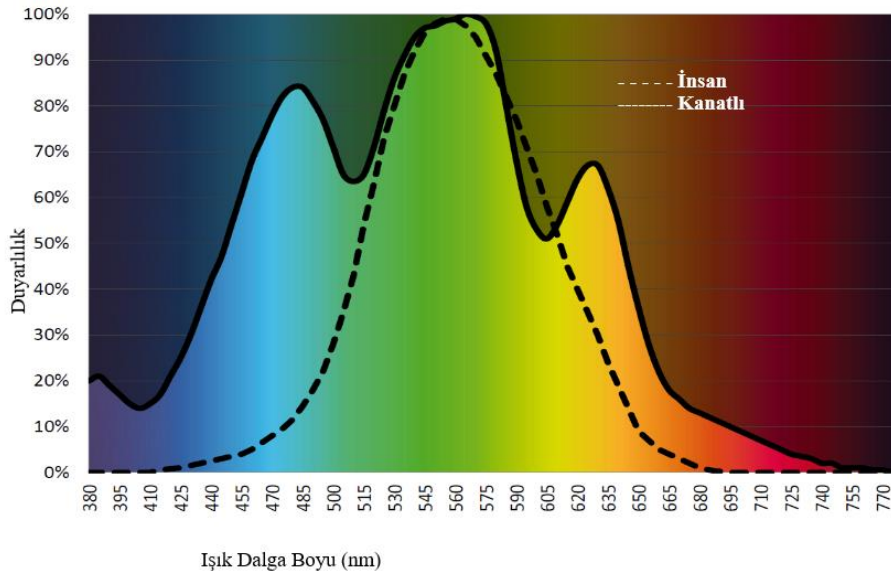
etkilerini incelerken her kattaki etkilerinin de değerlendirilmesi 3nem taşımaktadır. Bu amaçla bu çalışmada zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı tavuklara LED ve Floresan lamba ile aydınlatma sağlanarak, aydınlatmanın farklı kafes katlarındaki tavukların yumurta verim performansı, yumurta kalitesi ve bazı refah parameterelerinden vücut tüy durumu, vücut ve ibik yara durumu, ayak tabanı ödemi, ayak pedi dermatiti, gaga durumu, göğüs kemiği deformasyonu, parmak hasarı, agresif gagalama davranışı, kaçınma mesafeleri, tonik hareketsizlik süreleri, kümes toz birikim oranı üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Işık Tanımı

Işık elektromanyetik spektrumun görünür kısmıdır. Yani ışık bir ışımının ışık kaynağından çıktıktan sonra çevredeki cisimlere çarpmasıyla veya doğrudan yansımanın etkisiyle canlıda görme duyusunu çalıştıran bir olgudur. Işık saydam ortamlarda yayılır ve foton denilen taneciklerden oluşmaktadır. Ortam farkı olmadan gece veya gündüz kendi kendine ışık yayarak görülebilen cisimler ise ışık kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2018a). Işık dalga hareketi yaparak yayılan ve foton adı verilen kütsüz enerji parçalarından oluşan, elektromanyetik bir enerjidir (Yağcıoğlu 1987). Ardışık iki dalga tepesi arasındaki mesafeye dalga boyu denir. İlk defa 1803 yılında Thomas Young tarafından ışığın dalga şeklinde hareket ettiği keşfedilmiş, Einstein ise bu durumu ispatlamıştır (Anonim 2018b). Görme ise nesnelere yansıyan ışığın retinada bir takım karmaşık işlemler sonucunda elektrik sinyallerine dönüştürülerek, optik sinirler aracılığıyla beyne iletilmesiyle gerçekleşir.



Şekil 2.1. Kanatlı ve insanlarda ışığın algılanması (Lewis ve Morris 2000)

Kanatlı hayvanlarda ışığın algılanması insanlardan farklı ve birçok açıdan oldukça ileri düzeydedir. İnsanlar trikromatik renk görüşüne sahiptir. İnsanlarda retinada 420 nm, 530 nm ve 560 nm dalga boylarını maksimum düzeyde emen üç tür tek koni

fotoreseptörü bulunmaktadır. Bunlar genellikle mavi, yeşil ve kırmızıya duyarlı koniler olarak bilinmektedir. Kanatlılarda ise dört farklı tipte tek koni ve bir çift koni fotoreseptörü bulunmaktadır (Bowmaker ve ark. 1997). Renklerin algılanması ile ilgili olan, kanatlı retinasında bulunan bu ilave tek koni türü, kanatlıları potansiyel olarak tetrakromatik hale getirmekte, yani teorik olarak insanlara kıyasla iki kat daha fazla renk ayırt edebilme yeteneğine sahip olmalarını sağlamaktadır (Goldsmith 1990; Osorio ve ark. 1999). Bu dördüncü tip tekli koni ile kanatlı hayvanlar insanlardan farklı olarak elektromanyetik tayfin mor ve ötesi bölgesini algılayabilmekte (Lewis ve Morris 2000) ve UV ışınlarla karşı duyarlı olmaktadır (Prescott ve Wathes 1999). Renk algısındaki farklılıkların yanı sıra, kanatlı hayvanlar insanlardan farklı olarak daha yüksek frekanslarda titreşen ışığı algılayabilmekte (Nuboer ve ark. 1992, Jarvis ve ark. 2002) ve daha kısa bir sinir yoluna sahip olduklarından görsel uyarılara daha hızlı bir şekilde tepki verebilmektedirler (Barbur ve ark. 2002). Kanatlı hayvanlar ayrıca ışığı, kafataslarında bulunan ışığa duyarlı hücreler vasıtasıyla da algılayabilmekte ve böylece uzun dalga boylu ışığı (kırmızı) daha yüksek düzeyde algılayabilmektedirler (Nyce ve Binkley 1977).

2.2. Işık ile İlgili Önemli Faktörler

19. yy' ın ilk yarısında kanatlılar üzerinde aydınlatma ile ilgili çalışmalar Waldrof tarafından yapılmıştır. İlerleyen yıllarda yapılan çalışmalarla ışığın kanatlı hayvanlarda etkileri incelenmiş ve nitekim ışık şiddeti ve günlük aydınlatma süresinin hipofiz bezini aktive ederek kanatlı hayvanlarda büyüme, cinsel olgunluk ve yumurta verimini etkilediği belirlenmiştir (Şenköylü 1985).

Işık kendi içinde birçok faktörü barındırmasıyla birlikte, kanatlılara belirli yaş dönemlerinde belirli sürelerde uygulanan aydınlatma programları ve ışığın dalga boyu, hipofiz bezini harekete geçirerek kanatlıların davranışlarına, dolayısıyla da verimlerine etki etmektedir (Sarıca 1998). Aydınlatma, ışık şiddeti, ışık rengi, üniformite ve aydınlatma süresi olmak üzere dört ana faktörden oluşmaktadır. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde uygun aydınlatma için bu faktörlerin dikkate alınması gereklidir.

2.2.1. Işık şiddeti

Işık şiddeti birim alandaki aydınlatmadır. Işık şiddeti ile ışığın geldiği aralık arasında ters orantı bulunmasıyla birlikte ışık miktarı yüzeylere bağlı olarak yansımaktadır (Gürel 2001). Işık şiddeti ölçümünde çeşitli birimler kullanılmaktadır. Bunlar; mum, lümen, watt, lüks'dür. Mum; bir mumun belli bir tarafa sağladığı aydınlatmadır. Lümen; bir mumun 30,5 cm mesafeden 0,093 m² alanda oluşturmuş olduğu aydınlatmadır. Lüks; bir lümenlik ışık şiddetinin 1 m² lik alanda oluşturduğu aydınlatmadır. Watt; bir lambayı yakmak için gerekli elektrik gücü ölçüsüdür. Tavan yüksekliği 2,1 m olan bir alanda 1 Lüks 0,0929 mum, 1 mum 10,76 Lüks, 1 watt 12,56 Lümen, 1 Watt 3,5 Lüks, 1 mum 2,8 watt'tır. 1 watt'lık ampul tipi lamba 15 lümen, Floresan ise 75 lümen'dir (North ve Bell 1990, Yetişir ve Sarıca 2014).

Işık şiddeti, ışık spektrumuyla ilgilidir, doğru yoğunluğu ölçmede birçok zorlukla karşılaşılabilir. Işık şiddetini ölçmek için lüksmetreler kullanılmaktadır, fakat genel olarak tüm ışık ölçüm araçları insan algısına göre tasarlanmaktadır. Bu açıdan bu araçlar ile ölçümlerde, kanatlıların algılama biçimi açısından doğru değer verme ihtimali düşük olabilmektedir (Prescott ve Wathes 1999, Lewis ve Morris 2000). Bu nedenle kümeslerde ışık şiddetinin ölçülmesi ve rakamsal değerinin belirli bir aralıkta olması önemlidir. Bilindiği üzere; ışık şiddeti kanatlılarda beslenme davranışının ritmini etkilemektedir. Cıvcıvlerin kümeslere yerleştirilmesinden sonraki ilk günlerde uygulanan yüksek ışık şiddeti daha aktif olmalarını, yem ve suya ulaşmalarını sağlamaktadır. Minimum ışık şiddetini ayarlarken; pineal bez ve hipotalamusu uyaracak seviye ayarlanmakta, ayrıca kümeste çalışan kişilerin rahatça görebilecekleri seviyeyi de dikkate almak gerekmektedir (Alphin 2013).

Çizelge 2.1. Farklı Yaş Dönemlerinde Yumurtacı Tavuklarda Uygulanan Işık Şiddeti

| Yaş | Işık Şiddeti |
|--------------------|---------------------------|
| 0-2 hafta | 4 watt / m ² |
| 2-4 hafta | 3 watt / m ² |
| 4-20 hafta | 2 watt / m ² |
| Yumurtlama devresi | 3,2 watt / m ² |

Kaynak: Yetişir ve Sarıca (2014)

Yumurtacı tavuklarda kümeslerde aydınlatma sistemlerinde lambaların yerden 2-2,5 m yüksekte olmaları, ayrıca çeşitli yaş dönemlerine göre farklı ışık şiddeti uygulanması gerekmektedir. Pratikte civciv döneminde yüksek ışık yoğunluğu ile başlanarak büyüme döneminde kademeli olarak azaltılır ve yumurta verim dönemi öncesine kadar en düşük düzeyde tutularak, yumurta verim döneminde tekrar artırılır (Yetiştir ve Sarıca 2014).

2.2.2. Işık rengi

İnsan gözü elektromanyetik tayfin mor ötesi (uv) ve kızılötesi (infrared) yani 400 - 700 nm dalga boyları arasında kalan kısmını algılayabilir. Işık dalga boylarından 400-500 nm kısa, 600-700 nm dalga boyu ise uzun olarak adlandırılmaktadır (Bayraktar ve Altan 2005). Işık kaynağı ile ilgili olan ışığın rengi, dalga boyu olarak tanımlanmakta ve kanatlı hayvanların performansı üzerinde ise değişken etkileri olmaktadır. Kanatlıların gözlerinde, retina tabakasında bulunan yağ zerrecikleri kısa dalga boylu ışınları yansıtılmaktadır (Nuboer 1993). İnsanların en fazla duyarlı olduğu dalga boyu (λ_{max}) 555 nm, tavuklarda ise bu durumun 565 nm olduğu bildirilmektedir (Lewis ve Morris 2000). Yapılan çalışmalarda, insan gözünün 419, 531 ve 558 nm dalga boyu aralığındaki ışığı algılayırken, kanatlı hayvanların 415, 450, 550 ve 700 nm dalga boylarındaki ışığı algıladığı bildirilmektedir (Dartnall ve ark. 1983, Osorio ve Vorobyev 2008).

Çizelge 2.2. Görünür Işık Renkleri, Dalga Boyları ve Frekans Aralığı

| Renk | Dalga Boyu Aralığı | Frekans Aralığı |
|---------|--------------------|-----------------|
| Kırmızı | 700-635 nm | 430-480 THz |
| Turuncu | 635-590 nm | 480-510 THz |
| Sarı | 590-560 nm | 510-540 THz |
| Yeşil | 560-490 nm | 540-610 THz |
| Mavi | 490-450 nm | 610-670 THz |
| Mor | 450-400 nm | 670-750 THz |

Kaynak: Bohren ve Clothiaux (2006)

Yapılan çalışmalarda kısa ve uzun dalga boylarına olan hassasiyetin kanatlılarda yüksek olduğu bildirilmiştir (Prescott ve Wathes 1999). Işığın farklı dalga boyları, retina üzerinde çeşitli uyarıcı etkilere sahiptir, bu nedenle farklı ışık dalga boylarında büyüme ve gelişmeyi etkileyen davranışsal değişiklikler meydana gelmektedir (Lewis ve Morris 2000). Mavi ışık kısa dalga boylu olduğundan tavuk iyi göremez. Kırmızı ışık ise

tavukları sakinleştirir, özellikle kanibalizm için faydalıdır. Kuşlar mor ve ötesi ışınlar karşı daha hassastırlar ve bu ışınlar ile daha çok üreme hormonu üretmektedirler (Boni ve Paes 1999). Yapılan birçok çalışma kırmızı renk ışığın kümes hayvanlarında cinsel gelişimi ve olgunluğu hızlandırdığını bildirmektedir (Min ve ark. 2012, Huber-Eicher ve ark. 2013, Baxter ve ark. 2014, Yang ve ark. 2016). Pyrzak ve ark. (1987) ise mavi ve yeşil ışık altında barındırılan tavukların yumurtalarının kırmızı ışık altında barındırılanlara göre daha büyük olduğunu bildirmişlerdir. Prayitno ve ark. (1997) tavuklarda ışığa karşı olan duyarlılığın tavuğun yaşına göre değişebildiğini bildirmiştir. Nitekim Nuboer (1993) genç kanatlılarda en yüksek algının 580 nm dalga boyundayken, ergin kanatlılarda 560 nm dalga boyunda olduğunu bildirmiştir.

Bir başka çalışmada ise Huber-Eicher ve ark. (2013) beyaz, kırmızı ve yeşil renkte LED ışığın yumurtacı tavuklarda performans ve davranış üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmada; yeşil LED ışık altındaki tavuklarda, beyaz ve kırmızı LED ışık altındakilere göre daha az yem tüketimi davranışı gösterdikleri ve daha fazla süre ile keşfetme davranışında bulduklarını bildirmişlerdir. Hassan ve ark. (2014) beyaz, kırmızı, yeşil, mavi renkli LED ışığın Hy-line Brown yumurtacı tavuklarda davranış ve performansını inceledikleri çalışmada kırmızı ışığın tavuklarda yumurta üretimini arttırırken, yeşil ve mavi ışığın yumurta ağırlığını arttığını bildirmişlerdir.

2.2.3. Üniformite

Kümeslerde üniform bir aydınlatma sağlanması için kümes içi aydınlatma düzeneklerinin eşit aralıklı mesafelerde planlanması gereklidir (Yetişir ve Sarıca 2014). Üniform ışık kümeste bulunan tavukların yeterli ve eşit miktarda ışığa ulaşmalarını sağlayarak genetikleri ölçüsünde performans göstermelerini sağlamada önemli bir unsurdur. Yumurtacı tavuk kümeslerinde üniform bir aydınlatma sağlanması için kümes tabanında her 40 m²'lik alan için 1 adet 40 watt'lık Floresan lamba takılmalıdır.

2.2.4. Aydınlatma süresi

Kanatlı hayvanların yaşamında ışık faktörlerinden aydınlatma süresi önemlidir. Kanatlı hayvanların maruz kaldığı aydınlatma süresi onların cinsel olgunluğa erişme süresini etkilemektedir. Özellikle Türkiye' nin 36 - 42. enlemler arasında bulunması gün ışığı ile

aydınlatılan kümeslerde kış mevsiminde büyütülen civcivlerin erken, 21 Haziran tarihi itibari ile büyütülen civcivlerin ise geç yaşta cinsel olgunluğa erişmelerine neden olmaktadır (Yetişir ve Sarıca 2014). Kanatlı hayvanlarda uygulanan aydınlatma süresi ile yumurtlamaya başlama yaşı geciktirebilir veya erken yaşta yumurta vermeleri sağlanabilir, yumurta verim ve süresini, yumurta kalite ve büyüklüğünü etkileyebilir (Etches 1994). Özellikle broiler kümeslerinde farklı (fasılalı) aydınlatma programı uygulanırken, yumurta tavuklarında kümeslerde yumurta verim dönemine ulaşana kadar ve yumurtlama döneminde belli sürelerde aydınlık ve karanlık uygulamaları yapılmaktadır.

2.3. Kanatlı Hayvanlarda Işığın Algılanması Ve Fizyolojik Etkileri

Tavukların iyi bir verim ömürlerine sahip olabilmeleri için gelişimlerinde yapılan uygulamalar ve bu uygulamalar içinde önemli bir faktör olan aydınlatma büyüme, olgunlaşma ve üreme aşamalarını yönetmekte, vücut salgı hormonlarının büyük bir kısmının uyarılmasına yardımcı olmaktadır (Olanrewaju ve ark. 2006). Kanatlı hayvanlar insanlardan farklı olarak balıklara, amfibiyenlere ve sürüngenlere benzemekte olup, gözlerinde farklı tiplerde foto reseptör bulunmaktadır (Govardovskiı ve Zueva 1977). Bu farklılık, kanatlıların gözlerindeki retinal foto reseptörler ve beyinde bulunan ışığa duyarlı ekstra retinal foto reseptörlerden kaynaklanmaktadır (Foster ve Follet 1985). Bu foto reseptörler farklı dalga boylarındaki ışıkları absorbe etme yeteneği bakımından farklılık göstermektedirler (Osorio ve ark. 1999). Tavuklar ayrıca beyin dorsal yüzeyinde yer alan pineal bez vasıtasıyla da ışığı algılayabilirler (Gwinner ve Hau 2000). Bu bez, sirkadyen ritimlerin kontrolünde yer almakta (Lu ve ark. 1995) ve kafatasına etki eden ışığı emebilmektedir (Nyce ve Binkley 1977). Işığın algılanma biçiminde memelilerin aksine kanatlılarda transkranyal yol gözlerden daha önemlidir. Nitekim Sauveur (1996) yaptığı çalışmada serçenin başını siyah boya ile boyadığında kuş ışık alamadığı için cinsel tepkinin engellendiğini, buna karşın ışığa görsel olarak erişim engellendiğinde cinsel tepkide herhangi bir etki görülmediğini bildirmiştir.

Retina dışında vücutta yer alan reseptörler serotonin ve melatonin hormonlarının salgılanmasına doğrudan etki etmektedir (Prayitno ve ark. 1997). Kanatlıların gözlerinin çevresinde yer alan 'Harderian Bezi' göz ile birlikte iş birliği yaparak, büyümede ve

gelişmede önemli rolü olan hipotalamus ve hipofiz bezini uyarmaktadır (Thrush 1999). Böylece beynin hipotalamus kısmına gelen ışık, uyarım sağlar ve GnRH hormonu ile hipofiz bezini de uyurarak LH ve FSH hormonlarının salınımını sağlar. GnRH salgı miktarı ve süresi eşeyssel olgunluk hızını belirlemektedir (Cedden ve Göğer 1999).

Görüldüğü üzere, ışığın algılanması sadece göz fotoreseptörlerine bağlı değildir. Hipotalamustaki fotoreseptörlerin foton enerjisini sinirsel uyarılara dönüştüren biyolojik bir transformatördür. Bu nedenle dişilerde yumurtalık aktivitesini kontrol eden endokrin sistemi ve dolayısıyla üreme, davranışsal işlevleri ile ikincil eşey karakterlerini de etkilemektedir (Morris 1973, Etches 1994). Ayrıca ışık dalga boylarından kırmızı ışık hipotalamik ekstra-retinal fotoreseptörlerden geçerek, gonadotropin reseptör hormonunun salgılanmasını kontrol etmekte, üreme işlevini tetikleyerek luteinize edici hormon ve folikül uyarıcı hormon salınımını uyarmaktadır (Lewis ve Morris 2000; Mobarkey ve ark. 2010). Düşük kontrast ışık yoğunluğu ise ritmik davranışları tetiklemekte, sağlık açısından yan etkileri azaltmaktadır (Blatchford ve ark. 2012).

Çok eski yıllardan beri ışığın yumurta tavukçuluğu üzerindeki etkileri farkedilmiş ve yapılan çalışmalarda ışığın çeşidi, rengi, şiddeti, aydınlatma programları gibi faktörler daha da irdelenmiştir (Yetişir ve Sarıca 2014). Kanatlı hayvanlarda kuluçka sırasında uygulanan ışığın, kanatlıların ilerleyen yaşlarında gagalamada artışa (Riedstra ve Groothuis 2004), öğrenme kabiliyetinde ve akılda tutmada gelişime (Sui ve Rose 1997), korku tepkilerinde azalmaya (Dimond 1968, Archer ve Mench 2014), stres göstergelerinde düşüşe (Archer ve ark. 2009, Özkan ve ark. 2012, Archer ve Mench 2013) neden olabileceğine dair araştırma sonuçları bulunmaktadır. Kanatlı hayvanlarda ışık şiddeti arttıkça hayvanlarda hareketlilik artmaktadır fakat yaşın ilerlemesiyle hareketlilik azalmaktadır (Newberry ve ark. 1986). Yumurtacı tavuklarda yumurta üretimi açısından ışık şiddeti, dalga boyu, süresi ve kaynağı önemlidir (Renema ve ark. 2001). Işık, kanatlı hayvanlarda vücut ısısının ayarlanmasında ve günlük ihtiyaçların giderilmesinin yanında beslenme, sindirim gibi olayların rutin döngüsünün sağlanmasında önemli bir faktördür (Olanrewaju ve ark. 2006). Uygun aydınlatma şiddeti ve süresi kanatlı hayvanlarda stresi azaltan ve böylece bağışıklık sistemini güçlendiren unsurdur (Xie ve ark. 2008).

Kanatlı hayvanların ışığı algılama şekli ile insanın algılaması arasında çok fark olduğunu gösteren çalışmalar olmasına karşın, kümeslerin aydınlatılmasında bu farklılık çoğu zaman göz ardı edilmektedir (Olanrewaju ve ark. 2018). Ticari yumurtacı tavukların yumurta üretimi için 5-10 lüks arasında ışık yoğunluğuna ihtiyaç duydukları bildirilirken (Morris 1981, Appleby ve ark. 2004), Anonim (2012b) ise yumurtlama döneminde 10-20 lüks ışık şiddetini önermektedir.

2.4. Işık Kaynakları

Kümeslerin yapay aydınlatılmasında kullanılan her ışık kaynağı farklı bir görünür tayfa sahiptir. Kümeslerde önceleri düşük maliyeti nedeniyle ticari tavukçulukta akkor ampuller kullanılmış, daha sonraları ise düşük işletme maliyeti ve uzun ömürlü olması nedeniyle Floresan lambalar ve yüksek basınçlı sodyum lambalar kullanılmıştır. Son yıllarda ise ışık yayan diyot (LED) lamba teknolojisinin gelişmesiyle maliyet yüksekliği olsa da bu lambalara da yönelim başlamıştır (Olanrewaju ve ark. 2006, Mohammed ve ark. 2010, Borille ve ark. 2013, Gallegos ve Archer 2014).

Evcil tavukların spektral duyarlılık eğrileri Prescott ve Wathes (1999) tarafından davranış testleri kullanılarak, Wortel ve ark. (1987) tarafından ise elektro-fizyolojik test kullanarak belirlenmiştir. Bu araştırmacılar, kümes hayvanlarının duyarlılığının insanlardakinden farklı olduğunu, kümes hayvanlarının ultraviyole ışınlarını algılayan daha geniş bir hassasiyete sahip olduğunu bildirmişlerdir (UVA $320 < \lambda < 400$ nm). Akkor ışık kaynakları 600-700 nm arası dalga boyuna sahip ışın 50 Hz akımla çalışırken, Floresan ve enerji tasarruflu tüpler 400-700 nm dalga boyuna sahip ışın 50 Hz akımla çalışırlar ve mor ötesi ışın yaymaktadırlar. Fakat 50 Hz'lik bir frekans kanatlı hayvanlar tarafından titrek ışık olarak algılanabilmektedirler. LED ışık kaynakları ise 500-600 nm dalga boyuna sahip ışın monokromatik ışık yaymaktadırlar (Mohammed ve ark. 2010).

Çizelge 2.3. Işık teknolojisi

| | Akkor Ampul | Floresan | Led |
|---------------------------|--------------------|-----------------|-------------|
| Güç (W) | 75 | 45 | 9 |
| Işık çıkışı (lm) | 800 | 3 000 | 940 |
| Verim (lm/W) | 11 | 67 | 104 |
| Renk Sıcaklığı (K) | 2 700 | 2 700-6 500 | 2 700-6 500 |
| Ömür (h) | 1 000 | 10 000 | 60 000 |

Kaynak: Anonim (2018d)

2.4.1 Akkor lambalar

Akkor ampuller uzun yıllar ucuz ve kolay montajları nedeniyle kümeslerde kullanılmıştır. Bu ampuller ışık enerjisi bakımından standarttır. Watt başına 8-24 lümen ile oldukça düşük bir verimlilikte güç sağlarlar ayrıca kullanım ömürleri yaklaşık 750 – 2 000 saat arasında değişmektedir (Darre ve Rock 1995). Bu ampuller termal radyasyon ile ışık üretmektedir. Akkor ampullerden elde edilen ışığın önemli bir kısmı uzun dalga boylarından oluşmaktadır. Akkor ampullerde açıp kapama sıklığı arttıkça ampul ömrü kısalmaktadır (Yağcıoğlu 1987). Fakat, 2012 yılından itibaren Avrupa Birliği Ülkelerinde yüksek enerji harcadıkları için, enerji tasarrufu sağlamak ve aydınlatma yolu ile atmosfere yayılan karbondioksit emisyonunu azaltarak çevre dostu ürünlerin kullanımını etkinleştirmek amacıyla yasaklanmıştır (Anonim 2012a).

2.4.2. Floresan lambalar

Bu lambalar düşük güç tüketimleri ve yüksek verimleri nedeniyle oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Floresanlar, düşük basınçlı buhar veya gaz dolu cam tüpten elektrik akımının geçmesiyle ışık üretmektedir. Maliyeti akkor ampullere oranla daha yüksektir ve ek donanımlara gereksinim duyulmaktadır (Yağcıoğlu 1987). Bu lambalar spektrumdaki her rengi barındırırlar. Kümes koşulları altında 20 000 saatten daha az ömürlüdür ve kullanım ömrü boyunca ışığı % 20-30 düzeyinde azalabilmektedir (Darre 1986). Floresan lambalardan alınan ışık miktarı akkor ampullerden alınan ışık miktarından daha yüksektir, ayrıca Floresan lambaların elektrik tüketimleri % 4-6 oranında daha azdır. Akkor ampullere göre Floresanların ortalama kullanım ömürleri 2-2,5 kat daha fazladır (Dik 1982).

Akkor ampullerin yasaklanmasıyla Floresan lamba ve tasarruflu ampullerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Kompakt Floresan lambalarda, lamba başına ortalama 5 mg civarında civa kullanılmaktadır. Bu açıdan Floresan lambalar kırıldıklarında içerdikleri civa buharı nedeniyle hem insan hemde çevre açısından sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle bu ampuller, kullanım ömürleri tamamlandığında özel atık merkezlerinde imha edilmelidirler (Anonim 2018c, Long ve ark. 2016a,b). Ayrıca, Floresan lambalar voltaj farklılığı olan yerlerde voltaj düşüklüğünde titreşim ışık verdikleri için tavuklar üzerinde stres yaratabilmektedir.

2.4.3. Led (ışık yayan diyot) lambalar

LED lambalar soğuk ışık yaymakta ve yüksek düzeyde aydınlatma sağlamaktadırlar. LED ışık kaynakları 500-600 nm dalga boyuna sahip monokromatik ışık yaymaktadırlar (Mohammed ve ark. 2010). LED'ler sırasıyla 1 000 ve 8 000 saatlik kullanım ömrü olan akkor ve kompakt Floresan lambalara kıyasla 60 000 - 100 000 saate kadar kullanılabilirler (Rozenboim ve ark. 1998, Anonim 2018e). LED lambalar farklı dalga boylarından gelen monokromatik ışık verir ve yüksek enerji verimliliği, uzun ömrü, yüksek güvenilirlik ve düşük bakım maliyetleri gibi özellikleri ile geleneksel ışık kaynaklarına kıyasla birçok avantaja sahiptir (Huber-Eicher ve ark. 2013). LED ampuller ayrıca toksik olmayan maddelerden üretilmeleri, yandıktan sonra hızlı bir şekilde en yüksek ışık şiddetine ulaşmaları, soğuk havalarda rahatlıkla kullanılabilirleri gibi birçok avantaja da sahiptirler (Rubinoff 2016).

Tüm bu ışık kaynakları içinde LED lambaların avantajları nedeniyle tercih edilebilirliği artmaktadır (Rozenboim ve ark. 1998). Yapılan bir çalışmada kümeste LED ışığın mekânsal dağılımının Floresan ışığından daha az üniform olduğunu, LED aydınlatmada 3 360 saat kullanımdan sonra ışık yoğunluğunun % 27 azaldığını fakat 3 360 dan 5 760 saate kadar kullanımda ise ışık yoğunluğunun sabit kaldığı saptanmıştır (Long ve ark. 2016a).

Kümeslerde hangi lamba kullanılırsa kullanılsın kaliteli ve lambaya uygun aparatların kullanılması oldukça önemlidir. LED lambaların uygun aparat kullanılmadığında çok fazla ısı üreterek yangına sebebiyet verebilme ihtimali bulunabilmesi ile birlikte, Long ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada kümeste kullanılan farklı ışık kaynaklarının çeşitli

bölgelerinden yaptıkları ölçümlerde Floresan lambalarda 66°C, kapaklı LED lambalarda ise 59°C'lik ısı olabildiğini bildirmişlerdir.

2.5. Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliğinde Farklı Işık Kaynaklarının Performans Üzerine Etkileri

Teknolojik gelişmelerle birlikte kümeslerde kullanılan aydınlatma sistemleri de sürekli gelişmektedir. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde birçok farklı ışık kaynağı kullanılmaktadır (Efil ve Sarıca 1998). Yapılan bir çalışmada Siopes (1984) Floresan lamba ve akkor lamba ile aydınlatma sağlayarak, her iki ışık altında barındırılan beyaz hindilerde 20 haftalık periyotta canlı ağırlık, yem tüketimi, döllülük oranı, çıkış gücü ve çıkan civciv ağırlığı bakımından fark olmadığını, fakat Floresan ışığın yumurta üretimine başlangıç yaşını geciktirdiğini, toplam yumurta verimini önemli düzeyde azalttığını bildirmiştir. Diğer yandan, Felts ve ark. (1992) ilk 10 haftalık üretim periyodunda Floresan lamba altında barındırılan dişi hindilerde yumurta veriminin akkor ışık kaynağında barındırılanlara göre belirgin olarak daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Archer (2014) akkor ampul, LED ve KFL aydınlatma tipinde yetiştirilen broilerlerde 45. gün canlı ağırlığının akkor ampul grubunda, LED ve KFL grubundan daha az olduğunu, yemden yararlanma oranının ise tüm aydınlatma gruplarında benzer olduğunu bildirmiştir.

Dereli Fidan ve Nazlıgül (2009) Akkor ve Floresan ışık kaynakları kullanarak, 13 ila 30 haftalık yaş döneminde dişi japon bıldırcınları üzerinde yaptıkları çalışmada, ışık kaynağının canlı ağırlık, yumurta ağırlığı, yumurta verimi, günlük yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerine etkisi bulunmazken, kabuk ağırlığı, kabuk oranı, sarı ağırlığı, ak ağırlığı ve kabuk kalınlığı üzerine etkisinin olduğunu ve Akkor lamba grubunda bu değerlerin Floresan lamba grubuna göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

2.5.1. Yumurtacı tavuklarda farklı ışık kaynaklarının yumurta verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi

Tavukçulukta kullanılan yapay aydınlatma ile tavukların yumurtaya başlaması öne çekilebilmekte veya geciktirilebilmekte, yem tüketimini optimize edilebilme olanağı sağlanmaktadır (Borille ve ark. 2013). Yumurtacı tavuklarda yapay aydınlatma ile sağlanan uygun ışık şiddeti ve ışık süresi, hipofiz bezini harekete geçirerek tavukların büyümesini, gelişimini, cinsel olgunluğa ulaşmalarını ve yumurta üretiminin devamını sağlama gibi yaşamsal ve verimsel fonksiyonları etkilemektedir (Durmuş ve ark. 2004). Yine aydınlatma süresindeki ayarlamaların tavuk üzerinde oluşan farklı etkilerinden dolayı tüketilen yem miktarı ve yönetimsel faktörlerin değişmesi ile yumurta verimi ve kalite özellikleri de etkilenmektedir (Efil ve Sarıca 1998).

Ahmad ve ark. (2010) Floresan, Kompakt Floresan ve Akkor lamba tipinin 40 haftalık yaştaki Comb White Leghorn yumurtacı sürüde üretim performansı, canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi, yemden yararlanma oranı, ölüm oranını inceledikleri çalışmada; yumurta verimi ve yemden yararlanma üzerine aydınlatma tipinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada sonuç olarak; akkor lamba tipinde yetiştirilen tavuklarda yemden yararlanmanın daha iyi olmasına karşın, ekonomik açıdan kompakt Floresan lambaların, Floresan ve akkor lambalara göre daha düşük maliyete sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Gallegos ve Archer (2014) 18-31 haftalık yaş döneminde White leghorn beyaz yumurtacı sürüde LED ve KFL aydınlatma tipinin yemden yararlanma oranı, Haugh birimi ve yumurta kabuk kalınlığı üzerine etkisi olmadığını fakat LED grubundaki tavukların KFL grubundakilerden daha fazla yumurta verimine sahip olmaya yatkın olduklarını bildirmişlerdir.

Kamanlı ve ark. (2015) Akkor, mini Floresan ve LED aydınlatmanın yumurtacı tavuklardaki etkilerini inceledikleri çalışmada, her üç aydınlatmanın da cinsel olgunluk çağı, canlı ağırlık, günlük yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yaşama gücü, yumurta verimi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Buna karşın final canlı ağırlığın LED ve akkor ampul grubunda benzer iken, mini Floresanlarda daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Çalışmada, yumurta kalite özelliklerinden şekil

indeksinin akkor ampul ve mini florean ampul grubunda benzer iken, LED ampul grubunda daha yüksek olduğunu, ayrıca yumurta iç kalite özelliklerinden yumurta ak indeksinin LED grubunda daha yüksek olduğunu, LED ile mini Floresan ampul grubunun ak indeksi açısından birbirine benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Long ve ark. (2016a,b) ticari yumurtacı kümeslerinde, 20 ila 70 haftalık yaş dönemindeki DeKalb beyaz yumurtacı tavuklarda sıcak beyaz Floresan ışık altında barındırılan tavukların, renk sıcaklığı 4 100 K olan LED ışık altında barındırılanlara kıyasla, tavuk başına daha fazla yumurta yumurtladıklarını (321 adet/tavuk Floresan, 308 adet/tavuk LED) ve yem dönüşüm oranının (1,97 kg yem/kg yumurta Floresan, 2,03 kg yem/kg yumurta LED) daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın, yumurta ağırlığı, tavuk-gün yumurta verimi, yem tüketimi ve ölüm oranı bakımından aralarında fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada, 27 haftalık yaşta yumurta ağırlığını, ak yüksekliğini, ak ağırlığını LED ışık grubunda daha yüksek, 40 haftalık yaşta yumurta kabuğunun LED grubunda daha kalın olduğunu, buna karşın 60 haftalık yaşta LED grubunda yumurta ağırlığının Floresan grubundan daha az olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak; çalışmadan sınırlı ve tutarsız bulgular elde edildiğini; bu nedenle kanatlı hayvanlara özgü LED aydınlatma ve tavukların bu aydınlatmaya verdiği yanıtların daha fazla araştırılmasının gerekli olduğunu vurgulamışlardır.

Liu ve ark. (2018) 1 ila 16 haftalık yaş döneminde mavi LED ışık ve sıcak beyaz Floresan ışık altında, 17 ila 41 haftalık yaş döneminde kırmızı LED ışık ve sıcak beyaz Floresan ışık altında barındırılan Hy-Line W-36 ırkı yumurtacı tavuklar üzerinde yaptıkları çalışmada; LED ışık kaynağı altında barındırılan tavukların Floresan ışık kaynağı altında barındırılanlara benzer üretim performansı gösterdiklerini bildirmişlerdir. 41 haftalık yaşta LED ışık grubunda yumurta kabuk kalınlığının ve dayanıklılığın daha az olduğunu bildirmişlerdir. Büyüme döneminde mavi LED ışık ve sıcak beyaz Floresan ışık kaynağı altında yetiştirilirken 32 haftalık yaşta ise LED altında barındırılan tavuklarda kabuk kalınlığının önemli düzeyde daha ince olduğunu bildirmişlerdir.

2.5.2.Yumurtaçı tavuklarda farklı ışık kaynaklarının bazı refah parametrelerine etkisi

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan farklı aydınlatma programları tavukların davranışlarında ve fiziksel aktivitelerinde değişikliklere yol açmakta, aynı zamanda onların refahı üzerinde de etkili olmaktadır (Škrbić ve ark. 2009). Kanatlı hayvanlarda refah düzeyini belirlemek için çeşitli vücut genel durumu, tüy değerlendirmeleri, vücut yaralarının değerlendirilmesi, ayak tabanı lezyonları dikkate alınmaktadır (Veljic ve ark. 2017). Kanatlı hayvanlarda refahın değerlendirilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden biri de vücut tüy skorlamasıdır (Berg ve Algers 2004). Tavukçulukta vücut yüzeyindeki tüylerin azalması istenmeyen bir durumdur (Bessei ve Kjaer 2015). Nitekim tavuklarda tüy karıştırma davranışı doğal bir olgu iken, tavuğun kendisi tarafından ya da başka bir tavuk tarafından tüylerinin çekilmesi, koparılması devamında vücut yüzeyinde tüysüz alanların artmasıyla yaralar oluşmakta ve dolayısıyla kanibalizme neden olabilmektedir. Bu durum daha da şiddetli hale geldiğinde ise ölüm meydana gelerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Blokhuis ve Van Der Haar 1992). Yapılan çalışmalarda, tüy kaybına neden olan tüy çekme davranışının öğrenme ile başladığı bildirilirken (Ramadan ve Von Borell 2008), bazı çalışmalarda ise sindirilmesi düşük olan besin maddelerinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Hetland ve ark. 2004). Nitekim tavukların yetersiz beslenmesi, onları arama davranışına yani gagalama ve keşif davranışları göstermelerine neden olmakta ve böylece tüy çekme davranışı tetiklenebilmektedir (Kjaer ve Bessei 2013).

Kanatlı hayvanların parlak ışığa maruz kalması strese neden olmakta ve kaçma davranışını arttırıp bu sırada yaralanmalarına neden olabilmektedir (Moinard ve ark. 2001). Yine, yüksek ışık şiddetine maruz kalınması tavuklarda genel aktiviteyi arttırarak tüy çekme davranışını da tetiklemektedir (Kjaer ve Vestergaard 1999, Bessei ve Kjaer 2015). Nitekim Boshouwers ve Nicaise (1993) Floresan ve akkor ışık kaynağı altında barındırılan tavuklarda fiziksel aktivite ve aydınlatma tipi açısından ilişki olduğunu, 5 lüks ve üzeri ışık şiddetinde Floresan ışık altında barındırılan tavukların akkor ışık altında barındırılanlara göre daha fazla aktif olduklarını bildirmişlerdir.

Long ve ark. (2014) 36 haftalık yaştaki yumurtacı tavukları LED ile Floresan ışık altında barındırarak yapmış oldukları çalışmada, baş, boyun ve göğüs kısımdaki tüylerin aydınlatma tipinden etkilenmediğini, fakat LED ışık altında barındırılan tavukların Floresan ışık altında barındırılan tavuklara göre daha kötü bir geri ve sırt bölgesi vücut tüy örtüsüne sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Long ve ark. (2016a) ticari DeKalb beyaz yumurtacı tavuk kümesinde 4 100 K renk sıcaklığındaki LED ışık ile sıcak beyaz Floresan ışık altında barındırılan tavuklara insan-hayvan etkileşimini ölçen kaçınma mesafesi testi uygulamışlardır. Çalışmada 36 haftalık yaşta LED ışık grubundaki tavukların Floresan ışık grubundaki tavuklara göre insanı daha çabuk algılayıp kafes içine çekildiklerini, 60 haftalık yaş döneminde ise her iki ışık grubundaki tavukların kaçınma mesafesi açısından aralarında bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Yapılan bazı çalışmalarda korku davranışı üzerine aydınlatmanın etkili olduğu ve dolayısıyla farklı ışık spektrumlarında korkuya yanıtın farklı şekilde olduğu bildirilmektedir (Sultana ve ark. 2013). Nitekim Gallegos ve Archer (2014) 18-31 haftalık yaş döneminde White leghorn beyaz yumurtacı sürüde LED ve KFL aydınlatma tipinin tavukların davranışı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, her iki ışık kaynağının tavukların ilk defa gördükleri nesnelere karşı verdikleri tepkiler açısından fark olmadığını, fakat sayısal olarak LED grubunda 32,7 sn ve KFL grubunda 24,1 sn olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte tonik hareketsizlik testinde ise LED (205,8 sn) aydınlatma grubundaki tavukların hareketsizliklerinin KFL (113,2 sn) aydınlatma grubundakilerden daha uzun bir gecikmeye sahip olduklarını yani daha fazla korku tepkisi gösterdiklerini bildirmişlerdir. Archer (2014) broilerlerde tonik hareketsizlik süresinin LED grubundakilerde en az sürede ve Akkor ampul grubunda ise en fazla sürede olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak ilerleyen yaş döneminde LED grubunda KFL ve Akkor ampul gruplarına göre daha az seviyede korku ve stres olduğu bildirmiştir.

Göğüs kemiği hasarı ağrıya neden olması, hayvan refahını ve verimliliği olumsuz etkilemesi nedeniyle günümüz yumurtacı tavuk endüstrisinin karşılaştığı kritik bir konudur. Son çalışmalara göre tavuklarda göğüs kemiği hasarı yetiştirme sistemi

(geleneksel kafes, zenginleştirilmiş kafes ve kafesiz sistemler), genetik hat ve manejman sorunları gibi birçok faktöre bağlı olarak gelişmektedir (Harlander-Matauschek ve ark. 2015). Yetiştirme sistemlerindeki tünelerin tasarımından ve kafes malzemelerinden kaynaklanan, ayrıca beslenme, genetik gibi faktörlerin kombinasyonu ile tavukların kemik kırılabilirliklerinde artış ve göğüs kemiği hasarı görülebilmektedir (Whitehead 2004, Pickel ve ark. 2010). Yine panik veya ani kaçış davranışı, yaşamı tehdit eden durumlarda tetiklenir ve ticari kanatlı hayvancılığında normal karşılanmamaktadır (Richards ve ark. 2012). Stratmann ve ark. (2013), tavukların genellikle dikey hareketleri gece karanlıkta yaptıklarını bu nedenle aydınlatmada aniden karanlık periyoda geçişin tavuklarda daha fazla kemik hasarına neden olabileceği için kümeslerde aydınlatmanın kademeli bir şekilde yapılmasının daha uygun olacağını bildirmiştir. Tillmann (2009) tavuklardaki kaçma davranışının daha iyi anlaşılması gerektiğini, bu açıdan genetik seleksiyon, loş aydınlatma koşulları ve tavuklar arası mesafe gibi unsurların daha ayrıntılı bir şekilde araştırma konularına dâhil edilmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu bilgiler ışığında; tavuklarda yüksek ışık şiddetinde aktivitenin artması (Kristensen ve ark. 2006) gagalama davranışını ve kaçış davranışını arttırabileceği için hayvanlarda yaralanma ve göğüs kemiği deformasyonlarında artışa neden olabileceği bildirilmektedir.

Kümeslerde çevresel koşullar, tavuk yaşı, altlık materyali, yem ve aydınlatma programı ile ilişkili hayvan aktivitesi etkisiyle oluşan yoğun toz (Nielsen ve ark. 2003), kümeste çalışan işçilerin sağlığını tehdit ederek çoğunlukla kronik bronşit, alerjik reaksiyonlar ve astım benzeri semptomlara neden olmaktadır (Iversen ve ark. 2000). Kümeslerde bulunan toz aynı zamanda tavukların sağlıklarını tehdit ederek özellikle solunum sistemlerini olumsuz şekilde etkilemekte, hem hayvan refahını hemde çiftlikteki üretkenliği azaltabilmektedir (Al Homidan ve ark. 2003). Kümes içindeki yoğun toz ayrıca yumurtaların yumurtlandıktan sonra kabuk yüzeyinde kafes lekelerinin oluşmasına neden olarak, yumurta dış kalitesini düşürmektedir (Altan 2015). Yine yoğun toz kümes içindeki lambaların üzerini kaplayarak ışık şiddetinin azalmasına da neden olabilmektedir. Kümeslerde toz üretimini etkileyen faktörlerden biri olan hayvan aktivitesi hakkında oldukça sınırlı çalışma bulunmaktadır. Kümes toz konsantrasyonu hayvan yaşı ile birlikte artmasının yanında aydınlatma programı ile belirgin bir şekilde ilişkilidir. Calvet ve ark. (2009) broiler kümeslerinde tavuk aktivitesi ile toz üretimi

arasında direkt ilişki olduğunu saptamışlardır. Yine, Kristensen ve ark. (2006) ışığın hayvan aktivitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, ışık şiddeti ile broiler aktivitesi arasında pozitif korelasyon olduğunu, aydınlık periyotta ilerleyen hayvan yaşı ile birlikte bu aktivitenin arttığını, fakat karanlık periyotta ise aktivitenin azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Long ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada LED ile Floresan ışık kullanılan kümeslerde tavukların aktivite yoğunluğunu değerlendirmek için kümes toz birikim oranını incelemişlerdir. Çalışmada her iki ışık kaynağındaki toz yoğunluğunun benzer olduğunu dolayısıyla aktivite bakımından hayvanların benzer davranış gösterdiklerini bildirmişlerdir.

2.6. Farklı Kafes Katlarındaki Işık Şiddetinin Performans Üzerine Etkileri

Günümüzde endüstriyel tavukçulukta otomasyon kontrollü kümeslerde 10 000- 100 000 adet tavuk ile yetiştiricilik yapılmaktadır. Bu kümeslerde yüksek kapasitede hayvana belli bir alanda bakılabilmesine olanak sağladığı için yaygın olarak 3-12 kat içeren çok katlı kafes sistemleri kullanılmaktadır. Bu kafes sistemleri içerisinde 5 ila 7 adet tavuk barındıran geleneksel (konvansiyonel) kafesler ve daha fazla sayıda tavuk barındırabilen zenginleştirilebilir ya da zenginleştirilmiş kafesler de kullanılmaktadır (Altan ve Bayraktar 2014).

Kafes sistemlerindeki tavukların performansı, kafes yüzey alanı ve yüksekliği, kafes içi düzenek, kafes katı ve konumu gibi ilgili birçok değişkenden etkilenebilmektedir. Yine çok katlı kafes içeren kümeslerde aydınlatma programı verimliliği etkileyen önemli unsurlardan biridir ve sınırlı sayıda çalışma ile incelenmiştir (Jackson ve Waldroup 1987, Garner ve ark. 2012). Çok katlı kafes sistemlerinde, katlar arasında ışık şiddeti değişmektedir. En alt kafese yeterli ışık şiddeti sağlamak ve en üst kafesi yüksek ışık şiddetinden korumak için dengeli aydınlatma oldukça önemlidir (Awoniyi 2003). Nitekim Yıldırım ve ark. (2008) yaptıkları saha ölçümlerinde bazı kümeslerde üst kafes katlarında ışık şiddetinin 68–71 lüks aralığında değiştiği, çok katlı kümeslerde üst katlarda bazen 150 lüks'e kadar çıkabildiğini, alt katlarda ise 1–5 lüks'e kadar düştüğüne rastlamışlardır. Yine Morris (1967) yaptığı çalışmada farklı kafes katlarında farklı ışık yoğunluğu olduğunu bildirmiştir.

2.6.1. Yumurtacı tavuklarda farklı kafes katlarındaki ışık şiddetinin yumurta verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi

Ticari yumurtacı tavukların yumurta üretimi için 5-20 lüks arasında ışık yoğunluğuna ihtiyaç duydukları bildirilmektedir (Morris 1981, Appleby ve ark. 2004, Anonim 2012b). Yumurtacı tavuklarda düşük ışık şiddetinin yumurta verimini etkilediğine dair çelişkili bulgular bulunmaktadır, bazı çalışmalar ışık yoğunluğu ile yumurta verim arasında pozitif ilişki olduğunu bildirirken (Renema ve ark. 2001), bazıları ise ilişki olmadığını bildirmektedir (Tucker ve Charles 1993).

O' Connor ve ark. (2011) 16-24 haftalık yaşta yumurtacı tavuklarda yüksek ses (60-80 dB) ve düşük, yüksek ışık (5-150 Lüks) gibi stres faktörlerinin etkilerini inceledikleri çalışmada tavukların yüksek ışık şiddetinde yumurta verimine daha erken başlayıp daha fazla yumurta ürettiklerini bildirmiştir. Nazlıgül ve ark. (1995) ise kafes sisteminin üst katındaki yumurtacı tavukların diğer katlardaki tavuklardan daha erken yumurtaya başladığını bildirmişlerdir.

Jackson ve Waldroup (1987) 60 W'lık akkor ampul ile aydınlatılan kümeste, 23 ve 34 haftalık yaş dönemleri arasında farklı kafes katlarında barındırılan Dekalb XL genotipi tavukların yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve ölüm oranını karşılaştırdıkları çalışmada; yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve ölüm oranı bakımından 3 ve 4 katlı kafes sistemlerinin alt katından en üst kata doğru doğrusal bir bozulma olduğunu ve bu bozulmanın her kafes katındaki ışık şiddetinin farklı seviyede olmasıyla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Yıldırım ve ark. (2008) ticari yumurta tavuğu kümeslerinde yaygın olan askılı tip Floresan aydınlatma uygulamasında 56 haftalık yaşta kahverengi yumurtacı hibritlerde (H&N-Brown Nick) kafes katının performans etkilerini inceledikleri çalışmada; her bir kafes katındaki ışık şiddetini, tavukların göz seviyesini baz alarak ölçmüşlerdir. Kafes katlarındaki ışık şiddetlerini en alt kafesten en üst kafese doğru 22,08 lüks ile 68,08 lüks arasında saptamışlardır. Çalışmada tavuk-gün yumurta verimi, yumurta kütlesi ve yemden yararlanma oranı bakımından katlar arasında fark olduğunu ve en üst katta yumurta verimi, yemden yararlanma oranı, yem tüketimi ve yumurta kütlesinin diğer katlardan daha az olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada artan ışık

şiddetinin performans ile ilgili özellikleri olumsuz etkilediğini bu açıdan apartman tipi kafeslerde ışık şiddetinin 41 lüks'ü geçmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışmada ayrıca, yumurta ak ve sarı indeksi, kırılma direnci bakımından katlar arasında fark olduğunu bildirmişlerdir.

Renema ve ark. (2001) yaptıkları çalışmada akkor ışık altında 17 ila 45 haftalık yaş arası dönemde, ISA-White, ISA-Brown, Shaver2000 ve Shaver579 genotipi ticari yumurtacılar da 1, 5, 50 ve 500 lüks ışık şiddetlerinin etkilerini inceledikleri çalışmada, tavukların ışık yoğunluğuna farklı tepkiler verdiğini, 1 ve 500 lüks ışık şiddetinin tavuklarda üretim etkinliğini sınırladığını bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca genotipin ışık şiddetinden etkilendiğini ve kahverengi yumurtacı genotiplerin düşük ve yüksek ışık şiddetinin olumsuz etkilerine karşı beyaz yumurtacı genotiplere göre daha hassas olduklarını bildirmişlerdir. Yine 500 lüks ışık şiddeti grubunda yumurta kütesinin ve kabuk kalitesinin azaldığını bu durumun yüksek ışık şiddetinde yetersiz yem tüketiminden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Yıldız ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada 75 haftalık yaşta ki ISA Brown yumurtacı tavuklarda kafes sisteminin üst katındaki tavuklarda yumurta veriminin en yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca, yumurta ağırlığının kafes konumundan etkilendiğini fakat kafes katından etkilemediğini, pencere tarafındakiler ile yapay aydınlatma altında en yüksek yumurta ağırlığının elde edildiğini bildirmişlerdir. Yumurta şekil indeksi, yumurta sarı rengi ve yumurta sarı indeksinin kafes konumu ve katından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Yapay aydınlatma altındaki grupta ve pencere tarafı grubunda daha ince ve zayıf kabuklu yumurta elde edildiğini saptamışlardır. Kabuk kırılma direncinin üst kattan alt kata doğru doğrusal olarak arttığını saptamışlardır.

Durmuş ve Kamanlı (2012) tam çevre kontrollü üç katlı kafes sistemi içeren kümeste yürüttükleri çalışmada, kafes katının 16 ila 30 haftalık yaş dönemindeki ATAK-S genotipi yumurtacı tavuklarda yumurta verimi, yumurta ağırlığı, cinsel olgunluk yaşı, cinsel olgunluk ağırlığı, yem tüketimi, yaşama gücü ve 30. hafta canlı ağırlık değerlerini etkilemediğini bildirmişlerdir.

El-Sheikh ve ark. (2012) Dandarawi tavuklarında 80, 20 ve 5 lüks ışık yoğunluğunun performans ve cinsel olgunluk üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, büyüme döneminde yüksek ışık yoğunluğunun (80 lüks) kullanılmasının, cinsel olgunluk canlı ağırlığını ve cinsel olgunluk çağı yumurta ağırlığını azalttığını, cinsel olgunluk yaşını geciktirdiğini bildirmişlerdir. Büyüme döneminde 5 ve 20 lüks ışık şiddeti kullanımının ise cinsel olgunluğa ulaşma yaşı ve cinsel olgunluk canlı ağırlığı için ideal olduğunu bildirmişlerdir.

Şekeroğlu ve ark. (2014) ATAK-S yumurtacı hibritlerde 18 ila 42 haftalık yaş döneminde yaş ve kafes katının performans, yumurta kalitesi ve bazı stres parametreleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada 3 katlı geleneksel batarya tipi kafes sisteminde kafes katları arasında % 5 ve % 50 yumurta verim yaşına ulaşma yaşı açısından fark olmadığını bildirmişlerdir. Yine, yumurta şekil indeksi, özgül ağırlık, kabuk kırılma mukavemeti, yumurta kabuk kalınlığı, ak ve sarı indeksi, haugh birimi, kabuk ağırlığı, yumurta yüzey alanı, ak pH'sı, yumurta ağırlığı ve yumurta verimi üzerine kafes katının etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

2.6.2. Farklı kafes katlarındaki ışık şiddetinin bazı refah parametrelerine etkisi

Hayvanların aktif oluşu yetiştirme koşulları, ışık yönetimi ve beslenme stratejisi ile değiştirilebilmektedir (Calvet ve ark. 2009). Kanatlı hayvanlarda günün uzun veya kısa oluşunu algılayan fizyolojik mekanizma bulunmaktadır. Loş ışık altında barındırılan tavuklar aydınlık ortamda tutulanlara göre daha az aktif olmakta ve düşük ışık yoğunluğu normal sirkadiyen ritime etki edebilmektedir (Blatchford ve ark. 2009). Liu ve ark. (2018) LED ışık altında barındırılan tavuklarda yüksek sirkadiyen seviyeleri olduğunu bildirmişlerdir.

O' Connor ve ark. (2011) yumurtacı tavukların 5 lüks ışık şiddetinde 150 lüks ışık şiddetine göre daha az hareketli olduklarını, 5 lüks ışık şiddetinde daha çok tüy karıştırma ve toz banyosu davranışı yaptıklarını bildirmiştir. Yine benzer şekilde; Boshouwers ve Nicaise (1987), Lewis ve Morris (1998) yumurtacı tavukların yüksek ışık şiddeti koşullarında daha fazla hareketli olduklarını bildirmişlerdir. Mohammed ve ark. (2010) yüksek ışık şiddeti (50 lüks) altında tavukların daha aktif olduklarını, çok

katlı kafeslerde üst katlarda yüksek ışık yoğunluklarının önlenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Şekeroğlu ve ark. (2014) ATAK-S yumurtacı hibritlerde bir stres göstergesi olarak tonik hareketsizlik süresinin (TI) 42 haftalık yaşta kafes katından etkilenmediğini fakat en alt kattaki tavuklarda TI süresinin sayısal olarak daha fazla olduğunu, orta kattaki tavukların TI süresinin ise daha az olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşın, 30 haftalık yaştaki TI sürelerinin önemli düzeyde farklı olduğunu, en düşük TI süresinin en alt katta, en yüksek TI süresinin ise en üst katlarda olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin üst kattaki tavukların ışığa daha yakın olmaları ve kümeste çalışan kişilerle daha az göz temasında olmalarından dolayı stres ve korkularının artmasından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir.

Bozkurt ve ark. (2006) Lohman Brown, Lohman White, Isa Brown ve Bowans White genotipi yumurtacı tavuklarda kafes yerleşim sıklığı ve kafes katının etkilerini inceledikleri çalışmada; genel olarak üst ve alt kafes katındaki tavukların performansının kötü olduğunu, tavukların genç yaşta maruz kaldıkları olumsuz şartların etkilerinin ilerleyen yaş ile birlikte daha fazla görülebileceğini bildirmişlerdir.

Mohammed ve ark. (2016) hindilerde 5, 25 ve 50 lüks ışık şiddetinin etkilerini inceledikleri çalışmada; bir korku belirtisi olan kortizol seviyesinin 25 ve 50 lüks e göre 5 lüks ışık şiddetinde daha düşük seviyede olduğunu, tüneme, yere yatma, dinlenme hareketlerinin arttığını, bununla birlikte tüy çekme, gagalama ve agresif davranışların yüksek yoğunluklarda (50 lüks) artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu nedenle çalışmanın sonucunda agresif davranışların önlenmesinde ışık yoğunluğunu düşük tutmanın daha iyi bir performans açısından önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Leighton ve ark. (2007) büyük beyaz hindilerde 86,1 lüks ışık şiddetinde ölüm oranının sayısal olarak daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ışık kaynağı ve ışık şiddetinin vücut tüy skoru üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Siopes (1984) ise; yapmış olduğu çalışmada hayvan konforu açısından, hindilerin düşük ışık seviyesinde barınmaları gerektiğini fakat çok düşük ışık seviyesinin ise göz gelişimini engelleyebileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Bursa'nın Karacabey ilçesinde bulunan Matlı A.Ş. Burdan Yumurta Üretim Tesislerinde yürütülmüştür. Çalışma materyalini 15 haftalık yaş sonuna kadar yetiştirme kümesinde yetiştirilen ve bakım yönetimi Anonim (2012b)'e göre yapılan Nick Chick beyaz yumurtacı yarkalar oluşturmuştur. Yumurtacı yarkalar 16 haftalık yaşta denemenin yürütüleceği tam otomatik kontrollü yumurta üretim kümesine aktarılmıştır. Deneme 45 haftalık yaşa kadar sürdürülmüştür. Bu çalışmadaki araştırma amaçlı hayvanların bakımı ve kullanımı ile ilgili uygulamalar Uludağ Üniversitesi'nin Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Onay Numarası: 2016-10/02).

Çalışmanın yürütüldüğü tam otomatik kontrollü kümes, ışık geçirmez hale getirilmiş eşit iki kısma ayrılarak kümesin bir kısmında sadece mini kompakt Floresan tipi aydınlatma ile diğer kısmı ise LED aydınlatma sistemi ile aydınlatılmıştır. Kümeslerin aydınlatılması için soğuk gün ışığı renk tayfında (6 500 K, 430 lm) 8 w'lık Mini kompakt Floresan lamba (Osram Duluxstar E-27, Augsburg, Almanya) ve beyaz (6 000 K- 6 500 K) 5 w'lık LED (Işık Yayan Diyot) lamba (Rexus, PL-HPL-E27, Skopje, Makedonya) kullanılmıştır. Lambaların yerden yüksekliği 3 m olup, lambalar arası mesafe 2,40 m'dir. Yumurta başlangıcından itibaren hibritlerin seviyesinde 10-15 lüks arası ışık şiddeti olacak şekilde aydınlatma planlanmıştır. Denemede aydınlatma süresi 16 ve 17 haftalık yaşta 12 saat, 18 haftalık yaştan itibaren haftada yarım saat arttırılarak 21. haftanın sonunda 14 saate ulaşılmıştır (14 saat aydınlık / 10 saat karanlık). Deneme sonuna kadar 14 saat aydınlatma uygulanmıştır.

Denemenin yürütüldüğü küme 8 katlı kafes sistemi bulunmakta olup, tüm kafesler alttan dördüncü kattan itibaren kafes sistemine monteli yürüyüş yolu ile ayrılmıştır. Denemede kullanılan her iki aydınlatma tipindeki lambalar ilk dört katın tavanı olarak yürüyüş yoluna ve yürüyüş yolunun üstündeki kafeslerin de tavanına, ayrıca yan kafes bloklarına da monte edilerek deneme ünitelerinde ışık açısından homojenite sağlanmaya çalışılmıştır. Denemede kullanılan yarkalar 8 katlı kafes sisteminin alt bölümüne yani alttan ilk 4 kafes katındaki zenginleştirilmiş kafes gözlerine yerleştirilmiştir. Zenginleştirilmiş kafes gözleri 240 cm × 63 cm × 59 cm (U ×G ×Y) boyutlarında olup her kafes gözünde hayvan başına 756 cm² alan sağlanmıştır. Kafes ünitesinde yemlik, nipel suluk, tünek, folluk, eşelenme alanı ve tırnak törpüsü bulunmaktadır.

Zenginleştirilmiş kafes katları aşağıdan yukarı doğru I, II, III ve IV şeklinde kodlanmıştır.

Denemede her aydınlatma tipi için 4 kafes katı ve her katta ise toplam 5 kafes gözü kullanılmıştır. Her katta bulunan her bir kafes gözü bir tekerrür kabul edilmiştir. Denemede 20 adet Floresan ve 20 adet LED aydınlatma grubunda olmak üzere toplam 40 adet kafes gözü kullanılmıştır. Denemede her bir kafes gözüne 20 adet tavuk yerleştirilerek, her katta 100 tavuk olmak üzere her bir aydınlatma tipi için 400 tavuk kullanılmıştır. Böylece toplam olarak 800 adet yumurtacı hibrit kullanılarak deneme yürütülmüştür.

Çalışmada farklı kafes katlarındaki ışık şiddetinin dağılımını belirlemek için, deneme başında her bir kafes katında bulunan kafes gözlerindeki ışık şiddetleri tavukların göz hizasından lamba altı, yemlik ve kafes içi olmak üzere 3 farklı noktadan dijital lüks metre (Extech Instruments, Light Meter LT300, Boston, Massachusetts, ABD) ile ölçülmüş ve bu değerlerin ortalaması alınmıştır. Ayrıca deneme süresince 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde aynı şekilde ışık şiddeti ölçümleri tekrarlanmıştır.

Tam otomatik kontrollü sistem ile kümes içi sıcaklık 23°C nispi nem % 40 ve havalandırma ise kilogram canlı ağırlık başına 6,5 m³/saat hava sirkülasyonu sağlayacak şekilde programlanmıştır. Deneme süresince işletmenin rutin bakım yönetim işleri uygulanmıştır. Sürünün rutin sağlık kontrolleri işletmenin veteriner hekimi tarafından yapılmıştır. Deneme süresince hibritlere Anonim (2012b)' e göre uygun rasyonla adlibitum yem ve su sağlanmıştır. Entegre işletmenin kendi yem fabrikasından sağlanan yumurtacı tavukların beslenmesinde kullanılan karma yemlerin bileşimleri Çizelge 3.1' de, yem hammadde içeriği Çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Deneme süresince yumurtacı sürüye verilen karma yemlerin bileşimi (%)

| | Yumurta Öncesi Yemi (17 – 20 hafta) | Yumurta Pik Yemi I (20 - 28 hafta) | Yumurta Pik Yemi II (28 - 35 hafta) | Yumurta Pik Yemi III (35 - 45 hafta) |
|------------------------------------|---|--|---|--|
| Mısır | 24,10 | 25,88 | 40,41 | 45,71 |
| Arpa | 7,00 | - | - | - |
| Soya küspesi | - | 8,40 | 17,00 | 9,90 |
| Soya yağı | - | 2,00 | 1,00 | 1,20 |
| Bonkalit | 3,00 | 3,00 | 3,00 | - |
| Tam yağlı soya | 13,20 | 5,70 | - | 3,00 |
| Kırık pirinç | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 5,00 |
| Pirinç kepeği | - | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Kepek | 8,00 | - | - | - |
| Buğday yum %12 HP | 15,00 | 15,00 | 5,00 | 5,00 |
| ATK | 10,30 | 10,30 | 4,80 | 11,80 |
| DCP %18 | 0,88 | 0,77 | 0,68 | 0,52 |
| Mermer tozu | 5,10 | 3,70 | 3,55 | 3,55 |
| Mermer granül | - | 5,55 | 5,35 | 5,35 |
| Lysine | 0,16 | 0,24 | 0,05 | 0,10 |
| Mısır gluteni %58 | 2,00 | 2,00 | 1,70 | - |
| Mısır dđs | - | 3,00 | 3,00 | 4,00 |
| Yumurta civciv premiksi | - | - | - | - |
| Yumurta tavuk vitamini | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Kabuk kalitesi arttırıcı | - | 0,10 | 0,10 | 0,20 |
| Toksin bağlayıcı | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| D-L-Methionine %99 | 0,05 | 0,13 | 0,12 | 0,12 |
| Sodyum bikarbonat | 0,05 | 0,10 | 0,10 | 0,33 |
| Tuz | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,15 |
| Enzim | - | - | - | - |
| Civciv tavuk mineral | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,10 |
| Poultry star | 0,10 | - | - | - |
| Organik asit | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,30 |
| Antikoksidiyal | - | - | - | - |
| Multienzim | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Kolin | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Triple p | - | 0,05 | 0,05 | 0,05 |

Çizelge 3.2. Deneme süresince yumurtacı sürüye verilen karma yemlerin hammadde içeriği

| | Yumurta Öncesi Yemi (17 – 20 hafta) | Yumurta Pik Yemi I (20 - 28 hafta) | Yumurta Pik Yemi II (28 - 35 hafta) | Yumurta Pik Yemi III (35 - 45 hafta) |
|----------------------------------|--|---|--|---|
| Kuru madde (%) | 88,53 | 89,38 | 88,70 | 88,87 |
| Met. Enerji (Kcal/Kg ME) | 2,770 | 2,799 | 2,779 | 2,717 |
| Ham Protein (%) | 17,50 | 18,52 | 17,95 | 16,75 |
| Ham Yağ (%) | 4,51 | 5,45 | 3,83 | 4,77 |
| Ham selüloz (%) | 4,96 | 4,18 | 3,36 | 4,75 |
| Ham Kül (%) | 9,11 | 13,27 | 12,80 | 12,94 |
| Aminoasitler | | | | |
| Methiyonin (%) | 0,36 | 0,45 | 0,43 | 0,42 |
| Y. Methiyonin (%) | 0,32 | 0,42 | 0,40 | 0,39 |
| Lysin (%) | 0,85 | 0,95 | 0,85 | 0,80 |
| Y. Lysin (%) | 0,75 | 0,85 | 0,76 | 0,71 |
| Methionin + Sistin (%) | 0,71 | 0,80 | 0,77 | 0,75 |
| Y. Methionin + Sistin (%) | 0,62 | 0,72 | 0,69 | 0,67 |
| Cystine | 0,35 | 0,35 | 0,34 | 0,33 |
| Arginine | 1,02 | 1,06 | 1,05 | 1,00 |
| Y. Arginine | 0,91 | 0,96 | 0,95 | 0,91 |
| Treonin (%) | 0,61 | 0,67 | 0,67 | 0,63 |
| Y. Treonin (%) | 0,51 | 0,56 | 0,57 | 0,53 |
| Leucine (%) | 1,27 | 1,38 | 1,46 | 1,26 |
| Y. Leucine (%) | 1,13 | 1,24 | 1,31 | 1,14 |
| İzolosin (%) | 0,65 | 0,70 | 0,71 | 0,63 |
| Y. İzolosin (%) | 0,56 | 0,62 | 0,63 | 0,56 |
| Valine (%) | 0,79 | 0,84 | 0,83 | 0,75 |
| Y. Valine (%) | 0,68 | 0,73 | 0,73 | 0,66 |
| Triptofan (%) | 0,23 | 0,24 | 0,23 | 0,22 |
| Y. Triptofan (%) | 0,20 | 0,21 | 0,20 | 0,19 |
| Mineraller | | | | |
| Ca (%) | 2,50 | 4,11 | 3,96 | 3,92 |
| Av. P (%) | 0,45 | 0,42 | 0,41 | 0,38 |
| Ca/AvP | 5,56 | 9,79 | 9,65 | 10,19 |
| Na (%) | 0,16 | 0,18 | 0,18 | 0,22 |
| K (%) | 0,72 | 0,71 | 0,72 | 0,65 |
| Cl (%) | 0,19 | 0,21 | 0,20 | 0,16 |
| Linoleik asit | 2,35 | 2,60 | 1,67 | 2,15 |
| Ca/P | 3,40 | 5,81 | 6,12 | 5,98 |
| Vitaminler | | | | |
| Vit D3 IU/g | 2 500 IU | 2 500 IU | 2 500 IU | 2 500 IU |
| Vit E IU/g | 25 000 MG | 25 000 MG | 25 000 MG | 25 000 MG |
| Pantotenik asit mg/kg | 10 000 MG | 10 000 MG | 10 000 MG | 10 000 MG |
| Folik asit mg/kg | 500 MG | 500 MG | 500 MG | 500 MG |
| Vit C | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Apo Carotenik Asit Ester | 500 MG | 500 MG | 500 MG | 500 MG |
| Canthaxanthin | 3 500 MG | 3 500 MG | 3 500 MG | 3 500 MG |

Denemenin başında 16 haftalık yaşta yarkalar ± 1 gr hassas terazi ile bireysel olarak tartılarak grup ortalamaları bakımından benzer olmaları sağlanacak şekilde deneme bölmelerine yerleştirilmiştir. Deneme süresince 25. hafta ve 45. haftada her deneme grubundaki tavuklar tartılarak canlı ağırlıkları takip edilmiştir.

Deneme grubu hibritlerinin günlük yumurta sayıları takip edilerek her bir gruptaki hayvan % 5 yumurta verimine (eşeyssel olgunluk) ulaşma yaşı, % 50 yumurta verimi ve pik verime ulaşma yaşları takip edilmiştir. Her bir deneme grubunun tavuk gün – tavuk kümes yumurta verimleri, hasarlı (kırık ve çatlak), kabuksuz, kirli yumurta sayısı ve ölümler günlük olarak, yumurta kütlesi, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı ise haftalık olarak belirlenmiştir. Her bir deneme grubu için aşağıdaki formüller kullanılarak ilgili değerleri hesaplanmıştır (Yetişir ve Sarıca 2014, Yılmaz Dikmen ve ark. 2016).

*Yumurta Verimi (Tavuk-Gün) = (Yumurtlanan Yumurta Sayısı/Günlük Tavuk Sayısı)*100*

*Yumurta Verimi (Tavuk-Kümes) = (Yumurtlanan Yumurta Sayısı/Kümesine Konan Tavuk Sayısı)*100*

*Hasarlı Yumurta Oranı = (Kırık ve Çatlak Yumurta Sayısı/Toplam Yumurta Sayısı)*100*

*Kabuksuz Yumurta Oranı = (Kabuksuz Yumurta Sayısı/Toplam Yumurta Sayısı)*100*

*Kirli Yumurta Oranı = (Kirli Yumurta Sayısı/Toplam Yumurta Sayısı)*100*

*Yem Tüketimi, gr = Toplam Tüketilen Yem Miktarı / (ortalama Tavuk sayısı*gün)*

*Yumurta Kütlesi, gr/tavuk/gün = (Tavuk Gün Yumurta Verimi * Yumurta Ağırlığı)/100*

Yemden Yararlanma Oranı = Tüketilen Yem Miktarı (gr) / Yumurta Kütlesi (gr)

Denemede aydınlatma gruplarının yumurta dış ve iç kalite özelliklerini belirlemek amacıyla, 25 haftalık yaşta tüm kafes gözlerinden 10'ar adet yumurta rastgele seçilmiştir. Her bir kafes katından toplam 50 adet olmak üzere aydınlatma gruplarının herbiri için 200 adet yumurtanın kalite özellikleri belirlenmiştir. Böylece 25 haftalık yaş döneminde toplam 400 adet yumurtanın kalite özellikleri belirlenmiştir. Yumurta kalite ölçümleri 35. hafta ve 45. haftada tekrarlanarak toplam 1 200 adet yumurtanın dış ve iç kalite özellikleri belirlenmiştir. Yumurta kalite ölçümünde aynı gün yumurtlanan yumurtalar toplanmış ve kodlanmıştır. Yumurtalar yumurta odasında 24 saat aynı

ortamda bekletildikten sonra her yumurtaya ait kalite ölçümü bireysel olarak takip edilerek yapılmıştır. Yumurta şekil indeksi Rauch tarafından geliştirilen şekil indeksi ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Yumurta ağırlığı, yumurta kabuk kırılma direnci, ak yüksekliği, haugh birimi, sarı renk indeksi işletmede bulunan Nabel marka DET-6000 model dijital yumurta test cihazı (Nabel, DET-6000 Digital Egg Tester, Kyoto, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Yumurta sarı ağırlığı; yumurta sarısı, ak ve şalaz bağlardan ayrıldıktan sonra $\pm 0,1$ gr duyarlılıkta hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir. Yumurta ak ağırlığı; yumurta ağırlığından sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığının çıkarılması ile belirlenmiştir. Yumurta kabuk ağırlığını belirlemek için diğer kalite ölçümü tamamlanan yumurta kabukları su ile yıkanarak yumurta akından arındırıldıktan sonra 24 saat 105°C de işletmede bulunan etüvde (Memmert, UF55, Almanya) kurutulup tartılmıştır. Yumurta kabuk kalınlığını belirlemek için yumurtanın küt uç, sivri uç ve orta kısmından alınan kabuk örnekleri dijital kalınlık ölçer kumpas ile ölçülerek ortalamaları alınarak belirlenmiştir. Denemede ayrıca yumurta sarı oranı, ak oranı ve kabuk oranı aşağıdaki formüller ile belirlenmiştir (Yılmaz Dikmen ve ark. 2017).

$$\text{Sarı Oranı} = (\text{Yumurta Sarı Ağırlığı} / \text{Yumurta Ağırlığı}) * 100$$

$$\text{Ak Oranı} = (\text{Yumurta Ak Ağırlığı} / \text{Yumurta Ağırlığı}) * 100$$

$$\text{Kabuk Oranı} = (\text{Yumurta Kabuk Ağırlığı} / \text{Yumurta Ağırlığı}) * 100$$

Denemede FLO ve LED aydınlatma sistemlerinde farklı kafes katlarındaki tavukların bazı refah ile ilgili parametreleri takip edilmiştir. Bunun için 25. haftada her bir kafes katından 25'er tavuk rastgele seçilerek aynı kişi tarafından görsel olarak gözlenerek tüy skorlaması Tauson ve ark. (2005)'na göre yapılmıştır. Bu protokolda tavuk vücudunun Boyun, Göğüs, Vent, Sırt, Kanat ve Kuyruk olmak üzere altı bölgesindeki tüylerin durumu ve tüylerdeki hasar değerlendirilmiştir. Vücut Tüy skoru 1 ila 4 arası değer olarak değerlendirilmiştir. Vücutta kötü tüy örtüsü içeren tavuklara 1, vücut tüy örtüsünün iyi durumda olan tavuklara ise 4 puan verilmiştir. İlgili yaş döneminde her aydınlatma grubu için 100 tavuk olacak şekilde toplam 200 adet tavuk üzerinde tüy skorlaması yapılmıştır. Aynı işlem 45 haftalık yaş döneminde de tekrarlanmıştır. Deneme süresince toplam 400 adet tavuk üzerinde tüy skorlaması yapılmıştır.

Tüy skorlaması uygulanan tavuklar aynı yaş dönemlerinde aynı gözlemci tarafından vücut ve ibik yarası, ayak tabanı ödem ve ayak pedi dermatiti açısından Ekstrand ve ark. (1998)'na göre değerlendirilmiştir. Bu skorlama tekniğinde 1 ila 3 arası değer kullanılmıştır. İncelenen bölge için yara ya da diğer olumsuz durum ve kötü durum derecesi için 1, yara ya da diğer olumsuz durum yok ise 3 değeri kullanılmıştır.

Tüy skorlaması uygulanan tavuklar aynı yaş dönemlerinde aynı gözlemci tarafından gaganın durumu, göğüs kemiği deformasyonu, parmak hasarı durumu açısından Welfare Quality (2009)'a göre değerlendirilmişlerdir. İncelenen özelliklerden göğüs kemiği deformasyonunda canlı hayvan üzerinde palpasyon yöntemi kullanılmıştır. Bu değerlendirme sisteminde 0 ila 2 arasında sayısal değerler verilmiştir. 0 değeri incelenen bölgenin iyi durumda olduğunu, 2 değeri ise incelenen bölgede bir kusur olduğunu ifade etmektedir.

Denemede 25. ve 45. haftalarda aynı gözlemci tarafından çeşitli vücut refah parametreleri açısından değerlendirilmeye tutulan toplam 400 adet tavukagalama davranışı gösterip göstermediklerine göre de değerlendirilmişlerdir. Değerlendirme Welfare Quality (2009)'da bahsedilen yöntemin adaptasyonu ile agresif bir şekildeagalama davranışı gösteren tavuklar 1, agresifagalama davranışı göstermeyen tavuklar ise 0 rakamı verilerek değerlendirilmiştir.

Denemede Floresan ve LED aydınlatma sistemlerinde farklı kafes katlarındaki tavukların yaklaşan insana tepkilerini (insan tavuk etkileşimi) değerlendirmek için kaçınma mesafesi testi (KMT) uygulanmıştır. Test Welfare Quality (2009)'e göre yapılmıştır. Bu teste gözlemcinin bedeni kafes ünitesine 60 cm uzaklıkta olacak şekilde yavaş adımlarla kafes koridorunda ilerlemektedir. Kafes ünitesinden başını çıkarmış tavuk seçilerek gözlemci tavuğa yaklaşık 60 cm uzaklıktan elini yavaşça yaklaştırmaktadır. Tavuk başını geri çektiğinde elini durdurmaktadır. Gözlemci ile başını çekmeden önceki tavuğun pozisyonundaki yemlik arasındaki mesafe kaçınma mesafesi (KMT) olarak adlandırılmaktadır. Bu testte dördüncü kattaki tavuklar gözlemcinin ölçümü sırasında hemen geri çekildikleri için gözlemcinin teste başladığı uzaklık olan 60 cm değeri verilmiştir.

Denemenin sonunda 45 haftalık yaşta tonik hareketsizlik (TI) testi için her aydınlatma grubundan 40'ar adet tavuk rastgele seçilerek ayrı bir odaya alınmış, toplam 80 adet tavukta bireysel olarak TI uygulanmıştır. Siyah kumaşla kaplı bir masaya sırtüstü yatırılan hayvanların baş ve karın bölgelerine bastırılarak bu şekilde 15 sn tutulmuştur. Bırakıldıktan sonra 10 sn içinde sağ taraflarına dönmeyen piliçlerde TI sağlandığı düşünülmüş ve hayvandan yaklaşık 1 m uzakta bulunan gözlemci tarafından TI süresi (yatış süresi) kaydedilmiştir. Tekrarlanan 5 müdahaleden sonra TI uyarılmıyorsa, hayvan duyarlı olarak düşünülmüş ve 0 puan verilmiştir. Test periyodu maksimum 10 dakika ile sınırlandırılmış, bu süre sonunda sağ tarafına dönemeyen tavuklarda TI süresi 600 sn olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca her bireyde uyarılma sayısı (induction number) saptanmıştır (Ghareeb ve ark. 2014).

Denemede 25. hafta, 35. hafta ve 45. haftada kümeste farklı aydınlatma kaynakları altındaki tavukların aktivitesini belirlemek için kümes toz birikim oranı (TBO I ve TBO II) Long ve ark. (2016a) tarafından belirtilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bunun için her iki farklı aydınlatma uygulamasının olduğu bölüme kümes boyunca kafes üzerine 3 farklı noktaya (5,2 cm çapında) darası alınmış ve kodlanmış petri kapları yerleştirilmiştir. İlgili her yaş döneminde 6 gün boyunca tozun petri kabında birikmesi beklenmiştir. Daha sonra petri kapları toplanarak 105°C' de 24 saat etüvde kurutulduktan sonra kuru toz ağırlığı belirlenmiştir. Toz birikim oranı Long ve ark. (2016a)' a göre deneme ünitesinin bulunduğu kümes yüzey alanı olarak hesaplanmıştır.

$$TBO I [mg (m^2-gün)^{-1}] = \text{toz ağırlığı} / (\text{petri kabı alanı} \times \text{örnek günü})$$

$$TBO II [mg (hen - day)^{-1}] = (\text{Toz ağırlığı} \times \text{kümes yüzey alanı}) / (\text{petri kabı alanı} \times \text{örnek günü} \times \text{tavuk sayısı})$$

Deneme iki (aydınlatma tipi) x dört (kafes katı) faktöriyel deneme deseninde tesadüf parsellerine göre yürütülmüştür. Denemede her dönemde farklı aydınlatma tipi ve kafes katı gruplarının ışık şiddeti, canlı ağırlık, % 5, % 50 ve pik verime ulaşma yaşları, yumurta verim ve performansına ait parametreler, yumurta dış ve iç kalite özellikleri, bazı vücut refah parametreleri üzerine etkileri General Linear Modelde İki Yönlü varyans analizi uygulanarak Minitab 17.0 paket programı ile belirlenmiştir. Kümes Toz Birikimi oranı verilerinin değerlendirilmesinde ise Tek Yönlü Varyans analizi

kullanılmıştır (Minitab 2013). Denemede elde edilen % olarak ifade edilen veriler açı transfarmosyonu (arc-sin) uygulandıktan sonra varyans analizi yapılmıştır. Deneme gruplarının ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında Tukey testi uygulanmıştır. Denemede aydınlatma tipi ve kafes katlarının ölüm oranı üzerine ayrı ayrı etkisini belirlemek için Khi –Kare testi kullanılmıştır. Verilerin istatistiksel analizleri $P<0,05$ ve $P<0,01$ olasılık düzeyinde incelenmiştir. Verilerin analizinde kullanılan istatistiksel model aşağıda verilmiştir:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = μ 'inci gözlem değeri

μ = popülasyonun beklenen ortalaması

a_i = i.aydınlatma tipinin etkisi ($i=1,2$)

b_j = j.kafes katının etkisi ($j=1,2,3,4$)

$(ab)_{ij}$ = i.aydınlatma tipi ve j.kafes katı interaksiyonunun etkisi

e_{ijk} = Şansa bağlı hatanın etkisi

4. BULGULAR

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde deneme süresince farklı aydınlatma tipinde ortalama ışık şiddeti dağılım değerleri Çizelge 4.1.' de verilmiştir. Denemenin başında (17. hafta) LED ve Floresan aydınlatma tipinin ışık şiddetleri sırasıyla 12,67 lüks ve 15,94 olarak saptanmış ve aralarındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Deneme süresince 25. hafta ve 35. haftadaki ışık şiddetleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Deneme sonunda (45. hafta) ise Floresan aydınlatma tipinde ışık şiddeti LED grubundan 4,41 lüks daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Denemede 17, 25, 35 ve 45. haftada farklı kafes katlarındaki ışık şiddetinin dağılımı istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Deneme süresince en yüksek ışık şiddeti III. Katta bulunmuştur ($P<0,01$). İncelenen dönemlerdeki aydınlatma tipi x kafes katı interaksyonunun ışık şiddeti dağılımı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Çizelge 4.1. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katlarında ortalama ışık şiddetinin dağılımı (Ortalama±SE)

| Işık Şiddeti, Lüks | 17. Hafta | 25. Hafta | 35. Hafta | 45. Hafta |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| LED | 12,67 ± 1,21 | 11,96 ± 1,20 | 11,82 ± 1,33 | 11,25 ± 1,18 ^b |
| FLO | 15,94 ± 1,21 | 15,53 ± 1,20 | 15,44 ± 1,33 | 15,66 ± 1,18 ^a |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | ** |
| Kafes Katı | | | | |
| I | 8,29 ± 1,72 ^c | 8,29 ± 1,69 ^b | 8,87 ± 1,88 ^b | 8,45 ± 1,66 ^b |
| II | 11,72 ± 1,72 ^{bc} | 11,87 ± 1,69 ^b | 12,01 ± 1,88 ^b | 11,73 ± 1,66 ^b |
| III | 20,87 ± 1,72 ^a | 20,43 ± 1,69 ^a | 20,77 ± 1,88 ^a | 19,37 ± 1,66 ^a |
| IV | 16,35 ± 1,72 ^{ab} | 14,40 ± 1,69 ^{ab} | 12,87 ± 1,88 ^b | 14,26 ± 1,66 ^{ab} |
| P | ** | ** | ** | ** |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | |
| LED X I | 7,64 ± 2,43 | 7,35 ± 2,39 | 8,43 ± 2,66 | 7,88 ± 2,35 |
| LED X II | 10,73 ± 2,43 | 10,52 ± 2,39 | 9,98 ± 2,66 | 10,53 ± 2,35 |
| LED X III | 19,29 ± 2,43 | 17,91 ± 2,39 | 18,71 ± 2,66 | 16,46 ± 2,35 |
| LED X IV | 13,02 ± 2,43 | 12,07 ± 2,39 | 10,17 ± 2,66 | 10,11 ± 2,35 |
| FLO X I | 8,93 ± 2,43 | 9,23 ± 2,39 | 9,31 ± 2,66 | 9,02 ± 2,35 |
| FLO X II | 12,70 ± 2,43 | 13,23 ± 2,39 | 14,04 ± 2,66 | 12,92 ± 2,35 |
| FLO X III | 22,44 ± 2,43 | 22,95 ± 2,39 | 22,84 ± 2,66 | 22,29 ± 2,35 |
| FLO X IV | 19,69 ± 2,43 | 16,72 ± 2,39 | 15,58 ± 2,66 | 18,40 ± 2,35 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil

LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının tavukların canlı ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.2' de verilmiştir. LED ve Floresan aydınlatma tipinin 17, 25 ve 45. hafta canlı ağırlık değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Her iki aydınlatma tipinde yumurtacı tavuklarda canlı ağırlık benzer bulunmuştur (P>0,05).

Denemede farklı kafes katlarının 17. ve 25. hafta canlı ağırlık değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunurken, 45. haftada I. kattaki yumurtacılar 1722,31 gr canlı ağırlığa sahip olup diğer katlardan daha yüksek canlı ağırlığa sahip olmuşlardır (P<0,01). İncelenen dönemlerdeki aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun canlı ağırlık üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

Çizelge 4.2. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının canlı ağırlık üzerine etkisi (Ortalama±SE)

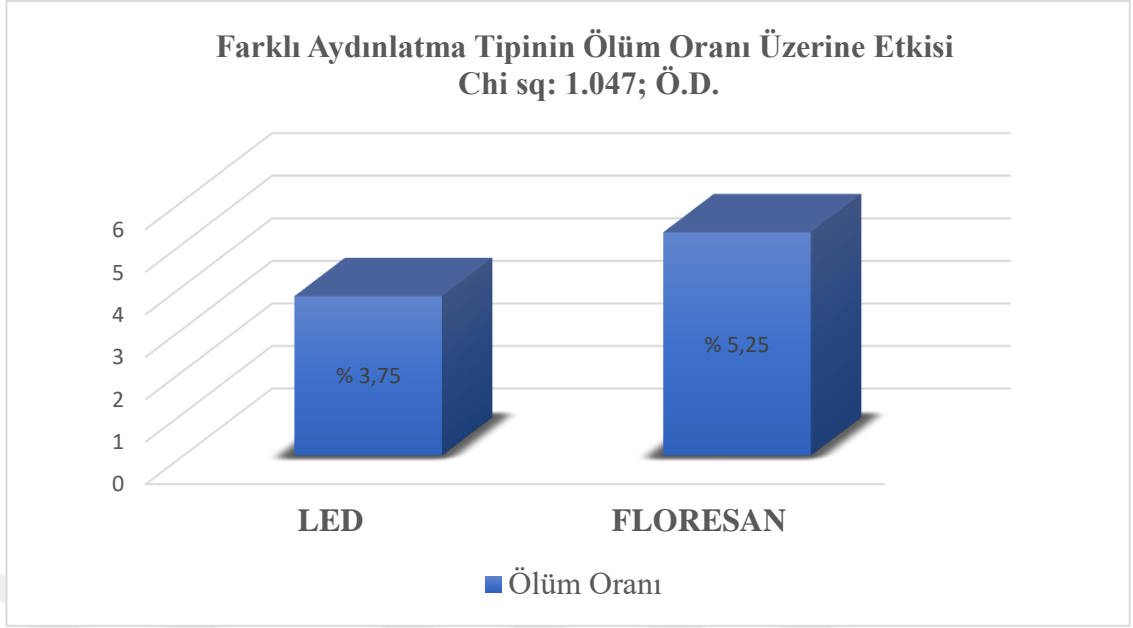
| Canlı Ağırlık, gr | 17. Hafta | 25. Hafta | 45. Hafta |
|-------------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| LED | 1125,55 ± 1,87 | 1552,46 ± 4,44 | 1685,29 ± 6,74 |
| FLO | 1121,85 ± 1,87 | 1550,86 ± 4,42 | 1687,72 ± 6,81 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | |
| I | 1126,61 ± 2,64 | 1554,17 ± 6,30 | 1722,31 ± 9,65 ^a |
| II | 1123,30 ± 2,64 | 1551,38 ± 6,24 | 1680,35 ± 9,58 ^b |
| III | 1119,19 ± 2,64 | 1539,32 ± 6,27 | 1664,81 ± 9,53 ^b |
| IV | 1125,70 ± 2,64 | 1561,76 ± 6,24 | 1678,57 ± 9,55 ^b |
| P | Ö.D. | Ö.D. | ** |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | |
| LED X I | 1128,22 ± 3,73 | 1550,16 ± 8,98 | 1712,68 ± 13,7 |
| LED X II | 1127,39 ± 3,73 | 1545,89 ± 8,84 | 1688,62 ± 13,6 |
| LED X III | 1123,20 ± 3,73 | 1532,20 ± 8,84 | 1656,93 ± 13,3 |
| LED X IV | 1123,38 ± 3,73 | 1571,57 ± 8,84 | 1682,95 ± 13,4 |
| FLO X I | 1125,01 ± 3,73 | 1548,17 ± 8,84 | 1731,95 ± 13,7 |
| FLO X II | 1119,21 ± 3,73 | 1556,88 ± 8,80 | 1672,07 ± 13,5 |
| FLO X III | 1115,18 ± 3,73 | 1546,44 ± 8,89 | 1672,69 ± 13,7 |
| FLO X IV | 1128,02 ± 3,73 | 1551,94 ± 8,80 | 1674,19 ± 13,7 |
| P | Ö.D | Ö.D | Ö.D |

^{a,b}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

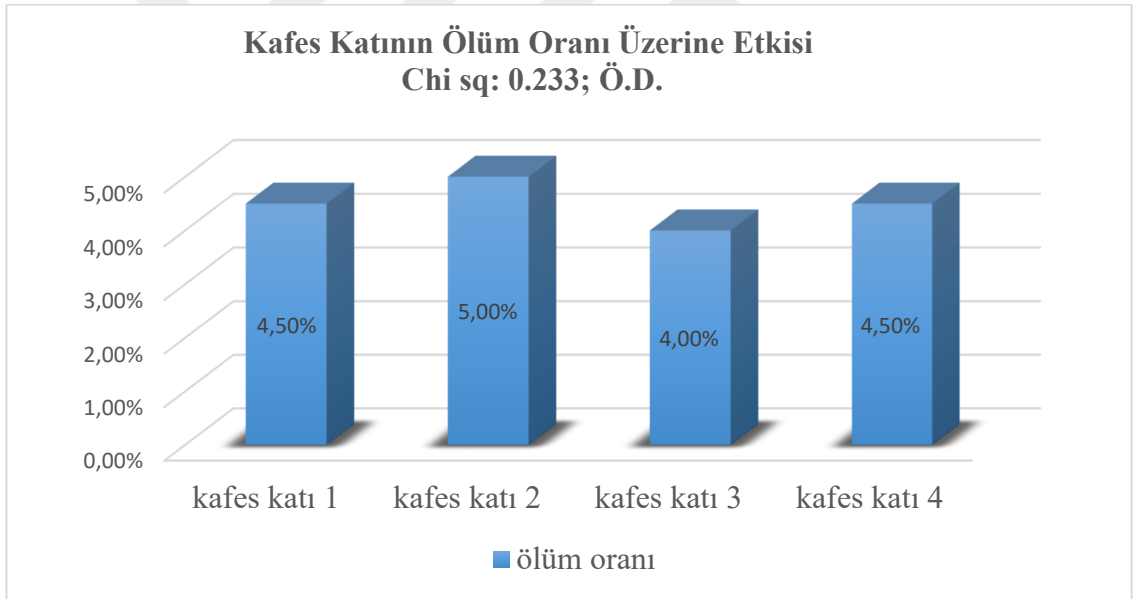
*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil

LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının tavukların ölüm oranı üzerine etkisi Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Denemede LED ve Floresan aydınlatma tipinin, ayrıca kafes katlarının yumurtacı tavukların ölüm oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmakla birlikte sayısal olarak en fazla ölüm Floresan lamba grubunda (% 5,25; Chi sq: 1,047), II. kafes katında (%5,00; Chi sq: 0,233) bulunmuştur (P>0,05).



Şekil 4.1. Farklı aydınlatma tipinin ölüm oranı üzerine etkisi



Şekil 4.2. Farklı kafes katlarının ölüm oranı üzerine etkisi

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının genel yumurta verim parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.3' te verilmiştir. Denemede farklı aydınlatma tipinin yumurtacılarda % 5, % 50 ve pik yumurta verimine ulaşma yaşları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Fakat sayısal olarak Floresan aydınlatma grubunda daha erken % 5, % 50 ve pik yumurta verimine ulaşılmıştır.

Denemede farklı kafes katlarının tavuklarda % 5 (P<0,05) ve % 50 yumurta verimine ulaşma yaşı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,01). II. ve IV. kattaki tavuklar % 5 yumurta verimine daha erken ulaşmıştır (P<0,05). % 50 yumurta verimine ise en erken IV. kattaki tavuklar ulaşmıştır (P<0,01). Farklı kafes katlarının tavukların pik yumurta verimine ulaşma yaşı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>0,05). Aydınlatma tipi x kafes katı interaksyonunun tavuklardaki % 5, % 50 ve pik yumurta verimine ulaşma yaşları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

Çizelge 4.3. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının genel yumurta verim parametreleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| Aydınlatma Tipi | % 5 | % 50 | Pik verime |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------|
| | Ulaşma Yaşı, gün | Ulaşma Yaşı, gün | Ulaşma Yaşı, gün |
| LED | 142,85 ± 0,76 | 155,35 ± 0,44 | 181,30 ± 1,94 |
| FLO | 141,25 ± 0,76 | 154,45 ± 0,44 | 180,60 ± 1,94 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | |
| I | 142,80 ± 1,08 ^{ab} | 156,60 ± 0,62 ^a | 182,70 ± 2,74 |
| II | 139,80 ± 1,08 ^b | 155,20 ± 0,62 ^a | 177,80 ± 2,74 |
| III | 144,90 ± 1,08 ^a | 155,10 ± 0,62 ^a | 179,80 ± 2,74 |
| IV | 140,70 ± 1,08 ^b | 152,70 ± 0,62 ^b | 183,40 ± 2,74 |
| P | * | ** | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | |
| LED X I | 143,40 ± 1,53 | 156,40 ± 0,88 | 187,60 ± 3,88 |
| LED X II | 142,00 ± 1,53 | 155,60 ± 0,88 | 176,40 ± 3,88 |
| LED X III | 144,60 ± 1,53 | 156,60 ± 0,88 | 179,20 ± 3,88 |
| LED X IV | 141,40 ± 1,53 | 152,80 ± 0,88 | 182,00 ± 3,88 |
| FLO X I | 142,20 ± 1,53 | 156,80 ± 0,88 | 177,80 ± 3,88 |
| FLO X II | 137,60 ± 1,53 | 154,80 ± 0,88 | 179,20 ± 3,88 |
| FLO X III | 145,20 ± 1,53 | 153,60 ± 0,88 | 180,60 ± 3,88 |
| FLO X IV | 140,00 ± 1,53 | 152,60 ± 0,88 | 184,80 ± 3,88 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil

LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta, 35. hafta ve 45. hafta yumurta verim parametreleri üzerine etkisi sırasıyla Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Denemede 25. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta kütlesi, tavuk-gün yumurta verimi ($P<0,01$); tavuk kümes yumurta verimi ve kirli yumurta oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En fazla yumurta kütlesi Floresan aydınlatma grubunda saptanmıştır ($P<0,01$). Tavuk-gün ($P<0,01$) ve tavuk-kümes yumurta verimi en fazla Floresan aydınlatma grubunda saptanmıştır ($P<0,05$). 25. haftada kirli yumurta oranı Floresan grubunda % 3,58 olarak bulunurken, LED grubunda %2,66 olarak bulunmuştur ($P<0,05$). 25. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurtacı tavukların yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı ve kabuksuz yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 35. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurtacı tavukların yumurta kütlesi, tavuk-gün ve tavuk-kümes yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı, kabuksuz yumurta oranı ve kirli yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 45. haftada farklı aydınlatma tipinin kirli yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Floresan grubunda daha fazla kirli yumurta saptanmıştır ($P<0,05$). Çalışmada farklı aydınlatma tipinin tavukların yumurta kütlesi, tavuk-gün ve tavuk-kümes yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı ve kabuksuz yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 25. haftada farklı kafes katlarının yumurta kütlesi, tavuk-gün yumurta verimi, tavuk kümes yumurta verimi, yemden yararlanma oranı ve kirli yumurta oranı ($P<0,05$) üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,01$). IV. kattaki tavuklarda yumurta kütlesi daha fazla bulunmuştur ($P<0,01$). tavuk-gün yumurta verimi III. ve IV. katta fazla bulunurken, tavuk-kümes yumurta verimi en fazla IV. katta saptanmıştır ($P<0,01$). Yemden yararlanma oranı en iyi IV. katta saptanırken, en kötü I. kattaki tavuklarda bulunmuştur ($P<0,01$). En fazla kirli yumurta oranı ise I. ve IV. kattaki tavuklardan elde edilmiştir ($P<0,05$). Farklı kafes katlarının yem tüketimi, hasarlı yumurta oranı ve kabuksuz yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 35. ve 45. haftada farklı kafes katlarının tavukların yumurta kütlesi, tavuk-gün yumurta verimi, tavuk kümes yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı ve kabuksuz yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bununla birlikte 35. haftada farklı kafes katlarının kirli yumurta oranı üzerine etkisi önemsiz bulunurken ($P>0,05$), 45. haftada istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 45. haftada kirli yumurta oranı en fazla I. kattaki tavuklardan elde edilmiştir ($P<0,05$).

Denemede 25. hafta, 35. hafta ve 45. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksyonunun yumurta kütlesi, tavuk-gün ve tavuk-kümes yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, hasarlı yumurta oranı ve kabuksuz yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Buna karşın, 45 haftalık yaş döneminde en fazla fazla kirli yumurta Floresan grubunun III. katındaki tavuklardan elde edilirken, en az kirli yumurta LED grubunun III. katındaki tavuklardan elde edilmesi interaksyonun nedenini oluşturmuştur ($P<0,01$).

Çizelge 4.4. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. Hafta (18-24 hafta) yumurta verim parametreleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 25. hafta | | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| Aydınlatma Tipi | Yumurta Kütlesi, gr | Tavuk-Gün Yumurta Verimi, % | Tavuk-Kümes Verimi, % | Yem Tüketimi, gr/tavuk | Yemden Yararlanma Oranı | Hasarlı Oran, % | Kabuksuz Oran, % | Kirli Oran, % |
| LED | 36,87 ± 0,55 ^b | 56,65 ± 0,87 ^b | 55,63 ± 0,94 ^b | 91,67 ± 0,49 | 2,62 ± 0,04 | 2,74 ± 0,72 | 2,05 ± 0,80 | 2,66 ± 0,29 ^b |
| FLO | 39,39 ± 0,55 ^a | 60,15 ± 0,87 ^a | 59,24 ± 0,94 ^a | 91,19 ± 0,49 | 2,51 ± 0,04 | 1,89 ± 0,78 | 1,31 ± 0,80 | 3,58 ± 0,29 ^a |
| P | ** | ** | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * |
| Kafes Katı | | | | | | | | |
| I | 36,03 ± 0,78 ^b | 55,44 ± 1,23 ^b | 54,14 ± 1,33 ^c | 90,92 ± 0,69 | 2,79 ± 0,06 ^a | 2,47 ± 1,15 | 0,83 ± 1,34 | 3,96 ± 0,41 ^a |
| II | 37,12 ± 0,78 ^b | 55,48 ± 1,23 ^b | 54,82 ± 1,33 ^{bc} | 91,31 ± 0,69 | 2,60 ± 0,06 ^{ab} | 2,97 ± 1,15 | 1,86 ± 1,09 | 2,52 ± 0,41 ^b |
| III | 38,54 ± 0,78 ^{ab} | 60,56 ± 1,23 ^a | 59,38 ± 1,33 ^{ab} | 91,86 ± 0,69 | 2,51 ± 0,06 ^{bc} | 2,52 ± 0,95 | 2,79 ± 0,95 | 2,49 ± 0,41 ^b |
| IV | 40,82 ± 0,78 ^a | 62,11 ± 1,23 ^a | 61,39 ± 1,33 ^a | 91,63 ± 0,69 | 2,36 ± 0,06 ^c | 1,30 ± 0,95 | 1,23 ± 1,09 | 3,51 ± 0,41 ^a |
| P | ** | ** | ** | Ö.D. | ** | Ö.D. | Ö.D. | * |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | | |
| LED X I | 35,32 ± 1,10 | 52,61 ± 1,74 | 51,00 ± 1,88 | 91,31 ± 0,98 | 2,76 ± 0,08 | 4,17 ± 1,51 | 0,90 ± 1,89 | 3,76 ± 0,58 |
| LED X II | 35,39 ± 1,10 | 56,43 ± 1,74 | 55,58 ± 1,88 | 92,06 ± 0,98 | 2,70 ± 0,08 | 2,22 ± 1,51 | 1,91 ± 1,55 | 2,02 ± 0,58 |
| LED X III | 37,00 ± 1,10 | 57,57 ± 1,74 | 56,87 ± 1,88 | 91,48 ± 0,98 | 2,59 ± 0,08 | 3,35 ± 1,35 | 3,74 ± 1,34 | 2,06 ± 0,58 |
| LED X IV | 39,76 ± 1,10 | 59,97 ± 1,74 | 59,06 ± 1,88 | 91,85 ± 0,98 | 2,41 ± 0,08 | 1,22 ± 1,35 | 1,64 ± 1,55 | 2,81 ± 0,58 |
| FLO X I | 36,75 ± 1,10 | 58,27 ± 1,74 | 57,29 ± 1,88 | 90,53 ± 0,98 | 2,82 ± 0,08 | 0,77 ± 1,74 | 0,77 ± 1,89 | 4,16 ± 0,58 |
| FLO X II | 38,85 ± 1,10 | 54,53 ± 1,74 | 54,06 ± 1,88 | 90,56 ± 0,98 | 2,50 ± 0,08 | 3,72 ± 1,74 | 1,80 ± 1,55 | 3,03 ± 0,58 |
| FLO X III | 40,08 ± 1,10 | 63,54 ± 1,74 | 61,89 ± 1,88 | 92,25 ± 0,98 | 2,43 ± 0,08 | 1,69 ± 1,35 | 1,84 ± 1,34 | 2,93 ± 0,58 |
| FLO X IV | 41,88 ± 1,10 | 64,24 ± 21,74 | 63,73 ± 1,88 | 91,41 ± 0,98 | 2,30 ± 0,08 | 1,39 ± 1,35 | 0,82 ± 1,55 | 4,21 ± 0,58 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Çizelge 4.5. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 35. hafta (26-35 hafta) yumurta verim parametreleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 35. hafta | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|---------------|
| Aydınlatma Tipi | Yumurta Kütlesi, gr | Tavuk-Gün Yumurta Verimi, % | Tavuk-Kümes Verimi, % | Yem Tüketimi, gr/tavuk | Yemden Yararlanma Oranı | Hasarlı Oran, % | Kabuksuz Oran, % | Kirli Oran, % |
| LED | 57,11 ± 0,49 | 95,02 ± 0,71 | 92,12 ± 0,96 | 119,52 ± 1,02 | 2,10 ± 0,02 | 1,02 ± 0,06 | 0,96 ± 0,09 | 2,23 ± 0,18 |
| FLO | 56,89 ± 0,49 | 94,35 ± 0,71 | 91,57 ± 0,96 | 119,34 ± 1,02 | 2,11 ± 0,02 | 0,93 ± 0,06 | 0,89 ± 0,11 | 2,33 ± 0,18 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | | | |
| I | 56,99 ± 0,69 | 94,49 ± 1,01 | 91,55 ± 1,36 | 119,81 ± 1,44 | 2,11 ± 0,03 | 1,12 ± 0,08 | 0,98 ± 0,11 | 2,71 ± 0,25 |
| II | 57,63 ± 0,69 | 95,34 ± 1,01 | 91,99 ± 1,36 | 120,05 ± 1,44 | 2,09 ± 0,03 | 0,95 ± 0,08 | 0,96 ± 0,13 | 1,83 ± 0,25 |
| III | 56,51 ± 0,69 | 94,41 ± 1,01 | 91,45 ± 1,36 | 119,22 ± 1,44 | 2,12 ± 0,03 | 0,96 ± 0,08 | 1,01 ± 0,12 | 2,54 ± 0,25 |
| IV | 56,87 ± 0,69 | 94,49 ± 1,01 | 92,38 ± 1,36 | 118,64 ± 1,44 | 2,10 ± 0,03 | 0,86 ± 0,08 | 0,76 ± 0,19 | 2,04 ± 0,25 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | | |
| LED X I | 57,77 ± 0,97 | 95,96 ± 1,42 | 92,23 ± 1,92 | 120,90 ± 2,04 | 2,10 ± 0,04 | 1,28 ± 0,11 | 1,17 ± 0,15 | 3,03 ± 0,36 |
| LED X II | 57,03 ± 0,97 | 94,71 ± 1,42 | 91,00 ± 1,92 | 120,50 ± 2,04 | 2,13 ± 0,04 | 0,96 ± 0,12 | 0,90 ± 0,15 | 1,56 ± 0,36 |
| LED X III | 56,78 ± 0,97 | 95,23 ± 1,42 | 93,29 ± 1,92 | 117,82 ± 2,04 | 2,09 ± 0,04 | 0,93 ± 0,11 | 1,03 ± 0,18 | 2,17 ± 0,36 |
| LED X IV | 56,86 ± 0,97 | 94,17 ± 1,42 | 91,94 ± 1,92 | 118,85 ± 2,04 | 2,11 ± 0,04 | 0,90 ± 0,11 | 0,74 ± 0,22 | 2,18 ± 0,36 |
| FLO X I | 56,21 ± 0,97 | 93,03 ± 1,42 | 90,87 ± 1,92 | 118,72 ± 2,04 | 2,12 ± 0,04 | 0,96 ± 0,11 | 0,79 ± 0,15 | 2,39 ± 0,36 |
| FLO X II | 58,23 ± 0,97 | 95,97 ± 1,42 | 92,97 ± 1,92 | 119,60 ± 2,04 | 2,06 ± 0,04 | 0,94 ± 0,12 | 1,01 ± 0,22 | 2,10 ± 0,36 |
| FLO X III | 56,24 ± 0,97 | 93,59 ± 1,42 | 89,61 ± 1,92 | 120,62 ± 2,04 | 2,15 ± 0,04 | 0,99 ± 0,11 | 0,99 ± 0,15 | 2,92 ± 0,36 |
| FLO X IV | 56,88 ± 0,97 | 94,82 ± 1,42 | 92,81 ± 1,92 | 118,43 ± 2,04 | 2,09 ± 0,04 | 0,81 ± 0,11 | 0,77 ± 0,31 | 1,90 ± 0,36 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Çizelge 4.6. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta (36-45 hafta) yumurta verim parametreleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 45. hafta | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| Aydınlatma Tipi | Yumurta Kütlesi, gr | Tavuk-Gün Yumurta Verimi, % | Tavuk-Kümes Verimi, % | Yem Tüketimi, gr/tavuk | Yemden Yararlanma Oranı | Hasarlı Oran, % | Kabuksuz Oran, % | Kirli Oran, % |
| LED | 59,90 ± 0,76 | 94,90 ± 1,19 | 91,25 ± 0,71 | 128,14 ± 1,92 | 2,14 ± 0,02 | 1,33 ± 0,09 | 0,99 ± 0,08 | 2,74 ± 0,12 ^b |
| FLO | 59,97 ± 0,76 | 95,17 ± 1,19 | 90,03 ± 0,71 | 130,41 ± 1,92 | 2,18 ± 0,02 | 1,34 ± 0,09 | 1,01 ± 0,08 | 3,16 ± 0,12 ^a |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * |
| Kafes Katı | | | | | | | | |
| I | 59,60 ± 1,08 | 94,34 ± 1,68 | 89,96 ± 0,99 | 129,27 ± 2,72 | 2,18 ± 0,03 | 1,60 ± 0,12 | 1,13 ± 0,10 | 3,38 ± 0,17 ^a |
| II | 59,71 ± 1,08 | 94,72 ± 1,68 | 90,13 ± 0,99 | 129,53 ± 2,72 | 2,17 ± 0,03 | 1,23 ± 0,12 | 0,98 ± 0,10 | 2,79 ± 0,17 ^b |
| III | 59,90 ± 1,08 | 95,10 ± 1,68 | 91,06 ± 0,99 | 129,04 ± 2,72 | 2,16 ± 0,03 | 1,36 ± 0,12 | 0,99 ± 0,10 | 2,87 ± 0,17 ^b |
| IV | 60,54 ± 1,08 | 95,98 ± 1,68 | 91,39 ± 0,99 | 129,27 ± 2,72 | 2,14 ± 0,03 | 1,14 ± 0,12 | 0,91 ± 0,11 | 2,76 ± 0,17 ^b |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | | |
| LED X I | 60,19 ± 1,52 | 95,19 ± 2,38 | 90,36 ± 1,41 | 129,87 ± 3,84 | 2,16 ± 0,04 | 1,49 ± 0,17 | 1,02 ± 0,15 | 3,23 ± 0,24 ^{ab} |
| LED X II | 59,95 ± 1,52 | 95,12 ± 2,38 | 90,20 ± 1,41 | 129,93 ± 3,84 | 2,17 ± 0,04 | 1,33 ± 0,17 | 1,01 ± 0,15 | 3,02 ± 0,24 ^{abc} |
| LED X III | 59,32 ± 1,52 | 94,25 ± 2,38 | 92,31 ± 1,41 | 125,76 ± 3,84 | 2,12 ± 0,04 | 1,49 ± 0,17 | 1,19 ± 0,15 | 1,98 ± 0,24 ^c |
| LED X IV | 60,15 ± 1,52 | 95,02 ± 2,38 | 92,11 ± 1,41 | 127,00 ± 3,84 | 2,11 ± 0,04 | 1,00 ± 0,17 | 0,77 ± 0,16 | 2,73 ± 0,24 ^{abc} |
| FLO X I | 59,01 ± 1,52 | 93,48 ± 2,38 | 89,57 ± 1,41 | 128,67 ± 3,84 | 2,19 ± 0,04 | 1,72 ± 0,17 | 1,24 ± 0,15 | 3,53 ± 0,24 ^{ab} |
| FLO X II | 59,47 ± 1,52 | 94,31 ± 2,38 | 90,06 ± 1,41 | 129,13 ± 3,84 | 2,17 ± 0,04 | 1,14 ± 0,17 | 0,95 ± 0,15 | 2,56 ± 0,24 ^{bc} |
| FLO X III | 60,48 ± 1,52 | 95,95 ± 2,38 | 89,81 ± 1,41 | 132,31 ± 3,84 | 2,19 ± 0,04 | 1,22 ± 0,17 | 0,80 ± 0,15 | 3,76 ± 0,24 ^a |
| FLO X IV | 60,92 ± 1,52 | 96,94 ± 2,38 | 90,66 ± 1,41 | 131,54 ± 3,84 | 2,16 ± 0,04 | 1,28 ± 0,17 | 1,04 ± 0,15 | 2,78 ± 0,24 ^{abc} |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | ** |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta, 35. hafta ve 45. hafta yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kırılma direnci, kabuk kalınlığı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi sırasıyla Çizelge 4.7., Çizelge 4.8. ve Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

Denemede 25. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı ve sarı ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Floresan aydınlatma grubunda yumurta ağırlığı, kabuk kalınlığı ve sarı ağırlığı daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). 25. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta şekil indeksi, kabuk kırılma direnci, ak ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 35. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta şekil indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Floresan aydınlatma grubunda yumurta şekli, ideal şekle (%74) daha yakın olmuştur ($P<0,01$). 35. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta ağırlığı, kabuk kırılma direnci, kabuk kalınlığı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 45. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta şekil indeksi ($P<0,05$) ve kabuk kalınlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Floresan aydınlatma grubunda yumurta şekli %76,10 bulunurken ($P<0,05$), kabuk kalınlığı daha yüksek bulunmuştur ($P<0,01$). 45. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta ağırlığı, kabuk kırılma direnci, yumurta ak ağırlığı, sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 25. haftada farklı kafes katlarının yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk kırılma direnci, kabuk kalınlığı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 35. haftada farklı kafes katlarının yumurta şekil indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek şekil indeksi değeri I. kattaki tavukların yumurtalarında bulunurken en düşük değer III. kattakilerden elde edilmiştir ($P<0,05$). Yani III. kattaki tavukların yumurtaları daha ideal şekle sahip olmuştur. Denemede 35. haftada farklı kafes katlarının yumurta ağırlığı, kabuk kırılma direnci,

kabuk kalınlığı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 45. haftada kafes katlarının yumurta şekil indeksi ve sarı ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 45. haftada en yüksek şekil indeksi değeri I. ve II. kattaki tavukların yumurtalarında saptanırken, en düşük değer IV. kattakilerden elde edilmiştir ($P<0,05$). IV. kattaki yumurtalar ideal şekle (%74) daha yakın değer almışlardır. 45. haftada en fazla sarı ağırlığı I. kattaki tavukların yumurtalarında saptanırken, en hafif IV. kattakilerden elde edilmiştir ($P<0,05$). 45. haftada farklı kafes katlarının yumurta ağırlığı, kabuk kırılma direnci, kabuk kalınlığı, ak ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 25. hafta, 35. hafta ve 45. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun şekil indeksi, kabuk kırılma direnci, kabuk kalınlığı, sarı ağırlığı ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bununla birlikte 25. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun ak ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 25. haftada en hafif ak ağırlığı LED grubu III. katta saptanmıştır. Ancak aydınlatma tipi ve kafes katına ait ak ağırlığının hata kareleri ortalamasının düşük çıkması gruplar arasında en düşük farklılıkların önemli bulunmasına neden olarak interaksiyonun nedenini oluşturmuştur. 35. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun yumurta ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0,05$). 35. haftada en ağır yumurta ağırlığı LED grubu IV. kattaki tavuklardan elde edilen yumurtalarda saptanırken, en hafif yumurtalar LED grubu III. kattakilerde saptanmıştır ($P<0,05$). LED grubu I.,II. kat ve Floresan grubu I., II., III., IV. kat istatistiksel olarak benzer grup oluşturmuşlardır. Bu durum incelenen parametredeki interaksiyonun nedenini oluşturmuştur. 45. hafta aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun yumurta ağırlığı ve ak ağırlığı, üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta, 35. hafta ve 45. hafta yumurta ak yüksekliği, Haugh Birimi, Sarı renk

indeksi, ak oranı, sarı oranı ve kabuk oranı üzerine etkisi sırasıyla Çizelge 4.7.(devam), Çizelge 4.8.(devam) ve Çizelge 4.9.(devam)'de verilmiştir.

Denemede 25. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta sarı renk indeksi ($P<0,01$) ve kabuk oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Floresan aydınlatma grubundaki yumurtalar daha açık renk sarı rengine sahip olmuşlardır ($P<0,01$). Floresan aydınlatma grubundaki yumurtalarda kabuk oranı daha düşük bulunmuştur ($P<0,05$). Farklı aydınlatma tipinin yumurta ak yüksekliği, Haugh birimi, ak oranı ve sarı oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 35. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta ak yüksekliği ve Haugh birimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Floresan aydınlatma grubunda yumurta ak yüksekliği ve Haugh birimi daha yüksek değer almıştır ($P<0,01$). 35. haftada farklı aydınlatma tipinin sarı renk indeksi, ak oranı, sarı oranı ve kabuk oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 45. haftada farklı aydınlatma tipinin yumurta ak yüksekliği, Haugh birimi, sarı renk indeksi, ak oranı, sarı oranı ve kabuk oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 25. haftada farklı kafes katlarının kabuk oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En az kabuk oranı IV. kattaki tavukların yumurtalarında saptanırken, en fazla I. ve II. kattakilerde saptanmıştır ($P<0,05$). 25. haftada farklı kafes katlarının yumurta ak yüksekliği, Haugh birimi, sarı renk indeksi, ak oranı ve sarı oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 35. haftada farklı kafes katlarının yumurta ak yüksekliği ve Haugh birimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). En az ak yüksekliği ve Haugh Birimi değeri II. kattaki tavukların yumurtalarında saptanmıştır ($P<0,01$). Denemede 35. haftada farklı kafes katlarının sarı renk indeksi, ak oranı, sarı oranı ve kabuk oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 45. haftada farklı kafes katlarının yumurta ak yüksekliği, Haugh Birimi, sarı renk indeksi, ak oranı, sarı oranı ve kabuk oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 25. Hafta ve 45. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun yumurta ak yüksekliği, Haugh birimi, sarı renk indeksi, ak oranı, sarı oranı ve kabuk oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bununla birlikte 35. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun yumurta ak yüksekliği, Haugh birimi ve sarı renk indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). 35. haftada en az yumurta ak yüksekliği ve Haugh birimi LED grubu II. kattaki tavuklardan elde edilen yumurtalarda saptanırken, diğer incelenen gruplar benzer grup oluşturmuştur. Bu durum yumurta ak ağırlığı ve Haugh birimi açısından interaksiyonun nedenini oluşturmuştur. 35. haftada sarı renk indeksi Floresan grubu I. kattaki tavuklardan elde edilen yumurtalarda en yüksek değere sahip olurken, LED I. kat, Floresan III. ve IV. kattaki tavuklardan elde edilen yumurtalar istatistiki olarak benzer grup oluşturmuştur. Ancak incelenen parametreye ait hata kareleri ortalamasının düşük olması gruplar arasındaki en küçük farklılıkların önemli çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 25. hafta | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------|------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------|
| Aydınlatma Tipi | Yumurta Ağırlığı, gr | Şekil indeksi, % | Kabuk Kırılma Direnci, Kgf | Kabuk Kalınlığı, mm | Ak Ağırlığı, gr | Sarı Ağırlığı, gr | Kabuk Ağırlığı, gr |
| LED | 56,28 ± 0,25 ^b | 76,93 ± 0,18 | 5,49 ± 0,07 | 0,443 ± 0,00 ^b | 37,26 ± 0,23 | 13,07 ± 0,11 ^b | 5,94 ± 0,05 |
| FLO | 57,09 ± 0,25 ^a | 76,79 ± 0,18 | 5,50 ± 0,07 | 0,455 ± 0,00 ^a | 37,78 ± 0,23 | 13,42 ± 0,11 ^a | 5,88 ± 0,05 |
| P | * | Ö.D. | Ö.D. | * | Ö.D. | * | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | | |
| I | 56,85 ± 0,35 | 77,10 ± 0,26 | 5,67 ± 0,10 | 0,456 ± 0,01 | 37,46 ± 0,33 | 13,36 ± 0,15 | 6,03 ± 0,07 |
| II | 56,67 ± 0,35 | 77,12 ± 0,26 | 5,45 ± 0,10 | 0,441 ± 0,01 | 37,52 ± 0,33 | 13,21 ± 0,15 | 5,94 ± 0,07 |
| III | 56,39 ± 0,35 | 76,53 ± 0,26 | 5,40 ± 0,10 | 0,450 ± 0,01 | 37,18 ± 0,33 | 13,31 ± 0,15 | 5,90 ± 0,07 |
| IV | 56,81 ± 0,35 | 76,68 ± 0,26 | 5,46 ± 0,10 | 0,448 ± 0,01 | 37,92 ± 0,33 | 13,11 ± 0,15 | 5,78 ± 0,07 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | |
| LED X I | 56,60 ± 0,49 | 77,07 ± 0,36 | 5,61 ± 0,13 | 0,447 ± 0,01 | 37,34 ± 0,46 ^{ab} | 13,26 ± 0,22 | 6,00 ± 0,09 |
| LED X II | 56,20 ± 0,49 | 77,00 ± 0,36 | 5,30 ± 0,13 | 0,440 ± 0,01 | 37,11 ± 0,46 ^{ab} | 13,13 ± 0,22 | 5,96 ± 0,09 |
| LED X III | 55,29 ± 0,49 | 76,43 ± 0,36 | 5,56 ± 0,13 | 0,436 ± 0,01 | 36,29 ± 0,46 ^b | 13,13 ± 0,22 | 5,88 ± 0,09 |
| LED X IV | 57,02 ± 0,49 | 77,20 ± 0,36 | 5,49 ± 0,13 | 0,448 ± 0,01 | 38,31 ± 0,46 ^a | 12,78 ± 0,22 | 5,93 ± 0,09 |
| FLO X I | 57,11 ± 0,49 | 57,11 ± 0,49 | 5,73 ± 0,13 | 0,465 ± 0,01 | 37,58 ± 0,46 ^a | 13,45 ± 0,22 | 6,07 ± 0,09 |
| FLO X II | 57,15 ± 0,49 | 57,15 ± 0,49 | 5,59 ± 0,13 | 0,442 ± 0,01 | 37,94 ± 0,46 ^a | 13,29 ± 0,22 | 5,92 ± 0,09 |
| FLO X III | 57,49 ± 0,49 | 57,49 ± 0,49 | 5,24 ± 0,13 | 0,464 ± 0,01 | 38,08 ± 0,46 ^a | 13,49 ± 0,22 | 5,92 ± 0,09 |
| FLO X IV | 56,61 ± 0,49 | 56,61 ± 0,49 | 5,43 ± 0,13 | 0,448 ± 0,01 | 37,53 ± 0,46 ^{ab} | 13,45 ± 0,22 | 5,63 ± 0,09 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Cizelge 4.7. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (devam)(Ortalama±SE)

| 25. hafta | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|---------------------------|--------------|---------------|----------------------------|
| Aydınlatma Tipi | Ak Yüksekliği, mm | Haugh Birimi | Sarı Renk İndeksi | Ak Oranı, % | Sarı Oranı, % | Kabuk Oranı, % |
| LED | 7,31 ± 0,17 | 85,01 ± 1,30 | 11,43 ± 0,07 ^a | 66,17 ± 0,22 | 23,27 ± 0,20 | 10,57 ± 0,08 ^a |
| FLO | 7,18 ± 0,17 | 83,51 ± 1,30 | 11,14 ± 0,07 ^b | 66,15 ± 0,22 | 23,54 ± 0,20 | 10,31 ± 0,08 ^b |
| P | Ö.D. | Ö.D. | ** | Ö.D. | Ö.D. | * |
| Kafes Katı | | | | | | |
| I | 7,61 ± 0,24 | 87,17 ± 1,84 | 11,23 ± 0,10 | 65,85 ± 0,31 | 23,54 ± 0,28 | 10,62 ± 0,11 ^a |
| II | 7,17 ± 0,24 | 83,55 ± 1,84 | 11,28 ± 0,10 | 66,15 ± 0,31 | 23,35 ± 0,28 | 10,49 ± 0,11 ^a |
| III | 7,08 ± 0,24 | 82,80 ± 1,84 | 11,27 ± 0,10 | 65,89 ± 0,31 | 23,64 ± 0,28 | 10,47 ± 0,11 ^{ab} |
| IV | 7,12 ± 0,24 | 83,53 ± 1,84 | 11,37 ± 0,10 | 66,74 ± 0,31 | 23,09 ± 0,28 | 10,18 ± 0,11 ^b |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | |
| LED X I | 7,45 ± 0,33 | 85,91 ± 2,60 | 11,20 ± 0,15 | 65,92 ± 0,43 | 23,47 ± 0,40 | 10,61 ± 0,15 |
| LED X II | 7,22 ± 0,33 | 84,22 ± 2,60 | 11,47 ± 0,15 | 65,97 ± 0,43 | 23,41 ± 0,40 | 10,62 ± 0,15 |
| LED X III | 7,37 ± 0,33 | 85,94 ± 2,60 | 11,47 ± 0,15 | 65,58 ± 0,43 | 23,78 ± 0,40 | 10,64 ± 0,15 |
| LED X IV | 7,21 ± 0,33 | 83,98 ± 2,60 | 11,60 ± 0,15 | 67,20 ± 0,43 | 22,40 ± 0,40 | 10,40 ± 0,15 |
| FLO X I | 7,77 ± 0,33 | 88,42 ± 2,60 | 11,27 ± 0,15 | 65,77 ± 0,43 | 23,60 ± 0,40 | 10,63 ± 0,15 |
| FLO X II | 7,11 ± 0,33 | 82,87 ± 2,60 | 11,10 ± 0,15 | 66,34 ± 0,43 | 23,29 ± 0,40 | 10,37 ± 0,15 |
| FLO X III | 6,79 ± 0,33 | 79,67 ± 2,60 | 11,07 ± 0,15 | 66,21 ± 0,43 | 23,50 ± 0,40 | 10,30 ± 0,15 |
| FLO X IV | 7,03 ± 0,33 | 83,08 ± 2,60 | 11,13 ± 0,15 | 66,27 ± 0,43 | 23,78 ± 0,40 | 9,95 ± 0,15 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Çizelge 4.8. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 35. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 35. hafta | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Aydınlatma Tipi | Yumurta Ağırlığı, gr | Şekil indeksi, % | Kabuk kırılma Direnci, Kgf | Kabuk Kalınlığı, mm | Ak Ağırlığı, gr | Sarı Ağırlığı, gr | Kabuk Ağırlığı, gr |
| LED | 62,93 ± 0,31 | 76,27 ± 0,13 ^a | 5,50 ± 0,21 | 0,407 ± 0,00 | 40,08 ± 0,28 | 16,42 ± 0,08 | 6,43 ± 0,03 |
| FLO | 63,09 ± 0,31 | 75,73 ± 0,13 ^b | 5,69 ± 0,21 | 0,405 ± 0,00 | 40,27 ± 0,28 | 16,42 ± 0,08 | 6,40 ± 0,03 |
| P | Ö.D. | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | | |
| I | 63,07 ± 0,44 | 76,48 ± 0,19 ^a | 5,56 ± 0,29 | 0,408 ± 0,00 | 40,33 ± 0,39 | 16,28 ± 0,12 | 6,46 ± 0,04 |
| II | 63,16 ± 0,44 | 76,06 ± 0,19 ^{ab} | 5,58 ± 0,29 | 0,403 ± 0,00 | 40,32 ± 0,39 | 16,42 ± 0,12 | 6,42 ± 0,04 |
| III | 62,22 ± 0,44 | 75,64 ± 0,19 ^b | 5,37 ± 0,29 | 0,405 ± 0,00 | 39,43 ± 0,39 | 16,42 ± 0,12 | 6,38 ± 0,04 |
| IV | 63,60 ± 0,44 | 75,81 ± 0,19 ^{ab} | 5,89 ± 0,29 | 0,44 ± 0,00 | 40,63 ± 0,39 | 16,57 ± 0,12 | 6,40 ± 0,04 |
| P | Ö.D. | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | |
| LED X I | 63,22 ± 0,62 ^{ab} | 76,52 ± 0,27 | 5,62 ± 0,41 | 0,406 ± 0,00 | 40,46 ± 0,55 | 16,31 ± 0,16 | 6,45 ± 0,06 |
| LED X II | 63,08 ± 0,62 ^{ab} | 76,44 ± 0,27 | 5,62 ± 0,41 | 0,407 ± 0,00 | 40,18 ± 0,55 | 16,48 ± 0,16 | 6,42 ± 0,06 |
| LED X III | 61,05 ± 0,62 ^b | 76,04 ± 0,27 | 5,47 ± 0,41 | 0,406 ± 0,00 | 38,51 ± 0,55 | 16,17 ± 0,16 | 6,37 ± 0,06 |
| LED X IV | 64,37 ± 0,62 ^a | 76,06 ± 0,27 | 5,32 ± 0,41 | 0,406 ± 0,00 | 41,16 ± 0,55 | 16,73 ± 0,16 | 6,48 ± 0,06 |
| FLO X I | 62,91 ± 0,62 ^{ab} | 76,44 ± 0,27 | 5,50 ± 0,41 | 0,410 ± 0,00 | 40,20 ± 0,55 | 16,24 ± 0,16 | 6,46 ± 0,06 |
| FLO X II | 63,24 ± 0,62 ^{ab} | 75,68 ± 0,27 | 5,54 ± 0,41 | 0,399 ± 0,00 | 40,47 ± 0,55 | 16,35 ± 0,16 | 6,42 ± 0,06 |
| FLO X III | 63,40 ± 0,62 ^{ab} | 75,24 ± 0,27 | 5,27 ± 0,41 | 0,403 ± 0,00 | 40,34 ± 0,55 | 16,67 ± 0,16 | 6,38 ± 0,06 |
| FLO X IV | 62,83 ± 0,62 ^{ab} | 75,56 ± 0,27 | 6,47 ± 0,41 | 0,401 ± 0,00 | 40,09 ± 0,55 | 16,41 ± 0,16 | 6,33 ± 0,06 |
| P | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Cizelge 4.8. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 35. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (devam) (Ortalama±SE)

| 35. hafta | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|---------------|----------------|
| Aydınlatma Tipi | Ak Yüksekliği, mm | Haugh Birimi | Sarı Renk İndeksi | Ak Oranı, % | Sarı Oranı, % | Kabuk Oranı, % |
| LED | 7,28 ± 0,10 ^b | 82,86 ± 0,75 ^b | 11,71 ± 0,06 | 62,21 ± 1,15 | 27,16 ± 0,82 | 10,64 ± 0,33 |
| FLO | 7,81 ± 0,10 ^a | 86,99 ± 0,75 ^a | 11,69 ± 0,06 | 63,80 ± 1,15 | 26,05 ± 0,82 | 10,15 ± 0,33 |
| P | ** | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | |
| I | 7,74 ± 0,14 ^a | 86,96 ± 1,06 ^a | 11,77 ± 0,08 | 63,90 ± 1,63 | 25,86 ± 1,16 | 10,24 ± 0,47 |
| II | 7,04 ± 0,14 ^b | 80,79 ± 1,06 ^b | 11,79 ± 0,08 | 63,83 ± 1,63 | 26,01 ± 1,16 | 10,17 ± 0,47 |
| III | 7,71 ± 0,14 ^a | 86,03 ± 1,06 ^a | 11,57 ± 0,08 | 60,44 ± 1,63 | 28,47 ± 1,16 | 11,09 ± 0,47 |
| IV | 7,69 ± 0,14 ^a | 85,92 ± 1,06 ^a | 11,67 ± 0,08 | 63,85 ± 1,63 | 26,08 ± 1,16 | 10,07 ± 0,47 |
| P | ** | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | |
| LED X I | 7,67 ± 0,20 ^a | 86,40 ± 1,50 ^a | 11,42 ± 0,12 ^b | 63,95 ± 2,30 | 25,84 ± 1,65 | 10,21 ± 0,67 |
| LED X II | 6,22 ± 0,20 ^b | 73,79 ± 1,50 ^b | 11,90 ± 0,12 ^{ab} | 63,67 ± 2,30 | 26,16 ± 1,65 | 10,17 ± 0,67 |
| LED X III | 7,52 ± 0,20 ^a | 85,14 ± 1,50 ^a | 11,62 ± 0,12 ^{ab} | 57,26 ± 2,30 | 30,63 ± 1,65 | 12,11 ± 0,67 |
| LED X IV | 7,72 ± 0,20 ^a | 86,10 ± 1,50 ^a | 11,90 ± 0,12 ^{ab} | 63,94 ± 2,30 | 26,00 ± 1,65 | 10,06 ± 0,67 |
| FLO X I | 7,81 ± 0,20 ^a | 87,51 ± 1,50 ^a | 12,12 ± 0,12 ^a | 63,85 ± 2,30 | 25,87 ± 1,65 | 10,28 ± 0,67 |
| FLO X II | 7,86 ± 0,20 ^a | 87,79 ± 1,50 ^a | 11,68 ± 0,12 ^{ab} | 63,98 ± 2,30 | 25,86 ± 1,65 | 10,16 ± 0,67 |
| FLO X III | 7,90 ± 0,20 ^a | 86,92 ± 1,50 ^a | 11,52 ± 0,12 ^b | 63,62 ± 2,30 | 26,31 ± 1,65 | 10,08 ± 0,67 |
| FLO X IV | 7,66 ± 0,20 ^a | 85,74 ± 1,50 ^a | 11,44 ± 0,12 ^b | 63,75 ± 2,30 | 26,17 ± 1,65 | 10,09 ± 0,67 |
| P | ** | ** | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Çizelge 4.9. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 45. hafta | | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------|
| Aydınlatma Tipi | Yumurta Ağırlığı, gr | Şekil indeksi, % | Kabuk Kırılma Direnci, Kgf | Kabuk Kalınlığı, mm | Ak Ağırlığı, gr | Sarı Ağırlığı, gr | Kabuk Ağırlığı, gr |
| LED | 63,52 ± 0,28 | 75,54 ± 0,14 ^b | 4,95 ± 0,26 | 0,388 ± 0,00 ^b | 39,94 ± 0,21 | 17,39 ± 0,09 | 6,19 ± 0,03 |
| FLO | 64,08 ± 0,28 | 76,10 ± 0,14 ^a | 5,27 ± 0,26 | 0,394 ± 0,00 ^a | 40,39 ± 0,21 | 17,46 ± 0,09 | 6,23 ± 0,03 |
| P | Ö.D. | * | Ö.D. | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | | |
| I | 64,39 ± 0,39 | 75,99 ± 0,20 ^a | 5,60 ± 0,37 | 0,389 ± 0,00 | 40,42 ± 0,30 | 17,73 ± 0,13 ^a | 6,24 ± 0,04 |
| II | 64,17 ± 0,39 | 76,08 ± 0,20 ^a | 4,94 ± 0,37 | 0,391 ± 0,00 | 40,48 ± 0,30 | 17,47 ± 0,13 ^{ab} | 6,21 ± 0,04 |
| III | 63,47 ± 0,39 | 75,94 ± 0,20 ^{ab} | 4,84 ± 0,37 | 0,391 ± 0,00 | 40,03 ± 0,30 | 17,27 ± 0,13 ^{ab} | 6,16 ± 0,04 |
| IV | 63,19 ± 0,39 | 75,27 ± 0,20 ^b | 5,07 ± 0,37 | 0,393 ± 0,00 | 39,74 ± 0,30 | 17,23 ± 0,13 ^b | 6,22 ± 0,04 |
| P | Ö.D. | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | |
| LED X I | 63,98 ± 0,56 | 75,54 ± 0,28 | 4,89 ± 0,52 | 0,387 ± 0,00 | 39,90 ± 0,42 | 17,83 ± 0,18 | 6,25 ± 0,06 |
| LED X II | 63,93 ± 0,56 | 76,00 ± 0,28 | 4,90 ± 0,52 | 0,389 ± 0,00 | 40,42 ± 0,42 | 17,31 ± 0,18 | 6,20 ± 0,06 |
| LED X III | 62,98 ± 0,56 | 75,82 ± 0,28 | 4,91 ± 0,52 | 0,389 ± 0,00 | 39,63 ± 0,42 | 17,20 ± 0,18 | 6,14 ± 0,06 |
| LED X IV | 63,19 ± 0,56 | 74,80 ± 0,28 | 5,11 ± 0,52 | 0,387 ± 0,00 | 39,82 ± 0,42 | 17,21 ± 0,18 | 6,16 ± 0,06 |
| FLO X I | 64,80 ± 0,56 | 76,44 ± 0,28 | 6,32 ± 0,52 | 0,391 ± 0,00 | 40,93 ± 0,42 | 17,63 ± 0,18 | 6,23 ± 0,06 |
| FLO X II | 64,40 ± 0,56 | 76,16 ± 0,28 | 4,97 ± 0,52 | 0,393 ± 0,00 | 40,54 ± 0,42 | 17,63 ± 0,18 | 6,23 ± 0,06 |
| FLO X III | 63,96 ± 0,56 | 76,06 ± 0,28 | 4,77 ± 0,52 | 0,393 ± 0,00 | 40,43 ± 0,42 | 17,35 ± 0,18 | 6,18 ± 0,06 |
| FLO X IV | 63,19 ± 0,56 | 75,74 ± 0,28 | 5,03 ± 0,52 | 0,399 ± 0,00 | 39,67 ± 0,42 | 17,25 ± 0,18 | 6,29 ± 0,06 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; **P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Çizelge 4.9. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi (devam) (Ortalama±SE)

| 45. hafta | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|---------------|----------------|
| Aydınlatma Tipi | Ak Yüksekliği, mm | Haugh Birimi | Sarı Renk İndeksi | Ak Oranı, % | Sarı Oranı, % | Kabuk Oranı, % |
| LED | 7,34 ± 0,09 | 84,02 ± 0,67 | 11,60 ± 0,06 | 62,88 ± 0,12 | 27,39 ± 0,11 | 9,75 ± 0,03 |
| FLO | 7,31 ± 0,09 | 83,41 ± 0,67 | 11,51 ± 0,06 | 62,99 ± 0,12 | 27,28 ± 0,11 | 9,73 ± 0,03 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | |
| I | 7,43 ± 0,13 | 83,44 ± 0,95 | 11,50 ± 0,09 | 62,75 ± 0,17 | 27,56 ± 0,16 | 9,70 ± 0,05 |
| II | 7,43 ± 0,13 | 84,40 ± 0,95 | 11,65 ± 0,09 | 63,04 ± 0,17 | 27,28 ± 0,16 | 9,69 ± 0,05 |
| III | 7,22 ± 0,13 | 83,07 ± 0,95 | 11,49 ± 0,09 | 63,05 ± 0,17 | 27,24 ± 0,16 | 9,71 ± 0,05 |
| IV | 7,23 ± 0,13 | 82,96 ± 0,95 | 11,57 ± 0,09 | 62,87 ± 0,17 | 27,28 ± 0,16 | 9,85 ± 0,05 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | |
| LED X I | 7,45 ± 0,19 | 84,84 ± 1,34 | 11,52 ± 0,12 | 62,36 ± 0,24 | 27,87 ± 0,23 | 9,77 ± 0,07 |
| LED X II | 7,60 ± 0,19 | 85,81 ± 1,34 | 11,70 ± 0,12 | 63,19 ± 0,24 | 27,10 ± 0,23 | 9,71 ± 0,07 |
| LED X III | 7,23 ± 0,19 | 83,42 ± 1,34 | 11,54 ± 0,12 | 62,92 ± 0,24 | 27,32 ± 0,23 | 9,76 ± 0,07 |
| LED X IV | 7,09 ± 0,19 | 82,01 ± 1,34 | 11,64 ± 0,12 | 62,99 ± 0,24 | 27,26 ± 0,23 | 9,75 ± 0,07 |
| FLO X I | 7,41 ± 0,19 | 84,04 ± 1,34 | 11,48 ± 0,12 | 63,14 ± 0,24 | 27,24 ± 0,23 | 9,63 ± 0,07 |
| FLO X II | 7,25 ± 0,19 | 82,99 ± 1,34 | 11,60 ± 0,12 | 62,89 ± 0,24 | 27,43 ± 0,23 | 9,68 ± 0,07 |
| FLO X III | 7,21 ± 0,19 | 82,72 ± 1,34 | 11,44 ± 0,12 | 63,18 ± 0,24 | 27,15 ± 0,23 | 9,67 ± 0,07 |
| FLO X IV | 7,37 ± 0,19 | 83,91 ± 1,34 | 11,50 ± 0,12 | 62,75 ± 0,24 | 27,31 ± 0,23 | 9,94 ± 0,07 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; **P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta ve 45. hafta vücut tüy skoru değerleri sırasıyla Çizelge 4.10.'da ve Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Denemede 25. haftada aydınlatma tipinin tavukların vücut boyun, göğüs, vent, sırt, kanat ve kuyruk bölgesindeki tüyelerinin genel durumu üzerine önemli bir etkisi olmadığı saptanmıştır ($P>0,05$). Bu dönemde genel olarak yumurtacı tavukların vücut tüy örtüsü skoru yüksek yani tüyleri iyi durumdadır.

Denemede 45. haftada aydınlatma tipinin tavukların vücut boyun, göğüs, kuyruk bölgelerindeki tüylerin genel durumuna etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). LED grubundaki tavukların boyun ve kuyruk bölgesinde tüy örtüsü iyi durumdayken, göğüs bölgesindeki tüyler en iyi Floresan grubunda saptanmıştır ($P<0,01$). Ayrıca aynı dönemde toplam vücut tüy skoru ve ortalama vücut tüy skoru değerleri istatistiksel olarak önemli düzeyde en iyi LED grubunda saptanmıştır ($P<0,05$). 45. haftada tavukların vent, sırt ve kanat bölgesindeki tüyler her iki aydınlatma grubunda da benzer bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 25. haftada farklı kafes katlarında tavukların vücut boyun, göğüs, vent, sırt, kanat, kuyruk bölgesindeki tüylerin genel durumu, toplam tüy ve ortalama tüy skoru değerleri benzer bulunmuştur ($P>0,05$). Bu dönemde genel olarak yumurtacı tavukların vücut tüy örtüsü iyi durumdadır. 45. haftada kafes katının tavukların göğüs, vent bölgeleri ($P<0,01$), toplam ve ortalama vücut tüy skoru değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). II. Kattaki tavuklarda göğüs bölgesinde en kötü tüy örtüsü saptanırken, vent bölgesi için en kötü tüy örtüsü I. kattaki tavuklarda bulunmuştur ($P<0,01$). Tavuklarda toplam ve ortalama vücut tüy skoru değeri bakımından en iyi tüy örtüsü IV. katta bulunurken, en kötü tüy örtüsü I. kattaki tavuklarda bulunmuştur ($P<0,05$).

Denemede 25. ve 45. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun vücut tüy skoru değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Cizelge 4.10. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta vücut tüy skor değerleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 25. Hafta Vücut Tüy Skoru ¹ | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| Aydınlatma Tipi | Boyun | Göğüs | Vent | Sırt | Kanat | Kuyruk | Toplam | Ortalama |
| LED | 3,80 ± 0,04 | 3,99 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,79 ± 0,04 | 3,97 ± 0,01 |
| FLO | 3,90 ± 0,04 | 3,97 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 3,99 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,86 ± 0,04 | 3,98 ± 0,01 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | | | |
| I | 3,82 ± 0,06 | 3,96 ± 0,02 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 3,98 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,76 ± 0,06 | 3,96 ± 0,01 |
| II | 3,84 ± 0,06 | 3,96 ± 0,02 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,80 ± 0,06 | 3,97 ± 0,01 |
| III | 3,84 ± 0,06 | 4,00 ± 0,02 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,84 ± 0,06 | 3,97 ± 0,01 |
| IV | 3,90 ± 0,06 | 4,00 ± 0,02 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,90 ± 0,06 | 3,98 ± 0,01 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | | |
| LED X I | 3,76 ± 0,08 | 4,00 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,76 ± 0,09 | 3,96 ± 0,01 |
| LED X II | 3,76 ± 0,08 | 3,96 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,72 ± 0,09 | 3,95 ± 0,01 |
| LED X III | 3,80 ± 0,08 | 4,00 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,80 ± 0,09 | 3,97 ± 0,01 |
| LED X IV | 3,88 ± 0,08 | 4,00 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,88 ± 0,09 | 3,98 ± 0,01 |
| FLO X I | 3,88 ± 0,08 | 3,92 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 3,96 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,76 ± 0,09 | 3,96 ± 0,01 |
| FLO X II | 3,92 ± 0,08 | 3,96 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,88 ± 0,09 | 3,98 ± 0,01 |
| FLO X III | 3,88 ± 0,08 | 4,00 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,88 ± 0,09 | 3,98 ± 0,01 |
| FLO X IV | 3,92 ± 0,08 | 4,00 ± 0,03 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 4,00 ± 0,00 | 23,92 ± 0,09 | 3,99 ± 0,01 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyet, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

¹Vücut Tüy skoru 1 - 4 arası değerlendirilmiştir. 1: kötü vücut tüy örtüsünü, 4 vücut tüy örtüsünün iyi durumda olduğunu göstermektedir.

Cizelge 4.11. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta vücut tüy skor değerleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 45. Hafta Vücut Tüy Skoru ¹ | | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------|-------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Aydınlatma Tipi | Boyun | Göğüs | Vent | Sırt | Kanat | Kuyruk | Toplam | Ortalama |
| LED | 2,68 ± 0,05 ^a | 2,78 ± 0,05 ^b | 3,96 ± 0,02 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 3,68 ± 0,05 ^a | 21,10 ± 0,10 ^a | 3,52 ± 0,02 ^a |
| FLO | 2,39 ± 0,05 ^b | 3,07 ± 0,05 ^a | 3,96 ± 0,02 | 4,00 ± 0,00 | 3,98 ± 0,01 | 3,35 ± 0,05 ^b | 20,75 ± 0,10 ^b | 3,46 ± 0,02 ^b |
| P | ** | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | ** | * | * |
| Kafes Katı | | | | | | | | |
| I | 2,54 ± 0,08 | 2,80 ± 0,07 ^{bc} | 3,86 ± 0,03 ^b | 4,00 ± 0,00 | 3,96 ± 0,01 | 3,48 ± 0,07 | 20,64 ± 0,14 ^b | 3,44 ± 0,02 ^b |
| II | 2,56 ± 0,08 | 2,72 ± 0,07 ^c | 3,98 ± 0,03 ^a | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 3,58 ± 0,07 | 20,84 ± 0,14 ^{ab} | 3,47 ± 0,02 ^{ab} |
| III | 2,54 ± 0,08 | 3,06 ± 0,07 ^{ab} | 4,00 ± 0,03 ^a | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 3,48 ± 0,07 | 21,08 ± 0,14 ^{ab} | 3,51 ± 0,02 ^{ab} |
| IV | 2,50 ± 0,08 | 3,12 ± 0,07 ^a | 4,00 ± 0,03 ^a | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,01 | 3,52 ± 0,07 | 21,14 ± 0,14 ^a | 3,52 ± 0,02 ^a |
| P | Ö.D. | ** | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * | * |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | | |
| LED X I | 2,56 ± 0,11 | 2,68 ± 0,10 | 3,84 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,02 | 3,68 ± 0,10 | 20,76 ± 0,19 | 3,46 ± 0,03 |
| LED X II | 2,72 ± 0,11 | 2,68 ± 0,10 | 4,00 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,02 | 3,80 ± 0,10 | 21,20 ± 0,19 | 3,53 ± 0,03 |
| LED X III | 2,84 ± 0,11 | 2,84 ± 0,10 | 4,00 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,02 | 3,56 ± 0,10 | 21,24 ± 0,19 | 3,54 ± 0,03 |
| LED X IV | 2,60 ± 0,11 | 2,92 ± 0,10 | 4,00 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,02 | 3,68 ± 0,10 | 21,20 ± 0,19 | 3,53 ± 0,03 |
| FLO X I | 2,52 ± 0,11 | 2,92 ± 0,10 | 3,88 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 3,92 ± 0,02 | 3,28 ± 0,10 | 20,52 ± 0,19 | 3,42 ± 0,03 |
| FLO X II | 2,40 ± 0,11 | 2,76 ± 0,10 | 3,96 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,02 | 3,36 ± 0,10 | 20,48 ± 0,19 | 3,41 ± 0,03 |
| FLO X III | 2,24 ± 0,11 | 3,28 ± 0,10 | 4,00 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,02 | 3,40 ± 0,10 | 20,92 ± 0,19 | 3,49 ± 0,03 |
| FLO X IV | 2,40 ± 0,11 | 3,32 ± 0,10 | 4,00 ± 0,04 | 4,00 ± 0,00 | 4,00 ± 0,02 | 3,36 ± 0,10 | 21,08 ± 0,19 | 3,51 ± 0,03 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

¹Vücut Tüy skoru 1 - 4 arası değerlendirilmiştir. 1: kötü vücut tüy örtüsünü, 4 vücut tüy örtüsünün iyi durumda olduğunu göstermektedir.

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta ve 45. hafta vücut refah parametrelerine ait skor değerleri sırasıyla Çizelge 4.12. ve Çizelge 4.13.'te verilmiştir.

Denemede 25. haftada farklı aydınlatma tipinin tavukların ibikte yara ve ayak tabanında ödeme etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En kötü ibikte yara ve ayak tabanında ödem Floresan grubunda saptanmıştır ($P<0,05$). Farklı aydınlatma tipinin tavukların vücutta yara, ayak pedi dermatiti, gagada hasar, göğüs kemiği deformasyonu ve parmak hasarı lezyonları üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 45. haftada farklı aydınlatma tipinin tavukların ibikte yara ($P<0,01$), gagada hasar ($P<0,01$) ve parmak hasarı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En kötü ibikte yara Floresan grubunda ($P<0,01$), gagada hasar LED grubunda ($P<0,01$) ve parmakta hasar ise Floresan grubunda saptanmıştır ($P<0,05$). Farklı aydınlatma tipinin tavukların vücutta yara, ayak tabanında ödem, ayak pedi dermatiti ve göğüs kemiği deformasyonu üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Denemede 25. haftada farklı kafes katlarının tavuklarda ayak tabanında ödem üzerine etkisi önemli bulunurken ($P<0,01$), vücut ve ibikte yara, ayak pedi dermatiti, gagada hasar, göğüs kemiği deformasyonu ve parmak hasarı lezyonları üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Tavukların ayağında en kötü ayak tabanında ödem IV. katta saptanırken, daha az lezyon görülenler I. ve II. kattaki tavuklar olmuştur ($P<0,01$).

Denemede 45. haftada farklı kafes katlarının tavuklarda ibikte yara ve ayak pedi dermatiti lezyonları üzerine etkisi önemli bulunurken ($P<0,05$), vücutta yara, ayak tabanında ödem, gagada hasar, göğüs kemiği deformasyonu ve parmak hasarı lezyonları üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Denemede II. kattaki tavukların ibiklerinde daha az yara saptanırken, IV. kattaki tavuklarda daha fazla yara olduğu bulunmuştur ($P<0,05$). Ayak pedi dermatiti lezyonları açısından en kötü durumda tavuklar II., ve IV. katta saptanırken, I. kattaki tavuklarda daha az lezyon olduğu saptanmıştır ($P<0,05$).

Denemede 25. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun vücutta yara, ibikte yara, ayak tabanında ödem, ayak pedi dermatiti, gagada hasar, göğüs kemiği deformasyonu ve ayak parmağı hasarı üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). 45. haftada incelenen vücut refah parametrelerinden sadece ayak pedi dermatiti ($P<0,05$) ve parmak

hasarı üzerine interaksiyonun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). LED grubunun I. katındaki tavuklar ayak pedi dermatiti açısından iyi durumdayken, LED grubunun III. katı, Floresan grubunun II. ve IV. katı ayak pedi dermatiti açısından daha kötü durumda bulunmuştur ($P<0,05$). 45. haftada Floresan grubunun II. katı parmak hasarı açısından kötü durumdayken, LED I., II., III., IV. ve Floresan I., IV. kat istatistiki açıdan birbiriyle benzer grup oluşturmuşlardır. Ancak incelenen parametrelerin hata kareleri ortalamasının düşük bulunması gruplar arasın en düşük farklılıkların önemli bulunmasına neden olarak interaksiyonun önemli bulunmasına neden olmuştur ($P<0,01$).



Cizelge 4.12. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta bazı vücut refah parametreleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 25. Hafta Bazı Vücut Refah Parametreleri | | | | | | | |
|---|-------------------------------|------------------------------|--|--|--------------------------------|--|----------------------------------|
| Aydınlatma Tipi | Vücut Yara¹ | İbik Yara¹ | Ayak Tabanında Ödem² | Ayak Padi Dermatiti² | Gaga Durumu³ | Göğüs Kemiği Deformasyonu⁴ | Parmak Hasarı⁵ |
| LED | 3,00± 0,01 | 2,74 ± 0,05 ^a | 2,90 ± 0,04 ^a | 2,50 ± 0,05 | 0,17 ± 0,04 | 0,01 ± 0,01 | 0,05 ± 0,02 |
| FLO | 2,99 ± 0,01 | 2,60 ± 0,05 ^b | 2,79 ± 0,04 ^b | 2,55 ± 0,05 | 0,08 ± 0,04 | 0,00 ± 0,01 | 0,05 ± 0,02 |
| P | Ö.D. | * | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | | |
| I | 3,00 ± 0,01 | 2,74 ± 0,07 | 2,96 ± 0,05 ^a | 2,56 ± 0,07 | 0,20 ± 0,06 | 0,02 ± 0,01 | 0,02 ± 0,03 |
| II | 3,00 ± 0,01 | 2,64 ± 0,07 | 2,94 ± 0,05 ^a | 2,62 ± 0,07 | 0,20 ± 0,06 | 0,00 ± 0,01 | 0,04 ± 0,03 |
| III | 2,98 ± 0,01 | 2,62 ± 0,07 | 2,78 ± 0,05 ^{ab} | 2,42 ± 0,07 | 0,06 ± 0,06 | 0,00 ± 0,01 | 0,02 ± 0,03 |
| IV | 3,00 ± 0,01 | 2,68 ± 0,07 | 2,70 ± 0,05 ^b | 2,50 ± 0,07 | 0,04 ± 0,06 | 0,00 ± 0,01 | 0,12 ± 0,03 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | ** | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | |
| LED X I | 3,00 ± 0,01 | 2,68 ± 0,09 | 3,00 ± 0,08 | 2,48 ± 0,10 | 0,24 ± 0,08 | 0,04 ± 0,01 | 0,04 ± 0,05 |
| LED X II | 3,00 ± 0,01 | 2,68 ± 0,09 | 2,92 ± 0,08 | 2,48 ± 0,10 | 0,36 ± 0,08 | 0,00 ± 0,01 | 0,00 ± 0,05 |
| LED X III | 3,00 ± 0,01 | 2,76 ± 0,09 | 2,96 ± 0,08 | 2,48 ± 0,10 | 0,08 ± 0,08 | 0,00 ± 0,01 | 0,04 ± 0,05 |
| LED X IV | 3,00 ± 0,01 | 2,84 ± 0,09 | 2,72 ± 0,08 | 2,56 ± 0,10 | 0,00 ± 0,08 | 0,00 ± 0,01 | 0,12 ± 0,05 |
| FLO X I | 3,00 ± 0,01 | 2,80 ± 0,09 | 2,92 ± 0,08 | 2,64 ± 0,10 | 0,16 ± 0,08 | 0,00 ± 0,01 | 0,00 ± 0,05 |
| FLO X II | 3,00 ± 0,01 | 2,60 ± 0,09 | 2,96 ± 0,08 | 2,76 ± 0,10 | 0,04 ± 0,08 | 0,00 ± 0,01 | 0,08 ± 0,05 |
| FLO X III | 2,96 ± 0,01 | 2,48 ± 0,09 | 2,60 ± 0,08 | 2,36 ± 0,10 | 0,04 ± 0,08 | 0,00 ± 0,01 | 0,00 ± 0,05 |
| FLO X IV | 3,00 ± 0,01 | 2,52 ± 0,09 | 2,68 ± 0,08 | 2,44 ± 0,10 | 0,08 ± 0,08 | 0,00 ± 0,01 | 0,12 ± 0,05 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

¹Vücut ve ibik Yara skoru 1 - 3 arası değerlendirilmiştir. 1: kötü vücut yara durumunu, 3 vücut yara durumunun olmadığını göstermektedir.

²Ayak skoru (ayak tabanında ödem, ayak pedi dermatiti) 1 - 3 arası değerlendirilmiştir. 1: kötü ayak lezyonunu, 3 ayakta lezyon olmadığını göstermektedir.

³Gaga skoru 0 - 2 arası değerlendirilmiştir. 0: gaganın iyi durumda olduğunu, 2 gagada anormali olduğunu göstermektedir.

⁴Göğüs kemiği deformasyonu 0 - 2 arası değerlendirilmiştir. 0: kemiğin iyi durumda olduğunu, 2 kemikte deformasyon olduğunu göstermektedir.

⁵Parmakta Hasar 0 - 2 arası değerlendirilmiştir. 0: parmak ve tırnağın iyi durumda olduğunu, 2 parmak ve tırnakta hasar olduğunu göstermektedir.

Cizelge 4.13. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 45. hafta bazı vücut refah parametreleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| 45. Hafta Bazı Vücut Refah Parametreleri | | | | | | | |
|--|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|--|----------------------------|
| Aydınlatma Tipi | Vücut Yara ¹ | İbik Yara ¹ | Ayak Tabanında Ödem ² | Ayak Padi Dermatiti ² | Gaga Durumu ³ | Göğüs kemiği Deformasyonu ⁴ | Parmak Hasarı ⁵ |
| LED | 2,81 ± 0,04 | 2,38 ± 0,05 ^a | 2,35 ± 0,05 | 2,26 ± 0,04 | 1,13 ± 0,04 ^a | 0,06 ± 0,02 | 0,49 ± 0,05 ^b |
| FLO | 2,89 ± 0,04 | 2,21 ± 0,05 ^b | 2,34 ± 0,05 | 2,18 ± 0,04 | 0,88 ± 0,04 ^b | 0,06 ± 0,02 | 0,63 ± 0,05 ^a |
| P | Ö.D. | ** | Ö.D. | Ö.D. | ** | Ö.D. | * |
| Kafes Katı | | | | | | | |
| I | 2,82 ± 0,06 | 2,38 ± 0,06 ^{ab} | 2,36 ± 0,07 | 2,36 ± 0,06 ^a | 1,00 ± 0,06 | 0,02 ± 0,03 | 0,48 ± 0,07 |
| II | 2,86 ± 0,06 | 2,42 ± 0,06 ^a | 2,32 ± 0,07 | 2,16 ± 0,06 ^b | 1,04 ± 0,06 | 0,10 ± 0,03 | 0,68 ± 0,07 |
| III | 2,86 ± 0,06 | 2,22 ± 0,06 ^{ab} | 2,32 ± 0,07 | 2,20 ± 0,06 ^{ab} | 1,00 ± 0,06 | 0,06 ± 0,03 | 0,56 ± 0,07 |
| IV | 2,86 ± 0,06 | 2,16 ± 0,06 ^b | 2,38 ± 0,07 | 2,16 ± 0,06 ^b | 0,98 ± 0,06 | 0,06 ± 0,03 | 0,52 ± 0,07 |
| P | Ö.D. | * | Ö.D. | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | | |
| LED X I | 2,80 ± 0,08 | 2,48 ± 0,09 | 2,48 ± 0,10 | 2,52 ± 0,08 ^a | 1,20 ± 0,08 | 0,00 ± 0,05 | 0,56 ± 0,10 ^b |
| LED X II | 2,80 ± 0,08 | 2,56 ± 0,09 | 2,28 ± 0,10 | 2,20 ± 0,08 ^{ab} | 1,20 ± 0,08 | 0,08 ± 0,05 | 0,36 ± 0,10 ^b |
| LED X III | 2,80 ± 0,08 | 2,32 ± 0,09 | 2,32 ± 0,10 | 2,12 ± 0,08 ^b | 1,08 ± 0,08 | 0,08 ± 0,05 | 0,52 ± 0,10 ^b |
| LED X IV | 2,84 ± 0,08 | 2,16 ± 0,09 | 2,32 ± 0,10 | 2,20 ± 0,08 ^{ab} | 1,04 ± 0,08 | 0,08 ± 0,05 | 0,52 ± 0,10 ^b |
| FLO X I | 2,84 ± 0,08 | 2,28 ± 0,09 | 2,24 ± 0,10 | 2,20 ± 0,08 ^{ab} | 0,80 ± 0,08 | 0,04 ± 0,05 | 0,40 ± 0,10 ^b |
| FLO X II | 2,92 ± 0,08 | 2,28 ± 0,09 | 2,36 ± 0,10 | 2,12 ± 0,08 ^b | 0,88 ± 0,08 | 0,12 ± 0,05 | 1,00 ± 0,10 ^a |
| FLO X III | 2,92 ± 0,08 | 2,12 ± 0,09 | 2,32 ± 0,10 | 2,28 ± 0,08 ^{ab} | 0,92 ± 0,08 | 0,04 ± 0,05 | 0,60 ± 0,10 ^{ab} |
| FLO X IV | 2,88 ± 0,08 | 2,16 ± 0,09 | 2,44 ± 0,10 | 2,12 ± 0,08 ^b | 0,92 ± 0,08 | 0,04 ± 0,05 | 0,52 ± 0,10 ^b |
| P | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | * | Ö.D. | Ö.D. | ** |

^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

¹Vücut ve ibik Yara skoru 1 - 3 arası değerlendirilmiştir. 1: kötü vücut yara durumunu, 3 vücut yara durumunun olmadığını göstermektedir.

²Ayak skoru (ayak tabanında ödem, ayak pedi dermatiti) 1 - 3 arası değerlendirilmiştir. 1: kötü ayak lezyonunu, 3 ayakta lezyon olmadığını göstermektedir.

³Gaga skoru 0 - 2 arası değerlendirilmiştir. 0: gaganın iyi durumda olduğunu, 2 gagada anormal olduğunu göstermektedir.

⁴Göğüs kemiği deformasyonu 0 - 2 arası değerlendirilmiştir. 0: kemiğin iyi durumda olduğunu, 2 kemikte deformasyon olduğunu göstermektedir.

⁵Parmakta Hasar 0 - 2 arası değerlendirilmiştir. 0: parmak ve tırnağın iyi durumda olduğunu, 2 parmak ve tırnakta hasar olduğunu göstermektedir.

Zenginleştirilmiş kafeste yetiştirilen yumurtacı sürüde farklı aydınlatma tipi ve kafes katının 25. hafta ve 45. hafta bazı konfor davranış parametreleri üzerine etkisi Çizelge 4.14.'de verilmiştir. Denemede 25. haftada farklı aydınlatma tipinin tavuklardaki agresif davranışlar üzerine etkisi önemsiz bulunurken, 45. haftada istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Tavuklarda en fazla agresif davranışlar Floresan aydınlatma grubunda saptanmıştır ($P<0,01$).

Denemede 25. haftada farklı aydınlatma tipinin tavukların KMT üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunurken ($P<0,05$), 45. haftada önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Tavuklarda en fazla KMT Floresan aydınlatma grubunda saptanmıştır ($P<0,05$). Yani Floresan grubundaki tavuklar kendilerine yaklaşan kişiyi daha erken fark edip kafeslerin içine geri çekilmişlerdir.

Denemede 45. haftada farklı aydınlatma tipinin tavuklardaki Tonik hareketsizlik uyarım sayısı ve süresi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Fakat sayısal olarak Floresan grubundaki tavuklarda Tonik hareketsizlik uyarım sayısı ve süresi daha fazla olmuştur.

Denemede 25. ve 45. haftada farklı kafes katlarının tavuklarda agresif davranışlar üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Fakat sayısal olarak en fazla agresif davranış 25. haftada IV. katta saptanmıştır. Denemede 25. ve 45. haftada farklı kafes katlarının tavuklarda kaçınma mesafeleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Tavuklarda en fazla kaçınma mesafesi IV. katta saptanmıştır. Yani IV. katta tavuklar kendilerine yaklaşan kişiyi daha erken fark edip kafeslerin içine geri çekilmişlerdir. 25. ve 45. haftada farklı kafes katlarının tavuklarda Tonik hareketsizlik uyarım sayısı ve süresi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Fakat sayısal olarak en fazla uyarım sayısı III. katta, en fazla Tonik hareketsizlik süresi IV. katta saptanmıştır.

Denemede 25. ve 45. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun tavuklardaki agresif davranışlar üzerine etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). 25. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun tavuklarda kaçınma mesafeleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek kaçınma mesafesi değeri Floresan grubu IV. katta saptanırken, en az kaçınma mesafesi LED I. ve II. katta ve ayrıca Floresan I. ve II. katta saptanmıştır. Bu durum incelenen parametredeki interaksiyonun nedenini oluşturmuştur ($P<0,05$). 45. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun tavuklarda kaçınma mesafesi ve Tonik hareketsizlik uyarım sayısı, süresi üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Cizelge 4.14. Farklı aydınlatma tipi ve kafes katının bazı konfor davranış parametreleri üzerine etkisi (Ortalama±SE)

| Aydınlatma Tipi | Agresif Davranış ¹ | | KMT ² , cm | | 45. Hafta Tonik Hareketsizlik | |
|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------|
| | 25. Hafta | 45. Hafta | 25. Hafta | 45. Hafta | Uyarım Sayı | Süre, sn |
| LED | 0,19 ± 0,04 | 0,17 ± 0,04 ^b | 27,90 ± 0,91 ^b | 34,32 ± 1,22 | 1,53 ± 0,15 | 305,2 ± 32,10 |
| FLO | 0,25 ± 0,04 | 0,41 ± 0,04 ^a | 30,73 ± 0,91 ^a | 33,91 ± 1,22 | 1,73 ± 0,15 | 306,8 ± 32,10 |
| P | Ö.D. | ** | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |
| Kafes Katı | | | | | | |
| I | 0,10 ± 0,06 | 0,42 ± 0,06 | 20,38 ± 1,28 ^c | 22,82 ± 1,73 ^c | 1,70 ± 0,21 | 332,5 ± 45,40 |
| II | 0,22 ± 0,06 | 0,28 ± 0,06 | 21,90 ± 1,28 ^c | 23,78 ± 1,73 ^{bc} | 1,45 ± 0,21 | 254,7 ± 45,40 |
| III | 0,26 ± 0,06 | 0,18 ± 0,06 | 32,32 ± 1,28 ^b | 29,86 ± 1,73 ^b | 1,80 ± 0,21 | 283,1 ± 45,40 |
| IV | 0,30 ± 0,06 | 0,28 ± 0,06 | 42,66 ± 1,28 ^a | 60,00 ± 1,73 ^a | 1,55 ± 0,21 | 353,6 ± 45,40 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | ** | ** | Ö.D. | Ö.D. |
| Aydınlatma Tipi X Kafes Katı | | | | | | |
| LED X I | 0,08 ± 0,08 | 0,36 ± 0,09 | 18,32 ± 1,81 ^c | 23,84 ± 2,45 | 1,40 ± 0,29 | 345,3 ± 64,20 |
| LED X II | 0,28 ± 0,08 | 0,16 ± 0,09 | 21,52 ± 1,81 ^c | 23,80 ± 2,45 | 1,70 ± 0,29 | 308,6 ± 64,20 |
| LED X III | 0,16 ± 0,08 | 0,04 ± 0,09 | 33,12 ± 1,81 ^b | 29,64 ± 2,45 | 1,50 ± 0,29 | 220,8 ± 64,20 |
| LED X IV | 0,24 ± 0,08 | 0,12 ± 0,09 | 38,64 ± 1,81 ^b | 60,00 ± 2,45 | 1,50 ± 0,29 | 346,1 ± 64,20 |
| FLO X I | 0,12 ± 0,08 | 0,48 ± 0,09 | 22,44 ± 1,81 ^c | 21,80 ± 2,45 | 2,00 ± 0,29 | 319,7 ± 64,20 |
| FLO X II | 0,16 ± 0,08 | 0,40 ± 0,09 | 22,28 ± 1,81 ^c | 23,76 ± 2,45 | 1,20 ± 0,29 | 200,8 ± 64,20 |
| FLO X III | 0,36 ± 0,08 | 0,32 ± 0,09 | 31,52 ± 1,81 ^b | 30,08 ± 2,45 | 2,10 ± 0,29 | 345,5 ± 64,20 |
| FLO X IV | 0,36 ± 0,08 | 0,44 ± 0,09 | 46,68 ± 1,81 ^a | 60,00 ± 2,45 | 1,60 ± 0,29 | 361,1 ± 64,20 |
| P | Ö.D. | Ö.D. | * | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

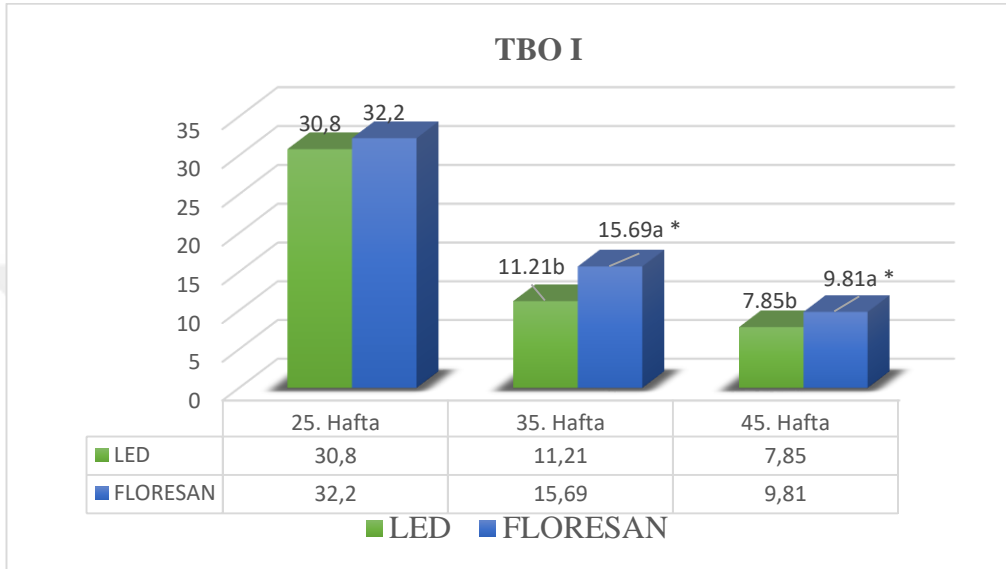
^{a,b,c}; Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

*P<0,05; ** P<0,01 Ö.D: Önemli değil LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan; I: 1. Kat (alt), II: 2. Kat, III: 3. Kat, IV: 4. Kat (Üst)

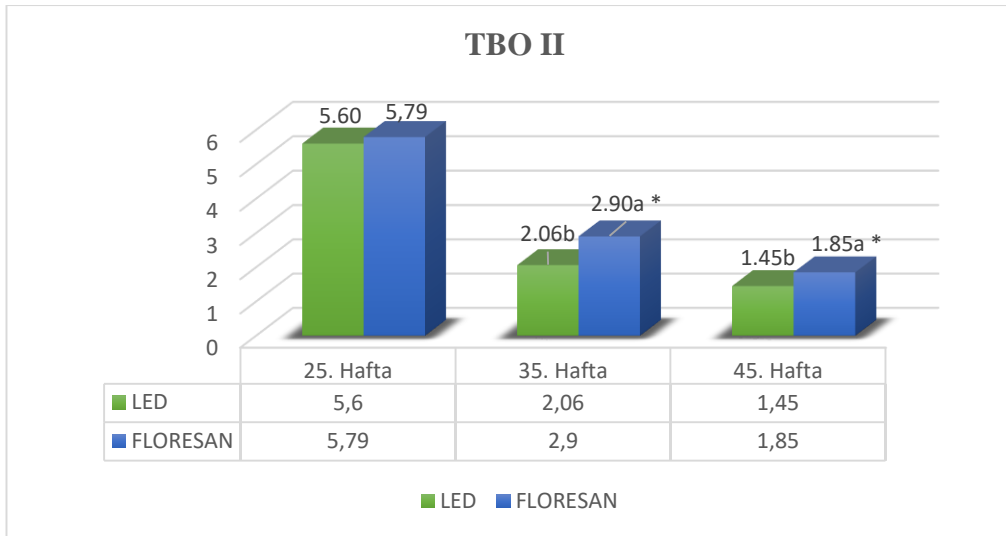
¹Agresif davranış 1 var, 0 agresif davranış yok olarak değerlendirilmiştir.

² KMT: Kaçınma Mesafesi Testi

Denemede farklı aydınlatma tipinin incelenen dönemlerde kümeste toz birikim oranı üzerine etkisi Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'ta verilmiştir. LED ve Floresan aydınlatma tipinin kümeste toz birikim oranı üzerine etkisi 25. haftada istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, 35. ve 45. haftada Floresan lamba grubunda istatistiksel olarak önemli düzeyde daha fazla toz birikimi olduğu saptanmıştır ($P<0,05$).



Şekil 4.3. Farklı aydınlatma tiplerinde kümes toz birikim oranı I, $\text{mg (m}^2\text{-gün)}^{-1}$



Şekil 4.4. Farklı aydınlatma tiplerinde kümes toz birikim oranı II, $\text{mg (Tavuk-gün)}^{-1}$

Çalışmada kullanılan aydınlatma materyallerinin elektrik tüketimi açısından maliyetine dair bulgular Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Bu çalışmada 10 ad x 5 watt LED ve 10 ad x 8 watt Floresan ampul kullanılmıştır. Deneme boyunca tavuklara verilen toplam ışık 2 702 saattir. Denemede LED ampul ile yapılan toplam tüketim $2\ 702 \times 5 \times 10 = 135\ 100$ k.watttır. Floresan ampul ile yapılan toplam tüketim ise $2\ 702 \times 8 \times 10 = 216\ 160$ k.watttır. LED ile Floresan ampul arasındaki tüketim farkı $216\ 160 - 135\ 100 = 81,06$ k.watt dır. Denemenin yapıldığı yıl birim enerji maliyeti (k.watt) 0,12 \$ olarak kayıtlara geçmiştir. Denemede Floresan grubunda enerji maliyeti 25,94 \$ iken, LED grubunda 16,21 \$ dır. Denemede kullanılan aydınlatma tiplerinin enerji maliyet farkı $81,06 \times 0,12 \$ = 9,73 \$$ 'dır, yani; Floresan grubunun 9,73 \$ daha fazla enerji maliyeti bulunmaktadır. Bu miktar sadece deneme ünitesinin olduğu kısım için hesaplanmıştır.

Çizelge 4.15. Denemede kullanılan aydınlatma materyallerinin elektrik tüketimi açısından maliyeti

| Maliyet | LED | FLO |
|--|-------------------------------|------------|
| Ampul fiyat (adet) | 4,99 \$ | 1,83 \$ |
| Deneme boyunca Aydınlatma süresi (sa) I | 2702 | 2702 |
| Ampul/watt (W) II | 5 | 8 |
| Lambaların adedi III | 10 | 10 |
| Toplam tüketim (watt) (IxIIxIII) | 135 100 00 | 216 160 00 |
| Toplam tüketim (k.watt) IV | 135,10 | 216,16 |
| Birim enerji maliyeti (k.watt) V | 0,12 \$ | 0,12 \$ |
| Enerji maliyeti (IV X V) | 16,21 \$ | 25,94 \$ |
| Toplam tüketim farkı | 216,16 - 135,10=81,06 | |
| Enerji maliyet farkı | 81,06* 0,12 \$=9,73 \$ | |

LED: Işık Yayan Diyot, FLO: Floresan

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ticari çiftliklerde tavuğun civciv döneminden verimli ömrünün sonuna kadar geçireceği yaşam döngüsündeki faktörler hem hayvan sağlığı hem de sağlıklı bir yumurta eldesi açısından önemlidir. Kümes hayvancılığı son yıllarda yumurta verim ve kalitesi açısından muazzam bir şekilde gelişmesine rağmen, optimum performans sergilenmesi için hala araştırılması gereken bir çok yönetsel faktör içermektedir. Çeşitli yönetim araçları arasında, özellikle yumurtacı tavuklarda ışık yönetimi, yumurta verimi ve kalitesine etkisi bakımından büyük önem taşımaktadır (Ahmad ve ark. 2010).

Günümüzde ticari tavukçulukta geleneksel kafes sistemlerinin yerine alternatif kafes sistemlerine geçiş başlamış ve devam etmektedir. Geleneksel kafes sistemlerinde aydınlatma konusunda oldukça fazla çalışma bulunmasına karşın alternatif yetiştirme sistemlerinde aydınlatma konusunda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır (Archer 2014, Gallegos ve Archer 2014, Long ve ark, 2016a,b). Genel olarak üreticiler kümeslerindeki ışık kaynaklarının kümes içine konumlandırılmasında tecrübelerine dayalı yerleştirme yapmakta ve daha çok kümeste çalışan personelin görsel algılarını sağlayacak şekilde planlamaktadırlar (Yıldırım ve ark. 2008). Nitekim Long ve ark. (2014; 2016a,b) yerde tünekli yetiştirme sistemi (aviary) içeren kümeste yürüttükleri çalışmalarında kümesin tamamında ışık yoğunluğunu aynı seviyeye ayarlamamanın imkânsız olduğunu bu açıdan tavukların yemlik seviyesinde minimum 5 lüks olan ihtiyacı karşılaması açısından çalışmalarında ortalama ışık şiddetini 5-9 lüks olacak şekilde planladıklarını bildirmişlerdir.

Çalışmada denemenin başında LED ve Floresan aydınlatma tipinin ışık şiddetlerinin benzer olması sağlanmıştır. Çalışmada Floresan ve LED aydınlatma araçlarının 17, 25, 35 haftalık dönemde ışık şiddetleri arasında fark bulunmamasına rağmen, 45 haftalık dönemde Floresan grubunda ışık şiddeti daha yüksek bulunmuştur. Çalışma süresince Floresan ampullerin bazıları kararırıp söndüğü için yerlerine yeni Floresan ampuller takılmıştır ve ışık şiddetindeki farklılığın bu durumdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada kafes katları arasındaki ışık şiddeti dağılımı Anonim (2012b)'in yumurtlama döneminde tavuklara sağlanması gereken 10-20 lüks ışık şiddeti değerleri ile uyumludur. Işık şiddeti değerleri I. Kattan III. Kata kadar doğrusal bir artış gösterirken, 4. katta bir düşüş görülmektedir. Bu durum çalışmanın yürütüldüğü deneme ünitesinde

yürüyüş yolunun IV. katın hemen üzerinde bulunması ve yürüyüş yoluna monte edilmiş lambaların ışığı yayma açısı nedeniyle bu kattaki kafeslere gölge oluşturmasından kaynaklanmaktadır.

Farklı aydınlatma tiplerinin kanatlı türlerinde canlı ağırlık üzerine etkileri üzerine yapılan çalışmalarda; akkor ampul ve Floresan (Dereli Fidan ve Nazlıgül 2009), floresan, kompakt floresan ve akkor lamba (Ahmad ve ark. 2010), floresan lamba ve akkor lamba (Siopes 1984), LED ve kompakt floresan lamba (Archer 2014) aydınlatma tiplerinin canlı ağırlık üzerine etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular bu sonuçları destekler nitelikte olup, LED ve Floresan aydınlatma gruplarında canlı ağırlık birbirine benzer bulunmuştur. Buna karşın, Kamanlı ve ark. (2015) akkor, mini floresan ve LED aydınlatma tiplerini inceledikleri çalışmada akkor ampul ile LED aydınlatma grubunun benzer canlı ağırlığına sahip olduklarını fakat mini floresan grubunun ise daha yüksek canlı ağırlığa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Farklı kafes katlarının canlı ağırlık üzerine etkisinin incelendiği çalışmada; Durmuş ve Kamanlı (2012) yumurtacı tavuklarda farklı kafes katlarının canlı ağırlık üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Nitekim çalışmada 17 ve 25. hafta farklı kafes katlarında canlı ağırlık birbirine benzer bulunurken, 45. haftada ise I. kattaki tavukların canlı ağırlık değeri daha yüksek bulunmuştur.

Çalışmada LED ve Floresan aydınlatma gruplarında ölüm oranı birbirine benzer bulunmuştur. Bununla birlikte Floresan grubunda sayısal olarak daha yüksek ölüm oranı gözlenmiştir. Bizim bulgularımızla uyumlu olarak Long ve ark. (2016a) Floresan ve LED aydınlatma sistemlerinin, Ahmad ve ark. (2010) floresan, kompakt floresan ve akkor aydınlatmanın, Kamanlı ve ark. (2015) Akkor, mini floresan ve LED aydınlatma sistemlerinin tavuklarda ölüm oranını etkilemediğini bildirmişlerdir. Kjaer ve Vestergaard (1999) yüksek ışık şiddetinin tavuklarda kanibalizm gibi davranış bozukluklarının arttığını bu durumda ölüm oranını arttırdığını bildirmektedirler. Çalışmada farklı kafes katlarında ölüm oranı birbirine benzer bulunmakla birlikte sayısal olarak en fazla ölüm ikinci katta meydana gelmiştir. Buna karşın, Jackson ve Waldroup (1987), çalışmalarında ölüm oranı bakımından 4 katlı konvansiyonel kafes sisteminde alt katlarda benzer ve üçüncü katta ise en yüksek seviyede ölüm olduğunu,

bu durumun her kafes katındaki ışık şiddetinin farklı seviyede olmasıyla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Özellikle tam kontrollü olmayan kümeslerde gün uzunluğu ve kümeslerde uygulanan aydınlatma programları cinsel olgunluk yaşını etkilemektedir (Altan 2015). Çalışmada LED ve Floresan aydınlatma gruplarında tavukların % 5, % 50 ve pik yumurta verimine ulaşma yaşları birbirine benzer bulunmuştur. Fakat sayısal olarak Floresan aydınlatma grubu daha erken % 5, % 50 ve pik yumurta verimine ulaşmıştır. Bu bulgular Kamanlı ve ark. (2015) ve Liu ve ark. (2018) bildirişleri ile uyumludur. Farklı kafes katlarında bulunan tavukların cinsel olgunluk yaşı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada Nazlıgül ve ark. (1995) üst kattaki yumurtacı tavukların diğer katlardaki tavuklardan daha erken yumurtaya başladığını bildirmişlerdir. Çalışmada II. ve IV. kattaki tavukların % 5 yumurta verimine daha erken ulaşırken, % 50 yumurta verimine ise en erken IV. kattaki tavuklar ulaşmıştır. Buna karşın, pik yumurta verimine ulaşma yaşı bakımından katlar arasında fark bulunmamıştır. Şekeroğlu ve ark. (2014) ile Durmuş ve Kamanlı (2012) kafes katlarının tavukların % 5, %50 yumurta verim yaşı veya cinsel olgunluk yaşına ulaşmaları üzerine herhangi bir etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmada LED ve Floresan aydınlatma gruplarında yumurta kütlesi 25 haftalık yaşta Floresan grubunda daha yüksek bulunmuştur. Bununla birlikte 35 ve 45 haftalık yaşta ise yumurta kütleleri her iki aydınlatma grubunda birbirine benzer bulunmuştur. Bizim bulgularımızla uyumlu olarak, Kamanlı ve ark. (2015) akkor, Floresan ve LED aydınlatma tiplerinde yumurta kütlesinin birbirine benzer olduğunu bildirmişlerdir. Renema ve ark. (2001) yüksek ışık şiddetine maruz kalan tavuklardan elde edilen yumurtalarda yumurta kütlesinde bir azalma olduğu bildirmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2008) ise kafes katları arasında yumurta kütlelerinin değiştiğini ve en yüksek yumurta kütlesine sahip yumurtaların üstten 2. ve 3. katlarda bulunan tavuklar tarafından yumurtlandığını bildirmişlerdir. Çalışmada ise sadece 25 haftalık yaş döneminde IV. kattaki tavuklarda yumurta kütlesi daha fazla bulunurken, 35 ve 45 haftalık yaş döneminde kafes katları arasında yumurta kütlesi bakımından fark bulunmamıştır.

Farklı ışık kaynaklarının yumurta verimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda Long ve ark. (2016a) Floresan aydınlatma altında barındırılan tavukların LED grubuna

göre daha iyi bir yumurta üretim performansına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Benzer şekilde çalışmada da 25 haftalık yaşta tavuk gün ve tavuk kümes yumurta verimi Floresan aydınlatma grubunda daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçların aksine Gallegos ve Archer (2014) LED ışığı altında barındırılan tavukların üretim dönemi boyunca Floresan ışığına göre daha fazla yumurta verdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Ahmad ve ark. (2010) Floresan, Kompakt Floresan ve Akkor lamba tipini karşılaştırdıkları çalışmalarında kompakt floresan ve akkor lambada yetiştirilen tavukların floresan grubuna göre daha fazla yumurta verimine sahip olduğunu bildirmişlerdir. LED ile kompakt floresan aydınlatmayı karşılaştıran Liu ve ark. (2018); sarı akkor, beyaz mini floresan ve beyaz LED aydınlatmayı karşılaştıran Kamanlı ve ark. (2015) yumurta verimi açısından aydınlatma tipleri arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Bu bulgularla uyumlu olarak çalışmada da 35 ve 45 haftalık yaş döneminde LED ve Floresan ışık altında barındırılan tavuklar arasında yumurta verimi açısından herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır. Farklı kafes katlarının yumurta verim parametreleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada; Yıldız ve ark. (2006) çok katlı kafes sisteminde kafes katları arasında en üst katta barındırılan tavukların en yüksek yumurta verimine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Çalışmada da 25 haftalık yaşta Tavuk-gün yumurta verimi üst katlar olan III. ve IV. katta en fazla bulunurken, Tavuk-kümes yumurta verimi en fazla IV. katta saptanmıştır. Bu bulguların aksine, Yıldırım ve ark. (2008) en üst katta tavuk-gün yumurta veriminin diğer katlara göre daha az olduğunu bildirmişlerdir. Yine Jackson ve Waldroup (1987) 23 ve 34 haftalık yaş dönemleri arasında farklı kafes katlarında barındırılan Dekalb XL genotipi tavukların yumurta veriminde alt kattan en üst kata doğru doğrusal bir azalma olduğunu ve bu bozulmanın her kafes katındaki ışık şiddetinin farklı seviyede olmasıyla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada 35 ve 45. haftalık yaş dönemlerinde ise yumurta verimi açısından kafes katları arasında herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır. Bu bulgular ile uyumlu olarak, Durmuş ve Kamanlı (2012) ile Şekeroğlu ve ark. (2014) ise yapmış oldukları çalışmalarda yumurta verimi üzerine kafes katının etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Farklı ışık kaynaklarının tavuklarda yem tüketimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda akkor, floresan ve LED aydınlatmanın (Kamanlı ve ark. 2015); akkor ampul, LED ve kompakt floresan aydınlatmanın (Archer 2014); Floresan, Kompakt

Floresan ve Akkor ampul ile aydınlatmanın (Ahmad ve ark. 2010); ticari yumurtacılarda farklı renkteki LED ve akkor aydınlatmanın (Borille ve ark. 2013); LED ve Floresan aydınlatmanın Long ve ark. (2014) kanatlılarda yem tüketimi açısından birbirine benzer etki gösterdiği bildirilmiştir. Bu bildirişlerle uyumlu olarak çalışmada da 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde LED ve Floresan aydınlatma gruplarında yem tüketimi birbirine benzer bulunmuştur. Buna karşın, Liu ve ark. (2018) LED ve Floresan aydınlatmada LED grubunda yem tüketiminin önemli düzeyde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Farklı kafes katlarının yem tüketimi üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda; Yıldırım ve ark. (2008) ile Durmuş ve Kamanlı (2012) yem tüketimi açısından kafes katları arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Bulgularla uyumlu olarak, çalışmada yem tüketimi açısından kafes katları arasında 25, 35 ve 45. haftalık yaş dönemlerinde fark görülmemiştir.

Aydınlatma tipinin kanatlılarda yemden yararlanma oranı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda; Gallegos ve Archer (2014) ile Liu ve ark. (2018) LED ve Floresan aydınlatmada Kamanlı ve ark. (2015) akkor, Floresan ve LED aydınlatmada yemden yararlanma oranını birbirine benzer olduğunu saptamışlardır. Bu bulgularla uyumlu olarak çalışmada LED ve Floresan aydınlatma gruplarında 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde yemden yararlanma oranı birbirine benzer bulunmuştur. Bizim bulgularımızın aksine, Long ve ark. (2016a) LED ve Floresan ile yapmış oldukları çalışmada LED aydınlatma grubunda Floresan grubuna göre daha iyi yemden yararlanma oranı olduğunu bildirmişlerdir. Ahmad ve ark. (2010) Floresan ve kompakt floresanın yemden yararlanma oranı üzerine etkilerinin benzer fakat akkor lamba grubunda yemden yararlanma oranının daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Farklı kafes katlarında yemden yararlanma oranının incelendiği çalışmalarda; Yıldırım ve ark. (2008) en üst kattaki tavuklarda yemden yararlanma oranının diğer katlara göre daha kötü olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulgularla uyumlu olarak Boshouwers ve Nicaise (1987) üst katlarda barındırılan tavuklarda yüksek aktivite nedeniyle enerji kullanımının daha fazla olduğunu bu nedenle yemden yararlanmanın kötü olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ise 25 haftalık yaş döneminde yemden yararlanma oranı en üst kat olan IV. katta en iyi saptanırken, en kötü yemden yararlanma değerine en alt kat olan I. katta saptanmıştır. Çalışmada ayrıca 35 ve 45 haftalık yaşlarda kafes katları arasında yemden yararlanma oranı bakımından fark gözlenmemiştir.

Dış kabuğu zarar görmüş, iç kalitesi bozulmamış yumurtalar her ne kadar pastörize işlem uygunlandıktan sonra kullanılsa da genel olarak dış kabuğu zarar görmüş, dolayısıyla iç yapısı da bozulmuş yumurtalarda kontaminasyon oluşma riski yüksek olduğundan pazarlanmasına izin verilmemekte ve imha edilmektedirler. Bu nedenle üretici ve tüketiciler açısından yumurta kabuğunun bütünlüğü oldukça önemlidir ve kârı etkileyen unsurlardan biridir (Holt ve ark. 2011). Çalışmada 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde LED ve Floresan aydınlatma tipinde tavukların hasarlı yumurta oranı ve kabuksuz yumurta oranı birbirine benzer bulunmuştur. Çalışmada kafes katları arasında hasarlı yumurta ve kabuksuz yumurta oranı bakımından, incelenen yaş dönemlerinde istatistiki olarak bir fark görülmemiştir. Bu bulguları destekler nitelikte Yıldırım ve ark. (2008) kırık yumurta oranı üzerine kafes katının herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Yumurtaların yumurtlanmasından itibaren, kabukta çeşitli nedenlerden dolayı kirlilik oluşabilmektedir. Bu nedenlerden bazıları kan, tavuk dışkısı, çatlak veya kırık yumurtların içeriğinin sağlam yumurtalara bulaşması, kümes bakımının kötü olmasından dolayı sinek oluşması ve bu sineklerin yumurta kabuğunda leke bırakması, kümesteki toz yoğunluğunun artması ve yumurta kabuğunda temizlenemeyen toz halkalarının oluşması, küf-maya lekeleri gibi faktörler olarak sayılabilmektedir (Altan 2015). Çalışmada 25 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde kirli yumurta oranı Floresan grubunda daha fazla oranda bulunurken; 35 haftalık yaş döneminde her iki aydınlatma tipinde kirli yumurta oranı bakımından fark bulunmamıştır. Bilindiği gibi genç hayvanlar genellikle ortalama 30 haftalık yaş dönemlerine kadar oldukça hareketli yapıya sahip olabilmektedirler. Bu hareketli yapının kaynaklarından birini ise stres oluşturabilmektedir. Yapılan araştırmalara göre kümes içindeki aydınlatma çeşidinin ve şiddetinin seviyesi stres oranını da etkileyebilmektedir. Farklı yaş dönemlerinde Floresan grubundaki ışık şiddetinin yüksek olması, bu gruptaki tavuklarda strese ve dolayısıyla daha hareketli olmalarına neden olduğu düşünülmektedir. Stresten kaynaklanan yoğun hareket nedeniyle kafes zemininde bulunan materyallere dışkı bulaşmakta dolayısıyla kirli yumurta oranında artışına neden olabilmektedir. Bu bulguları destekler nitelikte, çalışmada 45. haftalık yaş döneminde aydınlatma tipi ve kafes katı interaksiyonunun kirli yumurta oranı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli

bulunmuş, en fazla fazla kirli yumurta Floresan grubunun III. katındaki tavuklardan elde edilirken, en az kirli yumurta LED grubunun III. katındaki tavuklardan elde edilmiştir.

Yumurta ağırlığını çeşitli faktörler etkileyebilmektedir. Bunlar; tavuğun genotipi, yaş, hastalık, stres, tüy kaybı, besleme, aydınlatma, sıcaklık ve yetiştirme sistemleri gibi faktörlerdir (Altan 2015). Farklı ışık kaynaklarının yumurta ağırlığı üzerine etkisinin incelendiği çeşitli çalışmalarda; Borille ve ark. (2013) farklı renk LED lambaları ile akkor lambanın, Liu ve ark. (2018) LED ile kompakt floresan lambanın, Kamanlı ve ark. (2015) sarı akkor, beyaz mini floresan ve beyaz LED lambanın, Long ve ark. (2014) LED ile floresan lambanın yumurta ağırlığı üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca Long ve ark. (2016b) yaptıkları çalışmada 27 haftalık yaş döneminde LED ışık altında barındırılan tavukların yumurta ağırlığının Floresan grubuna göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte 40 haftalık yaşta ise her iki aydınlatma tipi arasında hiçbir fark bulunmazken, 60 haftalık yaşta Floresan grubunda yumurta ağırlığının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulguya benzer olarak çalışmada 25 haftalık yaş döneminde Floresan grubunda daha ağır yumurta ağırlığı saptanırken, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde ise her iki aydınlatma grubunda benzer yumurta ağırlığı saptanmıştır. Farklı kafes katlarındaki yumurta ağırlıklarını inceleyen çalışmalarda; Yıldız ve ark. (2006) ile Şekeroğlu ve ark. (2014) yumurta ağırlığı üzerine kafes katının önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Durmuş ve Kamanlı (2012) da benzer şekilde yumurta ağırlığının kafes katlarından etkilenmediğini bildirmiştir. Bu bildirişlerle uyumlu olarak çalışmada incelenen dönemlerde farklı kafes katlarının yumurta ağırlığı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Jackson ve Waldroup (1987) akkor ampul ile aydınlatılan kümeste farklı kafes katlarında barındırılan tavukların yumurta ağırlıklarının alt kattan üst kata doğru azaldığını bildirmişlerdir. Yıldırım ve ark. (2008) ise kafes katları arasında yumurta ağırlığının değiştiğini ve en yüksek yumurta ağırlığının üstten 2. ve 3. katlarda bulunan tavuklardan elde edildiğini bildirmişlerdir. Yine çalışmada 35. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun yumurta ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. 35. haftada en ağır yumurtalar LED grubu IV. kattaki tavuklardan elde edilirken, en hafif yumurtalar LED grubu III. kattakilerde saptanmıştır.

Çalışmada incelenen kriterlerden biri olan şekil indeksi ticari yumurta üretimi ve tüketici için önemlilik arz etmektedir. Çünkü tüketici yumurta alırken yumurtanın dış yapısına ve şekline önem vermekte, genellikle şekli bozuk veya çok küçük yumurtaları tercih etmemektedir. Üretici için ise viyollere yumurtalar tam olarak oturmamakta, ağırlık dağılımı eşit bir şekilde olmadığı için taşımada fireler çoğalmaktadır. Genel olarak ideal yumurta şekil indeks değeri 74 olarak kabul edilmektedir. Kamanlı ve ark. (2015) sarı akkor, beyaz mini floresan ve beyaz LED ışıklarını karşılaştırdıkları çalışmada yumurta şekil indeksinin LED aydınlatma grubunda daha iyi durumda olduğunu bildirirken, El-Aggoury ve ark. (1991) ise yumurta şekil indeksinin farklı ışık kaynaklarından etkilenmediğini bildirmiştir. Çalışmada şekil indeksleri açısından 25. haftada her iki aydınlatma grubu arasında fark olmamasına rağmen, 35. haftada Floresan grubunda yumurtaların şekli daha ideal iken 45. haftada durum tam tersine dönmüş ve LED grubu yumurtalarının şekli ideal şekle daha yakın bulunmuştur. Floresan grubunda 35. haftalık yaşta ışığın ideal yumurta şekli için yeterli düzeyde olduğu fakat 45. haftada ışık şiddetinin yükselmesinden dolayı yumurta şeklinde bozulmaların başladığı söylenebilir. Farklı kafes katının yumurta şekil indeksi üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda; Yıldırım ve ark. (2008) ile Şekeroğlu ve ark (2014) kafes katının yumurta şekil indeksi üzerine herhangi bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada ise şekil indeksi açısından 25 haftalık yaşta katlar arasında fark görülmezken 35. haftada en yüksek şekil indeksi değeri I. kattaki tavukların yumurtalarında bulunmuştur. 45. haftada en yüksek şekil indeks değeri I. ve II. kattaki tavukların yumurtalarında saptanmıştır. Yani ideal şekle en yakın yumurtalar III. ve IV. kattan elde edilmiştir.

Kabuk kırılma direnci yumurtanın kırılmaya karşı dayanıklılığını ifade eden, yumurtanın yumurtlanıp tüketiciye ulaşana kadarki süreçte kabuğun sağlam kalma seviyesi hakkında bilgi vermektedir (Altan 2015). Yumurta kabuğunda dinamik sertlik, deformasyon ve kalınlık kabuk kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerdir. Yumurta da kabuk kalitesi azaldığında kârlılık da azalmaktadır (Holt ve ark. 2011). Kamanlı ve ark. (2015) sarı akkor, beyaz mini Floresan ve beyaz LED aydınlatma tiplerinde ve Long ve ark. (2014; 2016b) LED ve Floresan aydınlatma tipinde yumurta kabuk kırılma direnci bakımından bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde yumurta kabuk kırılma direnci ve

kabuk ağırlığı bakımından her iki aydınlatma tipinde fark bulunmamıştır. Bu bulguların aksine, Liu ve ark. (2018) mavi LED ışık ve sıcak beyaz Floresan aydınlatma karşılaştırmasında 41 haftalık yaş döneminde LED grubunda yumurta kabuk direncinin önemli düzeyde daha az olduğunu bildirmişlerdir. Farklı kafes katının yumurta kabuk kırılma direnci üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda; Yıldırım ve ark. (2008) kafes katının yumurta kabuk kırılma direnci üzerine etkisi olduğunu bildirirken; Şekeroğlu ve ark. (2014) 3 katlı (alt, orta, üst) geleneksel batarya tipi kafes sisteminde yaptıkları çalışmada kabuk kırılma direnci ve kabuk ağırlığı üzerine kafes katının etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde çalışmada 25, 35 ve 45 haftalık yaş döneminde kafes katının yumurta kabuk kırılma direnci ve kabuk ağırlığı üzerine etkisi bulunmamıştır.

Bilindiği gibi yumurta kabuk kalınlığı özelliği hayvanın yaşı arttıkça yumurta büyüklüğünün artmasından dolayı incelmektedir. Genel olarak bir yumurtanın sağlam bir şekilde tüketiciye ulaşması için kabuğunun 0,33 mm den daha kalın olması gerekmektedir (Altan 2015). Kamanlı ve ark. (2015) ile Gallegos ve Archer (2014) yumurta kabuk kalınlığı üzerine farklı aydınlatma tipinin bir etkisi olmadığını bildirirken, Long ve ark. (2014; 2016b) yapmış oldukları çalışmada 27 haftalık yumurtacı hibritlerde farklı ışık kaynaklarının kabuk kalınlığına etkisinin olmadığını fakat 40 haftalık yaş döneminde Floresan grubuna göre LED aydınlatma grubunda yumurta kabuk kalınlığının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Liu ve ark. (2018) ise mavi LED ve sıcak beyaz Floresan aydınlatmayı karşılaştırdıkları çalışmada 41 haftalık yaş döneminde LED grubunda yumurta kabuk kalınlığının daha ince olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada yumurta kabuk kalınlığı 35. haftada her iki aydınlatma grubunda benzer iken, 25 ve 45. haftada Floresan grubundaki yumurtaların daha kalın kabuklu olduğu gözlenmiştir. Kanatlılar mor ötesi (ultraviyole) ışınları algılamakta ve bu ışınların Vitamin D, kalsiyum ve fosfor metabolizması, dolayısıyla kemik yapımı ve immun sistem üzerine etkileri bulunmaktadır (Rubinoff 2016). Floresan lambalar mor ötesi (ultraviyole) ışın yaymaktadırlar (Mohammed ve ark. 2010). Bu nedenle Floresan grubunda yumurta kabuk kalınlığının daha kalın olduğu düşünülebilir. Çalışmada 25, 35 ve 45 haftalık yaş döneminde farklı kafes katlarının yumurta kabuk kalınlığı üzerine etkisi bulunmamıştır. Bulgularımızla uyumlu olarak Şekeroğlu ve ark. (2014) ATA-S

yumurtacı hibritlerde 3 katlı (alt, orta, üst) geleneksel batarya tipi kafes sisteminde yumurta kabuk kalınlığı üzerine kafes katının etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Long ve ark. (2016b) 27 haftalık yaş döneminde sadece LED grubunda yumurta ak ağırlığının önemli düzeyde fazla olduğunu, 40 ve 60 haftalık yaş döneminde LED ve Floresan grubunda benzer olduğunu bildirirken, Liu ve ark. (2018) LED ve Floresan grubunda yumurta ak ağırlığının benzer olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulguları destekler şekilde çalışmada incelenen dönemlerde her iki aydınlatma grubundada yumurta ak ağırlığı benzer bulunmuştur. Ayrıca çalışmada yumurta ak ağırlığı üzerine kafes katının etkisi bulunmamıştır. Yine 25. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun ak ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 25. haftada en hafif ak ağırlığı LED grubu III. katta saptanmıştır.

Liu ve ark. (2018) ile Long ve ark. (2016b) LED ile Floresan ışık kaynaklarının sarı ağırlığı üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada ise sadece 25 haftalık yaş döneminde Floresan grubunda sarı ağırlığı daha ağır bulunmuş, 35 ve 45 haftalık yaş döneminde ise her iki aydınlatma tipi birbirine benzer bulunmuştur. Ayrıca çalışmada 25 ve 35 haftalık yaşta döneminde yumurta sarı ağırlığı üzerine kafes katının etkisi bulunmazken, 45 haftalık yaş döneminde en ağır sarı ağırlığı I, II ve III. katlarda saptanmıştır.

Yumurtanın tazeliğinin değerlendirilmesinde ak yüksekliği ve Haugh Birimi değerinden yararlanılmaktadır (Borille ve ark. 2013). Genel olarak yumurtanın ak yüksekliği, haugh birimi ile paralel bir yapı göstermektedir ve bu değerler yumurtanın tazeliği ile ilgili bilgi vermektedir. Ak yüksekliği ne kadar yüksek ise buna paralel olarak haugh birimide yüksek olmakta ve yumurtanın tazelik oranı da yükselmektedir. Long ve ark. (2016b) LED grubunda Floresan grubuna göre 27 haftalık yaş döneminde yumurta akının daha yüksek olduğunu, fakat 40 ve 60 haftalık yaş dönemlerinde aralarında bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Yapılan birçok çalışmada aydınlatma tipinin HU değeri üzerine etkisinin olmadığı bildirilmektedir (Borille ve ark. 2013; Gallegos ve Archer 2014; Kamanlı ve ark. 2015; Liu ve ark. 2018). Buna karşın çalışmada 25 ve 45 haftalık yaş döneminde HU, LED ve Floresan gruplarında birbirine benzer bulunurken; 35 haftalık yaş döneminde Floresan grubunda en yüksek HU değeri saptanmıştır. Farklı

kafes katlarının yumurta Haugh birimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada; Şekeroğlu ve ark. (2014) 3 katlı (alt, orta, üst) geleneksel batarya tipi kafes sisteminde haugh biriminin kafes katından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Çalışmada kafes katının ak yüksekliği üzerine etkisi 25 ve 45 haftalık yaş döneminde benzer iken, 35 hafta yaş döneminde ak yüksekliği en az II. Katta saptanmıştır. Denemede 35. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun yumurta ak yüksekliği ve Haugh birimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 35. haftada en az yumurta ak yüksekliği ve Haugh birimi LED grubu II. kattaki tavuklardan elde edilen yumurtalarda saptanmıştır.

Ticari yumurta üretiminde yumurta sarısı rengi göreceli bir kavram olup çeşitli ülkelerde yumurta sarı rengi açısından farklı tercihler yapılmakta, bazı ülkelerde açık sarılı yumurtalar tercih edilirken bazı ülkelerde koyu sarı tercih edilmektedir. Türkiye’de ise çoğunlukla koyu sarılı yumurtalar tercih edilmektedir (Şenköylü 2001). Long ve ark. (2016b) ve Liu ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada LED ile Floresan aydınlatmanın yumurta sarı renk indeksi üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu bulgularla uyumlu olarak çalışmada 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde aydınlatma tipinin yumurta sarı renk indeksi üzerine etkisi bulunmazken, 25 haftalık yaş döneminde Floresan grubunda sarı renk indeksi daha açık renkte olmuştur. Nitekim çok fazla yumurta verimine sahip tavukların yumurtalarının sarısının daha açık renkte olduğu bildirilmektedir (Altan 2015). Çalışmada da 25 haftalık yaş döneminde Floresan grubunda yumurta verimi daha yüksek bulunmuştur. Bu nedenle yumurta sarısının renginin bu grupta açık olduğu düşünülebilir. Çalışmada 25, 35 ve 45 haftalık yaşlarda sarı renk indeksi üzerine kafes katının etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu bulgu ile uyumlu olarak Şekeroğlu ve ark. (2014) sarı renk indeksi üzerine kafes katının etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmaların aksine Yıldırım ve ark. (2008) üstten ikinci kat ve en alt katta sarı renk indeksinin en yüksek seviyede olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada 35. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun sarı renk indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 35. haftada sarı renk indeksi Floresan grubu I. kattaki tavuklardan elde edilen yumurtalarda en yüksek değere sahip olurken, LED I. kat, Floresan III. ve IV. kattaki tavuklardan elde edilen yumurtalar istatistiki olarak benzer grup oluşturmuştur.

Çalışmada farklı aydınlatma tipinin ak ve sarı oranı üzerine etkisi 25, 35 ve 45 haftalık yaş dönemlerinde birbirine benzer bulunmuştur. Buna karşın yumurta kabuk oranı 25 haftalık yaş döneminde LED grubunda daha yüksek bulunurken, 35 ve 45 haftalık dönemlerde ise her iki aydınlatma grubunda birbirine benzer bulunmuştur. Nitekim Long ve ark. (2016b) yaptıkları çalışmada farklı ışık kaynaklarının yumurta sarı oranı üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada kafes katının yumurta ak oranı ve sarı oranı üzerine etkisi incelenen dönemlerde benzer bulunurken, yumurta kabuk oranı 25 haftalık yaş döneminde I ve II. katta daha yüksek orana sahip olmuştur. Buna karşın, 35 ve 45 haftalık yaş döneminde ise kafes katının yumurta kabuk oranına etkisi bulunmamıştır.

Tavuklarda vücut tüy oranındaki azalma ticari yetiştiricilikte istenmeyen bir durumdur (Bessei ve Kjaer 2015). Kanatlılarda tüy, deri yüzeyinin çeşitli darbelere karşı korunmasının yanında vücut ısısının dengede tutulmasında rol oynamaktadır. Kanatlı hayvanlar arasında görülen tüy çekme ve gagalama davranışı birçok faktörden etkilenebilen bir sorundur (Rodenburg ve ark. 2013). Yumurtacı tavuklarda genelde ilerleyen yaş dönemi ile birlikte tüy kaybı meydana gelmekte iken, erken yetiştirme dönemindeki koşullardan etkilenerek yumurtlama dönemi başında da tüy kaybına rastlanılabilmektedir (De Haas ve ark. 2014). Işık, tavuklarda tüy çekme ve karıştırma davranışlarını etkilemekte (Klein et al., 2000), dolayısıyla vücut genel tüy durumu üzerinde etkili olmaktadır (Bilcik and Keeling, 1999). Bu açıdan kanatlıların vücutlarındaki tüy oranı bir refah parametre göstergesi olarak kullanılabilir. Nitekim tavuklarda çeşitli yönetsel hatalar kanibalizm gibi kötü alışkanlıklara sebebiyet verebilmekte ve bu alışkanlık tüy kaybına hatta ileri derecede organ kayıplarına neden olabilmektedir. Kanibalizme neden olan yönetsel hatalar içerisinde aydınlatma süresi ve şiddetinin hayvanın ihtiyacına göre ayarlanmaması yer almaktadır (Yetişir ve Sarıca 2014, Long ve ark. 2014). Tauson ve Svensson (1980) tavuklardaki fazla aktivitenin kafes yüzeylerine temas nedeniyle tüy kalitesinde bozulmalara ve tüy kayıplarına yol açtığını ve böylece hayvan refahını etkilediğini bildirmişlerdir. Örneğin; Boshouwers ve Nicaise (1993) yapmış oldukları çalışmada Floresan ışık altında barındırılan tavukların akkor ışık altında barındırılanlara göre daha fazla aktif olduğunu bildirmiştir. Kjaer ve Vestergaard (1999) tüy çekmenin bir davranış bozukluğu

olduğunu, bu durumun ise yumurtalamaya henüz başlamayan tavukların yetiştirildikleri ortamdaki aydınlatma faktöründen kaynaklanan etkilerin, tavukların yumurtlamaya başlamalarından sonraki evrede de devam etmesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Long ve ark. (2014) LED grubundaki tavukların tüylerinin daha kötü bir tüy örtüsüne sahip olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada 25 haftalık yaş döneminde LED ve Floresan gruplarında tavukların genel tüy durumu birbirine benzer bulunurken, 45 haftalık dönemde toplam vücut tüy skoru ve ortalama vücut tüy skoru değerleri en iyi LED grubunda saptanmıştır. Bu durumu bu yaş döneminde LED gruptaki daha düşük ışık şiddetinden kaynaklandığı düşünülebilir. Mohammed ve ark. (2016) yapmış oldukları çalışmada farklı ışık şiddeti kullanarak, ışık şiddetinin konfor davranışlarına olan etkisini inceledikleri çalışmada tüy çekme, gagalama gibi agresif davranışların yüksek ışık şiddetinde arttığını bildirmişlerdir. Çalışmada 25 haftalık yaş döneminde kafes katının tavuklarda genel tüy durumu, toplam tüy ve ortalama tüy skoru değerleri üzerine etkisi bulunmazken; 45 haftalık yaş döneminde toplam ve ortalama vücut tüy skoru değeri bakımından en iyi tüy örtüsü IV. kattaki tavuklarda bulunmuştur. Kjaer ve Vestergaard (1999) ise 3 luks ile 30 luks ışık şiddeti kullandıkları çalışmada ışık şiddetinin tüy durumuna herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Tavuklarda en sık görülen ayak problemleri ayak tabanı dermatiti, ayak tabanında ödem, hiperkeratoz ve aşırı tırnak büyümesidir. Ayak tabanı ödemi ayağın tabana ait bölgesindeki dokunun iltihaplanmasıdır (Lay ve ark. 2011). Yine incelenen parametrelerden omurga kemiğinin S şeklinde bir eğriliği, kafes yorgunluğu olan tavuklarda karakteristiktir (Lay ve ark. 2011). Çalışmada 25 haftalık yaş döneminde en kötü ibikte yara ve ayak tabanı ödemi Floresan grubunda saptanırken, vücutta yara, ayak pedi dermatiti, gagada hasar, göğüs kemiği deformasyonu ve parmak hasarı lezyonları her iki aydınlatma grubunda benzer bulunmuştur. 45 haftalık yaş döneminde ise en kötü ibikte yara ve parmakta hasar Floresan grubunda saptanırken, gagada hasar en kötü LED grubunda saptanmıştır. Bu durumun bu yaş döneminde LED grubunda daha düşük ışık şiddeti nedeniyle tavukların daha fazla keşif arayışı yapması nedeniyle çevreyi daha çok gagalama isteklerinden kaynaklandığı söylenebilir. 45 haftalık yaş döneminde tavuklarda vücutta yara, ayak tabanı ödemi, ayak pedi dermatiti ve göğüs kemiği deformasyonu her iki aydınlatma grubunda benzer bulunmuştur. Çalışmada farklı kafes katlarının etkileri incelendiğinde; 25 haftalık yaş döneminde tavuklarda en kötü ayak

tabanında ödemi IV. katta saptanırken, daha az lezyon görülenler I. ve II. kattaki tavuklar olmuştur. Kafes katının vücut ve ibikte yara, ayak pedi dermatiti, gagada hasar, göğüs kemiği deformasyonu ve parmak hasarı lezyonları üzerine etkisi bulunmamıştır. 45 haftalık yaş döneminde ise II. kattaki tavukların ibiklerinde daha az yara saptanırken, IV. kattaki tavuklarda daha fazla yara saptanmıştır. Ayak pedi dermatiti lezyonları açısından en kötü durumda tavuklar II. ve IV. katta saptanırken, I. kattaki tavuklarda daha az lezyon olduğu saptanmıştır. Vücut yara, ayak tabanında ödem, gagada hasar, göğüs kemiği deformasyonu ve parmak hasarı açısından kafes katları birbirine benzer bulunmuştur. Çalışmada 45. haftada incelenen vücut refah parametrelerinden sadece ayak pedi dermatiti ve parmak hasarı üzerine aydınlatma tipi ve kafes katı interaksiyonun etkisi bulunmuştur. 45. haftada LED grubunun I. katındaki tavuklar ayak pedi dermatiti açısından iyi durumdayken, LED grubunun III. katı, Floresan grubunun II. ve IV. katı ayak pedi dermatiti açısından daha kötü durumda bulunmuştur. 45. haftada Floresan grubunun II. katı parmak hasarı açısından kötü durumdayken, LED I., II., III., IV. ve Floresan I., IV. kat istatistiki açıdan birbiriyle benzer grup oluşturmuşlardır.

Bazı LED üreticileri, LED ışıklarının kanatlıları daha sakin ve daha az agresif hale getirdiğini iddia etmektedir (Long ve ark. 2016a). Nitekim, çalışmada da 45. Haftada en fazla agresif davranışlar Floresan grubunda saptanmıştır. Bu bulguyu destekler nitelikte ilgili yaş döneminde ışık şiddeti Floresan grubunda daha yüksek saptanmıştır. 25. ve 45. haftada kafes katının agresif davranışlar üzerine etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Kaçınma mesafesi testi (KMT) tavukların yaklaşmakta olan bir insana verdiği tepkiyi, yani insan tavuk etkileşimini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Gallegos ve Archer (2014) LED ve KFL aydınlatma tipinde tavukların ilk defa gördükleri nesnelere karşı verdikleri tepkiler açısından fark olmadığını bildirmişlerdir. Long ve ark. (2014) yapmış oldukları çalışmada LED ile Floresan ışık altında barındırılan tavuklarda kaçınma mesafesi açısından herhangi bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Long ve ark. (2016a) 36 haftalık yaşta LED grubundaki tavukların Floresan grubuna göre daha fazla kaçınma mesafesine sahip olduklarını, yani daha erken kafes içine çekildiklerini, fakat 60 haftalık yaş döneminde ise her iki aydınlatma grubunda kaçınma mesafesi bakımından fark olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada 25. haftada en fazla KMT Floresan grubunda

saptanmış, bu gruptaki tavuklar yaklaşan kişiyi daha erken fark edip kafes içine geri çekilmişlerdir. 45. haftada ise her iki aydınlatma grubunda KMT açısından fark bulunmamıştır. Çalışmada 25. ve 45. Haftada IV. kattaki tavuklarda en fazla kaçınma mesafesi saptanmıştır. Yani IV. katta tavuklar kendilerine yaklaşan kişiyi daha erken fark edip kafes içine geri çekilmişlerdir. Çalışmada 25. haftada aydınlatma tipi x kafes katı interaksiyonunun tavuklarda kaçınma mesafeleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. En yüksek kaçınma mesafesi değeri Floresan grubu IV. katta saptanırken, en az kaçınma mesafesi LED I. ve II. katta ve ayrıca Floresan I. ve II. katta saptanmıştır.

Gallegos ve Archer (2014) tonik hareketsizlik testinde LED aydınlatma altında yetiştirilen tavukların hareketsizliklerinde daha uzun bir gecikme olduğunu yani daha fazla stres ve korku gösterdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın aksine Archer (2014) broilerlerde LED grubunda en az sürede tonik hareketsizlik olurken akkor ampul grubunda ise en uzun TI süresinin olduğunu, KFL grubunda ise heriki gruba göre orta düzeyde TI süresinin olduğunu bildirmiştir. Huth ve Archer (2015) broilerler ile yapmış oldukları çalışmada KFL altında yetiştirilen hayvanların TI süresinin daha fazla yani hayvanların daha fazla stres ve korku seviyesine sahip olduklarını, LED grubunda ise daha az süreli TI olduğunu yani bu hayvanların stres ve korku seviyelerinin daha az olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada ise her iki aydınlatma grubunda tavukların TI uyarım sayısı ve süresi birbirine benzer bulunmuştur. Fakat sayısal olarak Floresan grubundaki tavuklarda TI hareketsizlik uyarım sayısı ve süresi daha fazla olmuştur. Şekeroğlu ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada 30 haftalık yaşta tavuklarda TI süresinin en alt kafes katında en az sürede olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin ise üst kattaki tavukların ışığa daha yakın olması ve insanlarla daha az etkileşim halinde olmaları nedeniyle stres ve korku seviyelerinin artmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Yine ilerleyen yaşla 42 haftalık yaş döneminde ise kafes katları arasında TI bakımından fark olmadığını fakat sayısal olarak alt kattaki tavuklarda TI süresinin daha az olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kafes katının TI uyarım sayısı ve süresi üzerine etkisi bulunmamıştır. Fakat sayısal olarak en fazla TI uyarım sayısı III. katta, en fazla TI süresi ise IV. katta saptanmıştır.

Kümete aydınlatma manejmanı hayvan aktivitesini etkilemektedir (Calvet ve ark. 2009), dolayısıyla toz üretimini de etkilemektedir. Long ve ark. (2014) yapmış oldukları

çalışmada 18-44 haftalık yaştaki yumurtacı tavukları LED ile Floresan ışık altında barındırarak, tavukların aktivite yoğunluğunu değerlendirmek üzere refah parametrelerinden toz birikimini hedef almışlar ve toz birikimi açısından her iki aydınlatma grubunun birbirine benzer olduğunu bildirmişlerdir. Long ve ark. (2016a) yaptıkları bir diğer çalışmada ise kümeste toz birikim oranını Floresan lambalı ile LED lambalı kümeslerde birbirine benzer bulmakla birlikte sayısal olarak Floresan lambalı kümeslerde toz birikim oranının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kümeste toz birikim oranı üzerine LED ve Floresan aydınlatma tipinin etkisi 25. haftada bulunmazken, 35. ve 45. haftalarda Floresan grubunda daha fazla toz birikimi olduğu saptanmıştır. Bu açıdan denemede incelenen yaş dönemlerinde Floresan grubundaki tavuklarda daha fazla aktivite olduğu da söylenebilir.

Ahmad ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada kompakt floresan ve floresan ampullerinin kümes hayvanı işletmelerinde daha verimli ve ekonomik oldukları için akkor ampullerin yerini alabileceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, daha yüksek kurulum maliyetlerine sahip olduklarını, fakat ömürleri uzun olduğu için bu ışık kaynaklarının kullanılmasının çiftliklere daha yararlı olacağını bildirmişlerdir. Kamanlı ve ark. (2015) Akkor lambalarının fiyatlarının LED ve Floresana göre daha düşük, ancak enerji tüketiminin daha yüksek, ömürleri kısa ve güvenilirliklerinin daha az olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle ticari işletmelerde üretim maliyetini arttırmaktadırlar. LED aydınlatmanın ise Floresan ve diğer aydınlatma kaynaklarına göre daha masraflı fakat enerji tüketiminin daha az olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgularla uyumlu olarak çalışmada enerji tüketimi açısından ele alındığında LED ampullerin daha az enerji tüketimine sahip olduğu belirlenmiştir.

Geleneksel olarak uygulanan konvansiyonel kafes sistemleri hayvan refahı kapsamında uzun süredir sorgulanmakta ve birçok Avrupa Birliği üye ülkesi zenginleştirilmiş kafeslerde yumurta tavukçuluğu uygulamasına geçmiştir. Ülkemizde de 2023 yılından itibaren yumurta üretiminde zenginleştirilmiş kafes sistemlerinin kullanılması için geçiş süreci başlamıştır. Bu yeni kafes sistemlerinde verime etkili olan aydınlatma konusu ve aydınlatmada kullanılan ışık kaynaklarının gerek yumurta verimi ve kalitesine gerekse refah parametrelerine etkisi önem kazanacaktır. Teknolojik gelişmelerle birlikte kümeslerde kullanılan aydınlatma sistemleri de sürekli gelişmekte olup günümüzde

kompakt Floresan ve LED ampuller yaygın olarak kullanılmaktadır. LED lambaların uzun ömürlü olması ve düşük bakım maliyeti gibi avantajları nedeni ile özellikle kapasitesi büyük olan ticari çiftliklerde kullanımı enerji tasarrufu ve işçilik açısından oldukça önemlidir. Yumurta tavukçuluğunda verimin yüksekliği ve devamlılığı açısından aydınlatmada kullanılan ışık tipleri ve ışık şiddeti çok önemlidir. Çalışma sonucunda sadece 45. haftada Floresan grubunda en yüksek ışık şiddeti bulunmuş ve deneme süresince genel olarak en yüksek ışık şiddetinin III. katta olduğu belirlenmiştir. İncelenen bazı yumurta verim ve kalite kriterleri açısından Floresan grubunun, vücut tüy örtüsü, ibikte yara, ayak tabanında ödem, parmak hasarı, agresif davranış ve kaçınma mesafesi, kümes toz birikim oranı gibi bazı refah parametreleri açısından ise LED grubunun daha iyi olduğu belirlenmiştir. Kafes katı açısından bazı yumurta verimi ile ilgili parametrelerin IV. katta daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada sonuç olarak, özellikle monokromatik ışık yayması, ekonomik olarak uzun ömürlü olması ve düşük elektrik tüketimi nedeni ile giderek yaygın olarak kullanılmaya başlanan yeni teknoloji LED tipi aydınlatmanın zenginleştirilmiş kafes sistemlerindeki yumurtacı tavuklarda incelenen parametreler açısından ışık kaynağı olarak kullanılabilmesi ve özellikle hayvan refahına katkısı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma, büyük kapasiteli ve çok katlı yumurta üreten bir işletmede yani saha koşullarında yapılmış bir araştırma olması açısından diğer üreticiler için de önemli bir bilgi kaynağı olacağı açıktır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, F., Ahsan-ul-Haq, Ashraf, M., Hussain, J., Siddiqui, M.Z. 2010.** Production performance of white leghorn hens under different lighting regimes. *Pakistan Veterinary Journal*, 30(1): 21-24.
- Al Homidan, A., Robertson, J.F., Petchey, A.M. 2003.** Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. *World's Poultry Science Journal*, 59(3): 340–349.
- Alphin, R.L. 2013.** Impact of light on poultry. University Of Delaware Extension, Delaware, USA. http://extension.umd.edu/sites/extension.umd.edu/files/_images/programs/poultry/alphin%20light%20impact%20on%20poultry%203-11-14.pdf (Erişim Tarihi: 24.04.2018).
- Altan, Ö. 2015.** Yumurta kusurları ve anormal yumurtalar: Yumurta, oluşumu, kalitesi ve biyoaktif Komponentleri, Editör: Altan, Ö., Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, s. 157-174.
- Altan, A., Bayraktar, H. 2014.** Kümesler ve Donanımları: Tavukçuluk Bilimi Yetiştirme, Besleme, Hastalıklar, Editorler: Türkoğlu, M., Sarıca, M., Bey Ofset Matbaacılık, Ankara, 207-261.
- Anonim, 2006.** Description of housing systems for laying hens, Lay-Wel. <http://www.laywel.eu/web/pdf/deliverable%2023.pdf>. Erişim Tarihi: 21.11.2016
- Anonim, 2012a.** Avrupa Birliği'nde akkor ampul yasaklandı. Anadolu Ajans. <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/avrupa-birliginde-akkor-ampul-yasaklandi> 21349327. Erişim Tarihi: 01.09.2017.
- Anonim, 2012b.** Nick Chick Quide. H&N international, January 2012. Cuxhaven GERMANY. P:60.
- Anonim, 2018a.** Işık. <http://www.wikizeroo.com/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvScWfxLFr>. Erişim Tarihi: 24.04.2018
- Anonim, 2018b.** Dalga boyu nedir, nasıl hesaplanır?. <http://www.beycan.net/246/dalga-boyu-nedir-nasil-hesaplanır.html>. Erişim Tarihi: 24.04.2018
- Anonim, 2018c.** Floresan lamba ve tasarruflu ampuller sağlığı olumsuz etkiliyor. <https://www.haberler.com/floresan-lamba-ve-tasarruflu-ampuller-sagliği-10454854-haberi/> Erişim Tarihi: 15 Ocak 2018
- Anonim, 2018d.** Hato agricultural lighting, Hollanda. <https://www.hato.lighting/> Erişim Tarihi: 28.04.2018
- Anonim, 2018e.** Kanatlı üretiminde aydınlatma. *İnfovet*, Mayıs, (173):76-80.
- Appleby, M.C., Mench, J.A., Hughes, B.O. 2004.** Environmental influences, Light: Poultry Behaviour And Welfare, CABI Publishing, Wallingford, UK, pp:158-171.
- Archer, G. S., Shivaprasad, H. L., Mench, J.A. 2009.** Effect of providing light during incubation on the health, productivity, and behavior of broiler chickens. *Poultry Science*, 88(1):29–37.
- Archer, G.S., Mench, J.A. 2013.** The effects of light stimulation during incubation on indicators of stress susceptibility in broilers. *Poultry Science*, 92(12):3103–3108.
- Archer, G.S., 2014.** Comparing the effect of different types of lighting on broiler production, fear, and stress. *Poultry Science*, 93(E-Suppl. 1): 95.
- Archer, G.S., Mench, J.A. 2014.** Natural incubation patterns and the effects of exposing eggs to light at various times during incubation on post-hatch fear and stress responses in broiler (meat) chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 152:44–51.

- Awoniyi, T. A. M. 2003.** The effect of housing on layer chicken's productivity in the 3-tier cage. *International Journal of Poultry Science*, 2(6):438–441.
- Barbur, J.L., Prescott, N.B., Douglas, R.H., Jarvis, J.R., Wathes, C.M. 2002.** A comparative study of stimulus-specific pupil responses in the domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*) and the human. *Vision Research*, 42(2): 249-255.
- Baxter, M., Joseph, N., Osborne, V.R., Bédécarrats, G.Y. 2014.** Red light is necessary to activate the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. *Poultry Science*, 93(5): 1289–1297.
- Bayraktar, H., Altan, A. 2005.** Işık Dalga Boyunun Etlik Piliç Performansına Etkileri. *Hayvansal Üretim* 46(2): 22-32.
- Berg, C., Algers, B. 2004.** Using welfare outcomes to control intensification: The Swedish model: Measuring and Auditing Broiler Welfare, Ed:Weeks, C.A., Butterworth, A., CABI Publishing, Wallingford, UK. 223–229.
- Bessei, W., Kjaer, J.B. 2015.** Feather Pecking In Layers - State Of Research And Implications. Australian Poultry Science Symposium, 8-11 February 2015, Sydney, Australia, pp. 214-221.
- Bilcik, B., Keeling, L.J. 1999.** Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science*, 40:444–451.
- Blatchford, R. A., Klasing, K. C., Shivaprasad, H. L., Wakenell, P. S., Archer, G. S., Mench, J. A. 2009.** The effect of light intensity on the behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. *Poultry Science*, 88(1): 20–28.
- Blatchford, R.A., Archer, G.S., Mench, J.A. 2012.** Contrast in light intensity, rather than day length, influences the behavior and health of broiler chickens *Poultry Science*, 91(8): 1768-1774.
- Blokhuis, H.J., Van Der Haar, J.W. 1992.** Effects of pecking incentives during rearing on feather pecking of laying hens. *British Poultry Science*, 33(1): 17-24.
- Bohren C.F., Clothiaux, E.E. 2006.** Fundamentals of atmospheric radiation: an introduction with 400 problems. Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, Germany, p.463.
- Boni, I.J., Paes, A.O.S. 1999.** Programa de luz para matrizes: machos e fêmeas. anais do simpósio técnico sobre matrizes de frangos de corte; Florianópolis, Santa Catarina. Brasil. P.17-39.
- Borille, R., Garcia, R.G., Royer, A.F.B., Santana, M.R., Colet, S., Naas, I.A., Caldara, F.R., Almeida, PAZ ICL, Rosa ES, Castilho VAR. 2013.** The use of light-emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Brazilian journal of poultry science*, 15(2): 135-140.
- Boshouwers, F.M.G., Nicaise, E. 1987.** Physical Activity And Energy Expenditure Of Laying Hens As Affected By Light Intensity. *British Poultry Science*, 28(1): 155–163.
- Boshouwers, F. M. G., Nicaise, E. 1993.** Artificial light sources and their influence on physical activity and energy expenditure of laying hens. *British Poultry Science*, 34(1): 11-19.
- Bowmaker, J.K., Heath, L.A., Wilkie, S.E., Hunt, D.M. 1997.** Visual pigments and oil droplets from six classes of photoreceptor in the retinas of birds. *Vision Research*, 37(16): 2183-2194.
- Bozkurt, Z., Bayram, İ., Türkmenoğlu, İ., Aktepe, O.C., 2006.** Effects of cage density and cage position on performance of commercial layer pullets from four genotypes. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 30, 17-28.

- Calvet, S., Van den Weghe, H., Kosch, R., Estellés, F. 2009.** The influence of the lighting program on broiler activity and dust production. *Poultry Science*, 88(12): 2504–2511.
- Cedden, F., Göğçer, H. 1999.** Kanatlılarda foto periyodun etkisi ve yumurtanın oluşumu. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 1:51-54.
- Cooper, J.J., Albentosa, M.J. 2003.** Behavioural priorities of laying hens. *Avian And Poultry Biology Reviews*, 14(3): 127–149.
- Craig, J. V., Swanson, J. C. 1994.** Review: Welfare perspectives on hens kept for egg production. *Poultry Science*, 73(7): 921–938
- Dartnall, H.J.A., Bowmaker, J.K., Mollon, J.D. 1983.** Human visual pigments: microspectrophotometric results from the eyes of seven persons. *Proceedings Of The Royal Society Of London B*, 220(1218): 115-130.
- Darre, M.J., 1986.** Energy efficient fluorescents light reduce electric bills for poultrymen. *Poultry Digest*, 44: 108-113.
- Darre, M.J., Rock, J.S. 1995.** Compact fluorescent lamps under commercial poultry house conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, 4(1): 105-108.
- De Haas, E.N., Bolhuis, J.E., De Jong, I.C., Kemp, B., Janczak, A.M., Rodenburg, T.B. 2014.** Predicting feather damage in laying hens during the laying period. Is it the past or is it the present? *Applied Animal Behaviour Science*, 160: 75-85.
- Dereli Fidan, E., Nazlıgöl, A. 2009.** Japon Bildircinlarında (Coturnix Coturnix Japonica) Işık Kaynağının Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 2(2): 20-25.
- Dik, J.J. 1982.** Çiftlik düzeyinde tavuk işletmeciliği. Uluslararası Bilimsel Tavukçuluk Kongresi, 95-112, 24-25 Mayıs, Ankara.
- Dimond, S. J. 1968.** Effects of photic stimulation before hatching on the development of fear in chicks. *Journal Comparative and Physiological Psychology*, 65(2): 320–324.
- Durmuş, İ., Karaçay, N., Kamanlı S. 2004.** Yumurta Tavuklarında Işığın Fizyolojik Etkisi Ve Aydınlatma Programları. *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 28: 28-31.
- 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.
- Efil, H., Sarıca, M. 1998.** Pencereless kümeslerde farklı ışık kaynakları ve aydınlatma sürelerinin tavukların verim performansları, yem tüketimleri ve yumurta kalite özelliklerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 22: 197-204.
- Ekstrand, C., Carpenter, T. E., Andersson, I., Algiers, B. 1998.** Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden. *British Poultry Science*, 39(3):318–324.
- El-Aggoury, S.A., Hanafi, M.S., Rezk Allah, S.A. 1991.** Traits of Egg Quality Under The Effect of Different Feeding Regimes and Lighthing Programs. *Poultry Abstracts*, 17(2): 319
- El-Sheikh, T.M., El-Gammal, A.M., Makled M.N. 2012.** The Effect Of Photoperiod, Light Intensity And Wattage Power On Performance Of Dandarawi Chicken. *Lucrări Ştiinţifice*, 56: 68-73.
- Etches, R.J. 1994.** Estimulo luminoso na reprodução: Fisiologia Da Reprodução De Aves, Ed.:Pinheiro, M.R., FACTA, Campinas, Brazil, pp.59-75.
- Felts, J.V., Leighton, A.T., Denbow, JR D.M., Hullet, R.M. 1992.** Effects of light sources and presence or absence of males on reproduction of female breeder turkeys. *Poultry Science*, 71(11): 1817-1822.

- Foster, R.G., Follet, B.K., 1985.** The involvement of a rhodopsin-like photopigment in the photoperiodic response of the Japanese quail. *Journal of Comparative Physiology A: Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 157(4): 519-528.
- Gallegos, K., Archer, G.S. 2014.** Comparison of the effect of light-emitting diode (LED) versus compact fluorescent lamp (CFL) lighting on hen production, egg quality, fear, and stress. *Poultry Science*, 93(E-Suppl. 1): 95.
- Garner, J.P., Kiess, A. S., Mench, J.A., Newberry, R.C., Hester, P.Y. 2012.** The effect of cage and house design on egg production and egg weight of White Leghorn hens: An epidemiological study, *Poultry Science*, 91(7): 1522–1535.
- Ghareeb, K., Awad, W. A., Sid-Ahmed, O. E., Böhm, J. 2014.** Insights on the host stress fear and growth responses to the deoxynivalenol feed contaminant in broiler chickens. *Plos One*, 9(1): e87727. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087727>.
- Goldsmith, T.H. 1990.** Optimization, constraint and history in the evolution of eyes. *The Quarterly Review of Biology*, 65(3): 281-322.
- Govardovskii, V. I., Zueva, L.V. 1977.** Visual pigments of chicken and pigeon. *Vision Research*, 17(4): 537–543.
- Gürel, E. 2001.** Çalışma yaşamında ışık ve aydınlatmanın önemi. *SBE Dergisi*, Güz 2001 Sayı 5.
- Gwinner, E., Hau, M. 2000.** The pineal gland, circadian rhythms and photoperiodism: Sturkie's Avian Physiology, Ed. Whittow, G.C., Academic Press, San Diego, USA, pp. 557-568.
- Harlander-Matauschek, A., Rodenburg, T.B., Sandilands, V., Tobalske, B.W., Toscano, M.J. 2015.** Causes Of Keel Bone Damage And Their Solutions In Laying Hens. *World's Poultry Science Journal*, 71(3): 461-472.
- Hassan, MD., Sultana, S., Choe, S.H., Kyeong, S.R., 2014.** Effect of combinations of monochromatic LED light color on the performance and behaviour of laying hens. *The Journal of Poultry Science*, 51(3): 321-326
- Hetland, H., Choct, M., Shivus, B. 2004.** Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal* 60(4): 415-422.
- 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.
- Huber-Eicher, B., Suter, A., Spring-Stähli, P. 2013.** Effects of colored light-emitting diode illumination on behavior and performance of laying hens. *Poultry Science*, 92(4): 869–873.
- Huth, J.C., Archer, G.S. 2015.** Effects of LED lighting during incubation on layer and broiler hatchability, chick quality, stress susceptibility and post-hatch growth. *Poultry Science*, 94(12): 3052-3058
- İpek, A., Şahan, Ü., Yılmaz, B. 2002.** Kafes konumu ve grup büyüklüğünün yumurta verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 4(1-2): 8-12.
- Iversen, M., Kirychuk, S., Drost, H., Jacobson, L. 2000.** Human health effects of dust exposure in animal confinement buildings. *Journal of Agriculture Safety and Health*, 6(4): 283-288.
- Jackson, M.E., Waldroup, P.W. 1987.** Research Note: Effect of Cage Level (Tier) on the Performance of White Leghorn Chickens. *Poultry Science*, 66(5): 907-909.
- Jarvis, J.R., Taylor, N.R., Prescott, N.B., Meeks, I., Wathes, C.M. 2002.** Measuring and modelling the photopic flicker sensitivity of the chicken (*Gallus g. domesticus*). *Vision Research* 42(1): 99-106.

- Kamanli, S., Durmus, I., Demir, S., Tarim, B. 2015.** Effect of different light sources on performance and egg quality traits in laying hens. *European Poultry Science*, 79:109-115.
- Kjaer, J.B., Vestergaard, K.S. 1999.** Development of feather pecking in relation to light intensity. *Applied Animal Behaviour Science*, 62(2-3): 243–254.
- Kjaer, J., Bessei, W. 2013.** The interrelationship of nutrition and feather pecking in the domestic fowl - A review. *Archiv Fur Geflugelkunde* 77: 1-9.
- Klein, T., Zeltner, E., Huber-Eicher, B. 2000.** Are genetic differences in foraging behaviour of laying hen chicks paralleled by hybrid-specific differences in feather pecking? *Applied Animal Behaviour Science*, 70:143–155.
- Kristensen, H.H., Aerts, J.M., Leroy, T., Wathes, C.M., Berckmans, D. 2006.** Modelling the dynamic activity of broiler chickens in response to step-wise changes in light intensity. *Applied Animal Behaviour Science*, 101(1-2): 125–143.
- Lay, D.C.Jr., Fulton, R. M., Hester, P.Y., Karcher, D.M., Kjaer, J.B., Mench, J.A., Mullens, B.A., Newberry, R.C., Nicol, C.J., O’Sullivan, N.P., Porter, R.E. 2011.** Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*, 90(1): 278–294
- Lewis, P. D. Leeson, S., 2004.** Changes in light intensity during the rearing period can influence egg production in domestic fowl. *British Poultry Science*, 45(3): 316–319.
- Leighton, A.T., Hulet, R.M., Denbow, D.M. 2007.** Effect of light sources and light intensity on growth performance and behaviour of male turkey. *British Poultry Science*, 30(3): 563-574.
- Lewis, P.D., Morris, T.R. 1998.** Responses Of Domestic Poultry To Various Light Sources. *World’s Poultry Science Journal*, 54(1): 7–25.
- Lewis, P.D., Morris, T.R. 2000.** Poultry and coloured light. *World’s Poultry Science Journal*, 56(3): 189–207.
- Li, X., Chen, D., Li, J., Bao, J. 2016.** Effects of furnished cage type on behavior and welfare of laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(6): 887-894.
- Liu, J., Zhang, Q., Zeng, D., Qiao, H., Ning, Z. 2012.** Effect of led lighting on growing and production performance of caged layers. *China Poultry*, 10.
- Liu, K., Xin, H., Sekhon, J., Wang, T. 2018.** Effect of fluorescent vs. poultry-specific light-emitting diode lights on production performance and egg quality of W-36 laying hens. *Poultry Science*, 97(3): 834–844.
- Long, H., Zhao, Y., Wang, T., Xin, H., Ning, Z. 2014.** Comparative evaluation of light-emitting diode (LED) vs. fluorescent (FL) lighting in commercial aviary hen houses. ASABE And CSBE/SCGAB Annual International Meeting, July 13 – 16, 2014, Montreal, Quebec, Canada, pp.1-15.
- Long, H., Zhao, Y., Wang, T., Ning, Z., Xin, H. 2016a.** Effect of light-emitting diode vs. fluorescent lighting on laying hens in aviary hen houses: part 1 – operational characteristics of lights and production traits of hens. *Poultry Science*, 95(1): 1–11.
- Long, H., Zhao, Y., Xin, H., Hansen, H., Ning, Z., Wang, T. 2016b.** Effect of light-emitting diode (LED) vs. fluorescent (FL) lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 2 – Egg quality, shelf-life and lipid composition. *Poultry Science*, 95 (1): 115–124.
- Lu, J., Zoran, M.J., Cassone, V.M. 1995.** Daily and circadian variation in the electroretinogram of the domestic fowl: Effects Of Melatonin. *Journal Of Comparative Physiology A*, 177(3): 299-306.

- Min, J.K., Hossan, M.S., Nazma, A., Jae, C.N., Han, T.B., Hwan, K.K., Dong, W.K., Hyun, S.C., Hee, C.C., Ok, S.S. 2012.** Effect of monochromatic light on sexual maturity, production performance and egg quality of laying hens. *Avian Biology Research*, 5(2): 69–74.
- Minitab (2013)** Minitab Inc. 17.1.0.
- Mobarkey, N., Avital, N., Heiblum, R., Rozenboim, I. 2010.** The role of retinal and extra-retinal photostimulation in reproductive activity in broiler breeder hens. *Domestic Animal Endocrinology*, 38(4): 235–243.
- Mohammed, H.H., Grashorn, M.A., Bessei, W. 2010.** The effects of lighting conditions on the behaviour of laying hens. *Archiv Fur Geflügelkunde*, 74 (3): 197–202.
- Mohammed, H., Ibrahim, M., Saleem, A.S. 2016.** Effect of different light intensities on performance, welfare and behavior of turkey poults. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 3(1): 18-23.
- Moinard, C., Lewis, P.D., Perry, G.C., Sherwin, C.M. 2001.** The effects of light intensity and light source on injuries due to pecking of male domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*). *Animal Welfare*, 10(2): 131–139.
- Morris, T.R. 1967.** Light intensity for growing and laying pullets. *World's Poultry Science Journal*, 23(3): 246–252.
- Morris, T.R. 1973.** The effects of ahemeral light and dark cycles on egg production in the fowl. *Poultry Science*, 52(2): 423-445.
- Morris, T.R. 1981.** The influence of photoperiod on reproduction in farm animals: Environmental aspects of housing for animal production, Ed.: Clark, J.A., Butterworths, London, UK, pp. 85-110.
- Nazlıgül, A., Ertuğrul, O., Orman, M., Aksoy, F.T. 1995.** Some production characteristics of layers from different genetic origin (*Gallus domesticus*) and effects of different cage position on egg production and egg weight traits. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 19: 339-347.
- Newberry, R.C., Hunt, J.R., Gardiner, E.E. 1986.** Light intensity effects on performance, activity, legdisorders, and sudden death syndrome of roaster chickens. *Poultry Science*, 65(12): 2232-2238.
- Nielsen, B.L., Litherland, M., Nøddegaard, F. 2003.** Effects of qualitative and quantitative feed restriction on the activity of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, 83(4): 309–323.
- North, M.O., Bell, D.D. 1990.** Commercial chicken production manual. Van Nostrand Reinhold, New York, USA, pp.407–478.
- Nuboer, J.F.W., Coemans, M.A.J.M., Vos, J.J. 1992.** Artificial lighting in poultry houses: do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker? *British Poultry Science* 33: 123-133.
- Nuboer, J.F.W., 1993.** Visual ecology in poultry houses. Fourth European Symposium On Poultry Welfare, Eds.: Savory, C.J. And Hughes, B.O., UFAW, Potters Bar, Edinburg, UK, pp. 39-44.
- Nyce, J., Binkley, S. 1977.** Extraretinal photoreception in chickens: entrainment of the circadian locomotor activity rhythm. *Photochemistry and Photobiology*, 25: 529-531.
- O'connor, E.A., Parker, M.O., Davey, E.L., Grist, H., Owen, R.C., Szladovits, B., Demmers, T.G.M., Wathes, C.M., Abeyesinghe, S.M. 2011.** Effect of low light and high noise on behavioural activity, physiological indicators of stress and production in laying hens. *British Poultry Science*, 52(6): 666-674.

- Olanrewaju, H.A., Thaxton, J.P., Dozier, W.A., Purswell, J., Roush, W.B., Branton, S.L. 2006.** A Review of lighting programs for broiler production. *International Journal Of Poultry Science*, 5(4): 301-308.
- Olanrewaju, H.A., Miller, W.W., Maslin, W.R., Collier, S.D., Purswell, J.L., Branton, S.L. 2018.** Influence of light sources and photoperiod on growth performance, carcass characteristics, and health indices of broilers grown to heavy weights. *Poultry Science*, 97(4): 1109–1116.
- Osorio, D., Vorobyev, M., Jones, C.D. (1999).** Colour vision in domestic chicks. *Journal of Experimental Biology*, 202(21): 2951–2959.
- Osorio, D., Vorobyev, M. 2008.** A Review of the evolution of animal colour vision and visual communication signals. *Vision Research*, 48(20): 2042–2051.
- Özkan, S., Yalçın, S., Babacanoglu, E., Uysal, S., Karadaş, F., Kozanoğlu, H. 2012.** Photoperiodic lighting (16 hours of light: 8 hours of dark) programs during incubation: 2. effects on early posthatching growth, blood physiology, and production performance in broiler chickens in relation to posthatching lighting programs. *Poultry Science*, 91(11): 2922–2930
- Pickel, T., Scholz, B., Schrader, L. 2010.** Perch material and diameter affects particular perching behaviours in laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 127(1-2): 37-42.
- Prayitno, D.S., Phillips, C.J., Stokes, D.K., 1997.** The effects of color and intensity of light on behaviour and leg disorders in broiler chickens. *Poultry Science*, 76(12): 1674–1681.
- Prescott, N.B., Wathes, C. M. 1999.** Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science*, 40(3): 332–339.
- Pyrzak R., Snapir, N., Goodman, G., Perek, M. 1987.** The effect of light wavelength on the production and quality of eggs of the domestic hen. *Theriogenology*, 28(6): 947-960.
- Ramadan, S.G.A., Von Borell, E. 2008.** Role of loose feathers on the development of feather pecking in laying hens. *British Poultry Science*, 49(3): 250-256.
- Renema, R.A., Robinson, F.E., Feddes, J.J.R., Fasenko, G.M., Zuidhof, M.J. 2001.** Effects Of Light Intensity From Photostimulation In Four Strains Of Commercial Egg Layers: 2. Egg Production Parameters. *Poultry Science*, 80(8): 1121–1131.
- Richards, G.J., Brown, S.N., Booth, F., Toscano, M.J., Wilkins, L.J. 2012.** Panic in freerange laying hens. *Veterinary Record*, 170(20): 519.
- Riedstra, B., Groothuis, T.G.G. 2004.** Prenatal Light exposure affectsearlyfeather-pecking behaviour in the domestic chick. *Animal Behaviour*, 67(6): 1037–1042.
- Rodenburg, T.B., Van Krimpen, M.M., De Jong, I.C., De Haas, E.N., Kops, M.S., Riedstra, B.J., Nordquist, R.E., Wagenaar, J.P., Bestman, M., Nicol, C.J. 2013.** The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. *World's Poultry Science Journal*, 69(2): 361–373.
- Rozenboim, I., Zilberman, E., Gvaryahu, G. 1998.** New Monochromatic Light Source for Laying Hens. *Poultry Science*, 77(11): 1695–1698.
- Rozenboim, I., Robinzon, B., Rosenstrauch, A. 1999a.** Effect of light source and regimen on growing broilers. *British Poultry Science*, 40(4): 452-457.
- Rozenboim, I., Biran, I., Uni, Z., Halevy, O. 1999b.** The involment of chromatic light in growth, development and endocrine parameters of broilers. *Poultry Science*, 78: 135-138.

- Rozenboim, I., Biran, I., Chaiseha, Y., Yahav, S., Rosenstrauch, A., Sklan, D., Halevy, O. 2004.** The effect of green and blue monochromatic light combination on broiler growth and development. *Poultry Science*, 83(5): 842-845.
- Rubinoff, I. 2016.** A practical guide to poultry lighting. Hy-Line International.
- Sarıca, M. 1998.** Işık Rengi ve aydınlatma şeklinin bıldırcınların büyüme ve karkas özelliklerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 22: 103-110.
- Sauveur, B. 1996.** Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. *INRA Animal Production*, 9(1): 25-34.
- Savory, C.J. 2004 .** Laying hen welfare standards: A classic case of power to people. *Animal Welfare*, 13 (Suppl.): 153 – 158.
- Siopes, T.D., 1984.** The effect of full-spectrum fluorescent lighting on reproductive traits of caged turkey hens. *Poultry Science*, 63(6): 1122-1128.
- Škrbić, Z., Pavlovski, Z., Vitorović D., Lukić M., Petričević V. 2009.** The effects of stocking density and light program on tibia quality of broilers of different genotype. *Archiva zootechnica*, 12(3): 56–63.
- Stratmann, A., Frohlich, E., Würbel, H., Gebhardt-Henrich, S.G. 2013.** Crashes of laying hens in aviary systems. Proceedings of the Joint Meeting of the 33rd International Ethological Conference (IEC) & the Association for the Study of Animal Behaviour (ASAB) Conference, Newcastle-Gateshead, UK.
- Sui, N., Rose, S. P.R. 1997.** Effects of dark rearing and light exposure on memory for a passive avoidance task in day-old chicks. *Neurobiology of Learning and Memory*, 68(3): 230–238.
- Sultana, S., Hassan, M.d R., Choe, H.S., Ryu, K.S. 2013.** The effect of monochromatic and mixed LED light colour on the behaviour and fear responses of broiler chicken. *Avian Biology Research*, 6 (3): 207–214.
- 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): 288-297.
- Şenköylü, N. 1985.** Tavukçulukta ışığın fizyolojik etkileri. *Yem Sanayi Dergisi*, 47: 20-28.
- Şenköylü, N. 2001.** Yumurta teknolojisi: Modern tavuk üretimi, Anadolu matbaası, Tekirdağ, Türkiye, 277-292s.
- Tauson, R., Svensson, S.A. 1980.** Influence of plumage conditions on the hen's feed requirement. *Swedish Journal of Agricultural Research*. 10(1): 35-39
- Tauson, R., Kjaer, J., Maria, G. A., Cepero, R., Holm, K. E. 2005.** Applied scoring of integument and health in laying hens. *Animal Science Papers and Reports*, 23(Suppl.1): 153–159.
- Thrush, P.R., 1999.** Lighting and your bird. *NCS Journal*, 16:4
- Tillmann, J.E. 2009.** Fear of the dark: night-time roosting and anti-predation behaviour in the grey partridge (*Perdix perdix* L.). *Behaviour*, 146(7): 999-1023.
- Tucker, S.A., Charles, D.R. 1993.** Light İntensity, İntermittant Lighting And feeding Regime During Rearing As Affecting Egg Production And Egg Quality. *British Poultry Science*, 34(2): 255–266.
- Veljić, M., Radonjić, D., Đokić, M. 2017.** Effect Of Lighting Period And Diets Density Of Broiles On The Appearance Of Lesions On The Foot Pads. *Podgorica, Agriculture & Forestry*, 63(3): 109-116.

- Vits, A., Weitzenburger, D., Hamann, H., Distl, O. 2006.** Influence of different tiers in furnished cages and small group system on production traits, mortality, egg quality, bone strength, claw length and keel bone deformities. *Archiv für Geflügelkunde*, 70(4):145-154.
- Wall, H., Tauson, R., Elwinger, K. 2004.** Pop hole passages and welfare in furnished cages for laying hens. *British Poultry Science*, 45(1): 20-27.
- Welfare Quality. 2009.** Welfare Quality assessment protocol for poultry (broiler, laying hens). Welfare Quality Consortium, Lelystad, Netherlands. s.110.
- Whitehead, C.C. 2004.** Skeletal disorders in laying hens, The problem of osteoporosis and bone fractures: Welfare of the Laying Hen, Ed.: Perry, G.C., CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 259-270.
- Wortel, J.F., Rugenbrink, H., Nuboer, J.F.W. 1987.** The photopic spectral sensitivity of the dorsal and ventral retinæ of the chicken. *Journal of Comparative Physiology A*, 160(2): 151-154.
- Xie, D., Wang, Z.X., Dong, Y.L., Cao, J., Wang, J.F., Chen, J.L. Chen, Y.X. 2008.** Effects of monochromatic light on immune response of broilers. *Poultry Science*, 87(8): 1535-1539.
- Yağcıoğlu, A., 1987.** Tarımsal elektrifikasyon. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:488, İzmir, 159.
- Yang, Y.F., Jiang, J. S., Pan, J.M., Ying, Y.B., Wang, X.S., Zhang, M.L., Lu, M. S., Chen, X.H. 2016.** The relationship of spectral sensitivity with growth and reproductive response in avian breeders (*Gallus gallus*). *Scientific Reports*, 6: 19291.
- Yetişir, R., Sarıca, M. 2014.** Yumurta tavuğu yetiştiriciliği: Tavukçuluk Bilimi (Yetiştirme, Beslenme, Hastalıklar). Ed.: Türkoğlu, M., Sarıca, M., Bey Ofset Matbaacılık, Ankara, s.314-322.
- Yıldırım, İ., Parlat, S.S., Aygün, A., Yetişir, R. 2008.** Apartman tipi kafeste uygulanan askılı aydınlatma sisteminin kahverengi yumurtacı hibritlerin performans, yumurta kalite özellikleri ve stres düzeyine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(44): 7-11.
- Yıldız, A., Lacin, E., Hayirli, A., Macit, M. 2006.** Effects of Cage Location and Tier Level with Respect to Light Intensity in Semiconfined Housing on Egg Production and Quality During the Late Laying Period. *The Journal Of Applied Poultry Research*, 15(3): 355–361.
- Yılmaz Dikmen, B., İpek, A., Şahan, Ü., Petek, M., Sözcü, A. 2016.** Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*, 95(7): 1564–1572.
- Yılmaz Dikmen, 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: 77-84.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gülsüm TÜNAYDIN
Doğum Yeri ve Tarihi : Uşak/ 1983
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Antalya Lisesi
Lisans : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zootečni Bölümü, 2002 - 2007

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni
Anabilim Dalı, 2015 - 2018

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Antalya DSYB (Staj)
Farmdes Tarımsal Faaliyetler San. Ve Tic. Ltd. Şti.

İletişim (e-posta) : gulsum@farmdes.com.tr

Yayımları :
Tünaydın, G., Yılmaz Dikmen, B., 2016. Yapay Tüy Döküm Yöntemleri ve Fizyolojik Etkisi. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi. 9-11 Mayıs, Isparta, S:86 (Poster Bildiri)