



**T.C.**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JAPON BILDIRCINLARINDA YUMURTA VERİM  
VE AĞIRLIKLARININ MODELLENMESİ**

**ABDULKADİR MAZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**KAHRAMANMARAŞ 2021**

**T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JAPON BILDİRCİNLERİNDE YUMURTA VERİM VE  
AĞIRLIKLARININ MODELLENMESİ**

**ABDULKADİR MAZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Zootekni Ana Bilim Dalı**

**KAHRAMANMARAŞ 2021**

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

**Abdulkadir MAZI**



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# JAPON BILDİRCİNLERİNDE YUMURTA VERİM VE AĞIRLIKLARININ MODELLENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**Abdulkadir MAZI**

**ÖZET**

Bu çalışmada Çukurova ve ticari hatlarda (yumurta verimi ve yumurta ağırlıklarının modellenmesinde yaygın olarak kullanılan bazı modeller karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu amaçla her iki hat içinde üç grupta (tesadüfen seçilen, seleksiyonla elde edilen ve kontrol grubu ) 9 haftalık yumurta verimleri ve yumurta ağırlıklarına ait ortalama değerler kullanılmıştır. Modelleme çalışmasında ortalama yumurta verimlerine ait eğrilerin modellenmesinde kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eşitlikleri kullanılmıştır. Ortalama yumurta ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesinde ise kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline modelleri kullanılmıştır. Modellerin karşılaştırılmasında ise hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri dikkate alınmıştır.

Çalışma sonucunda ortalama yumurta verimlerinde her iki hatta ve tüm gruplarda en iyi sonuçları iki boğumlu kübik parçalı regresyon modelinden elde edilmiştir. Richard ve gamma modelinin ise en kötü sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir Ortalama yumurta ağırlıklarında ise her iki hatta ve tüm gruplarda en iyi sonuçları Gompertz, lojistik ve Richard modelleri verirken, en kötü sonuçlar tüm gruplarda Schunute modelinden elde edilmiştir. Gompertz, lojistik ve Richard modellerinde birbirine oldukça yakın değerler elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Bildircin, Yumurta verimi, Yumurta ağırlığı, Eğri, Modelleme

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Ana Bilim Dalı

**Danışman :** Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN

**Sayfa Sayısı :** 47

# MODELING OF EGG PRODUCTION AND WEIGHTS IN JAPANESE QUAIL

(M.Sc. THESIS)

**Abdulkadir MAZI**

## ABSTRACT

In this study, some models commonly used in modeling egg production and egg weights in Çukurova and commercial lines were comparatively examined. For this purpose, the average of 9-week egg yields and egg weights in three groups (chosen by chance, selection and control group) in both lines. In the modeling study, cubic, Gompertz, logistic, gamma, Richard, Schunute, quadratic spline and McNeally equations were used to model the curves of average egg yields. Cubic, Gompertz, logistic, Richard, Schunute and quadratic spline models were used to model the average egg weight curves. In the comparison of the models, mean squares of error, coefficient of determination, Akaike information criterion and Durbin-Watson autocorrelation values were taken into account.

As a result of the study, the best results were obtained from the two node cubic piece regression model in both lines and all groups in average egg production. It was determined that Richard and gamma model had the worst results. In average egg weights, Gompertz, logistic and Richard models gave the best results in both lines and in all groups, while the worst results were obtained from the Schunute model in all groups. Values very close to each other were obtained in the Gompertz, logistics and Richard models.

**Key words:** Japanese Quail, Egg yield, Egg weight, Curve, Modeling

UNİVERSİTY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCES DEPARTMENT OF ANİMAL SCIENCES

**Supervisor:** Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN

**pages:** 47

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana aktaran ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Mustafa ŞAHİN'e ve Dr. Esra YAVUZ'a katkılarından dolayı sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalıőmalarım boyunca yardımını hiç esirgemeyen, maddi manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan eőime de sonsuz teşekkür ederim.



# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
İÇİNDEKİLER .....	IV
ÇİZELGE DİZİNİ .....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	IX
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	3
3. MATERYAL VE METOD .....	8
3.1. Materyal .....	8
3.2. Metod .....	8
3.2.1. Kullanılan Modeller .....	8
3.2.2. Model Karşılaştırma Kriterleri .....	9
3.2.2.1. Belirleme katsayısı ( $R^2$ ) .....	9
3.2.2.2. Hata Kareler Ortalaması (HKO) .....	10
3.2.2.3. Akaike Bilgi Kriteri (AIC), .....	10
3.2.2.4. Durbin-Watson Otokorelasyon Testi (DW); .....	10
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	12
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	26
KAYNAKLAR .....	28
EKLER .....	31
ÖZGEÇMİŞ .....	36

## ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 4.1. Çukurova üniversitesi ve ticari hat için ortalama yumurta verimlerine ait üçer grup için tanımlayıcı istatistikler (adet/100).....	12
Çizelge 4.2. Çukurova üniversitesi ve ticari hat için yumurta ağırlığı ortalamalarına ait üçer grup için tanımlayıcı istatistikler. ....	12
Çizelge 4.1. ÇÜ hattına Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	13
Çizelge 4.2. ÇÜ hattına (Seleksiyon) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri. ....	13
Çizelge 4.3. ÇÜ hattına (kontrol) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri. ....	13
Çizelge 4.4. Ticari Hatta Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	14
Çizelge 4.5. Ticari Hatta (Seleksiyon) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	14
Çizelge 4.6. Ticari Hatta (kontrol) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri. ....	14
Çizelge 4.7. ÇÜ Hattına Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	15
Çizelge 4.8. ÇÜ Hattına (seleksiyon) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	15
Çizelge 4.9. ÇÜ Hattına (kontrol) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri. ....	15
Çizelge 4.10. Ticari Hatta Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri. ....	16
Çizelge 4.11. Ticari Hatta (seleksiyon) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler	

Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	16
Çizelge 4.12. Ticari Hatta (kontrol) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	16
Çizelge 4.13. Çukurova ve ticari hatalara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta verimleri (yumurta sayısı/100) için kübik parçalı regresyon, gamma ve Richard modellerine ait ortalama, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri. ....	23
Çizelge 4.14. Çukurova ve ticari hatalara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta ağırlıkları (gr) için gompertz, lojistik, Richard ve Schunute modellerine ait ortalama, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.....	23

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. ÇÜ hattı için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri. ....	17
Şekil 4.2. ÇÜ hattı (Seleksiyon) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri. ....	17
Şekil 4.3. ÇÜ hattı (Kontrol) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri. ....	18
Şekil 4.4. Ticari hat için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri. ....	18
Şekil 4.5. Ticari hat (seleksiyon) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri. ....	19
Şekil 4.6. Ticari hat (kontrol) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri. ....	19
Şekil 4.7. ÇÜ hattı için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri. ....	20
Şekil 4.8. ÇÜ hattı için (seleksiyon) 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri. ....	20
Şekil 4.9. ÇÜ hattı için (kontrol) 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri. ....	21
Şekil 4.10. Ticari hat için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri. ....	21
Şekil 4.11. Ticari hat (seleksiyon) için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri. ....	22
Şekil 4.12. Ticari hat (kontrol) için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri. ....	22
Şekil 4.13. Çukurova hattı (seleksiyon) için 9 haftalık yumurta sayılarına ait, kübik, gamma ve Richard eğrileri. ....	24
Şekil 4.14. Ticari hat (kontrol) için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, gamma ve Richard eğrileri. ....	24



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>HKO</b>	:Hata Kareler Ortalaması
<b>AIC</b>	:Akaike Bilgi Kriteri
<b>DW</b>	:Durbin-Watson Değeri
<b>R<sup>2</sup></b>	:Belirleme Katsayısı



## 1. GİRİŞ

Matematiksel eşitlikler havacılık, tekstil, ormancılık, otomotiv, küçükbaş ve büyükbaş hayvancılık ve kanatlı kümes hayvanları yetiştiriciliği gibi pek çok alanda eğri veya doğruların modellenmesinde, üretimin doğal bir sonucu olarak sebep sonuç ilişkilerinin ortaya konması ve yorumlanması amacıyla kullanılmıştır.

Yumurtacı tavuklarda olduğu gibi Japon bildircinlarında da (*Coturnix coturnix japonica*) yumurta üretimi genotip, bakım ve beslenme gibi çevre faktörlerinin etken olduğu karmaşık bir süreçtir. Doğal olarak yumurta üretim miktarı ve yumurta ağırlığı üzerinde ırk, yaş, kuluçka, tüy dökümü, besleme şekli ve diğer çevresel faktörlerin etkisi gözardı edilemeyecek kadar yüksektir. Yumurta üretim miktarı ve yumurta ağırlığı üzerinde ırk, yaş, kuluçka, tüy dökümü, besleme şekli ve diğer çevresel faktörlerin etki miktarı ne olursa olsun oluşturacakları eğri aşağı yukarı benzer bir dağılım gösterecektir.

Yumurta verim ve ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesinde sektörde ve bilgisayar alanındaki gelişmelere bağlı olarak zaman içerisinde birçok model oluşturulmuş ve kullanılmıştır. Yumurta verim ve ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesi, mevcut sürüye ait yumurta verim ve ağırlığının erken dönemlerde de tahmini ve damızlık sürülerin oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır. Burada unutulmaması gereken konu yumurta verim ve ağırlıkları bakımından maksimum verime sahip sürünün oluşturulmasıdır. Bu nedenle yumurta verim ve ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesi son derece önemlidir.

Diğer yandan bu eğrilerin dikkate alınması ile yapılacak seleksiyonda hedef sürünün elde edilme süreci kısılacak ve doğal olarak seleksiyondaki isabet derecesi de artacaktır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus sürü ortalaması üzerinden yapılacak bir modellemede, verim bakımından ortalamanın çok altında olan bireylerin ayıklanması son derece önemlidir. Bireysel yumurta verim ve ağırlıkları bakımından eğri modellemenin zorlukları nedeni ile genellikle sürü ortalaması dikkate alındığı için düşük verimli bireylerin ayıklanması son derece önemlidir. Böyle bir yaklaşım genetik kapasitesi yüksek bireylerin seçilmesi olasılığını sürü bazında modellemede artıracaktır.

Yumurta verim ve ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesinde doğrusal, kuadratik ve kubik modellerin yanında parametrik olmayan Gamma, McMillan, Richard, Schunute, Adam ve Bell, Lojistik, Gloor...vb pek çok fonksiyon yaygın olarak kullanılmaktadır (Casonve Ware, 1990; Miyoshi ve ark., 1996; Narushin ve Takma, 2003; Savegnago ve ark., 2011).

Yumurta verim ve ağırlıkları bakımından eğrilerin modellenmesi, mevcut sürüye ait yumurta verim ve ağırlığının erken dönemde tahmini ve mümkün olan en kısa sürede damızlık sürülerin oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır. Yumurta verim eğrileri başlangıçta düzenli bir artış, sonrasında maksimumuma ulaştığı nokta ve devamında azalan bir eğilimin olduğu üç fazdan oluşmaktadır. Yumurta ağırlıklarına ait eğriler ise başlangıçta düşük, devamında maksimuma ulaştığı pik noktası ve sonrasında düz bir hat izlemektedir (North ve Bell, 1990;Grossman ve Koops, 2001).

Bu çalışmada çukurova ve ticari hatlara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta verimlerine ait (yumurta sayısı/100) dağılımların modellemesinde kübik (iki boğumlu), Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally modelleri kullanılmıştır. Ortalama yumurta ağırlıklarına ait eğrilen modellenmesinde ise kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline modelleri kullanılmıştır. Gerek yumurta verimleri gerekse yumurta ağırlıklarına ait modellemelerde, modellerin karşılaştırılmasında hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri kullanılmıştır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gavora ve ark., (1982), yumurta verimlerine ait eğrilerin modellenmesinde McMillan, Wood ve doğrusal regresyon modellerini belirleme katsayısını dikkate almışlardır. Sonuç olarak en iyi sonuçların McMillan'dan elde edildiğini belirtmişlerdir.

McMillan ve ark., (1986), yumurta verim eğrilerinin modellenmesinde linear, Wood ve compartmental modelleri incelemişlerdir. Model karşılaştırma kriteri olarak belirleme katsayısını dikkate almışlar ve compartmental modelin daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Yang ve ark., (1989) Wood, compartmental ve modifiye compartmental modelleri dikkate alınmış ve model karşılaştırmada belirleme katsayısını dikkate almışlardır. Hata terimlerini hesaplamışlardır. Sonuç olarak modifiye compartmental modelin iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Cason (1990), Adams–Bell, lojistik-curvilinear ve doğrusal regresyon modellerini yumurta verim eğrilerinin modellenmesinde kullanmıştır. Adams–Bell'in yumurta verim eğrilerinin modellenmesinde daha iyi olduğunu bildirmiştir.

Cason ve Ware (1990), Nelder, Richards, Von-Bertalanfy, Adams-Bell, lojistik, linear, corrected linear ve curvilinear modelleri yumurta verim eğrilerinde kullanmışlardır. Model karşılaştırma kriteri olarak belirleme katsayısını dikkate alınmıştır.

Miyoshi ve ark. (1996), yumurta verim eğrilerinde compartmental, modifiye compartmental, Wood ve Adams-Bell modelleri kullanmışlardır. Model karşılaştırmada belirleme katsayısı ve akaike bilgi kriterini dikkate alınmıştır. Sonuç olarak tüm modellerin aşağı yukarı benzer değerler verdiği sonucuna varmışlardır.

Fialho ve Ledur (1997), yumurta verim eğrilerinde Wood modeli, McNally modeli, McMillan modeli ve Yang modellerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. En iyi sonuçların parçalı polinomial model ve Yang modeli ile elde edildiği tespit etmişlerdir.

Cason ve Britton (1988), compartmental ve Adams-Bell modellerini yumurta verim eğrilerinin modellemesinde kullanmışlardır. Adams-Bell modelinin daha uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Mignon-Grasteau (1999), çalışmasında büyüme eğri modellemesi için tavukların bireysel büyüme eğrilerini için Gompertz fonksiyonunun Laird formunu ele almıştır. Ayrıca çalışmasında erkeklerde ve dişilerde büyüme eğrisi parametrelerinin genetik

parametrelerini de tahmin etmiştir. Çalışma sonucunda cinsiyetler arasındaki genetik korelasyonların, tüm parametrelerin önemli ölçüde birbirinden farklı olduğunu bulmuştur. Böylece büyüme eğrisi parametrelerin üzerindeki seçim, belirli bir yaştaki erken gelişmişlik ve dolayısıyla vücut ağırlığındaki cinsiyetler arasındaki farkın değişebileceğini göstermiştir.

Soysal ve ark. (1999), çalışmalarında Japon Bildircinlarında çeşitli doğrusal ve doğrusal olmayan büyüme eğrilerini ele almışlar. Bu amaç doğrultusunda modellerin karşılaştırılmasını incelemişlerdir.

Grossman ve Koops (2001), bireysel yumurta verim eğrilerinin modellenmesinde lojistik fonksiyon kullanmışlardır. Modelin değerlendirilmesinde belirleme katsayısını, hata kareler ortalamasının karekökünü ve durbin-watson otokorelasyon testini kullanmışlardır.

Keskin ve ark. (2002), çalışmalarında, Japon bildircinlarında (*Coturnix japonica*) EKK, Jackknife, Bootstrap ve OAGD tahmin edicileri kullanılarak büyüme eğrisi parametresinin belirlenmesini incelemişler.

Narushin ve Takma (2003), yumurta verim eğrilerinde compartmental, lokhorst, Adams–Bell, lojistik-curvilinear modelleri incelemişlerdir. Lojistik-curvilinear modelin yumurta verim eğrilerinin modellenmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Balcıoğlu ve ark. (2005), çalışmalarında Japon bildircinların 5 haftalık canlı ağırlık için kısa süreli seleksiyonun etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Her iki cinsiyet için büyüme eğrilerini Gompertz modeli ile incelemişler. Hem erkeklerde hem de dişilerde, Gompertz büyüme eğrisinin parametre tahminlerinin, yüksek bir belirleme katsayısıyla elde edildiğini göstermişlerdir. Ayrıca asimptotik ağırlıktaki cinsiyet farklılıklarının hatlar arasında önemli olduğunu bulmuşlardır. Aynı zamanda tüm Japon bildircin hatlarındaki büyüme oranı erkeklerde dişilere göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu da belirtmişlerdir.

Anang ve Indrijani (2006), yumurta eğrilerinde gamma, modifiye wood, McMillan, algebratic, compartmental model, doğrusal regresyon, lojistik, modifiye compartmental model ve gloor modellerini dikkate almışlardır. Sonuç olarak, modifiye compartmental modelin, modellemede en iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Topal ve Bölükbaşı (2008), çalışmalarında vücut ağırlığı kullanılarak etlik piliçlerin büyüme eğrilerini tahmin etmişlerdir. Uygulama için Logistic, Gompertz, Von Bertalanffy,

Morgan-Mercer-Flodin (MMF) ve Weibull büyüme eğrisi modellerini ele almışlar ve analiz sonucunda ise Mercer-Flodin (MMF) ve Weibull en uygun model olarak belirlemişlerdir.

Prasad ve Singh, (2009), yumurta eğrilerinde gamma, McNally, modifiye gamma, compartment, Adams-Bell, lojistik - curvilinear ve lojistik regresyon modellerini incelemişlerdir. Model karşılaştırmada belirleme katsayısı ve hata kareler ortalamasını dikkate almışlardır. McNally, compartment ve Adams-Bell modellerinin iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir.

Porter ve ark. (2010), çalışmalarında materyal olarak ticari sürülerden yetiştirilen hindi verilerini kullanmışlardır. Bu verilerin analizi için üç farklı büyüme eğri modellerinden Von Bertalanffy, Richards ve Morgan modellerini uygulamışlardır. Analiz sonucunda üç farklı model arasından Morgan denkleminin, veri setine en iyi uyum sağlayan model olarak dildirmişlerdir.

Bindya ve ark. (2010), lojistik, polinomial, rational, sinusoidal uyum ve kuadratik uyum modellerini dikkate almışlardır. Sonuç olarak, Rational fonksiyonun modellemede en iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Faridi ve ark., (2011), Narushin-Takma, Gompertz, modified compartmental, Richards, Adams-Bell, and Lokhorst modellerini karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Model karşılaştırmada belirleme katsayısı, hata kareler ortalaması, akaike bilgi kriteri ve Bayesian bilgi kriterleri dikkate alınmıştır. En iyi modelin McNally olduğu bildirilmiştir.

Savegnagove ark. (2012), yumurta eğrilerinde lojistik, compartmental I, McNally model, compartmental II, Yang model, parçalı polinomial model ve persistency modeli incelemişlerdir. Modellerin karşılaştırılmasında belirleme katsayısı, hata kareler ortalaması ve akaike bilgi kriteri dikkate alınmıştır. Sonuç olarak lojistik regresyonun daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Narınç ve ark. (2014), gamma, McNally, Adams-Bell ve modifiye compartmental modellerininin yumurta eğrilerinde kullanılabilirliğini incelemişler ve model karşılaştırmada belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, akaike bilgi kriteri ve Bayesian bilgi kriterlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak, Adams-Bell modelin, en iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Karadavut ve ark. (2014), çalışmalarında, bıldırcınlarda cinsiyete göre canlı ağırlık artışlarından yararlanılarak, büyüme eğrilerinin belirlenmesini incelemişlerdir. Bu

çalışmada damızlık bıldırcınlardan elde edilen ve bir günlük yaşta denemeye alınan 50 adet dişi, 50 adet erkek bıldırcın civcivi deneme materyali olarak kullanmışlar ve uygulama sonucunda, bıldırcınlarda büyüme döneminin her aşaması için büyüme eğrisi fonksiyonunun hata varyansı, ortalama hata, oto korelasyon ve belirleme katsayısı bakımından karşılaştırmasını incelemişlerdir. Böylece bıldırcınlarda canlı ağırlık artışı bakımından büyüme eğrisi parametrelerinin seleksiyon kriteri olarak uygulanabileceğini göstermişlerdir.

Narinç ve ark. (2014), çalışmalarında Japon bıldırcın sürüsünde büyüme ve üreme özellikleri için kalıtım ve genetik korelasyonlarını tahmin etmişler ve büyüme eğrisi parametrelerini tahmin etmek için Gompertz modelini ele almışlardır.

Üçkardeş ve Narinç (2014), çalışmalarında öncelikle büyüme eğri modellerinden Gompertz ve Lojistik modellerini ele alarak üç parametreye sahip özelliklerinin vücut ağırlığının gelişimi için incelemişlerdir. Çalışmalarındaki amaç, kuluçka canlı ağırlığını ve maksimum büyüme hızı olarak biinen iki parametreyi elde etmektir. Yapılan analiz sonucunda uyum kriterlerinin değerine göre Gompertz büyüme eğrisinin Lojistik modeline göre daha uygun olduğunu göstermişlerdir.

Mohammed (2015), çalışmasında tavuklarda büyüme eğrisini belirlemek için doğrusal olmayan üç farklı modelin karşılaştırılmasını yapmıştır.

Şengül ve ark. (2015), kekliklerde yumurta verimlerinin modellenmesinde gamma, McNally, modifiye compartmental ve Adams-Bell modellerini kullanmışlardır. Model karşılaştırmada belirleme katsayısı, akaike bilgi kriteri ve Bayesian bilgi kriterlerini kullanmışlardır. En iyi modelin McNally olduğu belirtilmiştir.

Poomkasemsak ve ark. (2015), yumurta eğrilerinde Wood modeli, McNally modeli, McMillan modeli, Adam – Bells Modeli, compartmental model ve Yang modelini kullanmışlardır.. Sonuç olarak McMillan modelinin en iyi model olduğunu bildirmişlerdir.

Karabağ ve ark. (2017), çalışmalarında, Japon bıldırcınlarında büyüme eğrisi parametrlerindeki genetik değişikliklerinin vücut ağırlığına göre farklı seçimini ele almışlardır. Büyüme eğri modeli olan Richards modelinin hem fenotipik hem de genetik varyasyonları üzerindeki etkiyi incelemişler ve çalışma sonucunda Richards büyüme modelinin istatistiksel olarak önemli ölçüde etkili olduğunu göstermişlerdir.

Karadavut ve ark. (2017), çalışmalarında, çeşitli renklerde ışıklar altında yetiştirilen Japon bıldırcınlarının canlı ağırlık ve vücut uzunluğu için büyüme eğrisinin modellerini

karşılaştırmışlardır. Brody, Gompertz ve von Bertalanffy büyüme modellerini, farklı renkli ışıkların Japon bildircinlerinin büyümesi üzerindeki etkisini araştırmak için kullanmışlardır. Çalışma sonucunda kullanılan ışığın rengine göre canlı ağırlıktaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğunun sonucuna varmışlardır. Ayrıca modeller arasında en düşük hata kareler değerine sahip modelin Gompertz modeli olduğunu bildirmişlerdir.

Kaplan ve Gürcan (2018), çalışmalarında Japon bildircinlerinde büyüme eğri modellerinden Richards, Levakovich ve Janoschek büyüme eğri modellerini uygulamışlardır. En uygun büyüme eğri modelini belirlemek için Akaike bilgi kriteri ve Bayesian bilgi kriterlerini ele almışlar ve çalışma sonucunda değerlere göre Richards eğri modelinin diğer modellere göre en uygun model olduğunu belirlemişlerdir.

Yavuz ve ark. (2018), çalışmalarında Japon bildircinlerinde bireysel büyüme eğrilerinin Richard, Logistic, Gompertz, Von Bertalanffy, Cubic Spline ve Quardic Spline modellenmesinde hem dişi hem erkek bildircin verilerine olan uyumunu incelemişlerdir. Ayrıca Japon bildircinlerinde 6 farklı model için, hem dişi hem erkek bildircinlerinde HKO, düzeltilmiş  $R^2$ , AIC ve DW değerleri karşılaştırılmışlar ve ek olarak modellere ait büyüme eğrisi parametre tahminlerini de gösterilmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Materyal

Bu çalışmada Çukurova üniversitesinde geliştirilen Çukurova hattı ile ticari olarak faaliyet gösteren bir firmadan temin edilen japon bildircinleri (*Coturnix japonica*) kullanılmıştır. Her iki hatta da üçer grup (rastgele, seleksiyon yoluyla, kontrol grubu) oluşturulmuş, her gruba 100 hayvan dahil edilmiş, ölçüm ve tartımlar 9 hafta boyunca bu gruplarda yapılmıştır. Yumurta ağırlıkları ortalamaları (ağırlık/toplam adet) ve yumurta sayıları (adet/100) elde edilirken ölüm ve hastalık nedeniyle ayıklanan bireyler, tartım ve sayımlarda dikkate alınmıştır.

#### 3.2. Metod

##### 3.2.1. Kullanılan Modeller

Bu çalışmada bildircinlerde yumurta verimlerine ait eğrilerin modellenmesinde kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eşitlikleri kullanılmıştır. Bildircinlerin 9 haftalık ortalama yumurta ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesinde ise kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline modelleri kullanılmıştır. Eğri grafikleri ve model parametre tahminleri SAS paket programında yapılmıştır (SAS, 2011).

Bu modellere ait eşitlikler (3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 ve 3.8) ve açılımları aşağıdaki gibidir.

kübik parçalı regresyon,

$$W_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 t^3 + \beta_4 (t - a)^3 + \beta_5 (t - b)^3 \quad (3.1)$$

Lojistik,

$$W_t = \beta_0 / (1 + \beta_1 e^{-\beta_2 t}) \quad (3.2)$$

Gompertz,

$$W_t = \beta_0 e^{-\beta_2 e^{-\beta_3 t}} \quad (3.3)$$

Gamma,

$$W_t = \beta_0 t^{\beta_1} e^{-\beta_2 t} \quad (3.4)$$

McNeally

$$W_t = \beta t^{\beta_1} e^{(-\beta_2 t + \beta_3 t^{1/2})} \quad (3.5)$$

Richard,

$$W_t = 1 / (\beta_0 + \beta_1 e^{(\beta_2 t)^{-\beta_3}}) \quad (3.6)$$

Schunute,

$$Z_1 = \beta_4^{(\beta_2)} - \beta_3^{(\beta_2)}$$

$$Z_2 = \beta_3^{(\beta_2 + Z_1)}$$

$$Z_3 = (1 - e^{(-\beta_1 (X - X_1))} / (1 - e^{(-\beta_1 (X_2 - X_1))})^{(1/\beta_2)}$$

$$W_t = Z_2 * Z_3 \quad (3.7)$$

Kuadratik Spline,

$$W_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 \quad (3.8)$$

şeklindedir. Burada,

$W_t$ : t. gündeki yumurta verimini,

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  ve  $\beta_5$ : modeller için tanımlanan sabitleri, a ve b; parçalı regresyonda boğum noktalarını,

e: 2.7182,

t: yaşı (hafta), ifade etmektedir.

### 3.2.2. Model Karşılaştırma Kriterleri

Bu çalışmada bıldırcınlarda yumurta verimi ve yumurta ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesinde kullanılan eşitliklerin noktasal dağılıma uygunluğunun karşılaştırılmasında belirleme katsayısı, hata kareler ortalaması, Durbin-Watson ve AIC (Akaike Bilgi Kriteri) dikkate alınmıştır (Narinç ve ark., 2014).

#### 3.2.2.1. Belirleme katsayısı ( $R^2$ )

Belirleme katsayısına ait eşitlik,

$$R^2 = 1 - (HKT/GKT) \quad (3.9)$$

şeklindedir. Burada,

HKT: Hata kareler toplamını,

GKT: Genel kareler toplamını ifade eder.

$R^2$  değeri, tahmin edilen eğri modelinin, veri setindeki toplam varyasyonun ne kadarlık bir kısmını ifade edebildiğinin bir ölçüsüdür ve  $0 \leq R^2 \leq 1$  aralığında değişim gösterir. Katsayısının yüksek oluşu, oluşturulan modelin noktasal dağılıma uygunluğunun yüksek olduğu anlamına gelir.

### 3.2.2.2. Hata Kareler Ortalaması (HKO)

Hata kareler ortalamasına ait eşitlik,

$$HKO = HKT/(n - p) \quad (3.10)$$

şeklindedir. Burada,

HKO: Hata Kareler Ortalamasını, n: Gözlem Çifti Sayısını,

p: Modeldeki Parametre Sayısını ifade etmektedir.

### 3.2.2.3. Akaike Bilgi Kriteri (AIC),

Akaike bilgi kriteri modeller arasında istatistiksel olarak en uygun olanı seçmekte yaygın olarak kullanılan bir değerdir. Akaike bilgi kriteri değeri en küçük olan modelin en uygun model olduğu kabul edilir ve Akaike bilgi kriterine ait eşitlik,

$$AIC = n \ln \left( \frac{HKT}{n} \right) + 2k \quad (3.11)$$

şeklindedir. Burada,

HKT: Hata Kareler Toplamını,

n: Gözlem Çifti Sayısını,

k: Modeldeki Parametre Sayısını ifade etmektedir (Soysal ve ark., 1999; Narinç ve ark., 2010; Üçkardeş ve ark., 2013).

### 3.2.2.4. Durbin-Watson Otokorelasyon Testi (DW);

Tahmin edilen modelde hata terimlerinin ilişki (korelasyon) halinde olup olmadığını test etmeye yarayan bir testtir. Bu testle elde edilen sayının 2 civarında çıkması otokorelasyon olmadığı anlamına gelir. Burada  $e_i$  = hata terimi, t = zaman olmak üzere Durbin Watson test istatistiği,

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_1 - e_2)^2}{\sum_{t=1}^n e_1^2} \quad (3,12)$$

şeklinde yazılabilir. DW değeri her zaman 0 ila 4 arasında yer alır. DW değerinin 2 olması durumunda otokorelasyonun olmadığı kabul edilir.

Bıldırcınlarda yumurta verimi ve yumurta ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesinde kullanılan SASistatistik paket programı genel kodları Ek1 ve Ek2'de verilmiştir.



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çukurova ve ticari hatlar için tesadüfen seçilen, seleksiyonla elde edilen ve kontrol grubu olmak üzere, her bir hat için 3 toplamda 6 farklı grup için (n=600 bildircin), 9 haftalık ortalama yumurta verimlerine (yumurta sayısı/100) ve ortalama yumurta ağırlıklarına ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çukurova üniversitesi ve ticari hat için ortalama yumurta verimlerine ait üçer grup için tanımlayıcı istatistikler (adet/100).

Haftalar	Çukurova Üniversitesi			Ticari Hat		
	ÇÜ	ÇÜ Sel.	ÇÜ Kont.	Ticari	Ticari Sel.	Ticari Kont.
1	23,33	24,33	22,9	21,98	24,5	21,23
2	31,43	33,43	29,5	29,6	30,2	28,95
3	47,86	50,86	46,13	49,5	51,23	47,51
4	72,86	76,86	65,23	71,42	75,51	71,19
5	77,68	82,68	76,5	74,02	77,68	75,9
6	79,17	85,17	77,17	79,9	78,41	79,45
7	76,67	83,67	76,3	75,63	74,23	70,12
8	74,88	82,88	72,98	71,29	73,26	69,85
9	60,48	69,48	59,71	56,9	61,23	57,86
<b>Ortalama</b>	<b>60,484</b>	<b>65,484</b>	<b>58,491</b>	<b>58,916</b>	<b>60,694</b>	<b>58,007</b>
<b>Std. Sapma</b>	<b>21,363</b>	<b>23,444</b>	<b>20,938</b>	<b>21,136</b>	<b>20,895</b>	<b>21,059</b>

Çizelge 4.2. Çukurova üniversitesi ve ticari hat için yumurta ağırlığı ortalamalarına ait üçer grup için tanımlayıcı istatistikler.

Haftalar	Çukurova Üniversitesi			Ticari Hat		
	ÇÜ	ÇÜ Sel.	ÇÜ Kont.	Ticari	Ticari Sel.	Ticari Kont.
1	9,08	9,58	9,05	8,95	9,1	8,99
2	11,01	11,05	10,98	10,89	11	11,01
3	11,06	11,3	11,01	11,01	11,3	11,01
4	11,53	11,62	11,49	11,43	11,59	11,51
5	11,62	11,61	11,59	11,51	11,69	11,53
6	11,2	11,3	11,3	11,31	11,33	11,22
7	11,18	11,29	11,25	11,2	11,5	11,19
8	11,09	11,15	11,02	11,1	11,23	11,03
9	11,2	11,3	11,1	10,91	11,11	11,01
<b>Ortalama</b>	<b>10,997</b>	<b>11,133</b>	<b>10,977</b>	<b>10,923</b>	<b>11,094</b>	<b>10,944</b>
<b>Std. Sapma</b>	<b>0,748</b>	<b>0,612</b>	<b>0,754</b>	<b>0,771</b>	<b>0,780</b>	<b>0,761</b>

Çukurova ve ticari hatalara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta verimlerine ait (yumurta sayısı/100) kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute,

kuadratik spline ve McNeally modelleri için Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.1. ÇÜ hattına Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	9,593	0,992	-178,8	2,03
<b>Gompertz</b>	93,07	0,792	-115,6	2,35
<b>Lojistik</b>	68,08	0,821	-174,5	2,13
<b>Gamma</b>	127,7	0,789	-169,3	1,71
<b>Richard</b>	184,8	0,745	-155,6	1,69
<b>Schunute</b>	83,59	0,862	-177,9	1,96
<b>Kuadratik Spline</b>	58,21	0,854	-175,4	2,09
<b>McNeally</b>	70,43	0,820	-173,9	1,23

Çizelge 4.2. ÇÜ hattına (Seleksiyon) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	9,591	0,993	-169,2	2,13
<b>Gompertz</b>	82,25	0,812	-155,6	2,21
<b>Lojistik</b>	56,60	0,745	-98,5	1,51
<b>Gamma</b>	371,3	0,613	-171,6	1,16
<b>Richard</b>	629,2	0,612	-162,8	2,75
<b>Schunute</b>	71,28	0,705	-159,8	1,99
<b>Kuadratik Spline</b>	51,21	0,719	-168,4	2,86
<b>McNeally</b>	59,65	0,758	-169,5	2,19

Çizelge 4.3. ÇÜ hattına (kontrol) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	0,915	0,992	-185,1	2,11
<b>Gompertz</b>	82,84	0,814	-182,6	1,54
<b>Lojistik</b>	58,73	0,863	-183,5	2,03
<b>Gamma</b>	306,8	0,688	-91,8	2,45
<b>Richard</b>	326,1	0,697	-96,3	2,57
<b>Schunute</b>	73,09	0,826	-77,21	1,89
<b>Kuadratik Spline</b>	50,46	0,871	-184,9	2,06
<b>McNeally</b>	60,90	0,865	-183,4	2,07

Çukurova hattına ait Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, ve Çizelge 4.3,'deki her üç gruba ait sonuçlar incelendiğinde kübik parçalı regresyonun, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon değerleri bakımından en iyi sonuçlara sahip olduğu, Richard ve gamma modellerinin ise en kötü sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.1, Şekil 4.2, ve Şekil 4.3,'deki oluşturulan eğrilerde de bu durum görsel olarak verilmiştir.

Çizelge 4.4. Ticari Hatta Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	9,99	0,991	-178,3	1,95
<b>Gompertz</b>	98,27	0,869	-170,6	2,14
<b>Lojistik</b>	73,1	0,873	-171,9	2,22
<b>Gamma</b>	176,5	0,796	-112,23	2,75
<b>Richard</b>	1164,7	0,619	-96,7	2,96
<b>Schunute</b>	89,67	0,872	-171,02	2,22
<b>Kuadratik Spline</b>	56,73	0,897	-175,5	2,13
<b>McNeally</b>	76,20	0,871	-170,9	2,21

Çizelge 4.5. Ticari Hatta (Seleksiyon) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	14,98	0,987	-196,2	2,11
<b>Gompertz</b>	94,22	0,883	-185,6	1,78
<b>Lojistik</b>	67,84	0,983	-189,6	2,05
<b>Gamma</b>	209,2	0,796	-156,3	1,09
<b>Richard</b>	709,9	0,718	-154,2	1,13
<b>Schunute</b>	84,52	0,819	-184,3	1,96
<b>Kuadratik Spline</b>	51,84	0,981	-191,3	1,98
<b>McNeally</b>	71,10	0,893	-189,9	2,33

Çizelge 4.6. Ticari Hatta (kontrol) Ait Yumurta Sayıları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	14,69	0,987	-173,5	1,89
<b>Gompertz</b>	98,97	0,881	-164,5	1,11
<b>Lojistik</b>	75,11	0,981	-171,4	1,96
<b>Gamma</b>	190,2	0,799	-129,6	2,89
<b>Richard</b>	1301,9	0,618	-115,7	3,11
<b>Schunute</b>	90,40	0,811	-163,1	2,58
<b>Kuadratik Spline</b>	63,95	0,951	-169,5	2,11
<b>McNeally</b>	78,30	0,873	-163,7	2,33

Ticari hatta ait Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, ve Çizelge 4.6,'daki her üç gruba ait sonuçlar incelendiğinde Çukurova hattında olduğu gibi kübik parçalı regresyonun, hata

kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon değerleri bakımından en iyi sonuçlara sahip olduğu, Richard ve gamma modellerinin ise en kötü sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.4, Şekil 4.5, ve Şekil 4.6,'daki oluşturulan eğrilerde de bu durum görsel olarak verilmiştir.

Çukurova ve ticari hatlara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta ağırlıklarına ait kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline modelleri için Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. ÇÜ Hattına Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	0,0450	0.991	-291.31	2.042
<b>Gompertz</b>	0,0456	0.998	-296,4	2.746
<b>Lojistik</b>	0,0457	0.997	-281,7	2.810
<b>Richard</b>	0,0456	0.998	-198,5	2.741
<b>Schunute</b>	0,1605	0.915	-96,3	2.371
<b>Kuadratik Spline</b>	0,0474	0.996	-290,21	1.981

Çizelge 4.8. ÇÜ Hattına (seleksiyon) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	0,025	0.974	-398.12	2,14
<b>Gompertz</b>	0,031	0,969	-312,26	2,02
<b>Lojistik</b>	0,031	0,969	-311,28	2,03
<b>Richard</b>	0,031	0,969	-333,26	2,11
<b>Schunute</b>	0,037	0,968	-319,21	2,09
<b>Kuadratik Spline</b>	0,031	0,969	-312,6	2,08

Çizelge 4.9. ÇÜ Hattına (kontrol) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	0,083	0,944	-261.02	2.09
<b>Gompertz</b>	0,048	0,995	-273.1	1.98
<b>Lojistik</b>	0,049	0,996	-279.6	2.25
<b>Richard</b>	0,049	0,996	-280.01	2.04
<b>Schunute</b>	0,099	0,941	-230.96	1.99
<b>Kuadratik Spline</b>	0,051	0,973	-270.03	1.16

Çukurova hattına ait yumurta ağırlıkları ile ilgili Çizelge 4.7, Çizelge 4.8, ve

Çizelge 4.9,'daki her üç gruba ait sonuçlar incelendiğinde Gompertz, Lojistik ve Richard modellerinin, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon değerleri bakımından en iyi sonuçlara sahip olduğu, Schunute modelinin ise en kötü sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.7, Şekil 4.8, ve Şekil 4.9,'daki oluşturulan eğrilerde bu durumu destekler niteliktedir.

Çizelge 4.10. Ticari Hatta Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	0,071	0,963	-233.7	2.18
<b>Gompertz</b>	0,049	0,981	-261.9	2.01
<b>Lojistik</b>	0,049	0,981	-262.3	2.19
<b>Richard</b>	0,049	0,981	-260.5	2.22
<b>Schunute</b>	0,083	0,971	-230.3	1.96
<b>Kuadratik Spline</b>	0,050	0,980	-260.5	2.25

Çizelge 4.11. Ticari Hatta (seleksiyon) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	0,046	0,975	-233.8	1.95
<b>Gompertz</b>	0,042	0,977	-241.9	2.33
<b>Lojistik</b>	0,042	0,977	-240.6	2.56
<b>Richard</b>	0,042	0,977	-242.3	1.55
<b>Schunute</b>	0,050	0,941	-221.8	2.44
<b>Kuadratik Spline</b>	0,043	0,976	-240.9	2.09

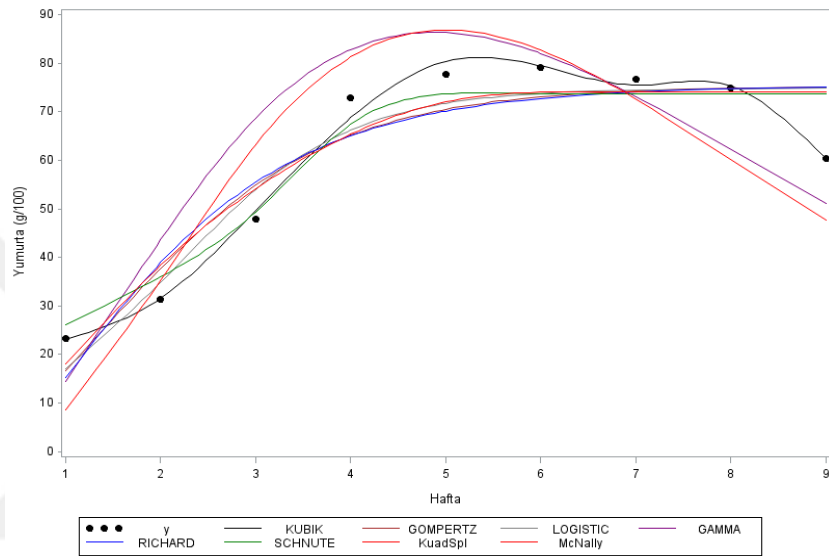
Çizelge 4.12. Ticari Hatta (kontrol) Ait Yumurta Ağırlıkları İçin Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
<b>Kubik Parçalı Regresyon</b>	0,065	0,958	-196.4	2.33
<b>Gompertz</b>	0,046	0,974	-202.9	2.15
<b>Lojistik</b>	0,046	0,974	-202.7	2.45
<b>Richard</b>	0,046	0,974	-203.1	2.09
<b>Schunute</b>	0,695	0,815	-154.7	1.87
<b>Kuadratik Spline</b>	0,048	0,969	-200.1	2.33

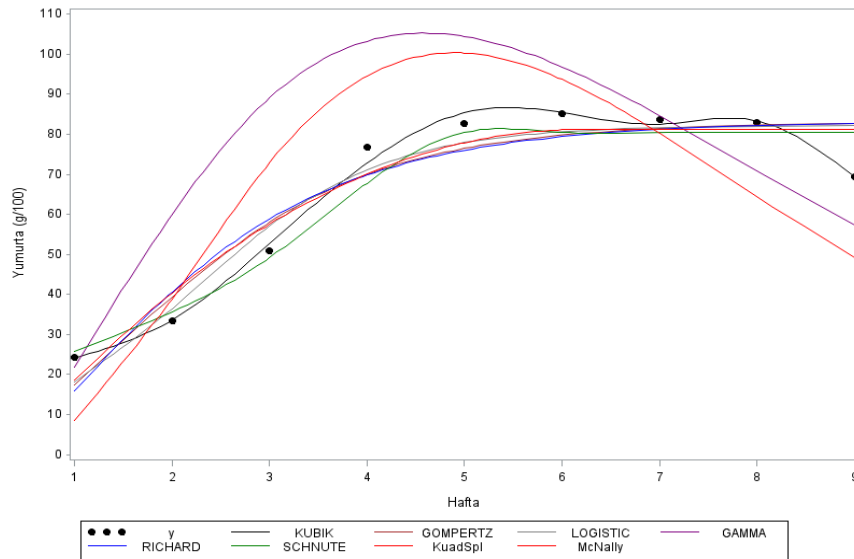
Ticari hatta ait yumurta ağırlıkları ile ilgili Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, ve Çizelge 4.12,'deki her üç gruba ait sonuçlar incelendiğinde yine Gompertz, Lojistik ve Richard modellerinin, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon değerleri bakımından en iyi sonuçlara sahip olduğu, Schunute

modelinin ise en kötü sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Şekil 4.10, Şekil 4.11, ve Şekil 4.12,'daki oluşturulan eğrilerde bu durumu destekler niteliktedir.

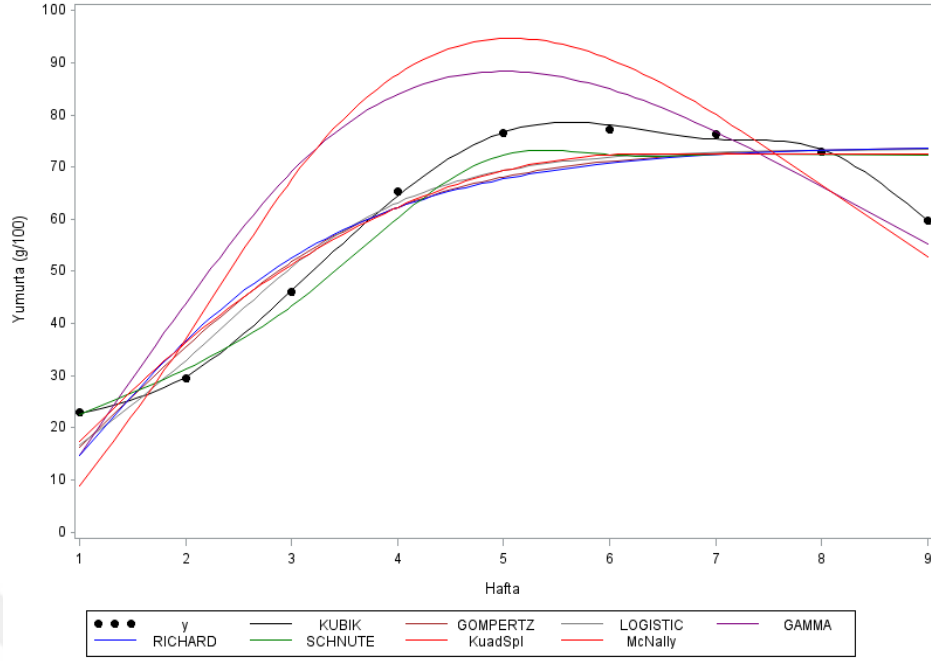
Çukurova ve ticari hatlar için tesadüfen seçilen, seleksiyonla elde edilen ve kontrol grubu olmak üzere, her bir hat için 3 toplamda 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta verimlerine ait (yumurta sayısı/100) kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri modellenmiş ve elde edilen eğriler Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir.



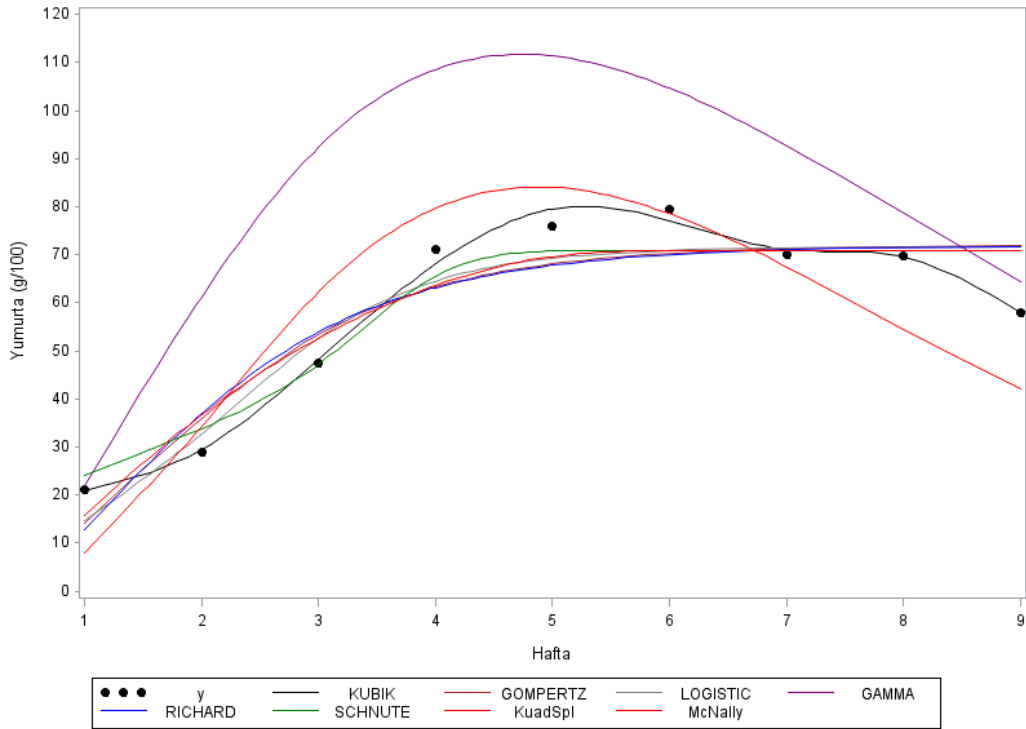
Şekil 4.1. ÇÜ hattı için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri.



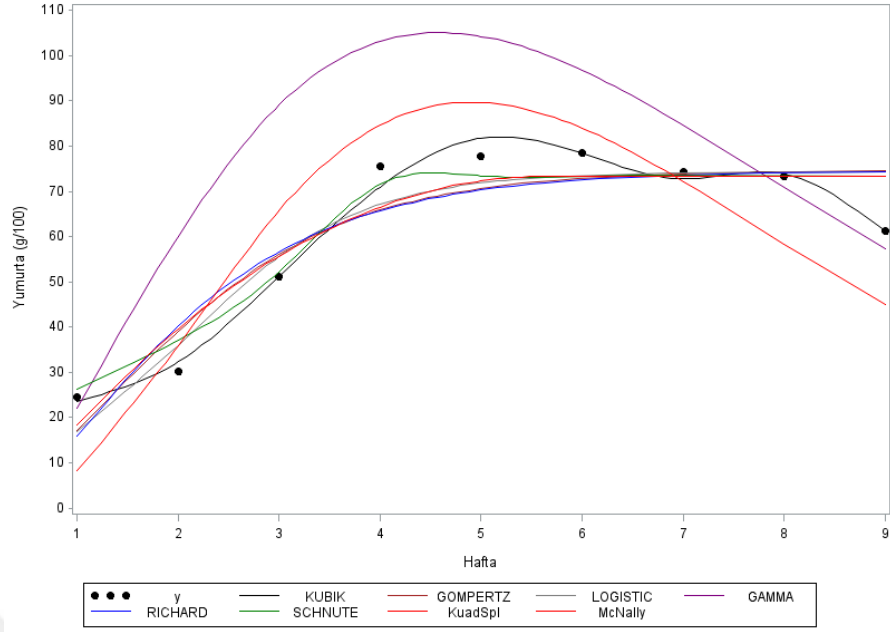
Şekil 4.2. ÇÜ hattı (Seleksiyon) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri.



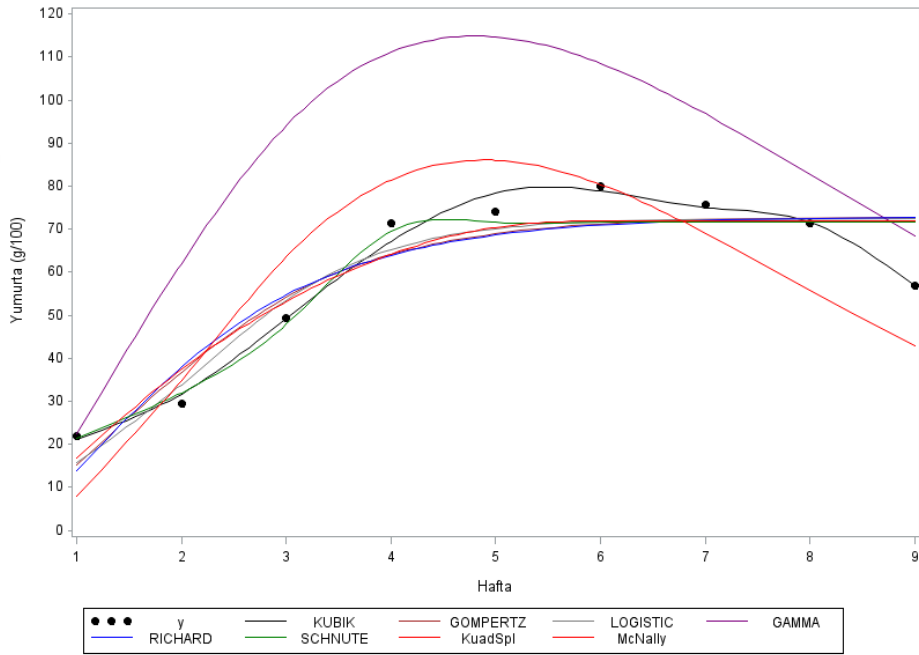
Şekil 4.3. ÇÜ hattı (Kontrol) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri.



Şekil 4.4. Ticari hat için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri.

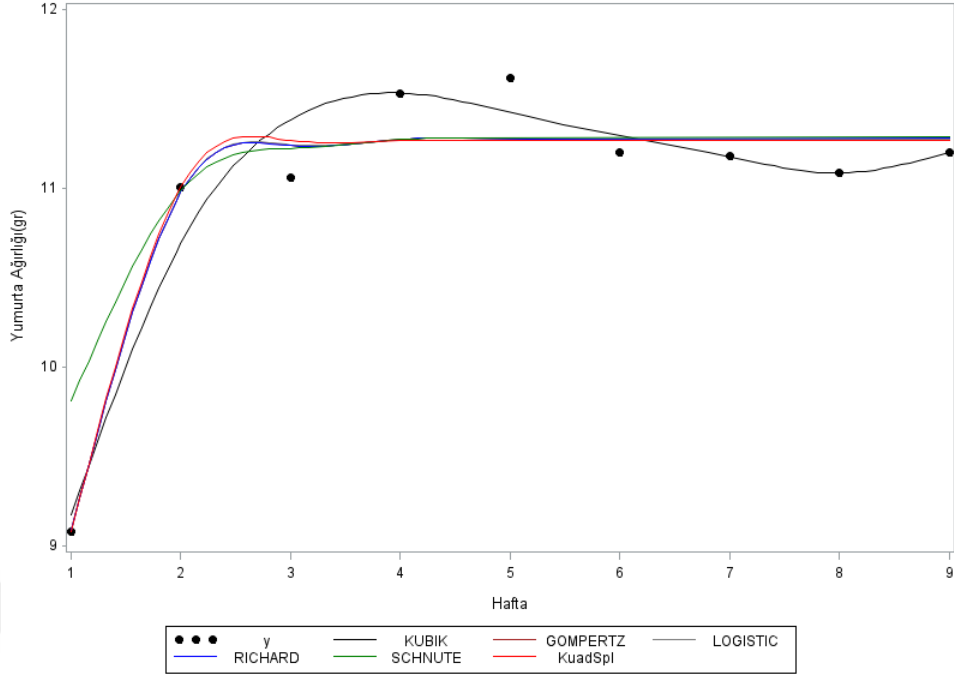


Şekil 4.5. Ticari hat (seleksiyon) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri.

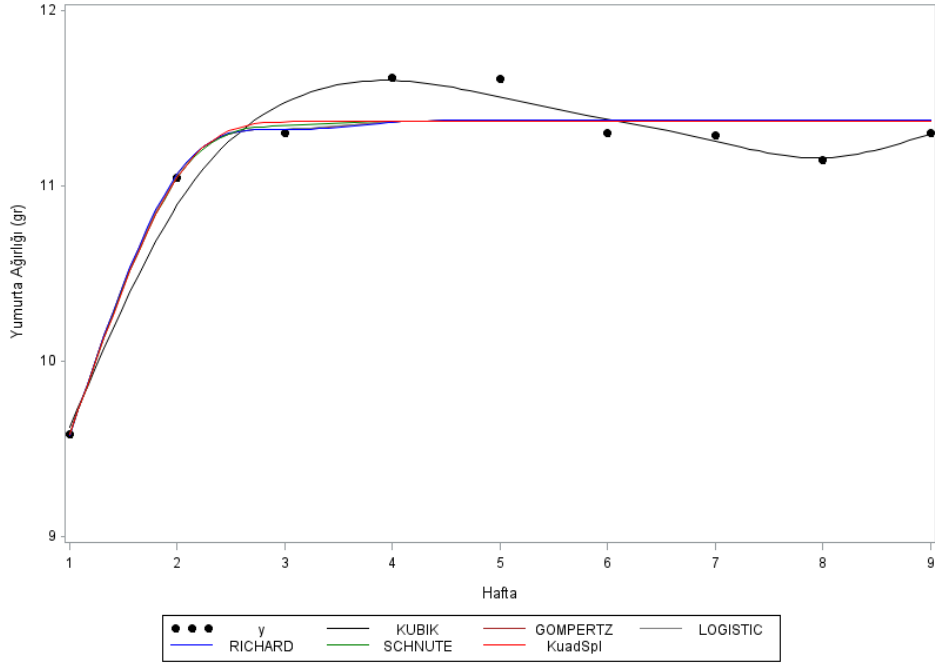


Şekil 4.6. Ticari hat (kontrol) için 9 haftalık yumurta verimlerine ait, kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eğrileri.

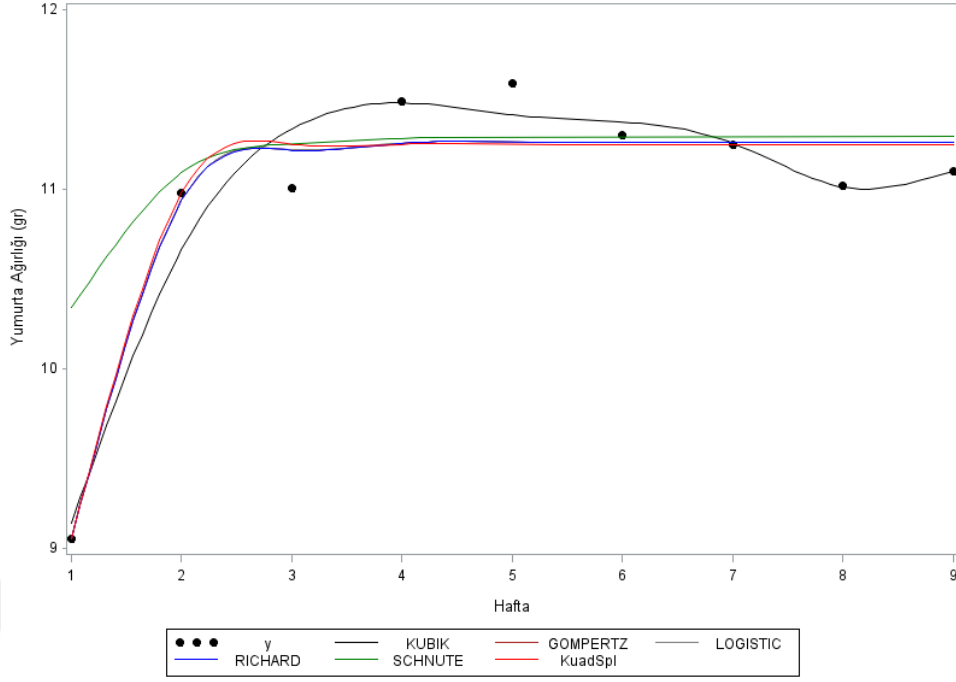
Çukurova ve ticari hatlar için tesadüfen seçilen, seleksiyonla elde edilen ve kontrol grubu olmak üzere, her bir hat için 3 toplamda 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta ağırlıklarına ait kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri modellenmiş ve elde edilen eğriler Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir.



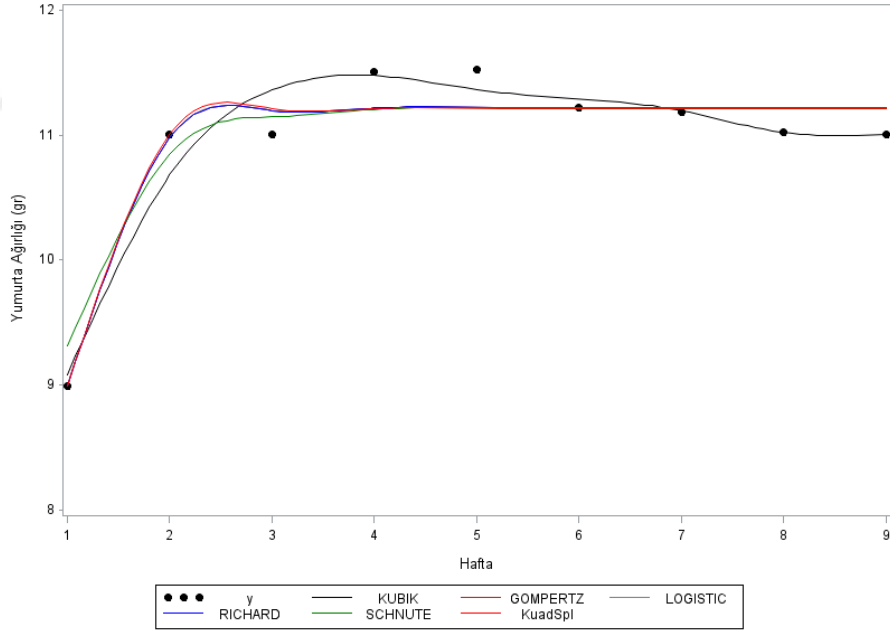
Şekil 4.7. ÇÜ hattı için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri.



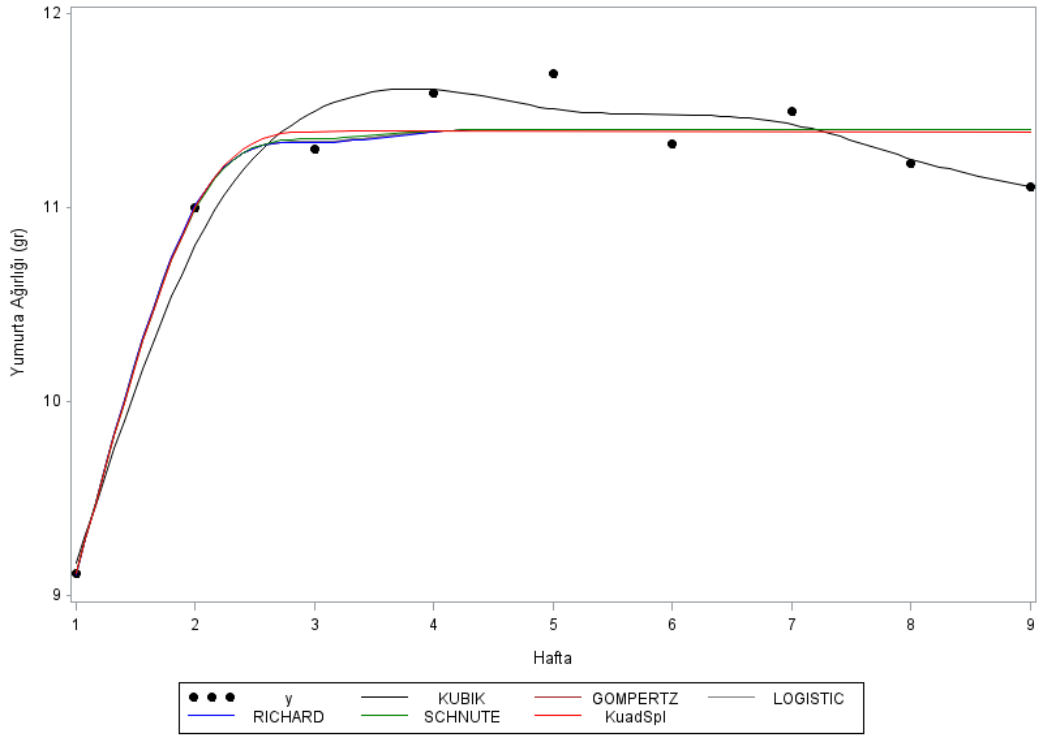
Şekil 4.8. ÇÜ hattı için (seleksiyon) 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri.



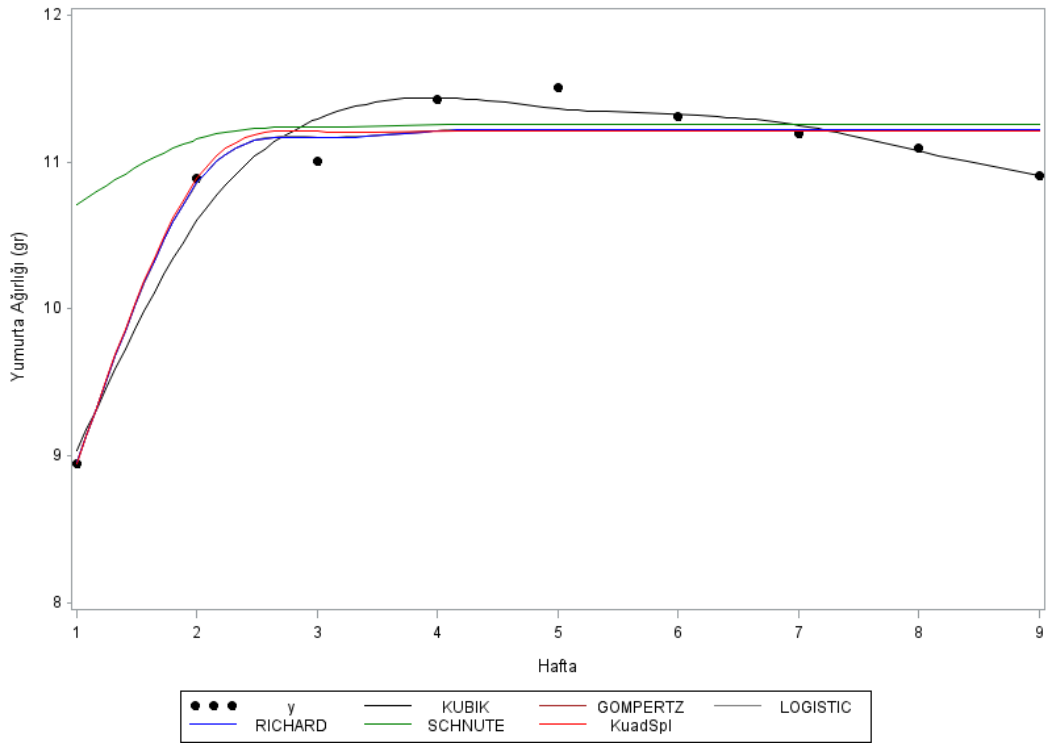
Şekil 4.9. ÇÜ hattı için (kontrol) 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri.



Şekil 4.10. Ticari hat için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri.



Şekil 4.11. Ticari hat (seleksiyon) için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri.



Şekil 4.12. Ticari hat (kontrol) için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline eğrileri.

Çukurova ve ticari hatalara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta verimleri (yumurta sayısı/100) ve yumurta ağırlıklarında (gr) belirlenen en iyi ve en kötü modellere ait ortalama, Hata Kareler Ortalamaları, Belirleme Katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri Çizelge 4.13, ve Çizelge 4.14'de verilmiştir.

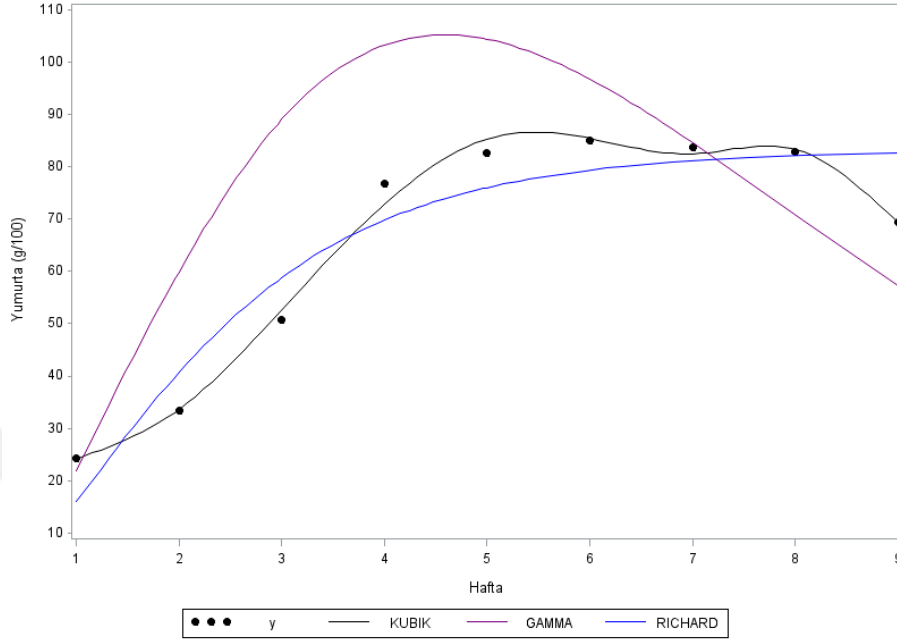
Çizelge 4.13. Çukurova ve ticari hatalara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta verimleri (yumurta sayısı/100) için kübik parçalı regresyon, gamma ve Richard modellerine ait ortalama, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Hatlar	Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
Çukurova	Kubik Parçalı Regresyon	6,70	0,99	-177,70	2,09
	Gamma	249,50	0,70	-170,45	1,44
	Richard	407,00	0,68	-159,20	2,22
Ticari	Kubik Parçalı Regresyon	13,22	0,99	-182,67	1,98
	Gamma	191,97	0,80	-132,71	2,24
	Richard	1058,83	0,65	-122,20	2,40

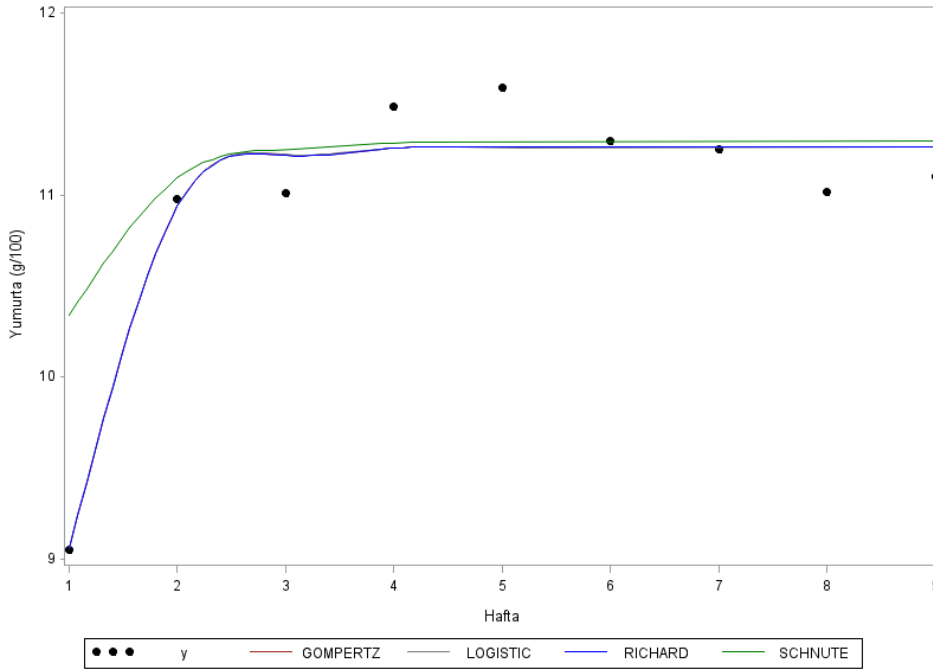
Çizelge 4.14. Çukurova ve ticari hatalara ait 6 farklı grup için, 9 haftalık ortalama yumurta ağırlıkları (gr) için gompertz, lojistik, Richard ve Schunute modellerine ait ortalama, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin-Watson Otokorelasyon Değerleri.

Hatlar	Modeller	HKO	R <sup>2</sup>	AIC	DW
Çukurova	Gompertz	0,0415	0,9873	-293,92	2,248
	Lojistik	0,0419	0,9873	-290,86	2,363
	Richard	0,0419	0,9877	-270,59	2,297
	Schunute	0,0988	0,9413	-215,49	2,150
Ticari	Gompertz	0,0457	0,9773	-235,56	2,163
	Lojistik	0,0457	0,9773	-235,20	2,400
	Richard	0,0457	0,9773	-235,30	1,953
	Schunute	0,2760	0,9090	-202,26	2,090

Yumurta sayılarına ait en iyi kübik parçalı regresyon modeli ve en kötü modeller gamma ve richard birlikte Şekil 4.13’de, yumurta ağırlıklarına ait en iyi gompertz, lojistik, richard ve en kötü model Schunute Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Çukurova hattı (seleksiyon) için 9 haftalık yumurta sayılarına ait, kübik, gamma ve Richard eğrileri.



Şekil 4.14. Ticari hat (kontrol) için 9 haftalık yumurta ağırlıklarına ait, kübik, gamma ve Richard eğrileri.

Yumurta sayıları bakımından her iki hatta da kubik parçalı regresyonda hata kareler ortalaması, belirleme katsayısı ve akaike bilgi bakımından noktasal dağılıma uyum yüksekliği yani modelin iyiliği, boğum sayısının artırılması ile daha da artacaktır. Yumurta sayıları bakımından her iki hatta da elde edilen sonuç Çadırcı ve Koncagül (2013)'ün çalışması ile uyum içerisindedir.

Her iki hatta da yumurta ağırlıkları bakımından gompertz, lojistik ve Richard modellerine ait hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri bakımından birbirlerine çok yakın değerler elde edilmiştir. Bu durum, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de noktasal dağılıma göre eğrilerin pozisyonu incelendiğinde net bir şekilde görülmektedir. Bu yakınlık Çizelge 4.14'de verilen ortalama, hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri bakımından de sayısal olarak görülmektedir. Elde edilen sonuçlar Narushin ve Takma (2003), Anang ve Indrijani (2006), Miyoshi ve ark. (1996), Savegnago ve ark. (2011), Çadırcı ve Koncagül (2013), Nariç ve ark. (2014) ve Bindya ve ark. (2010) ile uyum içerisindedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada japon bildircinlarının (*Coturnix japonica*) Çukurova ve ticari hatlarında yumurta verimi ve yumurta ağırlıklarının modellenmesinde yaygın olarak kullanılan bazı modeller karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Modelleme çalışmasında ortalama yumurta verimlerine ait eğrilerin modellenmesinde kübik, Gompertz, lojistik, gamma, Richard, Schunute, kuadratik spline ve McNeally eşitlikleri kullanılmıştır. Yumurta verimleri bakımından hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri dikkate alındığında en iyi sonuçları iki boğumlu kübik parçalı regresyonun verdiği, en kötü sonuçları ise gamma ve Richard modelinin verdiği sonucuna ulaşılmıştır. Burada unutulmaması gereken konu, noktasal dağılımdaki dalgalanmanın kübik parçalı regresyonda boğum sayısının artırılarak tolere edilebileceğidir.

Ortalama yumurta ağırlıklarına ait eğrilerin modellenmesinde ise kübik, Gompertz, lojistik, Richard, Schunute ve kuadratik spline modelleri kullanılmıştır. Model karşılaştırma kriterleri dikkate alındığında tüm gruplarda en iyi sonuçları Gompertz, lojistik ve Richard modelleri verirken, en kötü sonuçlar tüm gruplarda Schunute modelinden elde edilmiştir. Gompertz, lojistik ve Richard modellerinde birbirine oldukça yakın değerler elde edilmiştir.

Diğer bir konu farklı modellerin farklı veri setlerinde farklı sonuçlar verebileceğidir. Bu sebeple yumurta verim ve ağırlığı bakımından yapılacak ıslah çalışmalarında en yüksek verime sahip yani en iyi genotipe sahip bireylerin ve sürü seçiminde birden fazla modelin kullanılmasına ve modellerin biyolojik anlamda yorumlanabilir olmasına dikkat edilmelidir. Aynı şekilde model karşılaştırma kriterlerinin mümkün olduğunca fazla olması ve model seçiminde bu kriterlerin toplu olarak değerlendirilmesi araştırmacının istatistiksel anlamda en uygun modeli belirlemesine yardımcı olacaktır.

İşletmelerde sürü bazında yumurta verim ve ağırlıklarına ait noktasal dağılımların modellenmesinin, sürü yönetimi, bakım ve besleme koşulları gibi konulara yön vereceği düşünüldüğünde, modellemenin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla isabetli model seçimi yapabilmek için iyi bir literatür taraması yapılmalı, modellerin eğri oluşturmadaki eğilimleri ve biyolojik açıdan yorumlanabilir olmaları mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Aynı zamanda göz önünde bulundurulması gereken diğere bir konu, sürü ortalaması üzerinden yapılacak bir modellemenin, genetik potansiyeli yüksek bireylerin sürü içinde asimile olacağı ve bunun sonucunda seleksiyonda isabet derecesinin düşeceği ve ıslah çalışmasındaki başarıyı azaltacağı konusudur. Bu nedenle genetik kapasitesi yüksek bireylerin seçimi ve bunun sonucu olarak ta başarılı bir ıslah çalışması yapılabilmesi için, sürü bazında değil de bireysel modellemenin yapılması önem arz etmektedir. Bu durumun en önemli zorluğu ise bireysel yumurta verim kayıtlarının tutulmasıdır. Uygulamada zaman, ekipman ve maliyet gibi konular dikkate alındığında bu tür çalışmaları yapmak oldukça zordur. Bu nedenle sürü bazında modellemenin negatif etkilerini azaltabilmek için, sürüye alınan bireylerin sürü ortalamasından daha düşük verim değerlerine sahip olmamasına dikkat edilmelidir. Bu durumun karşıtı olarak sürü ortalamasından belirgin bir şekilde yüksek verim değerlerine sahip bireylerin ayıklanması ve bunlara bireysel modelleme yapılması son derece önemlidir.

## KAYNAKLAR

- Anang, A., Indrijani, H., (2006). Mathematical Models to Describe Egg Production in Laying Hens (Review) (Model Matematik untuk Menggambarkan Kurva Produksi Telur pada Ayam Petelur (Review)). *Jurnal Ilmu Ternak*, Desember, 6(2), 91 – 95.
- Balcıoğlu, M. S., Kızılkaya, K., Yolcu, H. I., & Karabağ, K. (2005). Analysis of growth characteristics in short-term divergently selected Japanese quail. *South African journal of animal science*, 35(2), 83-89.
- Bindya, L.A., Murthy, H.N.N., Jayashankar, M.R., Govindaiah, M.G., (2010). Mathematical Models for Egg Production in an Indian Colored Broiler Dam Line. *International Journal of Poultry Science*, 9 (9), 916-919.
- Cason, J.A. (1990) Comparison of linear and curvilinear decreasing terms in logistic flock egg production models. *Poultry Science* 69, 1467-1470.
- Cason, J.A., Britton, W.M., (1988). Comparison of compartmental and Adams-Bell models of poultry egg production. *Poultry Science*, 67, 213-218.
- Cason, J.A., Ware, G.O., (1990). Analysis of flock egg production curves using generalized growth functions. *Poultry Science*, 69, 1064-1069.
- Çadırcı, Ş., Koncagül, S., (2013). Effects of initial body weight and feed intake on individual weekly egg production curve of laying hens. *Agric. Fac. HR.U.*, 17(1), 15-23.
- Faridi, A., Mottaghitalab, M., Rezaee, F. and France, J. (2011). Narushin-Takma model as flexible alternatives for describing economic traits in broiler breeder flocks. *Poultry Science*, 90, 507-515.
- Fialho, F.B. and Ledur, M.C. (1997). Segmented polynomial model for estimation of egg production curves in laying hens. *British Poultry Science*, 38, 66-73.
- Gavora, J.S., Liljedah, L.E., Mcmillan, L.I. and Ahlen, K. (1982). Comparison of three mathematical models of egg production. *British Poultry Science*, 23, 339-348.
- Grossman, M. and Koops, W.J. (2001). A model for individual egg production in chickens.
- Kaplan, S., & 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.
- Karabağ, K., Alkan, S., Karlı, T., & Balcıoğlu, M. S. (2017). Genetic changes in growth curve parameters in Japanese quail lines divergently selected for body weight. *European Poultry Science*, 81(1), 1-10.

- Karadavut, U., Şahin, A., Taşkın, A., & Akıllı, A. (2014). Japon Bildircinlerinde (Coturnix coturnix japonica) Büyümenin Tek ve Çok Aşamalı Analizlerinin Seleksiyon Kriteri Olarak Kullanılabilir Olanaklarının Araştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 539-546.
- Karadavut, U., Taskin, A., & 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.
- Keskin, İ., Tozluca, A., & Genç, A. (2002). Japon bildircinlerinde (Coturnix japonica) büyüme eğrisi parametrelerinin yanlılığı. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 12(1), 55-58.
- Mcmillan, I., Gowe, R.S., Gavora, J.S. and Fairful, R.W. (1986). Prediction of annual production from part record egg production in chickens by three mathematical models. *Poultry Science*, 65, 817-822.
- Mignon-Grasteau, S. (1999). Genetic parameters of growth curve parameters in male and female chickens. *British Poultry Science*, 40(1), 44-51.
- Miyoshi, S., Luc, M.K., Kuchida, K., Mitsumoto, T., (1996). Application of Nonlinear Models to Egg Production Curves in Chickens. *Jpn. Poultry Science*, 33, 178-184.
- models for selected and nonselected lines of White Leghorn hens. *Poultry Science*, 91, 2977-2987.
- Mohammed, F. A. (2015). Comparison of three nonlinear functions for describing chicken growth curves. *Scientia Agriculturae*, 9(3), 120-123.
- Narinc, D., Karaman, E., Aksoy, T., & Firat, M. Z. (2014). Genetic parameter estimates of growth curve and reproduction traits in Japanese quail. *Poultry Science*, 93(1), 24-30.
- Narınç, D., Üçkardeş, F., Aslan, E., (2014). Egg production curve analyses in poultry science. *World's Poultry Science Journal*, 70(04), 817-828.
- Narushin, V.G. and Takma, C. (2003). Sigmoid model for the evaluation of growth and production curves in laying hens. *Biosystems Engineering*, 84, 343-348.
- North, M.O., Bell, D.D., (1990). *Commercial Chicken Production Manual*. 4th ed.
- Poomkasemsak, A., Molee, A., Kaennakham, A., (2015). Prediction of whole egg production from part record in SUT dam line by Mathematical Model. *Khon Kaen AGR. J.* 43: 2.
- Porter, T., Kebreab, E., Kuhl, H. D., Lopez, S., Strathe, A. B., & France, J. (2010). Flexible alternatives to the Gompertz equation for describing growth with age in

- turkey hens. *Poultry Science*, 89(2), 371-378.
- Prasad, S., Singh, D.P., (2009). Nonlinear models for poultry egg production. *Indian J. Anim. Res.*, 43 (2), 84-88.
- SAS Institute (2011) SAS/STAT User Guide. Version 9.3 edition. SAS Institute Inc.
- Savegnago, R.P., Cruz, V.A., Ramos, S.B., Caetano, S.L., Schmidt, G.S., Ledur, M.C., El Faro, L. and Munari, D.P. (2012). Egg production curve fitting using nonlinear
- Savegnago, R.P., Nunes, B.N. Caetano, S.L. Ferraduo, A.S. Schmidt, G.S. Ledur, M.C. and Munari, D.P. (2011). Comparison of lojistik and neural network models to fit to the egg productioncurve of White Leghorn hens. *Poultry Science*, 90, 705-711.
- Soysal, M. I., Tuna, Y. T., Gürcan, E. K., & Özkan, E. (1999). The investigation on comparison of various linear and non-linear growth curve in Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 9(1-2), 40-44.
- Şengül, T., Çelik, Ş., İnci, H., Söğüt, B., Şengül, A.Y., (2015). Kınalı Kekliklerde Yumurta Veriminin Bazı Doğrusal Olmayan Modellerle İncelenmesi. *YYÜ Tar. Bil. Der.*, 26(1), 33-39.
- Topal, M., & Bolukbasi, Ş. C. (2008). Comparison of nonlinear growth curve models in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*, 34(2), 149-152.
- Uckardes, F., & Narinç, D. (2014). An application of modified Logistic and Gompertz growth models in Japanese quail. *Indian Journal of Animal Sciences*, 84(8), 903-907.
- Yang, N., Wu, C. and Mcmillan, L. (1989) A new mathematical model for poultry egg production. *Poultry Science*, 68, 476-481.
- Yavuz, E., Önem, A. B., Fahrettin, K. A. Y. A., Çanga, D., & Şahin, M. (2018). Modeling of Individual Growth Curves in Japanese Quails. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 2(1), 11-15.

## EKLER

### EK-1. Yumurta verimlerine ait SAS kodları

```
data;
input x y;
if x<=5 then x21=0; else x21=x-5;
if x<=7 then x56=0; else x56=x-7;
xs=x*x;
xq=x*x*x;
xq27=x21*x21*x21;
xq48=x56*x56*x56;
cards;
1 23.33
2 31.43
3 47.86
.
.
.
.
.
.
8 74.88
9 60.48
;
PROC glm;
model y=x xs xq xq27 xq48;
output out=new predicted=KUBIK;
run;
proc nlin;
parameters a=230 b=0.5 c=4;
ebx=exp(-b*x);
ebx1=1-ebx;
ebxc=(ebx1)**c;
model y=a*ebxc;
output out=new predicted=RICHARD;
der.a=ebxc;
der.b=a*x*c*ebx*ebx1**(c-1);
der.c=a*ebxc*log(ebx1);
run;
proc nlin;
parameters a=200 b=5 c=0.87;
e=exp(b-c*x);
model y=a/(1+e);
output out=new predicted=LOGISTIC;
der.a=1/(1+e);
der.b=-a*e/(1+e)**2;
der.c=a*e*x/(1+e)**2;
run;
proc nlin;
parameters a=0.5 b=0.5 c=3 d=23;
x1=exp(-c*(x-d));
```

```

x2=exp(-b*x);
model y=a*x2/(1+x1);
output out=new predicted=ModKom;
run;

```

```

proc nlin;
parameters a=25 b= 2.15 c=0.55;
e=c*x**0.5;
f=exp(-c*x);
g=a*x**b;
model y=g*f*e;
output out=new predicted=McNally;
der.a=1/(1+e);
der.b=-a*e/(1+e)**2;
der.c=a*e*x/(1+e)**2;
run;

```

```

proc nlin;
parameters a=15 b=2.5 c=1.957;
e=exp(-c*x);
f=a*x**b;
model y=e*f;
output out=new predicted=GAMMA;
der.a=1/(1+e);
der.b=-a*e/(1+e)**2;
der.c=a*e*x/(1+e)**2;
run;

```

```

proc nlin;
parameters a=60 b=-0.22722 c=0.59524;
bdx=exp(b-c*x);
bcbdx=exp(-bdx);
bbb=bdx*bcbdx*a;
model y=bcbdx*a;
output out=new predicted=GOMPERTZ;
der.a=bcbdx;
der.b=-bbb;
der.c=x*bbb;
run;

```

```

proc nlin;
parameters a=0.5 b=0.5 c=3 d=70;
x1=0;
x2=5.99;
ex=(1-exp(-a*(x-x1)))/(1-exp(-a*(x2-x1)));
model y=(c**b+(d**b-c**b)*ex)**(1/b);
output out=new predicted=SCHNUTE;
run;

```

```

proc nlin;
parms a=-50 b=50 c=-3;

```

```

x0=-.5*b / c;
if x<x0 then

```

```

    model y=a+b*x+c*x*x;
else
    model y=a+b*x0+c*x0*x0;

if _obs_=1 and _iter_ =. then do;
    plateau=a+b*x0+c*x0*x0;
    put / x0= plateau= ;
end;
output out=b predicted=KPR;
run;
legend1 frame cframe=white label=none cborder=black
position=center value=(justify=center);
symbol1 i=none c=black v=dot;
symbol2 i=spline c=black v=none l=1;
symbol3 i=spline c=red v=none l=1;
symbol4 i=spline c=green v=none l=1;
symbol5 i=spline c=blue v=none l=1;
symbol6 i=spline c=yellow v=none l=1;
symbol7 i=spline c=pink v=none l=1;
symbol8 i=spline c=RED v=none l=1;
symbol9 i=spline c=blue v=none l=1;
symbol10 i=spline c=pink v=none l=1;
axis1 label=(angle=90 rotate=0 'Yumurta (g/100)') minor=none;
axis2 label=('Hafta') minor=none;
proc gplot;
    plot y*x=1 KUBIK*x=2 GOMPERTZ*x=3 LOGISTIC*x=4 GAMMA*X=5
RICHARD*x=6 SCHNUTE*x=7 KPR*x=8 McNally*x=9 ModKom*x=10/frame
cframe=white
legend=legend1
    vaxis=axis1 haxis=axis2 overlay ;
run;

```

### EK-1. Yumurta ağırlıklarına ait SAS kodları

```

data;
input x y;
if x<=5 then x21=0; else x21=x-5;
if x<=7 then x56=0; else x56=x-7;
xs=x*x;
xq=x*x*x;
xq27=x21*x21*x21;
xq48=x56*x56*x56;
cards;
1 9.58
2 11.05
3 11.3
. .
. .
. .
. .

```

```

8  11.15
9  11.3
;
PROC glm;
  model y=x xs xq xq27 xq48;
  output out=new predicted=KUBIK;
run;
proc nlin;
  parameters a=7 b=0.5 c=4;
  ebx=exp(-b*x);
  ebx1=1-ebx;
  ebxc=(ebx1)**c;
  model y=a*ebxc;
  output out=new predicted=RICHARD;
  der.a=ebxc;
  der.b=a*x*c*ebx*ebx1**(c-1);
  der.c=a*ebxc*log(ebx1);
run;
proc nlin;
  parameters a=7 b=0.5 c=0.87;
  e=exp(b-c*x);
  model y=a/(1+e);
  output out=new predicted=LOGISTIC;
  der.a=1/(1+e);
  der.b=-a*e/(1+e)**2;
  der.c=a*e*x/(1+e)**2;
run;
proc nlin;
  parameters a=60 b=-0.22722 c=0.59524;
  bdx=exp(b-c*x);
  bcbdx=exp(-bdx);
  bbb=bdx*bcbdx*a;
  model y=bcbdx*a;
  output out=new predicted=GOMPertz;
  der.a=bcbdx;
  der.b=-bbb;
  der.c=x*bbb;
run;
proc nlin;
  parameters a=0.5 b=0.5 c=3 d=5;
  x1=0;
  x2=5.99;
  ex=(1-exp(-a*(x-x1)))/(1-exp(-a*(x2-x1)));
  model y=(c**b+(d**b-c**b)*ex)**(1/b);
  output out=new predicted=SCHNUTE;
run;
proc nlin;
  parms a=-50 b=50 c=-3;

  x0=-.5*b / c;

```

```

if x<x0 then
  model y=a+b*x+c*x*x;
else
  model y=a+b*x0+c*x0*x0;

if _obs_=1 and _iter_=. then do;
  plateau=a+b*x0+c*x0*x0;
  put / x0= plateau= ;
  end;
output out=b predicted=KwadSpl;
run;
legend1 frame cframe=white label=none cborder=black
position=center value=(justify=center);
symbol1 i=none c=black v=dot;
symbol2 i=spline c=black v=none l=1;
symbol3 i=spline c=brown v=none l=1;
symbol4 i=spline c=grey v=none l=1;
symbol5 i=spline c=purple v=none l=1;
symbol6 i=spline c=blue v=none l=1;
symbol7 i=spline c=green v=none l=1;
symbol8 i=spline c=RED v=none l=1;
symbol9 i=spline c=red v=none l=1;
symbol10 i=spline c=gold v=none l=1;
axis1 label=(angle=90 rotate=0 'Yumurta Ağırlığı (gr)') minor=none;
axis2 label=('Hafta') minor=none;
proc gplot;
  plot y*x=1 KUBIK*x=2 GOMPERTZ*x=3 LOGISTIC*x=4 RICHARD*x=6
SCHNUTE*x=7 KwadSpl*x=8/frame
cframe=white
legend=legend1
vaxis=axis1 haxis=axis2 overlay ;
run;

```