T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

LAKTASYON SÜT VERİMİNİN PARÇALI REGRESYON YÖNTEMİYLE MODELLENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Muzaffer ÇEVİK

Zootekni Anabilim Dalı

İzmir
2019

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

LAKTASYON SÜT VERİMİNİN PARÇALI REGRESYON YÖNTEMİYLE MODELLENMESİ

Muzaffer ÇEVİK

Danışman: Doç. Dr. Yakut GEVREKÇİ

Zootekni Anabilim Dalı
Zootekni Bölümü Yüksek Lisans Programı

İzmir
2019

Muzaffer ÇEVİK tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan "Laktasyon Süt Veriminin Parçalı Regresyon Yöntemiyle Modellenmesi" başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 08.02.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:		**İmza**
Jüri Başkanı	: Prof. Dr. Hülya Atil	.....
Raportör Üye	: Doç. Dr. Yakup GEVREKCİ	.....
Üye	: Doç. Dr. Mustafa SAHİN	.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Laktasyon Süt Veriminin Parçalı Regresyon Yöntemiyle Modellenmesi" başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

08/02/ 2019

Muzaffer ÇEVİK

ÖZET

LAKTASYON SÜT VERİMİNİN PARÇALI REGRESYON YÖNTEMİYLE MODELLENMESİ

ÇEVİK, Muzaffer

Yüksek Lisans Tezi, Zootekni Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Yakut GEVREKÇİ
Şubat 2019, 67 sayfa

Bu tezde Parçalı Regresyon yöntemiyle laktasyon süt verimlerinin modellenmesi klasik bir model olan (Wood modeli) ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Tez verileri İzmir İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'nden alınmıştır. 832 Holstein-Friesian süt ineğine ait 24960 verim kaydı kullanılmıştır. Eldeki verilerden 1, 2 ve 3. laktasyonlardaki hayvanlar için ayrı ayrı hem genel ortalamalar hem de bireysel modellemeler yapılmıştır. 7 farklı Kübik Parçalı Regresyon modeli ile Wood modeli karşılaştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre Parçalı Regresyon yöntemi bireysel eğri modellemede başarılı sonuçlar vermiştir. Ayrıca laktasyon verimlerinin standart bir kübik eğri oluşturmadığı, dalgalı verimlere sahip eğriler için de başarılı bir modelleme yapabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: Parçalı Regresyonlar, Wood Modeli, Holstein-Friesian, Laktasyon Eğrileri.

ABSTRACT

MODELING OF LACTATION MILK YIELD WITH SPLINE REGRESSION METHOD

ÇEVİK, Muzaffer

MSc in Animal Science
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yakut GEVREKÇİ
February 2019, 67 pages

In this thesis, modeling of lactation milk yields by means of the Spline Regression method was examined comparatively with a classical model (Wood).

The thesis data were obtained from the Izmir Cattle Breeders' Association. 24960 milk yield record of 832 Holstein-Friesian dairy cows was used. From the available data, both general averages and individual modeling were performed separately for the animals in lactates 1, 2 and 3. 7 different Cubic Spline Regression models were compared with Wood model.

According to the results obtained, the Spline Regression method showed successful results in individual curve modeling. In addition, it is concluded that lactation milk yields do not form a standard cubic curve and can be a successful modeling for curves with undulating yields.

Keywords: Spline Regressions, Wood Model, Holstein-Friesian, Lactation Curves.

ÖNSÖZ

Tez konusu belirlemede yapılan ön çalışmalar göstermiştir ki ülkemizde parçalı regresyonlar ile yapılmış çok fazla kaynak bulunmamaktadır. Özellikle tarım ve hayvancılık alanında sadece iki kaynağa rastlanmıştır. Bu sebeple parçalı regresyon yönteminin tez olarak işlenmesi kararlaştırılmıştır. Daha önceki çalışmalarda genel ortalamalar üzerinden çalışmalar yürütülmüş iken bu çalışmada bireysel laktasyon süt verimleri üzerinden analizler yapılmıştır.

Bu çalışmada parçalı regresyon yöntemi Türkiye'de ilk kez bireysel laktasyon eğrilerinin modellenmesinde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar sonraki araştırıcılara ışık tutacak niteliktedir.

İZMİR
17/01/2019 Muzaffer ÇEVİK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET vii

ABSTRACT ix

ÖNSÖZ xi

ŞEKİLLER DİZİNİ xv

TABLOLAR DİZİNİ xvi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xvii

1. GİRİŞ 1

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 2

2.1 Yöntem Çalışmaları 2

2.2 Hayvancılık Alanında Yapılan Çalışmalar 6

3. GEREÇ VE YÖNTEM 18

3.1 Gereç 18

3.2 Yöntem 18

3.2.1 Regresyon analizi 18

3.2.2 Parçalı regresyonlar 19

3.2.3 Kesikli parçalı regresyonlar 22

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.4 Sürekli parçalı regresyonlar 22

3.2.5 Karışık parçalı regresyonlar 25

3.2.6 Düğüm noktası 26

3.2.7 Düğüm sayısı.....27

3.2.8 Modellerin Karşılaştırılması 27

4. BULGULAR.....34

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 54

KAYNAKLAR DİZİNİ 55

TEŞEKKÜR.....64

ÖZGEÇMİŞ 65

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil Sayfa

3.1. (x, y) Gözlem Çiftine Ait "n" Sayıdaki Nokta Dağılımı 22

3.2. $[X_0 , X_n]$ Aralığında *a*, *b* ve *c* Düğümleri 23

3.3. (X_n , Y_n) Gözlem Çiftine Ait Noktasal Dağılım 24

3.4. $[X_0 , X_n]$ Aralığında *a*, *b* ve *c* Düğümleri 24

3.5. $[X_0 , X_n]$ Aralığında *a*, *b* ve *c* Düğümleri 25

3.6. DW Değerleri ve Aralıklara Göre Otokorelasyon Durumu 32

4.1. DW Tablo Değerleri 34

4.2. İlk Laktasyondaki Bir Hayvana Ait Laktasyon Eğrisi Grafiği 35

4.3. İkinci Laktasyondaki Bir Hayvana Ait Laktasyon Eğrisi Grafiği 36

4.4. Üçüncü Laktasyondaki Bir Hayvana Ait Laktasyon Eğrisi Grafiği 37

4.5. İlk Laktasyonun Genel Ortalamalarına Ait Laktasyon Eğrisi 40

4.6. İkinci Laktasyonun Genel Ortalamalarına Ait Laktasyon Eğrisi 44

4.7. Üçüncü Laktasyonun Genel Ortalamalarına Ait Laktasyon Eğrisi 48

4.8. Parçalı Modelin Wood'dan Uyumlu Olduğu Bir Veri Grafiği 51

4.9. Parçalı Modelin Wood'dan Çok Daha Uyumlu Olduğu Veri Grafiği 52

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo Sayfa

4.1. İlk Laktasyondaki Hayvanların Bireysel Laktasyon Verilerine Ait Değerler 38

4.2. İlk Laktasyondaki Hayvanların Genel Ortalamalarına Ait Değerler 41

4.3. İkinci Laktasyondaki Hayvanların Bireysel Laktasyon Verilerine Ait Değerler 42

4.4. İkinci Laktasyondaki Hayvanların Genel Ortalamalarına Ait Değerler 45

4.5. Üçüncü Laktasyondaki Hayvanların Bireysel Laktasyon Verilerine Ait Değerler 46

4.6. Üçüncü Laktasyondaki Hayvanların Genel Ortalamalarına Ait Değerler 49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
R^2	Belirleme Katsayısı
σ^2	Varyans
σ	Standart Sapma
S	Örneğe Ait Standart Sapma

Kısaltmalar

DW	Durbin-Watson
GKT	Genel Kareler Toplamı
HKO	Hata Kareler Ortalaması
HKT	Hata Kareler Toplamı
RKT	Regresyon Kareler Toplamı

1. GİRİŞ

Laktasyon eğrilerinin modellenmesi süt hayvancılığı ve ıslah çalışması yapacak araştırıcılar için gerekli bir konu haline gelmiştir. Yıllardır birçok klasik model geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Modellemeler ile laktasyon eğrilerinin tahminlenmesi yani süt veriminin miktarı ve şekli tahminlenebilmektedir. Günümüzde ise laktasyon eğrilerinin bireysel olarak modellenmesi daha tercih edilebilir bir yöntemdir. Son yıllarda ıslah çalışmalarında yükselen değer olarak görülen parçalı regresyon metodu hem bireysel olarak hem de genel ortalamalar bazında modellemede yüksek belirleme katsayısı ve düşük hata kareler ortalaması değerlerine sahip olmasından dolayı üstün bir tahminleme başarısına sahiptir.

Yapılan bu çalışmada 1, 2 ve 3. laktasyondaki toplam 832 Holstein-Friesian sığırına ait 24960 süt verim kaydı kullanılmıştır. Her hayvanın süt verimleri için ayrı ayrı modellemeler hem parçalı regresyonlarla hem de karşılaştırma amacıyla klasik bir model olan Wood modeli kullanılarak yapılmıştır.

Parçalı regresyonların modellenmesi ve uygulanışı üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda parçalı regresyonları birden fazla başlık altında ifade etmek mümkündür. Doğrusal parçalı, polinomiyal parçalı, kübik parçalı ve kısıtlandırılmış kübik parçalı gibi farklı isimler ile adlandırılabilir. Parametrik veya parametrik olmayan regresyon analizlerinde de bu yöntemlerden uygun olanı veya uygun olanları kullanılarak analizler yapılabilir. Bir sonraki bölümde parçalı regresyonlar kullanılarak yapılmış karşılaştırmalı ve/veya açıklamalı çalışmalar özetlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Yöntem Çalışmaları

Studden and VanArman (1969), polinomiyal parçalı regresyonlar üzerine yürüttükleri çalışmada kabul edilebilir parçalı regresyon modellerine ait farklı tasarımları göstermişlerdir. Çalışmada kullandıkları her fonksiyonun matematiksel kanıtlarını da sunmuşlardır.

Poirier (1973), parçalı halde bulunan eğri veya doğruların kübik parçalı regresyon yöntemi kullanılarak çözümüne yönelik bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonunda kübik parçalı regresyonların, sürekli regresyon modellerindeki yapısal değişimleri görüntülemede etkili bir yöntem olduğu sonucuna varmıştır.

Stone and Koo (1986), yaptıkları çalışmada lojistik regresyonu ve kısıtlandırılmış kübik parçalı regresyonu kullanarak katmanlı parçalı regresyonu açıklamışlardır. Düğümlerin yerleştirilmesi için gerekli kriterleri belirlemiş ve sonuçta ortaya çıkan yöntem ile iki farklı açıklayıcı uygulama sunmuşlardır.

Çağlar (1993), çok noktalı doğrusal sınır değer problemlerini parçalı fonksiyonlarla ele almış ve sonuçları sonlu fark yöntemiyle karşılaştırmıştır. Çözümü beş kısımlı olarak anlatmıştır. İlk kısımda problemi tanımlama ve çözüm yöntemleri, ikincisinde ise sonlu fark yöntemini kullanarak çözüm üretme, üçüncüde parçalı yöntemi ile çok noktalı doğrusal sınır değer problemlerinin çözümünü gösterme, dördüncüde çok noktalı doğrusal sınır değer problemini 4. ve 5. dereceden parçalı fonksiyonlar ile çözme, son bölümde ise parçalı yöntemiyle sınır değer problemlerine çözüm bulunabileceği şeklinde ifade etmiştir.

Kalyanam and Shively (1998)'nin yaptıkları çalışmanın temeli fiyat dalgalanmalarının piyasada yarattığı etkiyi anlama ve sorun olan noktalara çözüm sunabilme üzerinedir. Çalışmada araştırıcılar düzensiz fiyatlandırmanın etkilerini araştırmak adına bir Bayes modeli ile parçalı regresyon yöntemini kullanmışlardır. Bu yöntemleri farklı fiyatlardaki farklı ürün kategorilerine uygulamışlardır. Sonuç

olarak parçalı regresyon yönteminin düzensiz yanıt fonksiyonlarını barındıracak kadar esneyebilir olduğunu ifade etmişlerdir.

Parente (1999), parçalı regresyonları tanımlamış ve tanıtmıştır. Parçalı fonksiyonların, polinomların düğüm noktalarında bir araya getirilmesiyle oluştuğunu belirtmiş ve düğüm noktalarını sabit olarak kabul etmiştir. Parçalı fonksiyonlar yapısal olarak alt aralıklarda polinomlardır. Bu yüzden kayma ve ölçeklendirme içermemelerini açıklayıcı bir özellik olarak ifade etmiştir.

Zhou and Wolfe (2000), regresyon fonksiyonunun türevlerine denk gelen parçalı regresyon türevleriyle tahmin etmenin zorluğunu belirtmişlerdir. Parçalı regresyonların türev tahminlemede diğer klasik modellerde karşılaşılan sınır problemleri gibi bir dezavantajı olmadığını vurgulamışlardır. Ayrıca hesaplanmasının basit ve kullanımının da kolay olduğunu ifade etmişlerdir.

Farebrother (2002), istatistik modeller ve konseptlerin gösterimi üzerine bir kitap yazmıştır. Çalışmasında birçok istatistiksel modele ait fonksiyonu göstermiş ve nasıl kullanılabilir olduklarını anlatmıştır. Bu modeller arasında parçalı regresyonlar ile kübik parçalı regresyonların da modellemesini ve kullanım alanlarını kullanım şekilleriyle ifade etmiştir.

Huang (2003), çalışmasında polinomiyal parçalı regresyonlar üzerinde en küçük karelerin tahmini için genel bir asimptotik teori geliştirmiştir. Ele aldığı parçalı regresyonlar tek değişkenli parçalılar, tensör ürün parçalıları ve üçgenleme üzerindeki ikili veya çoklu parçalılar olarak farklı tipte modellerdir.

Crainiceanu et al. (2005), kısıtlandırılmış parçalı regresyonların karışık bir model içinde En İyi Sapmasız Doğrusal Tahminleyici'ler (BLUP) gibi sonuç vereceğini ifade etmişlerdir. Böyle bir durumu gidermenin yolu olarak da karışık model yazılımının kullanılmasını önermişlerdir. Bu nedenle de başta Bayesyen analiz için geliştirilmiş yazılımları parçalı regresyonlar için kullanmışlardır. Çalışmada WinBUGS paket programını kullanarak Bayesyen analizleri parçalı regresyonlar ile incelemişlerdir.

Hall and Opsomer (2005), kısıtlandırılmış parçalı regresyonun yeni bir yaklaşım olduğunu ancak teorik özelliklerinin henüz tam olarak anlaşılamamış olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında, tahminleyiciye ait hata kareler ortalaması ve tutarlılık sonuçlarını "white-noise" modelini kullanarak elde etmişlerdir. Kısıtlamanın etkilerinin hem genel parçalı regresyonlar hem de polinom parçalı regresyonlar için tartışmışlardır.

Misztal (2006), şansa bağlı regresyonlarda (random regression) doğrusal parçalı regresyonu kullanarak parametrelerin ölçeği, sayısal nitelikleri, varyans değişimleri, düğüm sayısı ve konumlarını seçmek için kullanılan stratejiler açısından değerlendirmiştir. Parçalı regresyonların şansa bağlı regresyonlara göre üstün sayısal özellikleri olduğuna vurgu yapmıştır. Rastgele regresyon modellerinin kovaryans fonksiyonlarının bilinmesi durumunda doğrusal parçalı regresyonların kullanımının genetik değerlendirmelerde faydalı olabileceğini ifade etmiştir.

Aydın (2007), yürüttüğü çalışmada elde ettiği verileri parametrik olmayan iki model olan, düzleştirici parçalı regresyon ve Kernel regresyonu ile analiz etmiştir. Sonrasında bu iki modeli karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, düzleştirici parçalı regresyon modelinin Kernel regresyonundan daha iyi sonuç verdiğini ifade etmiştir.

Opsomer et al. (2008), parametrik olmayan yaklaşımı tanımlamada kısıtlandırılmış parçalı regresyon kullanılırsa, parametrik olmayan küçük alan tahmini problemi karışık etkili model olarak tanımlayarak ve tahmin problemini gidermişlerdir. Elde ettikleri modelin kısıtlı maksimum olasılık (REML) gibi klasik bir model ile birlikte kullanıldığında kolayca uyumluluk sağlayabileceğini göstermişlerdir.

Chib and Greenberg (2010), çalışmalarının amacını sürekli ve kategorik sonuçlar için esnek bir Bayes modeli analizi geliştirmek olarak ifade etmişlerdir. Bu işlemler için kullandıkları modeller, kübik parçalı regresyonlar ve hata dağılımlarıdır. Bunları modellerken de Dirichlet işlemiyle karıştırarak çalışmışlardır.

Xiang et al. (2010), yürüttükleri çalışmada yarı denetimli bir sınıflama yapmak için kullanılabilecek bir parçalı regresyon yöntemi sunmuşlardır. Parçalı regresyonları sınıflayabilmek için veri noktalarını haritalayarak sunmuşlardır. Analizler için parçalı polinomlar ve Green'in işlevlerini kullanmışlardır.

Marsh et al. (2011), ekonomik analizlerde sıklıkla karşılaşılan bir durum olan devletin bütçe politikası, vergilerdeki dalgalanmalar veya politik olaylar gibi sebeplerle ekonomik olaylara ait verilerin ani değişiminin etkisini araştırmanın gerekliliği ve zorunluluğunu vurgulamışlardır. Bu değişimleri incelemede kullanılacak en önemli araçlardan birinin parçalı regresyon analizi olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmanın veri modelleme ve regresyon analizine önemli katkılar sağladığını vurgulamışlardır.

Park et al. (2011), ekonometrik bir çalışma ile, piyasa koşullarında zorlu rekabet dolayısı ile yarı açık pazarda kalite kontrolünün daha önemli hale geldiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada kalite kontrolü için iyi bilinen bir yöntem olan Hata Tespiti'ni (fault detection) ele almışlardır. Geleneksel yöntemlerin sonuç verme sürelerinin farklılığı ve eksik verilerin hata tespitini engellemesi sebebiyle yeni yöntem arayışlarına girmişlerdir. Bu tip sorunların üstesinden gelmede yapay zeka teknolojisini kullanmaya başlamışlardır. Bu çalışmada ise parçalı regresyon ve "Destek Vektör Makineleri (DVM)" denilen özel bir tespit yöntemi kullanmışlardır.

Griggs (2013), çalışmasında parametrik olmayan bir regresyon analizi yöntemi olan kısıtlandırılmış parçalı regresyonu incelemiş ve bu yöntemi parametrik bir yöntem olan sıradan en küçük kareler (ordinary least-squares) yöntemiyle karşılaştırmıştır. Sağlık alanında yapılan araştırmalarda ortaya çıkan nörolojik verileri kullanarak doğrusal regresyon ile parçalı regresyonu kıyaslamıştır. Kısıtlandırılmış parçalı regresyon modelini kullanarak yeni alanlarda tanımlama ve analiz aşamalarında yararlanıldığını ifade etmiştir.

Sangalli et al. (2013), yürüttükleri çalışmada düzenli bir şekle sahip olmayan mekanlarda dağılmış karmaşık sınırlara, güçlü kıvrımlara ve iç deliklere sahip verilerin analiz modelini anlatmışlardır. Analiz için tipik bir yaklaşımı baz alarak

hesaplaması kolay, mekansal dağıtılmış ortak farklılıklara izin veren ve alanın sınırları üzerine çeşitli koşullar uygulayabilen bir parçalı regresyon modeli önermişlerdir.

Han et al. (2013), bilgisayar ve bilişim alanında yaptıkları çalışmada parçalı regresyonu kullanarak yarı denetimli özellik seçimini anlamsal video tanıma için kullanmışlardır. Deneylerde kavramı algılama, sınıflandırma ve eylemi tanıma gibi üç anlamsal tanıma görevi önerilen parçalı regresyon modelinin modern yöntemlerle (video kavram tanıma, insan aktivite analizi, nesne takibi) karşılaştırıldığında daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Ma et al. (2015), ele aldıkları çalışmada hem sürekli hem de kategorik tahminleyicilerin bulunduğu zamanlarda regresyon çizgilerini kullanılarak parametrik olmayan bir ilişkinin tahminlenmesini gerçekleştirmişlerdir. Hesaplanan tahminleyicinin frekans değeri bakımından aynısı veya çapraz doğrulamalı yerel doğrusal kernel regresyonundan veya eklemeli parçalı regresyondan daha iyi sonlu örnek performansına sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmalar tarımdan bilişime, ekonomiden sağlığa kadar birçok alanda gerçekleştirilmiştir. Parçalı regresyon yönteminin anlatıldığı ve klasik modellerle karşılaştırmaların da yapıldığı hayvancılık alanında da çalışmalar mevcuttur.

2.2 Hayvancılık Alanında Yapılan Çalışmalar

Yavrulamayla birlikte süt veriminin geçen süreye bağlı olarak değişiminin grafiksel olarak ifade edilmesine laktasyon eğrisi denir (Orhan ve Kaygısız, 2002). Doğumun gerçekleşmesi ile başlayan süt verimi 2 ila 6 hafta gibi bir sürede eğer genetik ve çevresel bir engel söz konusu değilse en üst seviyeye çıkar. Bu üretim düzeyi 3 ila 4 hafta kadar devam eder ve sonrasında ilk andaki artıştan daha da az bir seviyeye iner. Bu azalış sığırlarda ortalama 6 ila 7 ay kadar devam eder ve en sonunda kuruya çıkış ile döngü bir sonraki buzağılamanın yaklaşık 8 ay öncesinde sona erer. Yavrulama ile başlayıp kuruya çıkma ile biten süt verimindeki dalgalanmalar laktasyonun seyri, laktasyonun akışı veya laktasyon eğrisi olarak

tanımlanır (Wood, 1967; Panda, 1985; Batra, 1986; Papajcsik and Bodero, 1988; Orhan ve Kaygısız, 2002).

Sığırlarda süt veriminin değerlendirilmesinde toplam veya 305 günlük süt veriminin yanında laktasyon eğrisinin şekli de ele alınan bir kriterdir (Yılmaz ve Kaygısız, 2000).

Wood (1967), yaptığı çalışmada laktasyon eğrisinin şeklinin ekonomik açıdan önemini vurgulamış ve laktasyon boyunca fazla değişiklik göstermeden süt veren bir ineğin, sütün çoğunluğunu laktasyon başlangıcında ve kalan kısmını da sonraki zamanda veren bir ineğe tercih edilebilir olduğunu belirtmiştir (Wood, 1967; Panda, 1985; Batra, 1986; Papajcsik and Bodero, 1988; Yılmaz ve Kaygısız, 2000)

Bir laktasyon dönemi boyunca eşit oranda süt veren iki hayvandan hangisinin tercih edileceği konusundaki soruna çözüm olarak, basık bir laktasyon eğrisine sahip olan hayvanın gerek bakım ve yönetim gerekse süt ve döl verim özellikleri bakımından daha avantajlı olmasından dolayı dik bir laktasyon eğrisine sahip olan hayvandan daha fazla tercih edilebilir olduğu söylenebilir (Wood, 1967; Grawert ve Bastist, 1973; Madsen, 1975; Akbulut ve Emsen 1994; Yılmaz ve Kaygısız, 2000)

Jung et al. (1989), Kılçıksız-brom merası üzerinde 3 yıllık koyun otlatma davranışı çalışması yapmışlar ve bu çalışmada kısırlaştırılmış Finnsheep melezi kuzuları kullanmışlardır. 1,2 hektarlık meralarda 15 veya 30 baş/ha olarak otlatılmışlardır. Bu hayvanların yem alımı ve yemin sindirilebilirliğini tahminlemişlerdir. Vücut ağırlık artışı hektara 15 baş olan kuzularda daha fazla olarak saptanmıştır ($p<0.05$) ancak tüm kazanç verilerinin otlatma boyunca değişken olduğunu belirtmişlerdir. Yem alımının işlemler ve zaman içinde sabit olduğu varsayılmış fakat alım kontrolü sırasında önemli olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Sindirilebilir lif alımının, toplam kuru madde tüketimi ile yüksek oranda korele ($R^2 = 0.85$) olduğu belirtilmiştir. Tüm bu işlemlerin sonucunda elde edilen verileri polinomiyal ve parçalı regresyon metotlarıyla analiz etmişlerdir.

Ploeger et al. (1990), 86 farklı ticari süt işletmesinde buzağıların canlı ağırlığını, otlatma mevsimi sonunda ölçerek sürü başına tahmin edilen nematod enfeksiyonuna maruz kalma seviyelerini belirlemişlerdir. Ölçülen tüm parametreler açısından sürüler arası farklılıkların olduğunu belirtmişlerdir. Elde ettikleri verileri doğrusal regresyon, segmentli eğrisel regresyon ve parçalı regresyon yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Enfeksiyon parametrelerinin birleştirilmesiyle sürülerde büyüme performansındaki değişimin %19'unun açıklanabildiğini ifade etmişlerdir.

Comets et al. (1990), *Octreotid* emiliminin tavşanlardaki emilim düzeyi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada iki farklı deney üzerinden sonuçlar elde etmişlerdir. İlk deneyde 6 tavşana 0.025 mg *Octreotid* çözeltisi damar içine verilerek etkileri 24 saat boyunca gözlenmiş ve ikinci deneyde de 8 tavşana OncoLAR (uzun etkili formülasyon) enjekte edilerek 49 gün boyunca etkileri gözlenmiştir. Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında kısıtlandırılmış kübik parçalı regresyon metodunu kullanmışlardır.

Sit and Costello (1994), çalışmalarında, deneysel verilere uygun doğrusal ve doğrusal olmayan modellerden oluşan bir koleksiyon niteliğinde kitap hazırlamışlardır. Bu kitapla araştırmacıların verilerine uygun eğrileri seçmesine yardımcı olmayı amaçlamışlardır. Regresyon analizi üzerinden verilerin modellenmesini anlatmışlar ve bu noktada doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon üzerine güvenilir bir metinle kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

White et al. (1999), parçalı regresyonlar uygun şekilde oluşturulan karışık bir modele dahil edilebildiğinden dolayı, kübik parçalı regresyonların hayvan ıslahında kullanımının uygun olduğunu vurgulamışlardır. Parçalı regresyonların laktasyon eğrilerinin modellenmesinde kullanım potansiyelini incelemiş ve diğer regresyon modelleriyle karşılaştırmışlardır. Sonuçta, parçalı regresyonların ek hesaplama maliyeti artsa bile pozitif bir katkıyla modele esneklik kazandırdığını ifade etmişler ve parçalıların rastgele bir regresyon modeline nazaran gözden kaçırılan eğri özelliklerini toplayabildiğini ifade etmişlerdir.

Yılmaz ve Kaygısız (2000), Siyah Alaca sığırlarda laktasyon eğrisi özelliklerini göstermek amacıyla Hatay Reyhanlı Tarım İşletmesinde 1984 ve 1994 yılları arasında yetiştirilen hayvanların süt verim kayıtlarından yararlanmışlardır.

Aggrey (2002), serbest yetiştirilmiş bir tavuk popülasyonunun vücut ağırlığı ölçümleri üzerine yaptığı çalışmasında doğrusal olmayan üç model (Richards, Gompertz ve lojistik) ile parçalı doğrusal regresyon modelini karşılaştırmıştır. Doğrusal olmayan iki model, Richard ve Gompertz modelleri arası fark bulamamıştır. Diğer bir doğrusal olmayan model, Lojistik modeli farklı bulmuştur. Parçalı doğrusal regresyon modelinin bir dizi doğrusal modelin bir bileşik fonksiyonu olması sebebiyle daha farklı veri setleri için kullanılabilir olduğu sonucuna varmış ve bu çalışma için doğrusal olmayan modellerin parçalı doğrusal regresyona göre verileri daha iyi açıkladığı ifade etmiştir.

Huisman et al. (2002), yaptıkları çalışmayla hangi tür şansa bağlı regresyon modelinin domuzların ağırlık verilerine en uygun olduğunu araştırmayı amaçladıklarını ifade etmişlerdir. Amaçlarına yönelik olarak 3445 domuza ait veriyi kullanmışlardır. Verilerin analizi aşamasında da ortogonal polinomları ve parçalı regresyonları kullanmışlardır. En iyi modelin seçimi aşamasında karşılaştırma için Akaike bilgi kriteri ve Bayesian-Schwarz bilgi kriterini kullanmışlardır. Parçalı modelde çok değişkenli ve polinom modellere göre daha az parametre gerektiğini ifade etmişler ve Akaike bilgi kriterinin parçalı model için en küçük ve çok değişkenli model için en uygun olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bayesian-Schwarz bilgi kriteri de polinom modelinin daha uygun olduğuna yönelik sonuç vermiş ve rastgele regresyon modellerinin domuzların ağırlıklarına ait verilerde en uygun yöntem olacağını belirtmişlerdir.

Orhan ve Kaygısız (2002), çalışmalarında Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yetiştirilen Siyah Alaca sığırlar için en uygun laktasyon eğrisi modelini belirlemeyi amaçlamışlardır. En uygun model olarak hata varyansı küçük ve belirleme katsayısı yüksek olan Gamma fonksiyonu seçilmiştir. Fonksiyonda incelenen laktasyon eğrilerinin %31,2'sinin standart laktasyon eğrisi tipinde olmadığını ifade etmişlerdir. Bu noktada model karşılaştırması için gerekli verilerin 1990-1996

yılları arasında buzağılamış, 1. ve 6. laktasyonlar arası ineklere ait 3580 süt verim kaydından oluştuğunu belirtmişlerdir.

Baker et al. (2003), 72 ile 83 ve 84 ile 95 günlük beslenme periyotlarında sindirilebilir lizin gereksinimini belirlemek için erkek hindiler kullanılarak bir deneme kurmuşlardır. Çalışma öncesi hindiler mısır, soya fasulyesi unu ve domuz unu bazlı rasyonla beslemişlerdir. Denemeler öncesi hassas olarak tartılan hindiler sonrasında sınıflandırmışlardır. İlk deney için %0,54 ile %0,75 ve ikinci deney için %0,44 ile %0,65 arasında değişen sekiz sindirilebilir lizin seviyesini içermekte olduğunu ifade etmişlerdir. Parçalı regresyon analizi ile 72 ile 83 günlük süre için sindirilebilir lizin gereksinimini büyüme için %0,68 ve yem dönüşümü için %0,67 olarak hesaplamışlar, 84 ile 95 günlük süreler için ise sırasıyla %0,53 ve %0,54 olarak bulmuşlardır.

Bergfelt et al. (2003), parçalı doğrusal regresyonu tek başına veya basit doğrusal regresyonla birlikte kullanmış ve iki yöntem arası farkları modellemişlerdir. Modelleme ile folikül sapmasının başlangıcının hesaplanması parçalı regresyon modelinin objektif bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçlar, parçalı regresyon modelinin, özellikle gözlenen sapmaların bazı dalgalarda folikül gelişiminin karmaşıklığı tarafından engellendiğinde, folikül sapmasını tahmin etmede objektif ve daha doğru bir alternatif sağlayabileceğini göstermiştir şeklinde ifade ederek parçalı regresyonun üstünlüğünü belirtmişlerdir.

DeGroot (2003), çalışmasında beş düğümlü kübik parçalı modele sahip bireysel test günü süt verimi, yağ ve protein verimleri ve somatik hücre skorundan (SCS) elde edilen sığır somatotropin hormonu (bST) uygulanan veya hiçbir işleme tabi tutulmayan inekler için genetik parametreler ve laktasyon eğrilerini tahmin etmiştir. Analiz için Kuzey Carolina, Raleigh'deki Süt Kayıt Yönetim Sistemlerinden elde edilen 1994 ile 1999 yılının başlarında yavrulayan Holstein ineklerinin test günü kayıtları kullanmıştır.

Druet et al. (2003), Fransız Holstein sığırlarına ait süt verim günü verileri ile genetik parametreleri tahminlemek ve laktasyon eğrisini modellemek için çeşitli fonksiyonları kullanmışlardır. Bu noktada parametrik eğriler (Legendre

polinomları, AliSchaeffer eğrisi, Wilmink eğrisi), sabit sınıf eğrileri (5 boyutlu sınıflar) ve parçalı regresyon eğrileri test edilmiştir. Parçalı regresyonların modele iyi uyum sağladığını, sebebinin de verilerin düzgün ve tutarlı oluşuna bağlamışlardır. Ayrıca bu eğri modelinin daha esnek ve aykırı değerlere nispeten duyarsız olması da modelin bir üstünlüğü olarak ifade edilmiştir.

Aggrey (2004), iki farklı protein diyetiyle beslenmiş, serbest yetiştirilmiş tavuk popülasyonundan asimptotik vücut ağırlığı ölçümlerini modellemek amacıyla parçalı doğrusal regresyonu kullanmıştır. Büyümeyi bölümlere ayırmak için, düşük protein diyetine tabi olanlar dört bölmede iken yüksek protein diyeti alanlar 3 bölmeye ayrılmıştır. Protein seviyesi, parçalı regresyon veya bölme sayısını tanımlarken, cinsiyetlerin gösterdiği büyüme potansiyelinin farklı olduğunu ifade etmiştir. Düşük protein verilen erkeklerin yüksek protein verilen dişlilerden daha hızı büyüme gösterdiğini saptamıştır. Ayrıca Gompertz fonksiyonu ile iki farklı protein seviyesi altındaki her iki cinsiyet için de modellenen nispi büyümenin 6. günde gözlendiğini ve kalan zamanda ise nispi büyümenin azaldığını belirtmiştir ve bu azalmayı da büyümenin tamamlanışına bağlamıştır. Parçalı regresyonunun ve göreceli büyüme modellerinin kullanımı, büyümenin asimptottan önce kesildiği veya aşırı obeziteyi önlemek için diyet ve diğer çevresel faktörler tarafından kontrol edildiği ticari piliçler ve piliç yetiştiricileri için pratik bir uygulamaya sahip olacağını vurgulamıştır.

Keskin ve Tozluca (2004), İsviçre Esmeri sığırların laktasyon eğrilerini en iyi belirleyen modellerin tespiti amacıyla farklı matematik modeller kullanmışlardır. Çalışmada sekiz matematik modeli incelemişlerdir. Süt verim kayıtlarını laktasyon sırası ve laktasyonun başlama mevsimine göre standardize edip, modellerin laktasyon eğrisine uyumlarını incelemiş ve karşılaştırmışlardır.

Bahmanova et al. (2005), sığır eti yetiştiriciliğinde büyümenin genetik değerlendirilmesi için kübik Legendre polinomları ve üç düğümlü doğrusal parçalı regresyon modeli ile çoklu özellikli modellere kıyasla önemli sorunları incelemek amaçlı bir simülasyon çalışması yapmışlardır. Yaptıkları analizler sonucunda ise parçalı regresyonların uygulanmasının Legendre polinomlarından daha basit olduğunu belirtmiş ve bunun sebebini de Legendre polinomlarında boyutsallığın

azaltılmasının doğum ağırlığı için küçük özdeğerlerle ilişkili daha az doğru bir değerlendirmeye neden olması olarak ifade etmişlerdir.

Black et al. (2005), dendrokronoloji (ağaç-halka analizi) yöntemini kullanarak yaşlarını tayin ettikleri ve yaşlarının 30 ile 84 arasında değiştiği saptanan 50 *Sebastes diploproa*'ya ait otolitler ile bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada numuneler arasında uzlaşma için gözle görülür şekilde dar büyüme artışlarının tarihlerini kontrol etmek ve büyüme desenlerinin numuneler arasında korelasyon gösterdiğini istatistiksel olarak doğrulamayı amaçlamışlardır Bu noktada parçalı regresyon metodundan yararlanarak sonuçları yorumlamış ve parçalı regresyon metodunun analiz için uygunluğunu göstermişlerdir.

Hoyle et al. (2005), *Escherichia coli* suşlarının 48 yeni doğan buzağı kohortunda yayılması ve çeşitliliğini araştırmak için darbeli alan jel elektroforezi (PFGE) kullanmışlardır. Buzağıları doğumdan 21 haftaya kadar örneklemişlerdir. Genotipleme ve daha fazla fenotipik karakterizasyon için pozitif örneklerden seçilen tek bir dirençli izolat seçmişlerdir. Yapılan incelemeler sonucunda ise birkaç antimikrobiyale dirençli suşlar bulmuşlardır ve buna sebep olarak buzağıların zaman içinde kohortundan yayılan muhtemel bir çevresel kaynağa sahip, dirençli suşların art arda kolonize olabileceğini göstermişlerdir. Tüm bu verilerin işlenmesinde ve istatistiki analizinde ise parçalı regresyon metodunu kullanmışlardır.

Ivaisaki et al. (2005), sığırlarda doğrudan ve maternal genetik parametrelerin tahminleri için doğrusal parçalı fonksiyonuna sahip rastgele bir regresyon modeli ile işlem yapmışlardır ve çok uçlu bir model (MTM) ile elde ettikleri sonuçları karşılaştırmışlardır. Bu aşamada toplam 18.900 Gelbvieh buzağısına ait sütten kesim, doğum ve bir yıllık ağırlıklarına ait verileri kullanmışlardır. Parçalı regresyon modeli için 3 düğümlü bir model seçmişlerdir ve sonuçlarını Gibbs örneklemesi yoluyla bir Bayesian uygulaması ile tahminlemişlerdir. Sonuç olarak, hem sabit hem de rastgele etkilerde yaşın daha iyi modellenmesi nedeniyle parçalı regresyon modeli çok uçlu modele göre daha iyi tahminler verebilir sonucuna varmışlardır.

Robbins et al. (2005), Gelbvieh sığırlarında rastgele regresyon analizlerinde iki farklı metot ile ana yaşı ile hayvanın yaşını birlikte modellemeyi amaçlamışlardır. Kullanılan yöntemlerden birincisi iç-içe dizayn benzeri bir metot ve diğeri ise 2 boyutlu bir parçalı regresyon modelidir ve bu modelin boyutlarından ilki buzağıların yaşlarının 150, 205, 270, 340 ve 390 gün olmak üzere 5 düğümlü ve ikincisi ise ana yaşlarının 725, 1.464 ve 2.189 gün olmak üzere 3 düğümlü olacak şekilde ve ayrıca bunların kombinasyonları ile birlikte toplam 15 düğümlü olacak şekilde kurmuşlardır. Sonuç olarak modelleri belirleme katsayısı (R^2), hata kareler ortalaması, yüzde sapma ve çözümlerin alanlarına göre değerlendirmişler, verilerin kümelenmesi sonucu optimal bir iki boyutlu eğri oluşturmak zor olsa da iki boyutlu parçalı regresyonun ana yaşı ile hayvanın yaşını birlikte ve sürekli olarak modellemede iyi bir yöntem olduğu sonucuna varmışlardır.

Santos et al. (2005), yaptıkları çalışmada, kapalı veya yarı kapalı sistemlerde yetiştirilen iki broiler türünün, Paraíso Pedrês (PP) ve ISA Label (ISA), büyüme eğrilerini, performanslarını ve karkas verimlerini karşılaştırmışlardır. Yarı kapalı sistemde 20 ve kapalı sistemde 29 hayvandan oluşan beş tekerrür ile tamamen şansa bağlı bir tasarım kullanmışlardır. Sonuç olarak yarı kapalı sistemde bulunanların kapalı sistemdekilere göre daha yüksek büyüme potansiyeli, daha yüksek ağırlık artışı, daha düşük yem alımı ve daha iyi yem / kazanç oranı gösterdiği ifade edilmiş ancak karkas verimi ve et kalitesi özellikleri için hiçbir etkileşimin gözlenmediği söylenmiştir. Parçalı doğrusal regresyon ile Gompertz modellerinin karşılaştırması yapılmış ve Gompertz modelinin bu veri tipine daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Wall et al. (2005), Holstein-Friesian sığırları ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada 954 boğanın kızlarına ait ilk laktasyon süt verimlerini kullanmışlardır. Özellikle laktasyon süresi boyunca vücut yapısında meydana gelen değişimleri modellemek için rastgele regresyon modellerinde Legendre polinomları ve kübik parçalı regresyon metodunu kullanmışlardır. Çalışmada dikkate alınan vücut özellikleri için çevresel farklılıkların ineklerin ilk laktasyondaki fiziksel ve biyolojik değişikliklerinin önemli bir sebebi olabileceğini ifade etmişlerdir. Elde edilen boğa profiline ait bilgilerin daha sonradan üretimde ve fonksiyonel özelliklerin belirlenmesinde kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Büyükçapar vd. (2006), Mamasın Baraj Gölünde (Aksaray-Türkiye) Tatlısu Istakozları'nda (*Astacus leptodactylus*) bir çalışma yürütmüşler ve bu çalışmada boy-ağırlık ilişkisi ile et verimini incelemişlerdir. Toplam 550 adet erkek ve dişi kerevitin, toplam boy ve toplam ağırlıkları arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır. Toplam boy değerleri dikkate alındığında erkek ve dişiler arası fark gözlenmezken toplam ağırlıklar dikkate alındığında aradaki farkı önemli bulmuşlardır. Araştırma verilerinin analizi aşamasında şansa bağlı regresyon modellerini kullanmış ve bu modellere parçalı regresyonları da dahil etmişlerdir.

Mesa et al. (2006), plasental verimliliği test etmek için 4 ayrı jenerasyondan 193 yavrudan toplam 2.053 veri elde etmişlerdir. İlk doğumunu yapan dişilerin yavrularında doğumdan sonra ve sütten kesimden sonraki sağ kalmayı etkileyen etkenleri belirlemişlerdir. Veriler MTDFREML programı ile analiz edilmiştir. Program girdisi olarak kudratik parçalı regresyonları kullanmışlardır.

Moughan et al. (2006), günlük protein birikimi üst sınırının (Pdmax) domuzların büyümesinde önemli bir kısıtlama olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmalarında özelleştirilmiş bir genotip için Pdmax'ı belirlemede N-denge ve seri kesim tekniklerini kullanmışlardır. Seçtikleri 36 hayvanı 90'ar kg olarak besleme deneyine tabi tutmuşlardır. Besleme deneyini ad-libitum olarak gerçekleştirmişler ve sonucunda kesime götürdüklerinde 18 erkek, 18 dişi 5, 3, 3, 3 ve 4'lü gruplara ayırarak kesim öncesinde sınıflandırmışlar ve sonrasında elde ettikleri verileri de doğrusal, kuadratik ve kübik parçalı regresyonlarla incelemişlerdir. Sonuçta, cinsiyetin Pdmax üzerine etkisinin önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

Silvestre et al. (2006), laktasyon boyunca günlük süt verimi takip edildiğinde bunun eğrisel bir desen oluşturduğunu ve bu eğriyi açıklamak için bir modellemeye, modelleme için de uygun bir fonksiyona ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Yürüttükleri çalışmada ise süt verim kayıtlarından yararlanarak laktasyon eğrisini modellemek amacı ile 7 farklı fonksiyonu (Wood, Wilmink, Ali ve Schaeffer, kübik parçalı ve 3 Legendre polinomları) kullanmışlardır. Gözlem sayıları her laktasyon için farklı olabilmesine karşın 4 ila 11 arasında değişmiştir. Gerçek hatanın analizi ile modelleri karşılaştırmışlardır. Wood, Wilmink ile Ali ve Schaeffer modellerinin performansı için yaptıkları yorumda örnek boyutunun düşürülmesinin performansı

etkilediğini belirtmişlerdir. Sonuçta modellerin performansının örneklem özelliklerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

DeGroot et al. (2007), yaptıkları çalışmada genetik parametreleri bireysel test günü süt, yağ ve protein verimlerini Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) ve somatik hücre sayılarını da şansa bağlı kübik parçalı regresyon yöntemleriyle tahminlemişlerdir. Çalışma için elde ettikleri verileri, Kuzey Carolina, Raleigh'teki Süt Kayıt Yönetim Sistemlerinden almış ve bunların 1994 ile 1999 yılları arasında yavrulamış Holstein sığırlarına ait verimler olduğunu belirtmişlerdir. Kullandıkları parçalı regresyon modelinde laktasyon eğrisi için 0, 50, 135, 220 ve 305. günlerini düğüm noktaları olarak belirlemiş ve bu sayede dört aralığı seçmişlerdir. Sonuçta laktasyonun kalıtım derecelerini tek bir aralıkta tahminlemiş, süt, yağ, protein ve somatik hücre sayılarını sırasıyla 0.10 ile 0.15, 0.06 ile 0.10, 0.09 ile 0.15 ve 0.02 ile 0.06 arasında bulmuşlardır.

Tholon and Queiroz (2007), yürüttükleri çalışmada farklı modeller kullanarak kırmızı kanatlı tinamu (*Rhynchotus rufescens*) olarak bilinen bir yaban kuşunun büyüme eğrilerini tahminlemişlerdir. Toplam 11.639 ağırlık kaydının 6.671'ini dişilerden, 3.095'ini erkeklerden olmak üzere 411 kuştan elde etmişlerdir. Tahminlenen parametreler içinde bir tanesi için en yüksek tahminleri Brody (BD), von Bertalanffy (VB), Gompertz (GP) ve Lojistik fonksiyonunu (LG) kullanarak elde etmişlerdir. Kuadratik parçalı polinomlar ile de analizler yapmışlar ve Bertalanffy ile birlikte büyüme eğrilerini oldukça yeterli düzeyde açıkladıklarını belirtmişlerdir. Özellikle de büyümeyi en iyi açıklayan modelin Gompertz modeli olduğunu vurgulamışlardır. Buna sebep olarak da en yüksek belirleme katsayısı ve düşük ortalama hata değerlerine sahip oluşunu göstermişlerdir.

Şahin (2009), yaptığı çalışmada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki bağlantıyı araştırmak amacıyla parçalı regresyonlar ve tarımsal alanda kullanımını göstermiştir. Amacına yönelik olarak 7 farklı alanda 9 farklı veri setiyle oldukça kapsamlı bir çalışma yürütmüştür. Veri setlerine parçalı regresyonları uygun modeller belirleyerek uygulamış, bilinen ve araştırıcılarca yaygın olarak kullanılan Gompertz, Logistic, Schnute, Richard, Orskov, Gamma ve Üssel gibi klasik modellerle karşılaştırmıştır. Parçalı regresyonların uygulanmasında önemli bir

aşama olan düğüm yeri ve sayısını belirlemek için ise belirleme katsayısındaki değişimi, Cook uzaklığını, Mallow'un Cp değerini ve Akaike Bilgi Kriterini kıstas almıştır ve ayrıca kuadratik ve kübik parçalı regresyonda ise görsel bir belirleme yolu izlemiştir. Klasik modellerle karşılaştırmada hata kareler ortalaması, modele ait standart sapma, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı ve Durbin-Watson otokorelasyon değerlerini kullanmıştır. Sonuç olarak tarımsal alanda yapılan çalışmalarda uygun modeller seçilebildiği zaman parçalı regresyonların klasik modellere göre daha açıklayıcı bir yönü olduğunu ve ilerleyen zamanlarda sıklıkla kullanılabilir bir yöntem olduğunu ifade etmiştir.

Şahin ve Efe (2010), yürüttükleri çalışmada, laktasyon eğrilerinin modellenmesinde kübik parçalı regresyonun uygulanabilirliğini göstermek amacıyla 2.845 sığıra ait 7.359 süt verim kaydını ele almışlardır. Kübik parçalı regresyonların kullanılabilirliğini gösterirken eş zamanlı olarak da Wood modeli ile mukayese etmişlerdir. Modellerin sonuçlarını karşılaştırırken düzeltilmiş belirleme katsayıları, hata kareler ortalaması ve Durbin Watson otokorelasyon değerlerini kriter olarak almışlardır. Sonuç olarak ise mevsimsel olarak elde edilen verilerin modelin uyumluluğuna etki yaptığı sonucuna ulaşmışlardır. Kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerindeki verilerin modellenmesinde kübik parçalının, sonbaharda ise kısıtlandırılmış kübik parçalının ele alınan klasik model Wood'dan daha iyi sonuçlar verdiğini ifade etmişlerdir.

Vitezica et al. (2010), çalışmalarında, ekstra bir besleme periyodu öncesindeki katır ördeği büyüme verilerini 7 farklı aileye mensup bireylerden kantitatif özellik lokusu (QTL) ile elde etmişlerdir. Elde ettikleri verileri incelemek için ise doğrusal olmayan dört model (Gompertz, lojistik, Richards ve Weibull) ve bir parçalı doğrusal regresyon modelini kullanmışlardır. Modellerin uyumluluğu aşamasına ise Akaike bilgi kriterini kullanmışlardır. Tüm analizlerinin sonucunda doğrusal olmayan modeller arasında, karışık etkileri en iyi Weibull modelinin açıkladığını belirtmiş ve ikinci iyi modelin de parçalı regresyon modeli olduğunu vurgulamışlardır. Parçalının bu başarısını ise büyümenin doğası gereği parçalı bir şekle sahip olması nedeniyle deneme sonrasındaki verilerde bile modellemede sorun yaşanmamasına bağlamışlardır.

Nagel-Alne et al. (2014), 2001 yılında Norveç Keçi Sağlık Servisi tarafından başlatılan Sağlıklı Keçiler programı kapsamında bir dizi hastalığı yok etmek amacıyla yapılan çalışmanın verileri üzerinden yeni bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmanın amacı programa kaydedilen keçilerin tamamen bu hastalıklardan ari oluşu ile süt verimlerinin kayıt yaptırmayanlara kıyasla nasıl etkilendiğini belirlemek üzerinedir. Kübik parçalı bir regresyon modelini kullanarak 43 farklı sürüden alınan 28.829 farklı laktasyona ait 135.446 süt verim kaydını incelemişlerdir. Sonuç olarak, programa kayıt olmanın keçilerde süt verimini önemli ölçüde arttırdığını ve kübik parçalı regresyon modelinin bu tarz bir veri seti ile modelleme yapmada oldukça uygun bir yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Bouallegue ve ark. (2015), yapmış oldukları çalışmada Tunus Holstein-Friesian sığırlarının süt verimi, yağ ve protein içeriklerine ait 260.241 adet veriyi kullanarak bireysel laktasyon eğrilerini doğrudan modelleme için kullanmışlardır. Elde ettikleri bu veriler ile yapılan modellemelerde 11 farklı modeli karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Bahsi geçen modeller 4 farklı Legendre polinomu, Ali ve Schaeffer (AS), Wood, Wilmink ve 4 farklı parçalı regresyon modelidir. Sonuç olarak, parçalı regresyonun (üç düğümlü kuadratik ve kübik parçalı modelleri) tüm süt özellikleri bakımından daha uygun bir model olduğunu vurgulamışlardır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Gereç

Çalışma İzmir İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği'nden alınan Holstein-Friesian ırkı 832 baş sığıra ait verilerle yürütülmüştür. Çalışma materyali olan sığırlar 2005-2013 yılları arasında doğum yapmış dişilerden oluşmaktadır. Sığırların 1, 2 ve 3. laktasyonlarından elde edilen 305 günlük süt verimlerinin "süt verim günü"ne ait değerleri kullanılarak elde edilen laktasyon eğrileri bireysel bazda analiz edilerek sonuçlar elde edilmiştir.

3.2 Yöntem

Çalışmaya dahil edilen her bir sığır için süt verim gününde elde edilen verimler kayıt altına alınmıştır. Sadece 305 günlük süt verimleri dikkate alınmış, 305 günden fazla veya az verim veren hayvanlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Verilerin analizi aşamasında da kübik parçalı regresyon metodu kullanılarak SAS 9.0 paket programıyla işlenen verilerden elde edilen sonuçlar üzerinden yorum yapılmıştır.

3.2.1 Regresyon analizi

Regresyon, bağımlı değişken ile bağımlı değişkeni açıkladığı varsayılan bağımsız değişken/değişkenler arasındaki matematiksel ilişkinin bir denklemle gösterilmesidir. Regresyon analizinde, açıklanmak istenen bağımlı bir değişkenle bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki kantitatif ilişki tahmin edilerek istatistiksel açıdan incelenmeye çalışılır (Miran, 1992). Diğer bir deyişle iki değişken birbiriyle ilişkiliyse ve değişkenlerden biri değiştiğinde, diğerinde sistematik bir değişme gözleniyorsa regresyon analizine başvurulabilir (Miran, 1992). Açıklayıcı değişken sayısı tek ise basit regresyon (bivaryet), birden fazla ise çoklu (multivaryet) regresyondan söz edilir. Regresyon modeli genel olarak:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_i, \qquad i=1,2,..,n \tag{3.1}$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada Y_i bağımlı değişkeni, β_0 tahmin edilen denklemin y eksenini kesme noktasını (bağımsız değişken 0 iken Y_i'nin değeri), β_1 denklemin eğimini (X'deki bir birim artışın Y'de meydana getirdiği artış veya azalış), X bağımsız değişkeni, e hata terimini göstermektedir. e_i *i*. gözleminin gerçek değeriyle tahmin edilen denklemden elde edilen değeri arasındaki farktır ($e_i = Y_i - \hat{Y}_i$) (Kazmier, 1967; Köksal, 1976; Salvatore, 1989; Miran, 1992).

Regresyon analizinde üç temel varsayım söz konusudur. Bunlar:

1) Regresyon denkleminin genel ifadesinde yer alan (*e*) hata terimi, aritmetik ortalaması sıfır, varyansı σ^2 olan bir tesadüf değişkenidir.

2) e_i ve e_{i-1} birbiriyle ilişkili değildir. Yani, birbirini izleyen verilerin hata terimleri arasında bir korelasyon yoktur.

3) e_i aritmetik ortalaması (0), varyansı (σ^2) olan tesadüfi bir normal dağılım değişkenidir. Başka bir deyişle, gözlemler, seri boyunca farklı dağılım göstermez. Bütün hata terimlerinin varyansı sabittir (Öztürk, 1979; Draper and Smith, 1981; Ertek, 1982).

3.2.2 Parçalı regresyonlar

Noktasal dağılımları (scatter diagram) ifade etmede tek bir fonksiyonla (doğru veya eğri) yaklaşım, araştırıcıya kolaylık sağlasa da bazı durumlarda büyük hatalara neden olabilir. Bu hatalar özellikle fonksiyonlardan elde edilen tahmin değerlerinin istatistiksel anlamda yorumlanması aşamasında göze çarpmaktadır. Aynı zamanda tek bir fonksiyonla yaklaşımda, çoğu zaman sonuçlar istenilen hassasiyette elde edilemez. Yani elde edilen fonksiyonların tahmin gücü düşüktür (düşük R^2, yüksek e_i) (Şahin, 2009).

Parçalı Regresyonlar, bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait noktasal dağılımların belirli noktalardan (düğüm) parçalara ayrılarak incelenmesi durumudur. Tanımdan da anlaşılacağı gibi parçalı regresyonlarda noktasal

dağılımların tamamı tek bir fonksiyon yerine aralık fonksiyonları kullanılarak ifade edilir (Çevik vd., 2018).

Noktasal dağılımların, parçalı regresyonlarla ifade edilmesi aşamasında üç faktör, parçalamanın nasıl ve hangi fonksiyon/fonksiyonlarla yapılacağı konusunda belirleyicidir. Bu faktörler sırasıyla,

1) Noktasal dağılımın ifade edilmesinde kullanılacak polinomiyalin derecesi,

2) Parçalamada kullanılacak düğüm sayısı,

3) Düğüm noktası veya noktalarının, noktasal dağılımlardaki konumu olarak sıralanabilir (Şahin, 2009).

Noktasal dağılımın tek bir polinomiyal eşitlikle ifade edilmesi durumunda kullanılacak fonksiyonun derecesi, parçalamada kullanılacak polinomiyallerin derecesi ve düğüm sayısı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Yani polinomiyalin derecesinin yüksek olması, diğer bir ifade ile noktasal dağılımdaki aşırı bir dalgalanma, oluşturulacak parça sayısının ve dolayısıyla düğüm sayısının da yüksek olmasını gerektirecektir.

Parçalı regresyonların bilinen modellere (n'nci dereceden polinomiyal, Gompertz, Richard, Logistic, Schnute,vb.) göre bazı avantajları vardır. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Andersen, 2005).

1. *Polinomiyalin derecesi:* Yüksek dereceden polinomiyal bir fonksiyonla ifade edilebilecek noktasal bir dağılımın, daha küçük dereceden polinomiyaller kullanılarak ifade edilmesini sağlar. Böylelikle araştırıcının biyolojik anlamda anlaşılması ve kullanılması zor yüksek dereceden bir polinomiyal yerine, daha düşük dereceden anlaşılır ve kullanımı kolay polinomiyaller elde etmesini sağlar.

2. *Aralık Tahminleri:* Herhangi bir aralık için, $\hat{Y}$ değeri elde edilmek istendiğinde, yüksek dereceden bir polinomiyal yerine, daha düşük dereceden bir polinomiyalin kullanılabilmesine olanak sağlar. Yani araştırıcı herhangi bir "x" değerine karşılık gelen "y" değerini tahmin etmek istediğinde, ilgili düğümler

arasında tanımlanan, düşük dereceli polinomiyali kullanarak aynı veri setinin diğer parçalarına uydurulan fonksiyonlardan bağımsız olarak bu tahmini yapabilir. Bu da araştırıcının işini oldukça kolaylaştıracaktır.

3. *Esneklik ve Duyarlılık:* Parçalı regresyonlarla noktasal dağılıma daha duyarlı ve daha esnek fonksiyonlar elde edilebilmektedir. Bu da noktasal dağılımlarda gözlem değerlerine yakın doğru veya eğrilerin elde edilmesi anlamına gelecektir. Yani verilere, gözlem noktalarını en iyi temsil eden fonksiyon(lar) uydurulmuş olur. Diğer bir ifade ile parçalama ile elde edilecek fonksiyonlara ait belirleme katsayıları (R^2) yüksek, modele ait hata (e_i) ise düşük olacaktır. Aynı zamanda sürekli parçalı (spline) regresyonlar, parçaların birleşme noktalarında, yani düğüm noktalarında keskin köşe içermezler ve daha esnektirler.

4. *Kullanım Alanı:* Bilinen bir modelle (Gompertz, Richard, Logistic, Schnute,b.) veya n'nci dereceden bir polinomiyalle ifade etmekte zorlanılacak (düşük R^2) noktasal bir dağılım, uygun bölgelerde ve yeterli sayıda belirlenecek düğümler sayesinde parçalı regresyonlarla rahatlıkla ve yüksek R^2 ile ifade edilebilir. Parçalı regresyonların bu özelliği son derece karışık noktasal dağılımlarda, parçalı regresyonları diğer fonksiyon ve modellere göre ön plana çıkarmaktadır.

Parçalı regresyonların birden fazla türü mevcuttur. Bunlar:

1. Kesikli Parçalı Regresyonlar

2. Sürekli Parçalı Regresyonlar

   2.1 Sürekli Doğrusal Parçalı Regresyon

   2.2 Sürekli Kuadratik Parçalı Regresyon

   2.3 Sürekli Kübik Parçalı Regresyon

3. Karışık Parçalı Regresyonlar,

şeklindedir.

3.2.3 Kesikli parçalı regresyonlar

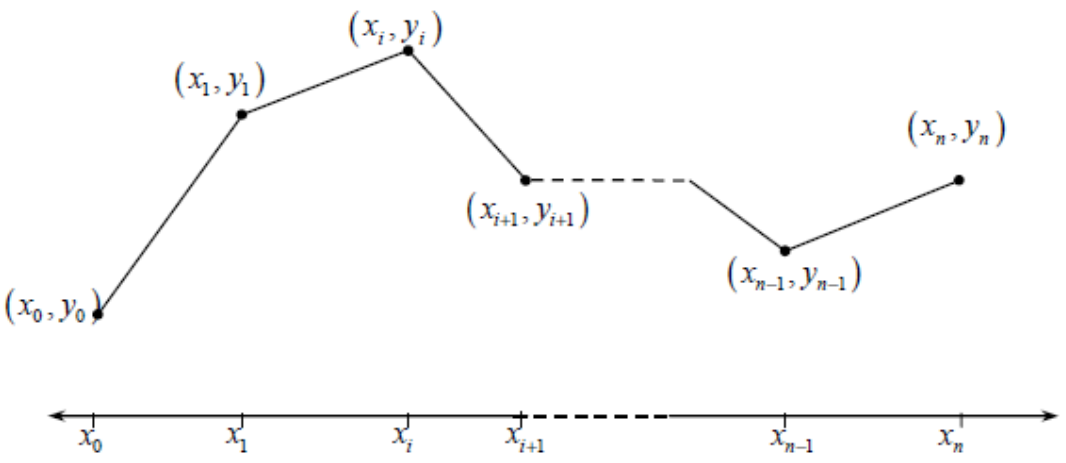
Noktasal dağılımların farklı bölgeleri, aynı fonksiyona veya farklı fonksiyonlara ait dağılımlar gösterirken, belirlenen herhangi bir düğüm noktasından önce ve sonra oluşturulan fonksiyonlar bu düğüm noktasında aynı değeri vermez. Diğer bir ifade ile herhangi bir düğüm noktasından önce ve sonra oluşturulan fonksiyonlar farklı "*y*" değerleri verecektir. Böyle durumlar "Kesikli Parçalı (segmented) Regresyon" olarak adlandırılır (Şahin, 2009).

3.2.4 Sürekli parçalı regresyonlar

Noktasal dağılımlar için tanımlama yapılacak olursa, verilerin süreklilik arz ettiği bir uygulamada dağılıma ait farklı bölgeler, aynı veya farklı fonksiyonlara ait dağılımlar gösterebilir. Belirlenen bir kesme (düğüm) noktasından sonra oluşturulacak bir fonksiyonun düğüm noktası öncesinde oluşturulan başka bir fonksiyonla aynı sonucu verir ise bu durum "Sürekli Parçalı (spline) Regresyon" olarak adlandırılır (Şahin, 2009).

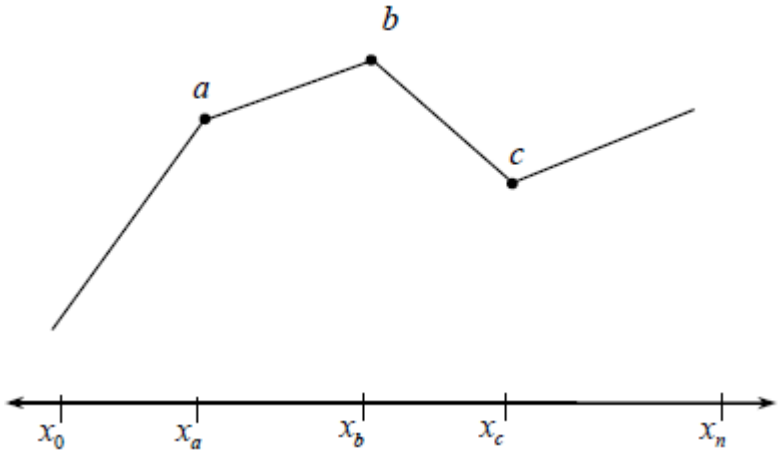
3.2.4.1 <u>Sürekli doğrusal parçalı regresyon</u>

Noktasal dağılım belirli noktalardan (düğüm) belirli aralıklara bölünerek, bu aralıkların her biri için farklı doğrusal fonksiyonlar kullanılması kullanım kolaylığı bakımından tercih edilir. (*x, y*) gözlem çiftine ait "*n*" sayıdaki nokta dağılımının Şekil 3.1'deki gibi olduğu kabul edilsin (Kaw, 2004; Şahin,2009)



Şekil 3.1. (*x, y*) Gözlem Çiftine Ait "n" Sayıdaki Nokta Dağılımı.

Böyle bir dağılımda uygun bir yöntemle a, b ve c gibi üç nokta (düğüm) noktası belirlenir ise dağılım Şekil 3.2'deki gibi olur:



Şekil 3.2. [X_0 , X_n] Aralığında *a*, *b* ve *c* Düğümleri.

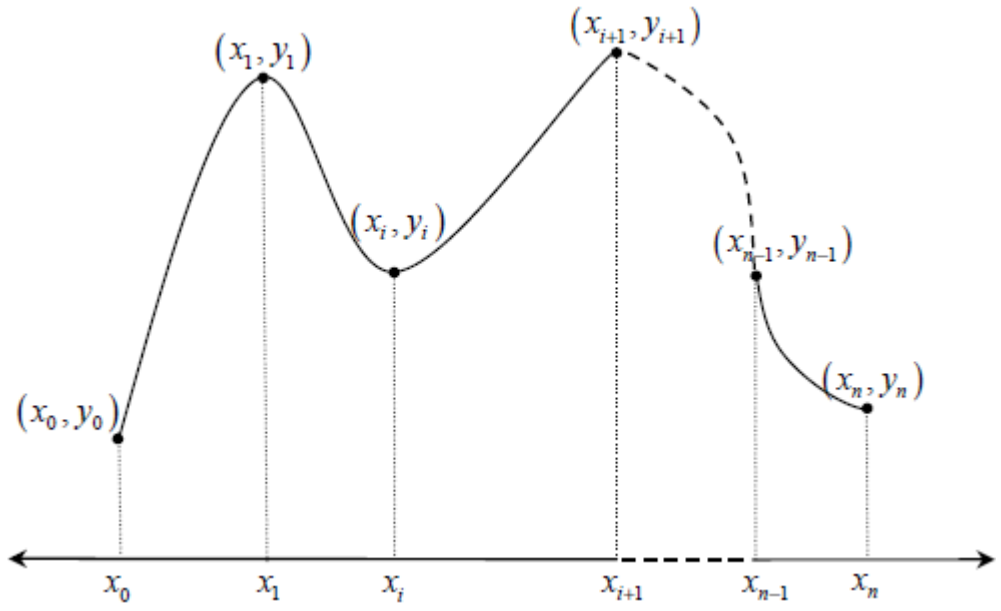
şeklinde ifade edilebilir (Harrell, 2001). Buradan tüm noktasal dağılım için, yani [X_0 , X_n] aralığı için fonksiyon,

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 (x-a) + \beta_3 (x-b) + \beta_4 (x-c) \tag{3.2}$$

şeklinde yazılabilir.

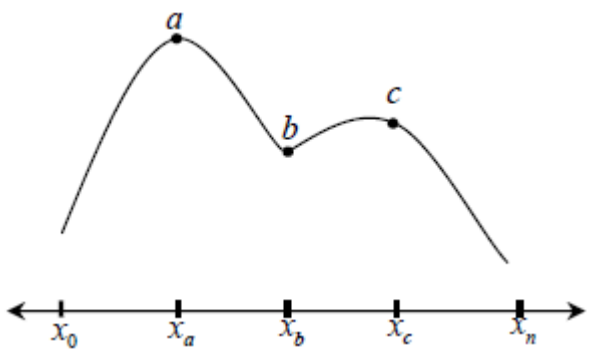
3.2.4.2 <u>Sürekli kuadratik parçalı regresyon</u>

Kuadratik parçalı regresyonlar aralık fonksiyonlarının oluşturulmasında sıklıkla kullanılmaz. Genellikle kuadratik parçalama, karışık parçalı regresyonlar ve kübik parçalı regresyonların aralık fonksiyonlarına ait parçaların daha iyi anlaşılması için kullanılır (Şahin 2009). (*x*, *y*) gözlem çiftine ait "*n*" sayıdaki nokta dağılımının Şekil 3.3'deki gibi olduğu kabul edilirse;



Şekil 3.3. (X_n , Y_n) Gözlem Çiftine Ait Noktasal Dağılım.

Dağılıma ait çoklu eğri üzerinde araştırıcı tarafından belirlenecek uygun a, b ve c düğümleri ile oluşan grafik şekil 3.4'teki gibidir.



Şekil 3.4. [X_0 , X_n] Aralığında *a*, *b* ve *c* Düğümleri.

Şekil 3.4'teki gibi ifade edilirse buradan tüm noktasal dağılım için, yani [X_0, X_n] aralığı için fonksiyon,

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 (x-a)^2 + \beta_3 (x-b)^2 + \beta_4 (x-c)^2 \qquad (3.3)$$

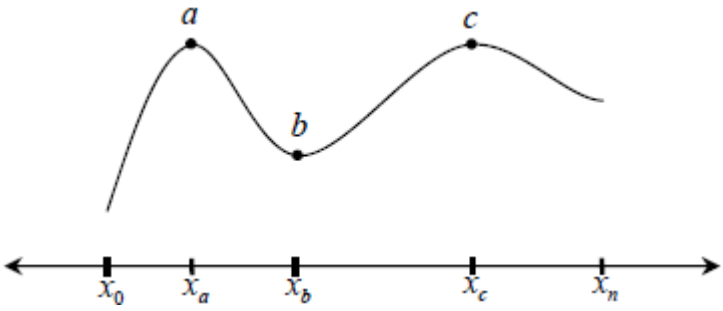
şeklinde yazılabilir.

3.2.4.3 Sürekli kübik parçalı regresyon

Press et al. (1986), Green and Silverman (1994) ile White et al. (1999) kübik parçalı regresyonları g(t) kübik polinomiyallerin bir serisi olarak tanımlamışlardır:

$$g_j(t) = a_j + b_j(t - x_j) + c_j(t - x_j)^2 + d_j(t - x_j)^3 \tag{3.4}$$

Bu noktada şekil ile ifade edilecek olursa uygun a, b ve c düğümleriyle Şekil 3.5'deki gibi olur:



Şekil 3.5. [X_0 , X_n] Aralığında *a*, *b* ve *c* Düğümleri.

Tüm noktasal dağılımın fonksiyonu,

$$f(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2^2 + \beta_3 x_3^3 + \beta_4 (x - a)^3 + \beta_5 (x - b)^3 + \beta_6 (x - c)^3 \tag{3.5}$$

şeklinde yazılabilir.

3.2.5 Karışık parçalı regresyonlar

Noktasal dağılımlarda bazı eğri tiplerinin tek bir fonksiyonla açıklanması istatistiki açıdan yeterli fayda sağlamayacaktır. Dağılımın bir bölgesi kübik iken diğer bölgesi doğrusal olabilir veya kesikli doğrusal iki eğriyi kübik bir dağılım izleyebilir. Bu gibi durumlarda tek bir fonksiyon dağılımı açıklamada yetersiz kalacaktır. Çok yüksek HKO ve çok düşük belirleme katsayısı ortaya çıkacaktır. Bu da dağılımı açıklamada ve gerektiğinde modellemede yetersiz sonuçların oluşmasına sebep olacaktır (Şahin, 2009).

Karışık parçalı regresyonlar kullanılarak dağılımın tek tip olmadığı durumlarda modelleme ve tanımlama yapılabilmesi karışık parçalı regresyonlar ile mümkün olmaktadır.

3.2.6 Düğüm noktası

Veri setinin parçalara ayrıldığı noktalar düğüm (knot) olarak adlandırılır (Marsh and Cormier, 2001). Düğüm yerinin ve sayısının tespit edilmesindeki önem dağılımın şekli ile yakından ilgilidir (Perk, 2002). Doğrusal parçalı regresyonlarda düğüm yeri, düğüm sayısından daha önemli iken, kuadratik ve kübik dağılımlarda ise düğüm yerinden çok düğüm sayısı önemlidir (Şahin, 2009)

Genellikle biyolojik çalışmalardan elde edilen veriler ile ilgili dağılımlarda düğüm bölgesi veya bölgeleri önceden bilinmez. Bu nedenle araştırıcı dağılım şeklini dikkate alarak, uygun bir yöntemle düğüm noktası veya noktalarını belirleme yoluna gider. Bazı çalışmalarda ise düğüm noktası daha araştırmanın kuruluşu aşamasında bellidir. Bu nedenle düğümü "sabit düğüm noktası" ve "değişken düğüm noktası" olarak iki başlık altında incelemek mümkündür (Seber and Wild, 2003; Şahin, 2009).

Bir dağılımda aniden yükseliş veya alçalmaların olduğu noktalar düğüm noktalarıdır. Bu noktada dikkat edilecek husus bu dağılımı bölmek için kullanılacak olan fonksiyonun nerede veya nerelerde düğüm bölgelerinin oluşturulacağına karar verme mekanizması olmasıdır. Bu sebepten düğüm noktaları belirlenmeden dağılım bir bütün olarak incelenerek, kullanılacak fonksiyonlar tespit edilmelidir. Herhangi bir çalışmanın bu noktasında asıl önemli husus ise araştırıcının dağılımlarla ilgili bilgiye sahip olmasıdır, aksi takdirde yanlış bölgelerde belirlenecek düğümler veya yanlış seçilecek fonksiyonlar sebebiyle modelin tahmin derecesi düşük olacaktır (Şahin, 2009).

3.2.7 Düğüm sayısı

Polinomiyal regresyonlarda düğüm sayısı da düğüm noktası kadar önemli bir yere sahiptir. Özellikle laktasyon eğrileri gibi verilerin modellenmesinde kullanılan kübik parçalı regresyonda bu önem çok daha üst düzeydedir. Bu sebeple düğüm sayısının doğru belirlenmesi düğüm yerinden daha da önemlidir. Herhangi bir dağılımda düğüm sayısını etkileyen faktörler özellikle noktasal dağılım için örnek büyüklüğü (n) ve örnek varyansıdır (S^2) (Şahin, 2009). Örnek büyüklüğünün fazla ve varyansın yüksek olması, dağılımda dalgalanma yaratacağından tespit edilecek örnek sayısı da artacaktır.

Genellikle düğüm sayısı, k = 3,4,5 olarak kullanılır ve çoğu durumda k = 4 yeterli olmaktadır (Andersen, 2005).

3.2.8 Modellerin karşılaştırılması

Noktasal dağılıma uydurulan model veya modellerin, ilgili veri seti için uygun olup olmadığına veya hangi modelin daha iyi olduğuna karar verilirken kullanılan birçok kriter vardır. Bu kriterler arasında, noktasal dağılımların ve hata dağılımlarının görsel incelemesi, hatalar arası etkileşim (otokorelasyon) durumu, belirleme katsayıları, regresyona ait F ve t testleri ile güven aralıkları sayılabilir.

Aynı zamanda, benzer dağılımlardan birden fazla bulunması durumunda her bir modelle elde edilen belirleme katsayısı, hata kareler ortalaması veya modele ait standart sapma değeri arasında istatistiki anlamda herhangi bir fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi veya bağımsız iki örnek t testi ile test edilebilir. Model sayısının ikiden fazla olması durumunda ise, çoklu karşılaştırma testleri (Tukey, Duncan, SNK, LSD, vb.) ile ortalama grupları oluşturulabilir (Bek ve Efe, 1987; Şahin, 2009).

Bu çalışmada modellerin karşılaştırılabilmesi ve model uyumunun değerlendirilmesinde, yaygın olarak kullanılan hata kareler ortalaması, belirleme katsayısı Akaike Bilgi Kriteri ve Durbin Watson (otokorelasyon) test istatistiği dikkate alınmıştır.

3.2.8.1 Hata kareler ortalaması

Hata kareler ortalaması, hata kareler toplamının hataya ait serbestlik derecesine bölünmesiyle elde edilir,

$$HKO = \frac{HKT}{SD_h}, \tag{3.6}$$

Şeklinde ifade edilir ve burada,

HKO: hata kareler ortalamasını,

HKT: hata kareler toplamını,

SD_h : hataya ait serbestlik derecesini, ifade eder.

Hata kareler ortalamasının düşük olması istenen bir durumdur. Çünkü bu regresyona ait F hesap değerinin yüksek çıkmasına ve dolayısı ile "regresyon önemsizdir" şeklinde kurulan H_0 hipotezinin büyük bir F değeri ile reddedilmesi anlamına gelir (Lee ve Brooks, 2006). Diğer bir deyişle, ele alınan modelin eldeki veri setine ne derece uyumlu olduğunu ve verileri ne kadar çok açıklayabildiğini gösterir.

Diğer yandan hata kareler ortalamasının karekökü de, modele ait standart sapma (S) olarak ifade edilir ve hata kareler ortalamasının yerine kullanıldığında daha net ifade etmeye olanak sağlar. Modele ait standart sapma,

$$S = \sqrt{HKO}, \tag{3.7}$$

şeklinde ifade edilir.

Eşitlikten de görüldüğü gibi standart sapmanın küçük olması hata kareler ortalamasının küçük olmasına bağlıdır. Oluşturulan modelin veri setini temsil etme düzeyi yüksekse modele ait standart sapma küçük çıkacaktır.

3.2.8.2 Belirleme katsayısı

Belirleme katsayısı (R^2) toplam varyasyonun açıklanabilen kısmını ifade eder. Yani oluşturulan modelde, bağımlı değişkendeki değişimi (varyansın) yüzde (%) olarak bağımsız değişken(ler) tarafından ne oranda açıklanabildiğinin ifadesidir. Belirleme katsayısının değişim aralığı $0 \leq R^2 \leq 1$'dir. Belirleme katsayısı,

$$R^2 = \frac{RKT}{GKT} \tag{3.8}$$

veya

$$R^2 = 1 - \frac{HKT}{GKT} \tag{3.9}$$

şeklinde yazılabilir. Burada,

RKT : Regresyon kareler toplamını,

HKT : Hata kareler toplamını,

GKT : Genel kareler toplamını

ifade eder.

Basit doğrusal regresyon için, belirleme katsayısı, *x* ve *y* 'ye ait standart sapmalar cinsinden,

$$R^2 = \frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}S_{yy}} \tag{3.10}$$

şeklinde ifade edilebilir. Eşitlik çözümlendiğinde,

$$R^2 = (\frac{S_{xy}}{S_{xx}})(\frac{S_{xy}}{S_{yy}}) = \hat{\beta}_1(\frac{S_{xy}}{S_{yy}}) \tag{3.11}$$

şekline dönüşür ki, burada "$\hat{\beta}_1$" regresyon denklemine ait eğimi ifade eder. Eşitlikteki S_{xy} ve S_{yy} 'nin açılımları sırasıyla,

$$S_{xy} = \sum xy - \frac{(\sum y)(\sum x)}{n} \tag{3.12}$$

ve

$$S_{yy} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \tag{3.13}$$

ve

$$S_{xx} = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \tag{3.14}$$

şeklindedir (Efe ve ark., 2000).

Eşitlik 3.12'de görüldüğü gibi belirleme katsayısı aynı zamanda, regresyon denkleminin eğiminin bir fonksiyonudur (Günel, 2003).

Eşitliklerden de görüldüğü gibi örnek büyüklüğü de belirleme katsayısının oluşumunda etkilidir. Örnek büyüklüğü arttığında "H_0 ; β_0 =0" şeklindeki hipotezin ret edilme olasılığı artacaktır. Diğer bir ifade ile örnek büyüklüğü yüksek olduğunda, düşük belirleme katsayısı istatistiki olarak önemli bulunurken düşük örnek büyüklüğünde yüksek belirleme katsayısı istatistiki olarak önemsiz bulunacaktır.

Regresyon doğrusunun eğiminin ve örnek büyüklüğünün belirleme katsayısına etkili olduğu göz önüne alınarak aynı gözlem değerlerine farklı regresyon eşitliklerini uygulayıp belirleme katsayısı üzerinden hangi modelin daha iyi olduğunu söylemek tam olarak gerçeği yansıtmayabilir.

3.2.8.3 Durbin-Watson otokorelasyon testi

Otokorelasyon ile birbirini takip eden hatalar arasında bir ilişkinin olup olmadığı araştırılır. Otokorelasyon; önemli bağımsız değişkenlerin işleme alınmaması, ölçüm hataları, modelin yanlış seçimi gibi birçok nedenden kaynaklanabilir (Alpar, 1997). Otokorelasyonun varlığını tespit etmek için yaygın olarak kullanılan testlerden (sıra testi, ki-kare, Breusch-Godfrey, vb.) biri de Durbin-Watson Otokorelasyon testidir.

Durbin-Watson testi ardışık bağımlılığı bulmak için kullanılır ve hataların normal dağılımlı olduğu varsayımına dayanır. Durbin-Watson test istatistiği (d), $0 \leq d \leq 4$ aralığında değer alır. Bu aralıkta elde edilen Durbin-Watson değeri (DW_d), ikiye eşitse otokorelasyon yoktur şeklinde yorumlanır. Durbin-Watson hesap değerine ait alt (dw_L) ve üst (dw_U) aralık değerleri, (0.01 ve 0.05 önem düzeyinde) "*n*" gözlem çifti ve "*k*" bağımsız değişken için, Durbin-Watson cetvelinden elde edilir. Durbin-Watson test istatistiği,

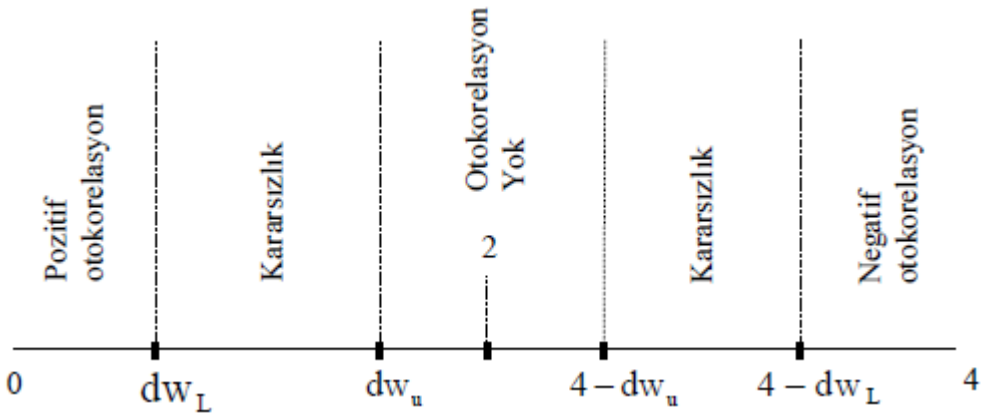
$$DW_d = \frac{\sum_{i=2}^{n}(e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} e_i^2} \tag{3.15}$$

şeklindedir. Burada,

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$

şeklindedir.

Durbin-Watson istatistiğine ait hesap değeri bulunduktan sonra alt (dw_L) üst aralık (dw_U) değerleri Durbin-Watson cetvelinden elde edilir ve Şekil 3.6'daki açıklamalar dikkate alınarak değerlendirme yapılır (Akkaya, 1990).



Şekil 3.6. DW Değerleri ve Aralıklara Göre Otokorelasyon Durumu.

Gözlem değerlerine uydurulan farklı regresyon eşitliklerinin karşılaştırılmasında, sadece belirleme katsayısına bakmak belirleme katsayısının bağımlı değişken (*y*)'deki değişimin yüzde (%) ne kadarını izah edebildiğine göre belirlenmediği, örnek büyüklüğü ve regresyon eğiminin de etkili olduğu düşünüldüğünde yanlış bir seçime neden olabilir. Bu nedenle regresyon eşitliklerinin karşılaştırılmasında belirleme katsayısının yanında hata kareler ortalaması, modele ait standart sapma, Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ve otokorelasyon (hatalar arasında bir ilişkinin olup olmadığı) gibi kriterlerden bir veya birkaçının dikkate alınması doğru modelin oluşturulması ve seçilmesi konusunda araştırıcıya yardımcı olacaktır (Şahin, 2009).

3.2.8.4 <u>Akaike Bilgi Kriteri (AIC)</u>

Akaike Bilgi Kriteri (*AIC*), modele eklenen değişkenlerin oluşturduğu yükselmeyi sıralayarak düzenler (Ucal, 2006; Beal ve Ridge, 2005). Akaike Bilgi Kriteri,

$$AIC = e^{2k/n}\left(\frac{\sum \hat{e}_i^2}{n}\right) \tag{3.16}$$

veya

$$AIC = e^{2k/n}\left(\frac{HKT}{n}\right) \tag{3.17}$$

şeklinde yazılabilir. Eşitliğin her iki tarafının logaritması alındığında eşitlik,

$$\ln AIC = (\frac{2k}{n}) + \ln(\frac{HKT}{n}) \tag{3.18}$$

şekline dönüşür. Burada,

k : kesim noktası dahil parametre sayısını,

n : gözlem çifti sayısını,

HKT : hata kareler toplamını,

$2k/n$: sınırlama faktörünü,

$\ln AIC$: Akaike Bilgi Kriteri'nin doğal logaritmasını

ifade eder.

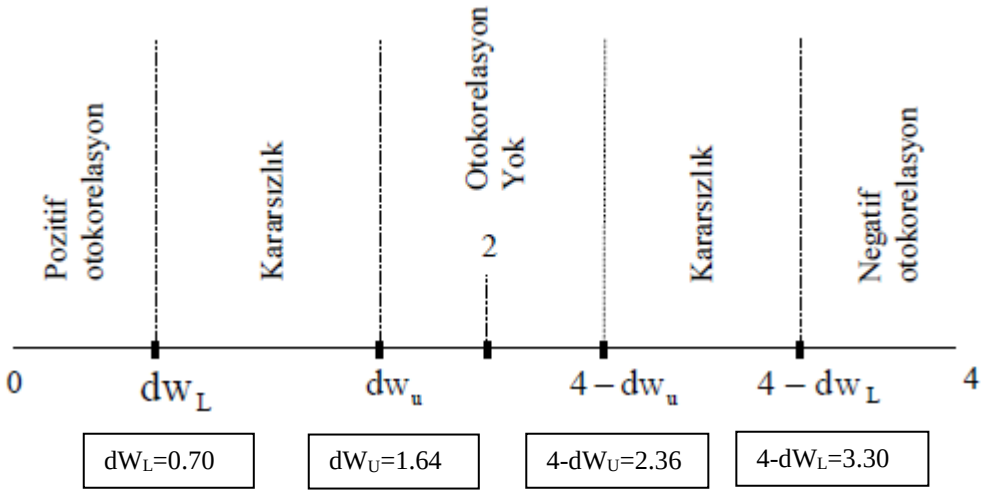
Farklı bağımsız değişkenleri içeren modeller karşılaştırılırken Akaike Bilgi Kriteri (*AIC*) en düşük olan model seçilmelidir. Akaike Bilgi Kriteri modele yeni bir bağımsız değişken ekleneceği zaman R^2 ve $\overline{R}^2$' ye göre daha serttir.

4. BULGULAR

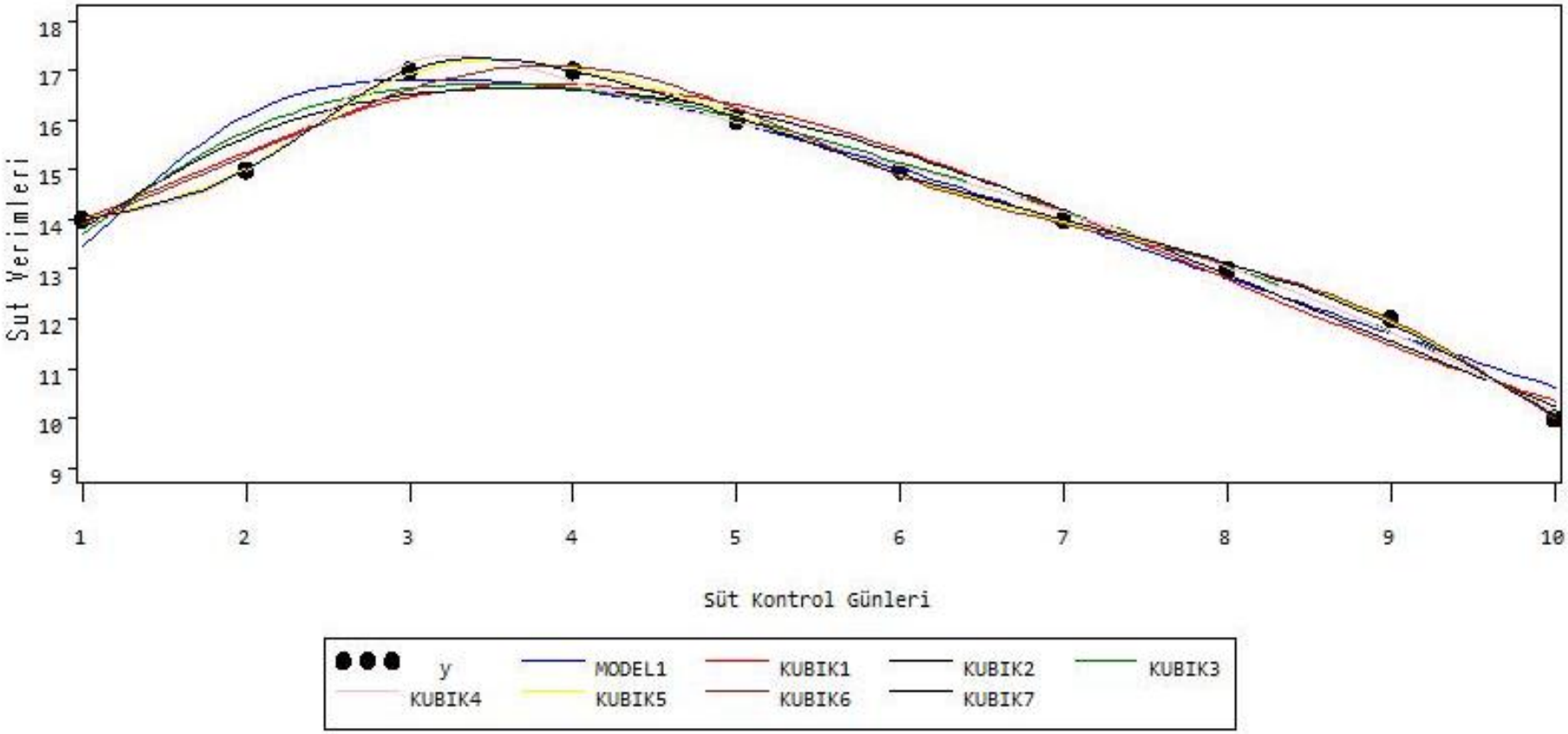
Bu çalışmada Siyah Alaca sığırlarının 2005 yılının 10. ayı ile 2013 yılının ilk ayı arasında buzağılamış ineklerin 1, 2 ve 3. laktasyonlarına ait süt verimlerinden elde edilen bireysel laktasyon eğrileri tek tek kübik parçalı regresyon metoduyla modellenmiş ve elde edilen sonuçlar Wood modeli ile karşılaştırılmış, ayrıca 1, 2 ve 3. laktasyonlardaki verim ortalamaları ile oluşan sonuçlarla da karşılaştırılmıştır.

Çalışmada Wood modeli kendi ismi ile kullanılırken parçalı regresyon metodu için kullanılan model kübik parçalı regresyon olması sebebiyle 7 ayrı fonksiyona sahip olmaktadır. Eğri üzerinde belirlenen farklı düğüm noktaları ve dolayısı ile farklı aralıkların oluşması sebebi ile de Kübik1, Kübik2, Kübik3, Kübik4, Kübik5, Kübik6 ve Kübik7 olarak kullanılmıştır. Kübik1 fonksiyonu için 2. süt verim günü (60. gün) düğüm noktası olarak belirlenirken Kübik2 için 90. gün, Kübik3 için 120. gün, Kübik4 için 150. gün, Kübik5 için 180. gün, Kübik6 için 210. gün ve Kübik7 için de 240. gün düğüm noktası olarak belirlenmiştir. Sonuçların karşılaştırılmasında ise asıl dikkate alınacak değerler klasik bir model olmasından dolayı "Wood" ve ilk altı fonksiyonu 7. fonksiyon için hazırlık niteliği taşımasından dolayı "Kübik7"ye ait değerlerdir.

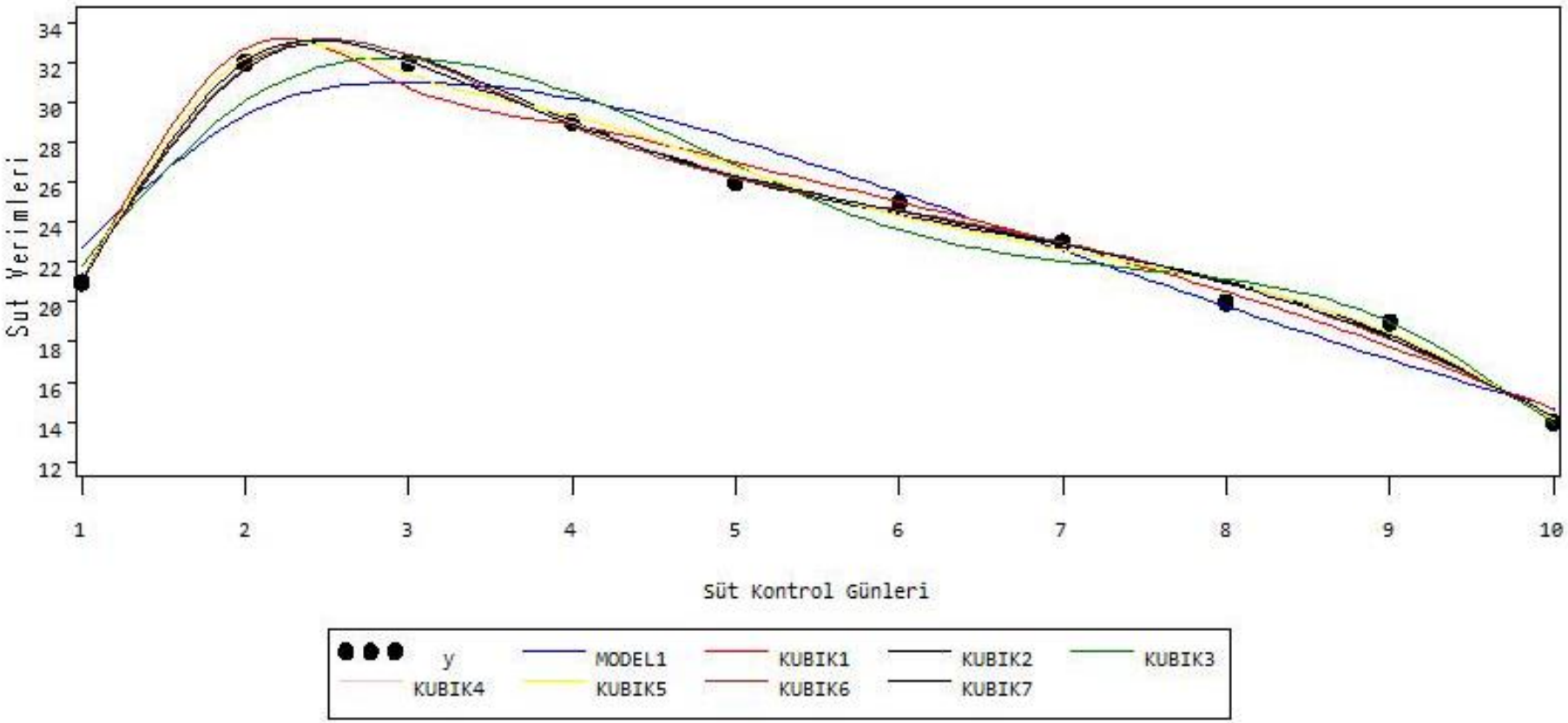
Durbin-Watson (DW) tablosundan (0.05) n=10 ve k=2 alındığında elde edilen dW_L ve dW_U değerlerinden hareketle Şekil 4.1'e bakılarak DW sonuçları hakkında yorum yapılabilir.



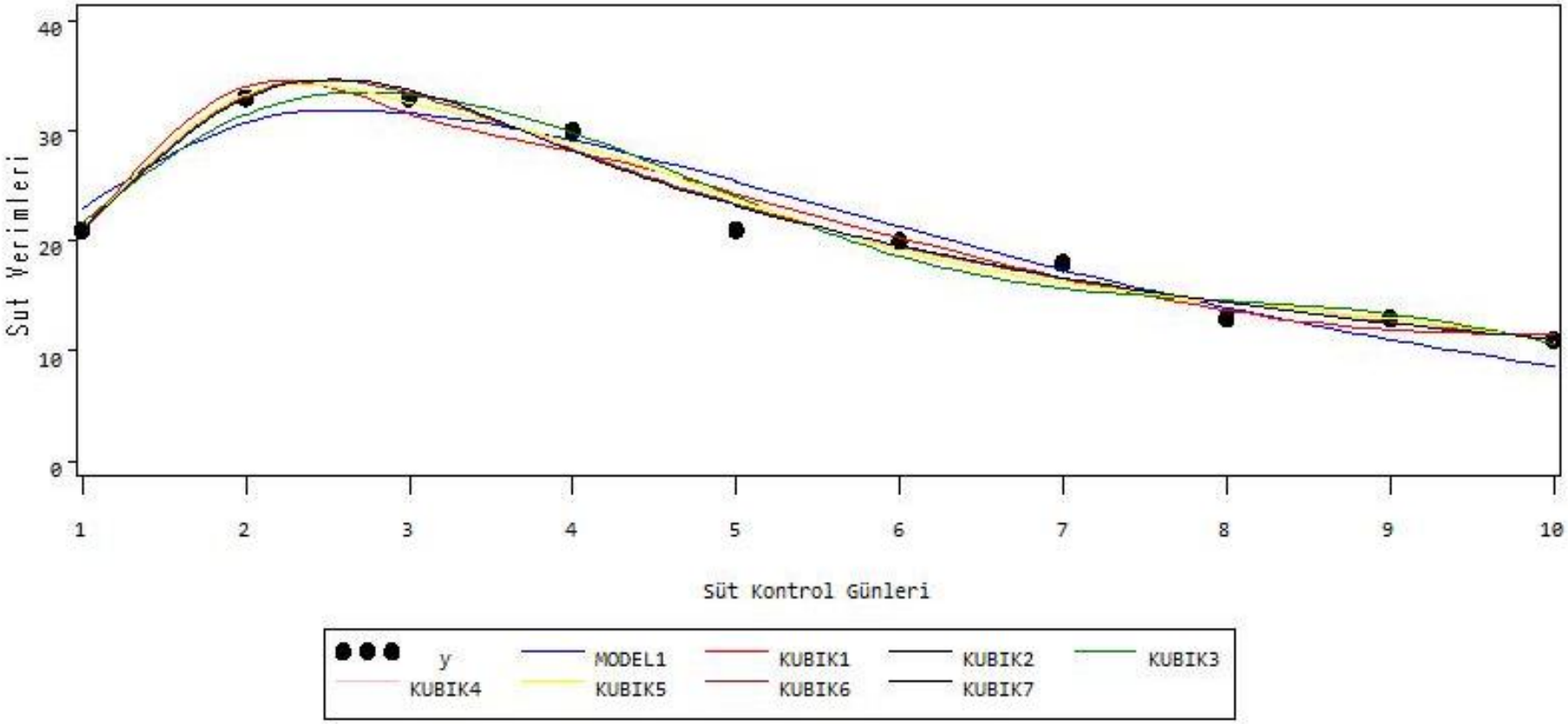
Şekil 4.1. DW Tablo Değerleri.



Şekil 4.2. İlk Laktasyondaki Bir Hayvana Ait Laktasyon Eğrisi Grafiği.



Şekil 4.3. İkinci Laktasyondaki Bir Hayvana Ait Laktasyon Eğrisi Grafiği.



Şekil 4.4. Üçüncü Laktasyondaki Bir Hayvana Ait Laktasyon Eğrisi Grafiği.

Tablo 4.1. İlk Laktasyondaki Hayvanların Bireysel Laktasyon Verilerine Ait Değerler

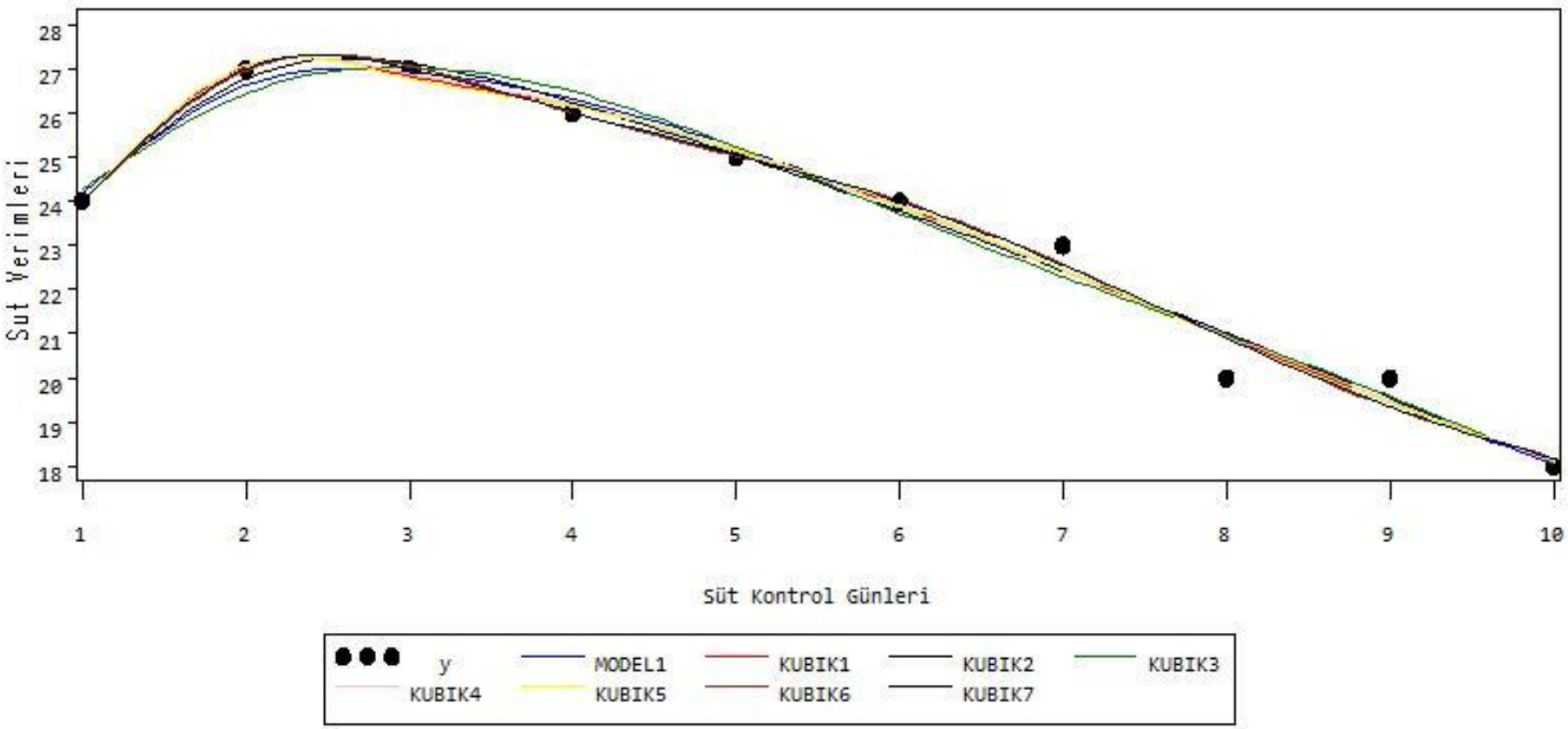
Model	DW	HKO	R^2	AIC
Wood	2.22	4.76	0.9942	21.27
Kübik1	2.64	3.78	0.9185	23.85
Kübik2	2.80	4.39	0.9068	29.31
Kübik3	2.80	4.94	0.8914	31.42
Kübik4	2.87	2.76	0.9498	15.30
Kübik5	2.98	3.17	0.9457	14.43
Kübik6	3.14	3.87	0.9344	25.26
Kübik7	3.21	2.47	0.9704	9.31

Tablo 4.1'de görüldüğü gibi, laktasyon eğrilerinin bireysel bazda modellenmesi sonucu ilk laktasyondaki hayvanlara ait verilerin parçalı regresyonla modellenmesi ile elde edilen R^2 değeri (0.9704) Wood Modelinin belirleme katsayısı olan 0.9942'den düşüktür. Bu da Wood modelinin 1. laktasyondaki veri setinden bireysel laktasyon eğrilerinin modellenmesinde Wood modelinin kübik parçalı regresyondan daha iyi performansa sahip olduğunu göstermiştir. Hata Kareler Ortalamasına ait değerlerin karekökünün alınmasıyla elde edilen standart sapma değerleri de parçalı model için S=1.57 ve Wood için S=2.18 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre parçalı modelin standart sapması Wood modelinden düşük çıkmakta yani değişkenleri açıklamada daha az sapma göstermektedir. Parçalı modelinin belirleme katsayısı Wood modelinden düşük çıkmasına rağmen standart sapma değerleri de düşük çıkmıştır. Bu noktada hangi modelin daha uygun olduğunu anlamak amacıyla DW ve AIC değerlerine de bakılarak yorum yapılmalıdır.

Durbin-Watson (DW) değerleri, 0.05'lik DW cetvelinden hesaplanan alt sınır dW_L=0.70 ve üst sınır dW_U=1.64 olmasından dolayı 0.00 ile 0.70 arası pozitif otokorelasyonu, 0.70 ile 1.64 arası kararsızlığı, 1,64 ile 2.36 otokorelasyonun olmadığını, 2.36 ile 3.30 arası kararsızlığı ve 3.30 ile 4.00 arası da negatif otokorelasyonu ifade eder. Elde edilen sonuçlara göre DW değerleri Wood için 2.22

ve Kübik7 için 3.21 olarak hesaplanmıştır. Buna göre Wood için otokorelasyon yok yorumu yapılabilirken Kübik7 için kararsızlık söz konusu olmaktadır.

Akaike Bilgi Kriteri (AIC) sonuçlarına göre bireysel modellemede Wood'a ait AIC=21.27 olarak hesaplanırken Kübik7'ye ait AIC=9.31 olarak bulunmuştur. AIC değeri en küçük olan model veri setine en uygun model olduğundan Kübik7 diğer modellere göre oldukça düşük bir sonuç vermiştir ve bu da parçalı modelinin diğerlerine oranla daha uyumlu olduğu sonucunu vermektedir.



Şekil 4.5. İlk Laktasyonun Genel Ortalamalarına Ait Laktasyon Eğrisi.

Bireysel laktasyon eğrileri üzerinden elde edilen sonuçlar genel ortalamalar üzerinden elde edilen verilerle karşılaştırılıp sonuçlar Tablo 4.2'de sunulmuştur.

Tablo 4.2. İlk Laktasyondaki Hayvanların Genel Ortalamalarına Ait Değerler

Model	**DW**	**HKO**	**R^2**	**AIC**
Wood	3.08	0.26	0.9997	21.88
Kübik1	3.31	0.32	0.9820	19.99
Kübik2	3.09	0.35	0.9804	20.86
Kübik3	2.83	0.47	0.9736	23.82
Kübik4	3.28	0.40	0.9821	21.96
Kübik5	3.37	0.39	0.9821	21.92
Kübik6	3.49	0.37	0.9832	21.32
Kübik7	3.48	0.49	0.9833	23.26

Tablo 4.2 incelendiğinde, parçalı regresyondan (Kübik7) elde edilen R^2 değeri 0.9833 iken Wood modelinin 0.9997 olarak bulunmasından dolayı parçalı modelin Wood'dan daha az uyumlu bir model olduğu söylenebilir. Yine aynı şekilde standart sapma değerleri parçalı için 0.7 iken Wood için 0.51 olarak hesaplanmıştır. Parçalı modeli Wood modelinden genel ortalamalar ele alındığı durumda da daha az uyumlu görünmektedir. Burada dikkati çeken asıl nokta ise bireysel laktasyon eğrileri sonuçları ile genel ortalamalara ait laktasyon eğrilerinin sonuçlarıdır. Bireysel modellemede R^2 değerleri parçalı ve Wood için sırasıyla 0.9704 ve 0.9942 iken, genel ortalamalarda bu değerler sırasıyla 0.9833 ve 0.9977 olarak saptanmıştır.

Bireysel modellemede Wood modeli parçalıdan daha iyi bir sonuç vermiştir fakat dikkat çeken nokta genel ortalamalarda parçalı modelin bireysel modellemeye göre 0.9833 ile daha yüksek R^2 ve 0.7 ile oldukça düşük bir S değerine sahip olmasıdır. Wood modeli, genel ortalamalara ait verilerin modellenmesinde bireysel modellemeye göre daha iyi sonuç vermiştir. Bu, Wood modelinin bireysel modellemede olmasa da genel ortalamalar için yapılacak çalışmalarda kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Genel ortalamalar için DW değerlerine bakıldığında ise Kübik7'ye ait DW=3.48 olmasından dolayı negatif bir otokorelasyon vardır. Wood'a ait DW=3.08 olması sebebiyle kararsızlık sonucuna ulaşılır.

AIC değerleri genel ortalamalar için bakıldığında Kübik7'de 23.26 iken bu değer Wood'da 21.88 olarak hesaplanmıştır. Bu da 1. laktasyona ait genel ortalamaların modellenmesinde Wood modelinin parçalı regresyon modelinden daha uygun bir model olduğu sonucunu verir.

Bireysel laktasyon eğrilerinin modellenmesinde kullanılan parçalı regresyon modeli ile elde edilen 2. laktasyona ait verilerin sonuçları Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. İkinci Laktasyondaki Hayvanların Bireysel Laktasyon Verilerine Ait Değerler

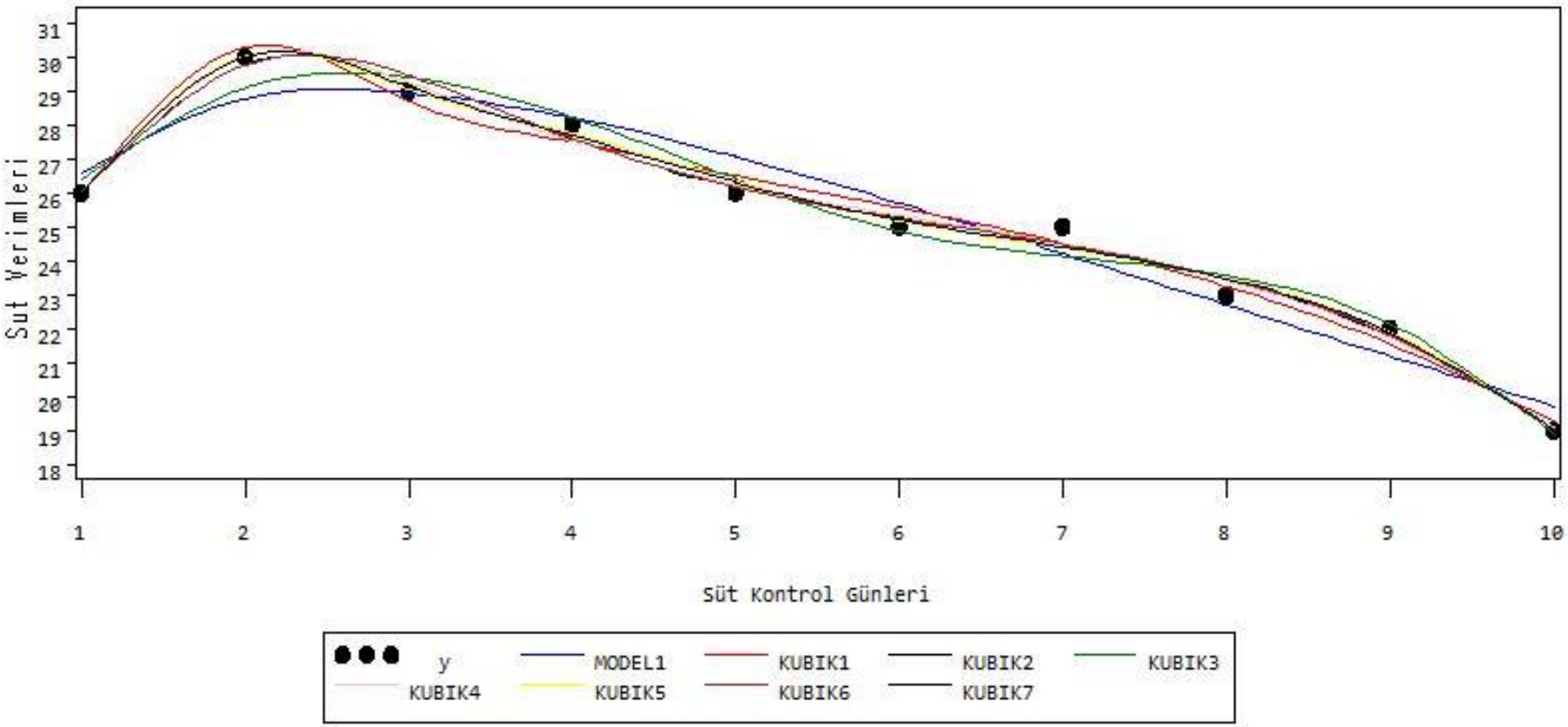
Model	**DW**	**HKO**	**R^2**	**AIC**
Wood	2.29	5.59	0.9941	29.61
Kübik1	2.72	5.31	0.9233	31.37
Kübik2	2.89	5.94	0.9140	34.77
Kübik3	2.85	6.83	0.8979	35.67
Kübik4	2.94	4.35	0.9500	25.42
Kübik5	3.06	4.23	0.9486	26.73
Kübik6	3.19	5.52	0.9388	31.34
Kübik7	3.28	3.47	0.9685	22.00

Tablo 4.3'deki sonuçlardan hareketle, bireysel modelleme sonucu elde edilen verilerin gösterdiği üzere parçalı modelin belirleme katsayısı R^2=0.9685 olarak hesaplanmış ve buna karşın da Wood modeline ait R^2=0.9941 olarak hesaplanmıştır. Bireysel modellemede Wood modeli parçalı regresyon modelinden daha iyi sonuç vermiştir. Standart sapma değerlerine bakıldığında parçalıya ait S=1.86 iken Wood modeline ait S=2.36 olarak bulunmuştur. Bu parçalı modelinin bireysel laktasyon eğrilerinin modellenmesinde 2. laktasyondaki hayvanlar için uygulandığında elde edilen belirleme katsayısı tatmin edici bir değere sahiptir.

Ayrıca HKO değeri göz önüne alındığında klasik modelden daha düşük bir değere sahiptir ki bu da parçalı modelinin daha az veri kaybına uğradığı anlamına gelir.

İkinci laktasyon verilerinin bireysel olarak modellenmesinden elde edilen DW değerlerine göre, Kübik7 için DW=3.28 olmasından dolayı kararsızlık aralığındadır. Wood için DW=2.29 olması sebebiyle de otokorelasyon yoktur sonucuna ulaşılır.

AIC değerleri göz önüne alındığında, ikinci laktasyon verilerinin bireysel olarak modellenmesinde parçalı modele ait AIC=22.00 ve Wood'a ait AIC=29.61 olarak hesaplanmıştır. Kübik7 modelinin daha düşük bir değere sahip olmasından dolayı daha uygun bir model olduğu sonucuna ulaşılır.



Şekil 4.6. İkinci Laktasyonun Genel Ortalamalarına Ait Laktasyon Eğrisi.

Tablo 4.4. İkinci Laktasyondaki Hayvanların Genel Ortalamalarına Ait Değerler

Model	DW	HKO	R^2	AIC
Wood	2.05	0.77	0.9992	18.29
Kübik1	2.61	0.31	0.9845	19.77
Kübik2	3.54	0.21	0.9895	15.84
Kübik3	2.66	0.49	0.9753	24.41
Kübik4	3.39	0.23	0.9906	16.73
Kübik5	3.19	0.21	0.9914	15.82
Kübik6	3.54	0.26	0.9895	17.83
Kübik7	3.29	0.28	0.9916	17.66

Genel ortalamalara ait sonuçlardan elde edilen Tablo 4.4'te, parçalı regresyona ait belirleme katsayısı 0.9916 iken Wood modelinin belirleme katsayısı 0.9992 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca standart sapmalar Kübik7 ve Wood için sırasıyla 0.53 ve 0.88 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar parçalı modelinin HKO'lar bazında uyumluluğu hakkında bilgi vermektedir fakat belirleme katsayısı bakımından Wood modelinin gerisinde kalmıştır. Bu noktada dikkat edilecek husus ise yine bireysel modelleme ile genel ortalamalar arası farklardır.

Durbin-Watson değerlerini genel ortalamalar açısından ele alırsak Kübik7'ye ait DW=3.29 olarak bulunmuştur ve bu da kararsızlık aralığında olduğunu göstermektedir. Wood'a ait DW=2.05 olarak hesaplanmasından dolayı otokorelasyon yoktur sonucuna ulaşılır.

Akaike Bilgi Kriteri açısından verileri değerlendirdiğimizde ise Kübik7'ye ait AIC=17.66 olarak hesaplanırken Wood'a ait AIC=18.29 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre daha düşük bir AIC değerine sahip olan Kübik7 Wood'dan daha uygun bir modeldir. İkinci laktasyon verilerinin genel ortalamalarına ait modellemede Kübik5'e ait AIC=15.82 olarak hesaplanmasından dolayı Wood'dan da Kübik7'den de daha uygun bir model olarak ortaya çıkmaktadır.

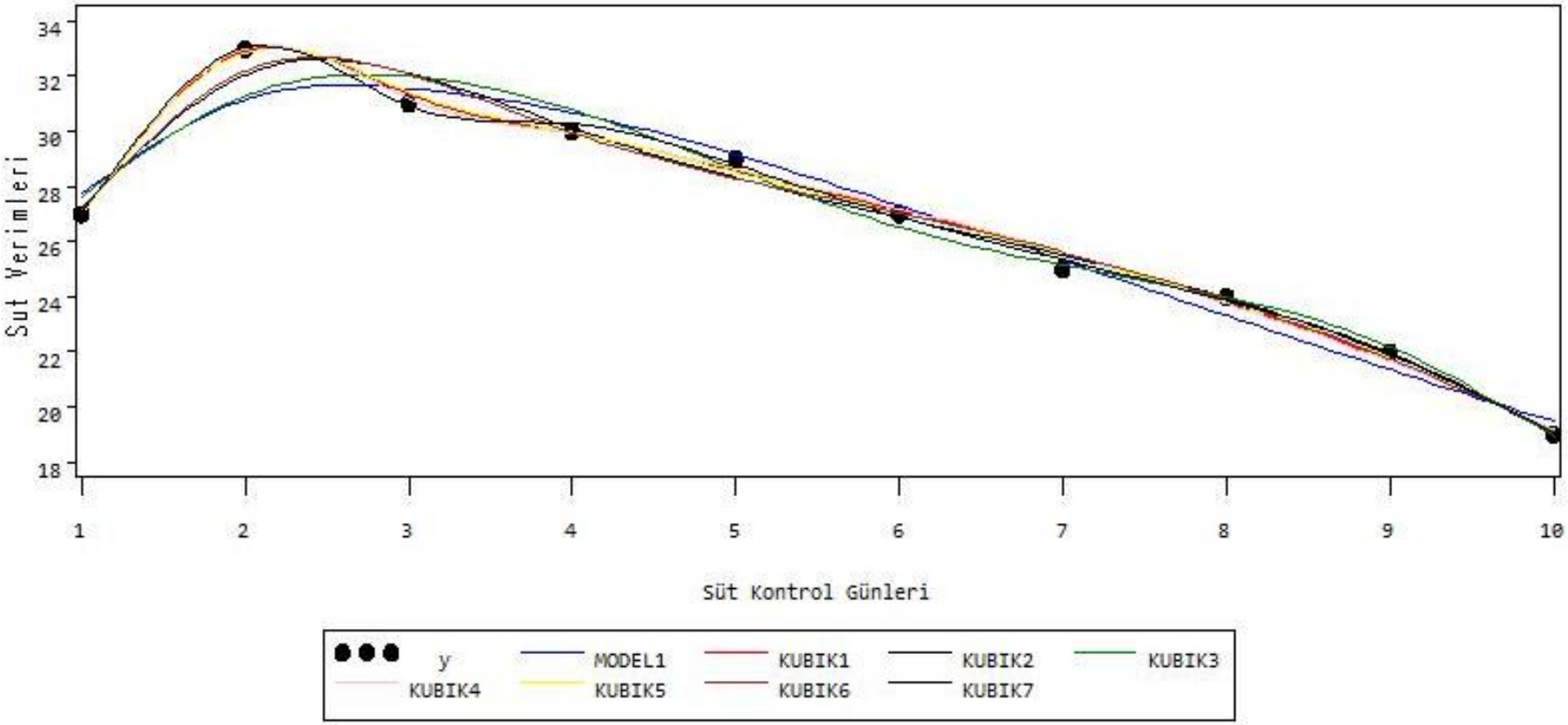
Bireysel modellemede parçalıya ait R^2=0.9685 olarak bulunurken bu değer genel ortalamalar için 0.9916 olarak bulunmuştur. 2. laktasyonların veri setinin farklılığından kaynaklı olarak, genel ortalamalar için hesaplanan değerler bireysel modelleme verilerinden yüksek çıkmıştır. Çalışma sadece genel ortalamalara ait veriler üzerinden yürütülmüş olsaydı Wood modelinin R^2 bakımından uyumluluğu sayesinde, parçalı regresyonu da HKO değerleri bakımından uyumluluğu sayesinde seçebilirdik. Yine dikkat edilmesi gereken nokta ise Wood modelinin HKO değerinin bireysel modellemede 5.59 çıkarken genel ortalamalarda 0.77 çıkışıdır. 1. laktasyon için geçerli olan Wood modelinin genel ortalamalardaki üstünlüğü 2. laktasyon için de devam etmektedir.

Tablo 4.5. Üçüncü Laktasyondaki Hayvanların Bireysel Laktasyon Verilerine Ait Değerler

Model	**DW**	**HKO**	**R^2**	**AIC**
Wood	2.15	7.54	0.9933	22.55
Kübik1	2.65	4.24	0.9455	23.97
Kübik2	2.82	4.94	0.9371	24.15
Kübik3	2.74	7.29	0.9172	30.26
Kübik4	2.89	3.52	0.9662	19.57
Kübik5	2.97	3.71	0.9630	21.15
Kübik6	3.11	4.77	0.9541	23.05
Kübik7	3.22	2.77	0.9783	15.68

3. laktasyondaki hayvanlardan 305 günlük süt denetim gününde elde edilen verimlere ait değerlerden elde edilen verilerle yapılan bireysel laktasyon eğrilerinin kübik parçalı regresyonla modellenmesi sonucu Tablo 4.5'deki sonuçlara ulaşılmıştır. Parçalı regresyona ait R^2=0.9783 olarak hesaplanırken Wood modeline ait aynı değer 0.9933 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde standart sapma değerlerine bakıldığında da parçalı regresyona ait değer 1.66 bulunurken Wood'a ait değer 2.75 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, parçalı regresyon modelinin Wood'a nazaran daha yüksek standart sapma değerleri ve daha düşük belirleme katsayısı sonuçları vermesinden dolayı R^2 değerleri açısından daha az uyumlu iken standart sapma değerleri göz önüne alındığında daha uyumlu bir modeldir. DW değerleri göz önüne

alındığında ise Kübik7'ye ait DW=3.22 olmasından dolayı kararsızlık söz konusudur. Wood'a ait DW=2.15 olarak hesaplanmasından dolayı da otokorelasyon yoktur sonucuna ulaşılır. AIC değerleri, Kübik7 ve Wood için sırasıyla 15.68 ve 22.55'tir. buna göre Wood modelinden daha düşük bir AIC değerine sahip olan Kübik7 modeli bireysel modellemede kullanıma daha uygundur.



Şekil 4.7. Üçüncü Laktasyonun Genel Ortalamalarına Ait Laktasyon Eğrisi.

Tablo 4.6. Üçüncü Laktasyondaki Hayvanların Genel Ortalamalarına Ait Değerler

Model	DW	HKO	R^2	AIC
Wood	2.54	0.88	0.9992	19.55
Kübik1	2.22	0.17	0.9949	13.77
Kübik2	2.81	0.60	0.9821	26.26
Kübik3	2.75	1.08	0.9674	32.23
Kübik4	2.13	0.20	0.9951	15.22
Kübik5	2.29	0.21	0.9950	15.40
Kübik6	2.78	0.71	0.9828	27.83
Kübik7	2.99	0.09	0.9984	6.14

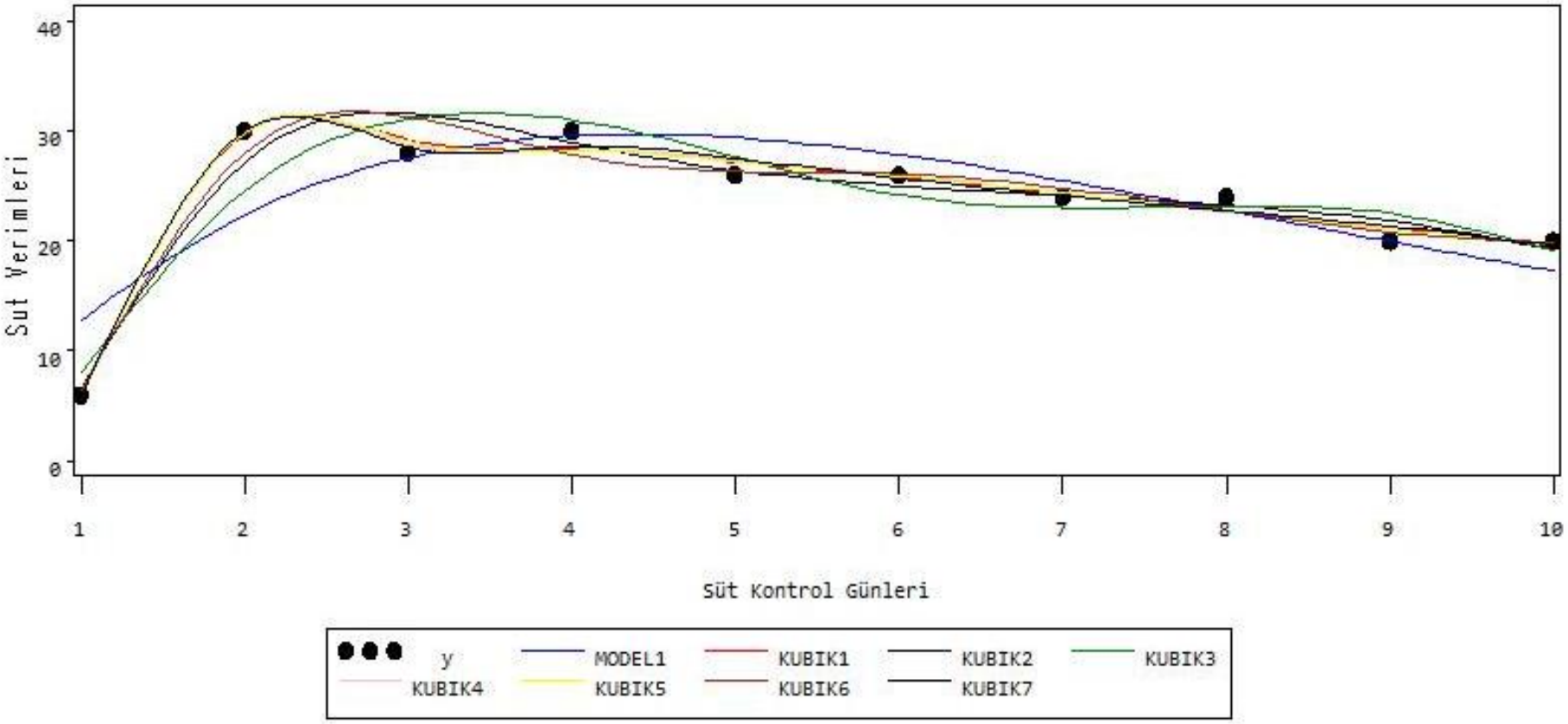
Tablo 4.6'da üçüncü laktasyona ait genel ortalamaların parçalı regresyon ve Wood modellerine ait R^2 değerleri sırasıyla 0.9984 ve 0.9992 olarak hesaplanmıştır. Aralarındaki fark çok düşük de olsa Wood modelinin uygunluğunu göstermenin yanı sıra parçalı regresyon modelinin başarısını göstermektedir. Ayrıca. Standart sapma değerleri de parçalı için 0.3 gibi çok düşük bir değer olarak hesaplanmıştır ki aynı değer Wood için 0.94 olarak bulunmuştur. Düşük HKO ve yüksek R^2 değeri sayesinde parçalı regresyon modeli genel ortalamalar için de uygun model olarak seçilebilir. Burada dikkat çeken nokta Wood modeline ait değerlerdeki yükseliştir. Bireysel modelleme için Wood modeli tercih edilmese de genel ortalamalar için tercih edilebilmesine sebep olacak kadar yüksek bir R^2 ve düşük bir HKO değeri vermektedir.

Durbin-Watson ve Akaike Bilgi Kriteri için sonuçlara bakacak olursak Kübik7'ye ait DW=2.99 olarak hesaplanmasından ve Wood'a ait DW=2.54 olarak hesaplanmasından dolayı her ikisi de kararsızlık bölgesindedir. Hangi modelin daha uygun olduğuna karar vermek amacıyla AIC değerlerine bakılırsa, Kübik7'ye ait AIC=6.14 olarak hesaplanırken Wood'a ait AIC=19.55 olarak hesaplanmıştır. Bu da Kübik7'nin Wood'dan daha uygun bir model olduğunu göstermektedir.

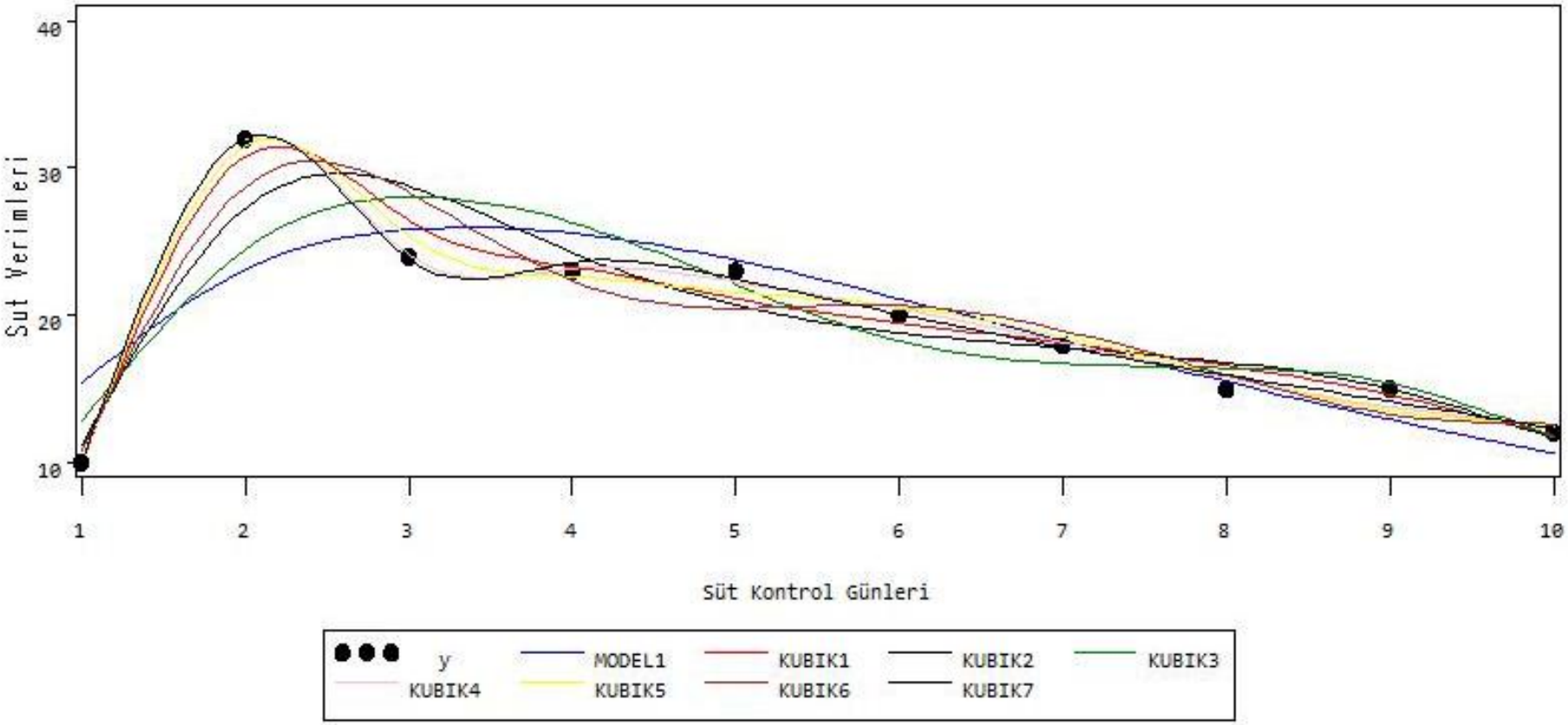
Genel bir değerlendirme yapabilmek için 1. 2 ve 3. Laktasyonlardan elde edilen sonuçları karşılaştırmak gerekir. Parçalı regresyon metodu 3 laktasyon için

de başarılı ve uygun bir modeldir. Klasik bir model olan Wood modeline çok yakın sonuçlar vermekte ve 3 laktasyon için de hem bireysel bazda hem de genel ortalamalar açısından uygun bir model olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, genel ortalamalar için Wood modeli ile düşük hata kareler ortalaması ve yüksek belirleme katsayısı elde edilmektedir.

Wood modelinin parçalı regresyon modelinden daha yüksek belirleme katsayıları vermesinin sebebi modelin esnekliği ve uyumluluğuna bağlanabilir. Fakat bu çalışmada verilerin SAS 9.0 programında işlenmesinde dikkati çeken nokta Wood modelinin her zaman parçalı regresyon modelinden daha yüksek belirleme katsayısı vermediği, normalden farklı ve daha dik laktasyon eğrilerinin modellenmesinde parçalı regresyon modelinin daha yüksek R^2 ve daha düşük HKO değerleri verdiği gözlenmiştir. Şekil 4.7'de 1. ay süt denetim günü verimi ile ikinci ay arasında çok fazla fark olduğu durumlarda parçalı regresyon modeli çok daha uyumlu çalışmış ve yüksek belirleme katsayıları vermiştir. Bu grafiğin oluşmasına sebep olan verilere ait belirleme katsayısı Wood için 0.9777 iken parçalı regresyon modeli için 0.9819 olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca HKO değerlerindeki Wood için 18.90 ve parçalı modeli için 2.71 oluşundan dolayı oluşan fark da parçalı modelinin uyumluluğunu göstermektedir. DW değerlerinin Wood için 2.30 olarak hesaplanması sonucu otokorelasyon yoktur şeklinde yorumlanırken parçalı için 3.39 olarak hesaplanmasından dolayı negatif otokorelasyon vardır denir.



Şekil 4.8. Parçalı Modelin Wood'dan Uyumlu Olduğu Bir Veri Grafiği.



Şekil 4.9. Parçalı Modelin Wood'dan Çok Daha Uyumlu Olduğu Veri Grafiği.

Şekil 4.9'da 1. aydan sonra sıçrama olarak nitelenebilecek bir yükseliş olmuş ve 2. aydan sonra da ani bir düşüş yaşanmış ve kuruya çıkana kadar bu düşüş çok belirgin farklar yaratmadan devam etmiştir. Wood ve parçalı modellerinin belirleme katsayıları sırasıyla 0.9688 ve 0.9939 ve HKO değerleri de sırasıyla 18.14 ve 0.39 olarak bulunmuştur. Ayrıca modellemelerde DW değerleri Wood ve Parçalı için sırasıyla 2.63 ve 3.37 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar Wood için kararsızlık bölgesini işaret ederken parçalı için negatif otokorelasyonu ifade etmektedir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tüm bu çalışmanın ışığında, laktasyon eğrilerinin bireysel olarak modellenmesinde Wood modeli başarılı iken asıl başarı, beklenen ve bilinen standart bir laktasyon eğrisinden farklı olan verimlerde parçalı regresyonun çok iyi sonuçlar vermesidir.

Elde edilen sonuçlar laktasyon eğrilerinin bireysel olarak modellenmesinde klasik Wood modelinin oldukça iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Wood modeli ile karşılaştırıldığında genel ortalamalar bazında parçalı regresyon modelinin verdiği sonuçlar da tatmin edici düzeydedir.

Laktasyon sıralarını da kendi içlerinde karşılaştırdığımızda 3. laktasyona ait verilerin modellenmesi sonucu ortaya çıkan belirleme katsayıları yüksek, hata kareler ortalamaları ise düşüktür. Bu sonuç, parçalı regresyonlarla modellemenin daha tutarlı ve dağınık olmayan verilerden oluşan 3. laktasyon verilerinin yapısına uygun olduğunu göstermiştir.

Sonuçlar Durbin-Watson değerleri açısından yorumlandığında parçalı model için çoğunlukla kararsızlık bölgesine düşmekte iken Wood modeli için ise çoğunlukla otokorelasyonun olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Akaike Bilgi Kriteri göz önüne alındığında parçalı modelin Wood'dan daha uygun olduğu sonuçlara ulaşılmıştır. 2. laktasyona ait genel ortalamaların dalgalı veri yapısından dolayı Wood modeli çok az bir farkla da olsa parçalı modelden daha uygun olarak ortaya çıkmıştır fakat genel olarak parçalı modelin AIC değerleri bakımından üstünlüğü tartışılmazdır.

Laktasyon eğrilerinin bireysel olarak modellenmesi son yıllarda dünya literatüründe kendine yer bulmakta iken Türkiye'de bu modellemeye ait bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışma kendinden sonraki araştırmalar için bir örnek niteliği taşıyacaktır.

Sonuç olarak, bireysel laktasyon eğrilerinin sürekli kübik parçalı regresyon metoduyla tahminlenmesinin de oldukça başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Aggrey, S.E., 2002, Comparison of Three Nonlinear and Spline Regression Models for Describing Chicken Growth Curves. *Poultry Science. 81*. 1782-1788.

Aggrey, S.E., 2004, Modelling the Effect of Nutritional Status on Pre-Asymptotic and Relative Growth Rates in A Random-Bred Chicken Population. *Journal of Animal Breeding and Genetics. 121*. 260–268.

Akbulut, Ö. ve Emsen, H., 1994, Atatürk Üniversitesi Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Esmer. İleri Kan Dereceli Esmer Melezleri ile Siyah Alaca Sığırların Süt Verim Özellikleri ve Laktasyon Eğrisi Parametrelerine Etkili Faktörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 25*. 327-343.

Akkaya, S., 1990, *Ekonometri I.* İzmir: Anodolu Matbaacılık.

Alpar, R., 1997, *Uygulamalı Çok Değiskenli Ðstatistiksel Yöntemlere Giris I.* Ankara: Spor Kitapevi.

Andersen, R., 2005, *Nonlinearity and Generalized Additive Models*. http://wiki.rproject.org/rwiki/doku.php?id=links:courses (Erişim tarihi: 18 Temmuz 2017)

Aydın, D., 2007, A Comparison of the Nonparametric Regression Models using Smoothing Spline and Kernel Regression. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation. 1*(12). 588-592.

Baker, K., Firman, J.D., Blair, E., Brown, J. and Moore, D., 2003, Digestible Lysine Requirements of Male Turkeys During the 12 to 18 Week Period. *International Journal of Poultry Science. 2*(3). 229-233.

Batra, T.R., 1986, Comparison of Two Mathematical Models in Fitting Lactation Curve for Pure-Line. *Canadian Journal of Animal Science. 66*. 405-414.

Beal, D. and Ridge, O., 2005, *SAS Code to Select the Best Multiple Linear Regression Model for Multivariate Data Using Information Criteria*. http://www.itc.virginia.edu/research/talks/sa01_05.pdf (Erişim tarihi: 20 Temmuz 2017)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Bergfelt, D., Sego, L., Beg, M. and Ginther, O., 2003, Calculated Follicle Deviation Using Segmented Regression for Modeling Diameter Differences in Cattle. *Theriogenology. 39*. 1811-1823.

Black, B.A., Boehlert, G.W. and Yoklavich, M.M., 2005, Using Tree-Ring Crossdating Techniques to Validate Annual Growth Increments in Long-Lived Fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 62*. 2277–2284. doi:10.1139/F05-142

Bahmanova, J., Misztal, I. and Bertrand, J.K., 2005, Studies on Multiple Trait and Random Regression Models for Genetic Evaluation of Beef Cattle for Genetic Evaluation of Beef Cattle for Growth. *Journal of Animal Science. 83*(1). 62-67.

Bouallegue, M., Steri, R., M'hamdi, N. and Hamouda, M.B., 2015, Modelling of Individual Lactation Curves of Tunisian Holstein-Friesian Cows for Milk Yield. Fat and Protein Contents Using Parametric. Orthogonal and Spline Models. *Journal of Animal and Feed Sciences. 24*. 11–18.

Brody, S., Ragsdale, A.C. and Turner, C.V., 1923, The Rate of Decline of Milk Secretion with The Advence of The Periodof Lactation. *Journal of Genetic Physiolgy. 5*. 441-444.

Büyükçapar, H.M., Alp, A., Kaya, M. ve Çiçek, Y., 2006, Mamasın Baraj Gölü (Aksaray-Türkiye) Tatlısu İstakozu (Astacus leptodactylus Eschscholtz. 1823)'nun Boy-Ağırlık İlişkisi ve Et Verimi. *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. 23*(1-2). 21-25.

Chib, S. and Greenberg. E., 2010, Additive Cubic Spline Regression with Dirichlet Process Mixture Errors. *Journal of Econometrics. 156*. 322-336.

Comets, E., Mentre, F., Nimmerfall, F., Kawai, R., Mueller, I., Marbach, P. and Vonderscher, J., 1999, Nonparametric Analysis of the Absorption Profile of Octreotide in Rabbits from Long-Acting Release Formulation OncoLAR. *Journal of Controlled Release. 59*. 197-205.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Crainiceanu. C.M., Ruppert, D. and Wand, M.P., 2005, Bayesian Analysis for Penalized Spline Regression Using WinBUGS. *Journal of Statistical Software. 14*(14). 1-24.

Çağlar, N.A., 1993, Çok Noktalı Lineer Sınır Değer Problemlerinde Spline Fonksiyonu. *Doktora Tezi*. İstanbul. Türkiye: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çevik, M., Gevrekçi, Y. and Şahin, M., 2018, Use of Spline Regressions in Livestock. *International Journal of Environmental Research and Technology. 1*(3). 35-37.

DeGroot, B.J., 2003, A Cubıc Spline Model for Estimating Lactation Curves and Genetic Parameters of Holstein Cows Treated with Bovine Somatotropin. *A Dissertation*. Lincoln. Nebraska. The USA. July 28. 2018 tarihinde alındı

DeGroot, B., Keown, J.F., Vleck, L.D. and Kachman, S.D., 2007, Estimates of Genetic Parameters for Holstein Cows for Test-Day Yield Traits with A Random Regression Cubic Spline Model. *Genetics and Molecular Research. 6*(2). 434-444.

Draper, N. and Smith, H., 1981, *Applied Regression Analysis. Second Edition.* USA: John Wiley and Sons.

Druet, T., Jaffrezic, F., Boichard, D. and Ducrocq, V., 2003, Modeling Lactation Curves and Estimation of Genetic Parameters for First Lactation Test-Day Records of French Holstein Cows. *Journal of Dairy Science. 86*(7). 2480-2490.

Efe, E., Bek, Y. ve Şahin, M., 2000, *SPSS'te Çözümleri ile Ðstatistik Yöntemler II.* Kahramanmaras: Kahramanmaras Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No: 73. Ders Kitapları Yayın No: 9. K.S.Ü. Basımevi.

Ertek, T., 1982, *Ekonometriye Giriş.* İstanbul.

Farebrother, R., 2002, *Visualizing Statistical Models and Concepts.* Manchester: Marcel Dekker.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Grawert, H.O. and Babtist, R., 1973, Soll Man Kühe mit Besseren Lactations kurven Züchten. *Züchtungskunde. 45*. 13-21.

Green, P. and Silverman, B.W., 1994, *Nonparametric Regression and Generalized Linear Models.* New York: Chapman and Hall/CRC.

Griggs, W., 2013, *Penalized Spline Regression and its Applications.* Whitman College Report. Available online at: https://www.whitman.edu/Documents/Academics/Mathematics/Griggs.pdf (Erişim tarihi: 20 Temmuz 2017)

Günel, A., 2003, Regresyon Denkleminin Başarısını Ölçmede Kullanılan Belirleme Katsayısı ve Kritiği. Doğuş Üniversitesi Dergisi. 4(2), 133-140.

Gürbüz, Y., Kaplan, M. and Davies, D.R., 2008, Effects of Condensed Tannin Content on Digestibility and Determination of Nutritive Value of Selected Some Native Legumes Species. *Journal of Animal and Veterinary Advances. 7*(7). 854-862.

Hall, P. and Opsomer, J.D., 2005, Theory for Penalised Spline Regression. *Biometrika. 92*(1). 105–118.

Han, Y., Yang, Y., Yan, Y., Ma, Z., Sebe, N. and Zhou, X., 2013, Semisupervised Feature Selection via Spline Regression for Video Semantic Recognition. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. 26*(2). 252-264.

Hoyle, D.V., Yates, C.M., Chase-Topping, M.E., Turner, E.J., Davies, S.E., Low, J.C. and Amyes, S.G., 2005, Molecular Epidemiology of Antimicrobial-Resistant Commensal Escherichia coli Strains in a Cohort of Newborn Calves. *Applied and Environmental Microbiology. 71*(11). 6680–6688.

Huang, J.Z., 2003, Local Asymptotics for Polynomial Spline Regression. *The Annals of Statistics. 31*(5). 1600–1635.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Huisman, A.E., Veerkampt, R.F. and Arendonk, J.A., 2002, Genetic Parameters for Various Random Regression Models to Describe the Weight Data of Pigs. *Journal of Animal Science. 80*. 575-582.

Iwaisaki, H., Tsuruta, S., Misztal, I. and Bertrand, J.K., 2005, Genetic Parameters Estimated with Multitrait and Linear Spline-Random Regression Models Using Gelbvieh Early Growth Data. *Journal of Animal Science. 83*(4). 757-763.

Jung, H.G. and Sahlu, T., 1989, Influence of Grazing Pressure on Forage Quality and Intake by Sheep Grazing Smooth Bromegrass. *Journal of Animal Science. 67*(8). 2089-2097.

Kalyanam, K. and Shively, T.S., 1998, Estimating Irregular Pricing Effects: A Stochastic Spline Regression Approach. *Journal of Marketing Research. 35*(1). 16-29.

Kaw, A., 2004, Spline Interpolation. http://numericalmethods.eng.usf.edu/ebooks/spline_05inp_ebook.htm#Quad_spline (Erişim tarihi: 20 Temmuz 2017)

Kazmier, L., 1967, Statistical Analysis for Business and Economics. *Mc Graw-Hill*.

Keskin, İ. ve Tozluca, A., 2004, Süt Sığırlarında Laktasyon Eğrilerinin Farklı Matematik Modellerle Belirlenmesi ve Kontrol Aralığının Tespiti. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. *18*(34). 11-19.

Köksal, B.A., 1976, *İstatistik Analiz Metodları.* İstanbul.

Lee, B. and Brooks, D., 2006, *Regression Modeling Strategies for Microarchitectural*. ftp://ftp.deas. harvard.edu/ techreports/tr-08-06.pdf (Erişim tarihi: 20 Temmuz 2017)

Ma, S., Racine, J.S. and Yang, L., 2015, Spline Regression in the Presence of Categorical Predictors. *Journal of Applied Econometrics. 30*. 705–717.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Madsen, O., 1975, A Comparison of Some Suggested Measures of Persistency of Milk Yield in Dairy Cows. *Animal Science. 20*(2). 191-197. doi:10.1017/S0003356100035182

Marsh, L.C., Dame, N. and Cormier, D.R., 2011, Spline Regression Models. *The Journal of Applied Business Research. 19*(2). 115-116.

Mesa, H., Safranski, T.J., Cammack, K.M., Weaber, R.L. and Lamberson, W.R., 2006, Genetic and Phenotypic Relationships of Farrowing and Weaning Survival to Birth and Placental Weights in Pigs. *Journal of Animal Science. 84*(1). 32-40.

Miran, B., 1992, Regresyon Analizinde Ortaya Çıkabilecek Hatalar ve Bazı Çözüm Önerileri. *Tarım Ekonomisi Dergisi. 1*(1-2). 85 - 92.

Misztal, I., 2006, Properties of Random Regression Models Using Linear Splines. *Journal of Animal Breeding and Genetics. 123*. 74–80.

Moughan, P.J., Jacobson, L.H. and Morel, P.C., 2006, A Genetic Upper Limit to Whole-Body Protein Deposition in A Strain of Growing Pigs. *Journal of Animal Science. 84*(12). 3301-3309.

Nagel-Alne, G.E., Krontveit, R., Bohlin, J., Valle, P.S., Skjerve, E. and Sølverød, L.S., 2014, The Norwegian Healthier Goats Program—Modeling Lactation Curves Using a Multilevel Cubic Spline Regression Model. *Journal of Dairy Science. 97*(7). 4166-4173.

Opsomer, J.D., Claeskens, G., Ranalli, M.G., Kauermann, G. and Breidt, F.J., 2008, Non-Parametric Small Area Estimation Using Penalized Spline Regression. *Journal of the Royal Statistical Society. 70*(1). 265–286.

Orhan, H. ve Kaygısız, A., 2002, Siyah Alaca Sığırlarda Farklı Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim. 43*(1). 94-99.

Öztürk, A., 1979, *Tarım Biyoloji ve Sağlık Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik.* İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Özyurt, A. ve Özkan, M., 2009, Orta Anadolu'da Yetiştirilen Siyah-Alaca Sığırlarda Laktasyon Eğri Şekli ve Eğriye Etkili Olan Faktörler. *Hayvansal Üretim*. *50*(1). 31-37.

Pande, A.M., 1983, Studies on The Lactation Curve and Components of Lactation Curve in Gaolao and Its Crosses With Exotic Breeds. *Proceedings of the 5th World Conference on Animal. 2*. 19-20.

Papajcsik, I. and Bodero, J., 1988, Modeling Lactation Curves of Friesian Cows in a Subtropical. *Animal Science*. *47*(2). 201-207. doi:10.1017/S0003356100003275

Parente, G., 1999, *Functional Data Analysis*. http://www.psych.mcgill.ca/misc/fda/index.html. (Erişim tarihi: 20 Temmuz 2017)

Park, J., Kwon, I.H., Kim, S.S. and Baek, J.G., 2011, Spline Regression Based Feature Extraction for Semiconductor Process Fault Detection Using Support Vector Machine. *Expert Systems with Applications*. *38*. 5711–5718.

Perk, H., 2002, *Using Dummy Variables in Regression*. http://www.masil.org/ocuments/dummy.pdf (Erişim tarihi: 18 Temmuz 2017)

Ploeger, H.V., Eysker, M., Borgsteede, F.H., Kloosterman, A., Straalen, W.V. and Frankena, K., 1990, Effect of Nematode Infections and Management Practices on Growth Performance of Calves on Commercial Dairy Farms. *Veterinary Parasitology*. *35*(4). 323-339.

Poirier, D.J., 1973, Piecewise Regression Using Cubic Splines. *Journal of the American Statistical Association*. *68*(343). 515-524.

Robbins, K.R., Misztal, I. and Bertrand, J.K., 2005, Joint Longitudinal Modeling of Age of Dam and Age of Animal for Growth Traits in Beef Cattle. *Journal of Animal Science*. *83*(12). 2736-2742.

Salvatore, D., 1989, Managerial Economics. *Mc Graw Hill Co*.

Sangalli, L.M., Ramsay, J.O. and Ramsay, T.O., 2013, Spatial Spline Regression Models. *Journal of the Royal Statistical Society*. *75*(4). 681–703.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Santos, A.L., Sakomura, N.K., Freitas, E.R., Fortes, C.M. and Carrilho, E.N., 2005, Comparison of Free Range Broiler Chicken Strains Raised in Confined or Semi-Confined Systems. *Brazilian Journal of Poultry Science. 7*(2). 85-92.

Silvestre, A.M., Petim-Batista, F. and Colaço, J., 2006, The Accuracy of Seven Mathematical Functions in Modeling Dairy Cattle Lactation Curves Based on Test-Day Records From Varying Sample Schemes. *Journal of Dairy Science. 89*(5). 1813-1821.

Sit, V. and Poulin-Costello, M., 1994, *Catalogue of Curves for Curve Fitting* (Cilt 4). (W. Bergerud. & V. Sit. Dü) British Columbia: Forest Science Research Branch Ministry of Forests.

Stone, C.J. and Koo, C.Y., 1986, Additive Splines in Statistics. *Proceedings of the American Statistical Association.*. 45-49.

Studden, W.J. and VanArman, D.J., 1969, Admissible Designs For Polynomial Spline Regression. *The Annals of Mathematical Statistics. 40*(5). 1557-1569.

Şahin, M., 2009, Piecewise Regressions and Its Using in Agriculture Fields. *PhD Thesis*. Kahramanmaraş. Turkey.

Şahin, M. ve Efe, E., 2010, Kübik Spline Regresyonların Süt Sığırcılığında Laktasyon Eğrilerinin Modellenmesinde Kullanımı. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi. 13*(2). 17-22.

Tholon, P. and Queiroz, S.A., 2007, Models for the Analysis of Growth Curves for Rearing Tinamous (Rhynchotus rufescens) in Captivity. *Brazilian Journal of Poultry Science. 9*(1). 23-31.

Ucal, M., 2006, Ekonometrik Model Seçim Kriterleri Üzerine Kısa Bir İnceleme. *Ç.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 7*(2). 41-57.

Vitezica, Z.G., Marie-Etancelin, C., Bernadet, M.D., Fernandez, X. and Robert-Granie, C., 2010, Comparison of Nonlinear and Spline Regression Models for Describing Mule Duck Growth Curves. *Poultry Science. 89*. 1778–1784.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Wall, E., Coffey, M.P. and Brotherstone, S., 2005, Body Trait Profiles in Holstein-Friesians Modeled Using Random Regression. *Journal of Dairy Science. 88*(10). 3663-3671.

White, I., Thompson, R. and Brotherstone, S., 1999, Genetic and Environmental Smoothing of Lactation Curves with Cubic Splines. *Journal of Dairy Science. 82*. 632-638.

Whiten, W.J., 1972, The Simulation of Crushing Plants with Models Developed using Multiple Spline Regression. *Tenth international symposium on the application of computer methods in the mineral industry (APCOM)* (s. 257-264). Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy.

Wood, P.D., 1967, Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle. *Nature. 216*. 164–165.

Xiang, S., Nie, F. and Zhang, C., 2010, Semi-Supervised Classification via Local Spline Regression. *IEEE Computer Society. 32*(11). 2039-2053.

Yılmaz, İ. ve Kaygısız, A., 2000, Siyah Alaca Sığırların Laktasyon Eğrisi Özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi. 6*(4). 1-10.

Zhou, S. and Wolfe, D.A., 2000, On Derivative Estimation in Spline Regression. *Institute of Statistical Science. 10*(1). 93-108.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince gerekli verilerin sağlanmasında kolaylık gösteren İzmir İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliği personeline. kıymetli görüşlerinden yararlandığım ve yakın ilgisini esirgemeyen sayın Araştırma Görevlisi dostlarım Mustafa Can YILMAZ ve Hasan Hüseyin İPÇAK'a. her daim bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan sayın Prof. Dr. Hülya ATIL ve sayın Prof. Dr. Çiğdem TAKMA hocalarıma. tez konumun isim ve fikir danışmanlığını yapan ve baştan sona tezimin her yönüyle ilgilenip fikirlerini eksik etmeyen sayın Doç. Dr. Mustafa ŞAHİN'e. son olarak da beni kendi çocuklarından ayrı tutmayıp sürekli üzerime titreyen. sadece tez konusunda değil tüm hayati konularda fikir ve tecrübelerini benimle paylaşan danışman hocam sayın Doç. Dr. Yakut GEVREKÇİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

08 / 02 / 2019

Muzaffer ÇEVİK

ÖZGEÇMİŞ

Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olan Muzaffer ÇEVİK 1988 Bergama/İzmir doğumludur.

2002'de ilköğrenimini, 2005'te ortaöğrenimini tamamladıktan sonra iki yıl hazırlık aşamasının ardından 2007'de Balıkesir Üniversitesi Susurluk Meslek Yüksek Okulunda Süt ve Süt Ürünleri bölümünü kazanmış ve 2009 yılında 1.lik derecesi ile mezun olmuştur. 2009'da Uludağ Üniversitesi Ziraat Mühendisliği bölümüne dikey geçiş yaparak 2012'de yurtdışı eğitim programıyla 1 yıllığına Macaristan'a gitmiştir.

2013 yılında Ziraat Mühendisliği Zootekni Bölümünden mezun olmuş ve yaklaşık 2 yıllık bir özel sektör deneyiminden sonra 2015 yılında ÖYP ile Şırnak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Anabilim Dalına atanmıştır.

2016 yılında eğitim için görevlendirildiği okulu Ege Üniversitesinde yüksek lisans eğitimi almaktadır.

Yayınlar:

Ataç, F.E., Gevrekçi, Y., Takma, Ç. and Çevik, M., 2017, Classification and Regression Tree Analysis on Still Birth of Hair Goats. *8. International Scientific Agriculture Symposium.* Saray-Bosna.

Ataç, F.E., Gevrekçi, Y., Takma, Ç., Koşum, N., Berberoğlu, E., Kaşıkçı, D. and Çevik, M., 2017, Factors Affecting The Still Birth of Hair Goats. *XIII. Congress of Ecology and Environment With International Participation.* Edirne.

Ataç, F.E., Gevrekçi, Y., Takma, Ç., Yeğenoğlu, E.D., Berberoğlu, E. and Çevik, M., 2017, Multivariate Statistical Methods Using in Small Ruminant Breeding. *2nd International Balkan Agriculture Congress.* Tekirdağ.

Ataç, F.E., Gevrekçi, Y., Takma, Ç., Yeğenoğlu, E.D., Çevik, M. and Berberoğlu, E., 2018, The factor affecting on weaning weights of Hair Goats. *29th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry.* Çeşme.

Ataç, F.E., Gevrekçi, Y., Yeğenoğlu, E.D., Takma, Ç., İpçak, H.H. ve Çevik, M., 2018, Keçi-çevre-genetik-beslenme-insan sağlığı. *Uluslararası Tarım. Çevre ve Sağlık Kongresi.* Aydın.

Ataç, F.E., Takma, Ç., Gevrekçi, Y., Üstüner, H. and Çevik, M., 2018, Determining factors effect for preweaning mortality on Turkish Saanen Kids. *10th Interntional Animal Science Congress.* Antalya.

Çevik, M., Gevrekçi, Y. and Şahin, M., 2018, Use of Spline Regressions in Livestock. *4th Agriculture Congress.* Nevşehir.

Çevik, M., Gevrekçi, Y. and Şahin. M., 2018, Use of Spline Regressions in Livestock. *Uluslararası Çevre Araştırmaları ve Teknoloji Dergisi. 1*(3). 35-37.

Çevik, M., Gevrekçi, Y., Ataç, F.E., Takma, Ç. and Yeğenoğlu, E.D., 2017, Nested Design Experiments in Saanen Goats. *2nd International Balkan Agriculture Congress.* Tekirdağ.

Çevik, M., Gevrekçi, Y., Takma, Ç., Ataç, F.E. and Şahin, M., 2017, Modeling of the Lactation Curve with Cubic Spline Regression Data from the Holstein Cows. *III. International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS).* Budapest.

Çevik, M., Gevrekçi, Y., Takma, Ç., Ataç, F.E. and Şahin, M., 2018, Modeling of Lactation Milk Yield with Spline Regression Method. *29th International Scientific-Expert Conference of Agriculture and Food Industry.* Çeşme.

Gevrekçi, Y., Takma, Ç., Ataç, F.E., Yeğenoğlu, E.D., Çevik, M. and Şahin, M., 2018, Using of artificial neural network for 305-day milk yield. *10th Interntional Animal Science Congress.* Antalya.

Takma, Ç., Gevrekçi, Y., Çevik, M. and Yeğenoğlu, E.D., 2017, Canonical Correlation Analysis of Egg Production Traits on Quails. *III. International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS).* Budapest.

Takma, Ç., Gevrekçi, Y., Karahan, A.E., Atıl, H. ve Çevik, M., 2017, Yumurta Verimi Üzerine Bazı Özelliklerin Etkisinin Regresyon Agacı Analizi ile Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. *54*(4). 459-463.

Takma, Ç., Gevrekçi, Y., Özsoy, A.N. and Çevik, M., 2017, Canonical Correlation Analysis on Egg Production Traits of Quails. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. *12*(1). 92-99.