

155668

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**ESMER VE SİYAH ALACA SIĞIRLARDA BÜYÜME
EĞRİLERİNİN DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN
MODELLERLE ANALİZİ**

Bahri BAYRAM

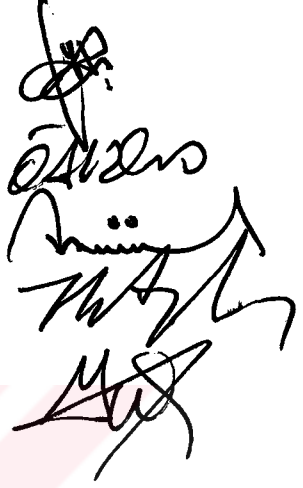
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2004**

Her hakkı saklıdır

Prof.Dr.Ömer AKBULUT.....danışmanlığında, Bahri BAYRAM tarafından
hazırlanan bu çalışma .23.09.2004.....tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Zootečni Anabilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr.Yavuz AKBAS..... İmza:
Üye: Prof.Dr.Ömer AKBULUT..... İmza:
Üye: Prof.Dr.Hacı TÜZEMEN..... İmza:
Üye: Prof.Dr.Hüseyin AYDIN..... İmza:
Üye: Prof.Dr.Mete YANAR..... İmza:




Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof.Dr.Mehmet ERTUĞRUL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ESMER VE SİYAH ALACA SIĞIRLARDA BÜYÜME EĞRİLERİNİN DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN MODELLERLE ANALİZİ

Bahri BAYRAM

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Ömer AKBULUT

Araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesi sığır sürüsünde 1987-1998 yılları arasında doğan Esmer ve Siyah Alaca dişi sığırların ağırlık-yaş verileri kullanılarak, ağırlığın yaşa göre değişimini açıklayan en iyi modeli tespit etmek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla 2 doğrusal (kuadratik ve kübik) ve 5 doğrusal olmayan (Brody, Bertallanfy, Logistik, Gompertz ve Richards) büyüme modelleri kullanılmıştır. Doğum-ergin çağ ağırlıklarının bireysel analizinde her iki ırka ait hayvanların büyüme eğrilerine en iyi uyumu Richards modeli vermiştir. Bu modelle tahminlenen A, B, k ve m parametreleri Esmerlerde 504 ± 6.89 kg, 0.6674 ± 0.0263 , $0.0573 \pm 0.0019/\text{ay}$ ve 3.8 ± 0.4 ; Siyah Alacalarda ise sırasıyla 492 ± 6.97 kg, 0.7708 ± 0.0341 , $0.0537 \pm 0.0031/\text{ay}$ ve 3.5 ± 0.9 şeklinde olmuştur. Richards modeline ait parametrelerden A ve k' ya doğum yılının, B'ye doğum yılı ve ırkın, m parametresine ise doğum yılı ve mevsimin etkisi çok önemli ($P < 0.01$) çıkmıştır. Ana yaşının ise parametrelere etkisi önemsiz bulunmuştur. Doğum-3 yaş dönemindeki ağırlık-yaş verilerinin doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle bireysel analizinde, R^2 istatistiği bakımından modeller arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Fakat HKO istatistiği bakımından en iyi sonucu Richards modeli vermiştir. A, B, k ve m parametreleri Esmerlerde 456 ± 7.11 kg, 0.4595 ± 0.030 , $0.0826 \pm 0.030/\text{ay}$ ve 7.4 ± 1.0 ; Siyah Alacalarda ise 429 ± 8.30 kg, 0.4349 ± 0.0378 , $0.1016 \pm 0.0132/\text{ay}$ ve 9.2 ± 1.1 şeklinde tahminlenmiştir. Doğum-3 yaş dönemine ait ağırlıklardan tahminlenen parametrelerden A'ya ırkın, B'ye doğum yılının, k'ya ana yaşının ve m parametresine ise doğum yılının etkisi çok önemli ($P < 0.01$), k parametresine ise doğum yılının etkisi önemli ($P < 0.05$) çıkmıştır. Doğum-ergin çağ ve doğum-3 yaş dönemine ait ağırlıklardan tahminlenen parametreler arasında istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0.01$) farklılıklar bulunmuştur. Gerek doğum-ergin çağ ve gerekse doğum-3 yaş döneminde elde edilen parametreler arasındaki fenotipik ilişki, doğum ağırlığı yüksek olan hayvanların daha hızlı geliştiklerini, ergin ağırlığa daha erken ulaştıklarını ve ergin ağırlığının daha düşük olduğunu göstermiştir. Doğum-ergin çağ dönemine ait parametreler ile bu parametrelerin elde edildiği hayvanlara ait 1. ve 2. laktasyon süt verimleri arasındaki fenotipik korelasyonlar genelde çok düşük olmuştur. İki ırka ait kayıtlar birleştirilerek elde edilen düzeltilmemiş 2. laktasyon süt verimi ile m parametresi arasında, Siyah Alaca sığırlarda ise hem düzeltilmiş (buzağılama yılı ve mevsimi) hem de düzeltilmemiş 2. laktasyon süt verimi ile B parametresi arasında önemli ($P < 0.05$) bir ilişki saptanmıştır.

2004, 100 sayfa

Anahtar Kelimeler: İsviçre Esmeri, Siyah Alaca, Büyüme eğrileri, Doğrusal ve doğrusal olmayan modeller, Ergin canlı ağırlık

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

ANALYSIS OF GROWTH CURVE IN BROWN SWISS AND HOLSTEIN FRIESIAN COWS USING LINEAR AND NON-LINEAR MODELS

Bahri BAYRAM

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Ömer AKBULUT

This study was carried out to determine the best fitting model to weight-age data of Brown Swiss and Holstein Friesian cows born between 1987-1998 Research and Application Farm of college of Agriculture at Atatürk University. Quadratic and cubic models as linear in parameters and Brody, Bertalanffy, Logistic, Gompertz and Richards models as non-linear in parameters were used in present study. The Richards model gave the best fit to growth curves of both breeds in terms of individual analysis of birth-mature live weights. A, B, k and m parameters belonging to Richards model were 504 ± 6.89 kg, 0.6674 ± 0.0263 , 0.0573 ± 0.0019 /month and 3.8 ± 0.4 for Brown Swiss, 492 ± 6.97 kg, 0.7708 ± 0.0341 , 0.0537 ± 0.0031 /month and 3.5 ± 0.9 for Holstein Friesian, respectively. While the effects of birth year, breed and season on Richards model parameters (A, B, k and m) were found statistically significant, the influence age of dam on these parameters was not significant. Although differences of R^2 among linear and non-linear models in individual analysis of weight-age data obtained between birth and 3 years of age were not significant, Richards model gave better fitting accuracy to dairy cattle data in terms of mean residuals square. A, B, k and m parameters were determined to be 456 ± 7.11 kg, 0.4595 ± 0.030 , 0.0826 ± 0.030 /month and 7.4 ± 1.0 for Brown Swiss, 429 ± 8.30 kg, 0.4349 ± 0.0378 , 0.1016 ± 0.0132 /month and 9.2 ± 1.1 for Holstein Friesian, respectively. The effects of breed, birth year and mother age on A, B, k and m parameters obtained from weights belonging to birth-3 years of age were found significant. In addition to the differences among parameters estimated from weights of both breeds relating to birth-mature live weight and birth-3 years of age were statistically highly significant. Phenotypic correlation among parameters obtained from birth-mature weight and birth-3 years of age showed that animals with higher birth weight have high daily weight gain. In addition, these animals attained to their mature live weight in a shorter time and had lower mature live weight. In general, phenotypic correlations between first or second lactation milk yields and parameters were lower in this study. While correlation between m parameter and uncorrected second lactation milk yield from combined records of both breeds was significant, the correlation between corrected and uncorrected second lactation milk yield and B parameter was found statistically significant for Holstein Friesian.

2004, 100 pages

Keywords: Brown Swiss, Holstein Friesian, Growth curves, Linear and non-linear models, Mature live weight

TEŞEKKÜR

Akademik çalışmalarında ve doktora tezi olarak sunduğum bu araştırmada destek, yardım ve teşvikleri ile yol gösteren kıymetli hocam Sayın Prof.Dr. Ömer AKBULUT'a

Zootekni Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Hakkı EMSEN'e,

Tecrübe ve bilgi birikimleri ile sığırcılık şubesinde bizlere rahat bir çalışma ortamı sağlayan ve bu çalışmada kullanılan verilerin toplanmasında çok büyük emeği geçen hocalarım Sayın Prof.Dr. Naci TÜZEMEN, Sayın Prof.Dr. Mete YANAR, Sayın Yrd.Doç.Dr. Recep AYDIN'a ve asistan arkadaşlarıma,

Doktora çalışması süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Muhlis MACİT ile Sayın Doç. Dr. Nurinisa ESENBUĞA'ya ve Zootekni Bölümünün değerli elemanlarına sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bahri BAYRAM

Eylül 2004

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	25
3. 1. Materyal.....	25
3. 1. 1. Hayvan Materyali.....	25
3. 1. 2. Sürü İdaresi ve Beslenmesi.....	25
3. 2. Yöntem.....	26
3. 2. 1. Canlı Ağırlıkların Ölçülmesi.....	26
3. 2. 2. Canlı Ağırlık-Yaş Veri Setlerinin Oluşturulması.....	27
3. 2. 3. Verilerin Analiz ve Verilerin Analizinde Kullanılan Büyüme Modelleri...	28
3. 2. 4. Modellerin Karşılaştırılması.....	32
3. 2. 5. Model Parametrelerine Etkili Faktörlerin Belirlenmesi.....	33
3. 2. 6. Model Parametreleri ile Süt Verimi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi....	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	35
4. 1. Ağırlık-Yaş Verilerinin Birlikte Analizi.....	35
4. 1. 1. Doğum-Ergin Çağ Ağırlıklarının Birlikte Analizi.....	35
4. 1. 1. 1. Doğum-Ergin Çağ Verilerinin Doğrusal Modellerle Analizi.....	36
4. 1. 1. 2. Doğum-Ergin Çağ Ağırlıklarının Doğrusal Olmayan Modellerle Analizi.....	37
4. 1. 1. 3. En İyi Modelin Tespiti ve Gözlenen Ağırlıklar ile Tahminlenen Ağırlıkların Karşılaştırılması.....	40
4. 2. Ağırlık-Yaş Verilerinin Bireysel Analizleri.....	52
4. 2. 1. Doğum-Ergin Çağ Ağırlıklarının Bireysel Analizi.....	52
4. 2. 1. 1. Doğum-Ergin Çağ Ağırlıklarının Doğrusal Modellerle Analizi.....	52
4. 2. 1. 2. Doğum-Ergin Çağ Ağırlıklarının Doğrusal Olmayan Modellerle Bireysel Analizi.....	55
4. 2. 1. 3. En İyi Modelin Tespiti.....	62
4. 2. 1. 4. Doğum-Erken Çağ Döneminde Richards Modeli Parametrelerine Etkili Faktörler.....	65
4. 2. 1. 5. Doğum-Ergin Çağ Döneminde Richards Model Parametreleri Arasındaki Fenotipik Korelasyonlar.....	69
4. 3. Doğum-Erken Çağ Ağırlıklarının Bireysel Analizi.....	72
4. 3. 1. Doğum-Erken Çağ Ağırlıklarının Doğrusal Modellerle Bireysel Analizi.....	72
4. 3. 2. Doğum-Erken Çağ Ağırlıklarının Doğrusal Olmayan Modellerle Bireysel Analizi.....	74
4. 3. 3. Doğum-Erken Çağ Verilerinin Analizinde En İyi Modelin Seçimi.....	77
4. 3. 4. Doğum-Erken Çağ Döneminde Richards Modeli Parametrelerine Etkili Faktörlerin Analizi.....	80
4. 3. 5. Doğum-Erken Çağ Döneminde Richards Modeli Parametreleri	

Arasındaki Fenotipik Korelasyonlar.....	83
4. 4. Doğum-Ergin Çağ ve Doğum-Erken Çağ Dönemine Ait Ağırlıklardan Tahminlenen Parametrelerin Karşılaştırılması.....	86
4. 5. Richards Modeline Ait Parametreler ile 1. ve 2. Laktasyon Süt Verimi Arasındaki İlişkiler.....	88
5. SONUÇ.....	92
KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ	



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Esmer ırk sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde doğrusal modellerle tahminlenen büyüme eğrileri.....	46
Şekil 4.2 Esmer sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde doğrusal olmayan modellerle tahminlenen büyüme eğrileri.....	47
Şekil 4.3 Esmer sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde modellere ait tahminlerin gözlenen değerlerden göstermiş oldukları sapmaların miktarları.....	48
Şekil 4.4. Siyah Alaca sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde doğrusal modellerle tahminlenen büyüme eğrileri.....	49
Şekil 4.5 Siyah Alacalarda doğum-ergin çağ döneminde doğrusal olmayan modellerle tahminlenen büyüme eğrileri.....	50
Şekil 4.6 Siyah Alaca sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde modellere ait tahminlerin gözlenen değerlerden göstermiş oldukları sapmaların miktarları	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1.	Farklı Modellerle Elde Edilen Parametreler Arasındaki Fenotipik Korelasyonlar.....	16
Çizelge 2. 2.	Holstein, Ayrshire ve Holstein x Ayrshire Melezlerinde Richards modeli ile tahminlenen büyüme eğrisi parametreleri.....	19
Çizelge 3. 1.	Veri setlerine göre hayvan sayıları.....	28
Çizelge 3. 2.	Büyüme eğrilerinin tahminlenmesinde kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan modeller.....	29
Çizelge 3. 3.	Doğrusal olmayan modellere ait tanımlayıcı bazı özellikler.....	30
Çizelge 4. 1.	Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal modellerle birlikte analizi sonucu elde edilen parametreler.....	36
Çizelge 4. 2.	Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle birlikte analizi sonucu elde edilen parametreler.....	38
Çizelge 4. 3.	Esmer sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde gerçek ve tahminlenen ağırlıklar ile tahminlenen ağırlıklara ait sapmalar....	41
Çizelge 4. 4.	Siyah Alaca sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde gerçek ve tahminlenen ağırlıklar ile tahminlenen ağırlıklara ait sapmalar....	42
Çizelge 4. 5.	Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametreler.....	53
Çizelge 4. 6.	Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametreler.....	56
Çizelge 4. 7.	Modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 4. 8.	Doğrusal ve doğrusal olmayan modellere ait R^2 ve HKO istatistiklerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	64
Çizelge 4. 9.	Richards modeline ait parametrelere etkileri incelenen faktörlerin önemlilik durumları, faktörlerin alt gruplarına ait en küçük kareler ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	67
Çizelge 4.10.	Richards modeline ait parametreler arasındaki fenotipik korelasyonlar.....	69
Çizelge 4.11.	Doğum-erken çağ ağırlıklarının doğrusal modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametrelerin ortalamaları ve standart hata değerleri.....	73
Çizelge 4.12.	Doğum-erken çağ ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametrelerin ortalamaları ve standart hata değerleri.....	75
Çizelge 4.13.	Modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	78
Çizelge 4.14.	Modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	79
Çizelge 4.15.	Richards modeline ait parametrelere etkileri incelenen faktörlere ait en küçük kareler ortalamaları, çoklu karşılaştırma testi ve varyans analiz sonuçları.....	81

Çizelge 4.16.	II. veri setinde Richards modelinden elde edilen parametreler arasındaki fenotipik korelasyonlar.....	84
Çizelge 4.17	I. ve II. veri setinde Richards modeline ait parametrelerin en küçük kareler ortalamaları ve varyans analiz sonuçları.....	87
Çizelge 4.18.	Model parametreleri ile 1. ve 2. laktasyona ait düzeltilmemiş süt verimleri arasındaki fenotipik korelasyonlar.....	90
Çizelge 4.19.	Model parametreleri ile 1. ve 2. laktasyona ait düzeltilmiş süt verimleri arasındaki fenotipik korelasyonlar.....	91



1.GİRİŞ

İnsanlara ekonomik fayda sağlayan evcil hayvanlarda, ele alınması ve üzerinde durulması gereken en önemli özelliklerden birisi büyümedir. Canlılarda birim zamanda hacim ve kütlede meydana gelen artış büyüme olarak tanımlanmakla birlikte, büyümenin herkesçe benimsenmiş standart bir tanımı bulunmamaktadır. Büyüme, canlının bu özellik bakımından genetik potansiyeli, beslenme ve bulunduğu çevre arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkan türe hatta ırka has kalıtsal bir karakterdir.

Büyüme belirli bir zaman aralığında, ağırlık ve boyutlarda meydana gelen artış olarak sınırlandırmak mümkün değildir. Çünkü, büyüme doğum öncesi dönemden başlayarak, ergin döneme kadar pek çok faktör tarafından etkilenen kompleks bir olaydır.

Genel olarak, büyüme için en fazla kullanılan ortak tanım, birim zamanda canlıların kütlesinde meydana gelen artış şeklindedir (Trenkle ve Harple 1983, Efe 1990, Owens *et al.* 1993, Çıtak vd 1998, Akbaş vd 1999).

Hayvanlarda büyüme ve gelişme, çeşitli araştırmacılar tarafından değişik şekillerde tanımlanmıştır. Bethard (1997), ağırlıkta meydana gelen artış ile hayvanların çeşitli doku ve organlarında meydana gelen fonksiyonel değişiklikleri büyüme olarak tanımlamıştır. Maciejowski ve Zieba (1982) ise, vücut kısımlarının oranlarındaki değişimler ve yeni biyolojik fonksiyonların kazanılması sonucu ortaya çıkan tüm morfolojik ve fizyolojik değişimleri gelişme olarak tarif etmişlerdir. Tanımlardan da anlaşılacağı üzere, büyüme ve gelişme birbirini takip eden veya birlikte cereyan eden olaylardır. Bu yüzden büyüme ve gelişmeyi birbirinden ayırt etmek mümkün değildir.

Trenkle ve Marple (1983) ise birbirine bağımlı olaylar olduğu için, büyüme ve gelişme arasında mutlak anlamda bir fark olmadığını ifade etmişlerdir. Söz konusu araştırmacılar tarafından büyüme ve gelişme, zooteknin hayvan besleme, genetik-ıslah ve fizyoloji ile et bilimi dallarının bir bütünleşmesi olarak tanımlanmıştır.

Büyüme ve gelişme, doğum öncesi (prenatal) dönemde başlayıp, ergin dönemde sona ermektedir. Bu anlamda düşünüldüğünde, genel olarak büyüme ve gelişme birlikte ele alınıp, büyüme olarak tanımlanmaktadır (Maciejowski ve Zieba 1982).

Biyolojik büyüme süreci, hücre sayısında (hyperplasia) ve hücre büyüklüğünde (hypertrophy) meydana gelen artışı içermektedir. Bütün çiftlik hayvanlarında doğum öncesi büyüme hyperplasi ile gerçekleşmektedir. Daha sonraki büyüme ise, hayvanlar erginleşinceye kadar hipertropi olayının gerçekleşmesiyle meydana gelmektedir (Trenkle ve Marple 1983, Owens *et al.* 1994, Bethard 1997).

Büyüme hızı ise, birim zamanda canlı ağırlıkta meydana gelen değişim olarak tanımlanmaktadır.

Büyüme ve büyüme hızında gözlenen farklılıkların seleksiyon kriteri olarak kullanılması, pratik hayvan yetiştiriciliğinde bu özelliklerin çok önemli olduğunu göstermektedir. Hayvanlarda büyüme hızı, mutlak ve nispi büyüme hızı olmak üzere iki şekilde belirlenmektedir. Mutlak büyüme hızı, canlılarda birim zamanda ağırlıkta meydana gelen tek yönlü değişim olarak tanımlanmaktadır. Nispi büyüme hızı ise, alınan iki ağırlık arasındaki yüzde büyüme hızı olarak ifade edilmektedir. Mutlak ve nispi büyümede elde edilen büyüme oranları çok güvenilir sonuçlar değildir. Çünkü kısa bir zaman dilimindeki ağırlık veya ağırlık artış oranı üzerine çevre şartlarının etkisi çok büyüktür. Bunun yerine, hayat boyu ağırlıklar alınıp, uygun bir büyüme modeli ile parametreler tahminlendiğinde, bu parametreler çeşitli çevresel faktörlerin ağırlık ve ağırlık artışı oranı üzerindeki net etkisini azaltır (Brown *et al.* 1976).

Hayvanlarda en doğru büyüme hızı, çeşitli çevre şartlarından bağımsız olarak, doğum-ergin dönemi kapsayan periyotta hesaplanan hayat boyu büyümedir. Fakat uygulamada bunun tespit edilmesi mümkün olmadığı için, bunun yerine, ağırlığın yaşa göre birinci derecede türevinin alınması ($\frac{dw}{dt}$), en doğru büyüme hızı olarak ifade edilmiştir (Bethard 1997). Eşitliğin integrali alındığı zaman ise, bu eşitliğin türetildiği

matematiksel büyüme fonksiyonu elde edilmektedir. Yani önce ağırlığın yaşa göre türevi,

$$\frac{dw}{dt} = k.W \text{ şeklinde yazılır. Daha sonra da bu eşitliğin integrali}$$

$$\int_A^w \frac{dw}{w} = k \int_0^t dt \text{ şeklinde alınarak,}$$

$\ln W = \ln A + k.t$ eşitliği elde edilir. Eşitliğin her iki tarafının eksponenti alındığında, eşitliğin türetildiği büyüme modeli $W = Ae^{kt}$ (Gompertz büyüme modeli) elde edilir.

Büyüme sürecini açıklayan parametreler, farklı büyüme modelleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Modeller arasında parametre sayısı ve parametrelerin biyolojik anlamlılığı bakımından da önemli farklılıklar vardır. Bütün büyüme modellerinde tahminlenen A ve k parametreleri aynı anlamı taşımaktadır.

Gerek büyüme hızının doğru bir şekilde ifade edilmesi, gerekse büyümenin biyolojik sürecini açıklayan bazı parametreler olarak ergin canlı ağırlık (A), erginleşme hızı (k), doğumdan sonra meydana gelen canlı ağırlık kazancı (B), maksimum büyüme oranının meydana geldiği değişim noktası (m) ve bu parametreler kullanılarak hesaplanan mutlak ve nispi büyüme hızı hayvan yetiştiriciliğinde çok yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır.

Canlıların yaşa bağlı olarak büyümelerinde göstermiş olduğu değişim, büyüme eğrisi olarak isimlendirilir (Goonewardene *et al.* 1981, Kocabaş vd 1997, Çıtak vd 1998). Büyüme eğrisi, genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenen büyümenin matematiksel ifadesini vermektedir. Diğer bir ifade ile büyüme eğrisi hayvanın ağırlığı ve yaşı arasındaki matematiksel ilişkiyi göstermektedir (Bethard 1997).

Büyüme eğrileri daha çok vücut ağırlığı olmak üzere, canlının yaşadığı süre içinde diğer büyüme özelliklerinin zaman içindeki değişimini tanımlayan bir eğriyi ifade etmektedir. Daha genel bir anlamda bunlara ağırlık-yaş eğrisi de denilmektedir (Efe 1990).

Büyüme eğrileri, canlının bütün vücut kısımlarındaki büyüme ve olgunlaşma için doğuştan getirdiği yeteneği ve bu yeteneğin ortaya çıktığı çevre arasındaki hayat boyu ilişkiyi yansıtmaktadır (Fitzhugh 1976).

Canlı ağırlık artış hızı, erginleşme hızı, ergin canlı ağırlık ve bunlarla ilişkili özelliklerin ekonomik öneminin anlaşılması, bilim adamları, zooteknistler ve özellikle yetiştiriciler arasında hayat boyu canlı ağırlık-yaş ilişkisinin irdelenmesinde artan bir ilginin uyanmasına neden olmuştur (Brown *et al.* 1976, Lopez de Torre ve Rankin 1978, Krieter *et al.* 1987). Bunun sonucu olarak, günümüzde büyüme eğrileri başta hayvancılık olmak üzere, ziraat, biyoloji, mühendislik ve ekonomi gibi pek çok bilim dalında yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Büyüme eğrilerindeki bilgiyi biyolojik anlam veren parametrelerle özetleyen modellere büyüme eğrisi modeli (growth curve) veya büyüme fonksiyonu (growth function) denilmektedir.

Büyüme modelleri, büyüme olayının biyolojik olarak anlaşılması için gerekli olan bilgiyi özetlerler. Böyle modeller, büyümenin sona erdiği ergin canlı ağırlığa ulaşılan döneme kadarki büyümenin fizyolojik mekanizmasını açıklayan biyolojik parametrelere sahiptirler (Menchace *et al.* 1996, Behr *et al.* 2001). Bu parametreler sayesinde, karmaşık yapıya sahip olan büyüme sürecinin anlaşılması ve bu süreç içerisinde büyümeye etkili faktörlerin tespiti sağlanmaktadır (Brown *et al.* 1976).

Hayvan yetiştiriciliği yapılan işletmelerde, belirli amaçlar için hayvanlar periyodik olarak veya belirli yaş dönemlerinde tartılırlar. Elde edilen bu verilerden, hayvanların büyüme olayını açıklamak ve hayvanları birbirleriyle karşılaştırmak her zaman mümkün değildir. Çünkü periyodik ölçümler, her bir hayvan için farklı yaş dönemlerine tekabül edebilir ve belirli bir yaşa göre düzeltmeyi gerektirir. Belirli bir yaş dönemleri esas alınarak yapılan ölçümler ise, farklı mevsim veya yıllarda elde edilebilir. Bu nedenlerle çeşitli dönemlerde alınmış bilgileri, matematiksel bir büyüme modeli

kullanılarak, büyüme olayının biyolojik anlamını da veren bir kaç parametre ile özetlemek mümkündür (Brown *et al.* 1976, Lopez de Torre ve Rankin 1978).

Hayvanlarda büyüme modeli kullanılarak çeşitli büyüme özelliklerinin tahmini ilk olarak Brody (1945) tarafından gerçekleştirilmiş, daha sonra Richards (1959) tarafından yapılan çalışma ile hız kazanmıştır. Günümüzde, daha çok araştırmacıların ismine atfen adlandırılan Logistic, Gompertz, Brody, Bertalanffy ve Richards modelleri hayvancılıkta en fazla kullanılan büyüme modelleridir (Brown *et al.* 1976, Perotto *et al.* 1992, Akbaş 1995, Bathaei ve Leroy 1998).

Uygulamada hayvanların ağırlık yaş ilişkisinin belirlenmesi, çok büyük masraf ve zaman gerektirebilmektedir. Bu yüzden pratikliği sağlamak için bir hipoteze dayalı olarak geliştirilmiş ve büyümeyi açıklayacak genel bir modelin kullanılması önerilmiştir (Krieter *et al.* 1987). Kullanılacak böyle bir büyüme modeli, eldeki veriler için uygun bir model olarak kabul edilmesi ve istatistiksel olarak uygunluğunun önemli bulunması ile mümkündür (Koçabaş vd 1997). Uygulamalı bir çalışma sonucu, büyüme olayını açıklayacak olan böyle bir modelin, tüm yaşlardaki verilerde olduğu gibi, herhangi bir yaştaki verilere de uyum sağlaması gerekir. Böyle elverişli bir büyüme modeli tespit edildikten sonra, bu model, büyümeyi açıklama, tahmin etme ve karşılaştırma yapma amacıyla kullanılabilir (Goonewardene *et al.* 1981).

Ağırlık-yaş ilişkisinin belirlenmesi amacıyla kullanılan modeller, doğrusal (linear) ve doğrusal olmayan (non-linear) modeller olmak üzere iki grupta incelenebilir. Doğrusal olmayan modellerin tahminlenmesi, doğrusal modellere göre daha zordur. Bu modellerde doğrusal modelde olduğu gibi, bağımsız değişkenlerin basitçe listelenmesi yerine, regresyon eşitliğinin yazılması, parametrelerin tanımlanması ve bunlar için başlangıç değerinin seçilmesi ve parametrelere bağlı olarak modellere ait türevlerin belirtilmesi gerekmektedir (Yakupoglu ve Akbaş 1999).

Sığırlarda büyüme olayını açıklamak için doğrusal olmayan modeller daha fazla kullanılmaktadır. Çünkü, erken yaş dönemlerinde canlı ağırlık ve boyutlardaki değişim doğrusal regresyon modeli ile tanımlanabilir. Fakat daha sonraki yaşlarda büyüme hızı doğrusal artış göstermez. Bu durumda doğumdan ergin canlı ağırlık ve boyutlara ulaşincaya kadar geçen zaman içindeki değişmeyi tahminlenmek için doğrusal olmayan modellerin kullanımını gerektirmektedir (Çıtak vd 1998). Sığırlarda büyüme ve laktasyon süt verimi gibi doğrusal olmayan bir yapı sergileyen sistemlerin tanımlanmasında, doğrusal olmayan modellerin kullanılmasının gerektiği bildirilmiştir (Yakupoğlu ve Akbaş 1999).

Canlılarda doğumdan ölüme kadar alınan boy veya ağırlık ölçümlerine büyüme modellerinin uyumu sağlandığında, elde edilen eğriler genellikle “sigmoid eğrisi” olarak adlandırılan “S” biçiminde şekillenmektedir. (Goonewardene *et al.* 1981, Maciejowski ve Zieba 1982, Yakupoğlu ve Atıl 2001). Sigmoid eğriler, artan miktarlarda büyüme (hız kazanan, the self-accelerating phase) ve azalan miktarlarda büyüme (hız kesen, the self-inhibiting phase) olmak üzere iki devreye ayrılır. Sigmoid eğrilerde bu iki nokta, eğrinin şeklinin dış bükeyden iç bükeye geçtiği noktada meydana gelen değişim noktası (point of inflection) tarafından birbirininden ayrılırlar (Gille 1989). İskelet, organ ve kaslaşmanın yoğun olarak meydana geldiği I. devrede hayvanlar ergin canlı ağırlığının %50-60'ına ulaşmaktadırlar. II. devrede ise, iskelet ve organlardaki büyümenin yavaşladığı ve yağ depolanmasının arttığı devre şeklinde karakterize edildiği için sigmoid eğriler biyolojik büyüme olayını iyi bir şekilde tanımlayan eğrilerdir.

Hayvanların büyüme ve gelişmelerini belirleyen çalışmalar pek çok pratik öneme sahiptir. Bu yolla, uygun beslenme şekli tespit edilebilir ve birim zamandaki ağırlık artışı tahmin edilebilir. Ayrıca hayvanların üretime hazır olduğu zaman belirlenebilir. Daha da önemlisi, büyümede gözlenen farklılıklar seleksiyon kriteri olarak kullanılabilir (Maciejowski ve Zieba 1982).

Optimum yemleme programlarının araştırılmasında ve optimum kesim yaşının belirlenmesinde eğri parametreleri veya belirli bir yaştaki canlı ağırlık üzerine etkisinin araştırılmasında büyüme eğrilerinden yararlanılmaktadır (Akbaş 1996, Soysal vd 1999). Büyüme eğrisi modellerinin en önemli faydası, yaşa bağlı olarak farklı noktalarda elde edilen ve yorumlanması zor olan bilgilerin biyolojik olarak yorumlanmasıdır (Akbaş 1995).

Yukarıda vurgulandığı gibi, büyüme eğrilerinin belirlenmesi ve parametrelerin tahmin edilmesi sığırcılık işletmelerinde hem sürü idaresi, hem de seleksiyonda gerekli olan genetik değerlendirme için çok faydalı olmaktadır. Hatta son yıllarda pek çok çalışmada, büyüme eğrisi parametreleri ile çeşitli verim özellikleri (ilk buzağılama yaşı, ilk buzağılama ağırlığı, toplam buzağılama sayısı, sütten kesim ağırlığı, büyüme ve laktasyon performansı) arasındaki ilişkiler incelenmiş, söz konusu parametrelerin ıslah kriteri olarak kullanılması yönünde çalışmalar yapılmıştır (Marshall *et al.* 1984, DeNise 1985, Beltran *et al.* 1992, Lopez de Torre *et al.* 1992, Perotto *et al.* 1994, Kratochvilova 2001).

Yetiştiricilik açısından biyolojik ve ekonomik öneme sahip olan büyüme eğrileri ile ilgili tahminlerde güvenilir bir sonuç elde etmek için, model seçimi çok önemlidir. Sığırcılık yapılan işletmelerde büyüme modelinden çok amaçlı faydalanmak için kullanılan modelden elde edilen sonucun güvenilir olması gerekmektedir. Buda en iyi modelin uygulamalı bir çalışma sonucu elde edilebileceğini göstermektedir.

Dış ülkelerde çeşitli sığır ırklarında büyüme eğrisini en iyi açıklayacak modeli belirlemek amacıyla, geniş ve kapsamlı çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalarda, en iyi uyumu verecek modeli belirlemek amacıyla kullanılan modeller, çeşitli kriterler bakımından birbirleriyle mukayese edilmiştir. En iyi sonucu veren büyüme eğrisi modeli ile elde edilen parametrelerin kalıtsallıkları ve parametrelere çeşitli çevresel faktörlerin etkileri geniş bir şekilde incelenmiştir.

Türkiye’de ise, sığırlarda yapılmış olan büyüme eğrisi ile ilgili mevcut çalışma sayısı çok sınırlıdır. Bu kapsamda Akbulut (1999), Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda yaşa bağlı olarak canlı ağırlıktaki değişimi doğrusal modellerle incelemiştir. Akbulut ve Bayram (2000), Esmer ve Siyah Alaca ırk buzağılarda hayatın erken dönemlerindeki ağırlıkları kullanarak, bu hayvanlarda canlı ağırlık değişimini incelemiştir. Doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin birlikte kullanıldığı tek çalışmada ise (Akbaş *et al.* 2001), Siyah Alaca sığırlarda doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin büyümeyi açıklamadaki etkinliği araştırılmıştır. Bunların haricinde, sığırlarda büyüme eğrisi ile ilgili uygulamalı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Yüksek rakımı ve sert iklimi ile bilinen Erzurum ovası şartlarında alternatif olarak yetiştirilen Esmer ve Siyah Alaca ırk sığırların büyüme modellerinin bilinmesinin önemli bir bilgi birikimi sağlayacağı düşünülmüştür. Bu amaçla, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesi Sığırcılık Şubesi’nde yetiştirilen Esmer ve Siyah Alaca sığırların;

- 1-Doğum-erken çağ (doğum 3 yaş) dönemi ve doğum-ergin çağ dönemlerine ait iki farklı veri setinde genel büyüme seyrini açıklayacak en iyi modeli belirlemek,
- 2-Her bir hayvana ait bireysel ağırlıklar kullanılarak, doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle doğum-üç yaş ve doğum-ergin çağ dönemindeki bireysel büyüme eğrisi modelini tahminlemek,
- 3-Her iki veri setinde de tespit edilen en iyi modelin parametrelerine etkili çevre faktörlerini tespiti ve parametreler arasındaki fenotipik korelasyonları belirlemek,
- 4-Bireysel analizler sonucu, doğum-üç yaş ve doğum-ergin çağ döneminde elde edilen parametreleri karşılaştırılarak, her iki ırkta büyüme eğrisi parametre tahminlerinin doğum-üç yaş döneminde yapılıp yapılmayacağını belirlemek,
- 5-Büyüme eğrisi parametreleri ile 1. ve 2. laktasyon süt verimi arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi, bu çalışmanın kapsamını oluşturmuştur.

Ayrıca bu çalışma, adı geçen araştırma sürüsünde daha sonraki yıllarda büyüme eğrisi ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda uygun modelin seçimine ışık tutacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle canlı ağırlık-yaş ilişkisini inceleyen ve büyüme eğrisi parametrelerini tahminlemeyi amaçlayan çalışmalar kronolojik olarak özetlenmiştir.

Brown *et al.* (1976), Hereford, Brahman ve Hereford x Brahman melezleri ile Jerseylerde büyümeyi en iyi açıklayacak modeli belirlemek amacıyla, Bertalanffy, Gompertz, Logistic, Brody ve Richards büyüme modellerini karşılaştırmalı olarak ele almışlardır. Birinci sürüde et ırkı hayvanlardan, 2. sürüde süt ırkı hayvanlardan elde edilen parametreler arasında önemli farklılıkların olduğunu, bu farklılığın et ırkı hayvanlar ile süt ırkı hayvanlar arasında genetik, çevresel farklılık ile söz konusu ırklarda büyümenin farklı olmasından ileri geldiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada et ırkı hayvanlarda en iyi uyumu veren Richards modeli ile elde edilen ortalama ergin canlı ağırlık (A), erginleşme hızı (k), integrasyon sabiti (b) ve değişim noktası (m) gibi parametreler sırasıyla 509 kg, 0.087/ay, 0.80 ve 2.55 ve iken, Jerseylerde bu değerler sırasıyla 424 kg, 0.058/ay, 0.70 ve 2.94 şeklinde olmuştur. Gompertz ve Logistic modeli erken dönem ağırlıklarını (doğum-6 ay) genellikle olduğundan daha yüksek, Logistic fonksiyonu ise ergin canlı ağırlığını daha düşük değerde tahmin etmiştir. Brody modeli ise, 6 aylık dönemden sonraki ağırlıklara en az Richards modeli kadar iyi bir şekilde uyum göstermekle birlikte, erken dönem ağırlıklarını olduğundan ya daha düşük yada daha yüksek tahminlemiştir. Bertalanffy modeli bütün yaştaki verilere iyi bir uyum göstermekle birlikte, doğum-6 aylık dönemdeki ağırlıkları daha yüksek tahminlemiştir. Logistic modelinin ise erken dönem ağırlıklarını olduğundan daha yüksek, buna karşın ergin canlı ağırlığı daha düşük tahminlediği için sığırlarda büyümeyi açıklamada yetersiz olduğu bildirilmiştir. Richards modeli ise bütün yaşlarda diğer modellere göre daha iyi uyum göstermiştir. Araştırmacılar buna ilave olarak, en iyi tahmini veren modelin seçimi için, elde edilen parametrelerin biyolojik olarak açıklanabilir ve uygulanmasının kolay olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu durum göz önüne alındığında, dört parametrelili Richards modelinin diğer üç modele göre pratikte uygulanabilirliği daha zor olduğu görülmektedir. Modellerden elde edilen parametrelerin aynı biyolojik anlam

içerdiği varsayılmasına rağmen, anlam bakımından ergin canlı ağırlık (A) hariç, diğer parametrelerin bazı farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir. Modellerin karşılaştırılmasında hata kareler ortalaması kullanılmıştır. Hem Jerseylerde hem de et ırkı hayvanlarda en yüksek hatayı Logistic modeli vermiştir. Her iki sürüde de bu modeli, Gompertz modeli takip etmiştir. En iyi uyumu et ırkı sığırlarda Brody, süt ırkı sığırlarda Richards modeli vermiştir. Jersey ırkı hayvanlardan elde edilen hata kareler ortalaması (HKO), et ırkı sığırlar için elde edilenden daha küçük bulunmuştur. Jerseyler ait HKO'nın küçük çıkması, muhtemelen süt ırkı sığırların daha sabit çevre şartları altında bulunmasıyla ergin sığırların vücut ağırlıklarında meydana gelen dalgalanmanın daha az olmasından kaynaklanabileceği şeklinde izah edilmiştir.

Meksika'nın farklı iki bölgesinde ve ardışık iki yılda doğan 74 Hereford ve 84 Brangus sığırlarında, doğumdan 86 aylık yaşa kadar hayvanlar yılda iki kez tartılarak Brody modeli ile parametre tahminleri yapılmıştır. Herefordlarda ergin canlı ağırlık (443 kg) Branguslara göre (432) 11 kg daha ağır olmuş, fakat Branguslara göre ergin canlı ağırlığa daha geç ulaşmışlardır. Ergin ağırlığa ulaşma süresi Branguslarda 67 ay, Herefordlarda ise 79 ay olarak tespit edilmiştir. Doğum yılı ve bölge farklılığı Hereford sığırlarında ergin canlı ağırlığı etkilerken ($P<0.05$, $P<0.01$), Branguslarda bu faktörlerin etkileri önemsiz olmuştur. Erginleşme hızı, ırk ve hayvanın yetiştirildiği bölgelerden çok önemli düzeyde etkilenirken ($P<0.01$), doğum yılının etkisi önemsiz çıkmıştır (Lopez de Torre ve Rankin 1978).

Angus sığırlarında, büyüme eğrisi parametreleri tahminlerinin yapılabileceği en uygun yaşı belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla, Morrow *et al.* (1978), 2.5 yaşından 8.5 yaşına kadarki her yaş devresinde asimtotik canlı ağırlık (A) ve erginleşme hızı (k) tahminlerini yapmışlardır. Ortalama hayat boyu ergin canlı ağırlık ve erginleşme hızı tahminleri sırasıyla 497 kg ve 0.056/ay bulunmuştur. A parametresine ait en küçük tahmin, bütün sığırların en azından birinci laktasyonu tamamladığı 3.5 yaşında elde edilmiştir. k değeri için en yüksek tahmin ise, asimtotik değerin en düşük tahminlendiği 3.5 yaşında elde edilmiştir. Parametre tahminlerinde 4.5 yaşında bir dengeleme olayı meydana geldiği görülmekte, bu yaştan sonra çok büyük değişiklikler görülmemektedir.

A parametresine ait tahminlerin 3.5-4.5 yaşları arasında, k parametresine ait tahminlerin ise yaşın artmasıyla birlikte hafif bir azalma olacak şekilde 4.5-5.5 yaşlarında sabit olduğu görülmektedir. Bu durum, Angus sığırlarında genetik çalışmalar için, A ve k gibi büyüme eğrisi parametre tahminlerinin 4.5 yaşından sonra elde edilebileceğini göstermektedir. Henüz ilk buzağılamayı gerçekleştirmemiş dönemden önceki ağırlıklardan parametre tahminleri yapılması halinde, k parametresinin oldukça düşük ve A parametresinin ise çok yüksek tahminlendiği ifade edilmiştir (Morrow *et al.* 1978). Aynı çalışmada etkin parametre tahmini için model seçimi kadar, kullanılan ağırlıkların alındığı dönemde çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar ağırlık üzerine etkili en önemli iki faktörün besleme ve laktasyonun olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla en uygun modelle parametre tahmini yapılırken, en azından birinci laktasyon dönemini kapsayan ağırlıkların da mevcut olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Saf et ırkı Hereford ile Angus, Charollais ve Galloway'n çeşitli kombinasyonlarından oluşan melez dişi hayvanların ağırlık-yaş ilişkisini en iyi açıklayacak modeli belirlemek amacıyla Goonewardene *et al.* (1981) tarafından bir çalışma yürütülmüştür. Bu amaçla, Richards, Brody, Bertalanffy ve Logistic gibi doğrusal olmayan modeller kullanılmıştır. Modellerin karşılaştırılmasında belirleme katsayısı (R^2) ve hata kareler ortalaması (HKO) kullanılmıştır. Her iki ırkta en iyi uyumu Richards ve Brody modelleri vermiştir. Herefordlarda en yüksek belirleme katsayısı eşit olacak şekilde ($R^2=0.94.8$) Richard ve Brody modelinden elde edilirken, melez hayvanlarda ise, en iyi uyumu Richards modeli vermiş ($R^2=0.93.9$), bunu Brody modeli ($R^2=0.93.6$) takip etmiştir. Logistic model her iki ırkta da en düşük uyumu vermiştir. Hem Herefordlarda hemde melez hayvanlarda doğum ağırlığını en iyi tahminleyen Richards modeli olmuştur. Bertalanffy ve Logistic modelleri doğum ağırlığını yüksek tahminlerken, özellikle Logistic modelinde söz konusu farkın daha büyük olduğu ve doğum ağırlığının %100 daha yüksek tahminlendiği ifade edilmiştir. Ergin canlı ağırlığı en iyi Richards modeli tahminlemiş, bunu Brody modeli takip etmiştir. Genelde bütün modellerin ergin canlı ağırlığı olduğundan daha düşük tahminlediği ifade edilmiştir. Melez hayvanlar için Richards modeli ile elde edilen A, B, k ve m parametreleri sırasıyla, 522, 0.98, 0.13 ve 0.66, Herefordlarda ise aynı değerler 476, 0.96, 0.16 ve 0.85 şeklinde tahminlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda et ırkı sığırlarda büyümeyi açıklayan en iyi modelin, geniş bir değişim noktasına sahip olan Richards veya değişim noktası bulunmayan Brody olduğu ifade edilmiştir. Araştırmacılar değişim noktalarının sabit olmasından dolayı, Bertalanffy ve Logistic gibi modellerde, yakınsama az sayıda iterasyonla elde edildiği için, söz konusu modellerle doğum ağırlığını çok yüksek, ergin canlı ağırlıklarında daha düşük değerlerde tahminlediklerini bildirilmişlerdir. Bunun sonucu olarak, adı geçen bu iki modelin et ırkı sığırlarda ağırlık-yaş ilişkisine uyumunun çok zayıf olduğu bildirilmiştir.

McLaren *et al.* (1982), büyüme eğrisi parametrelerinin belirleneceği çalışmalarda, doğumdan bir yaşına kadar üç ayda bir, bir yaşından sonra ise hayvanların yılda bir kez tartılmasının etkili parametre tahminleri için yeterli olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar sonbahar, kış ve yaz gibi farklı mevsimlerde tartılan hayvanlarda en yüksek ergin canlı ağırlığın, kış mevsiminde elde edildiğini ayrıca ağırlıkların alındığı mevsimin hem A hem de k parametreleri üzerine etkisi çok önemli ($P<0.01$) bulmuşlardır. Buzağılama yaşının A parametresi üzerine çok önemli ($P<0.01$), k üzerine ise önemli ($P<0.05$) düzeyde etkili olduğu bildirilmiştir. Peş peşe hem iki hem de üç yaşında buzağılayan ineklerde, üç ve daha geç yaşlarda buzağılayan ineklere göre hem ergin canlı ağırlık hem de erginleşme oranı daha düşük olmuştur.

Japon Siyah Alaca dişi sığırlarda ağırlık-yaş değişimini açıklayacak en iyi modeli belirlemek amacıyla doğrusal olmayan (Brody, Logistic, Gompertz, Bertalanffy ve Richards) beş model kullanılmıştır (Wada *et al.* 1983). Modellerin karşılaştırılmasında, belirleme katsayısı (R^2) ve yakınsama için gerekli iterasyon sayısı kullanılmıştır. Söz konusu hayvanlarda ergin canlı ağırlık ve erginleşme hızı değerleri Brody modeli ile 456 ve 0.087; Logistic modeli ile 432 ve 0.218; Gompertz modeli ile 443 ve 0.131; Bertalanffy modeli ile 450 ve 0.104 ve Richards modeli ile 476 kg ve 0.069/ay olarak belirlenmiştir. Belirleme katsayısı Brody, Logistic, Gompertz, Bertalanffy ve Richards modelleri için 92.7, 92.0, 94.2, 94.8 ve 94.7 olmuş ve söz konusu modeller arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. Çalışmada en iyi sonucu, en yüksek R^2 (94.8) değerine sahip Bertalanffy modelinin verdiği bildirilmiştir.

Nadarajah *et al.* (1984) tarafından, Angus ve Angus x Holstein melezi sığırlarda Brody ve Richards modelleri ile bazı parametere tahminleri yapılmıştır. Bu iki modelin hayvanlarda aynı derecede uyum gösterdiği ve modellerin herhangi bir yönden birbirlerine üstünlük göstermedikleri ifade edilmiştir. Daha önceki çalışmalara paralel olarak, her iki model de erken dönemdeki ağırlıkları, daha geç dönemdeki ağırlıklara göre daha yetersiz tahminlemişlerdir. Holstein x Angus melezlerinde A, B, k ve m parametreleri Brody modeli ile 491, 0.92 ve 0.070; Richards modeli ile sırasıyla 494 kg, 0.95, 0.064/ay ve 0.877 şeklinde tahmin edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen parametreler arasında çok büyük farklılıklar gözlenmemiştir. Araştırmacılar dört parametrelili Richards modeli yerine üç parametrelili Brody modelinin kullanılmasının daha pratik olacağını vurgulamışlardır.

Saf et ırkı ve bunların melezi sığırlarda üç parametrelili Brody ve dört parametrelili Richards büyüme modelleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (DeNise ve Brinks 1985). Brody modelinin uygulanması, hesaplama kolaylığı ve yakınsama için gerekli iterasyon sayısı bakımından Richards modeline göre daha kolay bulunmasına rağmen, Richards modelinin daha düşük hata kareler ortalamasına (HKO) sahip olduğu ve eldeki verilere daha iyi uyum sağladığı tespit edilmiştir. Brody modelinde, doğum yılının A parametresine etkisi önemli ($P<0.05$), B ve k parametrelerine etkisi ise çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Richards modelinde ise doğum yılının A parametresine etkisi önemsiz, k parametresine önemli ($P<0.05$), B ve m parametrelerine ise etkisi çok önemli ($P<0.01$) çıkmıştır. Brody modeli ile melez hayvanların ergin canlı ağırlığı, saf yetiştirilen hayvanların ergin canlı ağırlığından 27.8 kg, Richards modeli ile ise 25.5 kg daha yüksek çıkmıştır. Her iki modelde de melez hayvanlara ait büyüme hızı, saf yetiştirilen hayvanlara göre daha yüksek çıkmıştır. Bu sonuç, melez hayvanların saf yetiştirilen hayvanlara göre ergin canlı ağırlığa daha çabuk ulaşacaklarını ve ergin canlı ağırlığın daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durumda hayvanlarda büyüme eğrisi parametrelerinin çeşitli verim özellikleriyle ilişkilendirilmesi halinde, sığırlarda büyüme eğrisi parametrelerinin istenilen yönde değiştirilmesinde, en uygun yolun melezleme olduğunu göstermektedir. Et ırkı sığırlarla yapılan çoğu çalışmada, sonuçların daha kolay elde edilmesi ve elde edilen parametrelerin biyolojik

açıklanabilirliklerinin daha uygun olması, Brody modelini Richards modeline göre daha kullanışlı hale getirmiştir.

Krieter *et al.* (1987) tarafından, süt ırkı hayvanlarından Kırmızı Alaca ve Siyah Alaca sığırlarda Gompertz, Logistic, Brody ve Bertalanffy modelleri kullanılarak, hangi büyüme modelinin daha uygun olduğu araştırılmıştır. Ayrıca araştırmacılar söz konusu çalışmada laktasyon ve gebeliğin canlı ağırlık üzerindeki etkisini göz önüne alarak, laktasyon ve gebelik için düzeltme katsayıları elde etmişlerdir. Bu katsayılar kullanılarak, laktasyon ve gebelik dönemindeki ağırlıklar düzeltildikten sonra analize tabi tutulmuştur. Daha önceki çalışmalara paralel olarak, hem Gompertz hem de Logistic modelleri doğum-6 aylık dönemdeki ağırlıkları olduğundan daha yüksek, buna karşın bu iki modelin ergin canlı ağırlıkları olduğundan daha düşük tahminlemiştir. Brody modeli ise, doğum-6 aylık erken dönemdeki ağırlıkların bir kısmını olduğundan daha yüksek, bir kısmını da daha düşük değerde tahminlemiştir. Araştırmacılar elde edilen sonuçlara göre, bu dört modelden hiç birinin söz konusu hayvanlarda büyümeyi tam olarak açıklamadığını, fakat Bertalanffy modelinin diğer üç modele göre daha iyi uyum gösterdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, hayvanlarda buzağılamadan sonra meydana gelen canlı ağırlık kaybının (buzağı, plesenta ve çeşitli sıvılar v.s.) yaklaşık 80 kg civarında olduğunu bildirmişlerdir. Laktasyon döneminde hayvanlara uygun bir besleme periyodunun uygulanması ile söz konusu faktörün canlı ağırlık üzerinde pek fazla etkili olmadığı ifade edilmiştir. Çalışmada, doğum-6 aylık devredeki erken dönem ağırlıklarını tam açıklayacak bir modelin olmadığını ve bireylerle modeller arasında çok güçlü bir interaksiyon bulunabileceğinden dolayı, sığırlarda büyüme periyodunu tam açıklayacak genel bir modelin olmayacağı bildirilmiştir. Bu çalışmada, bu iki problemi en az taşıyan Bertalanffy büyüme modeli en uygun model seçilmiştir. Modellerin karşılaştırılmasında hata kareler ortalaması kullanılmıştır. Genotipler karşılaştırıldığında, Kırmızı Alaca hayvanlarda büyüme hızı daha düşük (0.062, 0.068/ay) çıkmasına rağmen, ergin canlı ağırlıkları Siyah Alacalarda daha yüksek (645 kg, 596 kg) olmuştur.

Ağırlıkların alınış sıklığının büyüme eğrilerinin uyumu üzerinde etkisinin incelendiği çalışmada (Nobre *et al.* 1987), Nellore sığırlarını doğumdan-24 aylık yaşa kadar ayda bir, iki ayda bir ve üç ayda bir şeklinde tartmışlardır. Brody, Bertalanffy, Gompertz, Richards ve Logistic modellerin kullanıldığı çalışmada, bütün modellerde belirleme katsayısı %98'e eşit veya daha yüksek çıkmıştır. Söz konusu hayvanlarda en iyi sonucu Brody modeli vermiştir. Bir, iki ve üç aylık aralarla tartılan hayvanlarda Brody modeli ile belirleme katsayısı sırasıyla %98.4, 98.3 ve 98.4 olmuştur. Söz konusu farklılıkların önemsiz çıktığı çalışmada, etkili parametre tahmini için hayvanların üç ayda bir tartılmasının yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Esmer ırk sığırlarda, Brody modeli ile ergin canlı ağırlık (A) ve erginleşme hızı (k) 520 kg ve 0.055/ay şeklinde tespit edilmiştir. Araştırmada, 200, 365 ve 500 günlük yaşlardaki erginleşme oranları sırasıyla %37, 56 ve 65 olmuştur (Jenkins *et al.* 1991).

Gana yerli sığırlarında ağırlık-yaş ilişkisini en iyi Richards büyüme modeli açıklamıştır. Bertalanffy, Brody, Gompertz, Logistic ve Richards modelleri ile elde edilen belirleme katsayısı sırasıyla 96.04, 95.54, 96.03, 95.95 ve 96.22 olmuştur (Ahunu *et al.* 1995).

Brezilya'da kapalı şartlarda yetiştirilen Siyah Alaca sığırların Logistic, Brody, ve Richards modelleri ile büyüme eğrileri tahminlenmiştir. Logistic, Brody ve Richards modelleri ile ergin canlı ağırlık (A) 549, 660 ve 703 kg; erginleşme hızı (k) 0.0057, 0.0019 ve 0.0027/gün ve integrasyon sabiti (B) 6.98, 1.13 ve 0.72 şeklinde tahminlenmiştir (Freitas *et al.* 1998).

Doğrusal olmayan modellere ait parametrelerin tahmini yanında, bu parametreler arasındaki ilişkilerin incelenmesi de bir çok araştırmaya konu olmuştur. Literatürde bu kapsamda elde edilen bulgular çizelge 2.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1 incelendiğinde, büyüme modellerinden elde edilen parametreler arasındaki en önemli biyolojik ilişki, ergin canlı ağırlık ile erginleşme hızı arasında bulunmuştur. Bu ilişki, -0.45 ile -0.72 arasında, negatif ve önemli olmuştur. Söz konusu bu ilişki

hızlı erginleşen hayvanlarda, ergin canlı ağırlığa ulaşma süresi daha kısa, ergin canlı ağırlık daha düşük, erginleşme hızı daha düşük olan hayvanlarda ise, ergin canlı ağırlığa ulaşma süresi daha uzun ve ergin canlı ağırlık daha yüksek olacağı şeklinde yorumlanmıştır. Ergin canlı ağırlıkla erginleşme hızı arasındaki ilişki özellikle et sığircılığında çok önemli bir konuma sahiptir. Çünkü, et ırkı sığırlarda seleksiyon, pazarlama çağında hayvanların en yüksek canlı ağırlıkta olması şeklinde hedeflenmektedir.

Çizelge 2.1. Farklı Modellerle Elde Edilen Parametreler Arasındaki Fenotipik Korelasyonlar

Çalışılan Model		Parametreler Arasındaki İlişki			Literatür
		B	k	M	
Brody	A	-0.17	-0.72	-	Brown <i>et al.</i> (1972)
	B	-	0.66	-	
Brody	A	-0.26	-0.67	-	Lopez de Torre and Rankin (1978)
	B	-	0.71	-	
Brody	A	-0.20	-0.45	-	Bathaei and Leroy (1998)
	B	-	0.69	-	
Bertalanffy	A	0.25	-0.55	-	Krieter <i>et al.</i> (1987)
	B	-	0.18	-	
Bertalanffy	A	-0.30	-0.49	-	Lopez de Torre <i>et al.</i> (1992)
Bertalanffy	A	0.27	-0.59	-	Koenen and Groen (1996)
	B	-	0.05	-	
Richards	A	0.25	-0.60	-0.26	Brown <i>et al.</i> (1976)
	B	-	-0.75	-0.97	
	k	-	-	0.75	
Richards	A	0.29	-0.57	-0.26	DeNise ve Brinks (1985)
	B	-	-0.81	-0.96	
	k	-	-	0.82	

Beltran *et al.* (1992) ergin ağırlık ile erginleşme hızı arasında oldukça yüksek sayılabilecek bu ilişkiyi dikkate alarak, Angus sığırlarında yüksek ergin canlı ağırlık gösteren hayvanlar ve hızlı erginleşme gösteren hayvanlar şeklinde seçmiş oldukları iki grup hayvanda bazı parametrelerin tahminlerini yaparak karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Richards ve Brody büyüme modellerinin kullanıldığı bu çalışmada, yüksek ergin canlı ağırlık gösteren hayvanlar (A hattındaki hayvanlar), yüksek erginleşme hızı gösteren (k hattındaki hayvanlar) hayvanlardan bütün yaşlarda daha yüksek canlı ağırlığa sahip olmuşlardır. Doğumda 1.8 kg, sütten kesimde 5.0 kg olan

farklılık ergin canlı ağırlıkta 37.5 kg olmuştur. Söz konusu farklılıkların tümü çok önemli ($P<0.01$) çıkmıştır. k hattındaki hayvanların büyümesinde 4.5 yaşından sonra herhangi bir değişme gözlenmemiştir. Bu durum, söz konusu hayvanların bu yaşta ergin canlı ağırlığa ulaştığını göstermektedir. A hattındaki hayvanlar ise daha geç, 5-6 yaşında ergin canlı ağırlığa ulaşmışlardır. Brody modeli doğum ağırlığını olduğundan daha yüksek, yaklaşık 8. aydaki süttten kesim ağırlığını ise daha düşük tahminlemiş, fakat Richards modeli ile mukayese edildiğinde, 2 yaşından sonraki ağırlıklara uyumu çok iyi olmuştur. Richards modeli ise özellikle ergin canlı ağırlığı olduğundan daha yüksek tahminlediği için, bu çalışmada en iyi uyumu Brody modelinin verdiği ifade edilmiştir.

Son yıllarda sığırlarda büyüme eğrisi parametrelerinin çeşitli verim özellikleri ile ilişkisinin belirlenmesi amacıyla, çeşitli çalışmalar yürütülmüştür.

Lopez de Torre *et al.* (1992) tarafından, İspanyada Retina et sığırlarında yapılan bir araştırmada önce söz konusu hayvanlarda en iyi uyumu verecek model belirlenmiştir. Daha sonra bu modelden elde edilen parametrelerin söz konusu hayvanlarda çeşitli verim özellikleriyle ilişkisi incelenmiştir. Bertallanfy, Brody ve Richards gibi doğrusal olmayan modellerin kullanıldığı çalışmada, modellerin karşılaştırılmasında kriter olarak hesaplama kolaylığı, uyum derecesi ve ergin canlı ağırlığı (A) tahminlemedeki tutarlılık dikkate alınmıştır. Brody ve Bertallanfy modellerin uyumunda herhangi bir zorlukla karşılaşmamıştır. İki modelde de yakınsama düşük düzeyde iterasyonla sağlanmıştır (Bertallanfy 8, Brody 7 iterasyon). Richards modelinde ise yakınsama yaklaşık 80 iterasyonla sağlanmış ve 9 hayvanda (materyalin %18'i) yakınsama sağlanmadığı için analizden çıkarılarak, bilgi kaybı oluşmuştur. Brody modeli ergin canlı ağırlığı yüksek tahminlediği için, Bertallanfy modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Hayvanlarda verimlilik kriteri olarak, ilk beş buzağılama sezonunda süttten kesilen buzağı sayısı, ortalama doğum ağırlığı, ortalama süttten kesim ağırlığı ve yılda inek başına düşen süttten kesim ağırlıkları kullanılmıştır. Söz konusu değerler sırasıyla 4 buzağı, 38.2 kg, 218 kg ve 172 kg olmuştur. İneklerde ergin canlı ağırlık atıkça, süttten kesilen buzağı sayısında bir düşüş gözlenmiş ve bu fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Erginleşme hızı artıkça, yılda inek başına düşen ortalama süttten kesim ağırlığında bir artış gözlenmiştir

($P<0.05$). Bu sonuçlar, ineklerde ergin canlı ağırlık artıkça, verimliliğin azalabileceği ve daha hızlı erginleşen hayvanların daha verimli olacağı şeklinde yorumlanmıştır.

Oliveira *et al.* (1996 ve 2000)'nın Brody, Bertalanffy, Logistic, Gompertz ve Richards büyüme modellerini kullandıkları araştırmada, Guzerat et ırkı sığırlarda büyümeyi en iyi Bertalanffy modeli açıklamıştır. Richards modeli ile parametre tahminlerinde çeşitli güçlüklerle karşılaşıldığı çalışmada, diğer modeller birbirine benzer sonuçlar vermesine rağmen, ele alınan kriterler bakımından en iyi uyumu Bertalanffy modeli sağlamıştır. Bu model kullanılarak söz konusu hayvanlarda büyüme eğrisi parametreleri ile verimlilik arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmada, 240, 367 ve 550 günlük yaşlarda A ile k arasındaki genetik korelasyonlar, söz konusu yaşlarda yüksek canlı ağırlık yönünde yapılan seleksiyon durumunda, düşük erginleşme oranı ve yüksek ergin canlı ağırlıkla sonuçlanmıştır. Ergin canlı ağırlıkla ile buzağılama yaşı, buzağılama aralığı ve hayat boyu elde edilen buzağı sayısı arasındaki genetik korelasyonlar sırasıyla 0.27, -0.53 ve 0.34 olmuştur. Erginleşme hızı ile ilk buzağılama yaşı, buzağılama aralığı ve hayat boyu buzağılama sayısı arasında sırasıyla -0.67, 0.48 ve 0.52'lik bir genetik korelasyon belirlenmiştir.

Süt ırklarından Holstein ve Ayrshire ile Holstein x Ayrshire melezi hayvanlarda biyolojik büyüme sürecini açıklayacak en iyi modeli belirlemek amacıyla Richards, Gompertz, Monomoleküler (Brody) ve Logistic modelleri kullanılmıştır (Perotto *et al.* 1992). Bu amaçla, 343 hayvan dört gruba ayrılarak, her gruba bir model uygulanmıştır. Her bir gruptan elde edilen ergin canlı ağırlıklar (A) birbirinden farklı çıkmış ve bu farklar istatistiki olarak çok önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Daha önceki çalışmalara paralel olarak, bu çalışmada da Gompertz ve Logistic modelleri doğum ağırlığını gerçek değerinden çok yüksek tahminlemiştir. Monomoleküler büyüme modeli ergin canlı ağırlığı olduğundan çok daha yüksek, Logistic modeli ise bu değeri daha düşük tahmin etmiştir. Çalışmada, büyüme eğrisini en iyi açıklayan Richards modeli olduğu tespit edilmiştir. Dört modelin hayvanlarda en iyi tahminlediği dönem birinci yaş ağırlığı olurken, modeller arasındaki en büyük fark doğumda ortaya çıkmıştır. Ayrıca bütün modeller, 462 ile 574 günlük yaşlardaki ağırlıkları, söz konusu dönemde meydana

gelen gebelik olayından dolayı olduğundan daha düşük tahminlemişlerdir. Çalışmada en iyi uyumu veren Richards modeli kullanılarak Holstein, Ayrshire ve Holstein x Ayrshire melezi hayvanlarda saptanan parametrelerin tahminleri çizelge 2.2'de verilmiştir. Irkın etkisi, ergin canlı ağırlığa (A) çok önemli ($P<0.01$), büyüme hızına (k) ise, marjinal seviyede önemli ($P<0.08$) olmuştur.

Çizelge 2.2. Holstein, Ayrshire ve Holstein x Ayrshire Melezlerinde Richards modeli ile tahminlenen büyüme eğrisi parametreleri

Parametreler	İrk		
	Holstein	Ayrshire	Holstein x Ayrshire
A (kg) (ergin canlı ağırlık)	619	532	587
B (integrasyon sabiti)	0.905	0.911	0.906
k (1/gün) (erginleşme hızı)	0.0020	0.0021	0.0021
M (değişim noktası)	1.2386	1.2466	1.2646

Koenen ve Groen (1996), Siyah Alaca hayvanlarda büyümeyi açıklayan en iyi modeli belirlemek amacıyla, Gompertz, Logistic, Richards ve Bertalanffy gibi doğrusal olmayan modeller kullanmışlardır. Modellerin karşılaştırılmasında, hata kareler ortalamasının kullanıldığı çalışmada, en iyi uyumu Bertalanffy modeli vermiştir. Söz konusu modelle ergin canlı ağırlık (A), integrasyon sabiti (B) ve erginleşme hızı sırasıyla, 667 kg, 0.586 ve 0.0027/gün olarak tespit edilmiştir. Üçüncü buzağılama sırasındaki analardan doğan hayvanların ergin canlı ağırlığı, ilk buzağısını veren analardan doğan hayvanların ergin canlı ağırlığından 7-8 kg daha ağır olmasına rağmen erginleşme hızları daha düşük olmuştur. Fakat söz konusu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Ana yaşı artıkça, doğan buzağların doğum ağırlığı arttığından, büyüme sabitinde (B:doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin canlı ağırlığa oranı) çok önemli ($P<0.01$) düşüşler gözlenmiştir. Araştırmacılar, gerek dişi hayvanların laktasyona hazırlanması ve gerekse laktasyondaki hayvanların enerji ihtiyacının artması nedeniyle masraflarının da artmasından dolayı, süt sığırlarında vücut ağırlığı ile ekonomik karakterler arasında negatif bir ilişkinin bilinmesine rağmen, ekonomik verim özelliklerine ergin canlı ağırlığın dahil edilmesi ve seleksiyon indeksinin buna göre oluşturulması halinde, hayat boyu verimlilikte %2-4'lük artışın beklenilebileceğini ifade etmişlerdir. Söz konusu bu ilişkinin mevcut olması halinde, süt sığırlarında 4-5 yaştan

önce tespit edilemeyen ergin canlı ağırlığının, daha erken dönemlerde tahmin edilmesinin çok yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla, ilk buzağılama ağırlığının ergin canlı ağırlıkla ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, düvelerde ilk buzağılama yaşı 737 ± 28 gün, söz konusu yaştaki ağırlık 508 kg olmuştur. Bertalanffy modeli ile bu dönemdeki ağırlık 502 kg olarak tahmin edilmiştir. İlk buzağılamadaki ağırlık ve tahmin edilen ağırlık arasındaki genetik korelasyon pozitif ve oldukça yüksek (0.90-0.97) bulunmuştur. Tahmin edilen ilk buzağılamadaki canlı ağırlıkla, tahmin edilen ergin canlı ağırlık arasındaki genetik korelasyonda oldukça yüksek ve pozitif (0.93) olmuştur. Bu sonuç, süt sığırı yetiştiriciliğinde ergin canlı ağırlığının ekonomik karakter olarak ele alınması ve söz konusu bu ağırlığın diğer büyüme özellikleri ile ilişkinin müspet olması halinde, yüksek genetik korelasyondan dolayı, ilk buzağılama ağırlığının ergin canlı ağırlık tahmininde rahatlıkla kullanılabileceği şeklinde ifade edilmiştir.

Büyüme olarak sadece canlı ağırlık değil, bir organın veya dokunun zamana bağlı olarak büyüklüğündeki değişim de incelenebilir. Bu kapsamda, Quirino *et al.* (1999) tarafından, boğalarda doğum-ergin dönemdeki scrotum çevresindeki büyümeyi en iyi açıklayacak modeli belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla, Brody, Logistic, Gompertz ve Richards gibi doğrusal olmayan modeller kullanılmıştır. Modellerin karşılaştırılmasında, parametre tahminleri ile söz konusu parametrelerin standart hataları ve belirleme katsayısı esas alınmıştır. Ergin dönemdeki scrotum çevresinin hesaplanmasında Richards fonksiyonu çok fazla iterasyon gerek duyduğu (yaklaşık 50 iterasyon) ve ergin dönemdeki scrotum çevresini tutarlı bir şekilde hesaplamadığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Kalan modeller arasında, en iyi uyumu Logistic model sağlamıştır. Daha önceki çalışmalara paralel olarak, bu çalışmada da belirleme katsayısı ile hata kareler ortalaması arasında bir ilişki saptanmıştır. Mesela bu çalışmada, en yüksek belirleme katsayısı %71.2'lik değerle Logistic modelinden elde edilirken, yine en düşük hata kareler ortalaması Logistic modelden sağlanmıştır. Bu sonuç, söz konusu modelleri karşılaştırmada, bu iki ölçütün birlikte kullanılması yerine, tek bir ölçütün kullanılmasının yeterli olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmadan çıkarılacak başka bir sonuç da, büyüme eğrisi modellerinin uyumunda kullanılacak modelin, özelliğe göre değiştiğini göstermektedir. Mesela bundan önceki çalışmalarda, sığırlarda

ağırlık-yaş ilişkisini açıklayacak en iyi modelin belirlenmesinde, Logistic modeli pek tatminkar bir sonuç sağlamazken, bu çalışmada en iyi uyumu vermiştir

Angus sığırlarında çeşitli büyüme ve erginleşme özelliklerinin tahmini için Kaps *et al.* (2000) tarafından bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmada, gerek Angus ve gerekse et ırkı sığırlarla ilgili yapılmış olan daha önceki araştırmalarda, Richards ve Brody modellerinin birbirine benzer sonuçlar elde edildiği göz önüne alınarak, tahminlemenin daha kolay olması ve mevcut olan verilerin daha etkin bir şekilde kullanması bakımından Brody modelinin kullanıldığı ifade edilmiştir. Anguslarda ergin canlı ağırlık 600 kg, erginleşme hızı ise 0.062/ay şeklinde tahmin edilmiştir. Araştırmacılar, ergin canlı ağırlık ve erginleşme hızına ilave olarak, özelliklerde erken yaşlarda seleksiyon için çok kullanışlı olabilecek bazı büyüme özellikleri (365 ve 550 günlerdeki ağırlık ve günlük canlı ağırlık artışı) ve erginleşme özelliklerini (365 ve 550 günlük yaştaki erginleşme oranı, ergin canlı ağırlığın %65'ine ulaşılan yaş) Brody modelinden türetmişlerdir. Ergin canlı ağırlığın %65'ine ulaşılan yaş: $\frac{1}{-k} \ln \left(\frac{0.35A}{A - W_{t0}} \right)$ biçiminde

hesaplanmıştır. Söz konusu bu değere hayvanlar 16.7 aylık yaşta ulaşmışlardır. Hayvanlar 365 ve 550 günlük yaşlarda, ergin canlı ağırlığın sırasıyla %55 ve %68'ine ulaşmışlardır. Hayatın erken dönemlerinde tespit edilen bu özelliklerin kalıtım dereceleri orta ve yüksek (0.31-0.52) düzeyde şekillenmiştir. Bu durum söz konusu özelliklerin seleksiyonla değiştirilebileceğini göstermektedir.

Literatürde doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin birlikte kullanıldığı çalışma sayısı çok azdır. Literatürdeki bu eksikliği giderecek bir çalışma, Akbaş *et al.* (2001) tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmada, Siyah Alaca sığırlarda doğrusal (basit doğrusal, kuadratic ve kübik) ve doğrusal olmayan (Brody, Bertalanffy, Logistic, Gopertz ve Richards) modellerin büyümeyi açıklamadaki etkinliği araştırılmıştır. Modellerin mukayesesinde belirleme katsayısının (R^2) kullanıldığı çalışmada, doğrusal modeller içerisinde kübik, doğrusal olmayan modeller içerisinde Bertalanffy modeli en iyi model olarak seçilmiştir. Logistic modeli hariç, diğer doğrusal olmayan modellerden elde

edilen R^2 'ler birbirine eşit (%93) çıkmasına rağmen, daha düşük hata kareler ortalamasına sahip olmasından dolayı, Bertalanffy modeli en uygun model olarak seçilmiştir. Çalışmada, basit doğrusal modelden elde edilen R^2 diğer tüm modellerden çok düşük, HKO ise çok yüksek çıkmıştır. Siyah Alaca hayvanlarda en iyi uyumu Bertalanffy modeli ile birlikte kübik modeli vermesine rağmen, doğrusal olmayan modellerin parametrelerinin biyolojik anlam içermesi nedeniyle, süt sığırlarında büyümeyi açıklamada daha uygun olduğu bildirilmiştir. Bertalanffy modeli ile A, B ve k parametreleri sırasıyla, 448 kg, 0.59 ve 0.09/ay olarak tahminlenmiştir.

Sığırlarda doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin birlikte kullanıldığı çalışmalardan birisi de, Behr *et al.* (2001) tarafından, Belçika Mavisi sığırlarda uygulanan çalışmadır. Yukarıdaki çalışmaya paralel olarak (Akbaş *et al.* 2001), bu çalışmada da basit doğrusal modelin ağırlık-yaş ilişkisini açıklamadaki etkinliği çok düşük olmuştur. Richards, Brody, kübik ve kuadratic modellerden elde edilen belirleme katsayısı değeri eşit ve %82.1 çıkmıştır. Basit doğrusal, Bertalanffy, Gompertz ve Logistic modellerinde söz konusu değer sırasıyla, %81.3, 82.0, 81.9 ve 81.5 bulunmuştur. Çalışmada Richards ve Brody modelleri birbirine yakın değer göstermesine rağmen, Richards modelinin daha iyi uyum gösterdiği belirtilmiştir. Hem yüksek belirleme katsayısına sahip olması, hem de tanımlayıcı bazı parametrelere sahip olmasından dolayı, sığırlarda doğrusal olmayan modellerin kullanılmasının gerekli olduğu belirtilmiştir.

Yukarıda özetlenen çalışmalarda da görüldüğü gibi, sığırlarda ağırlık yaş ilişkisinin belirlenmesi amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan pek çok model çalışılmıştır. Bununla birlikte bilgisayar teknolojisinin gelişmesine paralel olarak paket programlarının yazılımların geliştirilmesi ve iterasyon yönteminin kullanılmasıyla, doğrusal olmayan modellerin kullanımındaki bazı güçlüklerin ortadan kaldırılması ve sahip oldukları bazı biyolojik parametreler sayesinde, doğrusal olmayan modellerin daha fazla tercih edildiği görülmektedir.

Sığırlarda hayatın erken döneminde ağırlık-yaş ilişkisi doğrusal modellerle incelenmesine rağmen (Heinrichs ve Hargova 1994, Heinrichs ve Losinger 1998

Akbulut 1999), doğumdan ergin döneme kadarki canlı ağırlık değişimi daha çok doğrusal olmayan büyüme modelleri ile irdelenmesini gerektirmektedir. Çünkü, pek çok faktörün etkilediği büyüme ve laktasyon gibi olaylar doğrusal bir yapı sergilemediği için, doğrusal olmayan modellerin kullanımını gerektirmektedir.

Literatürde, çeşitli ırk hayvanlarda ağırlık-yaş ilişkisini belirlemek amacıyla yaklaşık 20 doğrusal olmayan model mevcuttur. Fakat sığırlarda, en fazla 4 parametrelili Richards ve 3 parametrelili Brody, Bertalanffy, Logistic ve Gompertz gibi doğrusal olmayan modeller kullanılmaktadır.

Söz konusu bu modellerde tahminlenen 3 ortak parametre vardır. Bunlar, ergin canlı ağırlık (A), erginleşme hızı (k) ve integrasyon sabitesi (B) (doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığı ergin canlı ağırlığa oranlayan) parametreleridir. Her ne kadar farklı modellerden elde edilen bu parametrelerin aynı biyolojik anlam ifade ettiği varsayılmasına rağmen, ergin canlı ağırlık dışında kalan diğer parametrelerin anlam bakımından tam örtüşmedikleri görülmektedir.

Hayvanlarda büyümeyi en iyi açıklayacak modeli belirlemeyi amaçlayan çalışmalar, hayvanların belli bir yaşa kadar periyodik olarak tartımını gerektirmektedir. Aksi halde elde edilen parametrelerin güvenilirlik dereceleri çok sınırlıdır. Büyüme eğrileri ile ilgili çalışmaların çoğunda materyal olarak et ırkı sığırların kullanıldığı görülmektedir. Bunun nedeni, söz konusu hayvanlarda genetik değerlendirme için, doğum, sütten kesim, 1 yaş ve daha sonraki dönemdeki ağırlıkların periyodik olarak alınmasına bağlı olarak materyalin mevcut olmasından kaynaklanmış olabileceği şeklindedir.

Et ırkı sığırlarla ilgili yapılmış olan çalışmalarda, değişim noktasına sahip olmayan Brody veya geniş bir değişim noktasına sahip Richards modelinin diğer modellere göre daha iyi uyum sağladığı görülmektedir. Bu iki modelin diğer üç modele göre üstünlükleri; Logistic ve Bertalanffy gibi modellerde değişim noktalarının sabit olması ve parametre tahminlerinde erken yakınsamadan dolayı, hayatın erken dönemlerindeki ağırlıkları çok yüksek, daha geç dönemlerdeki ağırlıkları ise çok düşük düzeyde

tahminlemeleridir. Gompertz modelinin ise sığırlardan ziyade kanatlılarda daha iyi uyum sağlamaktadır.

Süt ırkı sığırlarda Brody ve Richards modeli ile birlikte genelde büyümeyi en iyi açıklayan Bertalanffy modeli olduğu görülmektedir.

Bununla birlikte, büyümeyi açıklayacak en iyi modelin seçimi, ırk ve incelenen özellik başta olmak üzere, pek çok faktör tarafından etkilenmektedir. Dolayısıyla bir işletme veya popülasyondaki hayvanlarda büyümeyi en iyi şu model açıklar fikrini peşinen benimsemek yanlıştır. Bunun yerine, uygulamalı bir çalışma sonucu en iyi uyumu sağlayacak model seçilmeli ve etkili parametre tahminleri ona göre yapılmalıdır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3. 1. Materyal

3. 1. 1. Hayvan Materyali

Araştırmanın hayvan materyalini, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sığırcılık Şubesinde doğan Esmer ve Siyah Alaca dişi sığırlar oluşturmuştur. Adı geçen işletmede hayvanların doğum ağırlıkları, ilkbaharda mera başı ve sonbaharda ise mera sonu ağırlıkları rutin olarak belirlenmekte ve kayıt edilmektedir. Bu çalışmada, 1987-1998 doğumlu hayvanların 1987-2001 yılları arasında periyodik olarak belirlenen ağırlık kayıtları kullanılmıştır.

3. 1. 2. Sürü İdaresi ve Beslenmesi

Çalışmanın yürütüldüğü işletmede uygulanan rutin yemleme ve sürü idaresi işlemleri aşağıdaki gibidir.

Buzağılar doğumdan sonra üç gün analarıyla birlikte barındırılarak, yeteri kadar ağız sütü almaları sağlanmaktadır. İşletmede ortalama süttten kesim süresi 5-7 haftadır. Bu zaman periyodunda buzağılara doğum ağırlığının %10'u kadar süt ve %18 ham proteinli buzağı başlatma yemi verilmektedir. Süttten kesim-6 aylık dönemde hayvanlara yiyebildiği kadar kuru ot ve %16 ham proteinli buzağı büyütme yeminden 1.5-2 kg verilmektedir. Doğum-4 aylık dönemde ferdi bölmelerde barındırılan buzağılar, 4-6 aylık yaş arasında gruplar halinde büyütölmektedirler.

Dişi hayvanlara altı aylık yaştan ilk buzağılamaya kadar yiyebildikleri kadar kuru otlarla birlikte hayvan başına günde 1-2 kg kesif yem verilmektedir.

İşletmede meraya dayalı bir hayvancılık faaliyeti yürütülmektedir. Hayvanlar ilkbaharda Mayıs ayı ortalarında meraya çıkartılmaktadırlar. Yaz döneminde düve, kısır hayvanlar ve laktasyondaki inekler ayrı sürüler halinde merada otlatılmakta ve geceleri tamamen açık tip ahırlarda (padoklarda) barındırılmaktadırlar. Bu dönemde düve ve kurudaki hayvanlara herhangi bir ek yemleme yapılmamaktadır. Ancak sonbaharda otlatma veriminin azaldığı dönemlerde hayvanlara meraya ilave olarak kuru çayır otu, şeker pancarı yaprağı vb bitkisel yemler ile yonca ve korunga verilmektedir. Genellikle Kasım ayının ortalarında hayvanlar işletmedeki açık ahırlara getirilmektedir. Hava sıcaklığının -0°C altına düşmesi ve aşırı soğukların başlanmasıyla hayvanlar kapalı ahırlara alınmaktadırlar.

SağımLAR günde iki defa olmak üzere kışın, kapalı duraklı ahırlarda, ilkbahar ve sonbahar geçiş dönemlerinde açık ahır sağım ünitesinde ve yaz mevsiminde ise sabit sağım arabasında yapılmaktadır. Sağım esnasında her bir hayvana ortalama 2 kg süt yemi verilmektedir.

İneklerin her yıl periyodik olarak laktasyon kayıtları kullanılarak, süt verimi için zaman zaman damızlık değerleri hesaplanmakta ve damızlık değeri çok düşük hayvanlar sürüden atılmakta ayrıca yaşlı, verimi düşük, meme problemi gösteren, sağıma müsaade etmeyen ve konformasyonu iyi olmayan hayvanlar ayıklanmaktadır.

3. 2. Yöntem

3. 2. 1. Canlı Ağırlıkların Ölçülmesi

Araştırmada kullanılan doğum ağırlıkları rutin olarak doğumu takip eden ilk üç gün içinde alınmış ve doğum defterine kaydedilmiştir. Ayrıca bazı yıllarda sütten kesim, 2 ve 4-6 aylık yaşlarda canlı ağırlıklar tespit edilmiştir. Yaşam boyu diğer ağırlıklar yılda iki defa olmak üzere ilkbaharda Mayıs ayında hayvanlar meraya çıkartılırken (mera başı) ve sonbaharda ise Ekim ayında hayvanların padoklardan işletmeye alındığı (mera dönüşü) dönemlerde alınmıştır. Tartımlar sabah saatlerinde yemlemeden önce aç

karnına yapılmıştır. Ağırlık ölçümleri, 1 kg hassasiyette ölçüm yapan 1 ton kapasiteli baskül ile yapılmıştır.

Belirlenen ağırlık değerleri, hayvanların kulak numarası esasına göre hazırlanmış canlı ağırlık listelerinde ölçüm tarihleri ile birlikte arşivlenmiştir.

3. 2. 2. Canlı Ağırlık-Yaş Veri Setlerinin Oluşturulması

Hayvanların kulak numaraları, doğum tarihleri ile canlı ağırlık değerleri ve canlı ağırlıkların alındığı tarihteki kronolojik olarak yaşlar Excel programında bilgisayara yazılmıştır.

Süt sığırlarında postnatal dönem canlı ağırlık büyümesi doğumda başlamakta ve 4-7 yaşlarında tamamlanabilmektedir. Bu nedenle yaşa göre ağırlık değişimini hayat boyu tüm veriler kullanılarak değerlendirmek için I. veri seti oluşturulmuştur. Ancak, hayat boyu canlı ağırlık ölçümleri uzun zaman emek ve işgücü gerektirdiğinden, ergin canlı ağırlığa ulaşılırken gerçekleşen büyüme sürecinin erken dönem canlı ağırlıklar kullanılarak tespit edilme imkanını araştırmak için II. veri seti oluşturulmuştur.

Oluşturulan veri setlerinde analitik değerlendirmeden önce, ağırlık-yaş verilerinin seçiminde bazı sınırlamalar uygulanmıştır. Bu kapsamda doğum ağırlığı ve doğum-36 aylık yaşa kadar ardışık iki dönemde ağırlık kaydı bulunmayan hayvanlar değerlendirmeye alınmamıştır.

Birinci veri seti; doğum ağırlığı ve doğumdan sonra en az 48 aylık yaşa kadar 6 aylık periyotlarla bütün ağırlıkları mevcut olan ve bu dönemden sonra ise periyodik ve periyodik olmayan ağırlıkları mevcut hayvanlardan oluşturulmuştur. Bu veri seti doğum-ergin çağ ağırlıkları olarak isimlendirilmiştir.

II. veri seti ise; doğum ve doğumdan 36 aylık yaşa kadar 6 aylık periyotlarla tüm canlı ağırlık ölçümleri mevcut olan hayvanlardan oluşturulmuştur. 36 aylık yaştan sonraki ağırlıklar değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Bu veri seti ise doğum-erken çağ ağırlıkları olarak adlandırılmıştır.

Oluşturulan bu veri setlerinde değerlendirmeye alınan hayvan sayıları, ırklara göre çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3. 1. Veri setlerine göre hayvan sayıları

İrk	I. Veri Seti Doğum-ergin çağ	II. Veri Seti Doğum-erken çağ
Siyah Alaca	56	71
Esmer	123	111
Toplam	179	182

3. 2. 3. Verilerin Analizi ve Verilerin Analizinde Kullanılan Büyüme Modelleri

Her bir veri setindeki veriler iki farklı yöntemle analiz edilmiştir. Birinci yöntemde veriler topluca analiz edilmiş ve bu tip analize birlikte analiz adı verilmiştir. Böylece her iki ırka ait hayvanların her iki veri setine göre genel büyüme modelleri ve büyüme modellerine ait parametre tahminleri incelenmiştir.

İkinci yöntemde ise, her bir hayvanın ağırlık yaş verileri farklı modeller kullanılarak tek analiz edilmiştir. Bu analizler ise bireysel analiz olarak adlandırılmıştır. Bireysel analizler sonucu elde edilen parametre ortalamaları, standart hataları, parametreler arasındaki fenotipik korelasyonlar hesaplanmıştır. Ayrıca büyüme eğrisi parametrelerine genetik ve çevresel faktörlerin etkileri incelenmiştir.

Sığırlarda ağırlık yaş ilişkisinin analitik olarak incelenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan modeller kullanılmaktadır. Hayatın başlangıcında ağırlık yaş ilişkileri daha çok

doğrusal modellerle (linear, karesel veya kübik) incelenmektedir (Heinrichs and Hargova 1994, Heinrichs ve Hargova 1998, Akbulut 1999). Tüm yaşam dönemini kapsayan verilerde ise, ağırlık yaş ilişkisi daha çok doğrusal olmayan modellerle incelenmektedir.

Literatürde yaşa bağlı olarak ağırlık değişimini açıklamaya yönelik 20 kadar doğrusal olmayan model mevcuttur. Sığırlarla ilgili çalışmalarda ise, yaygın olarak beş farklı model kullanılmaktadır. Bu modeller genelde modeli geliştiren araştırmacıların isimleriyle anılan, Logistic, Gompertz, Brody, Bertalanffy ve Richards gibi modellerdir.

Sığırlarda ağırlık-yaş ilişkisini açıklamak ve çeşitli parametreleri tahminlemek amacıyla kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan modeller çizelge 3.2’de sunulmuştur. Doğrusal olmayan modellerde tanımlayıcı bazı özellikler ise çizelge 3. 3’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Büyüme eğrilerinin tahminlenmesinde kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan modeller

Model	Eşitlik
Doğrusal Modeller	
Kuadratik	$Y_t = a + b.t + b_1.t^2$
Kubik	$Y_t = a + b.t + b_1.t^2 + b_2.t^3$
Doğrusal Olmayan Modeller	
Brody	$Y_t = A(1 - B.exp(-k.t))$
Bertalanffy	$Y_t = A(1 - B.exp(-k.t))^3$
Logistic	$Y_t = A(1 + B.exp(-k.t))^{-1}$
Gompertz	$Y_t = A.exp(-B.exp(-k.t))$
Richards ¹	$Y_t = A(1 \pm B.exp(-k.t))^m$

¹ Richards modelinde $m < 1$ durumunda, pozitif işareti diğer durumlarda negatif işareti kullanılmıştır (Perotto *et al.* 1992)

Çizelge 3. 3. Doğrusal olmayan modellere ait tanımlayıcı bazı özellikler

Model	M	U_1	W_1	dy/dt (mutlak büyüme hızı)	$Yt^{-1} dy/dt$ (nispi büyüme hızı)
Brody	1	-	-	$kA(1-U)$	$k(U^{-1}-1)$
Bertalanffy	3	0.296	$0.296A$	$3kyt(U^{-1/3}-1)$	$k(U^{-1/3}-1)$
Logistic	-1	0.5	$0.5A$	$ky(1-U)$	$k(1-U)$
Gompertz	∞	0.368	$0.368A$	$kyt \ln(U^{-1})$	$k \ln(U^{-1})$
Richards	Değişken	$(\frac{m-1}{m})^m$	$A(\frac{m}{m+1})^m$	$mkyt.(U^{-1/m}-1)$	$mk(U^{-1/m}-1)$

Bütün modellerde;

Y_t =Bağımlı değişken olarak t. yaşta ölçülen vücut ağırlığını (ağırlık),

t=Bağımsız değişken olan yaşı göstermektedir.

Doğrusal modellerde;

a=İncelenen özellik bakımından doğrunun y eksenini kestiği başlangıç değeridir (intercept). Bu çalışmada, a doğrusal modellerin tahminlediği doğum ağırlığıdır. b_1 , b_2 , b_3 ise, doğrusal modellere ait regresyon katsayılarıdır.

Doğrusal olmayan modellerde ise;

A=Yaş sonsuza giderken, ağırlığın asimtotik limitidir. Bu nokta (asimtotik limit), bireyin ulaşacağı en yüksek canlı ağırlık değil, iklim ve bazı çevresel faktörlere etkisi, yem kaynaklarının bulunabilirliği, gebelik ve/ya laktasyon durumundan dolayı ağırlıktaki kısa dönem dalgalanmalarından bağımsız, hayvanın ortalama en yüksek ağırlığıdır. Hiç bir zaman Y_t , A'yi geçmez. Bütün modellerde ortak tahminlenen bu parametre ergin ağırlığı göstermekte olup, ölçü birimi kg'dır.

B=Ağırlık (Y_t) ve zamanın (t) başlangıç değeriyle tahmin edilen, doğumdan sonra kazanılan ağırlığın ergin ağırlığa oranını gösteren parametredir. Bu parametrenin hassas bir şekilde tahmin edilebilmesi için, ilk ağırlık, dolayısıyla doğum ağırlığının mevcut olması çok önemlidir. Bu parametre, Y_{t_0} (başlangıç ağırlığı) veya t_0 (başlangıç zamanı)

$\neq 0$ durumu için düzeltildiği için integrasyon sabitesi olarak da adlandırılmaktadır. $Y_{t_0} = t_0 = 0$ olduğu zaman $B=1$ olup, ölçü birimi yoktur.

k =Maksimum büyüme hızının ergin canlı ağırlığa oranını gösteren bu parametre, erginleşme hızı olarak ifade edilir. Bu parametre, canlı ağırlığın (Y_t) hangi hızla ergin ağırlığa (A) yaklaştığını göstermektedir. k parametresinin ölçü birimi, ağırlık ölçüleri aylık periyotlarla alındığı zaman 1/ay, günlük periyotlarla alındığı zaman ise, 1/gün şeklinde ifade edilmektedir.

m =Tahmin edilen büyüme hızındaki değişikliğin artıştan azalışa geçtiği durumda meydana gelen değişim noktasını (Point of Inflection) göstermektedir. Değişim noktasında ağırlıktaki değişim maksimumdur. Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modellerinde değişim noktaları sabit (sırasıyla $m= 3, -1, \infty$), buna karşın Richards modeli çok geniş bir değişim noktasına sahiptir. Bununla birlikte, Richards modeline ait m parametresinin biyolojik anlamlılığa sahip olması için, $0 < m \leq 10$ aralığında olması gerekir.

U_t =Değişim noktasındaki erginleşme oranını, bir diğer ifade ile değişim noktasında ki ağırlığın ergin ağırlığa oranını göstermektedir.

W_t =Değişim noktasındaki canlı ağırlığı göstermektedir.

$U=t$ yaşta ulaşılan canlı ağırlığın ergin canlı ağırlığa oranını gösteren bu parametre, erginleşme derecesi olarak ifade edilmektedir ($U= Y_t/A$).

$\frac{B \cdot \exp(-k \cdot t)}{1 - B \cdot \exp(-k \cdot t)} = \frac{1 - Y_t / A}{Y_t / A} = \frac{A - Y_t}{Y_t}$ şeklindeki matematiksel ifade ise, t aylık yaştan sonra ulaşılması gereken ağırlığın Y_t ağırlığına oranını göstermektedir.

Yukarıda açıklanan tüm parametreler (A, B, k ve m) SPSS paket programı kullanılarak genelleştirilmiş en küçük kareler metodu ve Levenberg-Marquardt iterasyon işlemi

sonucu tahminlenmiştir. İterasyon yapılırken, yakınsama kriteri olarak 1.0E-8 kullanılmıştır (Yakupoğlu ve Atıl 1999, Akbaş vd 1999, Akbaş *et al.* 2001).

Mevcut olan bütün iterasyon yöntemlerinde yakınsama sağlanırken,

$$\frac{(HKT_{i-1} - HKT_i)}{(HKT_i + 10^{-6})} \leq 10^{-8} \text{ şeklinde bir matematiksel ifade kullanılmaktadır.}$$

Formül, tahminleme sürecinde i. iterasyon ile i-1 iterasyondaki hata kareler toplamı farkının, i. iterasyon hata kareler toplamı + 10^{-6} toplamına oranı $\leq 10^{-8}$ olduğu zaman yeterli yakınsamanın sağlandığı ve parametrelerin tahmin edildiği anlamına gelmektedir.

3. 2. 4. Modellerin Karşılaştırılması

Büyüme eğrisi ile ilgili çalışmalarda, modellerin karşılaştırılmasında, R^2 , HKO, parametrelerin tahminlenmesindeki tutarlılık ve parametrelerin standart hataları, modellerden elde edilen parametrelerin biyolojik açıklayıcılığı ve modellerin tahminlenmesindeki kolaylıklar gibi pek çok kriter tek tek veya birlikte ele alınarak, modellerin uyumları karşılaştırılabilmektedir (Quirino *et al.* 1999). Bununla birlikte, büyüme eğrisi ile ilgili çalışmalarda, modellerin karşılaştırılmasında en fazla kullanılan düzeltilmiş R^2 ve HKO'dır.

Modellerin uyumlarının belirlenmesinde, doğrudan R^2 kullanılmasının çok yanıltıcı olduğu ifade edilmektedir. Çünkü, modellerde hayvanların tek tek analizinde her bir modele ait hata sürekli olarak değişmesine rağmen, toplam hata değişmemektedir. Bu nedenle, düzeltilmemiş R^2 değerinin modellerin karşılaştırılmasında kullanılmasının sakıncalı olabileceği ifade edilmektedir (Bethard 1997).

Bunun yerine,

$$R^2 = 1 - \frac{(Hata\ Kareler\ Toplamı / Hata\ sd.)}{(Genel\ Kareler\ Toplamı / Genel\ sd.)}$$

şeklinde düzeltilmiş (adjusted) R^2

kullanılmıştır.

Modellerin karşılaştırılmasında, toplam varyasyonda modelin açıkladığı kısmı gösteren belirleme katsayısı ve modele ait tahminlenen büyüme eğrisi ile gerçek büyüme eğrisine ait noktalar arasındaki farkı gösteren hata kareler ortalaması kullanılmıştır (Goonewardene *et al.* 1981, Nobre *et al.* 1987, Bethard 1997, Akbaş *et al.* 1999).

Bu çalışmada Esmer ve Siyah Alaca ırk hayvanlarda en iyi uyumu veren modeli belirlemek amacıyla büyüme modelleri;

1-Düzeltilmiş belirleme katsayısı (R^2),

2-Hata kareler ortalaması (HKO) bakımından karşılaştırılmıştır.

3. 2. 5. Model Parametrelerine Etkili Faktörlerin Belirlenmesi

Modellerin karşılaştırılmasında kriter olarak kullanılan düzeltilmiş R^2 ve HKO değeri bakımından en iyi sonucu veren modele ait parametreler üzerine ırk, doğum yılı, doğum mevsimi ve ana yaşı gibi bazı faktörlerin etkileri incelenmiştir.

Model parametrelerine bu faktörlerin etkisinin tespitinde,

$$Y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + e_{ijklm}$$

şeklinde ifade edilen sabit model kullanılmıştır.

Matematik modelde;

$$Y_{ijklm} = \text{Modelin tahminlediği parametreyi,}$$

$$\mu = \text{Populasyon ortalamasını,}$$

a_i = Irkın etkisi (Esmer, Siyah Alaca),

b_j = Doğum yılının etkisi (1987,....., 1998),

c_k = Doğum mevsiminin etkisini (kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar),

d_l = Ana yaşının etkisini (3,....9+),

e_{ijklm} = Sansa bağlı hatayı göstermektedir.

Önemli bulunan faktörlerin alt gruplarının karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Yıldız vd 1994).

İstatistik analizlerde ve en küçük kareler ortalamasının hesaplanmasında Harvey tarafından yazılan LSMML (1987, PC Versiyon) paket programı kullanılmıştır.

3. 2. 6. Model Parametreleri ile Süt Verimi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi

Doğum-ergin çağ döneminde bireysel analizler sonucu Richards modelinden elde edilen parametreler, bu parametrelerin elde edildiği hayvanalara ait düzeltilmiş ve düzeltilmemiş birinci ve ikinci laktasyon süt verimi arasındaki fenotipik korelasyonlar belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4. 1. Ağrlık-Yaş Verilerinin Birlikte Analizi

Büyüme eğrileri ile ilgili çalışmalarda amaçlarından biri, üzerinde çalışılan populasyon ya da bir grup hayvanda büyümeyi açıklayacak en iyi modelin belirlenmesidir. Belirlenen bu modelden elde edilen parametrelerle büyüme bakımından hayvanları birbirleriyle karşılaştırmak ve bu parametrelere göre seleksiyona yön vermek mümkündür. Bu amaca yönelik çalışmalarda, hayvanların bireysel analizi gerekli olduğu için çok büyük iş gücü ve zamana ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, belirli bir grup veya herhangi bir ırka ait hayvanların ağırlık-yaş verileri topluca değerlendirilerek, uygun büyüme modelini ve bu modelin parametrelerini daha kısa sürede ve daha kolay tahminlemek mümkündür. Ayrıca bu analizler sonucu, büyüme eğrisini en iyi açıklayan model parametreleri kullanılarak belirli yaşlardaki ağırlıklar (doğum, 1 yaş, ilk buzağılama yaşı ve ağırlığı vb) tahmin edilebildiği gibi, bütün hayvanlara ait genel bir büyüme süreci de belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada, bu iki durum dikkate alınarak, önce her bir ırk için ayrı ayrı olmak üzere mevcut olan bütün ağırlıklar birlikte, daha sonra her bir hayvana ait ağırlıklar tek tek kullanılarak bireysel analizler yapılmıştır.

4. 1. 1. Doğum-Ergin Çağ Ağırlıklarının (I. Veri Seti) Birlikte Analizi

Bu veri setinde Esmerlere ait 1233, Siyah Alacalara ait 622 ağırlık kaydı kullanılmıştır. Her bir ırk için ayrı ayrı olmak üzere, mevcut bütün ağırlıklar birlikte analiz edilerek, doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle parametre tahminleri yapılmıştır.

4. 1. 1. 1 Doğum-ergin çağ verilerinin doğrusal modellerle analizi

Sığırlarda yürütülmüş olan büyüme eğrisi ile ilgili çalışmalarda, doğrusal olmayan modellerin kullanımı daha yaygındır. Bununla birlikte, doğrusal olmayan modellerin kullanımı ve hesaplanması doğrusal modellere göre daha zordur. Bu nedenle, canlı ağırlığın yaşa göre değişimi, önce kuadratik ve kübik gibi doğrusal modellerle incelenmiştir. Bu amaçla mevcut olan tüm veriler bu iki modelle her iki ırk için ayrı ayrı analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Doğrusal regresyon modeller için modellerin uyumunu gösteren R^2 istatistikleri incelendiğinde (çizelge 4.1), her iki ırkta kübik model kuadratik modele göre yaklaşık %1 birim daha yüksektir. Ancak bu farklılık kuadratik modele göre kübik modelin daha iyi olduğu şeklinde yorumlanacak bir farklılık değildir.

Çalışmada modelleri karşılaştırmada kriter olarak kullanılan R^2 değeri bakımından en iyi sonucu veren kübik modeline ait parametreler, her iki ırktada yaklaşık aynı büyüklükte ve aynı işaretli olduğu saptanmıştır. Bu durum, söz konusu modelin her iki ırka ait ağırlıkları benzer bir büyüme eğrisi ile açıkladığını göstermektedir.

Çizelge 4. 1. Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal modellerle birlikte analizi sonucu elde edilen parametreler

Modeller	ESMER				
	a	b_1	b_2	b_3	R^2
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
Kuadratik	47±2.97	14.09±0.20	-0.1171±.0028	-	91.7
Kübik	30±3.36	17.67±0.43	-0.2530±.0149	0.0013±.0001	92.3
Modeller	SİYAH ALACA				
	a	b_1	b_2	b_3	R^2
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	
Kuadratik	52±4.16	14.14±0.28	-0.1220±.0040	-	91.4
Kübik	31±4.59	18.77±0.59	-0.2982±.0204	0.0017±.0001	92.3

Bütün doğrusal modellerde a parametresi, doğrunun veya eğrinin y eksenini kestiği noktayı (intercept), yani incelenen özellik bakımından başlangıç değerini (bu çalışmada doğum ağırlığını) göstermektedir. Çizelge 4.1 incelendiğinde, kuadratik modelin a değerini (doğum ağırlığını) yüksek, kübik modelinde ise bu değeri daha düşük tahminlediği görülmektedir.

Sığırlarda hayatın erken dönemlerindeki ağırlık-yaş değişimi genelde doğrusal bir ilişki içerisinde. Fakat ilerleyen yaşla birlikte bu doğrusal ilişki ortadan kalktığı için, doğum-ergin dönemdeki ağırlık-yaş ilişkisini doğrusal modellerle inceleyen çalışma sayısı çok sınırlıdır. Yurt içinde yapılan bir çalışmada (Akbulut 1994), Sarı Alaca, Esmer ve Esmer melezi hayvanlarda kuadratik modelle yaşa bağlı canlı ağırlıktaki değişim incelenmiş ve yaş değişkeni ile ağırlıktaki değişimin %90.2-93.2 oranında açıklanabileceği belirlenmiştir. Basit doğrusal, kuadratik ve kübik gibi doğrusal modellerin karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada (Akbaş *et al.* 2001) ise, bu çalışmada elde edilen sonuca paralel olarak Siyah Alaca sığırlarda en iyi uyumun kübik modelinden elde edildiği ifade edilmiştir.

Bu çalışmada kübik modelinin Siyah Alaca sığırlar için tahminlediği a , b_1 , b_2 ve b_3 parametreleri, Akbaş *et al.* (2001) tarafından aynı ırk hayvanlarda aynı modelle sırasıyla elde edilen 25.9, 18.2, -0.229 ve 0.001 değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde Akbulut (1994)'un Esmer sığırlar için kuadratik modelle tahminlediği a (40.9), b_1 (11.7) ve b_2 (-0.0664) parametreleri bu çalışmada elde edilen bulgulardan daha düşüktür.

4. 1. 1. 2. Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle analizi

Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda ayrı ayrı olmak üzere, mevcut olan bütün ağırlıklar doğrusal olmayan beş farklı modelle analiz edilmiş ve elde edilen parametreler çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Doğrusal olmayan modellere ait parametreler incelendiğinde (çizelge 4.2), modelleri karşılaştırmada kriter olarak kullanılan belirleme katsayısı (R^2), hem Esmer hem de Siyah Alaca sığırlarda en düşük Logistic modelden elde edilmiştir. Diğer modellerde R^2 değerleri birbirine daha yakın değerler aldığı görülmektedir. Her iki ırkta da en yüksek belirleme katsayısı Richards modelinden elde edilirken, bu modeli Esmerlerde Bertalanffy, Siyah Alacalarda ise, Brody modeli takip etmiştir. Ancak R^2 değerleri bakımından modeller arasındaki farklılık oldukça düşük (%1 civarında) bulunmuştur.

Çizelge 4. 2. Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle birlikte analizi sonucu elde edilen parametreler

Modeller	ESMER					R ²
	A	B	k	m	HKO	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$		
Brody	514±4.69	0.9444±.0064	0.0395±.0010	-	1614	92.1
Bertalanffy	479±3.06	0.5497±.0090	0.0644±.0014	-	1606	92.2
Logistic	458±2.33	5.4667±.2167	0.1114±.0025	-	1820	91.2
Gompertz	471±2.75	2.2059±.0476	0.0762±.0017	-	1647	92.0
Richards	492±5.27	0.8241±.0469	0.0525±.0032	1.51±.18	1590	92.3
Modeller	SİYAH ALACA					R ²
	A	B	k	m	HKO	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$		
Brody	491±5.36	0.9403±.0093	0.0443±.0015	-	1500	92.3
Bertalanffy	464±3.69	0.5446±.0129	0.0702±.0021	-	1505	92.2
Logistic	446±2.94	5.4412±.3091	0.1203±.0038	-	1729	91.1
Gompertz	457±3.37	2.1792±.0680	0.0827±.0025	-	1550	92.0
Richards	476±6.25	0.8457±.0567	0.0557±.0046	1.40±.22	1485	92.4

HKO bakımından modeller karşılaştırıldığında ise R^2 istatistiğine benzer bir durum gözlenmektedir. İki genotipte de Logistic model hariç, diğer modellerden elde edilen HKO birbirine yakın bulunmuştur. Çalışmada her iki ırkta da canlı ağırlığın yaşa göre değişimini en iyi, en yüksek R^2 ve en düşük HKO değerine sahip Richards modeli açıklamaktadır. Elde edilen bu sonuç, literatür bildirişleri ile uyum göstermiştir. Modellerin karşılaştırılmasında R^2 ve HKO gibi iki istatistiğin birlikte kullanıldığı

çalışmalarda (Goonewardane *et al.* 1981, Quirino *et al.* 1999) canlı ağırlığın yaşıa göre değişimini en iyi, en yüksek R^2 ve en düşük HKO değerine sahip model açıklamıştır. Esmer sığırlarda modellere ait HKO değeri, Siyah Alacalardan daha yüksek çıkmasına rağmen, modeller her iki ırkta da birbirine yakın R^2 tahminleri vermişlerdir. Bu sonuç, Esmer sığırlara ait ağırlık verilerinin Siyah Alacalara göre daha değişken olmasından dolayı, gözlenen değerlere ait büyüme eğrisi ile modelin tahminlediği büyüme eğrisi noktaları arasındaki farkın, diğer bir ifade ile HKO' nun daha yüksek olmasına neden olmuştur.

Hem Esmer hem de Siyah Alaca hayvanlarda ergin canlı ağırlığı (A) en yüksek Brody, en düşük ise Logistic model tahminlemiştir. İki model arasındaki fark Esmerlerde 56 kg, Siyah Alacalarda 45 kg olmuş ve bütün modeller Esmerlere ait ergin canlı ağırlıkları, Siyah Alacalardan daha yüksek tahminlemişlerdir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, değişim noktası sabit olan Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modelleri ile tahminlenen ergin canlı ağırlık, değişim noktası bulunmayan Brody yada değişken bir değişim noktasına sahip olan Richards modeli ile tahminlenen A parametresine göre daha düşük olmuştur.

Sığırlarda yürütülmüş olan büyüme eğrisi ile ilgili çalışmalarda (Brown *et al.* 1976, Krieter *et al.* 1987, Perotto *et al.* 1992, Tedeschi *et al.* 2001), Logistic modelin ergin canlı ağırlığı daha düşük, Brody modelinin ise bu değeri daha yüksek tahminlediği bildirilmiştir. Hem bu durum, hem de modellerin uyumlarını belirlemede kriter olarak kullanılan R^2 değerinin daha yüksek çıkmasından dolayı, Richards modelinden elde edilen parametrelerin her iki ırktada biyolojik büyüme sürecini açıklamada daha etkin olduğu söylenebilir.

Richards modeli ile A, B, k ve m parametreleri Esmerlerde 492 kg, 0.8241, 0.0525/ay ve 1.51, Siyah Alacalarda ise 476, 0.8457, 0.0557/ay ve 1.40 olarak tahminlenmiştir.

Esmer sığırlarda Richards modeli ile tahminlenen ergin canlı ağırlık değeri, Siyah Alaca hayvanlardan 16 kg daha yüksek çıkmasına rağmen, erginleşme hızı bir miktar daha

düşük (0.0032/ay) bulunmuştur (çizelge 4.2). Bu sonuç literatür bildirişleri ile (Brown *et al.* 1972, Fitzhugh 1976, Lopez de Torre ve Rankin 1978, Marshall *et al.* 1984, Nadarajah *et al.* 1985, Krieter *et al.* 1987, Carrijo *et al.* 1999) uyum göstermektedir. Söz konusu araştırmalarda, ergin canlı ağırlıkla erginleşme hızı arasında negatif bir ilişkinin bulunduğu, erginleşme hızı artıkça ergin canlı ağırlığın azaldığıda vurgulanmıştır.

Siyah Alacalar için elde edilen ergin canlı ağırlık değeri, Perotto *et al.* (1992)'nın Kanada' da aynı ırk için, Nadarajah *et al.* (1984)'nın ise Siyah Alaca x Angus melezi hayvanlar için bildirdikleri 613 ve 494 kg'lık değerden daha düşük çıkmıştır. Aynı şekilde Esmer ırk hayvanlar için tahminlenen 492 kg'lık ergin canlı ağırlık, Jenkins *et al.* (1991) tarafından bildirilen 520 kg'lık değerden daha düşük bulunmuştur.

4.1.1.3. En İyi Modelin Tespiti ve Gözlenen Ağırlıklar ile Tahminlenen Ağırlıkların Karşılaştırılması

Modellerin uyumlarını belirlemede kullanılan kriterlerden biride, ilgili modelden elde edilen HKO değeridir. Gözlenen değere ait eğri ile modelin tahminlediği eğriye ait noktalar arasındaki farkın ölçüsü HKO ne kadar düşük olursa, modelin uyumu o kadar fazla olmaktadır (Efe 1990). İyi bir modelde, hayatın her devresi için tahminlenen değerler ile gözlenen değerler arasındaki farklar minimum seviyede gerçekleşir, ayrıca bu modelle tahminlenen model parametrelerinin güvenilirlikleri de yüksektir (Fitzhugh 1976, Goonewardena *et al.* 1981, Bethard 1997). En iyi modelin seçiminde bir diğer ölçü R^2 istatistiğidir. R^2 ve HKO arasında negatif bir ilişki vardır. HKO değeri azaldıkça R^2 değeri yükselir.

Doğumdan-72 aylık yaşa kadar 6 aylık periyotlarla gözlenen ağırlıklar ve modeller ile tahminlenen ağırlıklar arasındaki farklar tespit edilmiştir. Esmer sığırlarda doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin çeşitli yaşlarda tahminlediği ağırlıklar çizelge 4.3'de, bunlara ait şekiller 4.1 ve 4.2'de, Siyah Alaca hayvanlar için söz konusu değerler çizelge 4.4 ve bunların grafikleri şekil 4.4 ve 4.5'da verilmiştir. Ayrıca modellerin

tahminledikleri ağırlıklar ile gözlenen ağırlıklar arasındaki sapmalar Esmerler için şekil 4.3’de, Siyah Alacalar için şekil 4.6’da grafiklendirilmiştir.

Çizelge 4. 3. Esmer sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde gerçek ve tahminlenen ağırlıklar ile tahminlenen ağırlıklara ait sapmalar¹

Yaş (ay)	Göz. Ağır. (kg)	Tahminlenen Ağırlıklar (kg)						
		Kuadra.	Kübik	Brody	Bertalanffy	Logistic	Gompertz	Richards
Doğum	36	47 (11)	30 (-6)	28 (-8)	48 (12)	70 (34)	51 (15)	35 (-1)
6	117	127 (10)	128 (11)	131 (14)	118 (1)	119 (2)	116 (-1)	122 (5)
12	207	199 (-8)	208 (1)	212 (5)	199 (-8)	186 (-21)	195 (-12)	205 (-2)
18	295	262 (-33)	274 (-21)	276 (-19)	272 (-23)	262 (-33)	269 (-26)	274 (-21)
24	333	317 (-16)	327 (-6)	326 (-7)	330 (-3)	331 (-2)	331 (-2)	328 (-5)
30	376	364 (-12)	369 (-7)	366 (-10)	374 (-2)	383 (7)	377 (1)	370 (-6)
36	392	402 (10)	400 (1)	397 (5)	406 (14)	416 (24)	409 (17)	402 (10)
42	416	432 (16)	424 (8)	422 (6)	429 (13)	436 (20)	431 (15)	426 (10)
48	425	454 (29)	442 (17)	441 (16)	444 (19)	446 (21)	445 (20)	443 (18)
54	460	466 (6)	455 (-5)	457 (-3)	456 (-4)	452 (-8)	455 (-5)	456 (-4)
60	465	471 (6)	466 (-6)	469 (4)	463 (-2)	455 (-10)	461 (-4)	466 (1)
66	489	467 (-22)	475 (-14)	478 (-11)	468 (-21)	457 (-32)	465 (-24)	473 (-16)
72	474	455 (-19)	485 (11)	486 (12)	472 (-2)	457 (-17)	467 (-7)	478 (4)

Çizelge 4.3 ve 4.4 incelendiğinde, her iki ırkta da gözlenen doğum ağırlığına en yakın tahmini Richards modeli vermiştir. Hem Esmer hem de Siyah Alacalarda Brody modeli bu değeri daha düşük, Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modelleri ise daha yüksek tahminlemiştir. Özellikle Logistic model doğum ağırlığını yaklaşık % 100 daha yüksek tahminlemiştir.

¹ Parantez içindeki değerler, tahminlenen ağırlıkların gerçek ağırlıklardan sapmalarını göstermektedir.

Çizelge 4. 4. Siyah Alaca sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde gerçek ve tahminlenen ağırlıklar ile tahminlenen ağırlıklara ait sapmalar¹

Yaş (ay)	Göz. Ağır. (kg)	Tahminlenen Ağırlıklar (kg)						
		Kuadrat	Kübik	Brody	Bertalanffy	Logistic	Gompertz	Richards
Doğum	35	52 (17)	31 (-4)	29 (-6)	43 (8)	69 (34)	51 (16)	34 (-1)
6	128	132 (4)	133 (5)	137 (9)	123 (-5)	122 (-6)	121 (-7)	129 (1)
12	224	204 (-20)	216 (-8)	219 (-5)	208 (-16)	195 (-29)	190 (-34)	214 (-10)
18	314	267 (-47)	282 (-32)	283 (-31)	281 (-33)	274 (-40)	279 (-35)	282 (-32)
24	366	321 (-45)	334 (-32)	332 (-34)	337 (-29)	342 (-24)	339 (-27)	334 (-32)
30	372	366 (-6)	372 (0)	369 (-3)	378 (6)	389 (17)	381 (9)	373 (1)
36	380	403 (23)	401 (21)	397 (17)	406 (26)	416 (36)	409 (29)	401 (21)
42	413	431 (18)	421 (8)	419 (6)	425 (12)	431 (18)	427 (14)	422 (9)
48	404	450 (46)	435 (31)	436 (32)	438 (34)	438 (34)	439 (35)	437 (33)
54	441	460 (19)	446 (5)	449 (8)	447 (6)	442 (1)	446 (5)	448 (7)
60	487	462 (-25)	455 (-32)	459 (-38)	453 (-34)	444 (-43)	450 (-37)	456 (-31)
66	479	454 (-25)	465 (-14)	466 (-13)	456 (-23)	445 (-34)	453 (-26)	462 (-17)
72	482	438 (-44)	478 (-4)	472 (-10)	459 (-23)	445 (-37)	454 (-28)	466 (-16)

Elde edilen bu bulgular, Brown *et al.* (1976), Goonewardane *et al.* (1981), Krieter *et al.* (1987) ve Perotto *et al.* (1992) tarafından bildirilen sonuçlara paralellik arz etmektedir. Söz konusu çalışmalarda, Brody modelinin doğum ağırlığını düşük, Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modellerin ise doğum ağırlığını daha yüksek tahminlediği ifade edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuca paralel olarak, gerek etçi ırkı sığırlarda (Goonewardane *et al.* 1981) gerekse sütçü ırkı sığırlarda (Perotto *et al.* 1992) yapılmış olan araştırmalarda, Logistik modelin doğum ağırlığını yaklaşık %100 daha yüksek tahminlediği bildirilmiştir.

¹ Parantez içindeki değerler, tahminlenen ağırlığın gerçek ağırlıktan sapmalarını göstermektedir.

Brown *et al.* (1976) ve Goonewardane *et al.* (1981)'nin bildirmiş oldukları sonuçlara paralel olarak, çalışmada modellerin Esmer ırk sığırlarda hayatın erken dönemindeki (doğum-6 ay) ağırlıkları daha yüksek tahminlediği görülmektedir (çizelge 4.3 ve şekil 4.1). Buna karşın, Siyah Alaca hayvanlarda doğum ağırlığını daha yüksek tahminleyen, Bertalanfy, Logistic ve Gompertz gibi modellerin, mevcut olan çalışmanın aksine (Krieter *et al.* 1987), 6. ay ağırlıklarını daha düşük tahminlemişlerdir.

Çizelge 4.3 ve 4.4 incelendiğinde, bütün modellerin her iki ırkta da 12 aylık yaştan sonra benzer tahminler verdiği görülmektedir. Hem doğrusal hem de doğrusal olmayan modellerin Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda 12, 18 ve 24 aylık yaş devrelerindeki ağırlıkları daha düşük tahminlediği görülmektedir. Modellerin 12 ve daha sonraki yaşlarda ağırlıkları daha düşük tahminlemesi, modellere ait tahminlenen büyüme eğrilerinin 12 aylık yaştan önce değişim noktasına ulaştığını göstermektedir. Nadarajah *et al.* (1984) ve Perotto *et al.* (1992), canlı ağırlığın yaşa göre değişimi bakımından sığırların doğum-300 günlük dönemde değişim noktasına ulaştıklarını bildirmişlerdir. Değişim noktasından sonra modellere ait büyüme eğrisinde azalan oranda büyüme meydana geldiği için (Goonewardane *et al.* 1981), bu dönemde tahminledikleri ağırlıklar gözlenen değerlerden daha düşük olmuştur. İlerleyen yaşla birlikte ise, Esmer ırk sığırlarda modellerin 36, 42 ve 48 aylık yaş dönemindeki ağırlıkları daha yüksek tahminledikleri görülmüştür. Siyah Alaca hayvanlarda ise bu dönem daha uzun olup, modellerin 30 ile 54 aylık yaş devresinde bütün ağırlıkları daha yüksek tahminledikleri belirlenmiştir. Her iki ırkta da en yüksek sapma 48 aylık yaşta olmuştur.

Morrow *et al.* (1978) ağırlığın değişiminde en önemli iki faktörün beslenme ve laktasyon olduğunu ifade etmişlerdir. İşletmede her iki ırkta ortalama ilk buzağılama yaşının 36-39 ay olduğu (Akbulut vd 1992, Yanar vd 1998) göz önüne alınırsa, 48 aylık yaşta hayvanların ilk laktasyonunu tamamladığı veya tamamlamak üzere olduğu döneme rastlamaktadır. Dolayısıyla her iki ırkta gözlenen ve modellere ait tahmini değerler arasındaki sapmaların en yüksek olduğu 48 aylık yaş devresi, laktasyon dönemine rastlamaktadır. Bu sonuç, modellerin ilk laktasyon dönemindeki ağırlıkları iyi tahminleyemediğini ortaya koymaktadır.

Modellerin en iyi tahminlediği dönem Esmer sığırlarda 24 aylık yaş devresi olurken, Siyah Alacalarda 30 aylık döneme rastlamaktadır. Modellerin çok yetersiz olduğu dönemler ise, çok düşük tahminlerin elde edildiği 18 aylık yaş ile çok yüksek tahminlerin elde edildiği 48 aylık yaş devreleridir.

Siyah Alaca sığırlarda doğrusal ve doğrusal olmayan bütün modeller, Esmer hayvanlarda ise, Brody ve Richards hariç, diğer tüm modellerin 60 aydan sonraki ağırlıkları bariz bir şekilde daha düşük tahminlediği gözlenmektedir (çizelge 4.3, çizelge 4.4).

Çizelge 4.3 ve 4.4 ile şekil 4.1 ve 4.4 incelendiğinde, her iki ırkta doğum ağırlığını yüksek tahminleyen Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modellerin hayatın geç dönemindeki ağırlıkları ise daha düşük tahminledikleri görülmektedir. Goonewaradane *et al.* (1981), söz konusu modellerde değişim noktasının (m) sabit olmasından dolayı, yakınsamanın düşük seviyede iterasyonla sağlandığını, bunun sonucu olarak da, Bertalanffy ve Logistic modellerinin doğum ağırlığını yüksek, ergin canlı ağırlıkları ise düşük tahminlediklerini ifade etmişlerdir.

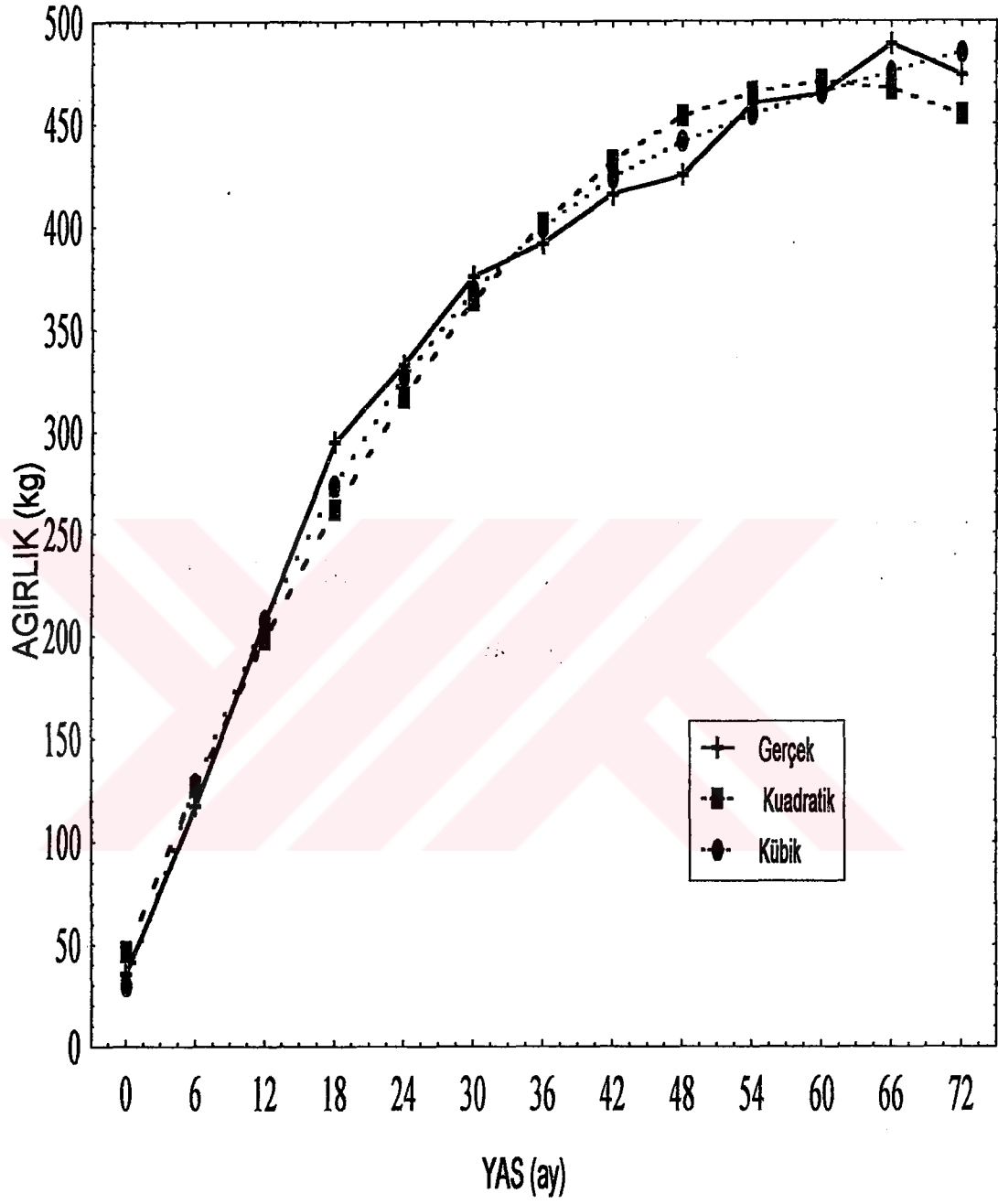
Bu araştırmada, Siyah Alaca hayvanların 60, Esmer hayvanların 66 aylık yaşta ulaştıkları ergin canlı ağırlık değerini, bütün modeller çok düşük tahmin etmişlerdir. Nadarajah *et al.* (1984) ve Krieter *et al.* (1987)'nin bildirmiş oldukları sonucun aksine, çalışmada hayatın erken döneminde (doğum-6 ay) meydana gelen sapmalar, hayatın geç döneminde (60 ay ve daha sonrası) meydana gelen sapmalara göre daha düşük bulunmuştur. Bu durum, Brown *et al.* (1976) bildirmiş oldukları sonuçlarla paralellik arz etmektedir.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesine paralel olarak, bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi de hız kazanmıştır. Bu programlar sayesinde büyüme eğrisi modellerinin uyumu ve model parametrelerin tahminlenmesi daha da kolaylaşmıştır. Bunun sonucu olarak da, doğrusal olmayan modellerde karşılaşılan güçlükler tamamen olmasa bile nispeten ortadan kalkmıştır. Bu durum göz önüne alındığında, doğrusal olmayan

modellerden elde edilen parametrelerin seleksiyon amacı için kullanışlı olabilecek biyolojik anlamlılığa sahip olması, bu modelleri daha avantajlı duruma getirmektedir. Hem bu durum, hem de modelleri karşılaştırmada kriter olarak kullanılan R^2 bakımından daha yüksek değere sahip olmalarından dolayı, Akbaş *et al.* (2001)'nın bildirmiş oldukları sonuca paralel olarak, süt sığırlarında doğrusal olmayan modellerin kullanımının daha uygun olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

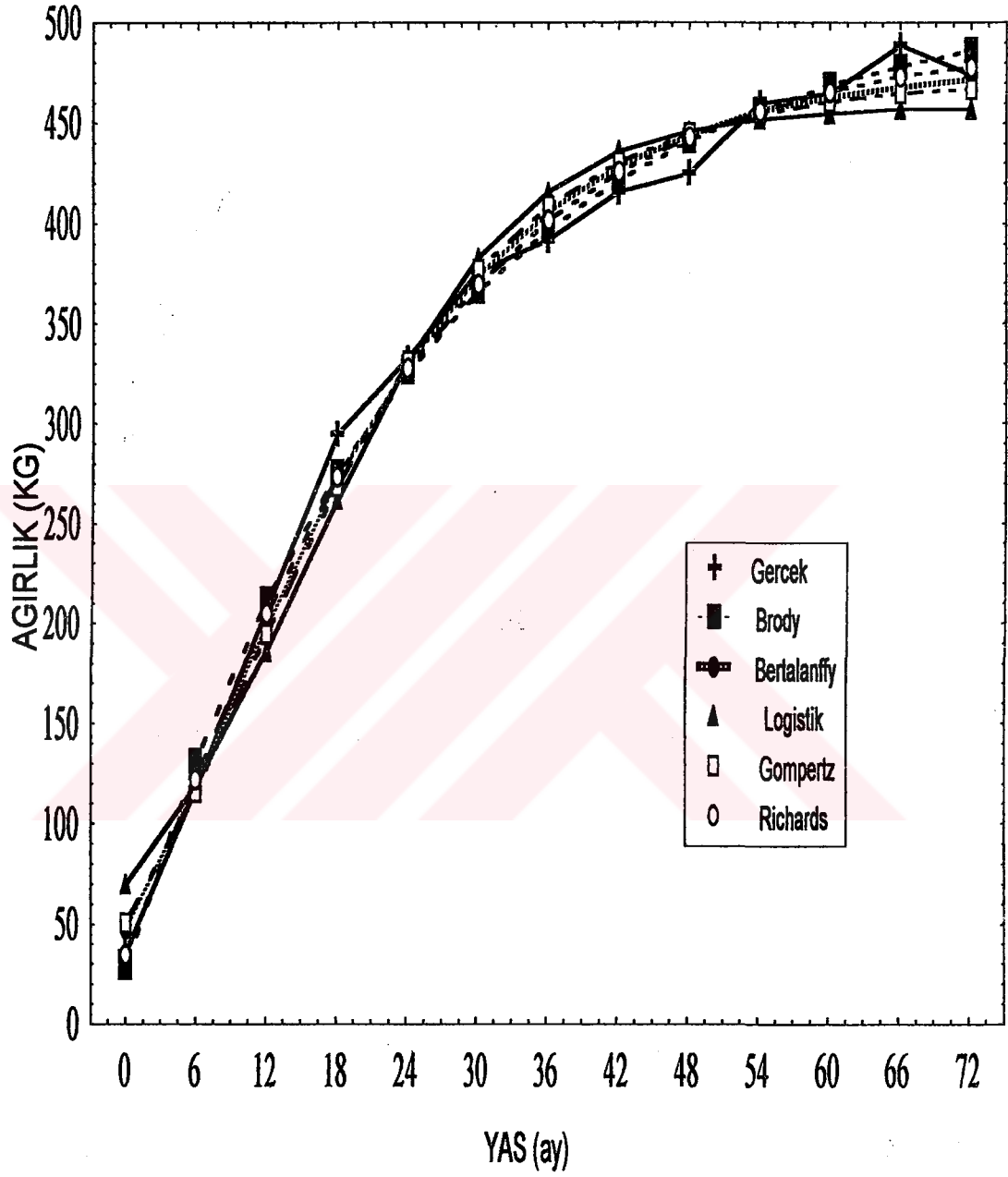
Bu çalışmada gerek modelleri karşılaştırmada kriter olarak kullanılan R^2 değerinin diğer modellere göre daha yüksek çıkması, gerekse çeşitli yaşlarda gözlenen değerlerden gösterdikleri sapmaların diğer modellere göre daha düşük çıkmasından dolayı, Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda doğum-ergin çağ dönemindeki ağırlık-yaş değişimini en iyi Richards modeli açıklamıştır.

DOGRUSAL MODELLER

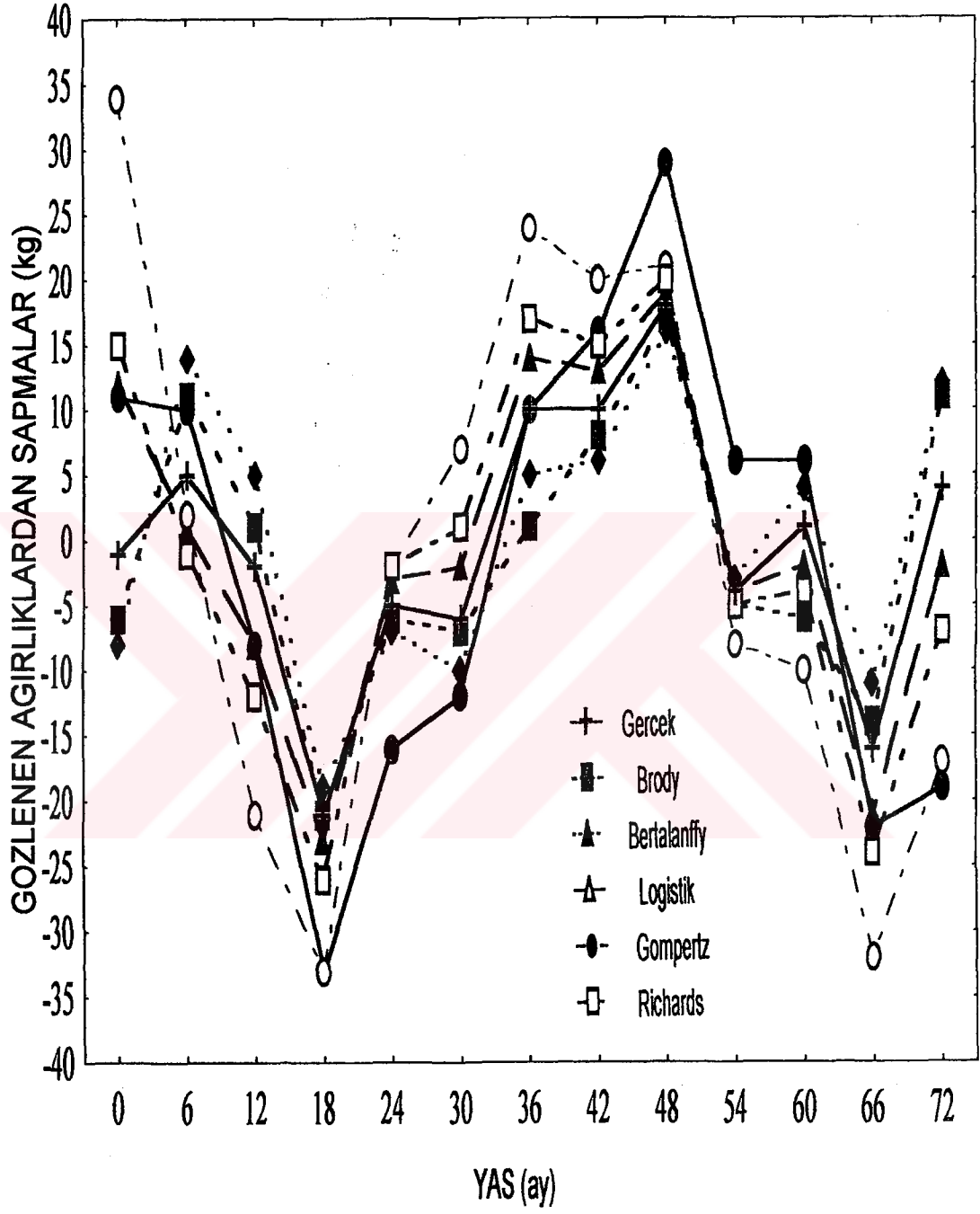


Şekil 4.1. Esmer ırk sığırlarda doğum-ergen çağ döneminde doğrusal modellerle tahminlenen büyüme eğrileri

DOGRUSAL OLMAYAN MODELLER

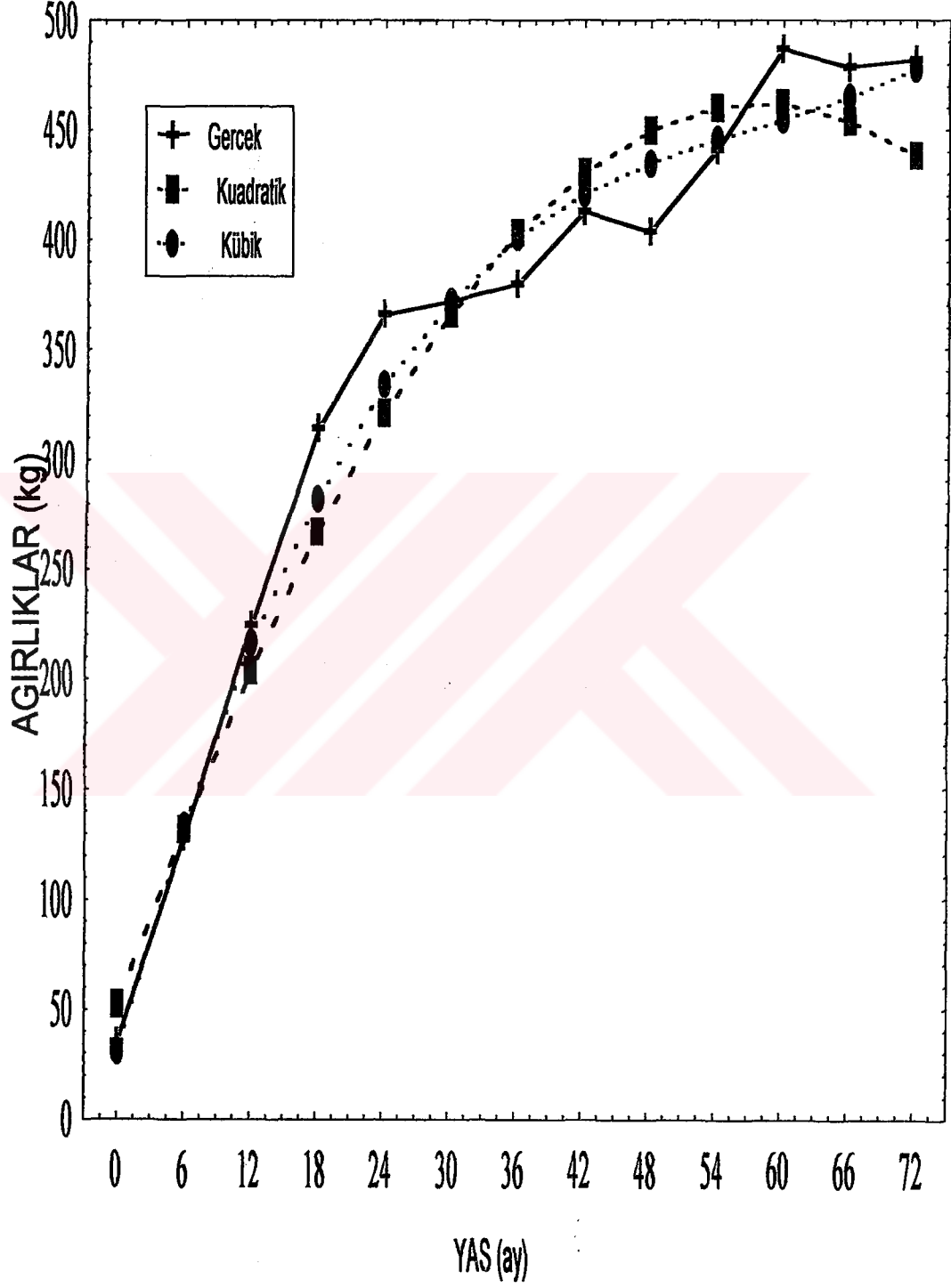


Şekil 4. 2. Esmer sığırlarda doğum-ergin çağ döneminde doğrusal olmayan modellerle tahminlenen büyüme eğrileri



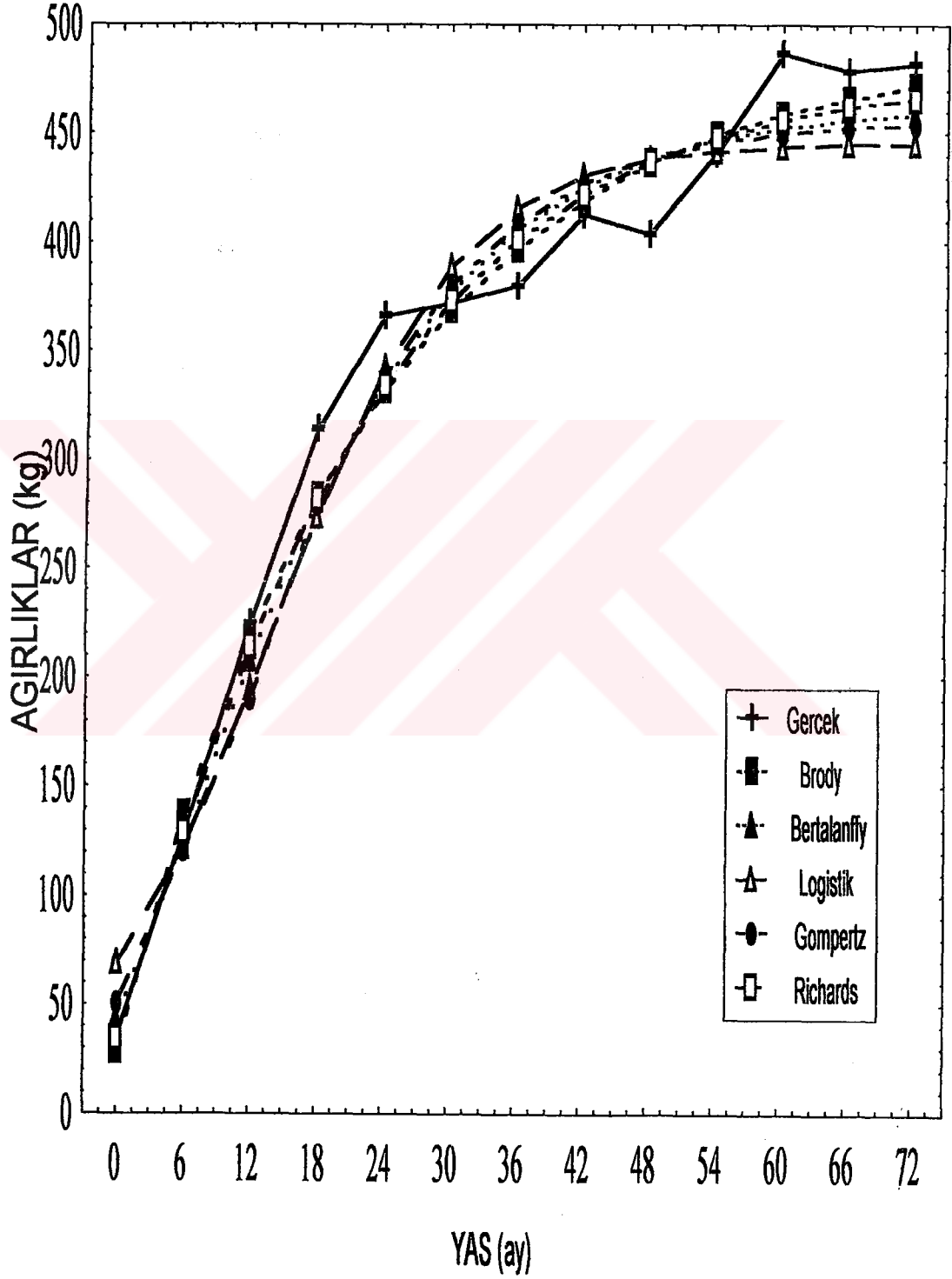
Şekil 4. 3. Esmer sığırlarda doğum-ergen çağ döneminde modellere ait tahminlerin gözlenen değerlerden göstermiş oldukları sapmaların miktarları

DOGRUSAL MODELLER

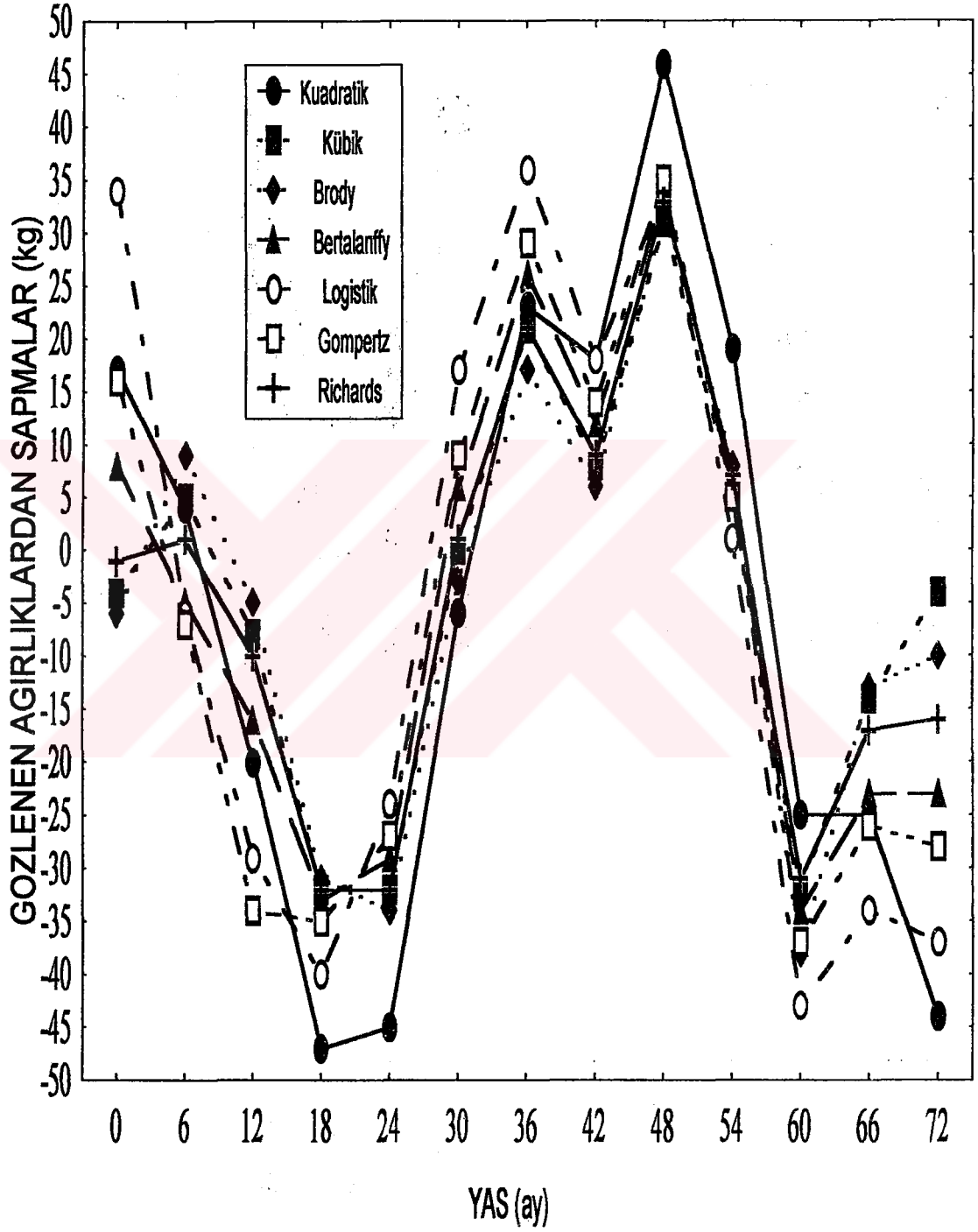


Şekil 4.4. Siyah Alaca sığırlarda doğum-ergen çağ döneminde doğrusal modellerle tahminlenen büyüme eğrileri

DOGRUSAL OLMAYAN MODELLER



Şekil 4. 5. Siyah Alacalarda doğum-ergen çağ döneminde doğrusal olmayan modellerle tahminlenen büyüme eğrileri



Şekil 4. 6. Siyah Alaca sığırlarda doğum-ergen çağ döneminde modellere ait tahminlerin gözlenen değerlerden göstermiş oldukları sapmaların miktarları

4. 2. Ağırlık-Yaş Verilerinin Bireysel Analizleri

Büyüme modellerine ait parametreler kullanılarak, canlılarda büyümenin biyolojik olarak anlaşılması ve büyümeye etkili faktörlerin tespiti mümkün olduğu gibi, bu parametreler ile çeşitli verimler arasındaki ilişkilerin tespitinde mümkün olmaktadır. Özellikle genç hayvanlarda büyüme eğrisi parametrelerinin genetik büyüme yeteneğinin göstergesi olması nedeniyle, bu parametreler seleksiyon kriteri olarakta kullanılabilmektedirler.

Büyüme eğrilerinden beklenen bu faydaların sağlanabilmesi için her bir hayvanın bireysel büyüme modelinin ve modelin parametrelerinin tahminlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde, her bir hayvana ait ağırlıklar doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle bireysel düzeyde analize tabi tutulmuştur.

4. 2. 1. Doğum-Ergin Çağ Ağırlıklarının Bireysel Analizi

Doğumdan en az 48 aylık yaşa kadar 6 aylık periyotlarla ağırlıkları eksizsiz olan 123 Esmer ve 56 Siyah Alaca olmak üzere toplam 179 hayvana ait ağırlıkların doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle bireysel analizi yapılmıştır.

4. 2. 1. 1. Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal modellerle analizi

Bu veri setinde her bir hayvanın mevcut olan ağırlıkları, kuadratik ve kübik doğrusal modellerle bireysel analize tabi tutulmuş, elde edilen parametreler çizelge 4.5'de sunulmuştur.

Doğrusal modellere ait parametrelerin özetlendiği çizelge 4.5 incelendiğinde, hem Esmer hem de Siyah Alaca sığırların büyüme eğrisini en iyi kübik modelin açıkladığı

görülmektedir. Parabolik bir eğri ile temsil edilen kuadratik modelin, büyüme eğrilerine uyumu yaklaşık %1 oranında daha zayıf olmuştur.

Çizelge 4. 5. Doğum-ergin çağı ağırlıklarının doğrusal modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametreler

Modeller	GENEL (N=179)				
	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuadratik	54 ± 1.59	13.83 ± 0.24	-0.1172±0.0043	-	94.9 ± 0.02
Kübik	32 ± 0.83	17.61 ± 0.27	-0.2427±0.0120	0.0013±0.0001	96.5 ± 0.01
Modeller	ESMER (N=123)				
	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuadratik	52 ± 1.98	13.98 ± 0.32	-0.1188±0.0059	-	95.2 ± 0.02
Kübik	32 ± 1.00	17.09 ± 0.34	-0.2159±0.015	0.0017±0.0001	96.7 ± 0.01
Modeller	SİYAH ALACA (N=56)				
	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuadratik	57 ± 2.60	13.49 ± 0.29	-0.1137±0.0051	-	94.2 ± 0.04
Kübik	31 ± 1.53	18.75 ± 0.40	-0.3016±0.017	0.0018±0.0002	96.1 ± 0.02

Birlikte analizlerde tahminlenen doğrusal model parametreleri (çizelge 4.1) ile bu bölümde bireysel analizlerde tahminlenen parametrelerin ortalama değerleri karşılaştırıldığında, tahminlerin birbirine oldukça yakın şekillendiği görülmektedir. Ancak R² istatistiği bakımından bireysel analiz ortalamaları, birlikte analiz ortalamalarına göre daha yüksektir.

Sığırlarda hayatın erken dönemindeki büyüme genelde doğrusal bir artış sergilediği için, bu dönemdeki ağırlık yaş değişiminin incelenmesinde daha çok doğrusal modeller kullanılmaktadır. Fakat daha sonraki yaşlarda, incelenen özellik asimptota ulaşır. Bu durum da, büyüme şeklinin incelenmesinde doğrusal olmayan modellerin kullanımını gerektirmektedir. Bunun sonucu olarak da, literatürde uzun döneme ait ağırlık-yaş değişimini doğrusal modellerle karşılaştırmalı olarak inceleyen çalışma sayısı çok azdır. Bu kapsamda yapılan bir araştırmada (Akbaş *et al.* 2001), doğrusal modeller içerisinde

en iyi sonuc kübik model ile elde edilmiştir. Bu çalışmada kübik model ile belirlenen parametreler canlı ağırlıktaki değişimi daha iyi açıklayabilmektedir.

Gerek literatürde ve gerekse bu çalışmada, doğrusal modeller içersinde en iyi sonucu kübik modelinin vermesi beklenen bir sonuçtur. Çünkü matematiksel modellerde, modele ait parametre sayısı artıkça modelin uyumu da artmaktadır. Fakat parametrelerin biyolojik olarak yorumlanması zorlaşmaktadır.

Daha öncede ifade edildiği gibi, doğrusal modellerde a parametresi, doğrunun y eksenini kestiği nokta, incelenen özelliğe ait başlangıç değerini göstermektedir. Bu çalışmada a parametresi, sığırlarda doğrusal modellerin tahminlediği doğum ağırlığını göstermektedir. Çizelge 4.5 incelendiğinde, her iki ırkta da kuadratik modelin tahminlediği doğum ağırlığının çok yüksek olduğu gözlenmektedir. Kübik modeline ait tahminler düşük gözlenmekle birlikte, ırklara ait gözlenen doğum ağırlıklarına daha yakın çıkmıştır. Bu modelle doğum ağırlığı Esmerlerde 32, Siyah Alacalarda 31 kg olarak tahminlenmiştir. Akbaş *et al.* (2001) Siyah Alaca hayvanlarda kübik modelle, Akbulut (1994) Esmer hayvanlarda kuadratik modelle tahminledikleri a değeri, bu çalışmada elde edilen değerden daha düşük olmuştur.

Efe (1990), parametrelerin işaretleri ve büyüklükleri bakımından kübik modele ait eğrinin şeklini sınıflandırmıştır. Araştırıcı, $-b_1$, $+b_2$, $-b_3$ durumunda kubbe şeklinde bir eğrinin, $+b_1$, $-b_2$, $+b_3$ durumunda gittikçe azalan ve $+b_1$, $-b_2$, $-b_3$ durumunda ise gittikçe artan bir düşüş gösteren eğrinin meydana geldiğini bildirmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde, her iki ırkta da kübik modele ait parametrelerin sırasıyla $+b_1$, $-b_2$, ve $+b_3$ işaretili olduğu gözlenmektedir. Bu durumda her iki ırktada kübik modeline ait tahminlenen büyüme eğrisi gittikçe azalan bir eğri sınıflandırmasına girmektedir. Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda kübik modeline ait parametrelerin her iki ırkta da aynı işaretili olduğu gibi büyüklükleri de birbirine yakın olmuştur. Bu sonuç, söz konusu modelin her iki ırka ait hayvanların büyüme eğrilerini benzer şekilde açıkladığını göstermektedir.

4. 2. 1. 2 Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle bireysel analizi

Bu kısımda doğum-ergin çağ döneminde alınan ağırlıkların yaşa göre değişimi, doğrusal olmayan beş modelle bireysel olarak analiz edilmiş, elde edilen sonuçlar çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 HKO ve R^2 değerleri bakımından incelendiğinde, her iki ırkta da büyüme eğrisini en iyi Richards modelinin açıkladığı, bunu Esmerlerde Gompertz, Siyah Alacalarda ise, Brody modeli takip etmiştir. Hem Esmer hemde Siyah Alaca sığırlarda, modellerden elde edilen R^2 değerleri Logistic model hariç, genelde birbirine yakın bulunmuştur. Her iki ırkta da, Logistik model en düşük R^2 ve en yüksek HKO değerini vermiştir.

Bu araştırmada Logistic modelinin sığırlarda yaşa göre ağırlıktaki değişimi açıklamadaki etkinliğinin diğer modellere göre daha düşük bulunması, Logistic modelin dahil edildiği gerek et sığırları ile (Goonewardane *et al.* 1981, Behr *et al.* 2001), gerekse süt sığırları ile yapılan (Brown *et al.* 1976, Wada *et al.* 1983, Krieter *et al.* 1987, Akbaş *et al.* 2001) çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Süt sığırlarında doğum-ergin çağ dönemindeki canlı ağırlığın yaşa göre değişimini inceleyen çeşitli çalışmalarda, büyüme eğrisini en iyi açıklayan modelin Richards (Brown *et al.* 1976, Perotto *et al.* 1992) ya da Bertalanffy modelinin (Wada *et al.* 1983, Krieter *et al.* 1987, Koenen ve Groen 1996, Akbaş *et al.* 2001) olduğu ifade edilmiştir. Et ırkı sığırlar da ise büyümeyi en iyi açıklayan modelin değişim noktası bulunmayan Brody yada değişken bir değişim noktasına sahip Richards modelinin olduğu bildirilmiştir (Goonewardane *et al.* 1981).

Bütün modellerde Esmerlere ait ergin canlı ağırlık tahminleri, Siyah Alacalardan daha yüksek çıkmıştır. İki ırk arasındaki farklılık Brody modelinde 15 kg, Bertalanffy

modelinde 9 kg, Logistic modelinde 5 kg, Gompertz modelinde 7 kg ve Richards modelinde 12 kg olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4. 6. Doğum-ergin çağı ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametreler

Modeller	GENEL (N=179)					
	A	B	k	m	HKO	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Brody	518 ± 5.80	0.9517±0.0069	.0439±.0023	-	983 ± 34	96.1 ±.14
Bertalanffy	478 ± 3.66	0.5586±0.0036	.0708±.0030	-	981 ± 37	96.0 ±.20
Logistic	455 ± 3.92	5.7964 ± 0.0884	.1168±.0017	-	1217 ± 42	95.1 ±.17
Gompertz	468 ± 3.47	2.2506±0.0170	.0800±.0011	-	1011 ± 37	96.0 ±.15
Richards	500 ± 5.22	0.6998±0.0213	.0562±.0016	3.7±0.4	960 ± 39	96.5 ±.30
Modeller	ESMER (N=123)					
	A	B	k	m	HKO	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Brody	523 ± 6.93	0.9570±0.0100	.0443±.0039	-	946 ± 40	96.3 ±.14
Bertalanffy	480 ± 4.61	0.5640±0.0046	.0674±.0012	-	904 ± 40	96.2 ±.28
Logistic	457 ± 4.15	5.8962±0.1080	.1160±.0021	-	1138 ± 46	95.5 ±.17
Gompertz	471 ± 4.36	2.2762±0.0211	.0795±.0013	-	945 ± 42	96.3 ±.15
Richards	504 ± 6.89	0.6674±0.0263	.0573±.0019	3.8±0.4	910 ± 44	96.8 ±.15
Modeller	SİYAH ALACA (N=56)					
	A	B	k	m	HKO	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Brody	508 ± 10.5	0.9400±0.0025	.0431±.0011	-	1064 ± 62	95.5 ±.29
Bertalanffy	471 ± 5.84	0.5466±0.0052	.0783±.0092	-	1152 ± 77	95.5 ±.32
Logistic	452 ± 5.45	5.5772±0.1502	.1184±.0026	-	1392 ± 83	94.3 ±.37
Gompertz	464 ± 5.58	2.1945 ± 0.0293	.0813±.0017	-	1153 ± 74	95.2 ±.33
Richards	492 ± 6.97	0.7708±0.0341	.0537±.0031	3.5±0.9	1070 ± 76	96.0 ±.28

Çizelge 4.6 incelendiğinde, her iki ırkta da ergin canlı ağırlığı en yüksek Brody, en düşük Logistic model tahminlemiştir. En yüksek ile en düşük tahminleri veren modeller arasındaki fark, Esmer ırk sığırlarda 66, Siyah Alacalarda ise 56 kg olmuştur. Bu iki model arasındaki farkın bu kadar yüksek çıkması, Logistic modelinin ergin canlı ağırlığı düşük, Brody modelinin ise bu değeri daha yüksek tahminlemesinden

kaynaklanmaktadır. Elde edilen sonuç, bu kapsamda yapılmış olan çalışmaların (Brown *et al.* 1976, Krieter *et al.* 1987, Lopez de Torre *et al.* 1992, Perotto *et al.* 1992, Oliveira *et al.* 2000, Akbaş *et al.* 2001, Tedeschi *et al.* 2001) sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Söz konusu bu çalışmaların tümünde ergin ağırlığı en yüksek Brody, en düşük Logistik model tahminlemiştir. Bu sonuçlara göre, gerek doğum ağırlığını çok yüksek, ergin canlı ağırlığı çok düşük tahminlenmesinde, gerekse modellerin uyumlarının karşılaştırılmasında kriter olarak kullanılan R^2 ve/ya HKO bakımından çok düşük uyum göstermesi nedeniyle, Logistik modelinin sığırlarda ağırlık-yaş değişiminin incelenmesinde uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, her iki ırkta da Logistic model kadar olmasa da, Gompertz ve Bertalanffy modellerinin de ergin canlı ağırlığı düşük tahminlediği görülmektedir. Çünkü söz konusu hayvanlara ait gerçek ağırlıklarda, Siyah Alacaların yaklaşık 60 ayda, Esmerlerin ise yaklaşık 66 ayda ergin ağırlığa ulaştığı gözlenmiştir. Gerçek ergin ağırlık olarak kabul edilen bu noktada Siyah Alacalar 487, Esmerler ise 489 kg ağırlığa sahip olmuşlardır. Bu durumda, her iki ırk içinde, Richards modeli ile elde edilen parametrelerin daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu modelle ergin canlı ağırlık tahmini Esmerlerde 504, Siyah Alacalarda ise 492 kg olarak belirlenmiştir.

Goonewardane *et al.* (1981) tarafından, Bertalanffy, Logistik ve Gompertz modellerinin değişim noktalarının sabit olması nedeniyle, parametre tahminlerinin az sayıda iterasyonla elde edildikleri için, bu modellerin doğum ağırlığını yüksek, ergin ağırlığı ise düşük tahminlediklerini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Esmerler için Brody modeli ile tahminlenen ergin canlı ağırlık değeri, Jenkins *et al.* (1991) tarafından, aynı ırk hayvanlarda aynı modelle elde edilen 520 kg'lık değere çok yakın çıkmıştır. Bunun dışında, Esmer ırk sığırlarda büyüme eğrisi ile ilgili yürütülmüş herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Siyah Alaca sığırlarda yürütülmüş olan çalışmalardan (Wada *et al.* 1983, Krieter *et al.* 1987, Koenen ve Groen 1996 ve Akbaş *et al.* 2001) en iyi büyüme eğrisi modeli olarak

tespit Bertalanffy modeli ile tahminlenen ergin ağırlıkları sırasıyla 450, 596, 667 ve 459 kg olarak saptamışlardır. Richards modeli ile Perotto et al. (1992) Siyah Alaca sığırlarda, Nadarajah *et al.* (1984) Angus x Holstein melezlerinde ve Perotto et al (1997) ise Holstein x Gir melezlerinde ergin canlı ağırlığı sırasıyla 613, 494 ve 492 kg olarak tahminlemişlerdir. Bu çalışmada Siyah Alaca hayvanlar için tahminlenen ergin canlı ağırlık değerleri (452-508), bu ırkın saf hayvanlarında yurtdışında yürütülmüş çalışmalarda tahminlenen ergin canlı ağırlık değerlerinden genelde daha düşük bulunmuştur.

Doğrusal ve doğrusal olmayan modellerde, her bir hayvanın gözlenen gerçek ağırlıklarına bağlı olarak büyüme parametreleri tahmin edilmektedir. Bu parametreler kullanılarak tahmini ağırlıklar elde edilmektedir. Bu çalışmada gözlenen ve tahminlenen ergin canlı ağırlıkların literatürde bu ırk için bildirilen ergin canlı ağırlık değerlerinden küçük çıkması, araştırmanın yürütüldüğü işletmenin iklimsel, topoğrafik ve besleme şartlarında bu ırklara özgü gelişmeyi gösteremediklerine atfedilebilir. Nitekim aynı işletmede bu ırkın büyüme ve gelişme özelliklerinin kapsamlı olarak incelendiği çalışmalarda (Akbulut vd 1994, Akbulut 1999), söz konusu hayvanların ırka özgü büyüme ve gelişmelerini sağlayamadıkları tespit edilmiştir.

Modellerin ortak tahminlediği B parametresi, doğumdan sonra kazanılan ağırlığın ergin ağırlığa oranını göstermektedir.

Birinci veri setinde mevcut ağırlıkların birlikte analizi sonucu, Brody modeli ile Esmer sığırlarda doğum ağırlığı 28 kg, ergin canlı ağırlık 514 kg olarak tahminlenmiştir. Siyah Alaca hayvanlarda ise bu değerler sırasıyla 29 ve 491 kg olmuştur. Çizelge 4.2 incelendiğinde, Brody modeline ait B parametresi değerinin ($\frac{514 - 28}{514} = 0.94$) Esmer sığırlarda 0.94, Siyah Alacalarda ise, ($\frac{491 - 29}{491} = 0.94$) 0.94 olduğu gözlenmektedir.

Oysa aynı yöntem diğer dört modele uygulandığında, söz konusu modellerin bu sonucu

vermediği gözlenmiştir. Bu sonuç, Brody dışında kalan diğer modellere ait B parametresinin bu biyolojik anlamlılığı taşımadığını göstermektedir (çizelge 4.6).

Richards modeline dördüncü parametre olarak, değişim noktasını gösteren m parametresinin ilave edilmesinin, bu modelde B parametresinin biyolojik anlamlılığını sınırlandırdığı ifade edilmektedir (Brown *et al.* 1976). Söz konusu araştırmacılar buna neden olarak da, B ile m arasında çok yüksek ve negatif (-0.97) bir ilişkinin bulunduğunu, B parametresinin m'nin aldığı değere göre değiştiğini göstermişlerdir. Bu sonucu çizelge 4.6'da gözlemlemek mümkündür. Richards modelinde Esmerlere ait tahminlenen m parametresi, Siyah Alacalardan daha yüksek çıkmasına rağmen, (3.8, 3.5), B ile m arasındaki negatif ilişkiden dolayı, Siyah Alaca sığırlarda B parametresi Esmerlerden daha yüksek (0.77, 0.66) olmuştur. DeNise ve Brinks (1985) tarafından, Brody ve Richards modellerinin gerek uygulanmasını ve gerekse parametrelerin biyolojik anlamlılığın karşılaştırıldığı çalışmada, Brown *et al.* (1976)'nın bulmuş oldukları sonuca paralel olarak, Richards modelinde m parametresinin ilave edilmesi sonucu, B parametresinin artık doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin ağırlığa oranı anlamını taşımayabileceği vurgulanmıştır.

Aslında Brown *et al.* (1976)'nın yukarıda açıklanan sonucu, diğer üç model için genellemek mümkündür. Bir diğer ifade ile, Richards modelinde değişim noktasını gösteren m parametresinin, diğer üç modelde sabit olması (Bertalanffy=3, Logistik=-1, Gompertz= ∞) nedeniyle B parametresinin biyolojik anlamlılığı Richards modelinde kısmen, Bertalanffy, Logistik ve Gompertz modellerinde ise tamamen kaybolmuştur. Çünkü söz konusu modellerde değişim noktasının meydana geleceği koordinatlar önceden belirlenmiştir. Bu durum bazı parametrelerin biyolojik anlamlarını kaybettirmiştir.

Siyah Alaca sığırlarda Krieter *et al.* (1987), Perotto *et al.* (1992), Akbaş *et al.* (2001) B parametresini Logistic model ile 4.62, 6.33, 4.77, Gompertz modeli ile 2.03, 2.34, 2.18, Bertalanffy modeli ile 0.52, -, 0.56 ve Richards modeli ile yine aynı sırayla -, 0.68, 0.73 şeklinde tahminlemişlerdir.

Modellerin ortak tahminlediği diğer bir parametre k 'dır. Bu parametre, hayvanlarda erginleşme hızını, bir diğer ifade ile t yaşta gözlenen ağırlığın (W_t), hangi hızla asimtotik ağırlığa (A) yaklaştığını göstermektedir. Bu parametrenin ölçü birimi ise ağırlıkların alınış durumuna göre değişmektedir. Eğer ağırlıklar aylık periyotlarla alınırsa ölçü birimi 1/ay, günlük periyotlarla alınmışsa, 1/gün şeklindedir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, hem Esmer hem de Siyah Alaca hayvanlarda bu parametreyi en yüksek Logistic, en düşük ise Brody modeli tahminlemiştir. Daha önce vurgulandığı gibi ergin ağırlıkla erginleşme hızı arasındaki negatif ilişkiden dolayı, aynı ırk içindeki hayvanlarda k 'yı yüksek tahminleyen modelle en düşük A 'ya ait tahmin elde edilmiştir. Bu çalışmada, her iki ırkta da k 'yı en yüksek tahminleyen Logistic modeli, A 'yı en düşük tahminlemiştir. Ergin canlı ağırlıkla erginleşme hızı arasındaki negatif ilişki, ırklarda ergin canlı ağırlığın istenilen yönde değişimine imkan tanımaktadır. Bu konu 4.2.1.5 bölümünde daha geniş bir şekilde tartışılacaktır.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modelleri Siyah Alacalarda k parametresini Esmerlere göre daha yüksek, ergin canlı ağırlık değerini ise daha düşük tahminlemişlerdir. Yani bu modeller, ırk içinde olduğu gibi ırklar arasında da ergin ağırlıkla erginleşme hızı arasındaki ters ilişkiyi yansıtmışlardır. Fakat buna benzer bir ilişki, Brody ve Richards modelinde gözlenmemiştir. Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, Esmerlerde Brody ve Richards modellerine ait hem k hemde A tahminleri Siyah Alacalardan daha yüksek çıkmıştır.

Bu sonuç, iki ırkın büyüme bakımından homojen olmadığını, diğer bir ifade ile farklı büyüme seyrine sahip olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla bu iki ırkta büyüme ve gelişme, bu çalışmada olduğu gibi ayrı ayrı incelenmelidir.

Esmerlerde Brody modeli ile tahminlenen k değeri, Jenkins *et al.* (1991) tarafından aynı ırkta aynı modelle tahminlenen 0.055/ay değerinden daha düşük olmuştur.

Literatürde Siyah Alaca sığırlarda yürütülmüş olan çalışmalarda çeşitli modellerle tahminlenen k parametresi (erginleşme hızı), A (ergin ağırlık) parametresinde olduğu gibi, genelde bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan daha yüksek çıkmıştır. Söz konusu çalışmalarda Krieter *et al.* (1987) ile Koenen ve Groen (1996) Bertalanffy modeli ile erginleşme hızını sırasıyla 0.068 ve 0.0027* (0.0820), Perotto *et al.* (1992) ise Richards modeli ile aynı parametreyi 0.0022* (0.0668) olarak tahminlemişlerdir.

Yurtdışında yürütülmüş olan çalışmalarda hem ergin ağırlık (A) hemde erginleşme hızı (k) bakımından Siyah Alacalardan elde edilen değerlerin, bu çalışmada elde edilen sonuçlardan daha yüksek çıkması, daha öncede ifade edildiği gibi, bu çalışmanın yürütüldüğü işletme şartlarında yetiştirilen bu hayvanların ırka özgü büyüme ve gelişmelerini sağlayamadıklarını göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan doğrusal olmayan 5 model, temelde Richards modelinden türetilerek elde edilmiştir (Heinen 1999, Çamdeviren ve Taşdelen 2002). Dolayısıyla modeller arasında teorik formda çok büyük farklılıklar bulunmamaktadır. Modellerin en önemli belirleyici özelliği, sabit veya değişken bir değişim noktasına sahip olması yada değişim noktasının olmamasıdır. Bu çalışmada ele alınan doğrusal olmayan modellerden Bertalanffy, Logistic ve Gompertz gibi modellerin değişim noktaları sabit, Richards modelinde değişken ve Brody modelinde ise, bu nokta bulunmamaktadır. Çizelge 4.6 incelendiğinde, sabit değişim noktasına sahip olan modellerin her iki ırkta da ergin canlı ağırlıkları çok düşük tahminledikleri görülmektedir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, Esmerlere ait m parametresi, Siyah Alacalardan daha yüksek çıkmıştır (3.8, 3.5). Bu sonuç, Siyah Alaca hayvanların değişim noktasına daha erken ulaştıklarını ve bu noktada Esmerlere göre daha düşük ağırlıkta olduklarını göstermektedir.

* Söz konusu değerler günlük erginleşme hızını, bu değerlerin 30.4 ile çarpılması sonucu elde edilen aylık erginleşme hızları parantez içerisinde verilmiştir.

Bununla birlikte, B ile m arasındaki yüksek negatif ilişkiden dolayı (-0.97), B'nin alacağı değere göre, m'nin değişebileceği unutulmamalıdır (Brown *et al.* 1976). Bu iki parametre arasındaki ilişkiyi Goonewardane *et al.* (1981), Perotto *et al.* (1992), Frietas *et al.* (1998), Behr *et al.* (2001), Perotto *et al.* (1997) ve Koenen ve Groen (1996) tarafından yürütülmüş olan çalışmalarda gözlemek mümkündür. Söz konusu çalışmalarda B ve m parametreleri sırasıyla 0.99-0.67, 0.83-1.93, 0.72-3.22, 0.94-1.07, 0.58-3.84 ve 0.98-0.66 şeklinde tahminlenmiştir.

Görüldüğü gibi B parametresi 1'e yaklaştıkça, m parametresi 1'den küçük değerler almaktadır. Bununla birlikte, $0 < m < 1$ aralığında değişim noktasının tanımsız olduğu belirtilmiştir (Brown *et al.* 1976, Nadarajah *et al.* 1984, Perotto *et al.* 1992, Beltran *et al.* 1992). Bir diğer ifade ile, değişim noktasının meydana gelmediğini göstermektedir. Bu gibi durumlarda etkili parametre tahminleri için, Richards fonksiyonuna ait eşitlikte $(A(1 \pm B \cdot \exp(-k \cdot t))^m)$ negatif işaretin kullanılmasının gerektiği bildirilmiştir (Perotto *et al.* 1992).

Et sığırları ile ilgili yürütülmüş olan çalışmalarda (Goonewardane *et al.* 1981, Beltran *et al.* 1992), m parametresi 1'den daha küçük çıkmıştır. Et ırkı sığırlarda ağırlıkla ilgili kayıt tutma işlemi genelde sütten kesim ağırlıkları ile başlamaktadır. Bunun sonucu olarak, büyüme eğrisi ile ilgili çalışmalarda ilk ağırlıkları oluşturan sütten kesim ağırlıkları 205 günlük sürede alınmaktadır. 205 günlük yaştan sonraki ağırlıkların kullanılması sonucu, değişim noktasının bu dönemden önce meydana gelmesi halinde (Nadarajah *et al.* 1984), et ırkı sığırlarda modellerin tahminlediği değişim noktası tanımsız olmaktadır.

4. 2. 1. 3. En iyi modelin tespiti

En iyi modelin tespiti için modellere ait R^2 ve HKO değerlerinden faydalanılmıştır. Bu amaçla, bu veri setinde her bir hayvana ait ağırlıkların doğrusal ve doğrusal olmayan tüm modellerle bireysel analizi sonucu, modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine varyans analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge 4.7'de verilmiştir.

Modellerin karşılaştırılmasında kriter olarak kullanılan R^2 ve HKO değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, bu değerlere hem doğrusal hemde doğrusal olmayan modellerin etkisi çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Bu sonuç, Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda ağırlığın yaşa göre değişimini belirlemek için kullanılan büyüme eğrisi modellerinin uyumlarının farklı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 7. Modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine ait varyans analiz sonuçları

İncelenen Özellikler		Belirleme Katsayısı (R^2)		Hata Kareler Ortalaması (HKO)	
Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Ort.	F	Kareler Ort.	F
Doğrusal Olmayan Modeller					
Model	4	464733	9.08**	2011331	7.63**
Hata	890	51147		263314	
Doğrusal Modeller					
Model	1	24144	35.58**		
Hata	356	698			

**=($P<0.01$) Çok Önemli

Modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanarak, en iyi model analitik olarak seçilmiştir.

Yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucuna göre, doğrusal olmayan modeller içerisinde en iyi uyumu, $\%96.53 \pm 0.13$ 'lük R^2 değeri ile Richards modeli sağlamıştır. En düşük uyumu ise $\%95.12 \pm 0.17$ 'lik değerle Logistic modeli vermiştir. Bertalanffy, Logistik ve Gompertz gibi modeller çoklu karşılaştırma testi sonucunda aynı sınıflandırmaya girmişlerdir. Bu modellerin uyumu Richards modelinden düşük, Logistic modelinden ise yüksek çıkmıştır (çizelge 4.8).

Goonewardane *et al.* (1981), et ırkı sığırların büyüme eğrilerini, değişken bir değişim noktasına sahip olan Richards veya değişim noktası bulunmayan Brody modelinin genelde daha iyi açıkladığını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ırkların büyüme eğrilerini açıklayan en iyi model Richards modeli olmuş, bu modeli ise Brody takip etmiştir. Bu

sonuç, Richards ve Brody modellerinin et ırkı sığırlarda olduğu gibi, süt sığırlarının büyüme eğrilerine de iyi bir uyum sağladığını göstermektedir.

Modellere ait HKO istatistiği, Logistic modelinde en yüksek olmuştur. Richards modelinde bu değer en düşük gözlenmekle birlikte, çoklu karşılaştırma testi sonucunda, Richards, Brody, Bertalanffy ve Gompertz modelleri arasında fark gözlenmemiş ve bu modeller aynı alt gruba girmişlerdir. R^2 ve HKO istatistikleri birlikte değerlendirildiğinde, canlı ağırlığın yaşa göre değişimini en iyi Richards modelinin açıkladığı söylenebilir.

Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda ağırlık-yaş değişiminin kübik modelle incelenmesinde, kuadratik modele göre %1.65 daha iyi uyum sağlamış ve bu fark istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$) (çizelge 4.8).

Çizelge 4. 8. Doğrusal ve doğrusal olmayan modellere ait R^2 ve HKO istatistiklerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	R^2	HKO
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Doğrusal Olmayan Modeller	F= 9.08**	F= 7.63**
Brody	96.06 $\pm$ 0.14 ^b	983 $\pm$ 34.05 ^b
Bertalanffy	95.99 $\pm$ 0.22 ^b	981 $\pm$ 37.70 ^b
Logistic	95.12 $\pm$ 0.17 ^c	1217 $\pm$ 42.29 ^a
Gompertz	95.96 $\pm$ 0.15 ^b	1011 $\pm$ 37.83 ^b
Richards	96.53 $\pm$ 0.13 ^a	960 $\pm$ 39.44 ^b
Doğrusal Modeller	T= 5.88**	
Kuadratik	94.85 $\pm$ 0.24	
Kübik	96.50 $\pm$ 0.14	

** : ($P<0.01$) Çok önemli a, b, c: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda ağırlık-yaş değişiminin incelenmesinde (çizelge 4.8), doğrusal olmayan modeller içerisinde en iyi uyumu Richards (%96.53), doğrusal modellerde ise kübik model (%96.50) sağlamıştır. İki modelden elde edilen R^2 değerleri

birbirine çok yakın çıkmıştır. Fakat doğrusal olmayan modellere ait parametrelerin büyüme olayının biyolojik olarak anlaşılmasına olanak sağlaması ve büyümeye etkili faktörlerin tespitine imkan tanınması, bu modelleri daha avantajlı duruma getirmektedir.

Hem parametrelerin biyolojik anlamlılığı hem de ağırlık yaş ilişkisini en iyi açıklayan model olması nedeniyle bundan sonraki bölümlerde, büyümeye etkili faktörlerin tespiti, model parametreleri arasındaki ilişkiler ve model parametreleri ile süt verimi arasındaki ilişkilerin incelenmesinde Richards modeline ait parametreler kullanılacaktır.

4. 2. 1. 4. Doğum-ergin çağ döneminde Richards modeli parametrelerine etkili faktörler

Bir önceki bölümde en iyi büyüme eğrisi modeli olarak Richards modeli seçildiği için, etkili faktörlerin analizinde bu modelin parametreleri kullanılmıştır.

Bu amaçla, Richards modelinden elde edilen parametrelere ırk, doğum yılı, doğum mevsimi ve ana yaşının etkileri incelenmiş, elde edilen sonuçlar çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde, ırkın B parametresine ve R^2 istatistiğine etkisi çok önemli ($P<0.01$) olurken, A, k ve m parametrelerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Esmer sığırlara ait büyüme eğrilerine Richards modelinin uyumu, Siyah Alacalardan %0.8 birim daha yüksek çıkmış ve bu farklılığın çok önemli ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Bu kadar küçük bir farkın önemli çıkması, çalışmada kullanılan örnek sayısının yeterli büyüklükte olmasının yanısıra, ırklar içinde R^2 bakımından varyasyonun çok küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Esmer sığırlara ait ergin ağırlık (A) değeri Siyah Alacalardan 12 kg daha yüksek çıkmasına rağmen, bu fark önemsiz bulunmuştur.

A, B, k ve m parametrelerinde doğum yılı çok önemli ($P<0.01$) bir varyasyon kaynağı olurken, R^2 istatistiği bu varyasyon kaynağından herhangi bir şekilde etkilenmemiştir. İşletmede meraya dayalı bir hayvancılık faaliyetinin sürdürüldüğü düşünülürse, bakım, beslenme ve iklim şartlarından oluşan doğum yılı etkisinin önemli çıkması beklenen bir durumdur. Ayrıca bu sürüde bazı yıllar kan tazeleme amacıyla dışardan damızlık boğa satın alındığı ve suni tohumlama yapıldığı dikkate alınır, yıllara göre farklı büyüme özelliği gösteren alt grupların oluşmasında mümkündür.

Çizelge 4.9 incelendiğinde, 1989 yılında doğan hayvanların en yüksek, 1993 yılında doğan hayvanların ise en düşük ergin ağırlığa sahip oldukları, iki ortalama arasında görülen 81 kg'lık farkın çok önemli olduğu görülmektedir. Doğum yıllarına göre ergin ağırlık tahminleri incelendiğinde, ağırlıklarda 1989-1993 yılları arasında sürekli bir düşüş trendi gözlenmiştir. 1993'den sonra ise ağırlıklarda herhangi bir yöne doğru bir eğilim olmamıştır. Doğum yılının ergin ağırlığa etkisini inceleyen araştırmacılar, genelde bu çalışmada elde edilen sonuca paralel olarak, bu etkiyi önemli yada çok önemli bulmuşlardır. Lopez de Torre ve Rankin (1978), DeNise ve Brinks (1985) ve Quaas (1985), Brody modeli ile tahminledikleri ergin ağırlığa doğum yılının etkisini önemli ($P<0.05$) bulurken, Brown *et al.* (1972) ve DeNise ve Brinks (1985) ise önemli bulmuşlardır ($P<0.01$). DeNise ve Brinks (1985) ise Richards modelinde A parametresine doğum yılının etkisini önemsiz bulmuşlardır.

Doğrusal olmayan modellerden elde edilen B parametresi, doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin ağırlığa oranını göstermektedir. Fakat daha önce de ifade edildiği gibi, Richards modeline m parametresinin ilave edilmesiyle B ile m arasındaki ilişkiden dolayı bu parametrenin biyolojik anlamlılığı sınırlanmıştır. Bu ilişki özellikle m parametresinin 1'den büyük olduğu durumlarda gerçekleşmekte ve m parametresi büyürken, B parametresi küçülmektedir. Çizelge 4.9 incelendiğinde m parametresinin 7.9 değeri ile en yüksek tahminlendiği 1990 yılında B parametresi en düşük (0.4403), m'nin 1'e en yakın tahminlendiği (1.95) 1995 yılında B parametresi en yüksek (0.8440) olmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuca paralel olarak, DeNise ve Brinks (1985) Richards modelinde elde edilen B ve m parametrelerine doğum yılının etkisini çok

önemli bulmuşlardır. Brown *et al.* (1972) ve Quaas (1985) Brody modelinde elde edilen B parametresine doğum yılının etkisinin sırasıyla çok önemli ve önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 4. 9. Richards modeline ait parametrelere etkileri incelenen faktörlerin önemlilik durumları, faktörlerin alt gruplarına ait en küçük kareler ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

İncelenen Faktörler	N	A	B	k	m	R ²
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
İrk		F=1.13Ös	F=5.74**	F=1.72Ös	F=0.11Ös	F=7.54**
Esmer	123	504±6.89	.6674±.0263	.0573±.0019	3.86±.46	96.8±.15
S. Alaca	56	492±6.97	.7708±.0341	.0537±.0031	3.55±.96	96.0±.28
D. Yılı		F=2.13**	F=5.74**	F=4.82**	F=2.6**	F=0.62Ös
89	9	559±28 ^a	.6445±.1192 ^{ab}	.0366±.0045 ^c	4.5±1.6 ^{abc}	96.4±.62
90	12	522±15 ^{ab}	.4403±.0846 ^c	.0620±.0045 ^a	7.9±1.7 ^a	97.5±.66
91	9	495±15 ^b	.7892±.0583 ^{ab}	.0531±.0078 ^{ab}	2.3±0.4 ^{bc}	96.8±.61
92	22	482±11 ^b	.7448±.0558 ^{ab}	.0631±.0050 ^a	3.1±0.9 ^{bc}	96.5±.29
93	22	478±9 ^b	.6353±.0583 ^{ab}	.0694±.0042 ^a	5.4±1.7 ^{ab}	96.5±.38
94	19	496±11 ^b	.5984±.0756 ^{bc}	.0649±.0047 ^a	5.6±1.4 ^{ab}	95.9±.32
95	33	517±15 ^{ab}	.8440±.0356 ^a	.0460±.0033 ^{ab}	1.95±0.5 ^{bc}	96.2±.39
96	31	479±12 ^b	.6780±.0486 ^{ab}	.0589±.0041 ^{ab}	4.3±1.1 ^{abc}	96.7±.39
97	22	516±17 ^{ab}	.7486±.0601 ^{ab}	.0460±.0042 ^{bc}	0.9±1.0 ^c	96.8±.26
Mevsim		F=0.15Ös	F=1.52 Ös	F=1.12 Ös	F=3.02**	F=1.3 Ös
Kış	54	503±8.3	.7349±.0349	.0539±.0025	2.3±0.54 ^b	96.5±.23
İlkbahar	29	510±11.3	.7022±.0596	.0525±.0037	4.3±0.99 ^{ab}	96.0±.48
Yaz	42	491±11.0	.5990±.0483	.0645±.0039	6.2±1.38 ^a	96.8±.26
Sonbahar	54	500±11.0	.7417±.0344	.0539±.0031	2.8±0.48 ^b	96.7±.22
Ana Yaşı		F=1.13Ös	F=0.83 Ös	F=0.43 Ös	F=0.27Ös	F=0.54Ös
3	29	499±18	.7573±.0467	.0534±.0045	3.40±1.0	96.6±.31
4	37	488±8.6	.6489±.0522	.0594±.0033	4.9±0.9	96.4±.40
5	43	496±9.7	.6475±.0469	.0585±.0034	4.22±1.0	96.3±.27
6	18	500±13	.7160±.0576	.0610±.0034	2.65±1.2	96.7±.31
7	15	485±15	.7825±.0636	.0518±.0058	3.31±1.7	96.9±.37
8	22	521±26	.6881±.0789	.0570±.0075	3.51±1.1	96.5±.57
9+	25	527±13	.7425±.0555	.0493±.0040	2.86±0.67	96.8±.35

**= (P<0.01) Çok önemli *= (P<0.05) Önemli +=(P<0.10) Marjinal önemli

a, b, c: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Doğum yılının k parametresinde de meydana getirdiği varyasyonun çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Ergin ağırlığın en yüksek olduğu 1989 yılında k parametresi en düşük (0.0366), ergin ağırlığın en düşük olduğu 1993 yılında ise bu parametre en yüksek (0.06494) çıkmıştır. Bu sonuç iki parametre arasındaki negatif ilişkiyi bariz bir şekilde ortaya koymaktadır. Brown *et al.* (1972) ve Quaas (1985) Brody modelinde, DeNise ve

Brinks (1985) ise hem Brody hemde Richards modelinde elde edilen k parametresine doğum yılının etkisini önemli bulmuşlardır.

R^2 değeri bakımından, 1990 yılında doğan hayvanların büyüme eğrilerine modelin uyumu daha iyi gözlenmekle birlikte, diğer yıllarla olan farklılık önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.9 incelendiğinde, doğum mevsiminin sadece m parametresi üzerine etkisi çok önemli ($P<0.01$) olurken, diğer parametrelerde herhangi bir farklılık meydana getirmemiştir. Bu çalışmada doğum mevsiminin m parametresinde önemli çıkması, literatürde elde edilen sonuçlarla uyuşmamaktadır. Gerek Brody (Brown *et al.* 1972, DeNise ve Brinks 1985, Quass 1985) gerekse Richards (DeNise ve Brinks 1985) modeline ait parametrelere mevsimin etkisinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

İlkbaharda doğan sığırlar, yaz mevsiminde doğan sığırlardan 19 kg daha yüksek ergin ağırlığa sahip olmuş, fakat bu fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yazın doğan hayvanların diğer mevsimlerde doğan hayvanlardan A ve B parametreleri bakımından daha düşük; k, m ve R^2 değerleri bakımından ise daha yüksek değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Ancak bu farklılıkların şansa bağlı hatadan kaynaklandığı varsayılmıştır.

Ana yaşının incelenen büyüme eğrisi parametreleri üzerine etkisi de önemsiz çıkmıştır. Sığırlarda ana yaşı hayatın erken dönemindeki büyüme ve gelişmede etkili olmaktadır. Fakat hayvanlar yaşlandıkça, anaya ait bu etki ortadan kalkmaktadır. Bu çalışmada doğum-ergin döneme ait ağırlıkların kullanıldığı düşünülürse, ana yaşının büyümeye etkisinin olmaması beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte Brown *et al.* (1972) et ırkı sığırlarda, Koenen ve Groen (1996), Siyah Alaca sığırlarda Bathaei ve Leroy (1998) ise, koyunlarda ana yaşının artmasına bağlı olarak doğum ağırlığının artmasından dolayı B parametresinde (doğumdan sonra kazanılan canlı ağırlığın ergin ağırlığa oranı) sığırlarda çok önemli, koyunlarda ise önemli düşüşler gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Bunun dışında, ana yaşının diğer parametrelere etkisi önemsiz bulunmuştur.

Bu çalışmada en yüksek ergin canlı ağırlığa sahip hayvanlar, büyüme ve gelişmesini tamamlayan 9 ve daha yaşlı analardan elde edilirken, yine en düşük erginleşme hızı bu hayvanlardan elde edilmiştir.

4. 2. 1. 5. Doğum-Ergin Çağ Döneminde Richards Model Parametreleri Arasındaki Fenotipik Korelasyonlar

Büyüme eğrisi parametreleri arasındaki ilişkilerin bilinmesi, çeşitli büyüme ve gelişme özelliklerinin ıslahı bakımından önemlidir. Bu kapsamda Richards modeline ait parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Richards modeline ait parametreler arasındaki fenotipik korelasyonlar

Parametreler	B	k	m	HKO	R ²
A (Ergin canlı ağırlık)	0.367**	-0.640**	-0.256**	0.209**	-0.043
B (İntegrasyon sabitesi)	-	-0.754**	-0.739**	0.187*	-0.145
k (Erginleşme hızı)		-	0.578**	-0.209**	0.130
m (Değişim noktası)			-	-0.153**	0.075
HKO (Hata kar.ortalaması)				-	-0.899**
R ² (Belirleme katsayısı)					1.000

**:(P<0.01) Çok önemli *: (P<0.05) Önemli

Richards modeline ait parametreler arasındaki fenotipik korelasyonların verildiği çizelge 4.10 incelendiğinde, A parametresinin R² hariç, başta k olmak üzere diğer tüm parametrelerle çok önemli ilişkisi olduğu gözlenmektedir. En önemli biyolojik ilişki, A ile k arasında ve negatif (-0.640) olmuştur. Farklı modellerde bu iki parametre arasındaki fenotipik korelasyonu inceleyen araştırmacılar (Brown *et al.* 1972, Brown *et al.* 1976, Lopez de Torre ve Rankin 1978, DeNise ve Brinks 1985, Krieter *et al.* 1987, Lopez de Torre *et al.* 1992, Koenen ve Groen 1996, Bathai ve Leroy 1998) bu çalışmada elde edilen sonuca paralel olacak şekilde, söz konusu ilişkiyi negatif ve genelde yüksek (-0.45, -0.72) tahminlemişlerdir. Bu ilişki, erginleşme hızı yüksek olan

hayvanlarda, ergin canlı ağırlığa ulaşma süresinin daha kısa ve ergin canlı ağırlığın daha düşük, buna karşın erginleşme hızı daha düşük olan hayvanlarda ise ergin ağırlığa ulaşma süresinin daha uzun ve ergin canlı ağırlığın daha yüksek olacağı şeklinde yorumlanmıştır (Doren *et al.* 1989, Lopez de Torre *et al.* 1992, Ahunu *et al.* 1995, Oliveira *et al.* 1996, Koenen ve Groen 1996, Bathaei ve Leroy 1998, Kratochvilova *et al.* 2001).

Erginleşme hızı ile ergin canlı ağırlık arasındaki negatif ilişkinin melezleme ile giderilebileceği ifade edilmiştir (Brown *et al.* 1976, Fitzhugh 1976, Oliveira *et al.* 1996)

Erginleşme hızı ile ergin canlı ağırlık arasında yüksek seviyede negatif ilişkiyi pratik hayvan yetiştiriciliğinde de gözlemlemek mümkündür. Sığır ırkları içerisinde ergin canlı ağırlığı en düşük olan Jerseyler, büyümesini en erken tamamlayan hayvanlardır. Buna benzer bir ilişki koyun ırkları arasında da görülmektedir. İngiltere’de en erken gelişen koyun ırkı olan Southdownlarda ergin canlı ağırlık 57 kg iken, daha geç gelişen Suffolk ırkında 82 kg’dır (Emsen 1997).

DeNise ve Brinks (1985), Jenkins *et al.* (1991) ve Kaps *et al.* (1999), A parametresi için kalıtım derecesini orta ve yüksek sayılabilecek şekilde sırasıyla 0.44, 0.61 ve 0.44 olarak tahminlemişlerdir. Bu bulgu, ergin canlı ağırlığın seleksiyonla değiştirilebileceğini göstermektedir. Rumph *et al.* (2002), ergin canlı ağırlığa ait kalıtım derecesinin yüksek olmasından dolayı, ergin canlı ağırlığın seleksiyonla değiştirilebileceğini yada hayvanların arzu edilen ağırlıkta tutulabileceğini ifade etmişlerdir. Oliveira *et al.* (1996), sütten kesim, 1 yaş veya 1.5 yaşındaki ağırlığa göre yapılan seleksiyonun, yüksek ergin canlı ağırlık ve düşük erginleşme hızı ile sonuçlandığını ifade etmişlerdir.

A ile B parametreleri arasındaki fenotipik ilişki orta düzeyde ve pozitif olmuştur. Bu iki parametre arasındaki ilişkilerin incelendiği çalışmalarda Lopez de Torre ve Rankin (1978) ile Bathaei ve Leroy (1998), Brody modelinde bu iki parametre arasındaki ilişkiyi negatif, Brown *et al.* (1976) ve DeNise ve Brinks (1985) ise Richards modelinde

söz konusu ilişkiyi pozitif bulurken, Bertalanffy modelinde bu iki parametre arasındaki ilişki bazı çalışmalarda pozitif (Krieter *et al.* 1987, Koenen ve Groen 1996), bazılarında ise negatif (Lopez de Torre *et al.* 1992) olarak belirlenmiştir. Richards modelinde elde edilen parametreler arasındaki fenotipik ilişkiye göre, doğum ağırlığı yada sütten kesim ağırlığı daha düşük olan hayvanların, daha yüksek ergin canlı ağırlığa sahip olacaklarını göstermektedir.

A ile m parametresi arasındaki negatif ilişki, yüksek ergin canlı ağırlığa sahip olan hayvanların, değişim noktasına (kırılma noktasına) daha erken yaşlarda ulaşacağını göstermektedir.

Bu çalışmada en önemli biyolojik ilişki, B ile k parametreleri arasında ve negatif olmuştur (-0.754). Elde edilen bu sonuç, Brown *et al.* (1976) ve DeNise ve Brinks (1985)'in elde etmiş oldukları sonuçlarla paralellik arz etmektedir. Fakat Richards dışında kalan diğer dört modelle elde edilen bu iki parametre arasındaki ilişki pozitif ve çok büyük varyasyon (0.05, 0.71) göstermiştir (Brown *et al.* 1972, Lopez de Torre ve Rankin 1978, Krieter *et al.* 1987, Koenen ve Groen 1996, Bathaei ve Leroy, 1998). Richards modelinden elde edilen B ile k arasındaki negatif ilişkiye göre, doğum ağırlığı daha yüksek olan hayvanların (bu durumda B daha düşük değerde olacaktır) büyümeleri daha hızlı, fakat ergin canlı ağırlıkları daha düşük olmaktadır.

Brown *et al.* (1976) ve DeNise ve Brinks (1995), B ile m arasında sırasıyla tespit etmiş oldukları -0.97 ve -0.96 fenotipik ilişki, bu çalışmada elde edilen bulgudan (-0.793) yüksek olmuştur. Bu iki parametre arasındaki ilişkiye göre, sığırlarda doğum ağırlığı artıkça, değişim noktasına ulaşma yaşının artacağı şeklinde yorumlanabilir. k ile m arasındaki pozitif ilişki ise sığırlarda erginleşme hızı artıkça, değişim noktasına ulaşma süresinin arttığını göstermektedir.

Bu çalışmada en yüksek ilişki, HKO ve R^2 arasında ve negatif (-0.899) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç, modellerin büyüme eğrilerine uyumu artıkça, modellere ait

tahminlerin, gözlenen değerden sapmasını gösteren HKO değerinin azaldığını göstermektedir.

Richards modelinden elde edilen parametreler arasındaki ilişkiler bir bütün olarak düşünüldüğünde; doğum ağırlığı daha düşük olan hayvanların daha yavaş büyüüp, değişim noktasına daha erken yaşlarda ulaştıkları ve ergin ağırlıklarının daha yüksek olacağını göstermektedir. Bir diğer ifade ile doğum ağırlığı daha yüksek olan hayvanların daha hızlı büyüdüğü, değişim noktasına daha geç yaşta ulaştıkları ve ergin canlı ağırlıklarının daha düşük olacağı sonucu ortaya çıkmaktadır.

4. 3. Doğum-Erken Çağ (doğum-36 ay) Ağırlıklarının Bireysel Analizi

Sığırlarda büyüme sürecinin biyolojik olarak açıklanmasını sağlayan A, B, k ve m gibi parametreleri ergin dönemden önce tahminlemek mümkün değildir. Süt sığırlarının ergin canlı ağırlığa ortalama 4-6 yaşında ulaştıkları düşünülürse, gerek pratik bazı uygulamalar için ve gerekse genç hayvanlarda büyüme eğrisi parametrelerinin seleksiyon kriteri olarak kullanılması bakımından bu parametrelerin daha erken dönemlerde tahminlenmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bir diğer ifade ile, genç hayvanlarda hayatın erken döneminde alınan bir kaç ağırlıkla elde edilen parametrelerin, doğum-ergin dönem ağırlıklarından tahminlenen parametrelere yakın sonuçlar verecek model seçimine ihtiyaç vardır.

Bu amaçla, doğum-36 ay ağırlıklarının kullanıldığı II. veri setinde doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle parametre tahminleri yapılmış ve elde edilen parametrelerin güvenilirlikleri üzerinde durulmuştur.

4. 3. 1. Doğum-Erken Çağ Ağırlıklarının Doğrusal Modellerle Bireysel Analizi

İkinci veri setinde 111 Esmer ve 71 Siyah Alaca olmak üzere, toplam 182 hayvana ait ağırlıkların doğrusal modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametreler çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11 incelendiğinde, her iki ırkta da bu dönemdeki ağırlıklardan tahminlenen büyüme eğrilerine en iyi uyumu kuadratik model vermiştir. Irk içinde kuadratik ve kübik modellerin uyumları birbirine yakın olmakla birlikte, hem Esmer hemde Siyah Alaca sığırlarda R^2 bakımından ağırlık-yaş değişimini kuadratik model daha iyi açıklamıştır. Bu sonuç, Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda doğum-36 aylık dönemdeki ağırlık-yaş değişiminin parabolik bir eğri ile temsil edildiğini göstermektedir.

Çizelge 4. 11..Doğum-erken çağ ağırlıklarının doğrusal modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametrelerin ortalamaları ve standart hata değerleri

Modeller	GENEL (N=182)				
	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuadratik	31 ± 0.68	17.59 ± 0.20	-0.2202±0.0130	-	96.9 ± 0.05
Kübik	34 ± 0.55	15.40 ± 0.37	-0.048±0.0290	-0.0029±0.0005	96.6 ± 0.08
Modeller	ESMER (N=111)				
	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuadratik	31 ± 0.96	17.20 ± 0.27	-0.2150±0.0180	-	97.3 ± 0.02
Kübik	34 ± 0.80	15.38 ± 0.45	-0.059±0.0364	-0.0024±0.0006	97.1 ± 0.08
Modeller	SİYAH ALACA (N=71)				
	a	b ₁	b ₂	b ₃	R ²
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kuadratik	30 ± 0.90	18.02 ± 0.28	-0.2282±0.0066	-	96.2 ± 0.12
Kübik	35 ± 0.92	15.48 ± 0.66	-0.0316 ± 0.0516	-0.0037±0.0012	95.7 ± 0.17

Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal modellerle analizinde ise her iki ırkta en iyi uyumu kübik model vermiştir. Doğum ergin çağ dönemine göre, doğum-3 yaş dönemine ait ağırlık yaş verilerine, R^2 istatistiği bakımından, modellerin uyumu daha yüksek olmuştur. Bu durum, daha geniş periyodu kapsayan doğum ergin çağ ağırlıkların alındığı dönemde hayvanların farklı fizyolojik devrede (gebelik, laktasyon, kuruda) olmasından kaynaklanmaktadır. Doğum ergin çağ ağırlıkların alındığı devrelerde hayvanların farklı fizyolojik dönemlerde olmaları, modele ait büyüme eğrisi ile gözlenen ağırlıklara ait büyüme eğrisi arasında sapmaların yükselmesine, dolayısıyla R^2 düşmesine neden olmuştur.

Doğum ergin çağ ve doğum erken çağ dönemlerine ait ağırlıklardan tahminlenen parametreler arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. En önemli farklılık, doğrusal modellerde incelenen özelliğe ait başlangıç değerini, bu çalışmada ise doğum ağırlığını gösteren a parametresinde gözlenmiştir.

Doğum ergin çağ döneminde kuadratik modelle tahminlenen a parametresi Esmerlerde 52, Siyah Alacalarda 57 kg, doğum erken çağ döneminde bu parametre Esmerlerde 31, Siyah Alacalarda ise 30 kg olmuştur. Doğum ergin çağ döneminde a parametresini düşük tahminleyen kübik modeli, doğum erken çağ döneminde ise bu parametreyi ırklara ait gözlenen gerçek doğum ağırlıklarına nispeten daha yakın tahminlemiştir.

Doğum ergin çağ dönemine göre, doğum-3 yaş dönemine ait ağırlıklardan a parametresini daha düşük tahminleyen kuadratik model, b_1 ve b_2 parametrelerini daha yüksek, bu döneme ait ağırlıklardan a parametresini daha yüksek tahminleyen kübik modeli ise diğer parametreleri genelde daha düşük tahminlemiştir.

Her iki döneme ait ağırlıklardan kuadratik modelle tahminlenen parametrelerin işareti aynı olmuştur. Buna karşın doğum ergin çağ döneminde kübik modelle tahminlenen parametrelerin işaretleri +, -, +, doğum erken çağ döneminde ise parametrelerin işaretleri +, -, - şeklinde olmuştur. Bu durum, doğum-ergin çağ ağırlıklarında kübik modeline ait eğri pik noktasına ulaştıktan sonra canlı ağırlıklarda çok az düşüşlerin meydana geldiğini, doğum erken çağ döneminde ise kübik modeline ait büyüme eğrisi pik noktasına ulaştıktan sonra canlı ağırlıklarda daha yüksek düşüşlerin olduğunu göstermektedir.

4. 3. 2. Doğum-Erken Çağ Ağırlıklarının Doğrusal Olmayan Modellerle Bireysel Analizi

İkinci veri setinde doğrusal olmayan modellere ait parametre tahminlerin verildiği çizelge 4.12 incelendiğinde, modelleri karşılaştırmada kriter olarak kullanılan R^2 bakımından her iki ırkta da en iyi uyumu Richards modeli vermiştir. Bu modeli Esmer

sığırlarda Bertalanffy, Siyah Alacalarda ise Gompertz modeli takip etmiştir. Esmerlerde bu döneme ait ağırlıklardan büyüme eğrisini en iyi açıklayan Richards modeli en düşük HKO değerine sahip olmuştur. Siyah Alacalarda Gompertz ve Richards modellerinden elde edilen HKO değeri birbirine eşit çıkmasına rağmen, R^2 bakımından Richards modeli daha yüksek değere sahip olmuştur.

Çizelge 4. 12. Doğum-erken çağ ağırlıklarının doğrusal olmayan modellerle bireysel analizi sonucu elde edilen parametrelerin ortalamaları ve standart hata değerleri

Modeller	GENEL (N=182)					
	A	B	k	m	HKO	R^2
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Brody	524 $\pm$ 6.86	0.9401 $\pm$ 0.0013	.0412 $\pm$.0009	-	1035 $\pm$ 36	97.1 $\pm$ 0.14
Bertalanffy	432 $\pm$ 3.61	0.5700 $\pm$ 0.0031	.0829 $\pm$.0012	-	859 $\pm$ 33	97.5 $\pm$ 0.14
Logistic	394 $\pm$ 2.88	6.9105 $\pm$ 0.1422	.1625 $\pm$.023	-	981 $\pm$ 49	97.1 $\pm$ 0.18
Gompertz	416 $\pm$ 3.27	2.3910 $\pm$ 0.0218	.1034 $\pm$.0014	-	851 $\pm$ 33	97.0 $\pm$ 0.55
Richards	446 $\pm$ 5.50	0.4499 $\pm$ 0.0235	.0901 $\pm$.0054	8.1 $\pm$ 0.7	839 $\pm$ 45	97.7 $\pm$ 0.14
Modeller	ESMER (N=111)					
	A	B	k	m	HKO	R^2
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Brody	544 $\pm$ 8.70	0.9418 $\pm$ 0.0016	.0384 $\pm$.0013	-	1018 $\pm$ 44	97.2 $\pm$ 0.18
Bertalanffy	440 $\pm$ 4.29	0.5713 $\pm$ 0.0042	.0798 $\pm$.0016	-	852 $\pm$ 41	97.5 $\pm$ 0.18
Logistic	399 $\pm$ 3.29	6.9339 $\pm$ 0.2064	.1583 $\pm$.0320	-	1014 $\pm$ 72	97.0 $\pm$ 0.25
Gompertz	422 $\pm$ 3.82	2.3999 $\pm$ 0.0299	.1001 $\pm$.0019	-	850 $\pm$ 42	96.7 $\pm$ 0.89
Richards	456 $\pm$ 7.11	0.4595 $\pm$ 0.030	.0826 $\pm$.0030	7.4 $\pm$ 1.0	830 $\pm$ 55	97.7 $\pm$ 0.17
Modeller	SİYAH ALACA (N=71)					
	A	B	k	m	HKO	R^2
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Brody	492 $\pm$ 10.9	0.9373 $\pm$ 0.0021	.0457 $\pm$.0014	-	1061 $\pm$ 63	97.0 $\pm$ 0.24
Bertalanffy	419 $\pm$ 6.11	0.5679 $\pm$ 0.0047	.0877 $\pm$.0013	-	871 $\pm$ 58	97.5 $\pm$ 0.23
Logistic	386 $\pm$ 5.19	6.8738 $\pm$ 0.1712	.1691 $\pm$.030	-	931 $\pm$ 59	97.2 $\pm$ 0.75
Gompertz	405 $\pm$ 5.68	2.3772 $\pm$ 0.0306	.1087 $\pm$.0020	-	854 $\pm$ 56	97.5 $\pm$ 0.23
Richards	429 $\pm$ 8.30	0.4349 $\pm$ 0.0378	.1016 $\pm$.0132	9.2 $\pm$ 1.1	854 $\pm$ 77	97.6 $\pm$ 0.24

Siyah Alaca sığırların büyüme eğrisine en düşük uyum en yüksek HKO değerine sahip Brody modelinden elde edilirken, Esmerlerde ise en düşük uyumu veren Gompertz modeline ait HKO değeri, Richards hariç diğer üç modele göre daha düşük bulunmuştur.

Her iki ırkta da, Bertalanffy, Logistic, Gompertz ve Richards modellerinin ergin ağırlığı çok düşük tahminlendiği görülmektedir. Esmer sığırlarda bu parametreyi en yüksek Brody, en düşük ise Logistic modeli tahminlemiş, iki modele ait tahminler arasındaki fark 145 kg olmuştur. Siyah Alaca sığırlarda da en yüksek ve en düşük tahminler yine aynı modellerden elde edilmiş, iki model arasında 106 kg'lık bir fark belirlenmiştir

Sığırlarda hayatın erken dönemindeki ağırlık-yaş ilişkisinin doğrusal olmayan modellerle incelendiği çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Söz konusu çalışmalarda Nobre *et al.* (1987) Nellore sığırlarında (doğum-24 ay), Behr *et al.* (2001) Belçika Mavisi sığırlarda (doğum-20 ay) ergin ağırlığı Brody modeli ile en yüksek (541, 754 kg), Logistic modeli ile de en düşük (367, 431 kg) tahminlerken, Freitas *et al.* (1998) ise Siyah Alaca sığırlarda (doğum-24 ay) en yüksek tahmini Richards, en düşük tahmini ise Logistic modeli ile elde edilmiş ve Richards, Brody ve Logistic modellerine ait A tahminleri sırasıyla 549, 660 ve 703 kg olmuştur.

Doğum ergin çağ ağırlıklarının (I. veri seti) doğrusal olmayan modellerle bireysel analizinde de her iki ırkta en iyi uyumu Richards modeli vermiştir. Fakat iki döneme ait ağırlıklardan elde edilen parametreler ve modelleri karşılaştırmada kullanılan R^2 istatistiği bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Daha öncede vurgulandığı gibi, doğum-3 yaş dönemine göre daha geniş bir periyodu kapsayan ağırlıkların kullanıldığı doğum ergin çağ ağırlıklarının alındığı dönemlerde hayvanların farklı fizyolojik devrelerde olmasından dolayı tahminlenen eğri ile gerçek ağırlıklara ait eğri arasındaki sapmaların armasından dolayı R^2 'de düşüşler gözlenmiştir.

Her iki veri setinde de büyüme eğrilerine en iyi uyumu Richards modeli vermesine rağmen, iki döneme ait ağırlıklardan parametreleri birbirine en yakın tahminleyen değişim noktası bulunmayan Brody modeli olmuştur. Değişim noktaları sabit Bertalanffy, Logistic ve Gompertz modeli ile değişken bir değişim noktasına sahip olan Richards modelinden elde edilen parametreler arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Doğum erken çağ döneminde Brody modeli ile tahminlenen A parametresi, doğum ergin çağ için tahminlenenden Esmerlerde 21 kg daha yüksek, Siyah Alacalarda ise 16 kg daha düşük tahminlenmiş, B ve k parametreleri ise nispeten birbirine yakın şekillenmiştir. Diğer dört modelde, doğum ergin çağ dönemine göre doğum 3 yaş döneminde A parametresini çok düşük tahmin etmişlerdir. Bu iki döneme ait ağırlıklardan A parametresini en sapmalı tahminleyen Logistik model olmuştur. Bu miktar Esmer sığırlarda 58 kg, Siyah Alacalarda 70 kg olmuştur. Doğum ergin çağa göre A parametresini çok düşük tahminleyen dört model, hem k hem de B parametresini (Richards hariç) yüksek tahminlemiştir. Richards modeli doğum ergin çağa göre doğum erken çağ döneminde m parametresini %100 daha yüksek tahminlediği gözlenmiştir.

Hem literatürde mevcut olan araştırmalarda hem de bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, sığırlarda ilk buzağılamadan önceki ağırlıklardan parametre tahminlerinin yapılması halinde, değişim noktasına sahip olmayan Brody modelinin ergin ağırlığı yüksek, değişim noktasına sahip diğer dört modelin ise bu değeri düşük tahminlediği ortaya çıkmaktadır.

4. 3. 3. Doğum-Erken Çağ Verilerinin Analizinde En İyi Modelin Seçimi

Kullanılan modeller arasında en iyi uyum veren modeli tespit etmek için bu bölümde yine modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine varyans analizi uygulanmış, elde edilen sonuçlar çizelge 4.13'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarının özetlendiği çizelge 4.13 incelendiğinde, R^2 değerine hem doğrusal hemde doğrusal olmayan modellerin etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Bu sonuç, doğum-36 aylık dönemdeki büyüme eğrilerine modellerin uyumlarının benzer olduğunu göstermektedir. Doğrusal olmayan modellerde HKO değerine modellerin etkisi çok önemli ($P<0.01$) olmuştur. Bunlara ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4. 13. Modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine ait varyans analiz sonuçları

İncelenen Özellikler		Belirleme Katsayısı (R^2)		Hata Kareler Ortalaması (HKO)	
Varyasyon Kaynağı	SD	Kareler Ort.	F	Kareler Ort.	F
Doğrusal Olmayan Modeller					
Model	4	159763	1.09 Ös	1437655	4.83**
Hata	905	145451		297222	
Doğrusal Modeller					
Model	1	933	0.10 Ös		
Hata	362	8878			

** : ($P<0.01$) Çok önemli Ös: Önemsiz

Çizelge 4.14 incelendiğinde, doğrusal olmayan modellere ait belirleme katsayılarının (R^2), birbirlerine yakın ve %97 ve üzeri değere sahip oldukları görülmektedir. En yüksek ve en düşük R^2 sırasıyla Richards ve Gompertz modellerinden elde edilirken, iki model arasındaki %0.65’lik fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur.

Doğrusal modellerden kuadratik modelin uyumu daha iyi gözlenmekle birlikte, kübik modelle arasında istatistiksel olarak bir fark meydana gelmemiştir.

En küçük kareler ortalamasına ait çizelge 4.14 incelendiğinde, doğrusal olmayan modellerin doğrusal modellere göre daha yüksek R^2 değerine sahip oldukları görülmektedir. Bununla birlikte, söz konusu modellere ait standart hatalar daha yüksek çıkmış ve daha büyük varyasyonlar gözlenmiştir. Bunun sonucu olarak, modelleri

karşılaştırmada kriter olarak kullanılan R^2 istatistiği bakımından modellerin uyumlarının benzer olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada doğrusal olmayan modellerin karşılaştırılmasında R^2 ile birlikte HKO değeri kullanılmıştır. Brody ve Logistic modelleri bu özellik bakımından en yüksek değere sahip olmuş ve aynı sınıflandırmaya girmişlerdir. Richards modeli en düşük HKO değerine sahip olmakla birlikte, Bertalanffy ve Gompertz modelleri ile aynı sınıflandırmaya dahil olmuşlardır.

Çizelge 4. 14. Modellerden elde edilen R^2 ve HKO değerlerine ait en küçük kareler ortalamaları, standart hataları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	R^2	HKO
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Doğrusal Olmayan Modeller	1.09 Ös	4.82**
Brody	97.12±0.14	1035±36 ^a
Bertalanffy	97.52±0.14	859±33 ^b
Logistic	97.05±0.18	981±49 ^a
Gompertz	97.00±0.55	851±33 ^b
Richards	97.65±0.14	839±45 ^b
Doğrusal Modeller	0.10 Ös	
Kuadratik	96.88±0.05	
Kübik	96.56±0.08	

**=(P<0.01) Çok önemli Ös= Önemsiz

a, b: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir.

Bu sonuçlara göre, doğum-36 aylık dönemdeki canlı ağırlığın yaşa göre değişiminin doğrusal olmayan modellerle incelenmesinde, en yüksek R^2 ve en düşük HKO değerine sahip Richards modeli en iyi uyum sağlamıştır.

Gerek R^2 istatistiği bakımından doğrusal olmayan modellere göre daha yüksek değere sahip olması, gerekse sahip oldukları parametrelerin biyolojik anlamlılığının olması, doğum-36 aylık periyottaki ağırlığın yaşa göre değişiminin incelenmesinde doğrusal olmayan modellerin kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen parametrelerin

güvenirlikleri çok düşük olmasına rağmen, bu veri setinde en uygun model olarak dört parametrelili Richards modeli seçilmiştir.

Model parametrelerine etkili faktörlerin analizinde ve parametreler arasındaki fenotipik korelasyonlarının belirlenmesinde bu model kullanılmıştır.

4. 3. 4. Doğum-Erken Çağ Döneminde Richards Modeli Parametrelerine Etkili Faktörlerin Analizi

Doğum-erken çağ dönemine ait ağırlıklardan, Richards modeli ile tahminlenen parametrelere ırk, doğum yılı, doğum mevsimi ve ana yaşının etkisi incelenmiş, elde edilen sonuçlar çizelge 4.15’de verilmiştir.

İrkin asimtotik ağırlığa (A) etkisi çok önemli ($P<0.01$), erginleşme hızına (k) marjinal seviyede önemli ($P<0.07$), diğer parametrelere etkisi ise önemsiz çıkmıştır. Doğum-36 aylık dönemde, Esmer sığırlar Siyah Alacalardan istatistiksel olarak çok önemli farklılık yaratan (27 kg) daha yüksek asimtotik ağırlığa sahip olmalarına rağmen, erginleşme hızları Siyah Alacalardan marjinal düzeyde daha düşük bulunmuştur (0.019/ay). Doğum-erken çağ döneminde Esmer sığırlar ergin canlı ağırlığının %90’ına ulaşırken, Siyah Alacalarda ise bu değer %87 olmuştur. Bu oranlara göre, iki ırkın büyüme ve gelişmelerinin büyük kısmını doğum-3 yaş döneminde tamamlamış oldukları sonucuna varılmaktadır.

Richards modeline ait parametrelere etkileri incelenen faktörlerden doğum yılının B, m parametrelerine ve R^2 istatistiğine etkisi çok önemli ($P<0.01$), k parametresine ise önemli ($P<0.05$) çıkarken, A parametresine etkisi önemsiz olmuştur. 1990 yılında doğan sığırlar, 1998 yılında doğan sığırlara göre 99 kg daha yüksek asimtotik ağırlığa sahip olmuş, fakat bu fark istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır. Çok yüksek sayılabilecek bu farkın önemsiz olması, 1990-1998 yılına ait asimtotik ağırlıkların standart hatalarının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Çizelge 4.15 incelendiğinde, bu iki yıla ait asimtotik ağırlıkların standart hatalarının diğer yıllara göre çok yüksek olduğu

gözlenmektedir. Asimtotik ağırlıklara ait ortalamalar incelendiğinde, herhangi bir yöne doğru yönelim gözlenmemiştir. Büyüme eğrisi parametrelerine doğum yılının etkisini inceleyen araştırmacılar Brown *et al.* (1972) Brody modelinde, Freitas *et al.* (1998) ise, Logistic, Brody ve Richards modeline ait A parametresine doğum yılının etkisini önemli bulmuşlardır.

Çizelge 4. 15. Richards modeline ait parametrelere etkileri incelenen faktörlere ait en küçük kareler ortalamaları, çoklu karşılaştırma testi ve varyans analiz sonuçları

İncelenen Faktörler	N	A	B	k	m	R ²
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
İrk		F=6.18**	F=0.29 Ös	F=3.23⁺ (0.07)	F=1.6 Ös	F=0.03Ös
Esmer	111	456±7.1	.4695±.0300	.0826±.0030	7.4±1.0	97.7±.17
S. Alaca	71	429±8.3	.4343±.0377	.1016±.0130	9.2±1.1	97.6±.24
D. Yılı		F=1.41Ös	F=4.63**	F=2.39*	F=7.5 **	F=3.9**
90	7	508±52.3	.8052±.1019 ^a	.0519±.0103 ^b	2.0±0.9 ^d	96.2±.95 ^c
91	11	443±12.1	.4643±.1064 ^{bc}	.0885±.0070 ^b	9.3±2.8 ^{bc}	98.5±.49 ^a
92	22	428±9.4	.3155±.0850 ^{cd}	.1462±.0440 ^a	12.7±1.8 ^{abc}	98.3±.31 ^{ab}
93	25	466±14.8	.4363±.0600 ^{bc}	.0898±.0061 ^b	11.1±2.9 ^{ab}	98.4±.19 ^{ab}
94	28	434±7.4	.2324±.0430 ^d	.0962±.0038 ^b	16.6±1.3 ^a	98.2±.26 ^{ab}
95	32	462±13.4	.5723±.0530 ^b	.0725±.0053 ^b	2.1±1.3 ^d	97.6±.31 ^{ab}
96	27	449±14.8	.4821±.0630 ^{bc}	.0811±.0064 ^b	5.6±1.6 ^{cd}	97.2±.38 ^{abc}
97	15	428±15.7	.5019±.0680 ^{bc}	.0744±.0047 ^b	1.1±1.5 ^d	97.0±.34 ^{bc}
98	15	409±29.4	.5285±.0200 ^{bc}	.0848±.0123 ^b	6.3±2.3 ^{bcd}	96.1±.80 ^c
Mevsim		F=0.36Ös	F=0.86 Ös	F=0.25 Ös	F=2.42⁺	F=0.24Ös
Kış	51	456±11.5	.3991±.0460	.0883±.0045	11.0±1.7 ^a	98.0±.22
İlkbahar	31	439±8.9	.4234±.0602	.0869±.0051	9.9±1.8 ^a	97.6±.37
Yaz	48	446±10.9	.4559±.0412	.1044±.0193	7.9±1.1 ^{ab}	97.7±.28
Sonbahar	52	439±10.6	.5100±.0442	.0901±.0044	4.3±1.2 ^b	97.4±.52
Ana Yaşı		F=0.58Ös	F=0.86 Ös	F=3.03**	F=1.17Ös	F=1.19Ös
3	29	440±14.2	.4993±.0654	.0834±.0071 ^b	6.3±1.9	97.1±.35
4	44	429±11.8	.4404±.0466	.0690±.0050 ^b	8.0±1.4	97.8±.34
5	37	460±8.5	.5199±.0503	.0742±.0038 ^b	5.3±1.3	97.8±.29
6	20	443±9.0	.3227±.0499	.0944±.0043 ^b	9.7±1.7	97.8±.34
7	13	440±24.1	.5115±.0894	.0882±.0091 ^b	9.1±4.3	97.4±.67
8	12	461±31.7	.3400±.0942	.1787±.0741 ^a	16.4±4.6	97.5±.41
9+	27	458±16.2	.4299±.0653	.0822±.0062 ^b	8.6±1.7	98.0±.29

** : (P<0.01) Çok önemli * : (P<0.05) Önemli + : (P<0.10) Marjinal önemli

a, b, c: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir.

Bu çalışmada 1992 yılında doğan hayvanlar en yüksek erginleşme hızına sahip olurken, en yüksek asimtotik ağırlığa sahip 1990 yılında doğan hayvanlar ise en düşük erginleşme hızına sahip olmuşlardır. Aynı zamanda söz konusu yıllara ait ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli (P<0.05) çıkmıştır. Brown *et al.* (1992) ise erginleşme hızına doğum yılının etkisini çok önemli bulmuşlardır.

Daha önce ifade edilen B ile m arasındaki negatif ilişkinin sonucunda, 1994 yılında doğan hayvanlar en düşük B ve en yüksek m değerine sahip olmuşlardır. Doğum yılı iki parametreye ait ortalamalar arasında çok önemli varyasyonlar meydana getirmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuca paralel olarak, Brown *et al.* (1972), Brody modeline ait B parametresine doğum yılının etkisini çok önemli bulmuşlardır.

Farklı yıllarda doğan hayvanların büyüme eğrilerine modelin uyumu çok farklı olmuştur. II. veri setinde en iyi model olarak seçilen Richards modeli 1991 yılında doğan hayvanların ağırlık-yaş değişimini en iyi açıklamasına rağmen 1998 yılında doğan hayvanların ağırlık-yaş değişimini açıklamadaki etkinliği en düşük olmuştur. Söz konusu iki yıl arasındaki R^2 bakımından %2.41 bir fark ortaya çıkmış ve bu fark istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Çizelge 4.15 incelendiğinde, asimtotik ağırlıkların standart hataları yükseldikçe, modellerin uyum derecesinin düştüğü gözlenmektedir. Çalışmada asimtotik ağırlıklara ait standart hataların yüksek çıkması, ağırlıkların alındığı dönemlerde hayvanların farklı fizyolojik devrelerde olmasından kaynaklanmış olabileceği kanısına varılmaktadır.

Buzağılama mevsiminin m parametresine etkisi marjinal düzeyde ($P < 0.06$) önemli olurken, diğer parametrelere etkisi önemsiz olmuştur. İşletmede bakım, besleme ve idare şartlarının kontrol altında tutulduğu kış mevsiminde doğan hayvanların asimtotik ağırlıkları, meraya dayalı bir hayvancılık faaliyetinin sürdürüldüğü mevsimlerde doğan hayvanlardan daha yüksek çıkmasına rağmen, bu fark (17 kg) istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Buzağılama mevsiminin asimtotik ağırlığa etkisinin önemsiz çıkması, Brown *et al.* (1972) ve Freitas *et al.* (1998)'nın elde etmiş oldukları sonuçlara paralellik arz etmektedir. Asimtotik ağırlıkların en yüksek olduğu kış mevsiminde doğan hayvanlar, diğer mevsimlerde doğan hayvanlara göre daha geç değişim noktasına ulaşmışlar ve bu fark marjinal seviyede önemli çıkmıştır. Bu çalışmanın aksine, Brown *et al.* (1992) doğum mevsiminin B parametresi üzerine etkisinin çok önemli olduğunu bildirmişlerdir.

A, B, m ve R^2 parametreleri ana yaşından herhangi bir şekilde etkilenmezken, söz konusu bu faktör k parametresinde çok önemli ($P<0.01$) varyasyona neden olmuştur. Çizelge 4.15 incelendiğinde, k parametrelerine ait ortalamalar arasında çok önemli farklılıkların oluşmasına neden olan 8 yaşlı analardan doğan hayvanların, A ve m parametreleri bakımından en yüksek, B parametresi bakımından en düşük değere sahip olduğu gözlenmektedir. A ile k arasındaki bu pozitif ve yüksek ilişki, gerek bu çalışmada I. veri setinde elde edilen sonuçlara, gerekse mevcut olan çalışmaların sonuçlarıyla uyuşmamaktadır. Çünkü daha öncede A ile k arasında çok yüksek ve negatif bir ilişkinin bulunduğu ifade edilmişti. Oysa bu ilişki bu noktada gözlenmemektedir. Hereford ve Angus sığırlarında, ana yaşının artmasıyla birlikte doğum ağırlığının artmasından dolayı, ana yaşının sadece B parametresinde çok önemli varyasyona neden olmuştur (Brown *et al.* 1972).

4.3. 5. Doğum-Erken Çağ Döneminde Richards Modeli Parametreleri Arasındaki Fenotipik Korelasyonlar

A parametresinin HKO dışında diğer tüm parametrelerle önemli (R^2) ve çok önemli (B, k, m) bir ilişkide olduğu gözlenmiştir (çizelge 4.16). En önemli biyolojik ilişki, A ile B arasında ve pozitif (0.528) olmuştur. Bu ilişki, doğum ağırlığı daha düşük olan hayvanların daha yüksek asimtotik ağırlığa sahip olacaklarını göstermektedir. Bu veri setinde bu iki parametre arasında elde edilen korelasyon, I. veri setinden elde edilen fenotipik korelasyondan (0.367) daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, doğum ağırlığının hayatın erken dönemindeki ağırlıklara daha fazla etkisinin olduğunu göstermektedir. Nitekim Smith *et al.* (1976), doğum ağırlığı ile çeşitli dönemlere ait ağırlıklar arasındaki fenotipik korelasyonu inceledikleri çalışmada, en yüksek ilişkiyi 200 günlük, en düşük ilişkiyi ise ergin ağırlık arasında tespit etmişlerdir.

A parametresinin k ve m parametreleri ile ilişkisi aynı yönde ve birbirine yakın olmuştur. Bu fenotipik korelasyona göre, daha yüksek asimtotik ağırlığa yönelimi olan hayvanların erginleşme hızının daha düşük olduğu ve değişim noktasına daha erken ulaştıkları şeklinde yorumlanabilir.

Çizelge 4.16. II. veri setinde Richards modelinden elde edilen parametreler arasındaki fenotipik korelasyonlar

Parametreler	B	k	M	HKO	R
A (Ergin canlı ağırlık)	0.528**	-0.289**	-0.266**	-0.073	0.159*
B (İntegrasyon sabitesi)	-	-0.285**	-0.650**	-0.113	0.034
k (Erginleşme hızı)		-	0.227*	0.165*	-0.138
m (Değişim noktası)			-	-0.054	0.119
HKO (Hata kareler ort.)				-	-0.880**
R ² (Belirleme kat. sayısı)					1.000

**=(P<0.01) Çok önemli *(P<0.05) Önemli

Doğum-36 aylık döneme ait ağırlıklardan tahminlenen parametrelerde, A ile k arasındaki ilişki, doğum-ergin çağ ağırlıklarından elde edilen ilişkiye göre daha düşük (-0.640) bulunmuştur. Sığırlarda hayatın erken döneminde A ile k arasındaki fenotipik korelasyonun incelendiği çalışmalarda (Morrow *et al.* 1978, McLaren *et al.* 1982) birbirlerine ters sonuçlar elde edilmiştir. Söz konusu çalışmalarda McLaren *et al.* (1982), Angus sığırlarında hayatın erken döneminde A ile k arasındaki korelasyonu en düşük, Morrow *et al.* (1978) ise aynı ırk sığırlarda hayatın erken döneminde bu iki parametre arasındaki korelasyonu en yüksek bulmuşlardır. Bununla birlikte, her iki çalışmada da A ve k parametrelerinin 4.5-5.5 yaşlarında sabit olmaya doğru bir meyil gösterdiği ifade edilmiştir.

Parametreler arasında dikkat çeken bir ilişkide A ile R² arasında şekillenmiştir. Söz konusu korelasyon düşük seviyede (0.159) şekillenmesine rağmen, istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bu sonuca göre, hayvanlarda asimtotik ağırlık artıkça Richards modelinin ağırlık-yaş değişimini açıklamadaki etkinliği artmaktadır. I. veri setinde ise bu iki parametre arasındaki korelasyon negatif ve önemsiz olmuştur.

Bu çalışmada canlı ağırlığın yaşa göre değişimini incelemek için kullanılan Brody, Bertalanffy, Logistik, Gompertz ve Richards gibi doğrusal olmayan modellere asimtotik fonksiyonlarda denilmektedir. Bu modeller tarafından tahminlenen büyüme eğrilerinin şekli asimtotik noktaya (en yüksek nokta) ulaşana kadar, aşağı doğru bir düşme

meydana gelmez. Asimtotik noktaya ulaştıktan sonra ise eğrinin şeklinde bir düşme yada yükselme olmaksızın, bu noktadan sonra eğri sabit bir seyir aldığı için, söz konusu modellere asimtotik fonksiyonlarda denilmektedir. Bu veri setinde doğum-36 aylık periyottaki ağırlıkların kullanıldığı düşünülürse, anormal bir durum olmadıkça (hastalık, yem kıtlığı, laktasyon stresi vs.), hayvanların büyümesini devam ettirdiği dönemdir. Dolayısıyla gerçek ağırlıklara ait büyüme eğrisi ile, modelin tahminlediği büyüme eğrisi nispeten birbirine benzer olmaktadır. Modele ait büyüme eğrisi asimtotik noktaya ulaşmadığı için, bu dönemde büyümenin sekteye uğramaması sonucu, gözlenen ve tahminlenen eğrinin benzer olması, A ile R^2 arasında önemli bir korelasyonun ortaya çıkmasına neden olmuştur. I. veri setinde ise modele ait büyüme eğrisinin asimtotik noktaya ulaştıktan sonraki ağırlıklarının da analizde kullanılması, I. veri setinde böyle bir ilişkinin gözlenmesine engel olmuştur.

Doğum-ergin çağ döneminde elde edilenden daha düşük olmakla birlikte, bu veri setinde de B parametresinin k ve m parametreleri ile negatif ve çok önemli bir korelasyon olduğu ortaya çıkmıştır (çizelge 4.16). Bu ilişkiye göre, daha yüksek doğum ağırlığına sahip olan hayvanların, düşük doğumlu hayvanlara göre, erginleşme hızının daha yüksek olduğu ve değişim noktasına daha geç dönemde ulaştıkları anlaşılmaktadır.

Doğum-36 ay dönemine ait ağırlıklardan Richards modeli ile tahminlenen parametrelerde A ile B arasındaki ilişki hariç, diğer tüm ilişkiler doğum-ergin çağ dönemine ait ağırlıklardan tahminlenen ilişkilerden daha düşük çıkmıştır. Önem seviyesi değişmekle birlikte, parametreler arasında benzer biyolojik ilişkiler elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile, I. veri setinde olduğu gibi bu veri setinde de, doğum ağırlığı daha düşük olan hayvanların büyümeleri daha yavaş olmuş, değişim noktasına daha erken yaşlarda ulaşmışlar ve ergin ağırlıklarında daha yüksek çıkmıştır.

Bu sonuçlar doğum ağırlığı yada erginleşme hızı yönünde yapılacak seleksiyon neticesinde hem I. hemde II. veri setinde ergin canlı ağırlığın istenilen yönde (daha düşük yada daha yüksek) değiştirilebileceğini göstermektedir.

4. 4. Doğum-Ergin Çağ ve Doğum-Erken Çağ Dönemine Ait Ağırlıklardan Tahminlenen Parametrelerin Karşılaştırılması

Bu bölümde her iki veri setinde (doğum-ergin çağ ve doğum-erken çağ) tahminlenen parametreler arasında istatistiksel olarak farkın olup olmadığı, bir diğer ifade ile doğum-36 aylık dönemde tahminlenen parametrelerin doğum-ergin çağ dönemini temsil edip edemeyeceklerini ortaya koymak amaçlanmıştır.

Bu amaçla, hem I. hem de II. veri setinde en iyi model olarak tespit edilen Richards modeline ait parametreler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge 4.17’de verilmiştir.

Doğum-ergin çağ (I. veri seti) ve doğum-erken çağ (II. veri seti) ağırlıklarından Richards modeli ile tahminlenen tüm parametreler arasında istatistiksel olarak önemli ve çok önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Bu çalışmada modellerin uyumlarını belirlemede kriter olarak kullanılan R^2 ve HKO gibi istatistikler bakımından, doğum-erken çağ dönemine ait ağırlıklara modelin uyumu daha iyi çıkmakla birlikte, bu dönemde elde edilen parametrelerin yüksek yada düşük tahminlendiği gözlenmiştir (çizelge 4.17).

İkinci veri setine modelin uyumu, I. veri setine göre R^2 bakımından 1.12 birim daha yüksek çıkmış ve bu fark çok önemli ($P<0.01$) olmuştur. Aynı şekilde II. veri setinde modele ait HKO değeri, I. veri setine göre daha düşük (121) çıkmış ve bu fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4. 17. I. ve II. veri setinde Richards modeline ait parametrelerin en küçük kareler ortalamaları ve varyans analiz sonuçları

Parametreler	I. Veri Seti (N=179)	II. Veri Seti (N=182)	Fark	t ve Önem Durumu
A	500 ± 5.22	446 ± 5.50	+ 54	52.05**
B	0.6998±0.0212	0.4499±0.0234	+ 0.2499	62.16**
K	0.0561±0.0016	0.0900±0.0054	- 0.0339	34.42**
M	3.76±0.43	8.12±0.78	- 4.36	25.50**
HKO	960±39	839±45	+ 121	4.04**
R ²	96.53±0.13	97.65±0.14	- 1.12	32.05**

**:(P<0.01) Çok Önemli

Bununla birlikte, II. veri setinde elde edilen parametrelerin çok düşük yada çok yüksek tahminlendiği gözlenmiştir (çizelge 4.17). II. veri setinde tahminlenen ergin canlı ağırlık, I. veri setine göre 54 kg daha düşük çıkmış, bu fark çok önemli bulunmuştur. Benzer şekilde, II. veri setinde B parametresi I. veri setine göre istatistiksel olarak çok önemli çıkacak şekilde daha düşük (0.2499) tahminlenmiştir. Buna karşın, II. veri setinde hem k hemde m parametresi daha yüksek tahminlenmiştir. İki veri setine ait ortalamalar arasındaki farklar k parametresi için 0.0339, m parametresinde 4.36 olmuş ve bu farklar istatistiksel olarak çok önemli (P<0.01) olmuştur.

Doğum-erken çağ dönemi ile doğum-ergin çağ dönemine ait parametreler arasında çok önemli farklılıkların bulunması, Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda doğum-3 yaş döneminde tahminlenen parametrelerin doğum-ergin çağ dönemi için kullanılamayacağını göstermektedir.

4. 5. Richards Modeline Ait Parametreler ile Birinci ve İkinci Laktasyon Süt Verimi Arasındaki İlişkiler

Birinci veri setinde bireysel analizler sonucu Richards modelinden elde edilen parametrelerle, bu parametrelerin elde edildiği hayvanlara ait düzeltilmiş ve düzeltilmemiş birinci ve ikinci laktasyon süt verimleri arasındaki fenotipik korelasyonlarda belirlenmiştir. Bu amaçla, birinci laktasyona ait 175 (120 Esmer, 55 Siyah Alaca), 2. laktasyona ait 149 (100 Esmer, 49 Siyah Alaca) verim kaydı kullanılmıştır. Laktasyon kayıtları kesikli bazı çevre faktörleri (buzağılama yılı ve buzağılama mevsimi) bakımından düzeltildikten sonra, model parametreleri ile düzeltilmiş ve düzeltilmemiş süt verimleri arasındaki fenotipik korelasyonlar incelenmiştir. Bu ilişkiler, ırklara ve laktasyon sırasına göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. İki ırk bir arada ele alınarak ilişkiler tekrar tahminlenmiştir. Elde edilen sonuçlar çizelge 4.18 ve 4.19'da verilmiştir.

Süt sığırlarında başlıca gelir kaynağı olan süt veriminin artırılması için üzerinde durulan önemli konulardan birisi de ergin canlı ağırlıkla süt verimi arasındaki ilişkidir.

Gerek et gerekse süt ırkı sığırlarda süt verimi ile ağırlık arasındaki fenotipik korelasyonu inceleyen pek çok çalışmada bu ilişki pozitif çıkmasına rağmen, bu iki özellik arasındaki genetik ilişkiyi inceleyen çalışmalarda birbirleriyle tutarlı sonuçlar elde edilememiştir (Lee ve Pollak 2002).

Hem süt verimi hemde ağırlık değerleri, hayvanların bu verimler bakımından genetik kapasitesi ile hayvanların içinde bulundurulduğu çevre şartlarının (bakım, beslenme, iklim vs) etkileşimi ile ortaya çıkan özelliklerdir. Süt verimi ile ağırlık değerlerinin pek çok faktör tarafından etkilenmesi sonucu, bu iki özellik arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğü değişebilmektedir. Bunun sonucu olarak, bu iki özellik arasındaki ilişkinin büyüklüğü ve özellikle yönü bakımından kesin bir sonuca varmak mümkün değildir. Çünkü bu konuda yapılan bazı çalışmalarda (Schmidt ve Van Vleck 1974), bu iki özellik arasındaki ilişki pozitif, bazılarında ise (Sieber *et al.* 1988) negatif bulunmuştur.

Model parametreleri ile süt verimi arasındaki ilişkiyi inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte Kaps *et al.* (1999), yaşama payı için daha fazla enerjiye ihtiyaç duymalarından dolayı, yetiştirme sistemlerinde yüksek ergin canlı ağırlıklı hayvanların pek arzulanmadığını ifade etmiştir. Benzer şekilde, Koenen ve Groen (1996), gerek genç hayvanların laktasyona hazırlanması ve gerekse laktasyondaki ineklerin enerji ihtiyaçlarının daha yüksek olması nedeniyle yüksek ağırlıklı hayvanların tercih edilmemesi gerektiğini savunmuşlardır. Marshall *et al.* (1984), daha yüksek ergin canlı ağırlığa sahip olan hayvanlardan elde edilen buzağların süttten kesim ağırlığının daha yüksek olmasına rağmen, bu hayvanların 1 kg et üretimi için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyduklarını belirtmişlerdir. Hooven *et al.* (1968) ve Sieber *et al.* (1988), ağırlıkla yemden yararlanma arasındaki ilişkiyi negatif (-0.17, -0.33) bulmuşlardır.

Oliveira *et al.* (1996), et ırkı sığırlarda Bertalanfy modeline ait A parametresi ile ilk buzağılama yaşı, buzağılama aralığı ve hayat boyu elde edilen buzağı sayısı arasındaki genetik ilişkileri sırasıyla 0.27, -0.53 ve 0.34, k parametresinin söz konusu bu özellikler ile genetik korelasyonunu ise yine aynı sıraya göre -0.67, 0.48 ve 0.52 şeklinde bulmuşlardır. Lopez de Torre *et al.* (1992), yüksek ergin ağırlığa sahip olan hayvanlardan daha az sayıda buzağı elde edildiği için (her 100 kg ergin ağırlık artışına karşılık toplam buzağı sayısında 0.5 azalma meydana gelmiştir) bu hayvanların daha az verimli olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacılar, buna karşılık daha hızlı erginleşip, daha düşük ergin ağırlığa sahip olan hayvanların ise daha verimli olabileceğini bildirmişlerdir. Marshall *et al.* (1984) ise süt verimi bakımından daha yüksek verim yeteneğine sahip olan hayvanların, büyümeden ziyade laktasyona daha fazla enerji harcadıkları için daha düşük erginleşme hızına (k) sahip olacaklarını bildirmişlerdir.

Düzeltilmemiş süt verimi ile model parametreleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde (çizelge 4.18), iki ırka ait kayıtların birlikte ele alındığı genel grupta ikinci laktasyon süt verimi ile m parametresi, Siyah Alaca sığırlarda ise, ikinci laktasyona ait süt verimi ile B parametresi haricinde, diğer tüm ilişkiler çok düşük ve önemsiz bulunmuştur. İkinci laktasyon süt verimi ile m parametresi arasında pozitif ve önemli bir ilişkinin bulunması

hayvanların değişim noktasına ulaşma süresi uzadıkça, ikinci laktasyon süt veriminde önemli bir artış meydana geldiğini göstermektedir. Siyah Alaca sığırlarda ikinci laktasyon süt verimi ile B parametresi arasında negatif olacak şekilde, orta düzeyde ve önemli bir ilişki (-0.327) ise Siyah Alaca sığırlarda doğum ağırlığı artıkça (ki bu durumda B düşecektir), 2. laktasyona ait süt veriminde önemli artışlar meydana geleceğine işaret etmektedir.

Çizelge 4. 18. Model parametreleri ile 1. ve 2. laktasyona ait düzeltilmemiş süt verimleri arasındaki fenotipik korelasyonlar

İrk	Lak. Sırası	A	B	k	m
Genel	1	-0.053	0.073	0.046	0.016
	2	-0.026	-0.089	0.049	0.179*
Esmer	1	-0.093	0.032	0.112	0.119
	2	0.045	-0.007	-0.028	0.145
Siyah Alaca	1	0.102	0.048	-0.018	-0.112
	2	-0.158	-0.327*	0.213	0.114

*=($P < 0.05$) Önemli

Birinci ve 2. laktasyona ait düzeltilmemiş süt verimleri ile A, B, k ve m parametreleri arasındaki ilişkiler tek tek incelendiğinde, fenotipik korelasyonlarda herhangi bir yönelim gözlenmemiştir.

Birinci ve ikinci laktasyona ait 305 günlük süt verimleri, buzağılama yılı ve buzağılama mevsimine göre düzeltildikten sonra elde edilen fenotipik korelasyonlar çizelge 4.19'da verilmiştir. İki ırka ait kayıtların birleştirildiği düzeltilmemiş kayıtlarda, 2. laktasyon süt verimi ile m parametresi arasında görülen önemli ilişkinin, düzeltmeden sonra ortadan kalktığı gözlenmektedir (çizelge 4.19). Siyah Alaca sığırlarda ise 2. laktasyona ait düzeltilmiş 305 günlük süt verimi ile B parametresi arasındaki ilişki, düzeltilmemiş süt verimine göre daha düşük çıkmakla birlikte, yine önemli olmuştur.

Çizelge 4. 19. Model parametreleri ile 1. ve 2. laktasyona ait düzeltilmiş süt verimleri arasındaki fenotipik korelasyonlar

İrk	Lak. Sırası	A	B	k	m
Genel	1	-0.085	0.046	0.086	0.016
	2	-0.063	-0.076	0.063	0.154
Esmer	1	-0.103	0.002	0.135	0.146
	2	-0.007	-0.027	0.029	0.138
Siyah	1	0.024	-0.027	0.078	-0.048
Alaca	2	-0.166	-0.282*	0.182	0.185

*= (P<0.05) Önemli

Çizelge 4.19 incelendiğinde, Siyah Alaca sığırlarda 1. laktasyon hariç, diğer tüm durumlarda düzeltilmiş süt veriminin A parametresi ile ilişkinin negatif, k parametresi ile de ilişkisinin ise pozitif olduğu görülmektedir. Bu durum, hayvanlarda erginleşme hızı artıkça süt veriminde artışın, ergin canlı ağırlık artıkça da süt veriminde bir düşüşün olabileceğini göstermektedir.

Fakat bu sonuçları genelleştirmek mümkün olmamaktadır. Çünkü hem ilişkiler çok düşük düzeyde şekillenmiş hem de sadece 1. ve 2. laktasyon kayıtları kullanılmıştır. Bu konuda kesin bir sonuca varmak için, hayvanlara ait tüm laktasyon kayıtları kullanılarak yeni çalışmalar yapılabilir. Süt verimi ile büyüme parametreleri arasındaki ilişkiyi inceleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığı için, bu çalışma gelecekte bu konuda yapılacak olan çalışmalara da ışık tutacaktır.

5. SONUÇ

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım İşletmesi Sığır sürüsünde 1987-1998 yılları arasında doğan Esmer ve Siyah Alaca sığırların ağırlık-yaş ölçüleri kullanılarak, canlı ağırlığın yaşa göre değişimini açıklayan en iyi modelin tespiti yapılmıştır.

Her iki ırkta gözlenen doğum ağırlığı, ergin ağırlık ve ergin ağırlığa ulaşma süreleri birbirine yakın olmuştur. Esmerlerde bu değerler sırasıyla 36, 489 ve 66, Siyah Alacalarda ise, 35 kg, 487 kg ve 60 ay olmuştur.

Her iki ırktada doğum-72 aylık dönemde gözlenen ağırlıklar, ırka ait standartların çok altında olmuştur. İşletmenin bulunduğu bölgenin ekolojik şartları ve işletmede yoğun olarak meraya dayalı bir hayvancılık faaliyetinin sürdürüldüğü düşünülürse, Esmer ve Siyah Alaca sığırların bu şartlar altında ırka özgü büyüme ve gelişmelerini sağlaması çok zor görülmektedir. Bazı yıllarda suni tohumlama uygulanmakla birlikte, sürüye en son 1989 yılında kan tazeleme amacıyla dışardan canlı boğa getirilmiştir. Geçen 13 yıllık zaman süresinde kapalı bir sürü niteliği hızla artmıştır. Kapalı sürülerde, hayvanlar arasındaki akrabalık derecesi artmaktadır. Akrabalı yetiştirme sisteminde ortaya çıkan önemli aksaklıklardan birisi, cüssenin küçülmesi olduğu düşünülürse, bu işletmede yetiştirilen hayvanların düşük ağırlıkta olmasının nedenlerinden biride bu faktör olabilir.

Doğum-ergin çağ ağırlıklarının doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle birlikte analizinde her iki ırktada canlı ağırlığın yaşa göre değişimini en iyi Richards modeli açıklamıştır. Bu modellerle tahminlenen A, B, k ve m parametreleri Esmerlerde 492 ± 5.2 kg, 0.8241 ± 0.0469 , $0.0525/\text{ay} \pm 0.0032$ ve 1.51 ± 0.18 , Siyah Alacalarda ise bu değerler sırasıyla 476 ± 6.25 kg, 0.8457 ± 0.0567 , $0.0557 \pm 0.0046/\text{ay}$ ve 1.40 ± 0.22 olmuştur.

Hem Esmer hemde Siyah Alaca sığırlarda doğum ağırlığını en iyi Richards modeli tahminlemiştir. Değişim noktaları sabit olan Bertalanffy, Logistik ve Gompertz modelleri doğum ağırlığını yüksek, değişim noktası bulunmayan Brody modeli ise söz konusu bu değeri daha düşük tahminlemiştir. Modellerin en yetersiz olduğu dönem, Esmer ve Siyah Alaca sığırların ilk buzağısını verip, 1. laktasyonu tamamladığı veya tamamlamak üzere olduğu 48 aylık yaş dönemi olmuştur.

Canlı ağırlığın yaşa göre değişiminin doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle bireysel analizinde, modellerin karşılaştırılmasında kriter olarak kullanılan R^2 değerine modelin etkisi çok önemli çıkmıştır. Bu devredeki canlı ağırlığın yaşa göre değişiminin doğrusal olmayan modellerle incelenmesinde, Richards en yüksek, Logistik ise en düşük uyumu verirken, Brody, Bertalanffy ve Gompertz modellerin uyumları Richards modelinden düşük, Logistik modelinden yüksek olmuştur. Bu dönemdeki ağırlık-yaş değişiminin doğrusal modellerle incelenmesinde ise, kübik model kuadratik modele göre daha iyi uyum göstermiştir. Doğrusal olmayan modellerden elde edilen parametrelerin biyolojik anlamlılığa sahip olması, bu modelleri daha avantajlı kılmaktadır. Her iki ırkta bu dönemdeki büyüme eğrilerine en iyi uyumu gösteren Richards modeline ait A, B, k ve m parametreleri sırasıyla Esmerlerde 504 ± 6.89 , 0.6674 ± 0.0263 , 0.0573 ± 0.0019 ve 3.8 ± 0.4 , Siyah Alacalarda ise, 492 ± 6.97 kg, 0.7708 ± 0.0341 , $0.0537 \pm 0.0031/\text{ay}$ ve 3.5 ± 0.9 olmuştur.

Richards modeline ait parametrelere ırk, doğum yılı, doğum mevsimi ve ana yaşının etkisinin incelendiği çalışmada, en önemli varyasyon kaynağını doğum yılı oluşturmuştur. Bu sonuç, meraya bağlı bir hayvancılık faaliyetinin sürdürüldüğü işletmede yıllara bağlı olarak, bakım, besleme ve iklim şartlarındaki değişikliklerin yanında sürüdeki genetik yapının değişmesinin hayvanlarda büyüme sürecine etkisinin çok önemli olduğunu göstermektedir.

Ergin ağırlıkların 1989-1993 yılları arasında sürekli bir düşüş trendi gösterdiği, 1993-1997 yılları arasında herhangi bir yöne doğru bir eğilimin gözlenmediği çalışmada, 1989 yılında doğan hayvanlar en yüksek, 1993 yılında doğan hayvanlar ise, en düşük

ergin ağırlığa sahip olmuş, iki yıla ait ortalamalar arasında görülen farklılıklar çok önemli olmuştur. Ergin ağırlığın en yüksek olduğu hayvanlarda erginleşme hızı en düşük, ergin ağırlığın en düşük olduğu hayvanlarda ise, erginleşme hızı en yüksek olmuştur. İki yıla ait ortalamalar arasındaki farklılık çok önemli bulunmuştur. Irkın etkisi sadece B parametresinde önemli, diğer parametrelere etkisi önemsiz çıkmıştır.

Yeşil yemin bol ve mera kalitesinin en iyi olduğu ilkbaharda doğan hayvanların ergin canlı ağırlıkları, diğer mevsimlerde doğan hayvanların ergin canlı ağırlığından daha yüksek çıkmasına rağmen, mevsimler arasında görülen farklılıklar önemsiz olmuştur. Doğum mevsimi m parametresinde çok önemli varyasyona neden olurken, diğer parametrelere etkisi önemsiz çıkmıştır.

Beklenildiği gibi, ana yaşının doğum-ergin çağ dönemindeki büyüme ve gelişme üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Sığırlarda ana yaşı daha çok hayatın erken dönemindeki büyümeye etkili olmaktadır. Burada, doğum-ergin çağ dönemindeki büyüme ve gelişmenin incelendiği düşünülürse, bu beklenen bir sonuçtur.

Doğum-erken çağ ağırlıklarının (doğum-36 ay) doğrusal ve doğrusal olmayan modellerle bireysel analizinde, modellerin uyumlarını belirlemede kriter olarak kullanılan R^2 değeri bakımından modeller arasında bir farklılık saptanmamıştır. Bu sonuç, bu dönemdeki ağırlık-yaş değişimini modellerin benzer şekillerde açıkladığını göstermektedir. Doğum-ergin çağ döneminde ağırlık-yaş değişiminin incelenmesinde kuadratik ve kübik gibi iki modelin uyumları arasında herhangi bir fark görülmediği gibi, bu modellerin doğrusal olmayan modellere herhangi bir üstünlükleri gözlenmemiştir. Bu sonuç, biyolojik parametreler sahip olan doğrusal olmayan modellerinin kullanımının daha uygun olacağını göstermektedir.

Doğrusal olmayan modellerde R^2 değeri bakımından modeller arasında herhangi bir farklılık bulunmamasına rağmen, HKO değerleri bakımından modeller arasında çok önemli farklılıkların elde edildiği çalışmada, Richards modeli en düşük HKO değerine sahip olmuştur. Bu modelle tahminlenen A, B, k ve m parametreleri, Esmerlerde $456 \pm$

7.11, 0.4595 ± 0.030 , 0.0826 ± 0.0030 ve 7.4 ± 1.0 , Siyah Alaca sığırlarda ise, 429 ± 8.30 kg, 0.4349 ± 0.0378 , 0.1016 ± 0.013 /ay ve 9.2 ± 1.1 olmuştur.

Doğum-36 aylık dönemdeki ağırlıklardan tahminlenen B ve m parametrelerine ırkın etkisi önemsiz çıkarken, Esmerlere ait A parametresi Siyah Alacalardan 27 kg daha yüksek, k parametresi ise 0.0039/ay daha düşük çıkmıştır. Söz konusu bu farklılıklar sırasıyla çok önemli ve marjinal düzeyde önemli olmuştur.

Doğum-36 aylık dönem için tahminlenen B, k ve m parametrelerine doğum yılının etkisi çok önemli, A parametresine ise etkisi önemsiz bulunmuştur. Ana yaşının A, B ve k parametrelere etkisi önemsiz, k parametresine ise etkisi çok önemli olmuştur.

Esmer ve Siyah Alaca sığırlarda parametrelerin daha erken yaşlarda tahminlenmesi amacıyla oluşturulan II. veri setinden elde edilen parametreler, doğum-ergin çağ dönemini kapsayan I. veri setinden elde edilen tüm parametreler arasında istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu sonuç, her iki ırktada doğum-3 yaş döneminden önce parametrelerin tahminlenemeyeceğini göstermektedir.

Doğum-ergin çağ döneminde Richards modeline ait parametreler arasındaki ilişkiler, doğum-üç yaş döneminde elde edilen ilişkilerden genelde daha yüksek olmasına rağmen, iki durumda da parametreler arasındaki ilişkiler aynı yönde olmuştur. Bu ilişkilere göre, her iki veri setinde de, doğum ağırlığı yüksek olan hayvanlarda erginleşme daha hızlı, ergin ağırlığa daha erken ulaşılmakta, fakat ergin ağırlık daha düşük olmaktadır. A ile k arasındaki yüksek negatif ilişikiden dolayı, A parametresinin seleksiyonla değiştirilebileceğini göstermektedir.

Model parametreleri ile 1. ve 2. laktasyona ait düzeltilmiş ve düzeltilmemiş süt verimleri arasındaki korelasyonlar genelde çok düşük olmuştur. Burada m parametresinin iki ırka ait düzeltilmemiş süt verim kayıtlarının birlikte incelendiği durumda 2. laktasyon süt verimi arasındaki ilişki önemli çıkmıştır. Fakat laktasyon kayıtlarının buzağılama yılı ve buzağılama mevsimine göre düzeltildikten sonra, bu

ilişkinin önemsiz olduğu ortaya çıkmıştır. Siyah Alaca sığırlarda ise, hem düzeltilmiş hem de düzeltilmemiş 2. laktasyona ait süt verimi arasında negatif şekilde önemli bir ilişki belirlenmiştir. Bu sonuca göre, Siyah Alaca sığırlarda doğum ağırlığı artıkça (ki bu durumda B düşecektir), 2. laktasyon süt veriminde önemli artışlar meydana gelmektedir. Düzeltilmiş laktasyon süt verimi ile A parametresi arasında negatif, k parametresi ile pozitif ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, hayvanlarda erginleşme hızı artıkça, süt veriminde artış, ergin ağırlık artıkça süt veriminde azalmaların meydana geleceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu sonuçlara göre kesin bir yargıya varmak mümkün değildir. Hem ilişkiler çok düşük hemde 1. ve 2. laktasyon kayıtları kullanılmıştır. Bu konuda kesin sonuca varmak için, hayvanlara ait tüm laktasyon kayıtlarının kullanılması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

- Ahunu, B. K., Kabuga J. D., Gwayu P. and Teye-Ayam G., 1995. A comparison of non-linear models for describing growth in N'Dama cattle. *Anim. Breed. Abst.*, 63 (7), 3446.
- Akbaş, Y., 1995. Büyüme eğrisi modellerinin karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim Derg.*, 36, 73-81.
- Akbaş, Y., 1996. Büyüme eğrisi parametreleri ve ıslah kriteri olarak kullanımı olanakları. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33 (1), 241-248.
- Akbaş, Y., Taşkın T. ve Demirören E., 1999. Farklı modellerin Kıvırcık ve Dağlıç erkek kuzularının büyüme eğrilerine uyumunun karşılaştırılması. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 23 (Ek sayı 3), 537-544.
- Akbaş, Y., Akbulut Ö. ve Tüzemen N., 2001. Growth of Holstein in high altitude of Turkey. *Indian J. Animal Sci.*, 71 (5), 476-479.
- Akbulut, Ö., Tüzemen N. ve Yanar M., 1992. Erzurum şartlarında Siyah Alaca sığırların verimi 1: döl ve süt verim özellikleri. *Doğa-Tr. J. of Vet. and Anim. Sci.*, 16, 523-533.
- Akbulut, Ö., 1994. Esmer, ileri kan dereceli Esmer melezleri, ile Sarı Alaca sığırların büyüme ve vücut ağırlığı bakımından değerlendirilmesi. *Atatürk Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 25 (4), 488-499.
- Akbulut, Ö., 1999. Esmer ve Siyah Alaca düvelerin sert iklim şartlarında büyüme analizleri. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 23 (ek sayı 1), 131-137.
- Akbulut, Ö. ve Bayram B., 2000. Esmer ve Siyah Alaca ırk buzağılarda yaş-ağırlık artışı ve yaş-yem tüketimi ilişkisinin fonksiyonel analizi. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 24, 345-352.
- Bathaei, S. S. and Leroy P. L., 1998. Genetic and phenotypic aspects of the growth curve characteristics in Mehraban Iranian fat-tailed sheep. *Small Ruminant Research*, 29, 261-269.
- Behr, V., Hornick J. L., Cabaraux J. F., Alvarez A. and Istasse L., 2001. Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms. *Livestock Prod. Sci.*, 71, 121-130.
- Beltran, J. J., Butts W. T., Olson T. A. and Koger M., 1992. Growth patterns of two lines of Angus cattle selected using predicted growth parameters. *J. Anim. Sci.*, 70, 734-741.
- Bethard, G. L., 1997. A microcomputer simulation to evaluate management strategies for rearing dairy replacement. Doctor of philosophy in animal science (dairy), April 18, 1997, Blacksburg, Virginia.
- Brown, J. E., Brown C. J. and Butts W. T., 1972. A discussion of the genetic aspects of weight, mature weight and rate of maturing in Hereford and Angus cattle. *J. Animal Sci.*, 34 (4), 525-537.
- Brown, J. E., Fitzhugh H. A. and Cartwright T. C., 1976. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.*, 42 (4), 810-818.
- Carrijo S. M. and Duarte F. A. M., 1999. Description and comparison of growth parameters in Chianina and Nelore cattle breeds. *Genetics and molecular biolog.*, 22 (2), 187-196.

- Çamdeviren H ve Taşdelen B., 2002. Beşinci hafta canlı ağırlığı yönünde seleksiyon yapılmış Japon bildircını hattında büyümenin tek ve çok aşamalı analizi. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 26, 421-427.
- Çıtak, B., Kesici T., Eliçin A. and Kocabaş Z., 1998. Keçilerde değişik karakterler bakımından büyüme eğrileri. II. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 22-25 Eylül 1998, Bursa, 334-340.
- DeNise, R. S. K. and Brinks J. S., 1985. Genetic and environmental aspects of the growth curve parameters in beef cows. *J. Anim. Sci.*, 61 (6), 1431-1440.
- DeNise, R. S. K., 1985. Relationships among growth parameters and productivity traits in beef cows. *Anim. Breed. Abst.*, 53 (1), 60.
- Doren, P. E., Baker J. F., Long C. R. and Cartwright T. C., 1989. Estimating parameters of growth curves of bulls. *J. Anim. Sci.*, 67, 1432-1445.
- Efe, E., 1990. Büyüme eğrileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Emsen, H., 1997. Hayvan Yetiştirme İlkeleri. Atatürk Üniv. Yayın No:720, Ziraat Fak. Yayın No, 310, Ders Kitapları No, 62, 231 s, Erzurum.
- Fitzhugh, H. A., 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.*, 42 (4), 1036-1051.
- Freitas, A. F., Duraes M. C. and Teixeira N. M., 1998. Growth curves of Holstein heifers managed in confinement. *Anim. Breed. Abst.*, 66 (1), 73.
- Gille, U., 1989. Vergleichende Betrachtungen zum postnatalen Wachstum der Körpermasse und ausgewählter Extremitätenmaße verschiedener Haus- und Labortierspezies. Diss., Univ. Leipzig, 1989.
- Goonewardene, L. A., Berg R. T. and Hardin R. T., 1981. A study growth of beef cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 61, 1041-1048.
- Harvey, N.R., 1987. User's Guide for LSMLMM, PC-1 Version. The Ohio State Univ., Columbus, USA.
- Heinen, M., 1999. Analytical growth equations and their Genstat 5 equivalents. *Netherlands J. Agri. Sci.*, 47, 67-89.
- Hooven, N.W., Miller, R.H. and Smith, J., 1968. Relationships among whole-and part-lactation gross feed efficiency, feed consumption, and milk Yield. *J. Dairy Sci.*, 55, 1113-1122.
- Heinrichs, A. J. and Hargrove G. L., 1994. Standards of weight and height for Ayrshire, Brown Swiss, and milking Shorthorn heifers. *J. Dairy Sci.*, 77, 1676-1681.
- Heinrichs, A. J. and Losinger W. C., 1998. Growth of Holstein dairy heifers in the United States. *J. Anim. Sci.*, 76, 1254-1260.
- Jenkins, T. G., Kaps M., Cundiff L. V. and Ferrel C. L., 1991. Evaluation of between- and within-breed variation in measures of weight-age relationships. *J. Anim. Sci.*, 69, 3118-3128.
- Kaps, M., Herring W. O. and Lamberson W. R., 1999. Genetic and environmental parameters for mature weight in Angus cattle. *J. Anim. Sci.*, 77, 569-574.
- Kaps, M., Herring W. O. and Lamberson W. R., 2000. Genetic and environmental parameters for traits derived from the Brody growth curve and their relationships with weaning weight in Angus cattle. *J. Anim. Sci.*, 78, 1436-1442.
- Kocabaş, Z., Kesici T. ve Eliçin A., 1997. Akkaraman, İvesi x Akkaraman ve Malya x Akkaraman kuzularında büyüme eğrisi. *Turk. J. Vet. and Anim. Sci.*, 21, 267-275.

- Koenen, E. P. C. and Groen A. F., 1996. Genetic analysis of growth patterns of Black and White Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.*, 79, 495-501.
- Kratochvilova, M., 2001. Relationships between growth and milk production in dairy cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 46 (3), 139-144.
- Krieter, J., Junge W. and Kalm E., 1987. Comparison of different growth functions in dairy cattle. 38th annual meeting of European association for animal production. Lisbon, Portugal, 27. september-1. october, 1987.
- Lee, C. and Pollak E. J., 2002. Genetic antagonism between body weight and milk production in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 80, 316-321.
- Lopez de Torre, G. and Rankin B. J., 1978. Factors affecting growth curve parameters of Hereford and Brangus cows. *J. Anim. Sci.*, 46 (3), 604-613.
- Lopez de Torre, G., Candotti J. J., Reverter A., Bellido M. M., Vasco P., Garcia L. J. and Brinks J. S., 1992. Effects of growth curve parameters on cow efficiency. *J. Anim. Sci.*, 70, 2668-2672.
- Maciejowski, J. and Zieba J., 1982. Genetics and animal breeding. Chapter 5 (growth and development), p., 80-98, Warszawa.
- Marshall, T. E., Mohler M. A. and Stewart T. S., 1984. Relationship of lifetime productivity with mature weight and maturation rate in Red Poll cows. *Anim. Prod.*, 39, 383-387.
- McLaren, J. B., Morrow R. E. and Butts W. T., 1982. Impact of numbers and frequency of weighings on bovine weight-age curve parameters. *J. Anim. Sci.*, 54 (1), 51-57.
- Menchaca, M. A., Chase C. C., Olson T. A. and Hammond A. C., 1996. Evaluation of growth curves of Brahman cattle of various frame sizes. *J. Anim. Sci.*, 74, 2140-2151.
- Morrow, R. E., McLaren J. B. and Butts W. T., 1978. Effect of age on estimates of bovine growth-curve parameters. *J. Anim. Sci.*, 47 (2), 352-357.
- Nadarajah, K., Marlowe T. J. and Notter D. R., 1984. Growth patterns of Angus, Charolais, Charolais x Angus and Holstein x Angus cows from birth to maturity. *J. Anim. Sci.*, 59 (4), 957-966.
- Nadarajah, K., Marlowe T. J. and Notter D. R., 1985. Growth patterns of cows sired by British and continental beef and American dairy bulls and out of Hereford dams. *J. Anim. Sci.*, 60 (4), 890-901.
- Nobre, P. R. C., Rosa A. D. N., Da Silva L. O. C. and Evangelista S. R. M., 1987. Comparison of different weighing intervals for fitting growth curves of Nellore cattle. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasilia, 22 (9/10), 1027-1037.
- Oliveira, H. N., Lobo R. and Pereira C. S., 1996. Relationships among growth curve parameters, weights and reproductive traits in Guzera beef cows. *Anim. Breed. Abs.*, 64 (1), 152.
- Oliveira, H. N., Lobo R. B. and Pereira C. S., 2000. Comparison of non-linear models for describing growth of Guzerat beef cattle females. *Pesq. Agro. Brasileira*, 35 (9), 1843-1851.
- Owens, F. N., Dubeski P. and Hanson C. F., 1994. Factors that alter growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 71 (11), 3138-3150.
- Perotto, D., Cue R. I. and Lee A. J., 1992. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve oh three genotypes of dairy cattle. *Canadian J. Anim. Sci.*, 72, 773-782.

- Perotto, D., Cue R. I., Lee A. J., McAllister A. J., Batra T. R., Lin C. Y., Roy G. L. and Wauthy J. M., 1994. Additive and non-additive genetic effects of growth curve parameters of Holstein, Ayrshire and crossbred females. *Canadian J. Anim. Sci.*, 74, 401-409.
- Perotto, D., Castanho M. J. D., da Rocha J. L. and Pinto J. M., 1997. Description of growth curves of female Guzera, Gir, Holstein x Guzera, and Holstein x Gir cattle. *J. Brazilian Soc. Anim. Sci.*, 26 (2), 283-288
- Quaas, R. L., 1985. Genetic variation in growth curves of Hereford females. *Anim. Breed. Abst.*, 53 (2), 573.
- Quirino, C. R., Bergmann J. A. G., Vale Filho V. R., Andrade V. J. and Pereira J. C. C., 1999. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*, 52, 25-34.
- Rumph, J. M., Koch R. M., Gregory K. E., Cundiff L. V. and Van Vleck L. D., 2002. Comparison of models for estimation of genetic parameters for mature weight of Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 80, 583-590.
- Schmidt, G.H. and Van Vleck, L.D., 1974. *Principles of Dairy Science*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Sieber, M., Freeman, A.E. and Kelley, D.H., 1988. Relationships between body measurements, body Weight, and productivity in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 71: 3437-3445.
- Smith, G. M., Fitzhugh H. A., Cundiff L. V., Cartwright T. C. and Gregory K. E., 1976. A genetic analysis of maturing patterns in straightbred and crossbred Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *J. Anim. Sci.*, 43 (2), 389-395.
- Soysal, M. İ., Tuna Y. T., Gürcan E. K. and Özkan E., 1999. Japon bıldırcınlarında (coturnix coturnik Japonica) çeşitli büyüme eğrilerinin karşılaştırılması üzerine bir araştırma. *Uluslararası Hayvancılık'99 Kongresi*, 21-24 Eylül 1999, İzmir, 486-490.
- SPSS, 1994. *SPSS for Windows Release 10.0*, SPSS Inc
- Tedeschi, L. O., Boin C., Nardon R. F. and Leme P. R., 2001. Growth curve analysis of Guzera and their crossbreds fed under grazing with or without supplementation. 1. Analysis and selection of nonlinear functions. *Anim. Breed. Abst.*, 69 (1), 60.
- Trenkle, A. and Marple D. N., 1983. Growth and development of meat animals. *J. Anim. Sci.*, 57 (supplement 2), 273-282.
- Wada, Y., Sasaki Y., Mukai F. and Matsumoto Y., 1983. Describing weight-age data in Japanese Black females with nonlinear growth models. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 54 (1), 46-51.
- Yakupoglu, Ç. ve Akbaş Y., 1999. Doğrusal olmayan modellerin uyumunda farklı istatistik paket programlarının karşılaştırılması. 3. Tarımda Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, 3-6 Ekim 1999, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Yakupoglu, Ç. ve Atıl H., 2001. Comparison of growth curve models on broilers growth curve I: parameters estimation. *Online J. Biological Sci.*, 1 (7), 680-681.
- Yanar, M., Tüzemen, N., Akbulut, Ö., Aydın, R. ve Uğur, F., 1998. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Çiftliğinde Yetiştirilen Esmer sığırların süt ve döl verim özellikleri. *Doğu Anadolu Tarım Kongresi* 14-18 Eylül 1998.
- Yıldız, N., Bircan H. ve Akbulut Ö., 1994. *Arştırma ve Deneme Metotları*. Atatürk Üniv. Yayın No:724, Ziraat Fak. Yayın No, 313, Ders Kitapları No, 65, 168 s, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Erzurum Çat ilçesine bağlı Parmaksız köyünde doğdu. 1979 yılında ailece Erzurum merkeze yerleşti. İlkokul, ortaokul ve liseyi Erzurum'da tamamladı. 1991 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünden 1995 yılında mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Anabilim Dalında başladığı Yüksek Lisans programını 1998 yılında tamamlayarak, aynı anabilim dalında doktora programına başladı.

Fen Bilimleri Enstitüsü kadrosunda Araştırma Görevlisi olarak çalışan Bahri BAYRAM evli ve dört çocuk babasıdır.