

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI MONOKROMATİK AYDINLATMA UYGULAMALARININ JAPON
BILDIRCINLARININ BÜYÜME VE BAZI ÜREME ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ**

Medine KAYA

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**FARKLI MONOKROMATİK AYDINLATMA UYGULAMALARININ JAPON
BILDIRCINLARININ BÜYÜME VE BAZI ÜREME ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ**

Medine KAYA

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EYLÜL 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI MONOKROMATİK AYDINLATMA UYGULAMALARININ JAPON
BILDIRCINLARININ BÜYÜME VE BAZI ÜREME ÖZELLİKLERİNE
ETKİLERİ**

Medine KAYA

ZOOTEKNİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 29/09/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Doğan NARİNÇ (Danışman)

Prof. Dr. Tülin AKSOY

Prof. Dr. Ali AYGÜN

ÖZET

FARKLI MONOKROMATİK AYDINLATMA UYGULAMALARININ JAPON BILDIRCINLARININ BÜYÜME VE BAZI ÜREME ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Medine KAYA

Yüksek Lisans Tezi, Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Doğan NARİNÇ

Mayıs 2022; 56 sayfa

Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde aydınlatma en önemli çevresel unsurlardan birisidir ve uzun yıllar boyunca yapılan araştırmalarda ışık yoğunluğu, ışık kaynağı, aydınlatma periyodu ve ışık rengi konuları üzerinde durulmuştur. Farklı dalga boylarında LED aydınlatma ile gerçekleştirilen monokromatik ışık programları konusunda son yıllarda çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Japon bildiricinlerinde beyaz (kontrol grubu), yeşil (560 nm), mavi (480 nm), kırmızı (660 nm) ve sarı (600 nm) monokromatik aydınlatma uygulamalarının büyüme ve bazı üreme özelliklerine etkilerinin ortaya konulmasıdır. Çalışmada daha temel bir sürüden elde edilen toplam 450 adet bildiricin civcivi kullanılmıştır. Bildiricilere hem büyütme hem de yumurta verim dönemlerinde aynı aydınlatma programları uygulanmıştır. Altı haftalık büyütme dönemleri boyunca bildiricilerin haftalık canlı ağırlıkları bireysel olarak saptanmıştır. Hayvanlar altı haftalık yaşa geldiğinde her deneme grubundan şansa bağlı seçilen olan 36 dişi ve 12 damızlık kafeslerine aktarılmış ve burada 24 haftalık yaşa kadar barındırılmış, günlük yumurta verimleri ve eşeyssel olgunluk yaşları tespit edilmiştir. Bildiriciler 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaştaiken üç gün üst üste toplanan yumurtalarda iç ve dış kalite özellikleri tespit edilmiştir. Farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan canlı ağırlık bakımından mavi, yeşil ve sarı ışığa maruz kalanların ortalamaları yüksek bulunurken, en yüksek mortalite kırmızı monokromatik aydınlatılanlarda gerçekleşmiştir ($P<0.05$). Yumurta verim döneminde yaşama gücü bakımından gruplar arasında istatistiksel fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Gompertz büyüme modeli kullanılarak gerçekleştirilen büyüme eğrisi analizlerine göre sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerin ergin ağırlık parametre ortalamaları diğer gruplardan yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Bildiricilerin 24 haftalık yumurta verimleri bakımından deneme grupları arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek yumurta verimi ortalaması kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grubunda saptanmış, sarı ve beyaz ışığa maruz kalan deneme grupları da mavi ve yeşil aydınlatma yapılanlardan yüksek ortalamalara sahip olmuştur. Sonuç olarak monokromatik ışık kaynağının Japon bildiricinlerinde verim özelliklerini doğrudan etkilediği, ışık spektrumunda kıızılötesine yaklaşıldıkça üreme ile ilgili özelliklerin olumlu etkilendiği, bunun tersine, ışık spektrumunda morötesine yaklaşıldıkça büyüme özelliklerinin olumlu etkilendiği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Büyüme eğrisi, Yumurta verimi, Üreme özellikleri, Yumurta kalitesi, Monokromatik aydınlatma

JÜRİ: Doç. Dr. Doğan NARİNÇ

Prof. Dr. Tülin AKSOY

Prof. Dr. Ali AYGÜN



ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT MONOCHROMATIC LIGHTING APPLICATIONS ON GROWTH AND SOME REPRODUCTIVE TRAITS OF JAPANESE QUAIL

Medine KAYA

MSc in Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Doğan NARİNCİ

May 2022; 56 pages

Lighting is one of the most important environmental factors in poultry, and studies have focused on light intensity, light source, lighting period and light color in many years. In recent years, studies have been carried out on monochromatic light programs realized with LED lighting at different wavelengths. The aim of this study is to reveal the effects of white (control group), green (560 nm), blue (480 nm), red (660 nm) and yellow (600 nm) monochromatic lighting applications on growth and egg yield characteristics of Japanese quails. A total of 450 quail chicks obtained from a more basic flock were used in the study. The same lighting programs were applied to the quails during both the fattening and egg production periods. Weekly live weights of quails were determined individually during the six-week fattening period. When the animals reached the age of six weeks, 36 female and 12 male birds were selected by chance from each experimental group and they were transferred to breeder cages that housed here until the age of 24 weeks, and their daily egg production and sexual maturity ages were determined. Internal and external egg quality characteristics were determined in eggs collected for three consecutive days when quails were 10, 14, 18 and 22 weeks old. While the mean of those exposed to blue, green and yellow light were found to be higher in terms of live weight, the highest mortality occurred in those who were illuminated with red monochromatic lighting at different wavelengths ($P<0.05$). There was no statistical difference between the groups in terms of viability during the egg laying period ($P>0.05$). According to the growth curve analyzes performed using the Gompertz growth model, the mean mature weight parameter averages of the quails treated with yellow monochromatic lighting were found to be higher than the other groups ($P<0.05$). The difference between the experimental groups in terms of 24-week egg production of quails was statistically significant ($P<0.05$). The highest egg production average was found in the experimental group to which red monochromatic lighting was applied, and the experimental groups exposed to yellow and white light had higher averages than those that were exposed to blue and green lighting. As a result, it was determined that the monochromatic light source directly affects the yield characteristics of Japanese quails, egg yield traits are positively affected as the infrared is approached in the light spectrum, and on the contrary, the growth traits are positively affected as the ultraviolet is approached in the light spectrum.

KEYWORDS: Growth curve, Egg yield, Reproductive traits, Egg quality, Monochromatic lighting

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Doğan NARİNÇ

Prof. Dr. Tülin AKSOY

Prof. Dr. Ali AYGÜN



ÖNSÖZ

Gerçekleştirmiş olduğum projede, çalışma süresince ve sonrasında bana yol gösteren, olumlu yaklaşımlarıyla beni cesaretlendiren, bilgisini ve yardımını esirgemeyen, beraber çalışmaktan ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum değerli hocam ve danışmanım Sayın Doç. Dr. Doğan NARİNÇ'e ve lisans öğrenimim boyunca bu alanda bilginin temellerini edindiğim değerli hocam Prof. Dr. Tülin AKSOY'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca bu çalışmada engin tecrübelerinden yararlandığım yüksek lisans arkadaşlarım Sezgi Karal ve Aycan Ulutaş'a, projemde yardımları olan ve yakın zamanda kaybettiğimiz Akdeniz Üniversitesi yüksek lisans öğrencisi Mahmut Şengül'e, tez laboratuvar aşamasında büyük bir özveri ve sabır ile çalışmama katkıda bulunan Afzaal Khan, Dudu Durmaz ve Burcu Ökçe'ye teşekkür ederim.

Son olarak, hayatım boyunca benim yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen sevgili annem ve babama; yol göstericilerim olan ablalarım Özlem KAYA, Çiğdem KAYA ve bilgileriyle bana destek olan ablam veteriner Hekim Songül KAYA'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	5
2.1. Aydınlatma Sistemleri.....	5
2.2. Kanatlı Hayvanlarda Görme Fizyolojisi.....	6
2.3. Aydınlatma ve Performans Özellikleri Arasındaki İlişkiler.....	10
3. MATERYAL VE METOD	12
4. BULGULAR.....	14
4.1. Yaşama Gücü	14
4.2. Gelişim Özellikleri	15
4.2.1. Canlı ağırlık	15
4.2.2. Büyüme Eğrisi	17
4.3. Yumurta Verimi	23
4.4. Üreme Özellikleri.....	25
4.5. Yumurta Kalite Özellikleri.....	27
5. TARTIŞMA	38
5.1. Yaşama Gücü	38
5.2. Büyüme Özellikleri	39
5.2.1. Canlı Ağırlık	39
5.2.2. Büyüme Eğrisi	40
5.3. Yumurta Verimi	41
5.4. Üreme Özellikleri.....	42
5.5. Yumurta Kalite Özellikleri.....	42
6. SONUÇLAR	46
7. KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Farklı monokromatik aydınlatma uygulamalarının Japon bıldırcınlarının büyüme ve bazı üreme özelliklerine etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

29/09/2022

Medine KAYA

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

UV	: Ultra Viyole
g	: Gram
%	: Yüzde
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetre kare
°C	: Santigrat derece
s	: Saniye
t	: Zaman
β_0	: Ergin (asimptotik) Ağırlık
β_1	: Gelişim Oranı (integrasyon sabiti)
β_2	: Büyüme Hızı

Kısaltmalar

AANAT	:Arylalkilamin N-Asetiltransferaz
BNA	: Bükülme Noktası Ağırlığı
BNY	: Bükülme Noktası Yaşı
FSH	: Foliküler Stimülasyon Hormonu
GnIH	: Gonadotropin Salgılatıcı İnhibitör Hormon
HPG	: Hipotalmo-Hipofiz-Gonadal
LED	: Işık Yayan Diyot
LH	: Lüteinize Edici Hormon

mRNA	: Ribozomol RNA
PVN	: Paraventriküler Çekirdek
SCN	: Suprakiazmatik Çekirdek
SKFL	: Soğuk Katot Floresan Lambalar



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Beyaz monokromatik aydınlatılan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri	20
Şekil 4.2. Yeşil monokromatik aydınlatılan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri	20
Şekil 4.3. Sarı monokromatik aydınlatılan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri	21
Şekil 4.4. Mavi monokromatik aydınlatılan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri	21
Şekil 4.5. Kırmızı monokromatik aydınlatılan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri .	22
Şekil 4.6. Deneme gruplarındaki bıldırcınların Gompertz modeli ile oluşturulan büyüme eğrisi grafikleri	22
Şekil 4.7. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 8, 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlardaki yumurta verim ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	23



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Deneme gruplarındaki bıldırcınların büyüme dönemindeki yaşama gücü oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları.....	14
Çizelge 4.2. Deneme gruplarındaki bıldırcınların yumurta verim dönemindeki yaşama gücü oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları	14
Çizelge 4.3. Beyaz monokromatik ışık altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler.....	15
Çizelge 4.4. Yeşil monokromatik ışık altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler.....	15
Çizelge 4.5. Sarı monokromatik ışık altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler.....	16
Çizelge 4.6. Mavi monokromatik ışık altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler.....	16
Çizelge 4.7. Kırmızı monokromatik ışık altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler.....	16
Çizelge 4.8. Deneme gruplarındaki bıldırcınların haftalık canlı ağırlık değerlerine ilişkin MANOVA ve Profil analizi sonuçları.....	17
Çizelge 4.9. Beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	18
Çizelge 4.10. Yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	18
Çizelge 4.11. Sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	18
Çizelge 4.12. Mavi monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	19
Çizelge 4.13. Kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	19
Çizelge 4.14. Deneme gruplarına göre Gompertz büyüme modelinin parametre tahminleri ve hipotez testi sonuçları	19
Çizelge 4.15. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 8, 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlardaki yumurta verim ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	24
Çizelge 4.16. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarından 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlarda toplanan kuluçkalık yumurtaların döllülük (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	25
Çizelge 4.17. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarından 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlarda toplanan kuluçkalık yumurtaların çıkış gücü (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.18. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta ağırlık (g) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	27
Çizelge 4.19. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta sarısı ağırlığı (g) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	28
Çizelge 4.20. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta ak ağırlığı (g) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	29
Çizelge 4.21. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki kabuk ağırlığı ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	30
Çizelge 4.22. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki özgül ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	31

Çizelge 4.23. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta şekil indeksi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	32
Çizelge 4.24. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta ak indeksi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	33
Çizelge 4.25. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta sarı indeksi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	34
Çizelge 4.26. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta Haugh birimi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	35
Çizelge 4.27. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta yüzey alanı (cm ²) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	36
Çizelge 4.28. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta kabuk kalınlığı (mm) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	37



1. GİRİŞ

Et ve yumurta verimi için yetiştirilen kanatlı hayvanlarda en önemli çevresel unsurlardan birisi de aydınlatmadır. Uzun yıllar boyunca kümes hayvanlarına sağlanan aydınlatma konusundaki araştırmaların odak noktası foto periyot ve ışık yoğunluğu olarak kabul görmüştür (Lewis ve Morris, 2000; Liu vd. 2018). Son 60-70 yılda etlik piliçler ile ilgili ıslah ve yetiştirme konusunda gerçekleştirilen çalışmalarda önemli ilerlemeler sağlanmış, iyi bir yem dönüşüm oranı ve yüksek büyüme hızı elde edilmiş, piliçlerin kas kazanımı artırılmaya çalışıldığı için yapay aydınlatma gibi bazı çevresel uygulamalar yoluyla piliç performansının iyileştirilmesi kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Benzer şekilde yumurta verimi için üretilen kanatlı hayvanlarda da hem eşeysel olgunluk yaşının senkronizasyonu hem de yumurta verim döneminde üretimi arttırmaya yönelik aydınlatma programları geliştirilmiştir (Liu vd. 2018). Foto periyot ve ışık yoğunluğundaki değişikliklerle bu alanların her birinde iyileştirmeler sağlanmıştır; bununla birlikte, kanatlıların barındırıldıkları ortamda maruz kaldıkları ışık kaynağı türünün etkisini değerlendiren çok sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. Yeni aydınlatma teknolojilerinin keşfiyle birlikte son dönemlerde ışık dalga boyu konusu da birçok araştırmacının ilgi alanına girmiştir (Manser, 1996).

Günümüzde endüstriyel ve tarımsal üretim alanlarında olduğu kadar evlerde ve ofislerde de enerji yönünden verimli aydınlatma sistemlerinin kullanımı yoğunlaşmıştır. Bilimsel çalışmaların odaklandığı konuların kapsamlarına bakıldığında ise bu teknolojilerin tarımsal üretim üzerindeki etkisini araştırmaya olan merak gözlemlenmektedir (EISA, 2007). Işık teknolojisi, alternatif ve yüksek verimli ışık lambalarının gelişmesiyle son zamanlarda tarım endüstrisinin ilgisini çekmektedir. Bir ampul içinde ısıtılmış bir filamentten oluşan standart akkor lambalar kısa bir çalışma ömrüne sahiptir ve çektiği enerjinin sadece %5'ini kullanılabilir ışığa dönüştürerek kalan enerjiyi ısı olarak boşa harcamaktadır (Matsumoto ve Tomita, 2010). Bu gibi ampuller özellikle hobi amaçlı kanatlı üretimi yapan işletmelerde kuluçka sonrasında civcivlere hem aydınlatma hem de ısı sağlamak amacıyla kullanılmaktadır ama ticari üretimde tamamen terkedilmiştir. Bu aydınlatma sistemine alternatif olan teknolojiler arasında LED ve floresan lambalar bulunmaktadır. LED lambalar, elektrik enerjisini fotonlar halinde serbest bırakan, fotonların enerji durumuna göre farklı renkler üreten bileşik yarı iletken cihazlardır (Jacob, 2009). Soğuk katot floresan lambaların (SKFL) çalışma sistemi bir elektrotta yüksek voltaj uygulanmasıyla ampul içindeki cıvanın uyarılması ve UV ışığın yayılmasıyla gerçekleşmektedir. UV ışık daha sonra ampulün iç kısmında kaplanmış fosfor ile görünür ışığa dönüştürülmektedir (Alberts vd., 2010). LED lambaların çalışma sistemin en büyük avantajı olan %90'a varan enerji tasarrufuna ek olarak, SKFL lambalardan farkı bulunduğu ortamda fark edilebilir bir titreme olmadan daha istikrarlı bir renk oluşturmastır. LED lambalar, SKFL lambalarda olduğu gibi ön ısıtma veya başlatma süresi gerektirmeme avantajına da sahiptir ve cıva içermedikleri için çevresel olarak daha sürdürülebilir bir ışık kaynağıdır (Bedecarrats, 2011; Rea, 2010). LED lambaların bu avantajlarına karşılık SKFL lambaları, tam parlaklığa ulaşmak için birkaç dakikaya kadar süren bir başlatma süresi gerektirir ve ışık emisyonu için cıva kullanmaktadır (Alberts vd. 2010).

Benson vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada üç büyük ölçekli etlik piliç kümesinde akkor lamba, LED ve SKFL aydınlatma sistemleri kullanılmıştır. Lamba enerji verimliliği, lamba performansı ve piliç performansına ilişkin veriler, her bir lamba

türü için 3 grup üzerinden toplanmıştır. Çalışma sonuçları hem SKFL hem de LED ışıklı lambaların düşük işletme maliyetiyle yüksek verimliliğe neden olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada SKFL için %88 enerji tasarrufu ve LED için %95 enerji tasarrufu sağlanmıştır (Benson vd., 2013). Sullivan ve Watkins (2011) tarafından yürütülen benzer bir araştırmada ticari etlik piliç kümeslerine üç farklı LED aydınlatma sistemi yerleştirilmiş ve kanatlı performansından ödün vermeden standart akkor lambalara kıyasla yaklaşık olarak %80 enerji tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada 8 watt SKFL lambalar kullanılarak ancak %66 enerji tasarrufu sağlandığı; bununla yanında SKFL lambaların hem LED lambalara kıyasla daha kısa bir kullanım ömrü olduğu, hem de lamba lümeninin değer kaybetmesi ve toz birikmesi nedeniyle ışık çıkış kaybı gösterdiği de tespit edilmiştir. SKFL teknolojisi 25.000 saatlik bir ömre sahip olabilse de tipik olarak lamba fosforunun bozulması nedeniyle ışık çıkışında verim kaybı gerçekleşmektedir (Kahl, 1998).

Kanatlı hayvanlar 105 Hz civarındaki görsel frekansa duyarlıdır ve bu değer 60 Hz'e kadar duyarlı olan insanların duyarlılığının neredeyse iki katıdır (Widowski, 2010). Çoğu SKFL lambanın iki hat halinde yayılım sağlayan 120 Hz frekansında insanlar yayılan ışığı sürekli olarak görebilirken, tavukların algısı daha hassas olduğundan dolayı, yayılan ışığı titreşimli olarak algılamalarına neden olabileceğine dair endişeler bulunmaktadır (Nuboer vd., 1992). Evcil tavuklar, kümeslere yerleştirilen ışık teknolojilerinden farklı şekilde etkilenebilecek oldukça hassas, karmaşık gözlerle ve gelişmiş fotoreseptörlerle oluşmuş sistemlerine sahiptir. Işık kanatlı hayvanın gözüne girer ve gözün arkasındaki duyuşal retina dokusuna çarpar. Işık, retina dokusundaki rodopsin ve iyodopsin gibi fotopigmentler tarafından emilir ve burada elektrik sinyaline dönüştürülerek optik sinirler tarafından beynin optik loblarına iletilir (Lewis ve Morris, 2006). Tavuklar, görmeyi iyileştirdiği düşünülen çubuklar, koniler ve yağ damlacıkları dahil olmak üzere çeşitli görsel reseptörlerin kullanımıyla ultraviyole aralığı da dahil olmak üzere geniş bir ışık spektrumu aralığını görebilirler (Meyer 1986). Bu mekanizmalar, 400-480 nm (mavi-yeşil ışık), 560-570 nm (sarı) ve 580-650 nm (turuncu-kırmızı) arasında oluşan tepe noktalarıyla, kanatlıların insanlara kıyasla yüksek bir spektral duyarlılığa sahip olmasını sağlar (Lewis ve Morris 2006). Geçmişte, kümes hayvanlarında, büyüme ve üretim üzerindeki etkilerini incelemek için kuşların çeşitli ışık kaynaklarına maruz bırakıldığı çalışmaların çoğunda ekstraretinal fotoreseptörlerin varlığı bilinmediğinden dolayı ışık renklerinin etkilerinin arkasındaki mekanizma tam olarak açıklanamamıştır.

Kanatlı hayvanların gözünde 415, 450, 550 ve 700 nanometre (nm) ışık dalga boyuna maksimum duyarlılığa sahip dört tip fotoreseptör bulunmaktadır (Lewis ve Morris, 2000). Bu dört tip retinal fotoreseptör, kuşun tetrakromatik görüşünden sorumludur (Osorio ve Vorobyev, 2008). Retinal fotoreseptörlere ek olarak, kuşlar ayrıca ekstra retinal fotoreseptörlere sahiptir. Epifiz bezi ve hipotalamusta bulunan ekstraretinal fotoreseptörler, kuşlarda sirkadyen ritim, endokrin fonksiyonlar, hareket ve üremeden sorumludur (Baxter vd. 2014). Kanatlı hayvanların görüşündeki bu yüksek hassasiyet, onların bazı kaynaklardan gelen ışığı insanlardan daha yoğun olarak algılamasına neden olmaktadır ve bu durum kanatlılarda davranışsal ve fizyolojik tepkilere neden olabilir (Meyer 1986; Saunders vd. 2008). Retina dokusu ayrıca, beyin yarım küreleri ve beyincik arasında ortalanmış üçgen bir bölgede beyin yüzeyinde yer alan küçük bir endokrin bez olan epifiz bezinde melatonin üretiminin düzenlenmesinde rol oynar. Bu bez hem

sirkadiyen ritmin düzenleyicisi hem de ışığa karşı davranışsal ve fizyolojik tepki için ana itici güç olan retinohipotalamik yol olarak adlandırılan bir sinyal yolu aracılığıyla retina ve hipotalamus tarafından iletilen duyuşal bilgilere yakından bağı olan fotoreseptör olarak çok önemlidir (Brandstatter vd. 2000; Gwinner ve Hau, 2000). Epifiz bezi melatonin üretiminin ana kaynağıdır; melatonin, epifiz bezi veya retina dokusu tarafından alınan ışık eksikliği ile ritmik olarak üretilen “karanlık regüle” bir hormondur (Kumar, 2002). Tavukta epifiz bezi, ya kafatasına ve kranial dokulara nüfuz edecek kadar güçlü ışık yoğunluğuna ya da melatonin üretimini inhibe etmek için retina dokusundan gelen negatif geribildirimle bağıdır (Meyer 1986). Düşük ışık koşullarında retina dokusu, melatonin üretimi için gerekli bir enzim olan serotonin-N-asetiltransferaz üretimini baskılayan dopamini serbest bırakarak yanıt verebilir (Lewis ve Morris, 2006). Bu, ışığın doğrudan epifiz bezini uyarmak için hayvanın kafatasına nüfuz etmesinin mümkün olmadığı çok düşük ışık seviyelerinde (4 lüksten az) bile kuşun melatonin üretimini bastırmasına izin verir. Epifiz bezi, esas olarak, tam spektrumlu beyaz ışığın büyük bir bölümünü oluşturan ve kafatasına daha kolay nüfuz edebilen daha uzun dalga boyları (kırmızı, turuncu) tarafından doğrudan uyarılır (Prayitno vd. 1997). Brandstatter vd. (2000), epifiz bezinin aynı zamanda fotoperiyodun uzunluğu hakkında bilgi depolayabildiğini ve saklayabildiğini, bunun da kanatlıların gün uzunluğunu tahmin etmelerine olanak sağlayabileceğini ve bunun sonucunda beslenme, üreme, tüy değiştirme ve diğer doğal davranışları etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Hem yumurta tavuğu hem de etlik piliç endüstrilerinde, retinohipotalamik kanal yoluyla aktiviteyi artırarak kanatlıların büyümesini, üremesini ve sağlığını optimize etmek için çeşitli aydınlatma programları halihazırda uygulanmaktadır.

Işık yayan diyot (LED), bir ışık spektrumu seçme yeteneği ile daha iyi enerji verimliliği ve daha uzun kullanım ömrü sağlayan gelişmiş bir ışık yayım teknolojisidir. Farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulamaları özellikle son yıllarda kanatlı hayvanların performanslarını artırmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Archer, 2018). Pek çok çalışma sonucuna göre farklı dalga boylarındaki ışığın kanatlı hayvanların fizyolojisini düzenlemede rol oynadığı ortaya konulmuştur. Li vd. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, ışığın dalga boyunun büyümeyi teşvik etme, yumurta üretimini artırma, stresi azaltma, döllülüğü artırma ve yumurta kalitesini iyileştirme potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada, piliç büyütme ve yumurta verim dönemlerindeki aydınlatma sistemlerinin eşeşsel olgunluk öncesi canlı ağırlık artışını düzenlemede ve yumurta üretimini manipule edebileceği gösterilmiştir (Li vd. 2014).

Gerçekleştirilen bazı çalışma sonuçlarına göre ışığın dalga boyu morötesine yaklaştıkça kanatlı hayvanların büyüme ve gelişme özelliklerinde iyileşme ve hayvanlarda sakin bir mizaç gözlenirken, ışığın dalga boyu kırmızıötesine yaklaştıkça yumurta verimi, üreme gibi özelliklerde iyileşmeler gözlenmekte, hayvanlar daha hareketli ve aktif olmaktadır (kaynaklar). Fakat aksi yönde bulgular bildiren ya da ışık dalga boyunun kanatlı hayvanlarda verim veya davranış özelliklerini etkilemediğini iddia eden çalışmalar da bulunmaktadır. Bunun yanında yapılan çalışmaların çoğunda tavuk türü kullanılmış olup, diğer kanatlı türlerinin kullanıldığı çalışmaların sayısı oldukça azdır. Türkiye’de kanatlı eti ve yumurtasından bahsedildiğinde ön planda olan tavuk türünden elde edilen ürünlerdir ve bahsedilen total et üretiminin %95’i ile yumurta üretiminin %99’u tavuk türünden elde edilmektedir. Fakat kanatlı eti üretimi fazla olan

pek çok gelişmiş ülkede toplam üretim hacminin önemli payı (%10-20) diğer türlerden sağlanmaktadır. Yine benzer şekilde Uzak Doğu ülkelerindeki toplam yumurta üretiminin önemli oranları diğer kanatlı türlerinden elde edilmektedir. Ülkemizde mevcut olan bu durumun nedeni tavukların miktar olarak fazla olmasından kaynaklanmamakta, et ve yumurta için üretilen diğer kanatlı türlerinin üretim miktarının düşüklüğündendir. Türkiye’de tavuk haricindeki diğer kanatlı türlerinin yetiştiriciliği mevcuttur, ancak işletme sayısı, toplam üretim kapasitesi ve verimlilik oldukça geridedir. Bu durum söz konusu türlerin ürün miktarının yükseltilmesi için mevcut potansiyeli göstermektedir. Kümes hayvanları içerisinde değerli et ve yumurtası için ticari olarak yetiştiriciliği yapılan en küçük tür olan bıldırcınlar, hastalıklara dayanıklılık, erken ve hızlı gelişim, küçük işletme üretimine uygunluk, kuşaklar arası sürenin kısa olması ve oldukça yüksek verimlilikleri nedeniyle ön plana çıkmaktadır. Aynı zamanda Japon bıldırcını kullanılarak gerçekleştirilen bilimsel çalışmalardan elde edilen bulguların diğer kanatlı türlerine de aktarılabilmesi nedeniyle model hayvan olarak da tanımlanmaktadır. Ülkemizde bıldırcın ticari bıldırcın yetiştiriciliği yapan üreticiler mevcuttur, ancak ellerindeki sürülerde ıslah çalışması yapılmadığından dolayı ve bunun yanında bilgi eksikliklerinden dolayı verimlilik çok düşüktür. Hayvan ıslahının genel prensiplerinden birisi olan genotipin ıslahının mümkün olmadığı durumlarda çevresel iyileştirmelerin verimliliğe olumlu etkisi olacağı bilinmektedir. Bu nedenle bıldırcın yetiştiriciliğinde çevresel iyileştirmelerin verim düzeylerine etkileri merak konusudur. Kanatlı hayvan yetiştiriciliğinde en önemli çevresel unsurlardan birisi olan aydınlatmanın konu edildiği bu çalışmanın amacı Japon bıldırcınlarında hem büyütme ve yumurta verim dönemlerinde beyaz, yeşil, sarı, mavi ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanmasının verim özelliklerine etkilerinin belirlenmesidir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Aydınlatma Sistemleri

Işık boşlukta saatte 186.000 mil hıza sahip herhangi bir dalga boyunun elektromanyetik radyasyonu olarak tanımlanmaktadır (Merriam-Webster, 2020). Güneş ışığı, elektromanyetik radyasyonun en bol kaynağı olarak gösterilebileceği gibi Gama ışınları, X ışınları, mikrodalgalar ve radyo dalgaları da elektromanyetik radyasyonun örnek olarak gösterilebilecek parçalarıdır. Genel olarak ışık, genellikle görsel reseptörlerin uyarılmasıyla gerçekleşen duyumu ifade eder ve bu duyu algısı insanlar için 400-700 nm dalga boyu aralığındadır (Osorio ve Vorobyev, 2008). Neredeyse tüm evcil tavuklar kapalı mekanlarda yetiştirilir ve yapay aydınlatma kullanılmaktadır. Kanatlı tesislerinin günümüzdeki modern haline sürecinde kapsamlı üretim sistemleri ve çevre kontrollü koşullar sağlanmış, bunun yanında geliştirilen kapsamlı aydınlatma programlarıyla maksimum verim ve üreme için kanatlı hayvanların fizyolojisi optimize edilmiştir (Liou vd. 1987). Bu nedenle yapay aydınlatma modern kümes hayvancılığı sistemlerinin önemli bir parçasıdır.

Akkor ampullerden sağlanan ışık, genellikle bir tungsten tel kullanılarak filaman olan katı bir nesnenin ısıtılmasıyla üretilir (Houston ve Kennely, 1896). Bu parıltı, güneş gibi pürüzsüz ve sürekli bir ışık spektrumu sağlar. Akkor ampulden elde edilen ışık çok parlaktır ve kamaşmayı azaltmak için genellikle armatürle birlikte kullanılmaktadır (ASAE, 2005). Akkor ampüller aşırı miktarda ısı üretir ve ticari kanatlı sistemlerinde uygun maliyetli değildir (Vandenberg, 2003). Pyrzak vd. (1987) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 19 ila 50 haftalık yaşlar arasında yumurta tavuklarında mavi, yeşil, kırmızı akkor ve flüoresan aydınlatma uygulamalarının yumurta verimi ve yumurta kalitesi üzerindeki etkileri karşılaştırılmış ve mavi ile yeşil ışık yayan akkor ampullerle aydınlatılan tavukların en düşük yumurta verim ortalamasına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar akkor ampul altında yetiştirilen tüm tavukların daha düşük yumurta ağırlığına sahip olduklarını bildirmişlerdir (Pyrzak vd. 1987). Başka bir çalışmada kahverengi yumurtacı hibritlere mavi, kırmızı, beyaz LED ve akkor ampuller kullanılarak aydınlatma uygulamaları yapılmış, akkor ışığın yumurta üretimini önemli ölçüde azalttığı ortaya konulmuştur (Min vd. 2012).

Floresan lambalar, düşük basınçlı cıva buharı ve diğer gazlarla bir elektrik akımının içi boş bir tüpten geçmesiyle görünür ışık üretmektedir (Bright, 1949). Özellikle son 25-30 yıllık dönemde floresan lambalar, enerji verimliliği ve dayanıklılıkları nedeniyle ticari yumurtacı sistemlerinde akkor ampullerin yerine kullanılmaktadır. Bazı çalışmalarda araştırmacılar floresan ve LED aydınlatma sistemlerini karşılaştırmış, yumurta üretimi ve yumurta kalitesi ile benzer sonuçlar bulmuşlardır (Long vd. 2016a, b; Liu vd. 2018). Long vd. (2016a) floresan ve LED aydınlatma sistemlerinde 20-70 haftalar arasındaki yumurta tavuklarının üretim performansını, yumurta kalitesini ve refahını karşılaştırmak için yaptıkları bir çalışmada, iki aydınlatma arasında yumurta üretimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve ölüm oranı bakımından benzer sonuçlar bulmuşlardır. Ancak Uzun vd. (2016a), floresan ile aydınlatılan kümeslerdeki yumurta üretiminin daha yüksek olduğunu iddia etmişlerdir. Floresanın LED aydınlatma sistemine kıyasla daha düşük enerji verimliliği nedeniyle, eğilim kümes hayvanı tesislerinde modern LED ışıkların kullanılması yönündedir.

Yüksek yoğunluklu deşarj lambaları, aydınlatmak için bir gaz kaynağı kullanan ışık kaynaklarıdır. Bu lambada kullanılan gazlar genellikle cıva buharı, halojenür veya sodyum olmakla birlikte ışık üreten bir elektrik-gaz deşarjı ile çalışmaktadırlar (Born, 2001). Bu ışık kaynağı, yüksek ısı deşarjı nedeniyle sınırlı bir uygulamaya sahiptir. Bu lambalar genellikle tek tip bir ışık dağılımı sağlamak için sivri çatılı damızlık ve hindi kümeslerinde kullanılır (Cheng, 2018). Yüksek yoğunluklu deşarj lambalarının kısa süreli kullanılması ve aralıklı olarak çalıştırılması önerilir (ASAE, 2005). Bu nedenle, yüksek yoğunluklu deşarj lambaları ticari yumurtacı ya da etlik piliç kümeslerinde yaygın olarak kullanılmaz.

Işık yayan diyot (LED) lambalar ilk olarak 1962'de keşfedilmiştir (Holonyak ve Bevacqua, 1962). LED'ler, galyum arsenit kristallerine dayalı yarı iletken lazerlerdir (Gerrard vd. 2007). Verimlilikleri, dayanıklılıkları, satın alınma maliyeti ile kolaylığı ve belirli dalga boylarında ışık üretme yetenekleri nedeniyle, LED'ler diğer aydınlatma sistemlerine göre son dönemde daha fazla tercih edilir hale gelmiştir. Araştırmalar ayrıca LED ışığın, kompakt floresan ışıklı ampullere kıyasla yem dönüşümünü ve kanatlıların refahını iyileştirebileceğini göstermiştir (Min vd. 2012; Huth ve Archer 2015). Ayrıca birçok araştırmacı kırmızı LED altındaki kanatlıların diğer ışıklara göre daha erken yumurtlamaya başladığını belirlemişlerdir (Gongruttananun, 2011; Min vd. 2012; Li vd. 2014). Fakat bilimsel literatürde bu konu ile ilgili tutarsız sonuçlar bulunmaktadır. Lui vd. (2018) 17-41 haftalık yaşlar arasında ticari yumurta tavuklarında mavi ve kırmızı LED'leri floresan aydınlatma ile karşılaştırmış ve eşeysel olgunluk yaşı, yumurta üretimi ve yumurta kalitesi bakımından benzer sonuçlar bulmuştur. Ancak, yaptıkları çalışmada iki ışık kaynağı arasında ekonomiklik, dayanıklılık ve satın alınabilirlik karşılaştırılmamıştır. Günümüzde ticari yumurtacıların yönetimine ilişkin yönergeler ve öneriler, bugünün standartlarına uymayan floresan ampullere ve akkor lambaya göre hazırlanmıştır. Kanatlı endüstrisi, üretim maliyetini en aza indirmek ve genel karlılığı artırmak için LED gibi yeni teknolojileri benimserken, yumurta tavuklarının fizyolojisi, davranışı ve performansı üzerinde spektruma özgü çeşitli etkileri olan LED ışıklarla ilgili araştırmalara ihtiyaç vardır.

2.2. Kanatlı Hayvanlarda Görme Fizyolojisi

Görme, retina fotoreseptörleri tarafından gözler aracılığıyla dışardan alınan uyarımın elektrik sinyallerine dönüştürülerek görsel ipuçlarının beyine iletilmesi sürecidir (Merriam-Webster, 2011). Kuş türlerinde ışığın kornea, ön odacıklar, lens, camısı cisim ve retinadan geçerek beyne bir uyarı oluşturma mekanizması memelilerdekine benzerdir (Güntürkün vd. 2000). Ancak kanatlı gözü, memeli gözüne göre beyne oranla çok daha büyüktür (Güntürkün vd. 2000). Ayrıca kanatlı gözlerinde tetrakromatik fotoreseptörler bulunur (Lewis ve Morris, 2000). Kuşlar, ultraviyole, kısa, orta ve uzun dalga boylu ışıkları algılayabilen dört tip retinal koni fotoreseptörüne sahiptir (Osorio ve Vorobyev, 2008). Fotoreseptörler esas olarak retina, epifiz bezi ve hipotalamusta bulunur (Baxter 2015). Fotoreseptörler temel olarak A vitamininin bir aldehidine bağlı bir protein olan opsin'den oluşur ve bu yapıya kromofor denir. Bu kromoforlar, bir ışık fotonu emdiğinde, fotoreseptörlerden nörotransmitterlerin salınmasına yol açan biyokimyasal bir sürece yol açan konformasyonel değişikliklerden geçebilir (Hart 2001). Tetrakromatik fotoreseptörler, 415, 450, 550 ve 700 nm dalga

boyundaki ışığa karşı maksimum duyarlılığa sahiptir (Lewis ve Morris, 2000). Daha büyük bir göz oranı ve tetrakromatik fotoreseptörlerin varlığı, kuş türlerinin rengi memeli gözünden daha fazla algılamasına yardımcı olur (Hunt vd. 2009). Daha uzun dalga boyundaki ışığın soğurulmasından sorumlu olan gözün retinasında bulunan pigmente iyodopsin adı verilir (Yoshizawa ve Imamoto, 1995). Kuşlar ayrıca uzun dalga boylu ışıkla (örneğin kırmızı ışık) uyarılabilen harici fotoreseptörlere sahiptir. Daha uzun dalga boyları, kafatasına doğrudan nüfuz edebilir ve kuş beyninin daha derin dokusuna ulaşabilir (Benoit, 1964; Lewis ve Morris, 2000). Halford vd. (2009), beynin hipotalamik bölgesinde yer alan omurgalı antik opsin reseptörlerinin daha uzun dalga boyları (450-500 nm) tarafından uyarıldığını belirlemiştir.

Çok sayıda araştırmacı, kırmızı ışık gibi daha uzun ışık dalga boylarının, daha kısa dalga boylarına kıyasla ticari yumurta tavuklarında üremenin yanı sıra cinsel gelişimi de iyileştirdiğini bulmuşlardır (Pyrzak vd. 1987; Wang vd. 2015; Baxter vd. 2014; Okçu 2018). Ayrıca, Rothery vd. (2017), kırmızı ışık spektrumunun kuş gözünün çevresini daha iyi görselleştirmesine yardımcı olduğunu, böylece yem ve su tüketimi gibi konularda olumlu etkiler ortaya çıkarıp, kümes içerisinde hayvanlar tarafından kurulan hiyerarşi düzenine de katkı sağladığını ortaya koymuşlardır. Kırmızı ışığın, üreme hormonlarının ve organ gelişiminin daha yüksek seviyelerini artıran HPG eksenindeki opsin reseptörlerini uyardığı gösterilmiştir (Sharp, 2005; Reddy vd. 2012). Bu uyarılar ayrıca kuşlarda daha büyük yumurtalık folikülleri ve yumurta sarısı foliküllerinin sayısında (>8 mm) bir artış ile ilişkilidir (Reddy vd. 2012). Daha uzun dalga boyundaki ışığa maruz kalan kuşlarda gonadotropin salgılatıcı inhibitör hormon (GnIH) mRNA ekspresyonunda da bir artış bulunmaktadır (Sharp 2005).

Bazı araştırmalarda yeşil ve mavi ışığın yumurta üretimini azalttığını ancak yumurta kalitesini iyileştirdiği iddia edilmiştir (Er vd. 2007; Hassan vd. 2014; Li vd. 2014). Ayrıca, mavi ışık, gelişmiş büyüme (Li vd. 2014) ve yem arama ve hiyerarşi oluşturmaya daha az zaman (Sultana vd. 2013) ile ilişkilendirilmiştir. Bu nedenle, yumurta tavuğunun büyümesi ve üretimi için en uygun koşulları sağlamak için algıdaki bu farklılıkların daha iyi anlaşılması gerekir. Tavuklar, ışığın süresi, yoğunluğu ve spektrumundan etkilenir. Işık, çeşitli ortamlarda yumurtlayan tavuklarda eşeyssel olgunluk öncesindeki büyümeyi, eşeyssel olgunluk yaşını, yumurta ağırlığını ve yumurta verimini optimize etmeye yardımcı olmak için bir yönetim aracı olarak kullanılabilir.

Açık rengin özelliği, ışığın spektral bileşimine bağlıdır. Kuş gözünde bulunan tetrakromatik fotoreseptörler, 415, 450, 550 ve 700 nm dalga boylarındaki ışığa karşı en yüksek duyarlılığa sahiptir (Lewis ve Morris, 2000). Prescott ve Wathes (1999) tarafından gerçekleştirilen bir davranış araştırmasında, kanatlı hayvanlar renkli iki panel arasındaki şeffaf bir bölgeyi gagalayarak yem almak üzere eğitilmişlerdir. Panelin rengi, 326'dan 640 nm'ye kadar çeşitli dalga boylarında ve farklı tanımlanmış 13 dar bant genişliği filtresi aracılığıyla düzenlenmiştir. Sonuçlar kanatlıların 540 ila 577 nm dalga boyu spektrumuna karşı maksimum duyarlılığa sahip olduğunu göstermiştir. Kanatlı hayvanların ışık renginin yoğunluk algısının, kuşun retinasındaki spektral duyarlılıkla ilişkili olduğu bulunmuştur (Prescott ve Wathes 1999). Yeşil veya mavi ışık, aynı yoğunluğa sahip kırmızı ışığa kıyasla kuşları uyarmak için daha yüksek bir yoğunluğa ihtiyaç duymaktadır (Prayitno ve Phillips 1997). Epifiz ve retina fotoreseptörleri, daha uzun bir ışık dalga boyu tarafından uyarılır (Lewis ve Morris 2000). Retinal fotoreseptörlerin uyarılması, davranış değişikliklerinin ortaya çıkmasına neden olur ve

kuşlarda üremeyi baskılar (Lewis ve Morris 2000). Hipotalamik fotoreseptörlerin uyarılması, üreme ekseninde sinyal veren melatonin değişikliği yoluyla üremeyi uyarır (Ubuka vd. 2005). Dalga boyunun yanı sıra, kompakt floresan ve akkor ampullerde kümes hayvanlarında titreşim modülasyonu da araştırılmıştır (Widowski ve Duncan 1996). Yumurta tavukları üzerinde yapılan araştırma, tavukların daha düşük veya daha yüksek yoğunluktaki titreşimleri tercih etmediğini ve düşük frekanslı titreşimlerin tavuk refahı üzerinde herhangi bir olumsuz etki olmaksızın kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Widowski ve Duncan 1996).

Kanatlı hayvanlarda önemli hormonları değiştirerek davranış ve fizyolojisini etkileyen ışık şiddeti, fotoperiyot, ışık kaynağı ve dalga boyu gibi çeşitli faktörler bulunmaktadır (Manser 1996). Görsel olarak algılanan ışık, kümes hayvanlarında sirkadiyen zamanı etkiler (Liou vd. 1987). Sirkadiyen ritimden sorumlu olan sirkadiyen zaman, hipotalamusun ventral yüzündeki suprakiazmatik çekirdek (SCN) tarafından düzenlenir (Johnston 2005). Fotoreseptörler göz içindeki ışığı algılar. Bir kez uyarım gerçekleştiğinde fotoreseptörler optik sinir tarafından nöronal bir dürtü olarak iletilen uyarıyı üretir. Optik sinir, bu uyarımı hipotalamustan ve beyindeki merkezi ganglionlara götürür. Daha sonra lateral genikulat çekirdekten geçer ve görsel kortekse iletilir (Rattenborg 2016). Hipotalamusun uyarılması gonadotropin ve prolaktin salgılanmasına neden olur (Sharp vd. 1998). Daha yüksek plazma prolaktin konsantrasyonu, uzun gün uzunluğundan sonra gün uzunluğunda azalma olan fotorefrakterlik yoluyla gonadal gerileme ile ilişkilendirilmiştir (Sharp vd. 1998).

Kanatlı hayvanlarda üreme, uyarıcı bir nöropeptid gonadotropin salgılatıcı hormon (GnRH) ve bir inhibitör nöropeptid gonadotropin inhibitör hormon (GnIH) olmak üzere iki nöropeptid tarafından düzenlenir. Hipotalamus, hem gonadotropinlerin, GnRH hem de GnIH'nin üretiminden sorumludur (Tsutsui vd. 2000; Bentley vd. 2008). Derin beyin dokusunda hipotalamik opsinlerin harici fotostimülasyonu, bu tür nöropeptid hormonlarının salınımını uyarıcı bir sinir impulsunun transdüksiyonuna neden olur (Benoit 1964; Lewis ve Morris 2000a). Bu hipotalamik nöropeptitler, GnRH ve gonadotropinlerin salınımını inhibe etmek için hem hipotalamus hem de ön hipofiz bezi üzerinde hareket eder. Önceki araştırmalar, geceleri yapay ışığa maruz kalan kuşların üreme organlarının, geceleri herhangi bir yapay ışığa maruz kalmayan kuşlardan bir ay önce geliştiğini ortaya koymuştur (Dominoni vd. 2013). Hem uyarıcı hem de engelleyici yolların fotoperiyot (Yasuo vd. 2003) ve ışığın dalga boyu (Wang vd. 2015) tarafından düzenlendiği bulunmuştur. Yasuo vd. (2003) kuşları uzun bir güne (16L:8D) maruz bırakmanın, kısa günlere (4L:20D) kıyasla hipotalamusta sirkadiyen ritim ile ilgili genlerinin, beyin ve kas aril hidrokarbon reseptörü nükleer translokatorün (BAM1 proteini gibi) genlerinin ekspresyonunu arttırdığını bulmuştur. Bu nedenle, daha uzun ışık periyotları kuşların cinsel olgunluğa daha erken erişmelerine yardımcı olabilir ve kısa gün periyotları sirkadiyen ritmin düzenlenmesi yoluyla ters etkiye sahip olabilir. Benzer şekilde, mavi, yeşil ve beyaz ışığa kıyasla monokromatik kırmızı ışığın BMAL1 geninin ekspresyonunu arttırdığı ve kuşlarda cinsel olgunluğu uyardığı gösterilmiştir (Wang vd. 2015).

Gonadotropinin uyarılması, gonadal gelişimi ve steroid hormonları, progesteron ve estradiol sentezini destekler (Robinson ve Etches 1986). Estradiol, kuşlarda üreme sisteminin büyümesini, ikincil cinsel özellikleri ve cinsel olgunluğu uyarır (Etches 1996). Progesteron, kümes hayvanlarında yumurtlama öncesi lüteinize edici hormonlar (LH)

üretmek yumurtlamayı düzenlemekten sorumludur (Robinson ve Etches 1986). Benzer şekilde, hipotalamusun adenohipofizinin fotostimülasyonu, ön hipofizden başka bir gonadotropin, foliküler stimülasyon hormonu (FSH) ve LH salgılayan GnRH salınımını uyarır (Hertelendy vd. 1982). Kanatlı hayvanları kırmızı ışık gibi daha uzun dalga boylarına maruz bırakmanın yumurtalıktaki folikül sayısını 8 mm'den fazla arttırdığı belirlenmiştir (Reddy vd. 2012). Daha uzun dalga boylarındaki ışığın, kuşlarda derin beyin fotoreseptörlerini ve mevsimsel üremeyi uyardığı tahmin edilmektedir (Sharp 2005). Derin beyin stimülasyonu, dişi üreme sisteminde yumurtanın olgunlaşması ve gelişmesi üzerinde önemli etkiye sahiptir.

FSH ve LH, östradiol ve progesteron ile yumurta tavuğunda üreme döngüsünü de etkiler (Sharp vd. 1998). Progesteronun katabolizmasından ve yumurtalık düzeyinde östrojen sentezinden sorumlu olan hidroksisteroid dehidrojenaz enzimi (Nakane vd. 2010), kandaki LH konsantrasyonu yükseldikçe artmaktadır (Jin vd. 2011). 72-82 haftalar arasında kırmızı ışığa maruz kalan yumurta tavuklarında yapılan araştırmalar, serum östrojen ve LH konsantrasyonunda önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur (Reddy vd. 2012). Yine aynı çalışmada kırmızı ışıkta daha yüksek yumurta üretimi ile GnRH ifadesinde bir artış tespit edilmiştir. Reddy vd. (2012) tarafından verim döneminde her üç saatte bir kontrol edilen hormon seviyelerine göre daha düşük östrojen seviyelerinin ve daha yüksek progesteron seviyelerinin, daha uzun ışık dalga boyu tarafından engellenebileceği ortaya konulmuştur.

Melatonin, ışık tarafından düzenlenen bir diğer önemli hormondur (Ubuka vd. 2005). Epifiz bezi, fotopigment pinopsin ve melanopsin içeren fotoreseptörlere sahiptir (Holthues vd. 2004). Pinopsin, ışığın engelleyici etkileriyle melatonin sentezine aracılık eder ve melanopsin sirkadiyen zamanı düzenler (Holthues vd. 2004). Sirkadiyen ritme ek olarak, inhibitör hipotalamik nöropeptidlerin salınımı melatonin ile bağlantılıdır (Baxter 2015). GnIH salınımı karanlık dönemde retina ve epifiz bezinde üretilen melatonin tarafından uyarılır (Gwinner vd. 1997; Chowdhury vd. 2013). Melatonin, paraventriküler çekirdekteki (PVN) GnIH nöronlarını doğrudan etkilemektedir (Ubuka vd. 2005). Bu bulgu, artan fotoperiyotların melatonin üretimi üzerinde olumsuz bir geri bildirime sahip olduğu ve bunun GnIH'nin azalmasına ve GnRH'nin artmasına neden olduğu anlayışına yol açmıştır. Aralıklı fotoperiyot tarafından üretilen daha yüksek bir melatonin seviyesinin GnIH ekspresyonunu azalttığı gösterilmiştir (Ubuka vd. 2005). Melatonin ayrıca kanatlı hayvanlarda serotonin seviyelerinin düzenlenmesinde rol oynar. Kuşların epifiz bezinde bulunan arylalkilamin N-asetiltransferaz (AANAT) enzimi, serotonin modifikasyonu ile ritmik (gece ve gündüz) melatonin üretiminde rol oynar (Jin vd. 2011). Yüksek serotonin seviyeleri, kuşlarda saldırgan davranışlar ve baskılanmış üreme özellikleri ile ilişkilendirilmiştir (Mobarkey vd. 2013). Yeşil ışığa maruz kalan etlik piliç damızlıklarının, normal beyaz ışığa maruz kalan hayvanlara kıyasla daha yüksek serotonin seviyelerine ve önemli ölçüde daha düşük yumurta üretimine sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak serotonin sekresyonu ve serotonin biyosentezinden sorumlu triptofan hidroksilaz enziminin seçici geri dönüşümsüz bir inhibitörü olan paraklorfinilanin ile bloke edildiğinde, kuşun üreme potansiyelinin değişmediği belirlenmiştir (Jouvet 1999). Bu durum daha kısa dalga boylarındaki ışığın, retina uyarısı olmadan bile, serotoninin düzenlenmesiyle kuşlarda üremeyi baskılayabildiğini göstermektedir (Mobarkey vd. 2013).

2.3. Aydınlatma ve Performans Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Büyüme, canlı ağırlık artışının ölçüsüdür ve etlik piliçler için en önemli ekonomik özelliklerin başında gelmektedir. Yumurta tavukları için de piliç büyütme döneminde uygun vücut büyümesi, verimli ticari yumurta üretimi için esastır. Yakın zamanda yapılan bir çalışmada, 1 ve 53 haftalık yaşlar arasında yeşil, mavi, kırmızı ve beyaz LED ışıklara maruz kalan yumurta tavuklarının, 23 haftalık yaşa gelene kadar benzer büyüme örneklerine sahip olduğu, ancak 23 haftalıktan sonra yeşil ışığa maruz kalan hayvanların daha yüksek canlı ağırlığına sahip olduğu ortaya konulmuştur (Baxter vd. 2014). Başka bir çalışmada, kırmızı LED ışığa maruz kalan 72 ve 82 haftalar arasındaki beyaz yumurtacıların, normal beyaz LED ışıklarına maruz bırakılan kuşlara kıyasla daha yüksek canlı ağırlık artışına sahip olduğu belirlenmiştir (Reddy vd. 2012). Kırmızı ve beyaz ışığa kıyasla yeşil ve mavi ışığa maruz kalan 3 ila 20 günlük yaştaki piliçlerde daha yüksek canlı ağırlığı da gözlenmiştir (Rozenboim vd. 1999). Rozenboim vd. (1999) söz konusu hızlandırılmış büyümenin, yeşil ve mavi ışığa maruz kalan piliçlerde kas uydu hücrelerinin daha yüksek miktarda çoğalması sonucunda ortaya çıktığını iddia etmişlerdir. Ayrıca, büyüme için optimum aydınlatma spektrumunu belirlemek için gerçekleştirilen bir çalışmada iki monokromatik ışığın bir kombinasyonu test edilmiştir (Rozenboim vd. 2004). Çalışmada test edilen çeşitli ışık kombinasyonları şunlardı; 10 günlükken yeşille başlayıp maviye geçiş, 20 günlükken yeşille başlayıp maviye geçiş ve aynı modelde maviyle başlayıp yeşile geçiş. Sonuçlar, canlı ağırlık artışının, kuşlar 10 gün boyunca yeşil ışık altında büyütüldükten sonra mavi ışığa geçildiğinde en yüksek olduğunu göstermiştir (Rozenboim vd. 2004). Bu sonucun olası açıklamalarından biri, ışığın büyüme üzerindeki etkisinin yaşa bağlı olarak değişebileceğidir. Bununla birlikte, önceki araştırmalara dayanarak, piliçler hakkında ilk haftadan pik üretime kadar veya bunun ötesinde ışık spektrumunun etkisi ve yumurta tavuklarının büyümesi hakkında herhangi bir sonuca varmak için yetersiz bilgi vardır.

Ticari tavuk çiftliklerinde, ticari yumurtacı tavuklarda fotoperiyod artırılarak cinsel olgunluk başlangıcı arttırılır (Sharp 2005). Işık, yumurta tavuğundaki nöropeptidleri ve gonadal hormonları düzenleyerek yumurta üretimini etkileyebilir (Benoit 1964; Pyrzak vd. 1987). Araştırmacılar, piliç büyütme evresinde kuşları kırmızı ışığa maruz bırakmanın ilk yumurtlamanın başlamasını hızlandırabileceğini göstermiştir (Min vd. 2012; Baxter vd. 2014). Kırmızı ışık altında tutulan yumurta tavukları sadece daha erken yumurtlamaya başlamamış, aynı zamanda beyaz veya yeşil ışıktaki tutulan kuşlara göre daha yüksek yumurta üretimine de sahip olmuştur (Huber-Eicher vd. 2013; Baxter vd. 2014). Mavi, yeşil ve beyaz ışık ile karşılaştırıldığında, güvercinlerde (Wang vd. 2015) ve Japon bıldırcınlarında (Woodard vd. 1969) kırmızı ışık ile benzer sonuçlar gözlenmiştir. Öte yandan, yeşil ışık gibi daha kısa dalga boyuna maruz kalan kanatlılar, kırmızı ışığa göre üretime başlamayı geciktirmiştir (Huber-Eicher vd. 2013; Baxter vd. 2014; Li vd. 2014). Ayrıca, kanatlı hayvanları kırmızı ışık gibi daha uzun dalga boyuna maruz bırakmak, birinci döngüde (Pyrzak vd. 1987) ve ikinci döngüde (Pyrzak vd. 1987; Reddy vd. 2012) önemli ölçüde daha yüksek yumurta üretimi ile sonuçlanmıştır. Yeşil ışık veya beyaz ışıkla karşılaştırıldığında kırmızı ışıktaki daha erken ve daha yüksek yumurta üretiminin nedeni ışık dalga boyunun uyarıcı etkisi olabilir (Er vd. 2007; Liu vd. 2018). Bu durum ticari yumurtacıların yanında yerli tavuk ırkları (Gongruttananun, 2011; Li vd. 2014) ve etlik piliç damızlıklarında da (Mobarkey vd. 2010; 2013) ortaya konulmuştur. Buna karşılık, yeşil ışığın üremeyi baskıladığı gösterilmiştir (Mobarkey vd.

2013). Etlik piliç damızlıklarında yakın zamanda yapılan bir araştırma, yeşil ışığa maruz kalan kuşlarda serotonin yolu bloke edildiğinde üreme potansiyelinin geri kazanıldığı belirlenmiştir (Mobarkey vd. 2013). Başka bir çalışmada ise yeşil ışığa maruz kalan kanatlı hayvanlarda yumurta üretiminde düşüş gözlemlenmiş ancak kırmızı ışık ve beyaz ışıktaki üretimde bir düşüş belirlenmemiştir (Baxter vd. 2014). Genetik olarak kör bir ırk olan Smoky Joe tavuklarında beyaz, yeşil ve kırmızı ışık verildiğinde bile üretimde kırmızı ışığa göre diğerlerinde düşüş gözlenmiştir. Çalışma sonuçları ayrıca yumurta üretiminin uyarılması için sadece retina uyarısının gerekli olmadığını da göstermiştir (Baxter vd. 2014).

Çeşitli ışık spektrumları göz önüne alındığında, ışığın yumurta ağırlığı üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmak önemlidir. Kırmızı ışıktaki yetiştirilen kanatlı hayvanların daha ağır yumurtalara sahip olduğu, ancak yeşil ve mavi ışık altında yetiştirilen kuşlara kıyasla yumurta kabuğu kırılma mukavemetinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Li vd. 2014). Buna karşılık, araştırmalarda beyaz ve mavi ışığın da daha ağır yumurtalar elde edilmesine olanak sağladığını ortaya koymuştur (Pyrzak vd. 1987; Min vd. 2012). Başka bir çalışmada (Min vd. 2012), 41 ila 50 haftalık tavuklarda beyaz, mavi ve kırmızı LED'ler kullanılarak yetiştirilen hayvanların yumurta ağırlığını karşılaştırılmış ve mavi LED kullanılarak yetiştirilen hayvanların daha yüksek yumurta ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir (Min ve ark., 2012). Li vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada ayrıca kırmızı ışığın döllenmiş yumurtaların kuluçka kabiliyetini iyileştirdiği bulunmuştur. Daha uzun ışık dalga boyunun, yumurta tavuğunun hipotalamusunu ve üreme organını uyarabileceği gösterilmiştir (Sharp, 2005; Reddy vd. 2012). Bu nedenle, hipotalmo-hipofiz-gonadal (HPG) ekseninin uyarılması, beyaz ve yeşil ışık altında yetiştirilenlere kıyasla yumurta üretimini ve yumurta boyutunu artıran üreme hormonlarında bir artışa neden olmaktadır (Pyrzak vd. 1987; Baxter vd. 2014). Yeşil ışıktaki daha düşük yumurta verimi, kuşlarda üreme aktivitesinin inhibisyonundan kaynaklanıyor olabilir (Mobarkey vd. 2010; Sultana vd. 2013; Li vd. 2014). Bununla birlikte, yeşil ışığın yumurtlamalar arasında daha uzun dinlenme süreleri ile desteklenebilecek yumurtanın kırılma mukavemetini iyileştirdiği düşünülmektedir (Li vd. 2014). Işık kombinasyonunun üretim ve davranıştaki etkileri, önceki literatürde hala geniş bir şekilde tanımlanmamıştır. Çelişkili sonuçlarla, yumurta ağırlığı ve kabuk kalitesi için hangi ışık spektrumunun optimum olduğu sonucuna varmak zordur. Bu nedenle, optimum ışık spektrumunun tavuklarda üretim ve yumurta kalitesi üzerindeki rolünü bulmak için piliç büyütme en yüksek üretime kadar kanatlı hayvanlar ile daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık Tesislerinde yer alan bıldırcın kümeslerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın hayvan materyalini rastgele çiftleşen, daha önce seleksiyon uygulanmamış bir ebeveyn sürüden aynı anda elde edilmiş toplam 450 adet bıldırcın civcivi oluşturulmuştur. Bu hayvanlar kullanılarak beş aydınlatma deneme grubu oluşturulmuştur. Bunlar sırasıyla mavi (420nm), beyaz (400-700 nm), yeşil (500nm), sarı (600 nm) ve kırmızı (660 nm) monokromatik aydınlatmanın sağlandığı bıldırcınlardan oluşturulmuştur. Her deneme grubuna şansa bağlı olarak ayrılan bir günlük yaştaki 90'ar civciv büyütme kafeslerine yerleştirilmiş ve kanat numarası takılmıştır. Bıldırcınların bireysel tartımları haftalık olarak çıkıştan 42. güne kadar gerçekleştirilmiştir. Bir günlük yaştaki civcivler çıkıştan üçüncü haftadaki cinsiyet tayinine kadar gün ışığından izole edilmiş deneme odalarındaki özel civciv büyütme kafeslerinde 75 cm²/bıldırcın yerleşim sıklığı ile barındırılmıştır. Civcivler ilk üç gün 32 °C sıcaklıkta barındırılmış ve sıcaklık her üç günde 1 °C düşürülerek ikinci hafta sonunda kümes içi sıcaklığın 27°C olması sağlanmıştır. Bıldırcınlara büyütme dönemi boyunca %20 HP ve 2750 kcal/kg ME içerikli toz karma yem ad libitum olarak verilmiştir. Üçüncü haftadan sonra civcivler 5 katlı, her katında üç bölme bulunan damızlık kafeslerine aktarılmış ve deneme sonuna kadar bu kafeslerde 220 cm²/bıldırcın yerleşim sıklığı ile barındırılmıştır. Yumurta verim döneminde de (6-24 haftalık yaşlar arası) bıldırcınlara %18 HP ve 2700 kcal/kg ME içerikli toz karma damızlık yemi ad libitum olarak verilmiştir. Işıktan izole odalarda bulunan büyütme ve damızlık kafeslerinin her katında dalga boyu kontrol edilebilir nitelikte LED ışıklandırma aparatları monte edilmiş ve diğer kafeslere yansıma olmayacak şekilde ayarlanmıştır.

Bıldırcınlarda büyümenin incelenmesi amacıyla benzer çalışmalarda uygunluğu ortaya konulmuş üç parametrelili Gompertz doğrusal olmayan regresyon modelinin aşağıdaki biçimi kullanılmıştır (Akbaş ve Oğuz 1998):

$$Y = \beta_0 \cdot \exp(-\beta_1 \cdot \exp(-\beta_2 \cdot t))$$

Gompertz modelinde kullanılan terimlerin anlamları şu şekildedir:

t : zaman

β_0 : ergin (asimptotik) ağırlık

β_1 : gelişim oranı (integrasyon sabiti)

β_2 : büyüme hızı

Model parametrelerini kullanarak bükülme noktası ağırlığı (BNA) ve bükülme noktası yaşı (BNY) şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$BNA : \beta_0 / e$$

$$BNY : \ln(\beta_1) / \beta_2$$

Model parametreleri SAS 9.1.3 NLIN prosedüründe Levenberg-Marquardt iterasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (SAS, 2003).

Japon bıldırcınları altı haftalık yaşa geldikten sonra her deneme grubundaki bıldırcınlardan şansa bağlı seçilen 36 dişi ve 12 erkekten oluşan toplam 48'er bıldırcın damızlık kafeslerde 24 haftalık yaşa kadar barındırılmıştır. Bu süreçte günlük yumurta verimleri ve eşeyssel olgunluk yaşları tespit edilmiş; bıldırcınlar 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardayken üç gün üst üste toplanan yumurtalarda iç ve dış kalite özellikleri tespit edilmiştir. Bu özelliklerin belirlenmesi için şu prosedürler izlenmiştir;

Yumurta ağırlığı, yumurta uzunluğu ve yumurta genişliği: Yumurtaların önce ağırlıkları 0.001 g duyarlılıktaki dijital terazide tartılmıştır. Daha sonra, bu yumurtaların uzun ve kısa eksenlerinin en fazla olduğu noktalardan 0.01 mm duyarlılıktaki dijital kumpas ile en ve boy değerleri ölçülmüştür.

Şekil indeksi: Şekil indeksi yumurta genişliğinin uzunluğuna oranı olarak ifade edilen bir ölçüttür ve şu formülle hesaplanmıştır; $[Kısa\ eksen\ uzunluğu\ (mm) / Uzun\ eksen\ uzunluğu\ (mm)] \times 100$

Kabuk oranı: Kabuk oranı, kabuk ağırlığının yumurta ağırlığındaki oranını yüzde olarak ifade eden bir ölçüttür ve şu formülle hesaplanmıştır; $[Kabuk\ ağırlığı / Yumurta\ ağırlığı] \times 100$

Özgül ağırlık: Havadaki ağırlık x (Havadaki ağırlık - Sudaki ağırlık)

Sarı ağırlığı: Şalaz bağları ve yumurta akı kalıntıları uzaklaştırıldıktan sonra tartım yoluyla ölçülen sarı ağırlığı

Sarı oranı: $(Sarı\ ağırlığı / Yumurta\ ağırlığı) \times 100$

Sarı indeksi: $(Sarı\ yüksekliği\ (mm) / Sarı\ çapı\ (mm)) \times 100$

Ak ağırlığı: Yumurta ağırlığı – (Sarı ağırlığı + Kabuk ağırlığı)

Ak oranı: $(Ak\ ağırlığı / Yumurta\ ağırlığı) \times 100$

Ak indeksi: $[Ak\ yüksekliği / \{Ak\ uzunluğu + Ak\ genişliği\} / 2] \times 100$

Haugh birimi: $100 \log [Ak\ yüksekliği\ (mm) + 7.57 - 1.7 \cdot (yumurta\ ağırlığı\ 0.75\ (g))]$

Çalışmada toplanan sürekli verilerin analizi parametrik test varsayımları karşılandığı durumlarda varyans analiz tekniğiyle, karşılanmadığı durumlarda da transformasyon uyguladıktan sonra varyans analiz tekniğiyle gerçekleştirilmiştir. Kesikli verilerin analizinde logit fonksiyon ile genelleştirilmiş doğrusal analizler gerçekleştirilmiştir. Her iki analiz ailesine uygunluğu bilinen çoklu karşılaştırma testleri uygulanmış olup, tüm istatistik analizlerde önem düzeyi olarak 0.05 kabul edilmiştir. Tüm istatistik analizler SPSS 26 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Yaşama Gücü

Büyütme periyodunda çeşitli monokromatik ışıklandırma uygulanan bıldırcınların yaşama gücü oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Söz konusu çizelgeden de görüleceği üzere altıncı haftaya kadar deneme gruplarında gözlenen yaşama gücü ortalamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (tümü için $P>0.05$). Çalışmanın ilk beş haftasında yaşama gücü oranları bakımından farklılık gözlenmemesine rağmen son hafta beyaz, yeşil, sarı, mavi ve kırmızı monokromatik ışıklandırma uygulananların yaşama gücü oranları sırasıyla %91.67, %96.67, %88.33, %88.33 ve %85.00 bulunmuş olup, gruplar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($P<0.05$). En düşük mortalite yeşil ışık altında barındırılan bıldırcınlarda gözlenirken en yüksek mortalite oranı ise kırmızı monokromatik aydınlatılanlardadır.

Çizelge 4.1. Deneme gruplarındaki bıldırcınların büyütme dönemindeki yaşama gücü oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları

Hafta	Beyaz (n=90)	Yeşil (n=90)	Sarı (n=90)	Mavi (n=90)	Kırmızı (n=90)	Standart Hata	P Değeri
1	100.00	100.00	100.00	98.33	98.33	0.72	0.929
2	100.00	100.00	98.33	98.33	98.33	1.12	0.867
3	98.33	98.33	98.33	96.67	98.33	1.25	0.792
4	96.67	96.67	95.00	96.67	96.67	1.42	0.854
5	95.00	96.67	95.00	95.00	91.67	1.68	0.146
6	91.67 ^b	96.67 ^a	88.33 ^c	88.33 ^c	85.00 ^d	1.74	0.038*

Yumurta verim döneminde çeşitli dalga boylarında monokromatik ışıklandırmaya maruz bırakılan bıldırcınların yaşama gücü oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.2’de yer almaktadır. Bahsedilen çizelgede de yer aldığı gibi bahsedilen dönemler süresince deneme gruplarının yaşama gücü ortalamaları için gruplar arasında istatistiksel fark yoktur (tümü için $P>0.05$).

Çizelge 4.2. Deneme gruplarındaki bıldırcınların yumurta verim dönemindeki yaşama gücü oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları

Hafta	Beyaz (n=48)	Yeşil (n=48)	Sarı (n=48)	Mavi (n=48)	Kırmızı (n=48)	Standart Hata	P Değeri
8	100.00	97.92	95.83	100.00	100.00	1.06	0.754
12	100.00	95.83	93.75	100.00	100.00	1.18	0.489
16	100.00	95.83	93.75	97.92	97.92	1.34	0.456
20	97.92	95.83	93.75	97.92	97.92	1.46	0.682
24	97.92	95.83	93.75	97.92	97.92	1.58	0.854

4.2. Gelişim Özellikleri

Büyütme periyodunda çeşitli dalga boylarındaki ışığa maruz Japon bildircinlerinde haftalık canlı ağırlık ortalamaları ve doğrusal olmayan regresyon analiz sonuçlarına ait bulgular aşağıdaki alt başlıklarda sunulmuştur.

4.2.1. Canlı Ağırlık

Büyütme döneminde beyaz, yeşil, sarı, mavi ve kırmızı monokromatik ışıklandırma uygulanan Japon bildircinlerinin haftalık periyotlarla ölçülen canlı ağırlık ortalamaları ve diğer betimleyici istatistik değerleri sırasıyla Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7'de yer almaktadır. Söz konusu istatistiklerin haftalara göre tasnifinde mortalite oranlarına göre düzenlemeler yapılarak analizler gerçekleştirilmiş ve sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Beyaz monokromatik aydınlatma altında yetiştirilen bildircinlerin haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler

Gün	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
1	8.53	0.86	10.03	6.53	10.37
7	34.27	4.79	13.99	22.84	44.76
14	68.49	9.42	13.76	47.78	91.47
21	113.17	11.34	10.02	84.62	146.90
28	150.57	13.75	9.13	110.24	195.56
35	182.11	17.63	9.68	155.03	222.03
42	200.27	22.98	11.48	161.46	245.18

Çizelge 4.4. Yeşil monokromatik aydınlatma altında yetiştirilen bildircinlerin haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler

Gün	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
1	8.71	0.83	9.51	7.04	10.54
7	35.09	4.08	11.63	25.76	45.62
14	71.20	9.50	13.35	52.43	96.57
21	115.87	10.68	9.22	97.18	148.46
28	156.84	13.34	8.51	133.91	194.01
35	190.07	19.58	10.30	158.94	238.74
42	208.96	27.44	13.13	174.33	269.84

Bildircinlerin canlı ağırlık örneklerinin zamana bağlı ve zamandan bağımsız bütün olarak değerlendirildiği profil analizi ve çok değişkenli varyans analizi

(MANOVA) sonuçları Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Çizelge 4.7’den de anlaşılacağı üzere yetiştirme döneminde farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarının büyüme profilleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$). Profil analizinin zaman aralıklarına ilişkin hipotez testinde söz konusu farklılığın üç haftalık yaştan itibaren başlayıp deneme sonuna kadar sürdüğü anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.5. Sarı monokromatik aydınlatma altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler

Gün	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
1	8.84	0.89	10.03	6.66	10.64
7	35.09	4.60	13.10	23.04	44.85
14	69.89	9.44	13.50	54.30	94.36
21	111.49	12.23	10.97	90.59	143.29
28	153.56	14.94	9.73	127.11	187.45
35	186.49	20.63	11.06	149.92	238.47
42	209.50	28.61	13.66	159.00	265.38

Çizelge 4.6. Mavi monokromatik aydınlatma altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler

Gün	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
1	8.68	0.80	9.19	6.36	10.12
7	35.00	4.92	14.06	18.29	45.14
14	69.90	10.14	14.50	32.85	88.17
21	113.14	13.96	12.34	70.38	140.24
28	152.82	17.17	11.23	106.55	194.45
35	188.15	24.29	12.91	149.99	246.44
42	208.01	27.82	13.37	163.80	288.88

Çizelge 4.7. Kırmızı monokromatik aydınlatma altında yetiştirilen bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarına ait betimleyici istatistikler

Gün	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
1	8.47	0.88	10.33	6.52	10.24
7	33.70	4.72	14.01	21.72	44.79
14	69.66	8.53	12.25	46.35	88.81
21	113.63	12.92	11.37	77.93	152.42
28	151.09	15.76	10.43	94.88	190.28
35	179.15	23.44	13.09	128.11	228.02
42	196.47	28.15	14.33	147.99	246.48

Çizelge 4.8. Deneme gruplarındaki bildiricilerin haftalık canlı ağırlık değerlerine ilişkin MANOVA ve Profil analizi sonuçları

Zaman (gün)	Beyaz	Yeşil	Sarı	Mavi	Kırmızı	Aralık(gün)	Profil Analizi P Değeri
1	8.53	8.71	8.84	8.68	8.47		
7	34.27	35.09	35.09	35.00	33.70	Çıkış-7	0.364
14	68.49	71.20	69.89	69.90	69.67	7-14	0.645
21	113.17	115.87	111.49	113.14	113.63	14-21	0.416
28	150.58	156.84	153.56	152.82	151.10	21-28	0.167
35	182.11 ^c	190.07 ^a	186.49 ^b	188.15 ^a	179.15 ^c	28-35	0.033
42	200.27 ^b	208.96 ^a	209.50 ^a	208.01 ^a	196.47 ^b	35-42	0.024
MANOVA							
Wilks'				0.003			
Lambda							

Japon bildiricilerine büyütme döneminde beyaz, yeşil, sarı, mavi ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanmasının haftalık canlı ağırlıklara etkisini konu alan Çizelge 4.8'den de anlaşılacağı üzere çıkış ağırlıkları, birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü haftalık canlı ağırlıklar bakımından gruplar arasında bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Denemenin beşinci haftasında ölçülen canlı ağırlıklara göre deneme grupları arasında istatistiksel olarak farklılıklar saptanmış olup, yeşil ve mavi monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerin canlı ağırlık ortalamaları diğer deneme gruplarından daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Çizelge 4.8'den de görüleceği üzere, deneme gruplarındaki Japon bildiricilerinin 42 günlük yaşta ölçülen canlı ağırlıklarına göre yeşil, mavi ve sarı monokromatik ışık altında yetiştirilenlerin ortalamalarının (sırasıyla 208.96 g, 209.50 g ve 208.01 g) diğer grupların ortalamalarından yüksek bulunmuştur.

4.2.2. Büyüme Eğrisi

Çalışmada yer alan bildiricilerin beyaz, yeşil, sarı, mavi ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanması sonucunda elde edilen zamana bağlı canlı ağırlık değerleri kullanılarak Gompertz büyüme modeli ile gerçekleştirilen doğrusal olmayan regresyon analizi sonucunda elde edilen parametrelere ilişkin sonsal özet istatistikler sırasıyla Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12 ve Çizelge 4.13'te sunulmuştur. Buna göre, beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan bildiriciler için tahmin edilen β_0 , β_1 , β_2 parametreleri ve modelin bükülme noktası ile yaşına ilişkin ortalamalar sırasıyla 250.86 g, 3.12, 0.057, 20.07 gün, 92.29 g olarak bulunmuştur. Yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bildiricilerinin Gompertz model parametre ve bükülme noktası koordinat ortalamaları da aynı sırayla 273.32 g, 3.25, 0.057, 20.85 gün, 100.55 g'dır. Benzer sıralama ile sarı monokromatik aydınlatmaya tabi tutulan bildiricilerin ortalamaları şu şekildedir; 258.71 g, 3.27, 0.062, 19.20 gün, 95.17 g. büyütme döneminin tamamında mavi monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bildiricilerinin Gompertz model parametre ve bükülme noktası koordinat ortalamalarının sırasıyla 274.99 g, 3.24, 0.055, 21.45 gün ve 101.16 g olduğu belirlenmiştir. Kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grubundaki bildiricilerin β_0 , β_1 , β_2 parametreleri ve modelin bükülme

noktası ile yaşına ilişkin ortalamaları sırasıyla 254.52 g, 3.23, 0.059, 19.74 gün ve 93.63 g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerin Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
β_0	245.85	47.01	19.12	180.45	378.85
β_1	3.32	0.22	6.55	2.94	3.88
β_2	0.071	0.012	16.18	0.045	0.093
BNY	17.29	3.28	18.97	12.27	27.29
BNA	90.45	17.30	19.12	66.39	139.39

Çizelge 4.10. Yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerin Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
β_0	258.78	54.52	21.07	190.45	378.18
β_1	3.34	0.19	5.58	2.97	3.80
β_2	0.071	0.012	16.55	0.048	0.093
BNY	17.53	3.17	18.07	12.27	25.69
BNA	95.21	20.06	21.07	70.07	139.14

Çizelge 4.11. Sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerin Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
β_0	272.69	67.41	24.72	173.52	437.78
β_1	3.30	0.21	6.45	2.82	3.75
β_2	0.066	0.013	19.20	0.042	0.089
BNY	18.81	4.32	22.98	12.07	29.42
BNA	100.33	24.80	24.72	63.84	161.07

Çizelge 4.14'ten görülebileceği üzere beyaz, yeşil, sarı, mavi ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bildiricilerinin Gompertz modeli ile gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre modelin β_0 parametresi ortalamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. En yüksek ergin ağırlık parametre ortalaması sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerde saptanmış olup, en düşük ortalama ise beyaz monokromatik aydınlatma uygulananlardadır. Benzer durum

Gompertz modelinin bükülme noktası ağırlığı için de söz konusudur. Modelin anlık büyüme hızını temsil eden beta 2 parametresi bakımından en yüksek ortalama kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricinlar da belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. Mavi monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricinların Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

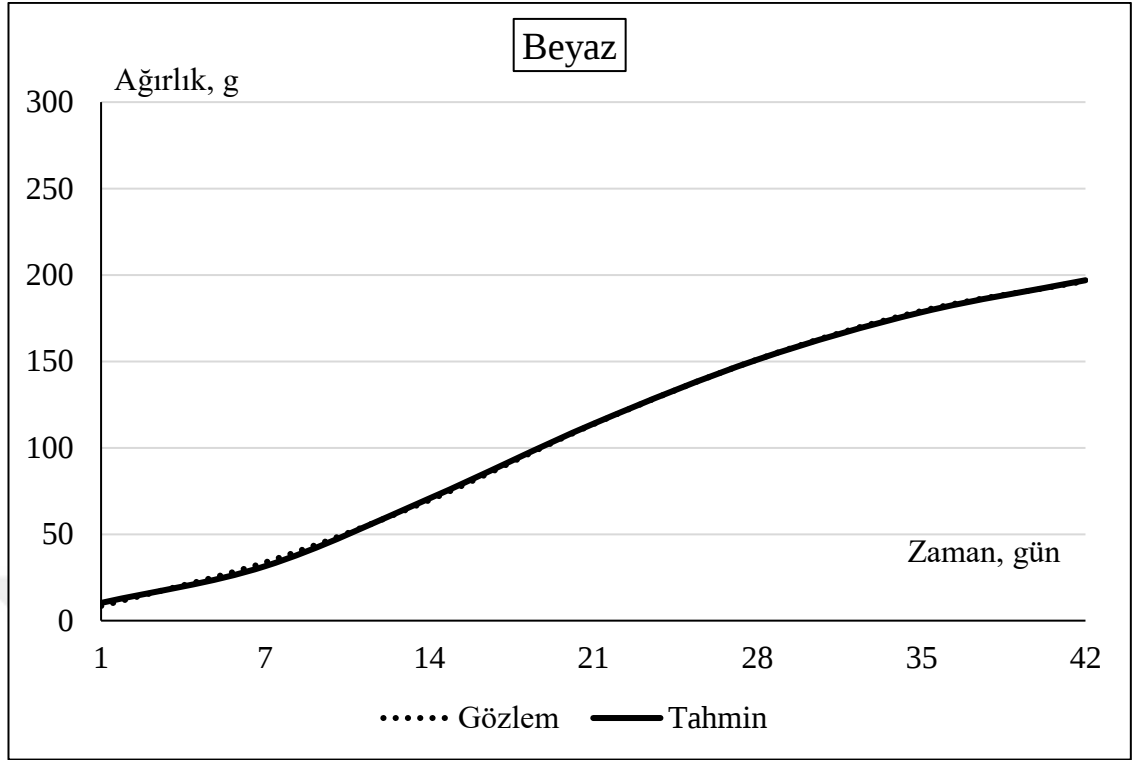
Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
β_0	265.05	58.03	21.89	181.32	433.53
β_1	3.31	0.25	7.70	2.85	4.36
β_2	0.068	0.011	16.91	0.042	0.090
BNY	18.32	4.10	22.35	12.50	32.02
BNA	97.52	21.35	21.89	66.71	159.50

Çizelge 4.13. Kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricinların Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

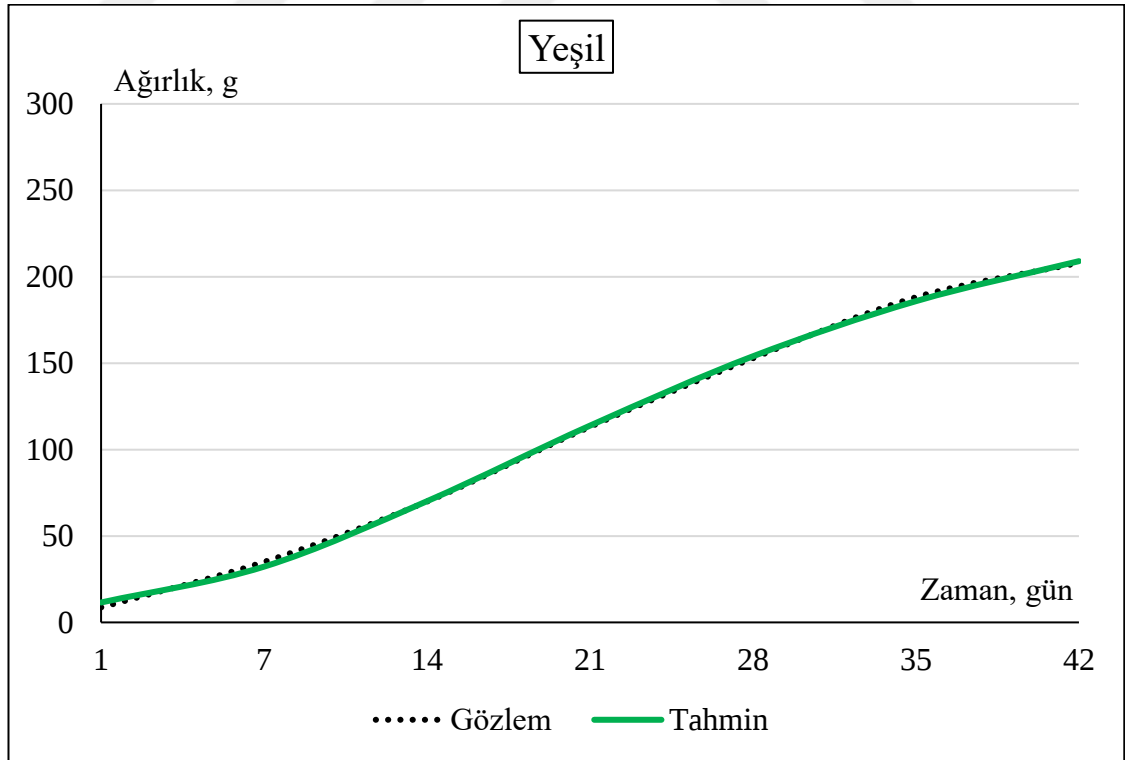
Parametre	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı	En Küçük Gözlem	En Büyük Gözlem
β_0	235.92	52.03	22.05	171.03	384.16
β_1	3.34	0.23	6.80	2.85	3.78
β_2	0.075	0.013	17.91	0.045	0.107
BNY	16.52	3.22	19.49	11.54	26.72
BNA	86.80	19.14	22.05	62.93	141.34

Çizelge 4.14. Deneme gruplarına göre Gompertz büyüme modelinin parametre tahminleri ve hipotez testi sonuçları

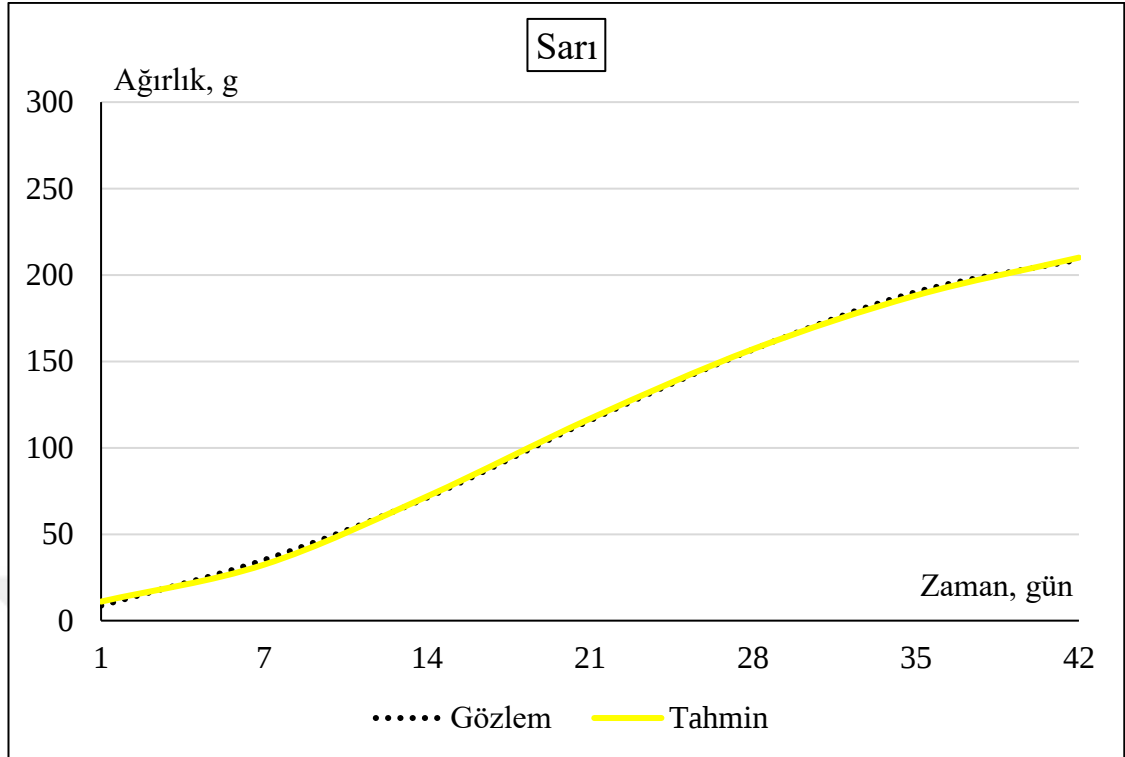
Grup	β_0	β_1	β_2	BNY	BNA
Beyaz	245.85 ^b ^c	3.32	0.071 ^{ab}	17.29 ^{bc}	90.45 ^c
Yeşil	258.78 ^{ab}	3.34	0.071 ^{ab}	17.53 ^{abc}	95.21 ^{ab}
Sarı	272.69 ^a	3.30	0.066 ^c	18.81 ^a	100.33 ^a
Mavi	265.05 ^{ab}	3.31	0.068 ^{bc}	18.32 ^{ab}	97.52 ^{ab}
Kırmızı	235.92 ^c	3.34	0.075 ^a	16.52 ^c	86.80 ^{bc}
Standart Hata	3.25	0.01	0.001	0.21	1.19
P Değeri	0.003	0.726	0.000	0.007	0.003



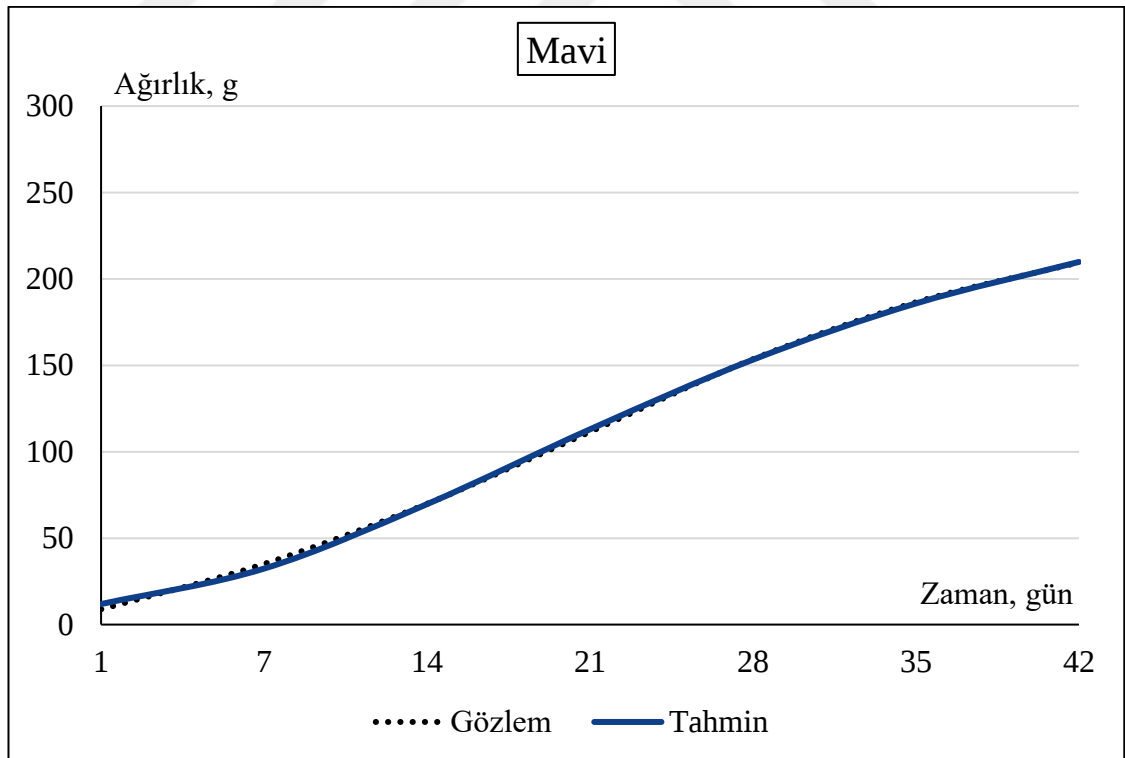
Şekil 4.1. Beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri



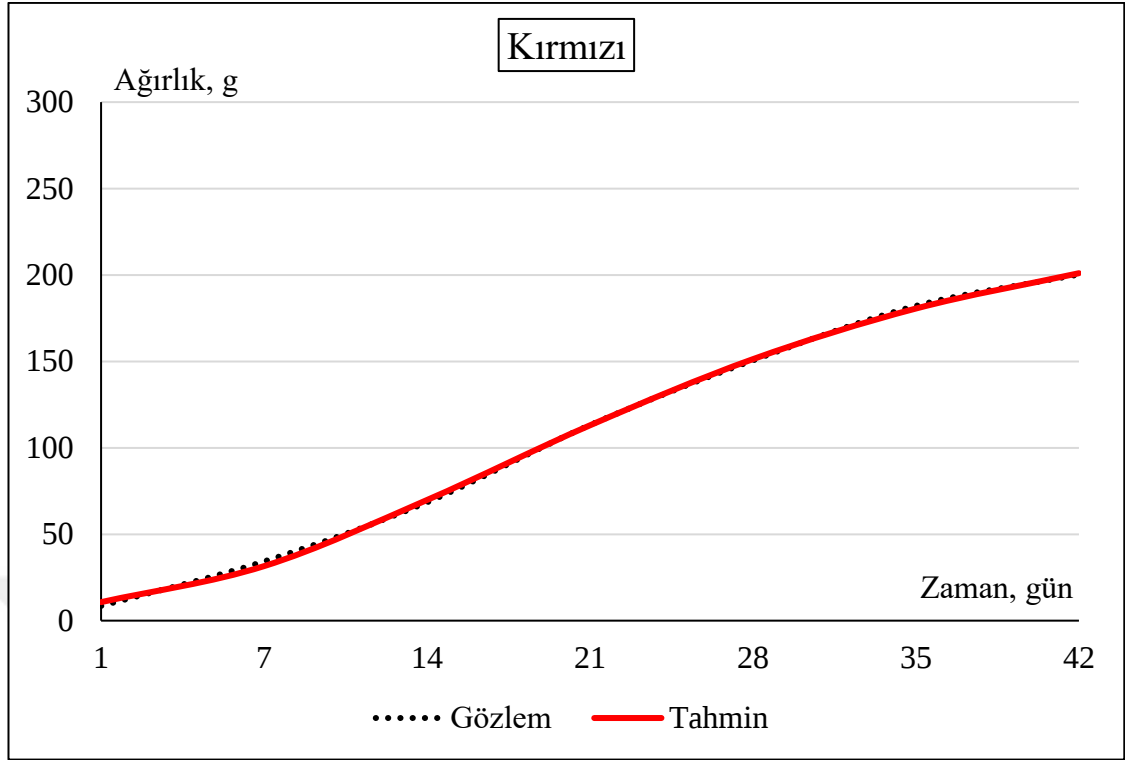
Şekil 4.2. Yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri



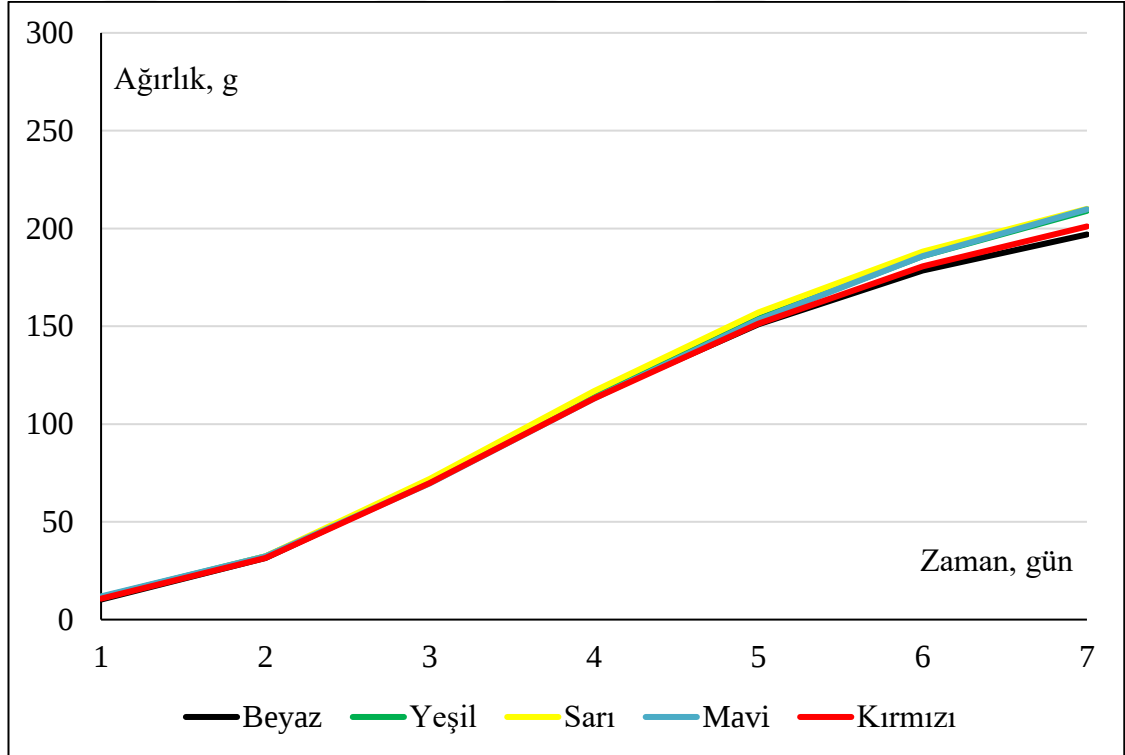
Şekil 4.3. Sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri



Şekil 4.4. Mavi monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri



Şekil 4.5. Kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların büyüme eğrisi grafikleri

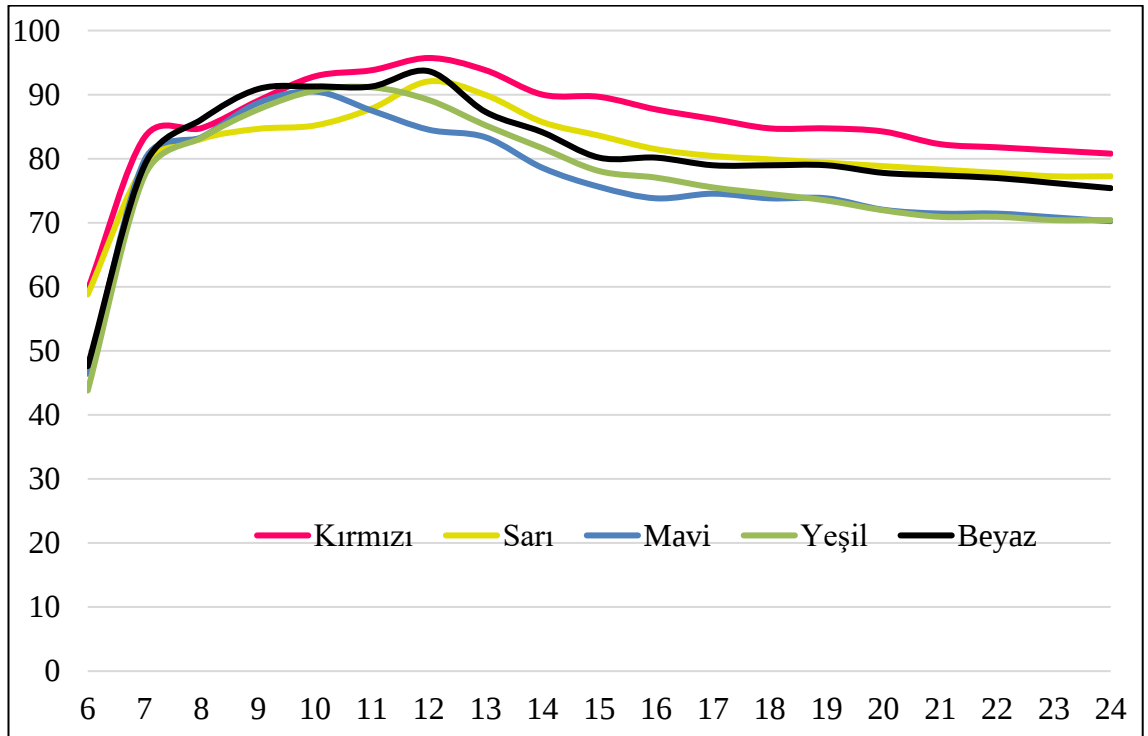


Şekil 4.6. Deneme gruplarındaki bıldırcınların Gompertz modeli ile oluşturulan büyüme eğrisi grafikleri

4.3. Yumurta Verim Özellikleri

Yumurta verim döneminde farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarında 8, 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlarda bıldırcın-gün esasına göre belirlenen yumurta üretim ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.15'te sunulmuştur. Yumurta verim döneminde farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarının bıldırcın-gün hesabına göre elde edilen yumurta verimlerine ilişkin grafik Şekil 4.7'de sunulmuştur.

Farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcın yumurta verimleri incelendiğinde tüm dönem boyunca elde edilen ortalamalar bakımından gruplar arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Buna göre en yüksek yumurta verimi kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınlardan (%86.73) elde edilmiş olup, en düşük yumurta verim ortalamaları (sırasıyla %76.79 ve %78.36) ise mavi ve yeşil monokromatik aydınlatmaya maruz kalan deneme grubundaki bıldırcınlara aittir ($P<0.05$). En yüksek yumurta verim düzeyine sahip olan kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınları sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınlar ve kontrol grubunda yer alan bıldırcınlar takip etmiştir. Sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların yumurta verim ortalaması %82.54 bulunurken, kontrol grubundaki bıldırcınların yumurta verim ortalamaları %82.62 olarak tespit edilmiştir ($P<0.05$). Yumurta veriminin zamana bağlı değişimi istatistiksel olarak farklılığa neden olmuştur ($P<0.05$). Buna göre yumurta verimi bakımından altıncı haftadan sonra hızlı bir artış gerçekleşmiş, 11 ve 12 haftalık yaşlarda pik verim düzeyine ulaşılmış ve ardından gerileme söz konusu olmuştur.



Şekil 4.7. Deneme gruplarındaki bıldırcınların yumurta verim eğrisi grafikleri

Çizelge 4.15. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 8, 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlardaki yumurta verim ortalamaları (%) ve istatistik analiz sonuçları

Hafta		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
8		84.20 ^b	1.20	0.000
12		91.02 ^a	1.20	
16		80.04 ^c	1.21	
20		76.96 ^d	1.21	
24		74.82 ^e	1.21	
Deneme Grubu				
Beyaz		82.62 ^b	1.08	0.000
Yeşil		78.36 ^c	1.21	
Sarı		82.54 ^b	1.24	
Mavi		76.79 ^c	1.32	
Kırmızı		86.73 ^a	1.19	
İnteraksiyon				
8	Beyaz	86.11	2.40	0.884
	Yeşil	83.25	2.68	
	Sarı	83.07	2.78	
	Mavi	83.33	2.94	
	Kırmızı	85.24	2.63	
12	Beyaz	95.71	2.63	
	Yeşil	92.06	2.78	
	Sarı	84.52	2.94	
	Mavi	89.16	2.68	
	Kırmızı	93.65	2.40	
16	Beyaz	80.16	2.40	
	Yeşil	77.04	2.73	
	Sarı	81.48	2.78	
	Mavi	73.81	2.94	
	Kırmızı	87.68	2.68	
20	Beyaz	77.78	2.40	
	Yeşil	71.94	2.73	
	Sarı	78.84	2.78	
	Mavi	72.02	2.94	
	Kırmızı	84.24	2.68	
24	Beyaz	75.40	2.40	
	Yeşil	70.41	2.73	
	Sarı	77.25	2.78	
	Mavi	70.24	2.94	
	Kırmızı	80.79	2.68	

4.4. Üreme Özellikleri

Yumurta verim döneminde farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarından 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlarda toplanan kuluçkalık yumurtalarda tespit edilen döllülük oranı ortalamaları (%) ve çıkış gücü ortalamaları (%) ile istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.16 ve 4.17’de sunulmuştur.

Çizelge 4.16. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarından 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlarda toplanan kuluçkalık yumurtaların döllülük (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
12		94.26	1.27	0.000
16		90.68	1.41	
20		89.08	1.36	
24		85.50	1.44	
Deneme Grubu				
Beyaz		91.42	1.45	0.600
Yeşil		88.65	1.68	
Sarı		89.08	1.67	
Mavi		89.37	1.51	
Kırmızı		90.89	1.33	
İnteraksiyon				
12	Beyaz	95.36	2.69	0.971
	Yeşil	93.86	3.20	
	Sarı	92.94	3.06	
	Mavi	92.47	2.76	
	Kırmızı	96.67	2.40	
16	Beyaz	92.24	2.98	
	Yeşil	87.63	3.53	
	Sarı	90.00	3.41	
	Mavi	90.67	3.00	
	Kırmızı	92.86	2.74	
20	Beyaz	90.07	2.92	
	Yeşil	89.80	3.41	
	Sarı	90.67	3.32	
	Mavi	88.61	2.98	
	Kırmızı	86.27	2.48	
24	Beyaz	88.00	2.98	
	Yeşil	83.33	3.28	
	Sarı	82.72	3.53	
	Mavi	85.71	3.34	
	Kırmızı	87.76	2.95	

Çizelge 4.17. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarından 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlarda toplanan kuluçkalık yumurtaların çıkış gücü (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
12		96.10 ^a	1.14	0.000
16		92.62 ^b	1.24	
20		90.83 ^c	1.18	
24		87.95 ^d	1.24	
Deneme Grubu				
Beyaz		92.01	1.27	0.564
Yeşil		90.00	1.47	
Sarı		91.77	1.47	
Mavi		93.04	1.31	
Kırmızı		92.55	1.16	
İnteraksiyon				
12	Beyaz	98.05	2.45	0.967
	Yeşil	91.94	2.84	
	Sarı	94.44	2.75	
	Mavi	96.88	2.42	
	Kırmızı	99.17	2.17	
16	Beyaz	92.06	2.62	
	Yeşil	91.51	3.12	
	Sarı	93.33	3.02	
	Mavi	93.75	2.62	
	Kırmızı	92.45	2.40	
20	Beyaz	90.97	2.55	
	Yeşil	89.91	2.94	
	Sarı	89.29	2.93	
	Mavi	92.94	2.58	
	Kırmızı	91.07	2.17	
24	Beyaz	87.50	2.55	
	Yeşil	86.67	2.84	
	Sarı	90.00	3.04	
	Mavi	88.61	2.84	
	Kırmızı	86.96	2.52	

Çizelge 4.16 ve 4.17’den de görüleceği üzere deneme grupları arasında hem döllülük oranı ortalamaları bakımından hem de çıkış gücü ortalamaları bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır (ikisi de $P>0.05$). Bunun yanında Japon bıldırcınlarının kuluçkalık yumurtalarında döllülük oranı ve çıkış gücünün yaşla birlikte azaldığı tespit edilmiştir ($P<0.05$).

4.5. Yumurta Kalite Özellikleri

Yumurta verim döneminde farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlardan 10, 14, 18 ve 22. haftalarda üç gün üst üste toplanan yumurtalarda ölçülen iç ve dış kalite özelliklerine ilişkin özet istatistikler 4.18 ile 4.28 arasındaki tablolarda sunulmuştur.

Çizelge 4.18. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta ağırlık (g) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		11.97 ^d	0.06	0.000
14		12.40 ^c	0.06	
18		12.73 ^b	0.06	
22		13.03 ^a	0.07	
Deneme Grubu				
Beyaz		12.45	0.06	0.293
Yeşil		12.62	0.07	
Sarı		12.55	0.07	
Mavi		12.58	0.08	
Kırmızı		12.47	0.07	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	11.91	0.11	0.998
	Yeşil	12.08	0.13	
	Sarı	11.91	0.13	
	Mavi	11.99	0.14	
	Kırmızı	11.97	0.12	
14	Beyaz	12.34	0.12	
	Yeşil	12.48	0.12	
	Sarı	12.40	0.15	
	Mavi	12.46	0.15	
	Kırmızı	12.34	0.13	
18	Beyaz	12.63	0.12	
	Yeşil	12.81	0.14	
	Sarı	12.79	0.15	
	Mavi	12.80	0.15	
	Kırmızı	12.65	0.13	
22	Beyaz	12.94	0.12	
	Yeşil	13.12	0.15	
	Sarı	13.10	0.15	
	Mavi	13.09	0.18	
	Kırmızı	12.92	0.14	

Çizelge 4.19. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta sarısı ağırlığı (g) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		3.97 ^c	0.02	0.000
14		4.14 ^b	0.03	
18		4.21 ^{ab}	0.03	
22		4.31 ^a	0.03	
Deneme Grubu				
Beyaz		4.14	0.02	0.800
Yeşil		4.19	0.03	
Sarı		4.15	0.03	
Mavi		4.17	0.03	
Kırmızı		4.15	0.03	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	4.00	0.05	0.938
	Yeşil	3.99	0.05	
	Sarı	3.91	0.06	
	Mavi	3.98	0.06	
	Kırmızı	3.99	0.05	
14	Beyaz	4.09	0.05	
	Yeşil	4.17	0.05	
	Sarı	4.12	0.06	
	Mavi	4.20	0.06	
	Kırmızı	4.11	0.06	
18	Beyaz	4.21	0.05	
	Yeşil	4.21	0.06	
	Sarı	4.22	0.06	
	Mavi	4.22	0.06	
	Kırmızı	4.21	0.05	
22	Beyaz	4.26	0.05	
	Yeşil	4.37	0.06	
	Sarı	4.35	0.06	
	Mavi	4.29	0.07	
	Kırmızı	4.30	0.06	

Yumurta ağırlığı ortalamaları bakımından farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamış olup ($P>0.05$), yumurta ağırlığının yaşa bağlı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir ($P<0.05$, Çizelge 4.18). On haftalık yaşta tüm bıldırcınlara ait yumurta ağırlık ortalaması 11.97 g bulunurken, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlarda gerçekleştirilen ölçümler

sonucunda bu ortalamaların sırasıyla 12.40 g, 12.73 g ve 13.03 g olduğu belirlenmiştir. Benzer durumlar yumurta sarı, ak ve kabuk ağırlıkları için de geçerli olup, söz konusu özellikler bakımından monokromatik aydınlatma uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuş ($P>0.05$), yaşa bağlı olarak ortalamalarda artış gerçekleşmiştir (her üçü için de $P<0.05$, Çizelge 4.19, Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta ak ağırlığı (g) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		6.79 ^d	0.04	0.000
14		7.11 ^c	0.04	
18		7.28 ^b	0.04	
22		7.44 ^a	0.05	
Deneme Grubu				
Beyaz		7.12	0.04	0.343
Yeşil		7.16	0.05	
Sarı		7.16	0.05	
Mavi		7.24	0.05	
Kırmızı		7.10	0.05	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	6.77	0.08	0.901
	Yeşil	6.82	0.09	
	Sarı	6.71	0.09	
	Mavi	6.79	0.10	
	Kırmızı	6.85	0.08	
14	Beyaz	7.02	0.08	
	Yeşil	7.15	0.09	
	Sarı	7.18	0.11	
	Mavi	7.21	0.10	
	Kırmızı	6.99	0.09	
18	Beyaz	7.26	0.08	
	Yeşil	7.26	0.10	
	Sarı	7.30	0.10	
	Mavi	7.36	0.10	
	Kırmızı	7.24	0.09	
22	Beyaz	7.43	0.08	
	Yeşil	7.41	0.10	
	Sarı	7.45	0.10	
	Mavi	7.59	0.12	
	Kırmızı	7.32	0.10	

Çizelge 4.21. Deneme gruplarındaki bildiricilerinde 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta kabuk ağırlık (g) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		1.076 ^c	0.008	0.000
14		1.112 ^b	0.009	
18		1.134 ^b	0.009	
22		1.171 ^a	0.010	
Deneme Grubu				
Beyaz		1.125	0.009	0.790
Yeşil		1.127	0.010	
Sarı		1.126	0.011	
Mavi		1.127	0.011	
Kırmızı		1.112	0.010	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	1.063	0.016	0.961
	Yeşil	1.088	0.018	
	Sarı	1.075	0.020	
	Mavi	1.085	0.021	
	Kırmızı	1.068	0.018	
14	Beyaz	1.115	0.017	
	Yeşil	1.122	0.018	
	Sarı	1.116	0.023	
	Mavi	1.099	0.022	
	Kırmızı	1.110	0.019	
18	Beyaz	1.141	0.018	
	Yeşil	1.127	0.021	
	Sarı	1.157	0.022	
	Mavi	1.133	0.022	
	Kırmızı	1.110	0.019	
22	Beyaz	1.178	0.018	
	Yeşil	1.170	0.021	
	Sarı	1.156	0.021	
	Mavi	1.192	0.026	
	Kırmızı	1.160	0.021	

Kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve beyaz ışığı meydana getiren dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerin yumurtalarının özgül ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.22’de sunulmuştur. Deneme grupları arasında yumurta özgül ağırlık ortalamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamakla birlikte, özgül ağırlık ortalamaları yaşa bağlı olarak da değişmemiştir (her

iki değişken için de $P>0.05$). Bildircin yumurtalarının özgül ağırlık değerleri 1.066 g/cm^3 ile 1.072 g/cm^3 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.22. Deneme gruplarındaki bildircinlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta özgül ağırlık (g/cm^3) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		1.070	0.001	0.322
14		1.069	0.001	
18		1.069	0.001	
22		1.069	0.001	
Deneme Grubu				
Beyaz		1.068	0.001	0.064
Yeşil		1.070	0.001	
Sarı		1.070	0.001	
Mavi		1.070	0.001	
Kırmızı		1.068	0.001	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	1.070	0.001	0.086
	Yeşil	1.070	0.001	
	Sarı	1.072	0.001	
	Mavi	1.070	0.001	
	Kırmızı	1.069	0.001	
14	Beyaz	1.069	0.001	
	Yeşil	1.072	0.001	
	Sarı	1.071	0.001	
	Mavi	1.070	0.001	
	Kırmızı	1.066	0.001	
18	Beyaz	1.068	0.001	
	Yeşil	1.069	0.001	
	Sarı	1.068	0.001	
	Mavi	1.069	0.001	
	Kırmızı	1.069	0.001	
22	Beyaz	1.067	0.001	
	Yeşil	1.068	0.001	
	Sarı	1.070	0.001	
	Mavi	1.073	0.001	
	Kırmızı	1.067	0.001	

Farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bildircini yumurtalarının yaşa bağlı olarak elde edilen şekil indeksi ortalamaları Çizelge 4.23’de sunulmuştur. Hem aydınlatma hem de yaş değişkenleri bakımından gruplar arasındaki

farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (her ikisi de $P<0.05$). Yumurtaların şekil indeksi yaşla birlikte azalırken, beyaz, kırmızı ve mavi monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınlardan elde edilen yumurtaların şekil indeksi ortalamaları diğer gruplardan yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.23. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta şekil indeksi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		78.51 ^a	0.15	0.000
14		77.99 ^b	0.16	
18		77.73 ^c	0.16	
22		77.68 ^c	0.17	
Deneme Grubu				
Beyaz		78.15 ^a	0.16	0.000
Yeşil		77.98 ^{ab}	0.18	
Sarı		77.23 ^b	0.19	
Mavi		78.28 ^a	0.20	
Kırmızı		78.24 ^a	0.17	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	78.76	0.30	0.300
	Yeşil	78.82	0.33	
	Sarı	77.63	0.35	
	Mavi	78.31	0.37	
	Kırmızı	79.01	0.32	
14	Beyaz	77.76	0.31	
	Yeşil	78.14	0.33	
	Sarı	77.48	0.41	
	Mavi	77.90	0.39	
	Kırmızı	78.69	0.35	
18	Beyaz	78.11	0.32	
	Yeşil	77.60	0.37	
	Sarı	76.98	0.40	
	Mavi	78.20	0.39	
	Kırmızı	77.77	0.33	
22	Beyaz	77.99	0.32	
	Yeşil	77.37	0.38	
	Sarı	76.81	0.38	
	Mavi	78.72	0.47	
	Kırmızı	77.49	0.38	

Çizelge 4.24. Deneme gruplarındaki bildiricilerinde 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta ak indeksi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		12.72 ^a	0.08	0.000
14		11.92 ^b	0.09	
18		11.60 ^b	0.09	
22		10.68 ^c	0.10	
Deneme Grubu				
Beyaz		11.89 ^a	0.09	0.003
Yeşil		11.88 ^a	0.10	
Sarı		11.52 ^b	0.11	
Mavi		11.48 ^b	0.11	
Kırmızı		11.88 ^a	0.10	
Interaksiyon				
10	Beyaz	13.11	0.16	0.251
	Yeşil	12.63	0.18	
	Sarı	12.77	0.20	
	Mavi	12.27	0.20	
	Kırmızı	12.80	0.17	
14	Beyaz	12.09	0.17	
	Yeşil	12.12	0.18	
	Sarı	11.68	0.23	
	Mavi	11.66	0.21	
	Kırmızı	12.06	0.19	
18	Beyaz	11.40	0.18	
	Yeşil	11.88	0.21	
	Sarı	11.27	0.22	
	Mavi	11.84	0.21	
	Kırmızı	11.60	0.18	
22	Beyaz	10.96	0.18	
	Yeşil	10.87	0.21	
	Sarı	10.37	0.21	
	Mavi	10.15	0.26	
	Kırmızı	11.05	0.21	

Kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve beyaz ışığı meydana getiren dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerin yumurtalarının ak ve sarı indeks ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'te sunulmuştur. Çalışmada ak indeksi ortalamaları bakımından kırmızı, yeşil ve beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan bildiricilerden elde edilen yumurtaların ak indeks

ortalamaları diğer grupların ortalamalarından yüksek bulunurken, yaş ile birlikte ak indekisinde azalma olduğu belirlenmiştir (her iki değişken için de $P<0.05$). Yaş ile birlikte meydana gelen azalma sarı indeksi için de geçerliymiş ($P<0.05$), deneme grupları arasında sarı indeksi bakımından istatistiksel farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 4.25. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta sarı indeksi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		50.04 ^a	0.20	0.000
14		49.46 ^b	0.21	
18		48.42 ^c	0.21	
22		47.21 ^d	0.23	
Deneme Grubu				
Beyaz		48.91	0.20	0.268
Yeşil		48.93	0.23	
Sarı		48.28	0.25	
Mavi		48.95	0.26	
Kırmızı		48.87	0.22	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	49.62	0.39	0.377
	Yeşil	50.27	0.43	
	Sarı	50.31	0.46	
	Mavi	50.19	0.48	
	Kırmızı	49.83	0.41	
14	Beyaz	49.66	0.40	
	Yeşil	49.95	0.43	
	Sarı	49.04	0.53	
	Mavi	49.71	0.51	
	Kırmızı	48.95	0.45	
18	Beyaz	48.63	0.41	
	Yeşil	48.55	0.49	
	Sarı	47.36	0.52	
	Mavi	48.49	0.51	
	Kırmızı	49.09	0.43	
22	Beyaz	47.73	0.42	
	Yeşil	46.93	0.50	
	Sarı	46.42	0.50	
	Mavi	47.40	0.61	
	Kırmızı	47.58	0.49	

Çalışmada farklı dalga boylarındaki ışığa maruz kalan bıldırcınların yumurtalarında ölçülen Haugh birimi ortalamalarının yaşa bağlı değişimi Çizelge 4.26'da sunulmuştur. Haugh birimi ortalamalarında yaşa bağlı olarak azalma gözlenirken ($P < 0.05$), deneme gruplarında saptanan Haugh birimi ortalamaları istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır ($P > 0.05$).

Çizelge 4.26. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta Haugh birimi (%) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		92.18 ^a	0.14	0.000
14		91.52 ^b	0.15	
18		91.15 ^c	0.15	
22		90.65 ^c	0.16	
Deneme Grubu				
Beyaz		91.36	0.15	0.064
Yeşil		91.60	0.17	
Sarı		91.03	0.18	
Mavi		91.23	0.19	
Kırmızı		91.65	0.16	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	92.59	0.28	0.258
	Yeşil	92.67	0.31	
	Sarı	92.11	0.33	
	Mavi	91.60	0.35	
	Kırmızı	91.92	0.30	
14	Beyaz	91.60	0.29	
	Yeşil	91.80	0.31	
	Sarı	91.01	0.38	
	Mavi	91.51	0.36	
	Kırmızı	91.71	0.33	
18	Beyaz	90.42	0.30	
	Yeşil	91.35	0.35	
	Sarı	90.93	0.37	
	Mavi	91.73	0.36	
	Kırmızı	91.32	0.31	
22	Beyaz	90.84	0.30	
	Yeşil	90.59	0.36	
	Sarı	90.07	0.36	
	Mavi	90.08	0.44	
	Kırmızı	91.65	0.35	

Farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların yumurtalarında ölçülen yüzey alanı ortalamalarının yaşa bağlı değişimi Çizelge 4.27’de sunulmuştur. Çalışmada yüzey alanı ortalamalarının yaşa bağlı olarak artış gösterdiği belirlenirken ($P<0.05$), deneme gruplarında saptanan yüzey alanı ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($P>0.05$).

Çizelge 4.27. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta yüzey alanı (cm^2) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		25.62 ^d	0.09	0.000
14		26.31 ^c	0.10	
18		26.84 ^b	0.10	
22		27.31 ^a	0.11	
Deneme Grubu				
Beyaz		26.39	0.09	0.275
Yeşil		26.66	0.11	
Sarı		26.54	0.12	
Mavi		26.60	0.12	
Kırmızı		26.41	0.10	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	25.52	0.18	0.999
	Yeşil	25.80	0.20	
	Sarı	25.52	0.21	
	Mavi	25.65	0.22	
	Kırmızı	25.61	0.19	
14	Beyaz	26.21	0.19	
	Yeşil	26.43	0.20	
	Sarı	26.30	0.25	
	Mavi	26.40	0.23	
	Kırmızı	26.21	0.21	
18	Beyaz	26.67	0.19	
	Yeşil	26.96	0.22	
	Sarı	26.93	0.24	
	Mavi	26.95	0.23	
	Kırmızı	26.69	0.20	
22	Beyaz	27.16	0.20	
	Yeşil	27.45	0.23	
	Sarı	27.41	0.23	
	Mavi	27.39	0.28	
	Kırmızı	27.13	0.23	

Kırmızı, sarı, mavi, yeşil ve beyaz ışığı meydana getiren dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların yumurtalarının kabuk kalınlığı ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.28’de sunulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre kabuk kalınlığı yaş ile birlikte azalırken ($P<0.05$), sarı ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların yumurta kabuk kalınlıklarının diğer gruplardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.28. Deneme gruplarındaki bıldırcınlarında 10, 14, 18 ve 22 haftalık yaşlardaki yumurta kabuk kalınlığı (mm) ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı		Ortalama	Standart Hata	P Değeri
Hafta				
10		0.226 ^a	0.001	0.000
14		0.215 ^b	0.001	
18		0.211 ^c	0.001	
22		0.210 ^c	0.001	
Deneme Grubu				
Beyaz		0.214 ^b	0.001	0.002
Yeşil		0.218 ^a	0.001	
Sarı		0.217 ^a	0.001	
Mavi		0.214 ^b	0.001	
Kırmızı		0.214 ^b	0.001	
İnteraksiyon				
10	Beyaz	0.218	0.002	0.218
	Yeşil	0.234	0.002	
	Sarı	0.236	0.002	
	Mavi	0.226	0.002	
	Kırmızı	0.217	0.002	
14	Beyaz	0.214	0.002	
	Yeşil	0.219	0.002	
	Sarı	0.217	0.003	
	Mavi	0.209	0.002	
	Kırmızı	0.217	0.002	
18	Beyaz	0.211	0.002	
	Yeşil	0.210	0.002	
	Sarı	0.210	0.002	
	Mavi	0.211	0.002	
	Kırmızı	0.210	0.002	
22	Beyaz	0.212	0.002	
	Yeşil	0.211	0.002	
	Sarı	0.206	0.002	
	Mavi	0.211	0.003	
	Kırmızı	0.210	0.002	

5. TARTIŞMA

5.1. Yaşama Gücü

Çalışmanın sonuçları ilk beş haftadaki kümülatif yaşama gücü bakımından gruplar arasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Ancak yaşama gücü açısından altıncı haftada yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grubunda canlı kalan bıldırcın sayısı diğer gruplardaki canlı bıldırcın sayısından daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Gautam vd. (2020), etlik piliçlerde yeşil ve mavi geçişli (21. günde birinden diğerine geçiş) ve beyaz LED aydınlatma uygulayarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında benzer sonuçlara ulaşmışlardır. Bahsedilen çalışmada en yüksek ölüm oranı (% 6.25) beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grubunda bulunurken, en düşük ölüm oranının (% 3.75) ise yeşil-mavi geçişli monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grubunda bulunduğu bildirilmiştir. Rozenboim vd. (1999) büyütme döneminde etlik piliçleri aydınlatmak için beyaz akkor lamba ve yeşil, mavi ve kırmızı monokromatik aydınlatmalar kullanmış, söz konusu uygulamanın ölüm oranı üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Buna benzer bir şekilde, Rozenboim vd. (2004), etik piliçleri aydınlatmak için yeşil ve mavi monokromatik aydınlatma ile birlikte beyaz akkor ampuller kullanmıştır. Eş zamanlı olarak, büyütme döneminin 10. ve 20. günlerinde yeşilden maviye ve maviden yeşile geçiş yapılacak şekilde farklı aydınlatma programının kombinasyonları uygulanmıştır. Bu aydınlatma uygulamalarının piliçler üzerindeki etkilerini belirlemek için gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre, çeşitli dalga boyları veya dalga boylarının kombinasyonları ile aydınlatılan etlik piliçlerin yaşama gücü bakımından hiçbir fark bulunmadığı bildirilmiştir.

Çalışmalarında etlik piliçlere yeşil monokromatik aydınlatma ile beyaz floresan aydınlatma uygulayan Guevara vd. (2015), yedi hafta sonunda deneme gruplarında kümülatif ölüm oranlarının sırasıyla %2.0 ve %3.6 olduğunu ve gruplar arasında istatistiksel bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Etlik piliçlerin kullanıldığı benzer çalışmaların çoğunda aydınlatma uygulamalarının yaşama gücü üzerinde etkisinin önemli olmadığı bildirilmiştir (Xie vd., 2011; Cao vd., 2012; Mendes vd., 2013; Gongruttananun 2014; Olanrewaju vd., 2016; Olanrewaju vd., 2018; Rogers vd., 2015; Assaf vd., 2015; Firouzi vd., 2018).

Büyütme döneminde monokromatik aydınlatma uygulanan bu çalışmalarda farklı hayvan materyali ve daha az sayıda dalga boyu kullanılmış olmasının çalışmanın sonuçlarıyla uyumsuzluğa neden olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında yumurta verim döneminde farklı monokromatik aydınlatma uygulamalarının yaşama gücü üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılığa yol açmamıştır ($P>0.05$). Kanatlı hayvanlarda yumurta verim döneminde monokromatik aydınlatma uygulamasını konu alan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan sadece birisinde (Li vd. 2014) tavukların yaşama gücü ile ilgili sonuçlar sunulmuştur. Yumurta tavuklarında akkor ampul, mavi, yeşil ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulayan Li vd. (2014), aydınlatma uygulamalarının yumurta verim dönemi boyunca gerçekleşen mortaliteye etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada yumurta verim döneminde yaşama gücü özelliği için saptanan bulgular Li vd. (2014) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

5.2. Büyüme Özellikleri

Aşağıdaki alt başlıklarda, çeşitli monokromatik aydınlatma altında yetiştirilen Japon bıldırcınlarının yetiştirme döneminde haftalık canlı ağırlık değerleri ve büyüme eğrisi parametrelerinin karşılaştırması ve ilgili literatürden raporlar sunulmaktadır.

5.2.1. Canlı ağırlık

Bıldırcınların kuluçka ağırlık ortalamaları açısından deneme grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış olup, bu durum denemenin birincil bileşeni olan bıldırcın civcivlerinin gruplara şansa bağlı ve dengeli bir şekilde dağıtıldığının göstergesidir. Deneme gruplarının çalışmanın birinci ve ikinci haftalarındaki ortalama canlı ağırlıkları karşılaştırıldığında, aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (her ikisi için $P < 0.05$). Rozenboim vd. (2004) tarafından etlik piliçlere mavi, yeşil ve beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan çalışmada, denemenin dördüncü gününde etlik piliçlerin canlı ağırlıklarında mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan gruplar lehine farklılıkların ortaya çıktığı ve çalışmanın sonuna kadar devam ettiği bildirilmiştir. Farklı bir çalışmada da (Cao vd. 2012) benzer bulgular elde edilmiş, bunun ötesinde kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan etlik piliçlerin canlı ağırlıklarının ikinci günden itibaren daha düşük olduğu ve on dördüncü güne kadar mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan grupların canlı ağırlık ortalamalarının kontrol grubuna ve kırmızı monokromatik aydınlatılan piliçlere göre daha yüksek olarak bildirilmiştir. Araştırmacılar ikinci haftadan denemenin sonuna kadar mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan etlik piliçlerin haftalık canlı ağırlık ortalamalarının diğer tüm deneme gruplarındaki piliçlere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Cao vd. 2012). Her iki çalışmada da kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan etlik piliçlerin canlı ağırlıklarının diğer gruplardan daha düşük olduğu bildirilmiştir (Rozenboim vd. 2004; Cao vd. 2012). Geçerli çalışma bulguları Rozenboim vd. (2004) ve Cao vd. (2012) tarafından bildirilen sonuçları destekler niteliktedir. Bunun yanında hem Rozenboim vd. (2004) hem de Cao vd. (2012) monokromatik aydınlatmanın canlı ağırlık değerleri üzerindeki etkilerinin erken yaşlarda belirginleştiğini iddia etmişlerdir. Buna karşılık, geçerli çalışmanın sonuçlarına göre mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınların ortalama canlı ağırlığının beş haftalık yaştan itibaren diğer grupların ortalamalarından önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Literatürde yer alan raporlar arasındaki bu dengesizliğin nedeninin hayvan materyalinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Uzun yıllar süren ıslah çalışmaları sonucunda ortaya çıkan günümüz etlik piliç hibritleri, çok hızlı bir şekilde gelişme kabiliyetine sahiptir. Kanatlı yetiştiriciliği üzerine yapılan araştırmalar sonucunda etlik piliçlerin fizyolojilerinde ve kas kitlelerinin artış oranlarında önemli gelişmeler sağlanmıştır. Bu iyileştirmelerin bir sonucu olarak, piliçler artık kesim ağırlığına çok erken yaşlarda ulaşmaktadır ve yemlerinden iyi bir şekilde faydalanabilmektedirler. Bu çalışmaya konu olan Japon bıldırcınları ise herhangi bir seleksiyon sürecinden geçmemiş ve rastgele çiftleşen bir damızlık sürüden elde edilmiştir. Bu nedenle söz konusu hayvan materyalinin monokromatik aydınlatma ile manipüle edilen büyüme hızının ve gelişim fizyolojisinin etlik piliçlerde gerçekleşen şekliyle birebir örtüşmesini beklemek mümkün değildir.

Kanatlı hayvanlarda farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan bazı araştırma sonuçlarına göre mavi ve yeşil ışığı meydana getiren dalga boylarından

farklı frekansların da büyüme üzerinde olumlu etkileri olduğu ileri sürülmüştür. Kim vd. (2013) tarafından etlik piliçler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada sarı monokromatik aydınlatma uygulanan piliçlerin ortalama canlı ağırlığı, mavi ve yeşil aydınlatmaya maruz kalanların ortalamalarından yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, Firouzi vd. (2014), sarı monokromatik aydınlatmaya maruz kalan etlik piliçlerin, yeşil, mavi, kırmızı ışığa maruz kalanlara kıyasla 42 günlük yaşta en yüksek ortalama canlı ağırlığına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Geçerli çalışmada da sarı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarının canlı ağırlık ortalamalarının kırmızı ve beyaz monokromatik aydınlatmaya maruz kalanlarıkinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

5.2.2. Büyüme Eğrisi

Çalışmada deneme gruplarının ergin ağırlık parametre ortalamaları karşılaştırıldığında, sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların ergin ağırlık ortalamalarının diğer gruplara göre yüksek olduğu görülmektedir. Altı haftalık yaşta, en yüksek ağırlık ortalamalarına sahip üç deneme grubu (mavi, yeşil ve sarı) bulunurken; ergin ağırlık parametresi bakımından sadece sarı monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grubundaki bıldırcınların ortalamasının en yüksek değere sahip olması dikkat çekici bulunmuştur. Benzer durum Gompertz büyüme eğrisinin bükülme noktası yaşı ve bu yaştaki ağırlık ortalamaları açısından da benzer durumdadır. Büyütme dönemi boyunca sarı monokromatik aydınlatmaya maruz kalan bıldırcınların büyüme örnekleri üzerinde ışık dalga boyunun etkisinin mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulananlara göre daha uzun süre olduğu tahmin edilmektedir. Japon bıldırcınlarına beyaz, kırmızı, yeşil ve sarı monokromatik aydınlatma uygulayan Karadavut vd. (2017) hangi modelin verilere en uyumlu olduğunu belirlemek canlı ağırlık verilerini kullanarak Gompertz, Broody ve Von Bertalanffy modelleri ile büyüme örneklerini analiz etmişlerdir. Bilimsel literatürde Japon bıldırcınlarında farklı monokromatik aydınlatma uygulamaları sonucunda elde edilen doğrusal olmayan regresyon model parametrelerini konu alan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bunun yanında Sayın vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada etlik piliçlere beyaz, mavi, yeşil monokromatik, mavi-yeşil, yeşil mavi geçişli ve yeşil-mavi kombine edilmiş LED aydınlatma uygulamaları yapılmıştır. Araştırmacılar Gompertz büyüme eğrisinin asimptotik ağırlık parametresi bakımından en yüksek ortalamanın yeşil-mavi geçişli monokromatik aydınlatmaya maruz kalan piliçlerden elde edildiğini bildirmişlerdir.

Herhangi bir seleksiyon geçmişi olmayan ve şansa bağlı çiftleşen Japon bıldırcınlarında büyüme örneklerini Gompertz fonksiyonu ile modelleyen çok sayıda araştırmacı (Narinç vd. 2010a; Beiki vd. 2013; Fırat vd. 2016; Kaplan ve Gürçan 2018; Narinç ve Genç 2021) tarafından modelin asimptotik ağırlık parametresi için tahmin edilen değerler (231.86-274.99 g), bu çalışmada bulunan β_0 ortalamalarıyla (235.92-272.69) uyumlu bulunmuştur. Gompertz modelinin β_1 ve β_2 parametreleri açısından deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır. Araştırma bulgularına göre, Japon bıldırcınlarının büyüme örnekleri için Gompertz büyüme eğrisi modelinin entegrasyon katsayısı parametresi ortalamaları 3.31 ile 3.34 aralığında değerler almıştır. Anlık büyüme oranını ifade eden β_2 parametresinin ortalama değeri 0.68 ile 0.75 arasında değişim göstermiştir. Çalışmada Gompertz büyüme eğrisi modelinin bükülme noktası yaşı farklı monokromatik aydınlatma uygulanan deneme gruplarında 17.29 ile 18.81 gün arasında değişmektedir. Japon bıldırcınlarının büyüme örneklerinin Gompertz fonksiyonu kullanılarak analiz edildiği bir dizi çalışmanın bulgularına göre, eğrinin

bükülme noktası yaşı için elde edilen değerlerin 14.76 ile 34.58 gün arasında olduğu bildirilmiştir. Çok sayıda çalışma bulgularına göre (Aggrey vd. 2003; Narinc vd. 2010a; Narinc vd. 2010b; Raji vd. 2014), Gompertz büyüme eğrisi bükülme noktasının olduğu ağırlık 76.21 ile 124.56 g arasında değişmektedir. Bu araştırmanın sonuçları, diğer çalışmalarda Japon bıldırcınları için belirlenen Gompertz büyüme eğrisinin ortalama yaş ve bükülme noktası ağırlıklarına ilişkin bulgularla uyumlu bulunmuştur.

5.3. Yumurta Verimi

Yumurta verim döneminde farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatmaya maruz kalan bıldırcınların yumurta verimlerinde önemli değişiklikler meydana gelmiştir (Çizelge 4.15). Kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların yumurta verim ortalaması (%86.73) diğer gruplardan daha yüksek bulunurken, sarı ve beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların yumurta verim ortalamalarının da (sırasıyla %82.54 ve %82.62) yeşil ve mavi monokromatik aydınlatma uygulananların ortalamalarından (sırasıyla %78.36 ve %76.79) yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Mobarkey vd. (2010), ışık spektrumunun (545 ila 575 nm) sarı-yeşil bantlarındaki en yüksek hassasiyetin, kuşların büyümesinden ve davranışlarından sorumlu olabileceğini iddia etmiş ve ancak yumurta üretimini doğrudan etkilemediğini ileri sürmüştür. Oysa pek çok çalışma sonuçları kırmızı monokromatik aydınlatmanın kanatlı hayvanlarda toplam yumurta üretimini olumlu etkileyebileceğini göstermiştir (Rozenboim vd., 1998; Gongruttananun 2011; Kim vd., 2012; Huber-Eicher ve ark., 2013). Hassan vd. (2013) ve Hassan vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda yumurta tavuklarına kırmızı, mavi ve yeşil monokromatik ışık kaynakları sağlanmış, bunun yanında günlük 14 saat kırmızıya ilave olarak 2 saat yeşil, günlük 12 saat kırmızıya ilave olarak ikişer saat yeşil ve mavi monokromatik aydınlatma kombinasyonları uygulanmıştır. Araştırmacılar içerisinde kırmızı monokromatik aydınlatma bulunan tüm deneme gruplarındaki yumurta verimlerinin sürekli yeşil ve mavi monokromatik aydınlatma uygulanan deneme gruplarının ortalamalarından yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kim vd. (2010) kırmızı monokromatik aydınlatmaya maruz kalan kanatlıların yumurta üretiminde ve yumurtalık ağırlığında bir artış tespit etmişler ve kırmızı renk tayfinin cinsel gelişimi hızlandırdığını iddia etmişlerdir.

Hassan vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan yumurta tavuklarının çoğu döneme ait yumurta verimlerinin kontrol grubu (beyaz floresan) veriminden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Etlik piliç damızlık sürüsüne kırmızı, mavi, yeşil monokromatik aydınlatma uygulamalarının kombinasyonlarıyla beyaz monokromatik aydınlatma uygulayan Zaguri vd. (2020), kırmızı monokromatik aydınlatmanın uzun süre yer aldığı kombinasyonların yumurta verimini arttırdığını, bunun yanında yeşil ve mavi monokromatik aydınlatmanın daha uzun süre uygulandığı kombinasyon gruplarındaki yumurta verimlerinin kontrol grubunun ortalamasından daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde geçerli çalışma sonuçları da mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulamalarının Japon bıldırcınlarının yumurta veriminde gerilemeye neden olduğunu göstermektedir.

Kanatlı hayvanlarda kırmızı rengi ortaya çıkaran uzun dalga boylu (660 nm) ışık uyarımlarının yumurta verimi açısından olumlu etkiye sahip olduğu pek çok çalışmada yer almasına karşın, kırmızıya benzer şekilde uzun dalga boyuna (600 nm) sahip sarı ışığa maruz kalan hayvanların yumurta verimleri konusunda literatürde herhangi bir çalışma

bulunmamaktadır. Bu çalışmada sarı monokromatik aydınlatma uygulamasının yumurta verimi bakımından kırmızı monokromatik gibi olumlu bir etkiye sahip olmadığı, fakat kısa dalga boyu ile ortaya çıkan ışık kaynaklarının yaratmış olduğu olumsuz etkiye de sahip olmadığı belirlenmiştir.

Çalışmada yumurta veriminin zamana bağlı değişimi incelendiğinde ölçüm periyotları arasında istatistiksel olarak fark olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Genel olarak tüm kanatlı hayvanlarda olduğu gibi Japon bıldırcınlarında da yumurta verimi hızlı bir şekilde pik verim noktasına ulaşmış, ardından azalarak artan bir süreç izlemiştir.

5.4. Üreme Özellikleri

Hem büyütme döneminde hem de yumurta verim döneminde Japon bıldırcınlarına beyaz, yeşil ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulayan Elkomy vd. (2019), eşeyssel olgunluk yaşları bakımından deneme grupları arasında önemli farklılık olduğunu, kırmızı monokromatik aydınlatmaya maruz kalan bıldırcınların daha erken eşeyssel olgunluk gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar kırmızı monokromatik aydınlatmaya maruz kalan bıldırcınların hem döllülük hem de çıkış gücü ortalamalarının yeşil ve beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan gruplardaki ortalamalardan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Yang vd. (2016) yeşil ışık uygulanan damızlık tavuklardan elde edilen kuluçkalık yumurtaların daha yüksek döllülük ortalamasına sahip olduğunu, beyaz ışık rengi altında yetiştirilen tavuk yumurtalarında ise daha yüksek çıkış gücü olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, Retes vd. (2017) yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınlardan elde edilen kuluçkalık yumurtalarda döllülük oranının beyaz, kırmızı ve mavi LED uygulamaları yapılan gruplarda saptanan ortalamalardan daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Görüldüğü üzere literatürde farklı dalga boylarında aydınlatma uygulanan kanatlı hayvanlarda üreme özellikleriyle ilgili sonuçlar bakımından oldukça çelişkili raporlar yer almaktadır. Woodard vd. (1969) tarafından Japon bıldırcınları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada farklı dalga boylarında ışığa maruz kalan Japon bıldırcınlarının yumurtalarında çıkış gücü ortalamaları bakımından farklılık olmadığı bildirilmiştir. Damızlık yumurta tavuklarına beyaz, kırmızı, mavi ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulayan Li vd. (2016), deneme gruplarından elde edilen kuluçkalık yumurtalarda döllülük ve çıkış gücü ortalamaları bakımından farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada farklı monokromatik aydınlatma uygulamalarının Japon bıldırcınlarında üreme özellikleri üzerine etkileri konusunda elde edilen sonuçlar Woodard vd. (1969) ve Li vd. (2016) tarafından bildirilen bulgularla uyumlu bulunmuştur.

5.5. Yumurta Kalite Özellikleri

Çeşitli ışık spektrumları göz önüne alındığında, ışığın yumurta ağırlığı üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmak önemlidir. Kırmızı ışık altında yetiştirilen kanatlı hayvanların daha ağır yumurtalara sahip olduğu, ancak yeşil ve mavi ışık altında yetiştirilen kanatlılara kıyasla yumurta kabuğu kırılma mukavemetinin daha düşük olduğu iddia edilmiştir (Li vd. 2014). Buna karşılık, bazı araştırmalarda beyaz ışığın ve mavi ışığın daha ağır yumurtalar elde edilmesine olanak sağladığı bildirmiştir (Pyrzak vd. 1987; Min vd. 2012). Min vd. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, beyaz, mavi ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan tavukların 41 ve 50 haftalık yaşlarda yumurta ağırlık ortalamaları karşılaştırılmış ve mavi monokromatik ışığa maruz kalan

tavukların yumurta ağırlık ortalamalarının daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Li vd. (2014) kırmızı ışığın kuluçkalık yumurtalarda çıkış gücünü iyileştirdiğini iddia etmişler, daha uzun dalga boyunun, yumurta tavuklarının hipotalamusunu ve üreme organlarını uyarabileceği bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar (Pyrzak vd.1987; Sharp, 2005; Reddy vd. 2012; Baxter vd. 2014) bu görüşü destekleyerek, hipotalamus-hipofiz-gonadal (HPG) ekseninin uzun dalga boyuna sahip ışık kaynağı tarafından uyarılmasının, kısa dalga boylarına kıyasla yumurta üretimini ve yumurta ağırlığını artıran üreme hormonlarında bir artışa neden olduğunu iddia etmişlerdir. Bazı araştırmacılar yeşil ışıkta daha düşük üretim, kuşlarda üreme aktivitesinin inhibisyonundan kaynaklanıyor olabileceğini öne sürmüşlerdir (Mobarkey vd. 2010; Sultana vd. 2013; Li vd. 2014). Bununla birlikte, yeşil ışığın, yumurtlamalar arasında daha uzun dinlenme süreleri ile desteklenebilecek yumurtanın kırılma mukavemetini iyileştirdiği iddia edilmiştir (Li vd. 2014). Fakat geçerli çalışma sonuçlarına göre yumurta ağırlığı bakımından deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Konu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalarda monokromatik aydınlatma uygulamaları yumurta verim dönemini kapsamaktadır. Oysa bu çalışmada bıldırcınlar kuluçkadan çıkıştan yumurta verim döneminin sonuna kadar aynı dalga boyundaki ışığa maruz kalmışlardır. Bilindiği üzere yumurta ağırlığı ile canlı ağırlık arasında pozitif yönlü kuvvetli bir korelasyon bulunmaktadır. Büyütme döneminde canlı ağırlık bakımından meydana gelen farklılıklardan dolayı deneme grupları arasında ortaya çıkması muhtemel yumurta ağırlığı farkının Pyrzak vd. (1987), Sharp (2005) Reddy vd. (2012) ve Baxter vd. (2014) tarafından açıklanan fizyolojik süreç tarafından engellendiği düşünülmektedir. Benzer durumun yumurta sarı, ak ve kabuk ağırlıkları ile özgül ağırlık özelliği için de geçerli olduğu düşünülmektedir. Çalışmada farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarında yumurta sarı, ak ve kabuk ağırlığı özellikleri bakımından deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmamıştır (tümü için $P>0.05$). Oysa Reddy vd. (2012) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, kırmızı ışığa maruz bırakılan tavuklarda yumurta foliküllerinin boyutunun arttığı ortaya konulmuştur. Aksi yönde görüş bildiren Li vd. (2014), kırmızı monokromatik ışığa maruz kalan tavukların yumurtalarındaki sarı ağırlık yüzdesinin mavi ve yeşil gruplardan daha düşük, ak ağırlık yüzdesi bakımından ise daha yüksek ortalamaya sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Konu ile ilgili literatürde çelişkili sonuçlar yer almaktadır.

Çalışmada yumurta ağırlığı, ak ağırlığı, sarı ağırlığı, kabuk ağırlığı özellikleri zaman değişkeninden etkilenmişlerdir ve zamana bağlı olarak ortalamalarda artış gözlenmiştir (tümü için $P<0.05$). Söz konusu sonuçlar bıldırcın ve tavuk yumurtaları kullanılarak gerçekleştirilen pek çok çalışma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur (Brand vd. 2004; Silversides vd. 2006; Zita vd. 2009; Rajkumar vd. 2009; Zita vd. 2012; Padhi vd. 2013; Zita vd. 2013; Roberts vd. 2014).

Tavuklara göre daha uzun bir şekle sahip olan bıldırcın yumurtalarının şekil indeksi genotip ve yaş başta olmak üzere bazı genetik ve çevresel faktörlerin etkisine göre değişim göstermektedir. Çalışmada farklı monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarından elde edilen yumurtalarda şekil indeksi ortalamaları bakımından gruplar arasında önemli farklılık saptanmış olup, sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcın yumurtalarının şekil indeksi ortalamasının diğer gruplardan düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Benzer bir çalışma gerçekleştiren Er vd. (2007), beyaz, mavi, yeşil ve kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan yumurtacı tavuklardan elde edilen

yumurtaların şekil indeksleri bakımından gruplar arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar şekil indeksi bakımından en yüksek ortalamanın kırmızı monokromatik aydınlatmaya maruz kalan tavuklardan elde edilen yumurtalarda saptandığını bildirmişlerdir. Şekil indeksi bakımından Er vd. (2007) tarafından bildirilen sonuçlarla bu çalışmada elde edilen bulgular arasındaki farklılığın büyütme dönemindeki aydınlatma uygulamasından ve kanatlı türünden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada Japon bıldırcını yumurtalarında ölçülen şekilde indeksi ortalamalarının yaşa bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kanatlı hayvanlarda yaşa bağlı olarak yumurtaların daha uzun bir şekle büründüğü, dolayısıyla şekil indeksinde azalma olduğuna yönelik pek çok çalışma sonucu bulunmaktadır (Zita vd. 2009; Sarıca vd. 2010; Kryeziu vd. 2011; Dikmen vd. 2017; Uyanga vd. 2020; Kraus vd. 2021). Bunun yanında bazı çalışmalarda yumurta şekil indeksinin yaşla birlikte değişmediği (Skrbic vd. 2011; Padhi vd. 2013), bunun ötesinde yaşla birlikte şekil indeksinde artış olduğu iddia edilmiştir (Rajkumar vd. 2009).

Farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarından elde edilen yumurtalardaki ak indeksi ve sarı indeksi ortalamaları sırasıyla Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.23'te sunulmuştur. İlgili çizelgelerden de görülebileceği üzere yumurtaların sarı indeksi bakımından gruplar arasında önemli fark bulunmazken ak indeksi bakımından kırmızı, yeşil ve beyaz monokromatik ışığa maruz kalanların ortalamaları daha yüksektir ($P<0.05$). Reddy vd. (2012) kırmızı monokromatik aydınlatmanın folikül ağırlığını arttırdığını, bunun da sarı ağırlığı, sarı oranı ve sarı indeksi gibi özelliklerin hacim ve ağırlıklarında artışa neden olabileceğini iddia etmiştir. Yenilmez vd. (2021) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise yumurta tavuklarına beyaz ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulanmış, deneme gruplarından elde edilen yumurtaların ak indeksi ve sarı indeksi özellikleri bakımından aralarında fark bulunmamıştır. Geçerli çalışmada bıldırcınların büyütme döneminde de monokromatik aydınlatma uygulanmış olmasının canlı ağırlık üzerinde yarattığı farklılıkların yukarıda sayılan özellikler üzerinde farklı etkileri olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada yer alan deneme gruplarındaki bıldırcınlardan elde edilen yumurtalarda saptanan Haugh birimi ortalamaları bakımından farklı dalga boylarında aydınlatma uygulamasının etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Hassan vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada kırmızı, mavi ve yeşil monokromatik ışık ile kırmızı-yeşil ve kırmızı-mavi kombinasyon aydınlatma uygulamalarına maruz kalan tavuklardan elde edilen yumurtaların Haugh birimi ortalamaları arasında fark bulunmadığı bildirilmiştir. Benzer sonuçlara ulaşan Yenilmez vd. (2021), monokromatik aydınlatma uygulamasının yumurta tavuklarından elde edilen yumurtalarda belirlenen Haugh birimi özelliğini etkilemediğini bildirmişlerdir. Farklı yönde görüş bildiren Li vd. (2014), kırmızı, yeşil ve mavi dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan genç yaşta tavuk yumurtalarında saptanan Haugh birimi ortalamalarının beyaz monokromatik aydınlatmaya maruz kalanların ortalamasından yüksek olduğunu, ancak bu farklılığın yaş ile birlikte ortadan kalktığını iddia etmişlerdir. Bu çalışmada farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulamalarının Haugh birimi üzerine etkilerine ilişkin elde edilen bulgular Hassan vd. (2013) ve Yenilmez vd. (2021) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

Farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarından elde edilen yumurtalardaki yüzey alanı ortalamaları bakımından deneme grupları arasında fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Konu ile ilgili literatür incelendiğinde monokromatik aydınlatma uygulamalarının yumurta yüzey alanına etkisi konusunda gerçekleştirilmiş herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bunun yanında çalışmada yumurtaların yüzey alanının yaş ile birlikte artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Genç ve yaşlı Lohhman Brown yumurta tavuklarında yumurta kalite özelliklerinin yaş ile değişimini inceleyen Tumova ve Gous (2012), yaşa bağlı olarak yumurta kabuk alanında artış olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulanan Japon bıldırcınlarından elde edilen yumurtalardaki kabuk kalınlığı ortalamaları Çizelge 4.26'da yer almaktadır. İlgili çizelgeden de görülebileceği üzere yumurtaların kabuk kalınlığı ortalamaları bakımından yeşil ve sarı monokromatik ışığa maruz kalanların değerleri daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Yumurta tavuklarına beyaz, mavi, kırmızı ve yeşil monokromatik aydınlatma uygulayan Er vd. (2007), yumurta kabuk kalınlığı bakımından en yüksek ortalamanın yeşil monokromatik aydınlatmaya maruz kalan tavuklardan elde edilen yumurtalarda saptandığını bildirmişlerdir. Benzer bir çalışma gerçekleştiren Li vd. (2014), yumurta tavuklarına farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulamasının neticesinde erken yaşlarda kırmızı ışığa maruz kalan tavukların yumurtalarının kabuk kalınlığının daha yüksek olduğunu, fakat yaş ile birlikte yeşil monokromatik aydınlatma uygulanan tavukların yumurta kabuk kalınlığı ortalamasının diğer dalga boylarında aydınlatılanlarınkilerden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada yumurta kabuk kalınlığı ile ilgili olarak tespit edilen bulgular Er vd. (2007) ve Li vd. (2014) tarafından bildirilen sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

Çalışmada Japon bıldırcını yumurtalarının kabuk kalınlığının yaşa bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Söz konusu bulgu, pek çok araştırmacı tarafından Japon bıldırcını ve yumurta tavuğu kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur (Rajkumar vd. 2009; Sarıca vd. 2010; Kryeziu vd. 2011; Zita vd. 2012; Roberts vd. 2013; Dikmen vd. 2017; Kraus vd. 2021).

6. SONUÇLAR

Büyütme döneminde farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma programları uygulanan Japon bıldırcınlarının canlı ağırlık değerleri bakımından mavi, yeşil ve sarı ışık uygulanan deneme gruplarından daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bunun yanında büyümeyi biyolojik parametreler kullanarak ele alan doğrusal olmayan regresyon analizi sonucunda sarı monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların uzak asimptot değerine ilişkin ortalamanın daha yüksek olduğu, dolayısıyla mevcut olan erginleşme kapasitesinin diğer deneme gruplarından fazla olduğu belirlenmiştir.

Yumurta verim döneminde farklı dalga boylarında monokromatik aydınlatma uygulamaları sonucunda en yüksek yumurta veriminin kırmızı ışığa maruz kalan bıldırcınlara ait olduğu belirlenmiştir. Kırmızı monokromatik aydınlatmaya nazaran sarı ve beyaz monokromatik aydınlatma uygulanan bıldırcınların yumurta verimleri daha düşük olsa da büyümeyi olumlu yönde etkileyen mavi ve yeşil monokromatik aydınlatmanın yumurta verimi üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir.

Büyütme döneminde kırmızı monokromatik aydınlatma uygulanan deneme grubundaki bıldırcınların yaşama gücü bakımından da diğer gruplardan daha düşük bir ortalama sahip olduğu belirlenmiştir. Yumurta verim döneminde ise yaşama gücü bakımından gruplar arasında fark bulunmamıştır. Çalışmada hem büyütme hem de yumurta verim dönemlerinde deneme gruplarına aynı dalga boyu aydınlatma uygulamaları yapılmasından dolayı bazı yumurta kalite özelliklerinde beklenmeyen sonuçlarla karşılaşmıştır.

Sonuç olarak Japon bıldırcınlarında büyütme amaçlı üretim yapılması planlanıyorsa mavi ve yeşil, yumurta verimi amaçlı üretim yapılması planlanıyorsa kırmızı monokromatik aydınlatma uygulamaları yapılması önerilebilir. Fakat ülkemizde üretimin hacminin büyük çoğunluğunu oluşturan küçük ölçekli işletmelerde üretim sürüsü hem et verimi için hem de damızlık olarak kullanıldığından dolayı bu tip iki amaçlı işletmelere sarı monokromatik aydınlatma uygulamaları önerilebilir. Bunun yanında büyütme ve yumurta verim döneminde hayvan gereksinimleri ve çevre koşulları farklılaştığı için monokromatik aydınlatma uygulamalarının da dönemsel kombinasyonlarının araştırılıp en uygun kombinasyonun belirlenmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Aggrey, S. E., Ankra-Badu, G. A. and Marks, H. L. 2003. Effect of long-term divergent selection on growth characteristics in Japanese quail. *Poultry Science*, 82 (4): 538-542.
- Akbas, Y. and Oguz, I. 1998. Growth curve parameters of lines of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*), unselected and selected for four-week body weight. *Archiv fuer Gefluegelkunde*, 62 (3): 104-109.
- Alberts, I. L., Barratt, D. S. and Ray, A. K. 2010. Hollow cathode effect in cold cathode fluorescent lamps: a review. *Journal of Display Technology*, 6 (2): 52-59.
- Archer, G. S. 2015. Comparison of incandescent, CFL, LED, bird level LED lighting: growth, fear, stress. *International Journal of Poultry Science*, 14 (8): 449-455.
- Archer, G. S. 2018. Effect of two different commercially available white light LED fixtures on broiler hatchability and chick quality. *British Poultry Science*, 59 (3): 251-255.
- Assaf, W., Mohra, I. and Hashem, Y. 2015. Effect of light color on some of performance indices of Hybrid Cup 500-broilers. *International Journal of Poultry Science*, 14 (2): 100-102.
- Baxter, M. 2015. Studying the Effect of Light Wavelength on Laying Hens (*Gallus gallus*). *Animal and Poultry Science*
- Baxter, M., Joseph, N., Osborne, V. R. and Bedecarrats, 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.
- Beiki, H. Pakdel, A., Moradi-Shahrbabak, M. and Mehrban, H. 2013. Evaluation of growth functions on Japanese quail lines. *The Journal of Poultry Science*, 50 (1): 20-27.
- Benoit, J. 1964. The role of the eye and of the hypothalamus in the photostimulation of gonads in the duck. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 117 (1): 204-215.
- Benson, E. R., Hougentogler, D. P., McGurk, J., Herrman, E. And Alphin, R. L. 2013. Durability of incandescent, compact fluorescent, and light emitting diode lamps in poultry conditions. *Applied Engineering in Agriculture*, 29 (1): 103-111.
- Brandstätter, R., Kumar, V., Abraham, U. And Gwinner, E. 2000. Photoperiodic information acquired and stored in vivo is retained in vitro by a circadian oscillator, the avian pineal gland. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97 (22): 12324-12328.

- Bright, R. J., Jackson, D. A. And Kuhn, H. 1949. The Resolving Power and Intensity Relationships of the Fabry Perot Interferometer with Silvered Reflecting Surfaces. *Proceedings of the Physical Society*, 62 (4): 225.
- Cao, J., Wang, Z., Dong, Y., Zhang, Z., Li, J., Li, F. And Chen, Y. 2012. Effect of combinations of monochromatic lights on growth and productive performance of broilers. *Poultry Science*, 91 (12): 3013-3018.
- carcass traits in Japanese quail using Bayesian methods. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 40 (1): 342–347.
- Congress, U. S. 2007. Energy independence and security act of 2007. Public law, 2, 110-140.
- Dikmen, B. Y., Ipek, A., Şahan, Ü., Sözcü, A. and Baycan, S. C. 2017. Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 41 (1): 77-84.
- Dominoni, D., Quetting, M. and Partecke, J. 2013. Artificial light at night advances avian reproductive physiology. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280 (1756): 2012-2017.
- Elkomy, H. E., Taha, A. E., Basha, H. A., Abo-Samaha, M. I. and Sharaf, M. M. 2019. Growth and reproduction performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) under various environments of light colors. *Slovenian Veterinary Research*, 56 (22): 119-127.
- Er, D., Wang, Z., Cao, J. and Chen, Y. 2007. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 16 (4): 605-612.
- Etches, R. C., Gammer, T. L. and Cornish, R. 1996. Patient-controlled epidural analgesia after thoracotomy: a comparison of meperidine with and without bupivacaine. *Anesthesia and Analgesia*, 83 (1): 81-86.
- Fırat, M. Z., Karaman, E., Başar, E. K. and Narinc, D. 2016. Bayesian analysis for the comparison of nonlinear regression model parameters: an application to the growth of Japanese quail. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18: 19-26.
- Firouzi, S., Nazarpak, H. H., Habibi, H., Jalali, S. S., Nabizadeh, Y., Rezaee, F. and Marzban, M. 2014. Effects of color lights on performance, immune response, hematological indices of broilers. *Journal of World's Poultry Research*, 42: 52-55.
- Gautam, R., Bezryadina, A., Xiang, Y., Hansson, T., Liang, Y., Liang, G., Lamstein, j., Perez, N., Wetzel, B., Morandotti, R. vd. 2020. Nonlinear optical response and self-trapping of light in biological suspensions. *Advances in Physics: X*, 5 (1): 1778526.

- Geng, A. L., Zhang, Y., Zhang, J., Wang, H. H., Chu, Q. and Liu, H. G. 2018. Effects of lighting pattern and photoperiod on egg production and egg quality of a native chicken under free-range condition. *Poultry science*, 97 (7): 2378-2384.
- Gongruttananun, N. 2011. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure and eye morphology in Thai-native hens. *Poultry Science*, 90 (12): 2855-2863.
- Gongruttananun, N. 2014. Effects of green or a combination of green, blue monochromatic light on growth, carcass yield, the heterophilo-lymphocyte ratio, eye morphology of thai indigenous chickens. *Agriculture and Natural Resources*, 48 (3): 412-424.
- Guevara, B. D. M., Pech, P. S., Zamora, B. R., Navarrete, S. L. F. and Magaña, S. H. F. 2015. Performance of broilers reared under monochromatic light emitting diode supplemental lighting. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17 (4): 553-558.
- Güntürkün, O., Diekamp, B., Manns, M., Nottelmann, F., Prior, H., Schwarz, A. and Skiba, M. 2000. Asymmetry pays: visual lateralization improves discrimination success in pigeons. *Current Biology*, 10 (17): 1079-1081.
- Gwinner, E., Hau, M. and Heigl, S. 1997. Melatonin: generation and modulation of avian circadian rhythms. *Brain Research Bulletin*, 44 (4): 439-444.
- Hart, N. S. 2001. Variations in cone photoreceptor abundance and the visual ecology of birds. *Journal of Comparative Physiology A*, 187 (9): 685-697.
- Hassan, M. R., Sultana, S., Choe, H. S. and Ryu, K. S. 2013. Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 12 (3): 56.
- Hassan, M. R., Sultana, S., Choe, H. S. and Ryu, K. S. 2014. Effect of combinations of monochromatic LED light color on the performance and behavior of laying hens. *The Journal of Poultry Science*, 51 (3): 321-326.
- Hertelendy, F., Lintner, F., Asem, E. K. and Raab, B. 1982. Synergistic effect of gonadotropin releasing hormone on LH-stimulated progesterone production in granulosa cells of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *General and Comparative Endocrinology*, 48 (1): 117-122.
- Holonyak Jr, N. and Bevacqua, S. F. 1962. Coherent (visible) light emission from Ga (As_{1-x}P_x) junctions. *Applied Physics Letters*, 1 (4): 82-83.
- Holthues, H., Engel, L., Spessert, R. and Vollrath, L. 2004. Circadian gene expression patterns of melanopsin and pinopsin in the chick pineal gland. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 326 (1): 160-165.
- Houston, E. J. and Kennelly, A. E. 1896. The roentgen rays. *Journal of the Franklin Institute*, 141 (4): 241-278.

- Huber-Eicher, B., Suter, A. and 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. and Archer, G. S. 2015. Comparison of two LED light bulbs to a dimmable CFL, their effects on broiler chicken growth, stress, and fear. *Poultry Science*, 94 (9): 2027-2036.
- Jacob, B. 2009. Lamps for improving the energy efficiency of domestic lighting. *Lighting Research and Technology*, 41 (3): 219-228.
- Jin, E., Jia, L., Li, J., Yang, G., Wang, Z., Cao, J. and Chen, Y. 2011. Effect of monochromatic light on melatonin secretion and arylalkylamine N-acetyltransferase mRNA expression in the retina and pineal gland of broilers. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 294 (7): 1233-1241.
- Johnston, J. D., Ebling, F. J. and Hazlerigg, D. G. 2005. Photoperiod regulates multiple gene expression in the suprachiasmatic nuclei and pars tuberalis of the Siberian hamster (*Phodopus sungorus*). *European Journal of Neuroscience*, 21 (11): 2967-2974.
- Kaplan, S. and Gürcan, E. K. 2018. Comparison of growth curves using non-linear regression function in Japanese quail. *Journal of Applied Animal Research*, 46 (1): 112-117.
- Karadavut, U., Taskin, A. and Genc, S. 2017. Comparison of growth curve models in Japanese quail raised in cages enriched with different colored lights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46 (11): 839-846.
- Kim, M. J., Choi, H. C., Suh, O. S., Chae, H. S., Na, J. C., Bang, H. T., Kim, D.V. and Park, S. B. 2010. A study of different sources and wavelengths of light on laying egg characteristics in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*, 37 (4): 383-388.
- Kim, M. J., Parvin, R., Mushtaq, M. M. H., Hwangbo, J., Kim, J. H., Na, J. C. and Choi, H. C. 2013. Growth performance, hematological traits of broiler chickens reared under assorted monochromatic light sources. *Poultry Science*, 92 (6): 1461-1466.
- Kraus, A., Zita, L., Kront, O., Härtlová, H. and Chmelíková, E. 2021. Determination of selected biochemical parameters in blood serum and egg quality of Czech and Slovak native hens depending on the housing system and hen age. *Poultry Science*, 100 (2): 1142-1153.
- Kryeziu, A. J., Mestani, N., Kamberi, M. and Berisha, H. 2011. Effect of hen age and oviposition time on egg quality parameters. In Proc. XIV European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products and XX European Symposium on the Quality of Poultry Meat.

- Lewis, P. D. and Gous, R. M. 2006. Effect of final photoperiod and twenty-week body weight on sexual maturity and early egg production in broiler breeders. *Poultry Science*, 85 (3): 377-383.
- Lewis, P. D. and Morris, T. R. 2000. Poultry, coloured light. *World's Poultry Science Journal*, 56 (3): 189-207.
- Li, D., Zhang, L., Yang, M., Yin, H., Xu, H., Trask, J. S. and Zhu, Q. 2014. The effect of monochromatic light-emitting diode light on reproductive traits of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 23 (3): 367-375.
- Li, J., Wang, Z., Cao, J., Dong, Y. L. and Chen, Y. X. 2014. Role of monochromatic light on development of cecal tonsil in young broilers. *The Anatomical Record*, 297 (7): 1331-1337.
- Liou, S. S. and Biellier, H. V. 1987. Light-dark cues entrain oviposition time in the chicken hen. *International Journal of Biometeorology*, 31 (4): 285-292.
- Long, H., Zhao, Y., Wang, T., Ning, Z. and Xin, H. 2016. Effect of light-emitting diode vs. fluorescent lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 1—Operational characteristics of lights, production traits of hens. *Poultry Science*, 95 (1): 1-11.
- Long, H., Zhao, Y., Xin, H., Hansen, H., Ning, Z. and Wang, T. 2016. Effect of light-emitting diode LED vs. fluorescent FL lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 2—Egg quality, shelf-life, lipid composition. *Poultry Science*, 95 (1): 115-124.
- Manser, C. E. 1996. Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: a review. *Animal Welfare*, 5 (4): 341-360.
- Matsumoto, T. and Tomita, M. 2010. Modified blackbody radiation spectrum of a selective emitter with application to incandescent light source design. *Optics Express*, 18 (102): A192-A200.
- Mendes, A. S., Paixão, S. J., Restelatto, R., Morello, G. M., de Moura, D. J. and Possenti, J. C. 2013. Performance, preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. *Journal of Applied Poultry Research*, 22 (1): 62-70.
- Merriam-Webster, D. 2020. America's most-trusted online dictionary. Retrived from <https://www.merriam-webster.com>.
- Min, J. K., Hossan, M. S., Nazma, A., Jae, C. N., Han, T. B., Hwan, K. K. and Ok, S. S. 2012. Effect of monochromatic light on sexual maturity, production performance, egg quality of laying hens. *Avian Biology Research*, 5 (2): 69-74.
- Mobarkey, N., Avital, N., Heiblum, R. and 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.

- Mobarkey, N., Avital, N., Heiblum, R. and Rozenboim, I. 2013. The effect of parachlorophenylalanine and active immunization against vasoactive intestinal peptide on reproductive activities of broiler breeder hens photostimulated with green light. *Biology of Reproduction*, 88 (4): 83-1.
- Nakane, Y., Ikegami, K., Ono, H., Yamamoto, N., Yoshida, S., Hirunagi, K., Ebihara, S., Kubo, Y. and Yoshimura, T. 2010. A mammalian neural tissue opsin (Opsin 5) is a deep brain photoreceptor in birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107 (34): 15264-15268.
- Narinç, D. and Genç, B. A. 2021. Genetic parameter estimates of fear, growth,, carcass characteristics in Japanese quail. *Turkish Journal of Veterinary, Animal Sciences*, 45 (2): 272-280.
- Narinç, D., E. Karaman, and T. Aksoy. 2010b. Estimation of genetic parameters for
- Narinç, D., T. Aksoy, and E. Karaman. 2010a. Genetic parameters of growth curve
- Nuboer, J. F. W., Coemans, M. A. J. M. and Vos, J. J. 1992. Artificial lighting in poultry houses: do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker?. *British Poultry Science*, 33 (1): 123-133.
- Olanrewaju, H. A., Miller, W. W., Maslin, W. R., Collier, S. D., Purswell, J. L. and Branton, S. L. 2018. Influence of light sources, photoperiod on growth performance, carcass characteristics, and health indices of broilers grown to heavy weights. *Poultry Science*, 97(4): 1109-1116.
- Olanrewaju, H. A., Purswell, J. L., Collier, S. D. and Branton, S. L. 2016. Effects of light sources, intensity on broilers grown to heavy weights: Hematophysiological, biochemical assessment. *International Journal of Poultry Science*, 15 (10): 384-393.
- Osorio, D. and Vorobyev, M. 2008. A review of the evolution of animal colour vision and visual communication signals. *Vision Research*, 48 (20): 2042-2051.
- Padhi, M. K., Chatterjee, R. N., Haunshi, S. and Rajkumar, U. 2013. Effect of age on egg quality in chicken. *Indian Journal of Poultry Science*, 48 (1): 122-125.
- parameters and weekly body weights in Japanese quail. *J. Anim. Vet. Adv*, 9 (1): 501-507.
- Parvin, R., Mushtaq, M. M. H., Kim, M. J. and Choi, H. C. 2014. Light emitting diode LED as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for immunity, meat quality of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 70 (3): 557-562.
- Parvin, R., Mushtaq, M. M. H., Kim, M. J. and Choi, H. C. 2014. Light emitting diode LED as a source of monochromatic light: a novel lighting approach for behaviour, physiology, welfare of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 70 (3): 543-556.

- Prayitno, D., Phillips, C. J. and Stokes, D. K. 1997. The effects of color and intensity of light on behavior and leg disorders in broiler chickens. *Poultry Science*, 76 (12): 1674-1681.
- Prescott, N. B. and 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. and Perek, M. 1987. The effect of light wavelength on the production and quality of eggs of the domestic hen. *Theriogenology*, 28 (6): 947-960.
- Raji, A. O., Alade, N. K. and Duwa, H. 2014. Estimation of model parameters of the Japanese quail growth curve using Gompertz model. *Archivos de Zootecnia*, 63 (243): 429-435.
- Rajkumar, U., Sharma, R. P., Rajaravindra, K. S., Niranjana, M., Reddy, B. L. N., Bhattacharya, T. K. and Chatterjee, R. N. 2009. Effect of genotype and age on egg quality traits in naked neck chicken under tropical climate from India. *International Journal of Poultry Science*, 8 (12): 1151-1155.
- Rea, M. S. 2010. Opinion: The future of LED lighting: Greater benefit or just lower cost. *Lighting Research and Technology*, 42 (4): 370.
- Reddy, I. J., David, C. G., Selvaraju, S., Mondal, S. and Ravi Kiran, G. 2012. GnRH-1 mRNA, LH surges, steroid hormones, egg production, and intersequence pause days alter in birds exposed to longer wavelength of light in the later stages of production in *Gallus gallus domesticus*. *Tropical Animal Health and Production*, 44 (6): 1311-1317.
- Retes, P. L., Espósito, M., das Neves, D. G., Viana, A. G., Coelho, L. M., Bobadilla-Mendez, M. F., Alvarenga, R.R., Fassani, E.J., Peixoto, J.V. and Zangeronimo, M. G. 2017. Influence of different types of lamps on the reproductive development of male Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Theriogenology*, 94, 59-63.
- Roberts, J. R. and Chousalkar, K. 2013. Egg quality and age of laying hens: implications for product safety. *Animal Production Science*, 53 (12): 1291-1297.
- Roberts, J. R. and Chousalkar, K. K. 2014. Effect of production system and flock age on egg quality and total bacterial load in commercial laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 23 (1): 59-70.
- Robinson, F. E. and Etches, R. J. 1986. Ovarian steroidogenesis during follicular maturation in the domestic fowl (*Gallus Domesticus*). *Biology of Reproduction*, 35 (5): 1096-1105.
- Rogers, A. G., Pritchett, E. M., Alphin, R. L., Brannick, E. M. and Benson, E. R. 2015. I. Evaluation of the impact of alternative light technology on male broiler chicken growth, feed conversion, and allometric characteristics. *Poultry Science*, 94 (3): 408-414.

- Rogers, A. G., Pritchett, E. M., Alphin, R. L., Brannick, E. M. and Benson, E. R. 2015. II. Evaluation of the impact of alternative light technology on male broiler chicken stress. *Poultry Science*, 94 (3): 331-337.
- Rothery, L., Scott, G. W. and Morrell, L. J. 2017. Colour preferences of UK garden birds at supplementary seed feeders. *Plos One*, 12 (2): e0172422.
- Rozenboim, I., Biran, I., Chaiseha, Y., Yahav, S., Rosenstrauch, A., Sklan, D. and Halevy, O. 2004. The effect of a green, blue monochromatic light combination on broiler growth, development. *Poultry Science*, 83 (5): 842-845.
- Rozenboim, I., Biran, I., Uni, Z. E. H. A. V. A., Robinzon, B. and Halevy, O. 1999. The effect of monochromatic light on broiler growth, development. *Poultry Science*, 78 (1): 135-138.
- Rozenboim, I., Zilberman, E. and Gvoryahu, G. 1998. New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Science*, 77 (11): 1695-1698.
- Sarica, M., Yamak, U. S. and Boz, M. A. 2010. Changes in egg quality parameters due to age in laying hens from two commercial and three local layer genotypes. *Journal of Poultry Research*, 9 (1): 11-17.
- Sayın, Y., Kaplan, O., Karaduman, E., Haqyar, D. M. and Nariç, D. 2022. The effect of monochromatic, combined, and mixed light-emitting diode light regimes on growth traits, fear responses and slaughter-carcass characteristics in broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*, 54: 277
- Silversides, F. G., Korver, D. R. and Budgell, K. L. 2006. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poultry Science*, 85 (7): 1136-1144.
- Škrbić, Z., Pavlovski, Z., Lukić, M., Vitorović, D., Petričević, V., and Stojanović, L. 2011. Changes of egg quality properties with the age of layer hens in traditional and conventional production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27 (3): 659-667.
- Sultana, S., Hassan, M. R., Choe, H. S. and 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.
- Tsutsui, K., Saigoh, E., Ukena, K., Teranishi, H., Fujisawa, Y., Kikuchi, M., Ishii, S. and Sharp, P. J. 2000. A novel avian hypothalamic peptide inhibiting gonadotropin release. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 275 (2): 661-667.
- Tůmová, E. and Gous, R. M. 2012. Interaction of hen production type, age, and temperature on laying pattern and egg quality. *Poultry Science*, 91 (5): 1269-1275.

- Ubuka, T., Bentley, G. E., Ukena, K., Wingfield, J. C. and Tsutsui, K. 2005. Melatonin induces the expression of gonadotropin-inhibitory hormone in the avian brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102 (8): 3052-3057.
- Uyanga, V. A., Onagbesan, O. M., Oke, O. E., Abiona, J. A. and Egbeyale, L. T. 2020. Influence of age of broiler breeders and storage duration on egg quality and blastoderm of Marshall broiler breeders. *Journal of Applied Poultry Research*, 29 (3): 535-544.
- Van Den Brand, H., Parmentier, H. K. and Kemp, A. B. 2004. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. *British Poultry Science*, 45 (6): 745-752.
- Widowski, T. 2010. The physical environment and its effect on welfare. In: *The Welfare of Domestic Fowl and Other Captive Birds* pp.137-164. Springer, Dordrecht.
- Widowski, T. M. and Duncan, I. J. H. 1996. Laying hens do not have a preference for high-frequency versus low-frequency compact fluorescent light sources. *Canadian Journal of Animal Science*, 76 (2): 177-181.
- Woodard, A. E., Moore, J. A., and Wilson, W. O. 1969. Effect of wave length of light on growth and reproduction in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Poultry Science*, 48 (1): 118-123.
- Xie, D., Li, J., Wang, Z. X., Cao, J., Li, T. T., Chen, J. L. and Chen, Y. X. 2011. Effects of monochromatic light on mucosal mechanical, immunological barriers in the small intestine of broilers. *Poultry Science*, 90 (12): 2697-2704.
- Yang, Y. F., Jiang, J. S., Pan, J. M., Ying, Y. B., Wang, X. S., Zhang, M. L., Lu, M.S. and Chen, X. H. 2016. The relationship of spectral sensitivity with growth and reproductive response in avian breeders (*Gallus gallus*). *Scientific Reports*, 6 (1): 1-9.
- Yenilmez, F., Atay, A., Serbester, U. and Celik, L. 2021. Effects of monochromatic light on performance, egg quality, yolk cholesterol and blood biochemical profile of laying hens. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 31 (1).
- Yoshizawa, T. and Imamoto, Y. 1995. Structure and photobleaching process of chicken iodopsin. *Biophysical Chemistry*, 56 (1-2): 57-62.
- Zaguri, S., Bartman, J., Avital-Cohen, N., Dishon, L., Gumulka, M., Chaiseha, Y. and Rozenboim, I. 2020. Targeted differential monochromatic lighting improves broiler breeder reproductive performance. *Poultry Science*, 99 (7): 3697-3708.
- Zita, L., Ledvinka, Z. and Klesalová, L. 2013. The effect of the age of Japanese quails on certain egg quality traits and their relationships. *Veterinarni Arhiv*, 83 (2): 223-232.

Zita, L., Ledvinka, Z., Tumova, E. and Klesalova, L. 2012. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (9): 2079-2084.

Zita, L., Tůmová, E. and Štolc, L. 2009. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno*, 78 (1): 85-91.



ÖZGEÇMİŞ

MEDİNE KAYA

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2019-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni ABD, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2015-2019	Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Antalya