

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BÜKÜLME NOKTASI BAKIMINDAN SABİT VE ESNEK DOĞRUSAL
OLMAYAN REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
FARKLI SİSTEMLERDE YETİŞTİRİLEN DENİZLİ TAVUKLARINDA
BÜYÜMENİN MODELLENMESİ ÖRNEĞİ**

Harun Raşit MANAV

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MART 2025

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**BÜKÜLME NOKTASI BAKIMINDAN SABİT VE ESNEK DOĞRUSAL
OLMAYAN REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
FARKLI SİSTEMLERDE YETİŞTİRİLEN DENİZLİ TAVUKLARINDA
BÜYÜMENİN MODELLENMESİ ÖRNEĞİ**

Harun Raşit MANAV

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZOOTEKNİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MART 2025

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BÜKÜLME NOKTASI BAKIMINDAN SABİT VE ESNEK DOĞRUSAL
OLMAYAN REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
FARKLI SİSTEMLERDE YETİŞTİRİLEN DENİZLİ TAVUKLARINDA
BÜYÜMENİN MODELLENMESİ ÖRNEĞİ**

**Harun Raşit MANAV
ZOOTEKNİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2023-6360 nolu proje ile desteklenmiştir.**

MART 2025

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BÜKÜLME NOKTASI BAKIMINDAN SABİT VE ESNEK DOĞRUSAL
OLMAYAN REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI:
FARKLI SİSTEMLERDE YETİŞTİRİLEN DENİZLİ TAVUKLARINDA
BÜYÜMENİN MODELLENMESİ ÖRNEĞİ**

Harun Raşit MANAV
ZOOTEKNİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 28/02/2025 tarihinde jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Doğan NARİNÇ (Danışman)

Prof. Dr. M. Ziya FIRAT

Prof. Dr. Ali AYGÜN

ÖZET

BÜKÜLME NOKTASI BAKIMINDAN SABİT VE ESNEK DOĞRUSAL OLMAYAN REGRESYON MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: FARKLI SİSTEMLERDE YETİŞTİRİLEN DENİZLİ TAVUKLARINDA BÜYÜMENİN MODELLENMESİ ÖRNEĞİ

Harun Raşit MANAV

Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Doğan NARİNÇ

Mart 2025; 40 sayfa

Bu çalışmanın amacı toplam 156 adet karışık cinsiyetten Denizli tavuğunun çıkıştan 26 haftalık yaşa kadar olan canlı ağırlıklarının bireysel olarak saptanması, bireysel canlı ağırlık değerleri kullanarak da kanatlılarda yaygın olarak kullanılan büyüme eğrisi modellerinden hangisinin Denizli tavuklarına en uyumlu olduğunun belirlenmesidir. Çalışmada aynı zamanda konvansiyonel derin altlıklı sistem, zenginleştirilmiş derin altlıklı sistem ve konvansiyonel katlı kafes sistemleri kullanılmıştır. Farklı yetiştirme sistemlerinde barındırılan Denizli tavuklarının haftalık canlı ağırlıklarının doğrusal olmayan regresyon analizlerinde Gompertz, Lojistik, Von Bertalanffy gibi bükülme noktası bakımından sabit sigmoidal modeller ve Richards, Levakovich, Janoschek gibi bükülme noktası bakımından esnek fonksiyonlar kullanılmıştır. Katlı kafes, yerde yetiştirme ve zenginleştirilmiş yerde yetiştirme sistemlerinde barındırılacak dişi ve erkek Denizli tavuklarının büyüme profilleri arasındaki farklılıklar çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan Profil analiz tekniği ile test edilmiş ve gruplar arasında fark bulunmuştur ($P<0.05$). Erkek Denizli tavukları dişilerden her yetiştirme sisteminde daha ağır bulunmuş, bunun yanında konvansiyonel derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarının diğer iki sistemdekilerden daha yüksek canlı ağırlık ortalamalarına sahip oldukları tespit edilmiştir ($P<0.05$). Konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarının büyüme performanslarının karşılaştırıldığı bu çalışmada büyüme eğrisi analizleri sonucunda uyum iyiliği kriterleri bakımından en uyumlu modelin üç parametrelili ve sabit bükülme noktasına sahip Gompertz modeli olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu modelin sabit bükülme noktası bulunduğundan dolayı ıslah çalışmalarında genetik varyasyon üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğinden dolayı, bükülme noktası bakımından esnek olan ve uyum iyiliği kriterleri bakımından da Gompertz modelinden sonra en iyi sonuçların elde edildiği Richards modelinin de kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

ANAHTAR KELİMELER: Büyüme eğrisi, Denizli tavuğu, Doğrusal olmayan regresyon, Uyum iyiliği kriterleri

JÜRİ:

Prof. Dr. Doğan NARİNÇ

Prof. Dr. M. Ziya FIRAT

Prof. Dr. Ali AYGÜN



ABSTRACT

COMPARISON OF FIXED AND FLEXIBLE NONLINEAR REGRESSION MODELS WITH RESPECT TO THE INFLECTION POINT: AN EXAMPLE OF MODELLING GROWTH IN DENIZLI CHICKENS RAISED IN DIFFERENT SYSTEMS

Harun Raşit MANAV

MSc in Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Doğan NARİŇ

March 2025; 40 pages

The aim of this study was to determine the individual live weights of 156 mixed-sex Denizli chickens from hatching to 26 weeks of age and to determine which of the growth curve models commonly used in poultry is the most suitable for Denizli chickens by using the individual live weight values. Conventional deep litter system, enriched deep litter system, and conventional multi-layer cage systems were also used in the study. In the nonlinear regression analyses of the weekly live weights of Denizli chickens housed in different rearing systems, fixed sigmoidal models with respect to inflection point such as Gompertz, Logistic, Von Bertalanffy, and flexible functions with respect to inflection point such as Richards, Levakovich, Janoschek were used. The differences between the growth profiles of female and male Denizli chickens housed in multi-layer cage, floor rearing and enriched floor rearing systems were tested by Profile analysis technique, which is one of the multivariate statistical methods, and differences were found between the groups ($P<0.05$). Male Denizli chickens were found to be heavier than females in each rearing system, and it was found that Denizli chickens reared in the conventional deep litter system had higher average live weights than those in the other two systems ($P<0.05$). In this study, where the growth performances of Denizli chickens reared in conventional cages, conventional deep litter systems and enriched deep litter systems were compared, it was determined that the most compatible model in terms of goodness of fit criteria was the Gompertz model with three parameters and a fixed inflection point as a result of growth curve analyses. Since the model in question has a fixed inflection point, it may have negative effects on genetic variation in breeding studies, it is possible to say that the Richards model, which is flexible in terms of inflection point and has the best results after the Gompertz model in terms of goodness of fit criteria, can also be used.

KEYWORDS: Growth curve, Denizli chicken, Goodness of fit criteria, Nonlinear regression,

COMMITTEE:

Prof. Dr. Doğan NARİNÇ

Prof. Dr. M. Ziya FIRAT

Prof. Dr. Ali AYGÜN



ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinde ve yürütülmesinde desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Doğan NARİNÇ'e teŖekkür ederim.

Hayatımın her dönemin desteklerini esirgemeyen daima arkamda olan aileme sonsuz teŖekkürler.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ.....	v
AKADEMİK BEYAN	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
3. MATERYAL VE METOT	13
4. BULGULAR.....	16
4.1. Yaşama Gücü	16
4.2. Büyüme Özellikleri	17
4.2.1. Canlı ağırlık	17
4.2.2. Büyüme Eğrisi	20
5. TARTIŞMA	27
5.1. Yaşama Gücü	27
5.2. Büyüme Özellikleri	27
5.2.1. Canlı ağırlık	27
5.2.2. Büyüme Eğrisi	28
6. SONUÇLAR	32
7. KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Bükülme noktası bakımından sabit ve esnek doğrusal olmayan regresyon modellerinin karşılaştırılması: Farklı sistemlerde yetiştirilen Denizli tavuklarında büyümenin modellenmesi örneği**” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

28/03/2025

Harun Raşit MANAV

İmzası

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

- t : zaman
 β_0 : ergin (asimptotik) ağırlık
 β_1 : gelişim oranı (integrasyon sabiti)
 β_2 : büyüme hızı

Kısaltmalar

- BNA : Bükülme noktası ağırlığı
BNY : Bükülme noktası yaşı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Farklı yetiştirme sistemlerine ait büyüme eğrisi grafikleri..... 20



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan olan büyüme modeli eşitlikleri ve bükülme noktası koordinatları.....	15
Çizelge 4.1. Deneme gruplarındaki Denizli tavuklarına ait mortalite oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları	16
Çizelge 4.2. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının çıkımdan altıncı haftalık yaşa kadar haftalık canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	18
Çizelge 4.3. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının yedi-on iki haftalık yaşlar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	18
Çizelge 4.4. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının on üç-on sekiz haftalık yaşlar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	18
Çizelge 4.5. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının on dokuz- yirmi iki haftalık yaşlar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları	19
Çizelge 4.6. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının yirmi üç-yirmi altı haftalık yaşlar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları.....	19
Çizelge 4.7. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının haftalık canlı ağırlık değerlerine ilişkin MANOVA ve Profil analizi sonuçları	20
Çizelge 4.8. Konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri. 21	
Çizelge 4.9. Zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri. 21	
Çizelge 4.10. Katlı kafes sistemde yetiştirilen Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri.....	22
Çizelge 4.11. Dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri	22
Çizelge 4.12. Erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri	22
Çizelge 4.13. Konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri.....	23
Çizelge 4.14. Konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri	23
Çizelge 4.15. Zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri.....	23
Çizelge 4.16. Zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri	24

- Çizelge 4.17.** Katlı kafes sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri 24
- Çizelge 4.18.** Katlı kafes sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri..... 24



1. GİRİŞ

Farklı bilim dallarında gözlem ve ölçüm yoluyla elde edilen verilerin açıklanması, yorumlanması ve neden-sonuç ilişkilerinin ortaya konulması amacıyla yaklaşık iki yüz yıldır matematiksel modeller kullanılmaktadır. Matematiksel fonksiyonlar, olayları ideal ve soyut olarak ele alıp yansız sonuçlara ulaşmayı sağlamaktadır. Örnekten toplanan verilerin ana kütle ya da sistemin bütünü bakımından değerlendirilebilmesi, işlenmesi, saptanan bulgulara açıklık kazandırılabilmesi, geniş ölçülerde geçerli hale getirilmesi ve sonraki durumlar için elde edilecek kestirimler matematiksel fonksiyonların kullanılmasıyla daha doğru ve anlamlı olmaktadır. Aynı zamanda bir sistemin modellenmesi sonucunda elde edilen tahminlerden yola çıkarak farklı zaman ve durumlardaki değişimlere müdahale etmek mümkün olabilmektedir (Fitzhugh, 1976; Vanclay, 1994). Zootekni gibi biyoloji ile ilgili bilim dallarında, araştırma konusu olan canlı organizmanın büyümesi birçok etken altında olduğundan, bunların bir kısmını sayısal olarak tanımlanmak her zaman mümkün değildir. Bu nedenle fizik, kimya gibi kesin bilimlerde kullanılan yöntemler biyolojik sistemler için de aynı başarıyla kullanılamamaktadır. Bunun yanında bir sistemin ya da organizmanın büyümesinin matematiksel tanımını yaparken bütün etkenlerin modelde temsili zorunlu değildir. Bunun aksine daha az parametre ve basit bir fonksiyon ile etkenleri temsil etmek hem anlaşılabilirlik hem de uygulama açısından önemlidir. Eğer temel model ortaya konulursa, modelin parametreleri değiştirilerek ya da dönüştürülerek farklı koşullardaki benzer problemlerin çözülmesi sağlanabilir (Ricklefs, 1983).

Tarım ile ilgili verilerin modellenmesinde çoğunlukla “asimptotik”, az da olsa “parabolik” fonksiyonlar kullanılmaktadır. Bağımlı değişken, bağımsız değişkenin seviyelerine göre maksimum bir noktaya yaklaşma eğilimi gösteriyorsa asimptotik bir fonksiyonla ifade edilmektedir. Fakat bağımlı değişken maksimum düzeye çıktıktan sonra azalma eğilimi gösteriyorsa parabolik bir süreci temsil etmektedir. Bitkilerde ve hayvanlarda büyüme genellikle asimptotik yapıdadır, bunun yanında yabani havuç, tatlı mısır ve pamuk gibi bitkilerde büyüme parabolik yapıdadır. Tarım alanında kullanılan modeller teleonomik, ampirik ve mekanistik olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır (Thornley ve France, 2007). Teleonomik modeller hedefe yönelik davranış göstermektedir ve hedef açısından açıkça formüle edilmiş, genellikle çok aşamalı matematiksel modellerdir. Biyolojik olayların açıklanmasında Teleonomik modellemenin kullanımı oldukça sınırlıdır. Büyüme ile ilgili matematiksel modeller ampirik veya mekanistik olabilir. Büyüme kontrol eden biyokimyasal işlemleri olabildiğince temsil etmek için mekanistik bir model tercih edilmelidir. Ancak süreci yöneten mekanizma detaylarıyla bilinmiyorsa ve deneyle elde edilmiş verilerin yorumlanması söz konusuysa sürecin matematiksel fonksiyonu ampirik olabilir ve model uygunluğu istatistiksel kriterlere göre deneysel verilere uyum kabiliyetini değerlendirir. Ampirik modeller, nedenleri teşhis etmeye veya olayı açıklamaya kalkışmadan, bağımlı değişkenin hareketini tanımlayan ifadelerdir. Bu ampirik fonksiyonların biyolojik olarak gerçekçi tahminleri sağlamadıkları anlamına gelmediği gibi, biyolojik temelli denklemlerden aşağı kalırlar anlamına da gelmez. Ampirik denklemlerin en yaygın olarak kullanılan şekli doğrusal denklemler olup, doğrusal olmayanları da vardır. Zaten sistem ile ilgili daha fazla bilgi mevcut olduğunda ampirik modeller daha mekanistik yapıya dönüştürülebilmektedir (Zwitering vd., 1990).

Kanatlı hayvanlarda büyüme verilerini modellemek için uzun süredir kullanılan matematiksel modellerin çoğu asimptotik-mekanik modellerdir. Bu modeller, hayvanın zamana bağlı büyümesi gerçeğine dayanan biyolojik fonksiyonları içerir. Modellerde bağımsız değişken sonsuzda iken bağımlı değişken tahmin edilen asimptotik bir değerdir. Ampirik bir altyapıya daha mekanik-biyolojik anlamlı parametreler dahil edilerek birçok model türetilmiştir. Bu sayede birçok model birbirinden elde edilebilmiştir. Kümes hayvanı türlerinde kullanılan büyüme modellerinin kapsamlı incelemesi ve tarihçesi Darmani Kuhl vd. (2010) ve Narinç vd. (2017) tarafından derlenmiştir. Kanatlı hayvanlarda büyümenin modellenmesi çalışmaları genel olarak üç başlık altında toplanmıştır ve bunlar sırasıyla şu şekildedir; 1-Kanatlı türü, ırkı veya genotipine en uyumlu modelin belirlenmesi, 2-Çevresel bir uygulamanın büyüme eğrileri üzerindeki etkilerinin ölçülmesi, 3-Kanatlı hayvan ıslahında büyüme eğrilerinin kullanımına yönelik çalışmalar, seleksiyonun büyüme eğrilerine etkileri ve büyüme eğrisi parametrelerine ilişkin genetik parametre tahminleri.

Kanatlı hayvanlarda büyümenin modellenmesinde en yaygın olarak kullanılan doğrusal olmayan regresyon modelleri 3 parametrelili Gompertz, Lojistik, Von Bertalanffy ve 4 parametrelili Richards fonksiyonlarıdır. Bilimsel çalışmalarda daha az yer bulan diğer modeller ise Von Bertalanffy, Weibull, Monomolecular, France, Michaelis-Menten, Morgan-Mercer-Flodin'dir. Gompertz modelinin, kanatlı hayvanların büyüme verilerinin modellenmesi için yapılan önceki pek çok çalışmada uyum iyiliği kriterlerine göre en iyi model olduğu bildirilmiştir. Ancak Lojistik ve Von Bertalanffy büyüme modellerinin yoğun olarak kullanıldığı çalışmalar da vardır (Narinç vd., 2010b). Modelin bu üç büyüme fonksiyonunun ortak özelliği, bu modellerin sabit bir bükülme noktasına sahip olmasıdır. Bükülme noktasındaki ağırlık, Gompertz modelinde asimptotik ağırlığın %37'si, Lojistik büyüme fonksiyonunda %50 ve Von Bertalanffy modelinde %30 olarak tanımlanmaktadır (Akbaş ve Oğuz, 1998). Bu durum birkaç sorunu da birlikte getirmektedir; örneğin genetik parametre tahmini çalışmalarında bu parametrelerin genetik varyasyonları birbirine eşit olduğundan ıslah açısından kayıp olarak görülebilir. Son yıllarda, bazı araştırmacılar bükülme noktası bakımından esnek olan alternatif modellere odaklandılar. Ahmadi ve Mottaghiab (2007), etlik piliç büyüme verileri için daha esnek bir veri yapısı sağlamak amacıyla Hiperbolastik modelleri uygulamış ve Gompertz ve Richards gibi bazı modellerle karşılaştırmıştır. Benzer şekilde, Porter vd. (2010), Gompertz modeline alternatif olarak hindilerin büyümelerini modellemek için Richards, Von Bertalanffy ve Morgan modellerinin esnek yapılarını kullanmışlardır.

Genetik çeşitliliğin korunması bütün dünyada önem kazanmaktadır ve insanlığın geleceği için bir sigorta olarak kabul edilmektedir. Yerli gen kaynaklarının korunmasında en etkin yollardan birisi verimi düşük ancak olumsuz koşullara dayanıklılığı yüksek olan bu genotiplerin üretim modellerinde kullanılmasıdır. Koruma ve sürdürülebilir kullanım için ilk aşama, yerli ırkların karakterizasyonudur, bir sonraki aşama da genotipin amaca uygun yönde ıslahı ile uygun üretim modellerinde kullanım olanaklarının ortaya konulmasıdır. Tescil edilmiş yerli tavuk ırklarımızdan Denizli ile ilgili bir üretim materyali olarak farklı sistemlerde (zenginleştirilmiş kafeste, zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde, serbest dolaşım, organik, kapalı yaygın vb.) yetiştirilme olanakları konusunda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Gerçekleştirilen az sayıda bilimsel çalışmada da bazı verim özelliklerine ilişkin (çoğunlukla yumurta

verimi ve üreme ile alakalı karakterler) fenotipik veriler ve genetik karakterizasyon ile ilgili bulgular elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda belirli haftalardaki dişi ve erkeklerin canlı ağırlık ortalamalarına yer verilmiştir, ancak hiçbir çalışmada modelleme yapılmamıştır. Uzun ötüşü ve tüylerinin parlak rengi nedeni ile halk arasında, özellikle de simgesi olduğu ilde, hobi amaçlı yetiştiricilerin gözdesi olan Denizli ırkının büyüme özelliklerinin modellendiği ve bu amaca uygun bakım-besleme koşullarında gerçekleştirilmiş bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Böylece çalışmanın araştırma sorusunu literatürdeki eksiklikten ortaya çıkan "Denizli tavuklarında en uyumlu büyüme modeli bükülme noktasına göre sabit ya da esnek doğrusal olmayan regresyon modellerinden hangisidir?" sorusu oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı 156 adet karışık cinsiyetten Denizli tavuğunun çıkıştan 26 haftalık yaşa kadar olan canlı ağırlıklarının bireysel olarak saptanması, bireysel canlı ağırlık değerleri kullanarak da kanatlılarda yaygın olarak kullanılan büyüme eğrisi modellerinden hangisinin Denizli tavuklarına en uyumlu olduğunun belirlenmesidir. Bu amaçla Gompertz, Logistic, Von Bertalanffy gibi bükülme noktası bakımından sabit sigmoidal modeller ve Richards, Levakovich, Janoschek gibi bükülme noktası bakımından esnek fonksiyonlar kullanılmıştır. Konvansiyonel katlı kafes, konvansiyonel derin altlık sisteminde yetiştirme ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde barındırılan dişi ve erkek Denizli tavuklarının büyüme profilleri arasındaki farklılıklar çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan Profil analiz tekniği ile test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile Denizli tavuklarının çeşitli yetiştirme sistemlerinde üretilebilme olanaklarına ilişkin çıkarımlar yapılmış, bu yönde ıslah stratejileri belirlenmiş ve yerli bir gen kaynağının korunmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Kanatlı hayvanların büyüme fenomenini tanımlamak için kurgulanan matematiksel modeller, zamana bağlı şekilde büyüme eğrilerini görselleştirmenin yolunu sağladıkları ve belirli bir yaştaki bir grup hayvanın beklenen ağırlığını tahmin etmek için kullanılabildikleri için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Tzeng ve Becker, 1981). Kanatlı hayvan araştırmalarında, doğrusal olmayan regresyon modelleri, karmaşık biyolojik süreçlerin analizinde önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu modeller, büyüme eğrileri, beslenme verimliliği ve üretim parametreleri gibi konularda daha doğru tahminler ve analizler yapmayı mümkün kılar. Günümüzde herhangi bir ticari kanatlı hibritine ilişkin sürü yönetim rehber kitapçığına bakıldığında, civciv büyütme, piliç büyütme ya da yumurta verim dönemine ilişkin canlı ağırlıkların zamana bağlı değişim grafiği bir büyüme eğrisi modeli ile görsel olarak yer almaktadır. Büyüyen hayvanlar için ağırlık-yaş ilişkilerini tanımlamak isteyen biyologlar için çeşitli büyüme modelleri mevcuttur. Doğrusal olmayan regresyon, bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı durumlarda kullanılır. Bu yöntem, biyolojik verilerin analizinde yaygın olarak tercih edilir, çünkü birçok biyolojik süreç doğrusal olmayan özellikler gösterir. S şeklinde ve sigmoid yapıdaki asimptotik büyüme süreçlerini tanımlayan büyüme modelleri arasında Gompertz, Lojistik, Von Bertalanffy, Richards, Von Bertalanffy, Weibull, Monomolecular, France, Michaelis-Menten, Morgan-Mercer-Flodin gibi fonksiyonlar yer almaktadır.

Tipik bir büyüme fonksiyonu, bir organizmanın zamanla nasıl büyüdüğünü açıklayan matematiksel bir modeldir. Büyüme, genellikle organizmanın yaşına, metabolik süreçlerine ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişir. Bu tür fonksiyonlar genellikle aşağıdaki temel özellikleri taşır:

a. Başlangıç Dönemi (Lag Fazı): Büyüme başlangıçta yavaştır. Organizma, çevresine uyum sağlamaya çalışır ve büyüme henüz belirgin değildir.

b. Hızlanma Dönemi (Log Fazı): Büyüme hızlanmaya başlar ve genellikle geometrik veya eksponansiyel bir artış gözlenir. Bu dönemde, organizmanın büyüme potansiyeli çevresel kaynaklarla en iyi şekilde desteklenir.

c. Azalan Hız Dönemi: Organizma büyümeye devam eder, ancak büyüme hızı yavaşlamaya başlar. Çevresel faktörler (örneğin, besin eksikliği veya alan sınırlamaları) büyümeyi sınırlamaya başlar.

d. Doygunluk Dönemi (Plateau Fazı): Büyüme neredeyse durur veya tamamen sona erer. Organizma, genetik olarak belirlenmiş maksimum büyüklüğüne ulaşır.

Sigmoid şekle sahip olan tipik bir büyüme eğrisi genellikle şeklen "Logistik büyüme" olarak adlandırılan ve bir S-eğrisi şeklinde olan bir fonksiyonla tanımlanır.

$$\beta_0 / (1 + \beta_1 e^{-\beta_2 t})$$

Modelde 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:

$$\text{BNA} : \beta_0/2$$

$$\text{BNY} : \ln(\beta_1)/\beta_2$$

Genel olarak üç parametrelili modellerde β_0 parametresi asimptotik ağırlığı ifade etmekte, Janoschek modelinde ek bir parametre olan β_3 parametresi başlangıç ağırlığını temsil etmekte, Richards modelinin β_3 parametresi ise en çok büyüme oranının gerçekleştiği zamanı temsil etmektedir. Tüm büyüme modellerinde diğer tüm parametreler ise modelin şekliyle ve anlık büyüme oranı ile alakalı model sabitleri olarak tanımlanmaktadır (Narinc vd., 2017). Bu tür büyüme fonksiyonları, kanatlı hayvanlarda ağırlık artışı veya diğer biyolojik parametrelerin gelişimini modellemek için sıklıkla kullanılır. Doğru bir model, hayvanların yönetimi ve üretim süreçlerinin optimize edilmesine katkıda bulunur.

Biyolojik bilimlerde vücut ağırlığında, boyda veya diğer vücut ölçülerindeki değişimi ölçmek için büyümenin analiz edildiği birçok çalışma yayınlanmıştır. Büyümeyi tanımlamak için matematiksel fonksiyonların kullanımında, çoğu zaman büyümenin düzgün bir S şeklinde eğriyle sonuçlanan homojen bir süreç olduğu düşünülür. Doğumdan ya da başlangıçtan ölüme kadar, vücut ölçüleri yalnızca birkaç nokta gözlemlenmesine rağmen sürekli bir eğriyi takip eder. Ancak daha yakından incelendiğinde, gözlemlerin tahmini (düzgün) çizgiden rastgele sapmaları ortaya çıkar; bu sapmalar kısmen kısa süreli düzensizliklerden kaynaklanır. Birçok durumda, daha uzun süreler boyunca sistematik sapmalar ortaya çıkar; bu sapmalar otokorelasyonun bir sonucu olabilir veya biyolojik terimlerle açıklanabilir. Rastgele sapmalar, matematiksel büyüme fonksiyonunun doğru olduğunu ve bu tür sapmaların istatistiksel olarak açıklanabileceğini varsayar. Ancak sistematik sapmalar için, büyüme fonksiyonunun biyolojik gerekçelerle yanlış olduğu ve bu tür sapmaların ortadan kalkması için gözlemleri doğru şekilde tanımlayabilecek başka bir fonksiyonun bulunması gerektiği varsayılır. İstatistiksel yorumlama yalnızca büyüme fonksiyonunun doğru olduğuna inanılıyorsa, örneğin fonksiyonlar biyolojik yasalara dayanıyorsa kullanılır. İyi bilinen büyüme fonksiyonlarının çoğu 'büyüme yasalarına' dayanmaktadır. Zeger ve Harlow (1987), biyolojiyi daha iyi anlamak için büyüme fonksiyonlarının kullanımında biyolojik yasalara dayalı fonksiyonlardan analitik araç olarak kullanılan fonksiyonlara doğru bir eğilim olduğunu gösterdiler.

Büyüme araştırmaları tarihinde bilinen ilk büyüme veri seti, Kont Philibert de Montbeillard'ın oğlunun 1759-1777 yılları arasında alınan ünlü vücut boyu ölçümleri serisidir. Bu büyüme veri seti birçok araştırmacı tarafından yeni büyüme modellerini test etmek için kullanılmıştır (Koops, 1986). Büyümenin matematiksel modellemesiyle ilgili literatür yakın zamanda Zeger ve Harlow (1987) tarafından incelenmiştir ve en eski niceliksel büyüme çalışmasının 1835 yılında L. A. Quetelet tarafından

yayınlandığını belirtmişlerdir. Diğer birçok erken büyüme çalışmasında olduğu gibi, bu çalışmanın konusu insan vücut ağırlığı ve boyundaki büyüme idi. Hayvanlarda, büyüme çalışmalarına etkili katkılar Robertson (1923), Brody (1945), Von Bertalanffy (1960) ve Pruitt vd. (1979) ve Parks (1982) araştırmalarından gelmiştir. Robertson (1923) hayvanlarda Lojistik büyüme fonksiyonunu ilk kullanan kişi olarak sıklıkla alıntılanır. Ancak Robertson tarafından neredeyse hiç alıntılanmayan bir başka husus, farelerin, sıçanların, sığırların ve kümes hayvanlarının büyüme eğrilerinde döngülerin keşfidir. Vücut ağırlığının kazanımı veya hız eğrilerinde iki veya üç döngü ayırt edilebilir. Bu, mevcut 'büyüme yasaları' ile çelişir ve bu nedenle bu çalışmanın motivasyonu olarak belirtilen sistematik sapmaların olası bir açıklaması olabilir.

Farklı kanatlı hayvan türlerinde ya da aynı tür içindeki farklı genotipik gruplar için en uygun büyüme modellerinin saptanması için gerçekleştirilmiş çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu alanda öncü çalışmalardan birisi Ricklefs (1967) tarafından bazı ötücü kuşların 18 günlük canlı ağırlık verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Gompertz, Logistic ve Von Bertalanffy modellerini karşılaştıran Ricklefs (1967), en uyumlu modelin Gompertz olduğunu belirlemiştir. Başka bir çalışmada ise tavuklarda büyüme sigmoid, lojistik, ve polinomial modeller kullanılarak uyum iyiliğine göre karşılaştırılmıştır (Grossman ve Bohren, 1982). Saf hat bir tavuk sürüsü baba hattının erkek bireylerinin büyüme verilerini Gompertz, Lojistik ve Von Bertalanffy fonksiyonlarıyla analiz eden Tzeng ve Becker (1981), en uyumlu modelin Gompertz olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir çalışma gerçekleştiren Anthony vd. (1986), iki yönlü seleksiyon uygulanmış bıldırcınların büyüme verileri ile yaptığı analizler sonucunda ağırlığı azaltılmış hat için en uyumlu modelin Lojistik, ağırlığı artırılmış hat için en uyumlu modelin Gompertz olduğunu bildirmişlerdir.

On altı haftalık yaş ağırlığına göre canlı ağırlık için seleksiyon uygulanmış bir sürü ile şansa bağlı çiftleştirilen bir hindi sürüsünün büyüme verilerini Gompertz, Logistic ve Von Bertalanffy ile analiz eden Anthony vd. (1991b), en uyumlu modelin Gompertz olduğunu bildirmişlerdir. İki yönlü seleksiyon uygulanmış bıldırcınların haftalık canlı ağırlıklarını Gompertz, Logistic ve Von Bertalanffy büyüme fonksiyonlarıyla analiz eden Akbas ve Oğuz (1998), en uyumlu modelin Gompertz olduğunu bildirmişlerdir. Maruyama vd. (1998), iki genetik hattan (hızlı büyüyen bir hat ve rastgele yetiştirilmiş bir kontrol hattı) erkek ve dişi hindilerin büyümelerinin Lojistik, Gompertz, von Bertalanffy, Richards, Weibull ve Morgan-Mercer-Flodin modellerini kullanarak bazı uyum iyiliği kriterleri ile analiz etmişlerdir. Yakupoglu ve Atıl (2001) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada Cobb ve Hubbard ticari broiler sürülerinde haftalık canlı ağırlık değerleri Gompertz ve Von Bertalanffy fonksiyonlarıyla analiz edilmiş, broiler büyüme verilerini Gompertz modelinin Von Bertalanffy'ye göre daha iyi tanımladığını bildirmişlerdir.

Aggrey (2002), tavuk büyüme eğrilerini tanımlamak için 3 doğrusal olmayan (Richards, lojistik ve Gompertz) ve spline doğrusal regresyon modelini karşılaştırdı. Spline modeli, yumurtadan çıkma ağırlığını Gompertz modelinden daha iyi tahmin etti; ancak spline modeli, 3 doğrusal olmayan modele kıyasla verilere en zayıf uyan modeldi. Narushin ve Takma (2003), lojistik, Gompertz, von Bertalanffy, Richards, Weibull ve Morgan-Mercer-Flodin fonksiyonları ve polinom regresyon modelleri ile Narushin-Takma modellerini kullanarak yumurtacı tavukların (Shaver beyaz yumurtacı tavuk cinsi) ortalama sürü büyümesinin doğru bir şekilde tanımlanması için en iyi tahmini

modeli belirlemek üzere bir çalışma yürüttüler. Araştırmacılar kendi geliştirdikleri Narushin-Takma modellerinin hem büyüme verilerini hem de yumurta verimlerini iyi tanımlayan fonksiyonlar olduklarını ileri sürmüşlerdir. Ancak biyolojik anlamlı parametreleri olmayan bu ampirik modeller kanatlı hayvanlarda büyümenin modellenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda pek fazla kullanılmamıştır. Tavuklarda etçi ve yumurtacı birer seleksiyon hattındaki bireylerin büyüme verilerini Gompertz, logistic, Lopez, Richards, France, ve von Bertalanffy modellerini kullanarak analiz gerçekleştiren Darmani Kuhi vd. (2003), çeşitli uyum iyiliği kriterlerine göre Richards modelinin diğerlerinden daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Bunun yanında Darmani Kuhi vd. (2003), Gompertz ve Logistic gibi sabit bükülme noktasına modellerin yerine Richards gibi esnek modellerin kullanılmasının daha yararlı olacağını ileri sürmüşlerdir.

Büyük beyaz hindiler için büyüme eğrisi parametreleri, Şengul ve Kiraz (2005) tarafından dört farklı doğrusal olmayan model (Gompertz, Lojistik, Morgan-Mercer-Flodin ve Richards) ile tahmin edilmiştir. Model seçim kriterleri dikkate alındığında, Gompertz, Lojistik ve Richards modellerinin Büyük Beyaz hindi büyümesini açıklamak için uygun modeller olduğu belirlenmiştir. Dinamik doğrusal olmayan modeller, karkas parçalarının ağırlıklarını tahmin etmedeki uygunlukları açısından Zuidhof (2005) tarafından istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Analizde, karkas parçası ağırlığını yaşa bağlı olarak tanımlayan 4 sigmoidal (S) model (Gompertz, modifiye Gompertz, Richards ve Lopez) ve karkas parçası verimini ve ağırlığını tanımlayan 3 azalan getiri modeli (Lopez, Mitscherlich ve log doğrusal) ve bir log-doğrusal orantılı verim modeli kullanılmıştır. Zuidhof (2005), esnek bir dönüm noktasına sahip sigmoidal modellerin, sabit bir dönüm noktasına sahip Gompertz modelinden ve genel olarak azalan getiri modellerinden daha iyi karkas parçası ağırlıklarını tahmin edebildiğini bildirmiştir. Literatürden 168 ve 170 gün yetiştirilen erkek piliç vücut ağırlığından oluşan iki set büyüme verisi modellemek için yürütülen bir çalışmada kullanılmıştır (Roush ve Branton, 2005). Araştırmacılar, doğrusal olmayan algoritma ve bir genetik algoritma yoluyla 2 form Lojistik model, 2 form Gompertz model ve Doymuş Kinetik modeller kullanarak büyüme verilerini analiz etmişlerdir. Genetik algoritmanın büyüme denklemlerinin katsayılarını başarılı bir şekilde belirleyebildiği bulunmuş ve genetik algoritma altındaki sigmoidal modellerin büyüme için uygun modeller olduğu belirlenmiştir (Roush ve Branton, 2005).

Bir çalışmada (Roush vd., 2006), sinir ağı modeli ilk kez erkek civcivlerde (Ross x Ross 308) zaman içinde vücut ağırlığını tahmin etmek için kullanılmıştır. Gompertz doğrusal olmayan regresyon denklemi ile modelleme ve sinir ağı modellemesi arasında karşılaştırma yapılmıştır. Modellerin doğruluğu ortalama kare hata, ortalama mutlak sapma, ortalama mutlak yüzde hata ve önyargı ile belirlenmiştir. Sapma ile ölçüldüğünde, Gompertz denklemi değerleri düşük tahmin ederken, sinirsel ve genetik olarak geliştirilen sinir ağı gözlenen vücut ağırlığı tepkilerinin çok az veya hiç yüksek tahminini üretmemiştir (Roush vd., 2006). Nahashon vd. (2006a), Fransız Gine tavuğunun yumurtadan çıkışından 9 haftalık dönemine kadar olan vücut ağırlığı verilerini kullanarak iki doğrusal olmayan matematiksel fonksiyonu (Gompertz ve Lojistik) karşılaştırmıştır. Gompertz modelinin Fransız Gine tavuğunun büyüme paterni için Lojistik modelden daha iyi olduğu bulunmuştur. Nahashon vd. (2006b) yumurtadan çıkıştan 22 haftaya kadar vücut ağırlığı verilerini kullanarak inci grisi gine tavuğunun büyüme modelini tanımlamak için Richards, Gompertz ve lojistik fonksiyonlarını karşılaştırmışlardır. Lojistik modelin Gompertz ve Richards modellerine kıyasla inci

grisi Gine tavuğu verilerine en az uyduğu belirlendi. Başka bir çalışmada (Norris vd., 2007), Gompertz, Lojistik ve Richards modelleri yerli Venda ve Çıplak Boyunlu tavukların canlı ağırlıkları için karşılaştırıldı ve bu ırklar arasındaki büyüme modelindeki farklılıkların varlığını test etmek için bazı analizler yapıldı. Gompertz modelinin tavukların büyümesini açıklamak için uygun olduğu görüldü.

Ahmadi ve Mottaghitlab (2007) esnek eğri fikri ailesinden hiperbolastik modeller olarak adlandırılan üç büyüme modeli geliştirdiler. Araştırmacılar, hiperbolastik modelin ve Richards fonksiyonunun daha fazla esnekliğe sahip olmasının Gompertz büyüme fonksiyonlarından daha doğru tahminlere ve broyler büyüme verilerine daha iyi uyuma yol açabileceğini bildirdiler. Balcıoğlu vd. (2009) keklik (*Alectoris chukar*) üzerinde yaptıkları çalışmada büyüme verilerini Gompertz, Bertalanffy ve Lojistik fonksiyonları kullanarak uygulamışlardır. Uyum iyiliği kriterlerine göre, kekliklerin büyüme örüntüsünü belirlemek için Gompertz modelinin en iyi model olduğu bulunmuştur. Başka bir çalışmada, ticari sürülerden elde edilen hindi tavuklarının büyüme profilleri için üç esnek büyüme fonksiyonu (Von Bertalanffy, Richards ve Morgan) Gompertz fonksiyonu ile karşılaştırılmıştır (Porter vd., 2010). Sonuçlar, Gompertz denkleminin sabit dönüm noktasının bir sınırlama olabileceğini ve hindilerde vücut ağırlığı ile yaş arasındaki ilişkinin en iyi şekilde esnek büyüme fonksiyonları kullanılarak tanımlanabileceğini göstermiştir. Morgan denklemi veri setine en iyi uyumu sağlamış ve hindi tavuklarının büyüme profillerini karakterize etmek için kullanılmıştır.

Dört doğrusal olmayan model (Gompertz, lojistik, Richards ve Weibull) ve bir spline doğrusal regresyon modeli, erkek katır ördeğinde BW ile yaş arasındaki ilişkiyi tanımlama yetenekleri açısından değerlendirildi (Vitezica vd., 2010). Ayrıca, sabit ve karışık etkili modeller büyümeyi analiz etmek için karşılaştırıldı ve doğrusal olmayan modeller arasında, karışık etkili Weibull modeli genel olarak en iyi uyuma sahipti, karışık etkili spline regresyon modeli ikinci en iyi modeldi. Narinc vd. (2010b), rastgele yetiştirilmiş bir Japon bildircini sürüsünde yumurtadan çıkıştan 6 haftaya kadar canlı ağırlık verileri için on büyüme fonksiyonunu (Gompertz, Richards, Lojistik, Bertalanffy, Brody, Negatif Üstel, Morgan-Mercer Flodin ve üç Hiperbolastik model) karşılaştırdı ve Gompertz modelinin, uyum iyiliği kriterlerine göre tüm aday modeller arasında Japon bildircini için en iyi model olduğu bulundu. Tompic vd. (2011), Ross 308 damızlık piliç sürülerinin yumurtadan çıkıştan 35 haftalık yaşa kadar büyüme profillerini tanımlamak için üç doğrusal olmayan büyüme fonksiyonunu (Lojistik, Gompertz ve Richards) ve üç polinom fonksiyonunu (doğrusal, ikinci dereceden ve üçüncü dereceden) karşılaştırdı. Üçüncü dereceden polinom, Ross 308 ebeveyn piliç vücut ağırlığı verilerine en iyi uyumu verirken, Richards modeli doğrusal olmayan büyüme fonksiyonları arasında verilere en iyi uyumu verdi.

Ramos vd. (2013), Brezilya popülasyonunda devekuşlarının büyümesini tanımlamak için doğrusal ve doğrusal olmayan fonksiyonları kullanarak büyüme eğrilerine uymayı araştırdı. İki doğrusal olmayan büyüme fonksiyonu (Gompertz ve lojistik) ve bir üçüncü dereceden polinom fonksiyonu kullanıldı. Bu çalışmanın sonuçları, doğrusal olmayan modellerin devekuşu büyümesinin sigmoid doğasını tanımlamak için daha uygun olduğunu göstermiştir. Başka bir çalışmada, doğrusal ve 3 doğrusal olmayan model (Gompertz, Logistic ve Richards) 5 yerel İtalyan tavuk hattının canlı ağırlığı için karşılaştırılmış ve bu sürüler arasındaki büyüme desenindeki

farklılıkların varlığını test etmek için bazı analizler gerçekleştirilmiştir. Richards modelinin tavukların büyümesini açıklamak için uygun olduğu belirlenmiştir (Rizzi vd., 2013).

Farklı kanatlı türlerinde büyüme örneklerinin karşılaştırıldığı çalışmalardan biri Anthony vd. (1991) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bildircin, tavuk ve hindi türlerinin kullanıldığı bu çalışmada bazı uyum iyiliği kriterlerine göre seçilmiş olan Gompertz modelinin parametreleri tahmin edilmiştir. Bildircinlerin % 90 asimptot yaşının diğer türlere göre daha erken dönemde gerçekleştiği, tavuklarda bu değer hindilerden % 28 daha geç gerçekleştiği ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada seleksiyonun bahsedilen türlerde bükülme noktası üzerindeki etkileri de karşılaştırılmıştır. Richards fonksiyonunu kullanarak tavuk, hindi, ördek ve kaz türlerinde büyüme örneklerini karşılaştıran Knizetova vd. (1995), bükülme noktası yaşlarının sırayla 47.7, 74.0, 25.5 ve 21.1 gün olduğunu bildirmişlerdir, diğer parametreler bakımından da türler arasında oldukça farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Knizetova vd. (1991a, 1991b, 1994) tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda 8 etlik piliç hattında, 9 ördek hattında ve 3 kaz hattında büyüme örnekleri Richards fonksiyonu kullanılarak analiz edilmiş, hatlar ve cinsiyetler arasındaki büyüme farklılıkları ortaya konulmuştur. Bu çalışmalara ek olarak farklı kanatlı türlerinde hatların ya da genetik grupların büyüme örneklerinin büyüme eğrileri ile karşılaştırıldığı başka çalışmalar da bulunmaktadır. Bunların içerisinde Gompertz modeli kullanılan çalışmalarda, Scheuermann vd. (2003) toplam 8 etlik piliç hatları ve bunların melez hatlarına ait büyüme verilerini kullanmıştır, Marcato vd. (2008) ticari iki etlik piliç hattına (Cobb ve Ross) ait büyüme örneklerini analiz etmiştir, Sakomura vd. (2011) de ticari iki etlik piliç hattının (Cobb ve Ross) 56 günlük majör vücut unsurlarının büyümesini karşılaştırmıştır.

Pis (2012), iki keklük türü olan boz keklük (*Perdix perdix*) ve keklük kuşunun (*Alectoris chukar*) yumurtadan çıktıktan 120 güne kadar olan büyüme desenlerini analiz etti, büyüme hızı ve vücut kütlesi, kanat, ayak bileği ve gaga uzunluğunun gelişimi ölçüldü ve Gompertz fonksiyonuna göre uygulandı. Araştırmalarında Richards modelini kullanan araştırmacıardan Goliomytis vd. (2003) iki ticari hattın erkek etlik piliç canlı ağırlıkları, göğüs ve but ağırlıkları için Richards modeli ile büyüme eğrisi analizleri gerçekleştirmiştir. Sezer ve Tarhan (2005) üç et tipi bildircin hattında büyüme eğrilerini ve Ersoy vd. (2006) de bronz hindilerde cinsiyetlere göre büyüme farklılıklarını Richards fonksiyonunu kullanarak ortaya koymuşlardır.

Uzun dönemli gerçekleştirilen iki seleksiyon ortamında Japon bildircinlerinde yüksek ve düşük 4 haftalık vücut ağırlığı için bireysel fenotipik seleksiyon yürütülmüştür (Marks, 1978). Dört deneysel hattın büyüme desenleri Lojistik fonksiyon kullanılarak analiz edilmiştir. Marks (1978), büyüme eğrisi parametrelerinin seleksiyonla değiştiğini bildirmiştir. Yüksek vücut ağırlığı için seleksiyon, göreceli büyüme hızını artırmış ve dönüm noktası daha genç bir yaşa kaymıştır (Marks, 1978). Artan 16 haftalık vücut ağırlığı için seçilen bir hindi popülasyonunun ve rastgele yetiştirilen bir kontrol popülasyonunun büyüme desenleri Gompertz büyüme modeli (Anthony vd. 1991b) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Seleksiyon çizgisinin dönüm noktasında ve asimptotik vücut ağırlığında kontrol çizgisine göre daha yüksek eğime sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Dönüm noktasındaki yaş ve asimptot, kontrol hattında seleksiyon hattına göre daha sonra elde edilmiştir. Benzer şekilde seleksiyon denemeleriyle elde edilmiş farklı hatların büyüme örnekleri arasındaki farklılıkların

büyüme fonksiyonları kullanılarak ortaya konulduğu başka çalışmalar da bulunmaktadır.

Kısa dönemli seleksiyon uygulanmış bir Japon bildircini hattı ile kontrol hattını karşılaştıran Akbaş ve Oğuz (1998), bu çalışmalarında Gompertz, Logistic ve Von Bertalanffy büyüme modellerini kullanmışlardır. Akbaş ve Oğuz (1998), 5. hafta canlı ağırlığını arttırmak için yapılan beş kuşak seleksiyon sonucunda bildircinlerin ergin ağırlık parametresinde % 15 oranında artış gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Et verimi için seleksiyon yapılmış 5 tavuk hattına ait büyüme verilerini kullanan Mignon-Grasteau vd. (2000), seleksiyonun Gompertz modeli parametrelerine olan etkilerini araştırmışlardır. Seleksiyon yapılmış dört ördek hattında büyümeyi inceleyen Maruyama vd. (2001), ergin ağırlık, bükülme noktası yaşı ve büyüme hızı özellikleri bakımından hatlar arasındaki farklılıkları Weibull büyüme fonksiyonu ile belirlemiştir. Aggrey vd. (2003), Richards fonksiyonunu kullanarak Japon bildircininde uzun dönemli divergent seleksiyon sonucunda elde edilmiş 2 hat ve bir kontrol hatlarındaki dişi ve erkeklerin büyüme örneklerini incelemiştir. Bildircinlerde 30 kuşak seleksiyon sonucunda ağırlığı artırılan hattın erkeklerinde ergin ağırlık parametresinin %104 arttığı bildirilmiştir (Aggrey vd. 2003). Bildircinlerde kısa dönemli seleksiyon sonucunda gerçekleşen ağırlık değişimlerinin Richards (Hyankova vd 2001) ve Gompertz (Anthony vd., 1986; Alkan vd., 2009) büyüme eğrisi parametrelerini etkilediği başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir.

Farklı kanatlı türlerinde uygulanan çeşitli çevresel (besleme veya yetiştirme) uygulamaların etkilerinin büyüme eğrileri ile incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. İki farklı hindi genotipini (Nicholas and British United Turkeys) iki ışıklandırma programı altında ve iki yemleme programı altında yetiştiren Lilburn vd. (1992, 1993), deneme gruplarının büyüme örneklerini Gompertz modeli ile karşılaştırmıştır. Büyüme eğrisinin eğiminin geniş göğüslü beyaz British hindilerinde önemli ölçüde daha az olduğu, ancak dönüm noktasındaki ağırlık ve yaştan Nicholas tom'larına kıyasla arttığı sonucuna varıldı. Büyüme eğrisi parametrelerinin hiçbirinde önemli bir diyet etkisi yoktu (Lilburn vd., 1993). Ali ve Brenoe (2001) bir ticari etlik piliç hattı ve iki yerli genotip (Barred Plymouth Rock ve Jærhøn) kullandıkları araştırmada yem kısıtlaması ve ad-libitum yemleme programları uygulamışlar, deneme gruplarına ait büyüme örneklerini Gompertz modeli ile analiz etmişlerdir. Schinckel vd. (2005) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada 6 farklı diet ile beslenen ördeklerin 1-43 günler arasındaki haftalık canlı ağırlık dataları kullanılarak Weibull modeli ile şansa bağlı karışık model yöntemi ile analiz gerçekleştirilmiştir.

Ross 308 etlik piliçlerinde 2 farklı yem kısıtlama programı uygulayan Mendes vd. (2007), deneme grupları ve ad-libitum yemlenen kontrol grubu piliçlerinin vücut kütle indeksi değerleri arasındaki farklılıkları Gompertz büyüme modeli ile incelemiştir. Gompertz modeli ile tahmin edilen en yüksek artış değerlerine göre yağlanmanın ad-libitum beslenen piliçlerde daha yüksek olacağını ileri sürmüşlerdir. Japon bildircinlerinde ısı stresi ile başa çıkma yeteneği kazandırmak amacıyla embriyonik dönemde yüksek sıcaklık uygulayan Alkan vd. (2012), bildircinlerin büyüme örneklerini Gompertz modeli ile karşılaştırmıştır. Araştırmada, termal manipülasyon uygulamasının Japon bildircinlerinin büyüme eğrilerinde fark yarattığı belirlendi. Erken dönemde termal manipülasyon uygulamasının daha düşük olgun ağırlığa neden olduğu ve olgunlaşma oranında artışa yol açtığı bulundu. Öte yandan,

geç dönemde termal manipülasyon uygulamasının kontrol grubuna kıyasla büyüme parametrelerinde herhangi bir farka yol açmadığı görüldü.

Yavaş büyüyen piliçlerin alternatif yetiştirme sistemlerinde yetiştirdikleri büyüme analizleri ile ilgili olarak yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Santos vd. (2005) ve Narinc vd. (2007), kapalı ve yarı-genişletilmiş sistemlerde yetiştirdikleri farklı yavaş büyüyen piliç hatlarındaki büyümeyi analiz etmek için Gompertz modelini kullandılar. N'dri vd. (2006), Label Rouge sisteminde yetiştirdikleri yavaş büyüyen piliçler için Gompertz fonksiyonunun parametrelerini tahmin ettiler. Dottavio vd. (2007) ve Dourado vd. (2009), serbest dolaşım sisteminde yetiştirdikleri yavaş büyüyen piliçlerin (SASSO ve ISA Label) büyümesini incelemek için Gompertz modelini kullandılar.

Kanatlı hayvanlarda büyüme modellerinin parametreleri için genetik parametre tahmin edilmiş araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Bunun başlıca nedeni, kanatlı hayvanlarda büyüme ile ilgili genetik iyileştirme çalışmalarının neredeyse tamamında sabit yaşlardaki canlı ağırlıkların seleksiyon kriteri olarak kullanılmış olmasıdır. Kanatlı hayvanlarda büyüme eğrisi parametreleri ya da bükülme noktası gibi parametrelerin kullanıldığı seleksiyon çalışması bulunmamaktadır. Grossman vd. (1985) ve Barbato (1991) tarafından etlik piliçlerin büyüme eğrileri için analizler sonucu büyüme eğrisinin yüksek kalıtım dereceli özellikleri ortaya çıkmıştır. Tavuklarda yapılan başka bir çalışmada (Mignon-Grasteau vd. 1999), Gompertz büyüme eğrisi parametrelerinin kalıtsallığı orta ile yüksek arasında bulunmuş ve 0.31 ile 0.54 arasında değişmektedir. Mignon-Grasteau vd. (2000) beş hattan gelen 10.671 erkek ve dişi tavukta Gompertz büyüme eğrisi parametrelerinin genetik parametre tahminleri için Gibbs örnekleme tahminleri gerçekleştirdi. Her üç parametre için de kalıtım derecelerinin yüksek olduğu bildirildi (0.43 ila 0.60 arasında). Genetik β_0 ile β_1 arasındaki korelasyon oldukça pozitif bulundu, buna karşın β_2 ile β_0 veya β_1 arasındaki genetik korelasyonlar orta derecede negatif olarak tahmin edildi.

N'Dri vd. (2006), yem dönüşüm oranı, Gompertz büyüme eğrisi parametreleri ve karkas kompozisyonu arasında genetik ilişkiler bildirdi 1061 yavaş büyüyen tavuk için özellikler. Büyüme eğrisi parametreleri orta derecede kalıtsal bulundu (0,25 ila 0,34). Büyüme eğrisi parametreleri ile yem dönüşüm oranı veya artık yem tüketimi arasındaki genetik korelasyonlar düşük ila orta olarak tahmin edildi (0.31 ila 0.51). Bıldırcınlarda büyümenin Gompertz fonksiyonu ile analizi yapılan ergin ağırlık parametreleri (β_0) için kalıtım dereceleri Akbaş ve Oğuz (1998) ve Narinc ve ark. (2010a) tarafından 0.56 ve 0.42 olarak yüksek seviyede tahmin edilmiştir. Ayrıca bıldırcınlarda Gebhardt-Henrich ve Marks (1993) β_0 kalıtım derecesinin yüksek bir değerini (0.60) tahmin etmiştir. Akbaş ve Yaylak (2000) ise Gompertz modelinin β_0 parametresi için kalıtım derecesi 0.18 olarak düşük seviyede tahmin edilmiştir. Biyolojik bir sabit olan β_1 parametresi için kalıtım derecesi Narinc vd. (2010a) tarafından 0.21 olarak tahmin edilmiştir. Buna paralel olarak söz konusu sorunla ilgili kalıtım derecesi diğer araştırmalarda düşük-orta ilişkilerde değişiklik göstermektedir (Akbaş ve Oğuz, 1998; Akbaş ve Yaylak, 2000). Anlık büyüme hızı (β_2) parametresi için kalıtım derecesi Akbaş ve Oğuz (1998) tarafından 0.38 olarak tahmin edilmiştir. Söz konusu parametreler Akbaş ve Yaylak (2000) tarafından 0.32 olarak tahmin edilmiş, araştırmacıların yaş ve ağırlık özelliklerine ait kalıtım derecesi tahminlerinin de düşük-orta performansı olduğu bildirilmektedir. Benzer sonuçlar Narinç vd. (2010a) tarafından da kayıtlı olanlar,

araştırmacıların puan yaşı ve ağırlığı için kalıtım derecelerini sırasıyla 0.08 ve 0.36 olarak tahmin ettiler. İki ticari hindi ebeveyn sürüsüne ait büyümenin lojistik fonksiyonunu kullanarak analiz eden Aslam ve ark. (2011), β_0 parametresi için tahmin edilen kalıtım derecesinin 0.30 olduğunu, diğer parametrelerin ise düşük seviyede (0.05-0.11) olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmada büyüme eğrisi ile çeşitli kesim-karkas özellikleri ve et kalite özellikleri arasındaki genetik korelasyonlar da tahmin edilmiştir.

Büyüme eğrilerinin elde edilmesi için doğrusal olmayan regresyon analizleri yapılan kanatlı hayvanlar içerisinde etlik piliçler, bazı lokal tavuk ırkları, keklik, bıldırcın, ördek ve hindi gibi hayvanlar bulunurken Denizli tavuklarında büyümenin modellenmesi ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Türkiye'de tescil edilmiş yerli genotiplerden olan Denizli tavuk ırkı sadece birkaç merkezde saf sürü olarak korunmaktadır. Bunun yanında Denizli tavuklarının bir üretim materyali olarak farklı sistemlerde (serbest dolaşım, organik, kapalı yaygın vb.) yetiştirilme olanaklarıyla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Denizli tavuk ırkı kullanılarak gerçekleştirilen az sayıdaki bilimsel çalışmada genellikle yumurta verimi ve üreme özellikleri üzerinde durulmuş, az sayıda çalışmada haftalık canlı ağırlık değerlerine yer verilmiştir. Farklı yumurtacı tavuk ırklarında bazı verim özelliklerini belirlemek için yapılan bir araştırmada (Nazlıgül vd. 1995), Denizli tavuklarının 10., 15., 20. ve 40'nci haftalardaki canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla 800, 1113, 1448 ve 1623 g olarak tespit edilmiştir. Atasoy ve Gürcan (2000), bir Denizli tavuğu sürüsünde canlı ağırlık ve yumurta ağırlığı özellikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, tavukların 35. hafta canlı ağırlık ortalamasının 2597 g olduğunu bildirmişlerdir. Aksoy (2001) tarafından Denizli tavuklarının çeşitli verim özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 ve 22'nci haftalarda canlı ağırlık ortalamaları dişilerde sırasıyla 591, 829, 976, 1142, 1295, 1433, 1541 ve 1622 g, erkeklerde ise 267, 467, 365, 1018, 1242, 1503, 1780, 1999, 2155 ve 2249 g olarak tespit edilmiştir. Kaplan (2004) tarafından Denizli tavukları kullanılarak gerçekleştirilen bir araştırmada 17 ve 22' haftalık yaşlarda canlı ağırlık ortalamaların dişilerde sırasıyla 1215 ve 1423 g; erkeklerde ise 1665 ve 2060 g olduğu belirlenmiştir. Kaplan ve Aksoy (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Denizli tavuklarının 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 17, 22 haftalık yaşlardaki canlı ağırlıkları dişiler için sırasıyla 66, 114, 180, 265, 432, 628, 778, 870, 1215, 1424 g, erkekler için sırasıyla 69, 122, 197, 296, 494, 749, 959, 1112, 1666, 2060 g olarak bulunmuştur. Araştırmacılar Denizli ırkı tavuklar için elde edilen ortalama canlı ağırlık değerinin yumurtacı hibritler ve yumurtacı Leghorn tavuk ırkı için bildirilen değerlerden yüksek, etçi genotiplerin damızlık sürülerinin canlı ağırlık ortalamasına daha yakın olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bulguları bildiren Atasoy ve Gürcan (2000), Denizli tavuk ırkının canlı ağırlık değerlerinin yumurtacı tavuk ırklarının canlı ağırlık değerlerinden daha yüksek olduğunu iddia etmişlerdir. Dereli Fidan (2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 263 dişi Denizli tavuğu kullanılmış, 18, 20, 30 ve 40 haftalık yaşta canlı ağırlık ortalamaları 1160, 1314, 1970 ve 2293 g olarak bulunmuştur.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada kullanılan hayvanların bakım ve sürü idareleri Türkiye Cumhuriyeti'nin ilgili yasa ve yönetmeliklerine uygun olarak yapılmıştır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın E-22875267-325.04.02-3661514 sayılı izni ile gerçekleştirilen çalışma için ilgili yönetmeliğin madde 8 (8/k/2) gereği Akdeniz Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu tarafından B.30.2.AKD.0.05.07.00/50 numaralı karar alınmıştır. Çalışmada hayvan materyali olarak Denizli Tarım İl Müdürlüğü Hayvancılık Tesisleri'nde bulunan saf Denizli tavuğu sürüsünden alınan kuluçkalık yumurtalardan elde edilen 156 adet dişi-erkek karışık Denizli ırkı civciv kullanılmıştır.

Civcivlere verim takibini yapabilmek ve pedigri kaydı başlatabilmek amacıyla kuluçkadan çıkışta kanat numarası takılmıştır. Sonrasında civcivler ısıtmalı ve aydınlatmalı büyütme kafeslerine aktarılmış, ilk üç hafta burada barındırılmıştır. Bu kafeslerin her katında 96x43x21 cm boyutlarında bölmeler bulunmakta ve altı katlı olan kafeslerde her kata 10 civciv yerleştirilmiştir (475 cm²/civciv). Civcivler ilk beş gün 32 C⁰ sıcaklıkta barındırılmış ve her dört günde 1 C⁰ düşürülerek üçüncü hafta sonunda ortam sıcaklığının 27 C⁰ olması sağlanmıştır. Üç haftanın sonunda civcivler kafeslerden alınarak şansa bağlı olarak üç farklı yetiştirme sistemine aktarılmıştır.

Konvansiyonel ve zenginleştirilmiş derin altlıklı yer kafesleri olarak taban alanı 3 m² olan dikdörtgen bölmeler kullanılmıştır. Her iki yetiştirme sisteminde de metrekareye 7 civciv yerleştirilmiş ve zenginleştirilmiş derin altlık yetiştirme sisteminde toplam 42 civciv, konvansiyonel yerde yetiştirme sisteminde toplam 42 civciv barındırılmıştır. Söz konusu yerde yetiştirme sistemlerinde derin altlık olarak 4 cm derinliğinde rende talaş kullanılmıştır. Zenginleştirilmiş yerde yetiştirme sistemi içerisinde tünek, kum havuzu ve bunlara ek olarak tırnak ve gaga törpüleyici, misinayla kümes tavanına asılmış çeşitli objeler barındırılmıştır. Katlı kafes sisteminde yerde yetiştirme sistemindekine benzer şekilde metrekareye 7 birey yerleştirilmiş ve üç katlı kafes bloklarından 4 adet kullanılmış olup, toplam 72 Denizli tavuğu bu sistemde barındırılmıştır. Bahsi geçen deneme ünitelerinde tam iklimsel çevre kontrolü sağlanmakta olup, otomatik sulama ve yemleme sistemleri mevcuttur. Civcivlere ilk üç gün süresince 23 saat/gün aydınlatma yapılmış, daha sonra 10. güne kadar kademeli olarak azaltılarak günlük aydınlık süre 18 saate indirilmiş ve deneme sonuna kadar bu şekilde sürdürülmüştür.

Deneme boyunca yem ve su kısıtlaması yapılmamıştır. Değişik yaşlar için 3 farklı rasyon kullanılmıştır. İlk 3 hafta başlatma yemi (%21 HP, 3000 kcal ME/kg), 4-12. haftalar arasında civciv büyütme yemi (%20 HP, 2900 kcal ME/kg) ve 12. haftadan 26. haftaya kadar piliç büyütme yemi (%18 HP, 2800 kcal ME/kg) kullanılmıştır.

Tavukların haftalık olarak ölçülen canlı ağırlık değerleri bakımından yetiştirme sistemleri ve cinsiyetler arasındaki farklılıklarının belirlenmesinde profil analizi tekniğinden yararlanılmıştır. Profil analizi çok değişkenli varyans analizinin (MANOVA) özel bir halidir (Mendes ve ark., 2007; Eyduran ve ark., 2008; Ohaegbulem ve Nwobi, 2009). Söz konusu yöntem, aynı deneme ünitesinden farklı özelliklere ait ölçüm alındığında ya da aynı deneme ünitesinden bir özelliğe ait farklı

zaman noktalarında ölçüm alındığında bağımsız değişkenin seviyelerine ilişkin profillerin karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. Profil analizi ile temel olarak üç hipotez test edilmektedir. Bunlar, profillerin paralellik testi (H_{01}), örtüşmelerine (H_{02}) ve seviyelerine (H_{03}) ilişkin testlerdir. Profil analizinde üzerinde en çok durulan test paralellik testidir ve diğer testler paralellik koşulunun sağlanmasına bağlıdır. Bağımlı değişkene ait ölçümlerin birbirini izleyen noktaları arasındaki farklar, bağımsız değişkenin tüm seviyelerinde aynı ise grupların profilleri paraleldir. Paralellik testine ilişkin sıfır hipotezi

$$H_{01} = \begin{pmatrix} \mu_{11} - \mu_{21} \\ \vdots \\ \mu_{p-1,1} - \mu_{p,1} \end{pmatrix} = \dots = \begin{pmatrix} \mu_{1,k} - \mu_{2,k} \\ \vdots \\ \mu_{p-1,k} - \mu_{p,k} \end{pmatrix}$$

$$g = 1, \dots, k ;$$

$$t = 1, \dots, p$$

şeklinde gösterilebilir (Sristava, 1987). Eşitliklerde “k” bağımsız değişkenin içerdiği grup sayısı, “p” ise zaman noktalarını ifade etmektedir. Paralellığın sınanmasında çok değişkenli test istatistiklerinden Hotelling-Lawley Trace kullanılmıştır (Davis, 2002).

Çalışmada Denizli tavukları için en uyumlu büyüme modelinin saptanması amacıyla bükülme noktası bakımından esnek olarak tanımlanan Richards, Janoschek, Levakovich modelleri ve bükülme noktası bakımından sabit davranış sergileyen Gompertz, Lojistik, Von Bertalanffy fonksiyonları kullanılacaktır. Söz konusu fonksiyonların ifadeleri ve bükülme noktası koordinatları Çizelge 1’de sırasıyla sunulmuştur.

Tüm modellerde β_0 parametresi asimptotik ağırlığı ifade etmekte, Janoschek modelinin β_3 parametresi başlangıç ağırlığını temsil etmekte, Richards modelinin β_3 parametresi ise en çok büyüme oranının gerçekleştiği zamanı temsil etmektedir, diğer tüm parametreler ise modelin şekliyle ve anlık büyüme oranı ile alakalı model sabitleri olarak tanımlanmaktadır. Model parametrelerinin tahmini SAS 9.3 NLIN prosedürü kullanılarak Levenberg-Marquardt iterasyon yöntemiyle gerçekleştirilmiştir (Narinc ve ark., 2014).

Çalışmada yer alan fonksiyonların Denizli tavuklarında büyümeyi açıklaması bakımından karşılaştırılması amacıyla kullanılan uyum iyiliği kriterleri aşağıda sıralanmıştır (Narinc ve ark., 2010; Narinc ve ark., 2014).

Belirleme katsayısı, $R^2=1-(HKT/KT)$; burada, HKT: hata kareler toplamı, KT: kareler toplamıdır.

Düzeltilmiş belirleme katsayısı, $d.R^2=R^2-((k-1/n-k)(1-R^2))$; burada; n: gözlem sayısı, k: parametre sayısıdır.

Hata kareler ortalaması, $HKO=HKT/(n-k)$; burada, e_t : t zamanındaki gözlem ve tahmin değerleri farkı, n: gözlem sayısı, HKT: hata kareler toplamı, k: parametre

sayısıdır.

Akaike Bilgi Kriteri, $AIC=n.\ln(HKT/n)+2k$; burada, n: gözlem sayısı, HKT: hata kareler toplamı, k: parametre sayısı.

Schwarz Bayesian Bilgi Kriteri $BIC=n.\ln(HKT/n)+k.\ln(n)$; burada, n: gözlem sayısı, HKT: hata kareler toplamı, k: parametre sayısıdır.

Tüm istatistik analizler SAS 9.4 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılacak olan büyüme modeli eşitlikleri ve bükülme noktası koordinatları

Model	Richards	Janoschek
Y_T	$\beta_0 \left[1 - (1 - \beta_1) e^{-\beta_2(t-\beta_3)/\beta_1 \beta_1^{1/(1-\beta_1)}} \right]^{\frac{1}{(1-\beta_1)\beta_0}} - (\beta_0 - \beta_3) e^{-\beta_1 t^{\beta_2}}$	
BNY	β_3	$(\beta_2 - 1/\beta_1 \beta_2)^{1/\beta_2}$
BNA	$\beta_1^{1/(1-\beta_1)}$	$\beta_0 - (\beta_0 - \beta_3) e^{-((\beta_2-1)/\beta_2)}$
Model	Levakovich	Gompertz
Y_T	$\beta_0 (1 + \beta_1 t^{-\beta_2})^{-\beta_3}$	$\beta_0 e^{-\beta_1 e^{-\beta_2 t}}$
BNY	$(\beta_1(\beta_3 \beta_2 - 1)/\beta_2 + 1)^{1/\beta_2}$	$\ln(\beta_1)/\beta_2$
BNA	$\beta_0 ((\beta_3 \beta_2 - 1)/(\beta_2(\beta_3 + 1)))^{\beta_3}$	β_0/e
Model	Lojistik	Von Bertalanffy
Y_T	$\beta_0 / (1 + \beta_1 e^{-\beta_2 t})$	$\beta_0 (1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t})^3$
BNY	$(\ln \beta_1) / \beta_2$	$(\ln 3 \beta_1) / \beta_2$
BNA	$\beta_0 / 2$	$8\beta_0 / 27$

Y_T : Model eşitliği, BNY: Bükülme noktası yaşı, BNA: Bükülme noktası ağırlığı

4. BULGULAR

4.1. Yaşama Gücü

Konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarında haftalık kümülatif mortalite oranları (yüzde) Çizelge 4.1’de sunulmuştur. İlgili çizelgeden de görüleceği üzere 26. haftaya kadar deneme gruplarında gözlenen yaşama gücü ortalamaları bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (tümü için $P>0.05$). Yirmi altıncı haftada Konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarında saptanan yaşama gücü oranları sırasıyla %92.86, %92.86 ve %93.06’dır.

Çizelge 4.1. Deneme gruplarındaki Denizli tavuklarına ait mortalite oranları (%) ve istatistik analiz sonuçları

Hafta	Altlık1	Altlık2	Kafes	P Değeri
1	2.38	0.00	1.39	0.626
2	2.38	2.38	1.39	0.905
3	2.38	2.38	1.39	0.905
4	4.76	2.38	2.78	0.797
5	4.76	2.38	2.78	0.797
6	4.76	2.38	2.78	0.797
7	4.76	2.38	2.78	0.797
8	4.76	2.38	2.78	0.797
9	4.76	4.76	2.78	0.817
10	7.14	4.76	2.78	0.557
11	7.14	4.76	2.78	0.557
12	7.14	4.76	4.17	0.783
13	7.14	4.76	4.17	0.783
14	7.14	4.76	4.17	0.783
15	7.14	4.76	4.17	0.783
16	7.14	4.76	5.56	0.893
17	7.14	4.76	5.56	0.893
18	7.14	4.76	5.56	0.893
19	7.14	4.76	5.56	0.893
20	7.14	7.14	5.56	0.923
21	7.14	7.14	5.56	0.923
22	7.14	7.14	5.56	0.923
23	7.14	7.14	6.94	0.999
24	7.14	7.14	6.94	0.999
25	7.14	7.14	6.94	0.999
26	7.14	7.14	6.94	0.999

4.2. Büyüme Özellikleri

Konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarının haftalık canlı ağırlık değerleri ve büyüme eğrisi parametrelerine ilişkin bulgular aşağıdaki alt başlıklarda sunulmuştur.

4.2.1. Canlı ağırlık

Çalışmada yer alan Denizli tavuklarının konvansiyonel katlı kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilmesine göre haftalık canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının çıkımdan altıncı haftalık yaşa kadar haftalık canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Barındırma	Çıkım	Hafta 1	Hafta 2	Hafta 3	Hafta 4	Hafta 5	Hafta 6	
Altlık 1	39.41	105.12	178.33	275.12	383.62	500.44	609.43	
Altlık 2	39.13	107.04	182.19	281.27	388.63	509.62	616.81	
Kafes	39.01	110.01	179.85	280.14	390.21	503.77	620.44	
Cinsiyet								
♀	38.75	102.54	170.16	258.10	355.31	454.48	553.44	
♂	39.62	112.24	190.08	299.59	419.66	554.73	677.67	
İnteraksiyon								
Altlık 1	♀	39.30	100.33	167.63	251.92	352.02	455.03	549.21
	♂	39.53	109.91	189.02	298.33	415.21	545.85	669.65
Altlık 2	♀	38.66	101.33	172.22	263.07	355.98	453.54	555.88
	♂	39.60	112.74	192.16	299.47	421.27	565.70	677.73
Kafes	♀	38.30	105.95	170.64	259.30	357.92	454.89	555.23
	♂	39.72	114.06	189.07	300.98	422.50	552.66	685.64
Standard Hata	0.14	0.47	0.71	1.04	1.46	2.13	2.76	
Varyasyon K.				P Değeri				
Barındırma	0.465	0.424	0.558	0.055	0.158	0.686	0.747	
Cinsiyet	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
İnteraksiyon	0.188	0.894	0.348	0.193	0.962	0.544	0.655	

Çizelge 4.2'den de görüleceği üzere çıkımdan başlayarak cinsiyetler arasında canlı ağırlık bakımından erkeklerin lehine farklılık saptanmış olup, bu farklılık deneme boyunca mevcudiyetini sürdürmüştür ($P < 0.05$). İlk altı haftalık canlı ağırlıklar incelendiğinde, barındırma tipinin ağırlık ortalamalarını etkilemediği, bunun yanında konvansiyonel derin altlıkta yetiştirilen civcivlerin haftalık ağırlık ortalamaları sırasıyla 105.12, 178.33, 275.12, 383.62, 500.44 ve 609.43 g olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının yedi- on iki haftalık yaşlar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Barındırma	Hafta 7	Hafta 8	Hafta 9	Hafta 10	Hafta 11	Hafta 12	
Altlık 1	742.77	872.76	1000.71	1154.25	1265.47	1400.42	
Altlık 2	749.31	870.99	1003.83	1135.15	1255.67	1395.56	
Kafes	737.36	867.12	999.69	1118.97	1249.30	1373.21	
Cinsiyet							
♀	661.64	770.91	880.36	1006.43	1101.82	1206.37	
♂	824.65	969.67	1122.46	1265.81	1411.81	1573.09	
İnteraksiyon							
Altlık 1	♀	662.87	773.31	875.09	1034.80	1099.58	1212.76
	♂	822.67	972.21	1126.32	1273.70	1431.36	1588.09
Altlık 2	♀	666.83	770.75	885.79	1002.74	1105.80	1206.46
	♂	831.79	971.23	1121.87	1267.55	1405.55	1584.66
Kafes	♀	655.23	768.68	880.20	981.74	1100.08	1199.89
	♂	819.49	965.56	1119.18	1256.19	1398.52	1546.52
Standard Hata	3.43	3.93	4.18	4.57	5.42	5.54	
Varyasyon K.	P Değeri						
Barındırma	0.737	0.814	0.914	0.736	0.079	0.684	
Cinsiyet	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
İnteraksiyon	0.945	0.981	0.757	0.436	0.368	0.728	

Çizelge 4.4. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının on üç- on sekiz haftalık yaşlar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Barındırma	Hafta 13	Hafta 14	Hafta 15	Hafta 16	Hafta 17	Hafta 18	
Altlık 1	1527.12	1663.99	1770.50	1873.17	1950.97	2025.58	
Altlık 2	1524.99	1653.49	1761.75	1865.07	1948.04	2021.14	
Kafes	1532.01	1627.87	1743.05	1847.83	1923.70	1996.96	
Cinsiyet							
♀	1323.75	1413.80	1521.98	1613.55	1683.14	1754.95	
♂	1732.33	1883.10	1994.88	2110.49	2198.67	2274.16	
İnteraksiyon							
Altlık 1	♀	1315.64	1432.64	1524.01	1618.05	1676.12	1756.13
	♂	1738.60	1895.34	2016.99	2128.29	2225.82	2295.03
Altlık 2	♀	1316.91	1419.72	1523.80	1608.38	1684.36	1756.84
	♂	1733.07	1887.27	1999.70	2121.75	2211.72	2285.44
Kafes	♀	1338.71	1389.04	1518.14	1614.23	1688.94	1751.89
	♂	1725.31	1866.70	1967.96	2081.42	2158.47	2242.02
Standard Hata	6.74	6.74	7.38	7.87	8.05	7.91	
Varyasyon K.	P Değeri						
Barındırma	0.869	0.882	0.449	0.573	0.441	0.399	
Cinsiyet	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
İnteraksiyon	0.361	0.356	0.761	0.296	0.160	0.412	

Çizelge 4.5. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının on dokuz-yirmi iki haftalık yaşlar arasındaki canlı ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Barındırma	Hafta 19	Hafta 20	Hafta 21	Hafta 22
Altlık 1	2100.50	2164.50	2239.23	2291.91
Altlık 2	2090.39	2152.71	2227.06	2276.39
Kafes	2059.92	2117.37	2181.64	2227.10
Cinsiyet				
♀	1815.46	1865.15	1913.27	1938.45
♂	2351.74	2424.56	2518.68	2591.82
İnteraksiyon				
Altlık 1 ♀	1821.28	1872.54	1921.47	1949.88
♂	2379.73	2456.46	2557.00	2633.94
Altlık 2 ♀	1818.84	1868.03	1918.50	1944.84
♂	2361.94	2437.39	2535.61	2607.94
Kafes ♀	1806.27	1854.89	1899.84	1920.61
♂	2313.57	2379.84	2463.44	2533.58
Standard Hata	7.85	8.19	8.29	8.54
Varyasyon K.	P Değeri			
Barındırma	0.046	0.025	0.011	0.003
Cinsiyet	0.000	0.000	0.000	0.000
İnteraksiyon	0.281	0.211	0.204	0.176

Çizelge 4.6. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının yirmi üç-yirmi altı haftalık yaşlar arasındaki ağırlık ortalamaları ve istatistik analiz sonuçları

Barındırma	Hafta 23	Hafta 24	Hafta 25	Hafta 26
Altlık 1	2348.46	2397.78	2442.97	2503.55
Altlık 2	2317.02	2362.05	2406.63	2441.33
Kafes	2267.69	2306.25	2345.34	2380.10
Cinsiyet				
♀	1964.02	1984.57	2012.72	2029.97
♂	2658.10	2726.14	2783.91	2853.35
İnteraksiyon				
Altlık 1 ♀	1984.03	2007.38	2040.33	2060.22
♂	2712.88	2788.18	2845.61	2946.88
Altlık 2 ♀	1967.29	1988.25	2014.88	2032.74
♂	2666.76	2735.86	2798.38	2849.92
Kafes ♀	1940.73	1958.10	1982.94	1996.95
♂	2594.65	2654.40	2707.74	2763.24
Standard Hata	8.96	9.49	9.70	10.12
Varyasyon K.	P Değeri			
Barındırma	0.001	0.000	0.000	0.000
Cinsiyet	0.000	0.000	0.000	0.000
İnteraksiyon	0.191	0.154	0.173	0.220

Çizelge 4.7. Farklı barındırma sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının haftalık canlı ağırlık değerlerine ilişkin MANOVA ve Profil analizi sonuçları

Aralık (gün)	Profil Analizi P Değeri	Aralık (gün)	Profil Analizi P Değeri
0 - 7	0.645	91 - 98	0.189
7 - 14	0.578	98 - 105	0.212
14 - 21	0.731	105 - 112	0.174
21 - 28	0.547	112 - 119	0.204
28 - 35	0.423	119 - 126	0.423
35 - 42	0.534	126 - 133	0.078
42 - 49	0.756	133 - 140	0.021
49 - 56	0.643	140 - 147	0.015
56 - 63	0.864	147 - 154	0.001
63 - 70	0.435	154 - 161	0.001
70 - 77	0.113	161 - 168	0.001
77 - 84	0.489	168 - 175	0.001
84 - 91	0.608	175 - 182	0.001
MANOVA Wilks' Lambda		0.004	

Çizelge 4.7'den de görüleceği üzere, Tabloda Denizli tavuklarının farklı barındırma sistemlerinde haftalık canlı ağırlık değerlerine ilişkin profil analizi ve MANOVA sonuçları sunulmaktadır. Bu analizler, zaman içerisinde farklı gruplar arasında ağırlık değişim eğilimlerini ve farklı barındırma sistemlerinin etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Profil analizi, farklı zaman aralıklarındaki (günlere göre) ağırlık artışlarının gruplar arasında benzer olup olmadığını anlamak için kullanılmıştır. Tabloda farklı zaman aralıklarına karşılık gelen P değerleri sunulmaktadır. İlk 91 gün boyunca, P değerleri genel olarak 0.05'ten büyüktür (en düşük: 0.113, en yüksek: 0.864). Bu durum, farklı barındırma sistemleri arasında canlı ağırlık artış profillerinde anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir. Bu sonuçlar, geç dönemde (133. günden itibaren) barındırma sistemlerinin tavukların canlı ağırlık artışı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. MANOVA (Çok Değişkenli Varyans Analizi), farklı barındırma sistemlerinin tavukların tüm dönemlerdeki (0-182 gün) canlı ağırlık değerleri üzerindeki genel etkisini değerlendirmek için kullanılmıştır. Wilks' Lambda değeri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir ($P < 0.05$). Farklı barındırma sistemleri genel anlamda tavukların canlı ağırlık profilleri üzerinde etkili bulunmuştur.

4.2.2. Büyüme Modellerinin Uyum İyiliği

Çalışmada yer alan dişi ve erkek Denizli tavuklarının büyüme örneklerinin farklı fonksiyonlarla analiz edilmesi sonucunda elde edilen uyum iyiliği kriterleri sırasıyla Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da sunulmuştur. Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da Janoschek, Levakovich, Richards, Gompertz, Logistic, Von Bertalanffy büyüme modellerinin parametreleri sırasıyla sunulmuş olup, aynı modellerin bükülme noktalarında elde edilen bükülme noktası yaşı (BNY) ve bükülme noktası ağırlığı (BNA) değerleri de yer

almaktadır. Uyum iyiliği kriterleri olarak da belirtme katsayısı (R^2), düzeltilmiş belirtme katsayısı (d. R^2), hata kareler ortalaması (HKO), Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) değerleri Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Dişi Denizli tavuklarının büyüme örneklerinin farklı fonksiyonlarla analiz edilmesi sonucunda elde edilen parametreler ve uyum iyiliği kriterleri

Parametreler ve Uyum İyiliği Kriterleri	Janoschek	Levakovich	Richards	Gompertz	Logistic	Von Bertalanffy
β_0	2155	2078	2205	2209	2047	2335
β_1	0.0005	883	1.01	3.41	12.89	0.75
β_2	1.68	6.08	0.02	0.021	0.035	0.016
β_3	79.46	0.18	58.60			
BNY	81.45	78.54	62.75	58.44	72.84	49.88
BNA	851.42	844.23	804.20	815.09	1023.70	691.85
R^2	0.9986	0.9985	0.9998	0.9999	0.9993	0.9997
d. R^2	0.9983	0.9982	0.9998	0.9998	0.9992	0.9997
HKO	350.4	356.7	346.30	332.20	1529.90	613.30
AIC	157.1	176.2	156.84	154.87	194.58	170.81
BIC	162.2	171.3	161.87	158.64	198.35	174.58

Çizelge 4.9. Erkek Denizli tavuklarının büyüme örneklerinin farklı fonksiyonlarla analiz edilmesi sonucunda elde edilen parametreler ve uyum iyiliği kriterleri

Parametreler ve Uyum İyiliği Kriterleri	Janoschek	Levakovich	Richards	Gompertz	Logistic	Von Bertalanffy
β_0	3126	3287	3258	3090	2814	3315
β_1	0.001	495	0.73	3.505	13.765	0.763
β_2	1.58	3.11	0.016	0.0196	0.0337	0.0149
β_3	79.46	0.18	57.64	-	-	-
BNY	69.75	71.46	68.76	63.99	77.81	55.55
BNA	1025.48	1014.23	1188.11	1140.30	1406.85	982.22
R^2	0.9988	0.9986	0.9998	0.9999	0.9993	0.9997
d. R^2	0.9985	0.9984	0.9998	0.9998	0.9992	0.9997
HKO	473.1	580.2	401.9	368.0	4858.6	409.0
AIC	165.0	170.3	160.7	156.2	224.6	160.3
BIC	170.0	175.3	165.7	159.9	228.4	164.0

Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da gösterilen uyum iyiliği kriterleri incelendiğinde belirtme katsayısı (R^2) ve düzeltilmiş belirtme katsayısı ($d. R^2$) bakımından en yüksek değerlerin Gompertz büyüme eğrisi modelinden elde edildiği görülmektedir. Benzer durum hata kareler ortalaması (HKO), Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve Schwarz Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) değerleri bakımından da geçerli olup, en düşük değerler hem dişi hem de erkek Denizli tavuklarının büyüme örnekleri için Gompertz büyüme eğrisi modeliyle elde edilmiştir. Bu nedenle konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen dişi ve erkek Denizli tavuklarının büyüme örnekleri Gompertz büyüme eğrisi modeli kullanılarak analiz edilmiştir.

4.2.3. Gompertz Büyüme Modeli

Konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarından elde edilen zamana bağlı canlı ağırlık değerleri kullanılarak Gompertz büyüme modeli ile gerçekleştirilen doğrusal olmayan regresyon analizi sonucunda elde edilen parametrelere ilişkin özet istatistikler sırasıyla Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10'da, dişi ve erkek Denizli tavuklarının büyüme analizleri de Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de sunulmuştur. Çizelge 4.8. Gompertz büyüme modeli kullanılarak konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen Denizli tavuklarının büyüme parametreleri ve ilgili istatistiksel değerlerini özetlemektedir. Gompertz modeli ile konvansiyonel derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarının asimptotik ağırlık parametresine ilişkin ortalama değer 2710.59 gramdır. Standart hata 18.98 olup güven aralıkları %5.0 seviyesinde 2671.41, %95.0 seviyesinde ise 2749.76 olarak hesaplanmıştır. β_1 (integrasyon katsayısı) parametresinin ortalama değeri 3.47, standart hatası 0.05 olarak verilmiştir. Güven aralıkları %5.0 ve %95.0 seviyelerinde sırasıyla 3.37 ve 3.57'dir. β_2 (büyüme hızı) için ortalama değeri 0.020, standart hatası oldukça küçüktür (yaklaşık 0.000). Güven aralıkları %5.0 ve %95.0 seviyelerinde 0.019 ve 0.020 olarak bulunmuştur. Gompertz modelinin bükülme noktasındaki tavukların yaşı 62.65 gün olarak bulunmuş, güven aralıkları %5.0 seviyesinde 63.16 ve %95.0 seviyesinde 62.13 olarak hesaplanmıştır. Yine modelin bükülme noktası ağırlık ortalaması 997.20 gramdır. Standart hata 6.98, güven aralıkları %5.0 seviyesinde 982.79 ve %95.0 seviyesinde 1011.61 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2710.59	18.98	2671.41	2749.76
β_1	3.47	0.05	3.37	3.57
β_2	0.020	0.000	0.019	0.020
BNY	62.65	0.00	63.16	62.13
BNA	997.20	6.98	982.79	1011.61

Çizelge 4.11. Zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2656.21	16.46	2622.24	2690.19
β_1	3.46	0.04	3.37	3.55
β_2	0.020	0.000	0.020	0.021
BNY	61.48	0.00	61.91	61.04
BNA	977.20	6.06	964.70	989.69

Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'dan da görüleceği üzere zenginleştirilmiş derin altlık ve konvansiyonel katlı kafeslerde yetiştirilen Denizli tavuklarının Gompertz modeli ile uygulanan büyüme analizlerinde kullanılan doğrusal olmayan regresyon yöntemi ile gerçekleştirilen büyüme analizleri sonucunda elde edilen güven aralıklarında hiçbir parametre için sıfır değeri yer almamıştır. Bu durum parametre tahminlerinin geçerli ve doğru tahminler olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.12. Katlı kafes sistemde yetiştirilen Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2572.46	16.03	2539.37	2605.56
β_1	3.47	0.05	3.37	3.57
β_2	0.021	0.000	0.020	0.021
BNY	60.07	0.00	60.47	59.66
BNA	946.38	5.90	934.21	958.56

Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de dişi ve erkek Denizli tavuklarının Gompertz modeli kullanılarak büyüme parametreleri ve ilgili istatistiksel değerlerini sunulmaktadır. Dişi tavukların ulaşabileceği maksimum ağırlık ortalama 2208.86 gramdır. Erkek tavukların ulaşabileceği maksimum ağırlık ortalama 3090.19 gramdır. Erkek tavukların asimptotik ağırlığı, dişi tavuklara kıyasla daha yüksektir. Erkek tavuklar (3090.19 g), dişi tavuklardan (2208.86 g) daha büyük maksimum ağırlığa ulaşır. Bükülme noktası ağırlığı bakımından erkekler (1136.85 g), dişilerden (812.62 g) daha ağırdır. Büyüme hızı (β_1) parametresi bakımından erkekler için saptanan değerler dişilerden biraz daha yüksek ($3.51 > 3.41$) bulunmuştur. İntegrasyon katsayısı (β_2) bakımından erkekler ve dişiler arasında küçük bir fark vardır ($0.020 \approx 0.021$). Bükülme noktası yaşı (BNY) erkekler için daha yüksektir ($63.86 > 58.32$). Bu veriler, erkek Denizli tavuklarının genel olarak daha hızlı büyüdüğünü ve daha büyük bir ağırlığa ulaştığını göstermektedir.

Çizelge 4.13. Dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2208.86	16.66	2174.48	2243.24
β_1	3.41	0.06	3.29	3.53
β_2	0.021	0.000	0.020	0.022
BNY	58.32	0.00	58.76	57.85
BNA	812.62	6.13	799.97	825.27

Çizelge 4.14. Erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	3090.19	28.88	3030.58	3149.80
β_1	3.51	0.06	3.37	3.64
β_2	0.020	0.000	0.019	0.020
BNY	63.86	0.00	64.57	63.14
BNA	1136.85	10.62	1114.92	1158.78

Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16, Çizelge 4.17 ve Çizelge 4.18'de sırasıyla konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının, konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının, zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının, zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının, katlı kafes sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının ve katlı kafes sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri yer almaktadır.

Çizelge 4.15. Konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2238.39	15.86	2205.65	2271.12
β_1	3.41	0.05	3.30	3.52
β_2	0.021	0.000	0.020	0.021
BNY	59.00	0.00	59.43	58.55
BNA	823.48	5.84	811.44	835.53

Çizelge 4.16. Konvansiyonel derin altlık sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	3193.16	36.38	3118.08	3268.24
β_1	3.51	0.07	3.36	3.66
β_2	0.019	0.000	0.018	0.020
BNY	65.58	0.00	66.51	64.65
BNA	1174.73	13.38	1147.11	1202.35

Çizelge 4.17. Zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2215.84	17.19	2180.37	2251.31
β_1	3.40	0.06	3.28	3.52
β_2	0.021	0.000	0.020	0.022
BNY	58.41	0.00	58.87	57.92
BNA	815.19	6.32	802.14	828.24

Çizelge 4.18. Zenginleştirilmiş derin altlık sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	3103.39	27.88	3045.85	3160.93
β_1	3.51	0.06	3.38	3.63
β_2	0.020	0.000	0.019	0.020
BNY	63.92	0.00	64.60	63.22
BNA	1141.71	10.26	1120.54	1162.88

Çizelge 4.19. Katlı kafes sistemde yetiştirilen dişi Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2173.35	20.57	2130.88	2215.81
β_1	3.43	0.08	3.27	3.59
β_2	0.021	0.000	0.020	0.022
BNY	57.57	0.00	58.08	57.01
BNA	799.55	7.57	783.93	815.18

Çizelge 4.20. Katlı kafes sistemde yetiştirilen erkek Denizli tavuklarının Gompertz model parametre tahminlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Ortalama	Standart Hata	Güven Aralığı	
			%5.0	%95.0
β_0	2977.75	25.24	2925.66	3029.85
β_1	3.50	0.06	3.37	3.62
β_2	0.020	0.000	0.019	0.021
BNY	62.11	0.00	62.71	61.50
BNA	1095.49	9.29	1076.32	1114.65

Bir organizmanın ergin dönemde ulaşabileceği en yüksek değeri ifade eden asimptotik ağırlık parametresi bakımından erkek tavuklar (2977.75 g), dişi tavuklardan (2173.35 g) daha yüksek asimptotik ağırlığa sahiptir. Ancak, katlı kafes sistemindeki değerler, konvansiyonel sistemdeki erkek ve dişi tavukların değerlerinden daha düşüktür. Bükülme noktası ağırlığı (BNA) bakımından erkek tavuklar (1095.49 g), dişi tavuklardan (799.55 g) daha ağırdır. İntegrasyon katsayısı parametresi bakımından (β_1) erkek tavukların büyüme hızı (3.50), dişi tavuklardan (3.43) daha yüksektir. Büyüme hızı parametresi bakımından (β_2) erkek ve dişi tavuklar için ortalamalar hemen hemen aynıdır ($0.020 \approx 0.021$). Bükülme noktası yaşı (BNY) bakımından erkek tavuklar (62.11) dişi tavuklara (57.57) göre daha yüksek ortalama değeri göstermektedir.

5. TARTIŞMA

5.1. Yaşama Gücü

Çalışmada 26 haftalık üretim döneminde kümülatif yaşama gücü bakımından konvasiyonel derin altlık, zenginleştirilmiş derin altlık ve konvasiyonel katlı kafes sistemleri arasında herhangi bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Söz konusu ortalamalar sırasıyla %92.86, %92.86 ve %93.06 olarak bulunmuştur. Bahsedilen yaşama gücü değerleri pek çok araştırmacının (Na-Lampang ve Craig, 1990; Anderson ve Adams, 1994; Rozenboim vd., 1999; Cao vd., 2012; Mendes vd., 2013; Gongruttananun, 2014; Olanrewaju vd., 2016) bildirişleriyle uyumludur.

5.2. Büyüme Özellikleri

Konvasiyonel derin altlık, zenginleştirilmiş derin altlık ve konvasiyonel katlı kafes sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının haftalık canlı ağırlık değerleri, büyüme fonksiyonlarının uyum iyiliği değerlendirmeleri ve büyüme eğrisi parametrelerine ilişkin bulgular ile literatür bildirişlerinin karşılaştırılması aşağıdaki alt başlıklarda sunulmuştur.

5.2.1. Canlı ağırlık

Farklı yetiştirme gruplarındaki Denizli civcivlerinin çıkış ağırlık ortalamaları bakımından istatistiksel farklılık gözlenmemiş olması denemenin esas unsurunu oluşturan civcivlerin gruplara şansa bağlı olarak dağıtıldığını göstermektedir.

Konvasiyonel derin altlık, zenginleştirilmiş derin altlık ve konvasiyonel katlı kafes sistemlerinde yetiştirilen kanatlıların konu alındığı bilimsel çalışmalar genel olarak yumurta verim döneminde gerçekleştirilmiş olup, söz konusu sistemlerin yumurta verimi, yumurta kalitesi, kırık-çatlak oranı, hayvan davranışı ve refahı gibi etkileri araştırılmıştır. Genel olarak piliç büyütme döneminde farklı yetiştirme sistemlerinin karşılaştırıldığı az sayıda çalışma bulunmaktadır. Anderson ve Adams (1994) bir günlük yaşta besiye alınan ticari yumurtacı genotipleri kafes ve zemin bölmelerinde (derin altlık) barındırmışlar ve büyüme özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar derin altlık sisteminde yetiştirilen piliçlerin 12, 16 ve 18 haftalık yaşlarda kafeste yetiştirilen piliçlerden önemli ölçüde daha fazla ağırlığa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde yerde yetiştirilen piliçlerin kafestekilere göre daha fazla yem tükettiği fakat ölüm oranı, iskelet gelişimi ve kemik dayanıklılığı gibi özelliklerin yetiştirme sisteminden etkilenmediği bildirilmiştir. Anderson ve Adams (1994) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonuçlarıyla bu çalışmanın sonuçları uyumlu bulunmuş olup, derin altlık sistemlerinde yetiştirilen Denizli tavuklarının canlı ağırlık ortalamaları, konvasiyonel kafeste yetiştirilenlerin ortalamasından daha yüksek bulunmuştur. Günümüzde yaygın olarak kafes sistemlerini kullanan yumurtacı tavuk endüstrisi, özellikle erken bir aşamada uygun çiftlik zenginleştirmelerinin sağlanmasını teşvik etmelidir. Altlık, kum, yonca balyaları, civciv törpüleri, gagalama taşları, gagalama ipleri, tüneler, eğimler, yükseltilmiş platformlar, folluklar ve açık hava erişimi gibi çevresel zenginleştirmeler, tüy ve deri hasarını ve ayrıca karın yağ içeriğini azaltmaktadır. Ek olarak bu tip uygulamalar, beyin ve kas-iskelet sistemlerinin

gelişimini teşvik eder ve tavuklara sürekli olarak yem, toz banyosu ve serbest hareket özgürlüğü sağlayarak ömür boyu fayda sağlayan biyolojik işlevler, üretkenlik ve ürün kalitesini iyileştirir.

Çalışmada canlı ağırlık değerleri için yapılan paralellik testi sonuçlarına göre cinsiyet gruplarının profilleri paralel bulunmamış olup, cinsiyetin etkisinin canlı ağırlık profilleri üzerinde aynı etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Çalışmada beklendiği gibi, her üç yetiştirme sisteminde de Denizli horozları dişilerden daha ağır (ortalama %5.7) bulunmuştur ($P<0.05$). En ağır erkekler konvansiyonel derin altlık sisteminde yetiştirilenlerdir ve ağırlığı ile verimi ise cinsiyetler arasında farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Ayrıca, erkeklerde haftalık ağırlık artışı önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Benzer bir eğilim van der Sluis (2017) tarafından organik yemle beslenen ISA etlik piliçlerde ve Tumová vd. (2010) tarafından Ross, JA ve Dual piliçlerde gözlemlenmiştir. Geleneksel yetiştirme sistemlerinde (entansif ve yarı entansif), piliçlerin cinsiyeti, Cygan-Szczegieliak vd. (2005) tarafından yapılan çalışmalarda doğrulandığı gibi, büyüme performansını belirleyen bir faktördür. Üstelik bu durumda, erkekler istatistiksel olarak önemli ölçüde daha yüksek son canlı vücut ağırlığı (son CA), karkas ve pektoral kas ağırlığı ile karakterize edilmiştir (Tumová vd. 2010). Maiorano vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ayrıca 42 günlük yaşta kesilen erkek Ross tavuklarında son canlı ağırlığı, karkas ağırlığı, karkas verimi ve pektoral kas ağırlığının önemli ölçüde daha yüksek değerler aldığı bildirilmiştir. Serbest dolaşım sisteminde barındırılan Milanino tavuklarında vücut ağırlığına göre açık bir cinsiyet dimorfizmi de kaydedilmiştir. Cinsiyetler arasındaki karkas boyutundaki doğal farklılıklar, tavuklarda kesim performansının diğer özelliklerini de doğrudan etkilemiştir.

5.2.2. Büyüme Modellerinin Uyum İyiliği

Hem erkek hem de dişi Denizli tavuklarının büyüme örneklerinin farklı fonksiyonlarla analiz edilmesi sonucunda elde edilen uyum iyiliği kriterlerinden R^2 ve düzeltilmiş R^2 değerleri, altı modelin de piliçlerde büyümeyi iyi açıkladığını göstermektedir. Bu değerlerin piliçler için yapılan benzer çalışmalarla uyumlu olduğu bulunmuştur (Aggrey 2002; Gous vd. 1999; Norris vd. 2007). Belirleme katsayıları genel olarak modelin veriyi ne ölçüde açıkladığını ifade ettiğinden dolayı bağımlı değişkeni tek olan modellerde oldukça yüksek çıkabilmektedir. Mevcut çalışmada olduğu gibi, diğer yazarlar farklı türlerdeki hayvanların büyüme veya üretim eğrilerini tanımlamak için kullanılan farklı modeller için benzer belirleme katsayısı değerleri bildirmişlerdir (Sarmiento vd., 2006; Mohammed, 2015; Adenaike vd., 2017; Kuhl ve France, 2019). Büyüme eğrisi gibi sadece zamana bağlı tek değişken kullanılan çalışmalarda belirtme katsayılarının bire yakın olması beklenen bir durumdur. Birçok araştırmacı bu durumda diğer uyum iyiliği kriterlerine göre değerlendirme yapılmasıyla daha doğru sonuçlar elde edileceğini bildirmişlerdir (Sarmiento vd., 2006; Adenaike vd., 2017; Machado vd., 2023).

Hata kareler ortalaması değerlerine göre dişi ve erkek Denizli tavuklarında en düşük değerler (sırasıyla 332.20 ve 132.2) Gompertz modeli tarafından sağlanmıştır. Dişi ve erkek Denizli tavuklarının doğrusal olmayan regresyon modelleriyle analizi sonucunda Gompertz modelinden sonra en düşük hata kareler ortalaması değerleri (sırasıyla 346.3 ve 246.2) Richards modelinde saptanmış olup, benzer durum belirtme

katsayıları için de geçerli bulunmuştur. Machado vd. (2023) tarafından iki farklı yetiştirme sisteminde (kapalı ve yarı kapalı) barındırılan Brezilya Creole ırkı tavukların 6 aylık büyüme örnekleri 10 doğrusal olmayan regresyon modeli kullanarak incelenmiştir. Modellerin uyum iyiliği kriterleri olarak hata kareler ortalamaları, belirleme katsayıları gibi kriterler kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre invers polinom modeli hariç, diğer tüm modellerin belirleme katsayısı değerleri bu çalışmada olduğu gibi bire yakın bulunmuştur. Bu nedenle, en iyi modeller en düşük hata kareler ortalaması değerlerine göre seçilmiş ve Richards modeli ilk sırada yer almıştır.

Galeano-Vasco vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ticari yumurta tavuklarında büyüme örneklerinin doğrusal olmayan regresyon yöntemi ile değerlendirilmesi için Von Bertalanffy, Richards, Gompertz, Brody ve Logistics doğrusal olmayan büyüme modelleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada yüz adet Lohmann LSL yumurtacı hibritin yumurtadan çıktıktan sonraki yirminci günden 553 günlük yaşa kadar haftalık olarak tartım verileri kullanılmıştır. Modellerin uyum iyiliği Akaike ve Bayes bilgi kriterleri değerleri ile belirlenmiştir. AIC ve BIC değerlerine göre, kuşların büyüme eğrisini modellemek için en iyi uyum Gompertz, ardından Richards ve en son da Von Bertalanffy modelleri ile elde edilmiştir. Benzer durum bu çalışmada da saptanmış olup hem dişi hem de erkek Denizli tavuklarında en düşük AIC ve BIC değerleri Gompertz modelinde saptanmıştır. Farklı araştırmacılar tarafından da Gompertz ve Lojistik gibi başka modeller de sıklıkla farklı yetiştirme sistemlerinde barındırılan tavukların büyümesini en uyumlu şekilde tanımlayabildiği bildirilmiştir (Eleroğlu vd., 2014; Mohammed, 2015; Morais vd., 2015; Veloso vd., 2015). Bu nedenle, Denizli tavuk ırkı için herhangi bir rapor bulunmadığından büyüme eğrisine en iyi uyumu sağlayan modelin Gompertz olduğu belirlenmiştir.

5.2.3. Büyüme Eğrisi

Çalışmada her üç yetiştirme tipinde barındırılan Denizli tavukları için tahmin edilen Gompertz modeli β_0 (asimptotik ağırlık) parametreleri en yakın uyum iyiliği değerleri gösteren Richards modeli ile benzer değerlere sahiptir. Narinç vd. (2010c) tarafından hızlı ve yavaş gelişen etlik piliçlerin büyüme örneklerinin modellendiği bir çalışmada Gompertz modelinin olgun ağırlık parametresi için dişilerde 3657 g erkeklerde 4362 g değerleri tahmin edilmiş olup, Santos vd. (2005) ve Dourado vd. (2009) tarafından alternatif sistemlerde yetiştirilen yavaş büyüyen etlik piliçler için Gompertz modeli ile tahmin edilen olgun ağırlık parametresi değerleri de benzer bulunmuştur. Bu durum hayvanın genotipinin büyüme eğrisi parametreleri üzerinde oldukça fazla etkisi olduğunu göstermektedir. Gompertz modelinin β_0 parametrelerini hızlı gelişen genotiplerde tahmin eden Gous vd. (1999) ve Knizetova vd. (1995) bu çalışmadaki değerlerden daha yüksek tahmin değerlerine ulaşmışlardır. Söz konusu çalışmalarda, erkek piliçler için belirlenen olgun ağırlık parametresi değerlerinin dişilere kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuş olup, bu durum araştırma sonuçlarımıza benzerdir. Bu çalışmada Denizli tavukları için belirlenen Gompertz modelinin β_0 parametre değerleri bazı saf hatlar veya yerel genotipler kullanılarak yapılan çalışmaların raporlarıyla uyumlu bulunmuştur (Aggrey 2002; Ahmadi ve Golian 2008; Ali ve Brenoe 2002; Norris vd. 2007). Bunun yanında Galeano-Vasco vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada Lohmann ticari genotipinin 553 günlük canlı ağırlık ortalaması 1689 g bulunurken, Gompertz, Richards ve Von Bertalanffy modellerinin asimptotik ağırlık parametre tahminlerinin sırasıyla 1660.46g 1678.28 g ve

1483.59 g olarak bulunması oldukça dikkat çekicidir. Brody (1945) asimptotik veya olgun ağırlığın, olgun ağırlığa ulaşma hızının ve bir hayvanın eğrinin dönüm noktasına ulaştığı standart yaşın, genetikçiler tarafından manipüle edilebilecek nicelikler olduğunu öne sürmüştür. Barbato (1991) tarafından belirtildiği gibi, büyüme olgusu canlı organizmada genetik ve çevresel koşulların kontrolü altındadır. Farklı genotipteki piliçlerin büyüme dinamiklerini karşılaştırmak amacıyla Židov (1991), büyüme eğrisine dayanarak, ortalama vücut kütlelerinde gerçekleşen farklılıkların piliçlerin farklı kökenlerinden kaynaklandığı ve tüm haftalık ölçümlerde istatistiksel olarak oldukça önemli olduğu sonucuna varmıştır.

Konvansiyonel derin altlık sistem, zenginleştirilmiş derin altlık sistem ve konvansiyonel katlı kafes sisteminde barındırılan Denizli tavukları için Gompertz modeli ile gerçekleştirilen analizler sonucunda her yetiştirme sistemi için β_2 (anlık büyüme hızı) değer aralığı (0.019-0.021), N'Dri vd. (2006), Narinc vd. (2010), Santos vd. (2005) ve Dourado vd. (2009) tarafından aynı modelde belirlenen yavaş büyüyen piliçler için tahmin edilen değerlerden (0.028 – 0.045) daha düşük bulunmuştur. Benzer şekilde pek çok araştırmada alternatif yetiştirme sistemlerinde yetiştirilen yavaş büyüyen etlik piliçler veya geleneksel olarak yetiştirilen hızlı büyüyen genotipler kullanılarak yapılan bazı çalışmaların bulgularından daha düşüktür (Yakupoglu ve Atil, 2001; Topal ve Bölükbaşı, 2008; Marcato vd., 2008). Bunun yanında yerli genotipler ile gerçekleştirilen pek çok çalışmada Gompertz modeli ile elde edilen anlık büyüme hızı parametre değerleri bu çalışmada saptanan değerler ile uyumlu bulunmuştur (Aggrey 2002; Ahmadi ve Golian 2008; Ali ve Brenoe 2002; Norris vd. 2007).

Çeşitli serbest gezen tavuk ırklarının büyüme eğrisi üzerine yapılan çalışmalarda (Veloso vd., 2015; Morais vd., 2015), Richards büyüme eğrisi modelinin hayvanların büyümesini tanımlamak için uygun olmadığı, çünkü modelin bükülme noktası esnekliğinden dolayı uyum iyiliği kriterleri bakımından olumsuz sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir. Richards modeli, eğrinin şeklini sağlayan bükülme noktasıyla uyum olasılığı nedeniyle mükemmel özelliklere sahiptir; ancak, bu modelin yüksek derecede parametrelendirilmiş olması dezavantajına sahiptir ve bu da yakınsamasını engelleyebilir (Mohammed, 2015). Bununla birlikte, Richards büyüme modeli daha esnektir ve yakınsamaya ulaştığında, sabit dönüm noktalarına sahip Von Bertalanffy, Brody, Lojistik ve Gompertz gibi modellere kıyasla daha iyi uyum yeteneğine sahip olması beklenmektedir (Kaplan ve Gürcan, 2018). Bu durum muhtemelen Richards büyüme eğrisi modelinin bu çalışmada Denizli tavuklarının büyüme verilerine en iyi uyan modellerden biri olmasının nedenidir. Bunun yanında ıslah çalışmaları açısından da bükülme noktası sabit olan modellerin ilgili parametre için tahmin edilen genetik varyasyonunun ergin ağırlık parametresi ile aynı değere sahip olması bir dezavantajdır. Oysa Richards büyüme eğrisi modelinde bükülme noktası koordinatları için tahmin edilen genetik varyasyon diğer parametreler için saptanan tahmin değerlerinden mutlak farklılık göstermektedir.

Bu çalışmada Gompertz büyüme eğrisi modeliyle dişi ve erkek Denizli tavukları için saptanan bükülme noktası yaşı (sırasıyla 58.44 ve 63.99 gün) değerleri çeşitli çalışmalarda alternatif sistemlerde yetiştirilen hızlı gelişen genotipler için saptanan değerlerden (37.84-41.66 gün) yüksek bulunmuştur (Santos vd., 2005; Dourado vd., 2009; Narinc vd., 2010). Bazı çalışmalarda Gompertz modeli kullanılarak yavaş büyüyen etlik piliçler için bükülme noktası yaşı değerlerinin aralığı 44.00 ve 49.62 gün

olarak tahmin edilmiş (Goliomytis vd., 2003; Santos vd., 2005; N'Dri vd., 2006; Dourado vd., 2009) ve konvansiyonel olarak yetiştirilen hızlı büyüyen etlik piliçlerde ise 32.07 ile 40.46 gün yaş arasında belirlenmiştir (Yakupoglu ve Atil, 2001; Marcato vd., 2008). Anlaşılacağı üzere bükülme noktası yaşı üzerinde genotip ve çevre etkisi mevcuttur. Hızlı gelişen genotipler konvansiyonel sistemde yetiştirildiklerinde bükülme noktası erken yaşlara çekilmekte, saf ırk ya da yavaş gelişen genotipler alternatif sistemlerde yetiştirildiğinde ise eğrinin bükülme noktası yaşı artmaktadır. Knizetova vd. (1985), bükülme noktası yaşlarının sırasıyla Beyaz Cornish, Beyaz Leghorn ve New Hampshire horozları için 63.7, 79.8 ve 81.5 günlük yaşta olduğunu tahmin etmişlerdir. Erkek Denizli tavukları, her model ve yetiştirme sistemi içerisinde bükülme noktası ağırlığı açısından dişilerden daha yüksek değerler göstermiştir ve bu durum benzer çalışmalarda sonuçlarla uyumlu bulunmuştur (Santos vd., 2005; Dourado vd., 2009; Narinc vd., 2010).



6. SONUÇLAR

Konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarının büyüme performanslarının karşılaştırıldığı bu çalışmada her iki derin altlık sisteminde yetiştirilen piliçlerin katlı kafeste yetiştirilenlere göre daha yüksek canlı ağırlıklara sahip olduğu belirlenmiştir. Son dönemde gündemde olan iki yönlü üretim için düşünüldüğünde sadece erkek piliçlerin büyütme dönemini derin altlık sistemlerinde geçirmesinin besi performansı açısından daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Bunun yanında tüm yetiştirme tiplerinde erkek bireylerin dişilerden daha yüksek ağırlığa sahip olması bu tezi kuvvetlendirmektedir ve hem fizyolojik gereksinimlerin farklı olması hem de piliç büyütme döneminde uygulanan bazı çevresel koşulların (günlük kısıtlı aydınlık süre, rasyon enerji/protein içeriği vb.) özellikle erkek bireylerin besi performansı üzerinde kısıtlayıcı etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. İlerleyen çalışmalarda Denizli tavuklarının iki yönlü üretim için ıslah edilmesine yönelik gerçekleştirilecek çalışmalarda dişi ve erkek piliçlerin farklı yetiştirme sistemlerinde barındırılmasının daha yararlı olacağı söylenebilir.

Konvansiyonel kafeste, konvansiyonel derin altlık sisteminde ve zenginleştirilmiş derin altlık sisteminde yetiştirilen Denizli tavuklarının büyüme performanslarının karşılaştırıldığı bu çalışmada büyüme eğrisi analizleri sonucunda uyum iyiliği kriterleri bakımından en uyumlu modelin üç parametrelili ve sabit bükülme noktasına sahip Gompertz modeli olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu modelin sabit bükülme noktası bulunduğundan dolayı ıslah çalışmalarında genetik varyasyon üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğinden dolayı, bükülme noktası bakımından esnek olan ve uyum iyiliği kriterleri bakımından da Gompertz modelinden sonra en iyi sonuçların elde edildiği Richards modelinin de kullanılabileceğini söylemek mümkündür.

7. KAYNAKLAR

- Adenaike, A. S., Akpan, U., Udoh, J. E., Wheto, M., Durosaro, S. O., Sanda, A. J. and Ikeobi, C. O. N. 2017. Comparative Evaluation of Growth Functions in Three Broiler Strains of Nigerian Chickens. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 404: 45-65.
- Aggrey, S. E. 2002. Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry Science*, 81: 1782–1788
- 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.
- Ahmadi, H. and Mottaghitalab, M. 2007. Hyperbolic models as a new powerful tool to describe broiler growth kinetics. *Poultry Science*, 86(11): 2461-2465.
- Akbaş, Y. and Oğuz I. 1998. Growth Curve Parameters of Line of Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*), Unselected and Selected for Four-week Body Weight. *Archiv für Geflügelkunde*, 62: 104–109.
- Akbaş, Y. and Yaylak E. 2000. Heritability Estimates of Growth Curve Parameters and Genetic Correlations Between The Growth Curve Parameters and Weights at Different Age of Japanese Quail. *Archiv für Geflügelkunde*, 64 (4): 141-146.
- Akbaş, Y., Takma Ç. and Yaylak E. 2004. Genetic Parameters for Quail Body Weights Using a Random Regression Model. *South African Journal of Animal Science*, 34: 104-109.
- Aksoy, B. 2001. Denizli tavuğunun çeşitli özellikleri üzerinde araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Ali, K. O. and Brenøe, U. T. 2001. Comparing Genotypes of Different Body Sizes for Growth-related Traits in Chickens. II. Feed Consumption Performance under Choice Feeding Using Commercial Starter Ration and Whole-grain Wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, 514: 246-252.
- Alkan, S., Mendes, M., Karabag, K. and Balcioglu, M. S. 2009. Effect of short-term divergent selection for 5-week body weight on growth characteristics of Japanese quail. *Arch. Geflügelk*, 73: 124-131.
- Alkan, S., Nariç, D., Karşlı, T., Karabag, K. and Balcioglu, M. S. 2012. Effects of thermal manipulations during early and late embryogenesis on growth characteristics in Japanese quails *Coturnix cot. japonica*. *European Poultry Science*, 763: 184-190.

- Atasoy, F., Gürcan, İ. S. 2000. Bir Denizli tavuğu sürüsünde canlı ağırlık ve yumurta ağırlığı özellikleri. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 47: 265-269.
- Balcioğlu, M. S., Kizilkaya, K., Karabağ, K., Alkan, S., Yolcu, H. İ. and Şahin, E. 2009. Comparison of growth characteristics of chukar partridges *Alectoris chukar* raised in captivity. *Journal of Applied Animal Research*, 351: 21-24.
- Barbato, G. F. 1991. Genetic architecture of growth curve parameters in chickens. *Theoretical and Applied Genetics*, 83: 24-32.
- 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.
- Benoff, F. H. and Siegel, P. B. 1976. Genetic analysis of tonic immobility in young Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Animal Learning & Behavior*, 4 (2): 160-162.
- Brody, S. 1945. Bioenergetics and growth. *The Journal of Physical Chemistry*, 502: 168-169.
- Deep, A., Schwan-Lardner, K., Crowe, T. G., Fancher, B. I. and Classen, H. L. 2010. Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. *Poultry Science*, 89 (11): 2326-2333.
- Dereli Fidan, E. 2010. Denizli tavuklarında yetiştirme parametreleri, parametreler arası fenotipik korelasyonlar ile kafes pozisyonu ve yoğunluğunun yumurtlama döneminde stres algılama ve performansa etkisi, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Veteriner Hekimliği, Zootekni Anabilim Dalı.
- Devendra, C. 2012. Climate change threats and effects: challenges for agriculture and food security. Kuala Lumpur: Academy of Sciences Malaysia, ASM Series on Climate Change, 66p.
- El-Deen M.B., Nour A.A., El-Tahawy W.S., Fouad H.A. 2016. Selection for Weight of Early Eggs in Japanese Quail: Correlated Response and Heritability. *Asian Journal of Poultry Science*. 10 (2): 64-71.
- Eleroğlu, H., Yıldırım, A., Şekeroğlu, A., Çoksöyler, F. N. and Duman, M. 2014. Comparison of growth curves by growth models in slow-growing chicken genotypes raised the organic system. *International Journal of Agriculture and Biology*, 163: 529-535.
- Ersoy, I. E., Mendeş, M. E. H. M. E. T. and Aktan, S. 2006. Growth curve establishment for American Bronze turkeys. *Archives Animal Breeding*, 493: 293-299.

- Eyduran, E., Kucuk, M., Karakus, K. 2008. New approaches to the determination of the best nonlinear function describing growth at early phases of K1vircik and Morkaraman breeds. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7: 799-804.
- FAO (2017) FAOSTAT. Retrieved from <http://faostat.fao.org/default.aspx>
- Fernandes, A. M. 2021. Efeitos da iluminaç3o monocromática nos parâmetros comportamentais, sanguíneos e de produç3o de ovos de galinha poedeiras. MSc Thesis, Estadual Paulista University, 42 p.
- Fernandes, Q. C., Karthiayini, K., Ramnath, V., Kumar, R. and Radhika, G. 2018.
- Firat, M. Z., Karaman, E., Bařar, 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 and hematological indices of broilers. *Journal of World's Poultry Research*, 4 (2): 52-55.
- Fitzhugh, H. A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *Journal of Animal Science*, 424: 1036-1051.
- Freeman G. 1976. The Effects of Altering The Position of Cleavage Planes on The Process of Localization of Developmental Potential in Ctenophores. *Developmental Biology*, 51(2), 332-337
- Galeano-Vasco, L. F., Cer3n-Muñoz, M. F. and Narv3ez-Solarte, W. 2014. Ability of non-linear mixed models to predict growth in laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 4311: 573-578.
- Goliomytis, M., Panopoulou, E. and Rogdakis, E. 2003. Growth curves for body weight and major component parts, feed consumption and mortality of male broiler chickens raised to maturity. *Poultry science*, 827: 1061-1068.
- Grossman, M. and Bohren, B. B. 1982. Comparison of proposed growth curve functions in chickens. *Growth*, 431: 19-35.
- Gürcan E.K., and Çobanođlu Ö. 2012. Japon Bildircinlerinde (*Coturnix coturnix japonica*) Çıkım Ağırlığı ve Boyu ile Canlı Ağırlık Performansı Arasındaki İlişkiler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(2), 85–90.
- Kaplan S. ve 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.
- Kaplan, G. 2004. Bir Denizli tavuk sürüsünde telek çıkarma özellikleri ile ilgili bir araştırma, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Kaplan, G., Aksoy, F. T. 2009. Denizli ırkı bir tavuk sürüsünde telek rengi özellikleri ve canlı ağırlığın incelenmesi, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 56: 297-303.
- Kaplan, S. and Gürçan, E. K. 2018. Comparison of growth curves using non-linear regression function in Japanese quail. *Journal of Applied Animal Research*, 46 (1):112-117.
- Karabağ, K., Alkan S., and Karsli T. 2018. Genetic Changes in Growth Curve Parameters İn Japanese Quail Lines Divergently Selected For Body Weight, *European Poultry Science*, 81, 1612-9199.
- 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: 839-846.
- Karami K., Zerehdaran S., Tahmoorespur M., Barzanooni B., Lotfi E. 2017. Genetic Evaluation of Weekly Body Weight in Japanese Quail Using Random Regression Models. *British Poultry Science*. 58(1):13-18.
- Kızılkaya, K., M. S. Balcıoğlu, H. I. Yolcu, K. Karabağ and I. H. Yolcu (2006). Growth curve analysis using nonlinear mixed model in divergently selected Japanese quails. *European Poultry Science*, 70 (4): 181-186.
- Knitezova, H., Hyanek, J., Knize, B., Roubıcek, J. 1991. Analysis of growth curves in fowl. I. Chickens, *British Poultry Science*, 32: 1027-1038.
- Knizetova, H., Hyanek, J. and Veselsky, A. 1994. Analysis of growth curves of fowl. III. Geese. *British Poultry Science*, 353: 335-344.
- Knížetová, H., Hyánek, J., Hyankova, L. and Bělíček, P. 1995. Comparative study of growth curves in poultry. *Genetics Selection Evolution*, 274: 365-375.
- Knížetova, H., Hyanek, J., Knize, B. and Prochazkova, H. 1991. Analysis of growth curves of fowl. II. Ducks. *British Poultry Science*, 325: 1039-1053.
- Knížetová, H., Hyanek, J., Knize, B. and Roubıček, J. 1991. Analysis of growth curves of fowl. I. Chickens. *British Poultry Science*, 325: 1027-1038.
- Koops, W. J. 1986. Multiphasic analysis of growth. Wageningen University and Research.
- Kuhi, H. D., Porter, T., López, S., Kebreab, E., Strathe, A. B., Dumas, A. and France, J. 2010. A review of mathematical functions for the analysis of growth in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 662: 227-240.
- Lilburn, M. S. 1994. Skeletal growth of commercial poultry species. *Poultry science*, 736: 897-903.

- Lilburn, M. S., Ngiam-Rilling, K. and Myers-Miller, D. J. 1989. Growth and Development of Broiler Breeders.: 2. Independent Effects of Dietary Formulation Versus Body Weight on Skeletal and Muscle Growth1. *Poultry Science*, 689: 1274-1281.
- Macleod, M. G. 2000. Modelling the utilization of dietary energy and amino acids by poultry, Feeding systems and feed evaluation models. Editor: Theodorou, M. K., France, J. Wallingford: CABI Publishing.
- Marcato, S. M., Sakomura, N. K., Munari, D. P., Fernandes, J. B. K., Kawauchi, I. M. and Bonato, M. A. 2008. Growth and body nutrient deposition of two broiler commercial genetic lines. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 10: 117-123.
- Marks, H. L. 1978. Growth curve changes associated with long-term selection for body weight in Japanese quail. *Growth*, 422: 129-140.
- Maruyama, K., Vinyard, B., Akbar, M. K., Shafer, D. J. and Turk, C. M. 2001. Growth curve analyses in selected duck lines. *British Poultry Science*, 425: 574-582.
- Mendes, A. S., Paixão, S. J., Restelatto, R., Morello, G. M., de Moura, D. J. and Possenti, J. C. 2013. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. *Journal of Applied Poultry Research*, 22 (1): 62-70.
- Mendes, M., Dincer, E. C. M. E. L. and Arslan, E. 2007. Profile analysis and growth curve for body mass index of broiler chickens reared under different feed restrictions in early age. *Archives Animal Breeding*, 504: 403-411.
- Mignon-Grasteau, S., Piles, M., Varona, L., De Rochambeau, H., Poivey, J. P., Blasco, A. and Beaumont, C. 2000. Genetic analysis of growth curve parameters for male and female chickens resulting from selection on shape of growth curve. *Journal of Animal Science*, 7810: 2515-2524.
- Minvielle, F., Kayang, B. B., Inoue-Murayama, M., Miwa, M., Vignal, A., Gourichon, D. and Ito, S. I. 2005. Microsatellite mapping of QTL affecting growth, feed consumption, egg production, tonic immobility and body temperature of Japanese quail. *BMC Genomics*, 6 (1): 1-9.
- Morais, J., Ferreira, P. B., Jacome, I. M. T. D., Mello, R., Breda, F. C. and Rorato, P. R. N. 2015. Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. *Ciência Rural*, 4510: 1872-1878.
- Nariç, D. 2021. Hayvansal proteinin önemli bir kaynağı: Etlik piliç. *Tarımın Sesi*, 10: 38-45.
- Nariç, D. and Genç, B. A. 2021. Genetic parameter estimates of fear, growth, and carcass characteristics in Japanese quail. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 45 (2): 272-280.

- Narınç, D., Aksoy, T. and Karaman, E. 2010b. Genetic parameters of growth curve parameters and weekly body weights in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (3): 501-507.
- Narınç, D., Aksoy, T., Karaman, E., Fırat, M. Z. 2014. Genetic parameter estimates of growth curve and reproduction traits in Japanese quail. *Poultry Science*, 93: 24-30.
- Narınç, D., Karaman, E., Fırat, M. Z. and Aksoy, T. 2010a. Comparison of non-linear growth models to describe the growth in Japanese quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (14): 1961-1966.
- Narınç, D., Karaman, E., Fırat, M. Z., Aksoy, T. 2010. Comparison of Non-linear Growth Models to Describe the Growth in Japanese Quail. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9: 1961-1966.
- Narınç, D., Narınç, N. Ö. and Aygün, A. 2017. Growth curve analyses in poultry science. *World's Poultry Science Journal*, 73 (2): 395-408.
- Narınç, D., Narınç, N. Ö. and Aygün, A. 2017. Growth curve analyses in poultry science. *World's Poultry Science Journal*, 73(2): 395-408.
- Narushin, V. G., Takma, C. 2003. Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens. *Biosystems Engineering*, 84: 343-348.
- Neme, R., Sakomura, N. K., Fukayama, E. H., Freitas, E. R., Fialho, F. B., Resende, K. T., Fernandez, J. B. K. 2006. Growth curves and deposition of body components in pullets of different strains, *Revista Brasileira Zootecnia*, 35: 1091-1100.
- Norris, D., Ngambi, J. W., Benyi, K., Makgahlele, M. L., Shimelis, H. A. and Nesamvuni, E. A. 2007. Analysis of growth curves of indigenous male Venda and Naked Neck chickens. *South African Journal of Animal Science*, 37(1): 21-26.
- Ohaegbulem, E. U., Nwobi, F. N. 2009. Poultry feed brands selection using profile analysis. *Journal of Applied Sciences* 9, 1368-1372.
- Pis, T. 2012. Growth and development of chicks of two species of partridge: the grey partridge *Perdix perdix* and the chukar *Alectoris chukar*. *British Poultry Science*, 53(1): 141-144.
- Porter, T., Kebreab, E., Kuhl, H. D., López, S., Strathe, A. B. and France, J. 2010. Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in turkey hens. *Poultry Science*, 89(2): 371-378.
- Pruitt, K. M., DeMuth, R. E. and Turner Jr, M. E. 1979. Practical application of generic growth theory and the significance of the growth curve parameters. *Growth*, 43(1): 19-35.

- 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.
- Ramos, R. A., Ranieri, R. and Lammes, J. W. 2013. Mapping inclusive growth.
- Ricklefs, R. E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology*, 486: 978-983.
- Ricklefs, R. E. 1983 Avian postnatal development. Avian Biology eds D.S. Farner, J.R. King & K.C. Parkes, pp. 1–82. Academic Press, New York.
- Rizzi, C., Contiero, B. and Cassandro, M. 2013. Growth patterns of Italian local chicken populations. *Poultry Science*, 928: 2226-2235.
- Robertson, T. B. 1923. The chemical basis of growth and senescence. JB Lippincott Company.
- Roush, W. B. and Branton, S. L. 2005. A comparison of fitting growth models with a genetic algorithm and nonlinear regression. *Poultry Science*, 843: 494-502.
- Roush, W. B., Dozier, W. A. and Branton, S. L. 2006. Comparison of Gompertz and neural network models of broiler growth. *Poultry Science*, 854: 794-797.
- Sakomura, N. K., Gous, R. M., Marcato, S. M. and Fernandes, J. B. K. 2011. A description of the growth of the major body components of 2 broiler chicken strains. *Poultry Science*, 9012: 2888-2896.
- Sakomura, N. K., Longo, F., Rondon, E. O., Rabello, C. B. V., Ferraudo, A. S. 2005. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poultry Science*, 84: 1363-1369.
- Sarmiento, J. L. R., Regazzi, A. J., Sousa, W. H. D., Torres, R. D. A., Breda, F. C. and Menezes, G. R. D. O. 2006. Analysis of the growth curve of Santa Ines sheep. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35: 435-442.
- SAS. 2003. SAS user's guide. Statistics SAS Institute, Inc., Cary, N.C.
- Scheuermann, G. N., Bilgili, S. F., Hess, J. B. and Mulvaney, D. R. 2003. Breast muscle development in commercial broiler chickens. *Poultry Science*, 8210: 1648-1658.
- Sezer, M. and Tarhan, S. 2005. Model parameters of growth curves of three meat-type lines of Japanese quail. *Czech Journal of Animal Science*, 501: 22-30.
- Srivastava, M. S. 1987. Profile analysis of several groups. *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 16: 909-926.
- Şengül, T. and Kiraz, S. 2005. Non-linear models for growth curves in large white turkeys. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 292: 331-337.

- Şentürk, Y. E. 2022. The effect of cage direction (wall side–inner side), cage tier and laying age on egg quality characteristic of layer hybrids in enriched cages. MSc, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, 84p.
- Thornley, J. H. M. and France, J. 2007. Growth functions. *Mathematical Models In Agriculture: Quantitative Methods For The Plant, Animal and Ecological Sciences*, 55: 136-171.
- Tompić, T., Dobša, J., Legen, S., Tompić, N. and Medić, H. 2011. Modeling the growth pattern of in-season and off-season Ross 308 broiler breeder flocks. *Poultry Science*, 9012: 2879-2887.
- Tůmová, E. and Teimouri, A. J. S. A. B. 2010. Fat deposition in the broiler chicken: a review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 412: 121-128.
- Tzeng, R. Y., Becker, W. A. 1981. Growth patterns of body and abdominal fat weight in male broiler chickens. *Poultry Science*, 60, 1101-1106.
- Veloso, R. C., Pires, A. V., Torres Filho, R. A., Drumond, E. C. S., Costa, L. S., Amaral, J. M. and Pereira, I. G. 2015. Growth of genotypes of an alternative strain of broiler chickens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67: 1361-1371.
- Vitezica, Z. G., Marie-Etancelin, C., Bernadet, M. D., Fernandez, X. and Robert-Granié, C. 2010. Comparison of nonlinear and spline regression models for describing mule duck growth curves. *Poultry Science*, 898: 1778-1784.
- Zeger, S. L. and Harlow, S. D. 1987. Mathematical models from laws of growth to tools for biologic analysis: fifty years of Growth. *Growth*, 511: 1-21.
- Zuidhof, M. J. 2005. Mathematical characterization of broiler carcass yield dynamics. *Poultry science*, 847: 1108-1122.
- Zwitering, M. H., Jongenburger, I., Rombouts, F. M. and Van't, R. K. 1990. Modelling of the bacterial growth curve. *Applied and Environmental Microbiology*, 566: 1875–981.

ÖZGEÇMİŞ

HARUN RAŞİT MANAV

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2021-2025	Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2004-2008	Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Ziraat Mühendisi	Aselya Tarım
2010- devam ediyor	Antalya