

AKKEÇİ OĞLAKLARININ ALTI AYLIK YAŞA KADAR OLAN BÜYÜME EĞRİLERİNİN ÇİZİLMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA*

Sezai ALKAN

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 07059 Antalya

Özet

Bu çalışma ile Akkeçi oğlaklarında 6 aylık bir büyüme periyodunda iki haftalık aralıklarla alınan canlı ağırlık verileri kullanılarak büyüme eğrilerinin çizilmesi amaçlanmıştır. Analizler yapılırken denemeye alınan oğlaklar doğum tipleri ve cinsiyetleri dikkate alınarak tekiz erkek, tekiz dişi, ikiz erkek ve ikiz dişi gruplarına ayrılmıştır. Daha sonra her bir oğlağa ait belirtme katsayıları hesaplanmış ve büyüme eğrileri çizilmiştir. Yapılan analizler sonucunda, birkaç oğlak hariç diğerlerinde doğrusal büyüme modeli iyi yanıt vermiştir. Ayrıca doğrusal büyüme modeli için yapılan regresyon katsayılarının homojenlik kontrolü sonuçları, her bir grup için tahmin edilen regresyon doğrularının homojen olmadığını ve bundan dolayı da ortak bir regresyon doğrusunun çizilemeyeceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Akkeçi, Büyüme Modeli, Canlı Ağırlık Artışı, Regresyon Denklemleri.

An Investigation on the Growth Curves of Akkeçi Kids until the Age of Six Months

Abstract

By this research it was aimed to draw growth curves by using White Goat Kids' weight data were obtained two week intervals during six months growing period. In order to estimate kids' growing versus time, firstly whole animals in trial were separated into four groups by considering birth type and sex, such as single male, single female, twin male and twin female groups. Later, determination coefficient and regression equation for each kid were estimated and growth curves were drawn. Linear growth model have good response for most of kids, except a few kids. Homogeneity of regression coefficients homogeneity controls for linear model showed that the regression lines for each group not homogenous and it's impossible to draw a common regression line.

Keywords: White goat, growth model, live weight gain, regression equations

1. Giriş

Keçi, birçok ülkede özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde masrafsız ya da az masraflı hayvansal üretim için önemli bir yere sahiptir. Gelişmekte olan ülkelerde ise ekstansif tarımın en önemli kollarından biridir. Çünkü bu yörelerde yaşayan insanlar bu hayvanlardan elde ettikleri hayvansal ürünleri tüketmekte ve çok az bir kısmını pazara ulaştırmaktadırlar.

Ülkemizdeki düşük verimli keçi ırklarının ıslah edilmesi amacıyla, süt verimi ve adaptasyon yeteneği iyi olan Saanen keçilerinden küçük bir grup Tarım Bakanlığı tarafından 1959 yılında ülkemize getirilmiş ve bu ırkın uyum çalışmaları aynı yıl Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni

Kürsüsü'nde başlamıştır. İlk 10 yıllık araştırma sonuçları, Saanen keçilerinin Ege Bölgesi Koşullarına iyi uyum gösterdiklerini ortaya koymuştur (Şengonca, 1989).

İlk yıllarda elde edilen sonuçların umut verici olması nedeniyle, 1962 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesine götürülen erkek damızlıklar Kilis keçileri ile melezlenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Süt verimleri rekortmen hayvanlarda 1000 kg'a ulaşan bu melezler literatüre "Akkeçi" adıyla geçmiştir. Akkeçi, beyaz renkli, 40-45 kg canlı ağırlıkta, ikizlik oranı yüksek, laktasyonda 400-450 kg süt veren bir

*: Bu araştırma aynı adlı yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

ırk halini almaya başlamıştır. Erkekler genellikle boynuzlu ve dişilerde de zaman zaman boynuzluluk görülür (Ertuğrul, 1991).

Büyüme farklı bilim adamlarınca değişik şekillerde tanımlanmıştır. Thornley ve Johnson (1990) canlılarda büyüme, ağırlıkta ve boyutlarda zaman içinde meydana gelen artış; Cengiz (1995) ise, genel bir bakışla boyutlardaki artış olarak tanımlamışlardır. Populasyonların büyümesi hayvanların çoğalmasını; vücut büyümesi hücrelerin sayıca artışı (hyperplasia) veya hücre boyutlarındaki artışı (hypertrophy), hücre büyümesi moleküllerin replikasyonunu içermektedir (Cengiz, 1995).

Hayvanlar doğduktan sonra üzerlerinde birçok ölçü alınabilir. Vücudun çeşitli kısımlarının ağırlığı, uzunluğu, çevresi ve deri altı yağ katmanı ölçülebilen özelliklere ilişkin diğer örneklerdir.

Büyüme hızı, mutlak ağırlık artışından daha anlamlıdır. Büyüme hızı, belirlenen bir zaman aralığındaki ağırlık artışı olarak ifade edilir. Bu, belirlenen zaman aralığının başından itibaren olan ağırlık kazancı ya da ağırlık kazancının yetişkin ağırlığa oranı olmak üzere iki yöntemle yapılır.

Böylece hem generasyonlar arası süreyi kısaltma ve hem de erken seleksiyon yapma imkanına sahip olabiliriz. Büyüme eğrileri, büyümenin matematiksel ifadesi olarak bilinmektedir. Canlılarda zaman içinde ağırlık ve boyutlarda meydana gelen büyümenin açıklanması bakımından büyüme eğrileri göz ardı edilemeyecek bir öneme sahiptir (Thornley ve Johnson, 1990).

Büyüme eğrisi genellikle vücut ağırlığı olmak üzere canlının yaşadığı veya incelendiği süre içinde büyüme özelliklerinin zaman içindeki değişimini tanımlayan eğriyi ifade etmektedir. Daha genel bir anlamla bunlara yaş-gelişme eğrisi denebileceği de yapılan araştırmalarda belirtilmektedir. Bir gelişme devresinde veya farklı gelişme devrelerinde bir canlının büyümesini belirleyen bir veya daha fazla ölçüm yapılabilir. Zamana bağlı veriler, örneği oluşturan tüm bireylerin farklı yaşlarında yapılan ölçümler sonucunda elde edilen

gözlemler topluluğudur (Efe, 1990).

Hayvanlar için büyüme modelleri çalışılırken, araştırmacının göz önünde tutması gereken nokta, bireysel büyüme modellerinin mi, yoksa ortak bir büyüme modelinin mi kullanılmasının uygunluğunun araştırılması gerekliliğidir. Eğer bir ırk içerisindeki hayvanlar genotip bakımından homojen ise, her hayvanın büyüme şekli birbirine daha benzer olacaktır. Fakat genotipleri farklı olan hayvanların zaman içindeki büyüme hızları ve şekilleri farklı olacaktır ki, bu da ortak bir büyüme modelinin kullanılmasını engelleyecektir.

Geçerliliği kontrol edilmiş bir büyüme modelinden yararlanarak hayvanların daha sonraki yaşlarda ortaya çıkacak olan verimlerini önceden yani daha erken yaşta tahmin edebiliriz.

Büyüme eğrileri ile ilgili olarak, koyun ve keçiler üzerinde yapılan çalışmalara baktığımızda, bu çalışmaların büyük bir kısmının yabancı ülkelerde yapıldığını görmekteyiz. Bu konuyla ilgili olarak ülkemizde yeterince çalışma yapılmamıştır.

Karakaya ve Başaran (1997) tarafından Akkeçi'lerde büyüme eğrileriyle ilgili olarak yapılan bir araştırmada, doğumları uyarılmış ve uyarılmamış analardan doğan Akkeçi oğlaklarında, doğumdan 165 - 175 günlük yaşa kadar olan ve 14 - 15 günlük aralıklarla belirlenen canlı ağırlık verileri kullanılarak büyüme tanımlayacak model tahmin edilmeye çalışılmıştır. Oğlakların zaman içindeki büyümesini tahminde, belirtme katsayısı yüksek olan bireylerde doğrusal büyüme modeli, buna karşılık belirtme katsayısı düşük olan bireylerde ise tam logaritmik büyüme modeli iyi yanıt vermiştir.

Kocabaş ve ark. (1997) tarafından Akkaraman, İvesi x Akkaraman ve Malya x Akkaraman kuzularında yapılan bir çalışmada belirtme katsayısı değerleri, Akkaraman kuzuları için %79,1, Malya x Akkaraman kuzuları için %91,7 ve İvesi x Akkaraman kuzuları için %88,4 olarak hesaplanmıştır.

Bhadula ve Bhat (1980), Corriedala x Muzaffarnagri ve Muzaffarnagri melez

kuzularında doğumdan 32 haftalık yaşa kadar 4 haftalık aralıklarla vücut ağırlıklarını ölçmüşlerdir. Adı geçen genotip gruplarından elde edilen vücut ağırlığı verilerine lineer, üstsel ve ikinci dereceli fonksiyonları ayrı ayrı uygulamışlardır. Yaptıkları hesaplamalar sonucunda ikinci dereceli ve lineer fonksiyonların belirtme katsayısı değerlerini 0,95 den büyük, buna karşılık üstsel fonksiyonun belirtme katsayısı değerini yaklaşık olarak 0,91 olarak bulmuşlardır.

Mukundan ve ark. (1982), Malabari ve Malabari x Saanen keçilerinde doğumdan bir yaşına kadar yaşa göre düzeltilmiş ortalama vücut ağırlıklarını kullanarak, bu keçilerde büyüme eğrilerini farklı hesaplama yöntemleriyle açıklamaya çalışmışlardır. Elde ettikleri verilere doğrusal, üstsel ve ikinci dereceli fonksiyonların uyumunu incelemişlerdir. Söz konusu iki genotip grubunda, sırasıyla, belirtme katsayıları %99,8 ve %96,9 ile doğrusal modelin en iyi uyumu gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmaya benzer başka bir çalışmada ise, Salah ve ark. (1983), ikinci yaşa kadar erkek ve bir yaşına kadar dişi Aardi keçilerinde büyümeyi tanımlamak üzere en iyi modelin tam olmayan gamma tipi bir eşitlik olduğunu bildirmişlerdir.

Salah ve ark. (1988), 31 erkek ve 27 dişi koyunda, sırasıyla, 1 ve 2 yaşına kadar olan büyümeyi incelemişler ve yapılan değerlendirme sonucunda, bu hayvanlardaki büyüme eğrisinin açıklanması için en iyi regresyon denkleminin gama türü fonksiyon olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde geliştirilen ve Akkeçi adı verilen keçilerin doğumdan 6 aylık yaşa kadar geçen zaman içindeki büyüme şeklinin yada büyüme eğrilerinin ortaya konulmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Hayvan Materyali

Araştırmanın hayvan materyalini Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık İşletmesi'nde

yetiştirilmekte olan Akkeçi'lerden 1996 yılı doğum mevsiminde elde edilen 37 baş oğlak oluşturmuştur.

2.2. Yöntem

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Hayvancılık İşletmesi'nde 1996 yılı doğum mevsiminde doğan oğlakların ilk önce doğum tipleri ve cinsiyetleri belirlenmiştir. Daha sonra doğan her bir oğlağa plastik kulak numarası takılmış ve doğum ağırlıkları alınmıştır. Denemedeki her bir oğlak için tanıtım kartları düzenlenmiş, bu tanıtım kartlarına oğlakların cinsiyetleri, doğum tipi, oğlağın kulak numarası, ananın kulak numarası, oğlağın doğum tarihi ve doğum ağırlıkları yazılmıştır. Bundan sonra oğlaklara ait tanıtım kartlarına iki haftalık aralıklarla ve 6 ay süreyle her bir oğlağın canlı ağırlıkları 100 grama kadar hassas kantarla tartılarak işlenmiştir.

Araştırmada kullanılan "**doğrusal büyüme modeli**" aşağıda verilmiştir. Analizler yapılırken denemede kullanılan hayvanlar tekiz erkek, tekiz dişi, ikiz erkek ve ikiz dişi olmak üzere dört gruba ayrılmış ve aynı zamanda alt gruplardaki hayvanların büyüme eğrilerine, eğrilerin homojen olup olmadıklarını belirleyebilmek için homojenlik kontrolü yapılmıştır.

Doğrusal büyüme modeli:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 t + \epsilon$$

şeklinde yazılmıştır.

Bu modelde, β_0 ve β_1 parametrelerinin en iyi sapmasız tahmini:

$$\beta_0 = (t' t)^{-1} t' y \text{ dir.}$$

$Y = n \times 1'$ lik ortalama canlı ağırlık vektörü,

$t =$ Bir sütunu 1 değerini içeren $n \times p'$ lik ($n =$ gözlem sayısı, $p =$ tahmin edilecek parametre sayısı) bağımsız değişken değerleri matrisi,

$\beta_1 = p \times 1'$ lik tahmin edilecek parametre vektörü,

$\epsilon = n \times 1'$ lik hata vektörüdür (Kocabaş ve ark., 1997).

Denemeye alınan bütün hayvanları temsil edebilecek ortak bir regresyon doğrusunun kullanılabilirliği, her bir hayvan için hesaplanan regresyon doğrusunun homojen

olmasına dayanır. Regresyon doğrularının da homojen olup olmadıkları da F testi ile kontrol edilir. Bu çalışmada da her bir alt grupta (tekiz erkek, tekiz dişi, ikiz erkek ve ikiz dişi) bulunan oğlaklar için hesaplanan regresyon doğrularının homojen olup olmadıkları F- testi ile kontrol edilmiş ve homojenlik kontrolleri SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Tekiz Erkek Oğlaklar İçin Regresyon Denklemlerinin ve Belirtme Katsayılarının Hesaplanması

Araştırmada tekiz erkek oğlaklar için tahmin edilen regresyon denklemleri ve belirtme katsayıları Çizelge 1'de, tekiz erkek oğlaklara ait büyüme eğrileri ise Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1' de görüldüğü üzere, en

büyük belirtme katsayısı 442 kulak numaralı oğlakta (%97,5), buna karşın en küçük belirtme katsayısı ise 106 kulak numaralı oğlakta (%68) elde edilmiştir. 106 kulak numaralı oğlağın belirtme katsayısı hariç, diğer oğlakların belirtme katsayıları oldukça yüksek ve buna karşılık birbirlerinden oldukça farklı bulunmuştur.

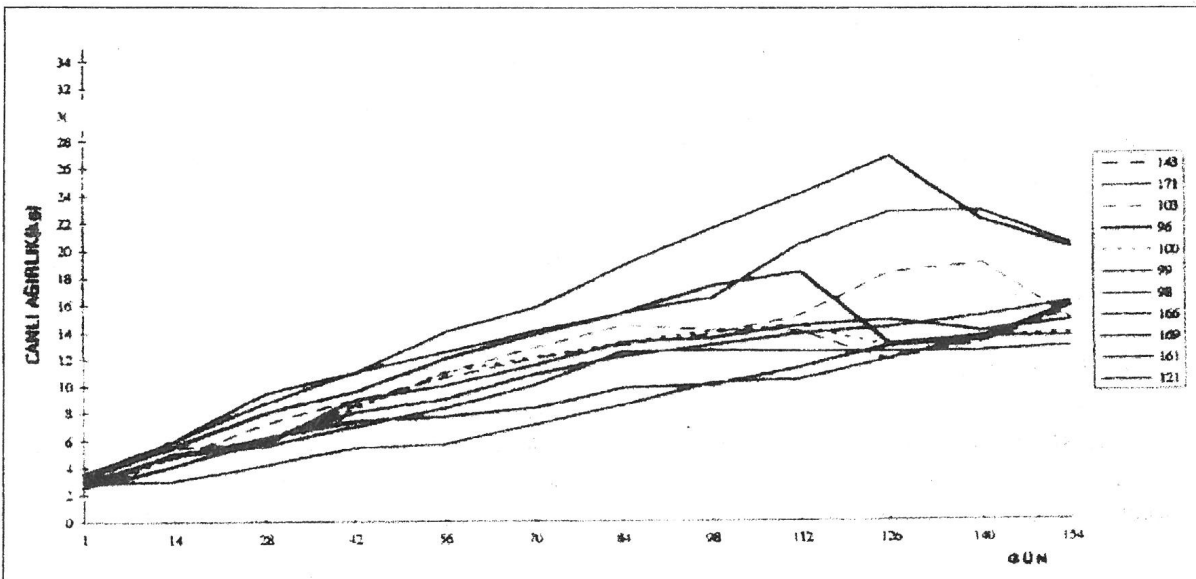
3.2. Tekiz Dişi Oğlaklar İçin Regresyon Denklemlerinin ve Belirtme Katsayılarının Hesaplanması

Araştırmada ikinci grubu oluşturan tekiz dişi oğlaklar için tahmin edilmiş regresyon denklemleri ve belirtme katsayıları çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2' den de anlaşılacağı gibi, en büyük belirtme katsayısı 141 kulak numaralı oğlakta (%98,7), en düşük belirtme katsayısı ise 82 kulak numaralı oğlakta (%88,5) hesaplanmıştır. Tekiz dişi oğlaklara ait büyüme eğrileri Şekil 2' de

Çizelge 1. Tekiz Erkek Oğlaklar İçin Tahmin Edilmiş Regresyon Denklemleri ($y=a+bx$) ve Belirtme Katsayıları.

Kulak No	$Y= a+bx$	Belirtme Katsayısı
173	$Y=7,31+0,116$	80,7
5710	$Y=7,13+0,127$	89,8
442	$Y=5,44+0,163$	97,5
140	$Y=4,77+0,112$	92,3
106	$Y=8,19+0,080$	68,0
159	$Y=5,75+0,117$	96,2



Şekil 1. Tekiz Erkek Oğlakların Canlı Ağırlıklarında Zaman İçinde Meydana Gelen Değişim.

verilmiştir.

3.3. İkiz Erkek Oğlaklar için Regresyon Denklemlerinin ve Belirtme Katsayılarının Hesaplanması

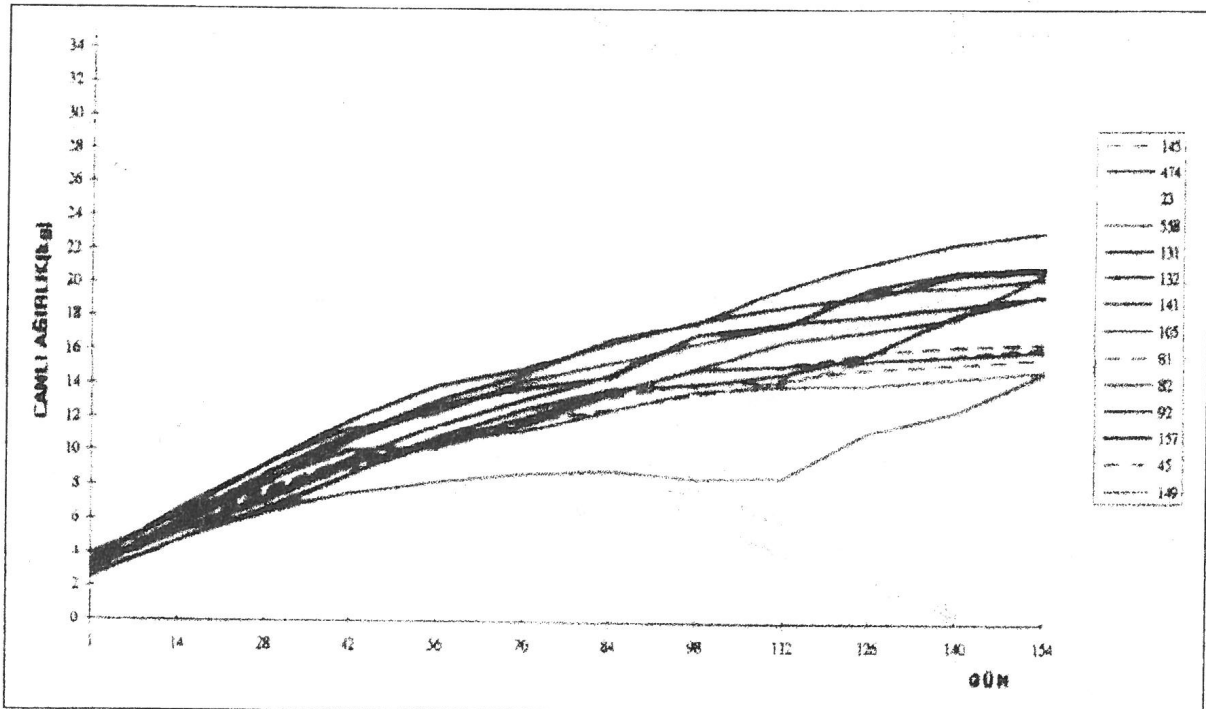
Araştırmada üçüncü grubu oluşturan ikiz erkek oğlaklar için tahmin edilmiş regresyon denklemleri ve belirtme katsayıları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 de ikiz erkek oğlaklar için hesaplanan belirtme katsayıları

incelendiğinde, en büyük belirtme katsayısının 121 kulak numaralı oğlakta (%98,0), buna karşılık en küçük belirtme katsayısının 96 kulak numaralı oğlakta elde edildiği görülmektedir. Hesaplanan belirtme katsayılarından özellikle 96 kulak numaralı oğlağa ait belirtme katsayısı (%60,2) gruptaki diğer oğlaklara ait belirtme katsayılarından oldukça düşük çıkmıştır. İkiz erkek oğlaklara ait büyüme eğrileri Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tekiz Dişi Oğlaklar İçin Tahmin Edilmiş Regresyon Denklemleri ($Y=a+bx$) ve Belirtme Katsayıları.

Kulak No	$Y= a+bx$	Belirtme Katsayısı
145	$Y=4,97+0,0838$	92,2
474	$Y=3,78+0,104$	97,0
23	$Y=5,18+0,108$	95,7
558	$Y=5,61+0,107$	95,8
131	$Y=5,14+0,105$	93,4
132	$Y=4,66+0,131$	97,9
141	$Y=4,78+0,101$	98,7
105	$Y=4,93+0,0855$	92,3
81	$Y=5,13+0,0836$	93,6
82	$Y=4,08+0,0590$	88,5
92	$Y=4,04+0,121$	98,5
157	$Y=6,00+0,110$	93,8
45	$Y=4,79+0,0813$	93,6
149	$Y=4,60+0,0785$	90,6



Şekil 2. Tekiz Dişi Oğlakların Canlı Ağırlıklarında Zaman İçinde Meydana Gelen Değişim.

3.4. İkiz Dişi Oğlaklar İçin Regresyon Denklemlerinin ve Belirtme Katsayılarının Hesaplanması

Araştırmada dördüncü grubu oluşturan ikiz dişi oğlaklara ait regresyon denklemleri ve belirtme katsayıları Çizelge 4' de sunulmuştur.

Çizelge 4' den de anlaşılacağı gibi, en büyük belirtme katsayısı neredeyse 100 olacak şekilde 148 kulak numaralı oğlakta (%99,6), en düşük belirtme katsayısı ise 84 kulak numaralı oğlakta (%91,1) elde edilmiştir. İkiz dişi oğlaklara ait büyüme eğrileri Şekil 4' de verilmiştir.

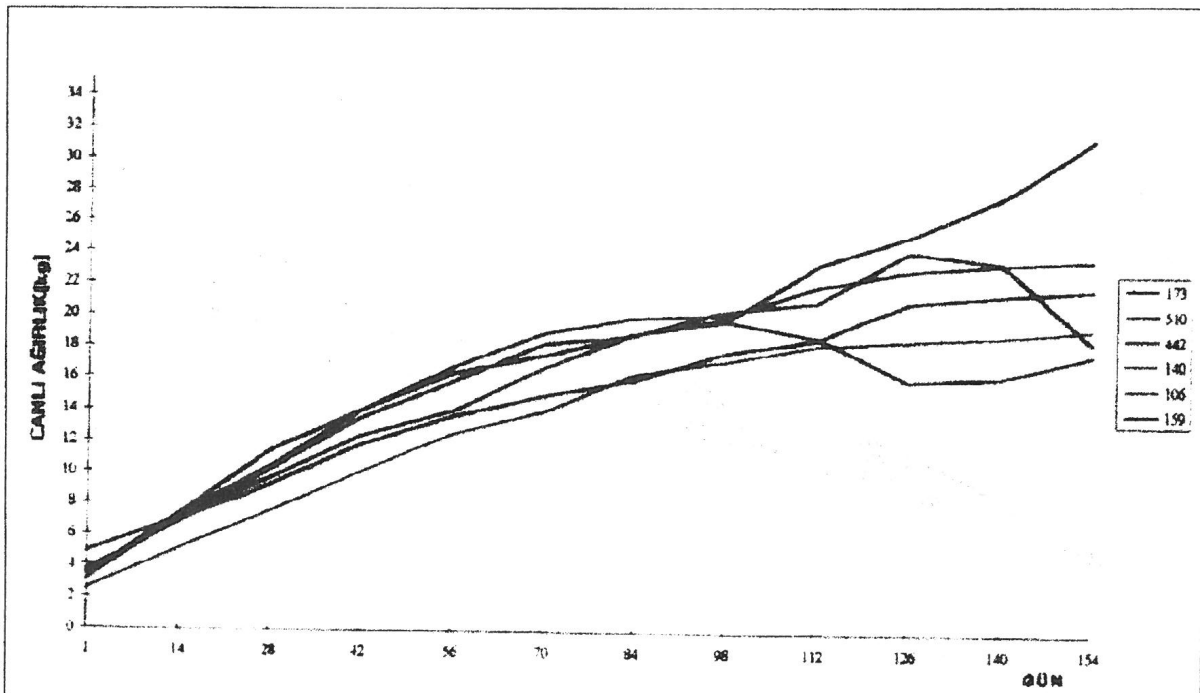
3.5. Regresyon Doğrularının Homojenlik Kontrolü

Bir genotip grubundaki her hayvan için ayrı ayrı regresyon doğruları tahmin edilebilir. Eğer bu doğrular homojen ise (yani aralarındaki farklar istatistiki olarak önemli değil ise) bunlardan o genotip için ortak bir regresyon eşitliği tahmin edilebilir. Bu amaçla her genotip grubundaki hayvanlar ve genotip grupları için tahmin edilen regresyon doğrularının homojenliği (doğruların paralelligi) F- testi yapılarak kontrol edilir (Kocabaş ve ark., 1997).

Çizelge 5 incelendiğinde, her bir

Çizelge 3. İkiz Erkek Oğlaklar İçin Tahmin Edilmiş Regresyon Denklemleri ($y=a+bx$) ve Belirtme Katsayıları.

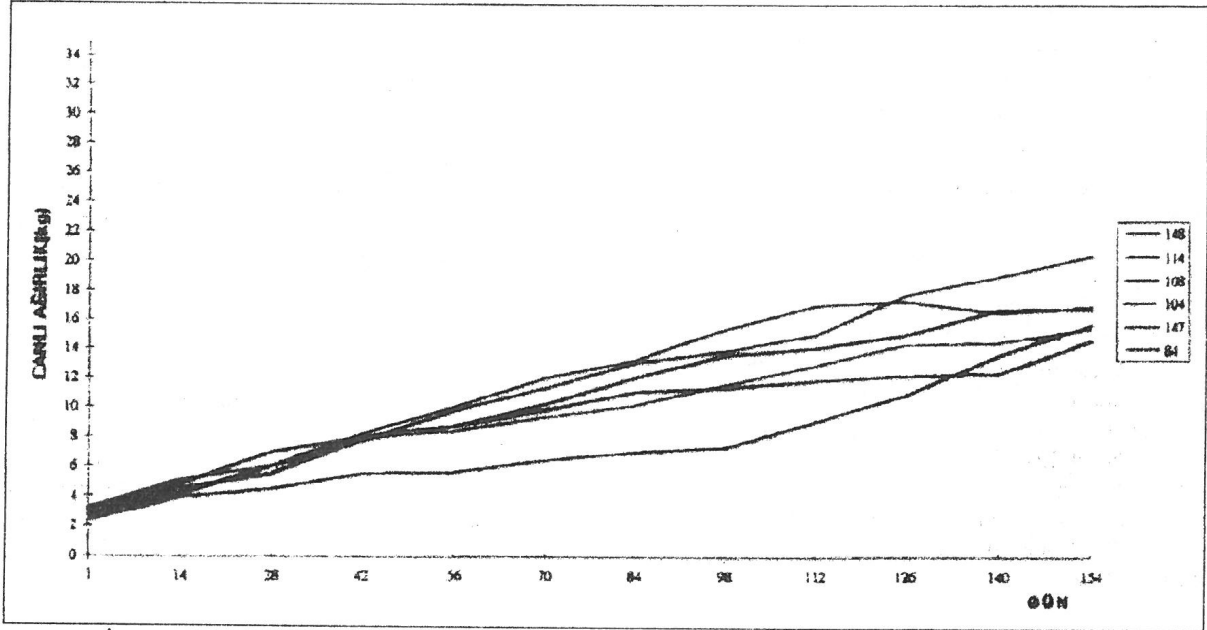
Kulak No	$Y=a+bx$	Belirtme Katsayısı
143	$Y=4,41+0,0944$	89,6
171	$Y=4,68+0,0783$	88,4
103	$Y=5,49+0,0694$	77,3
96	$Y=5,55+0,0698$	60,2
100	$Y=4,97+0,0724$	80,0
99	$Y=3,62+0,0724$	97,7
98	$Y=3,69+0,0867$	96,3
166	$Y=4,95+0,123$	94,4
169	$Y=4,24+0,0679$	86,6
161	$Y=5,62+0,1350$	84,3
121	$Y=1,84+0,0827$	98,0



Şekil 3. İkiz Erkek Oğlakların Canlı Ağırlıklarında Zaman İçinde Meydana Gelen Değişim.

Çizelge 4. İkiz Dişi Oğlaklar İçin Tahmin Edilmiş Regresyon Denklemleri ($y=a+bx$) ve Belirtme Katsayıları.

Kulak No	$Y= a + bx$	Belirtme Katsayısı
148	$Y=2,91+0,114x$	99,6
114	$Y=3,75+0,101x$	93,6
108	$Y=3,34+0,0941x$	98,4
104	$Y=3,89+0,0773x$	98,7
147	$Y=4,53+0,0648x$	93,3
84	$Y=1,82+0,0751x$	91,1



Şekil 4. İkiz Dişi Oğlakların Canlı Ağırlıklarında Zaman İçinde Meydana Gelen Değişim.

gruptaki hayvanlar arası farklılığı kontrol etmek için hesaplanan F değerlerinden, hayvanlar arası farklılığın sadece ikiz dişi grubunda önemli diğer gruplarda ise önemsiz olduğu anlaşılmaktadır. Çizelgede de görüleceği üzere, zaman ve aynı şekilde zaman x hayvan interaksyonu bütün gruplarda önemli bulunmuştur.

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan hesaplamalar sonucunda denemeye alınan oğlaklar arasında, özellikle

bazı oğlaklar arasında, büyüme şekli bakımından bazı farklılıklar meydana gelmiştir. Bazı hayvanların altı aylık zaman içindeki büyümeleri doğrusal büyümeden önemli derecede sapma göstermiştir. Buna karşılık denemede diğer oğlakların 6 aylık büyüme periyodu içinde doğrusal büyümeğe yakınlık gösterdikleri tespit edilmiştir.

Hayvanlar arası farklılığı kontrol etmek için hesaplanan F değerleri, zaman x hayvan interaksyonunun bütün gruplarda önemli olduğunu göstermiştir. Hesaplanan regresyon doğruları birbirlerinden farklı

Çizelge 5. Denemede Her bir Hayvan İçin Tahmin Edilen Regresyon Denklemlerine İlişkin Homojenlik Kontrolüne Ait F Değerleri.

Gruplar	Zaman	Hayvanlar Arası	Zaman x Hayvan
Tekiz Erkek	$F(1,60)=493,87^{**}$	$F(5,60)=1,20$ Ö,D	$F(5,60)=4,20^{**}$
Tekiz Dişi	$F(1,40)=2676,57^{**}$	$F(13,140)=0,88$ Ö,D	$F(13,140)=7,30^{**}$
İkiz Erkek	$F(1,110)=679,64^{**}$	$F(10,110)=1,54$ Ö,D	$F(10,110)=4,24^{**}$
İkiz Dişi	$F(1,60)=1488,02^{**}$	$F(5,60)=3,41^{**}$	$F(5,60)=11,02^{**}$

** P < 0,01 , ÖD: P > 0,01

bulduklarından dolayı araştırmada alt gruplardaki bütün hayvanları temsil edebilecek ortak bir regresyon doğrusu hesaplanamamıştır.

Bu araştırmadan çıkartılabilecek bir sonuç da, deneme materyalinin ırk kabul edilmesine rağmen, melezleme ürünü olması nedeniyle hayvanlar arasında önemli farklılıkların söz konusu olduğunun anlaşılmasıdır. Bu durumda materyalin kendisi homojen olmadığından her bir hayvanın zaman içindeki büyümesinin farklı olması doğal karşılanmalıdır.

Kaynaklar

- Bhadula, S. K., Bhat, P. N., 1980. Note on growth curves in sheep. *Indian Journal of Animal Science*. 50 : 11, 1001 - 1003.
- Cengiz, F., 1995. Hayvanlarda Büyüme ve Gelişme. Yüksek Lisans Ders Notu.1. Bölüm.
- Efe, E., 1990. Büyüme Eğrileri. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Adana (basılmamış).
- Ertuğrul, M., 1991. Küçükbaş Hayvan Yetiştirme Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1211. yardımcı ders kitabı:348.
- Karakaya, A., Başaran, D., 1997. Akkeçi Oğlakları İçin Doğrusal ve Logaritmik Büyüme Denklemlerinin Kullanılma Olanakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü. Ankara
- Kocabaş, Z., Eliçin, A., Kesici, T., 1997. Akkaraman, İvesi x Akkaraman ve Malya x Akkaraman Kuzularında Büyüme Eğrisi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 21(1997) 267-275 .
- Mukundan, G., Khan, B. U., Bhat, P.B., 1982. Note on growth curve in Malabari goats and their Saanen half - bred. *Indian - Journal of Animal Science*. 52: 11, 1112 - 1114.
- Salah, M. S., Basmeil, S. M., Mogawer, H. H., 1983. Growth curve in Aardi goats. *Ardo Gulf Journal of Scientific Research. B. Agricultural and Biological Sciences*, 6:3, 369-379
- Salah, M. S., Basmaeil, J. M., Mogawer, H. H. 1988. Growth curves of animals. *Agricultural Systems*. 10 (3), 133 - 147.
- Şengonca, M., 1989. Küçükbaş Hayvan Yetiştirme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı. Yayın No. 27.
- Thornley, J. H. M., Johnson, I. R., 1990. Plant and Crop Modelling. A Mathematical Approach to Plant and Crop Physiology. Clarenrond Press, USA.