

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**SÜT SIĞIRLARINDA
ZAMAN SERİSİ YÖNTEMLERİYLE
LAKTASYON EĞRİLERİNİN
MODELLENMESİ**

Emine BERBEROĞLU

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ

Zootekni Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 501.16.00

Sunuş Tarihi : 04.06.2010

**Bornova-İZMİR
2010**

Emine BERBEROĞLU tarafından doktora tezi olarak sunulan "Süt Sığırlarında Zaman Serisi Yöntemleriyle Laktasyon Eğrilerinin modellenmesi" başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 04.06.2010 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

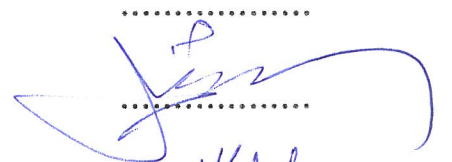

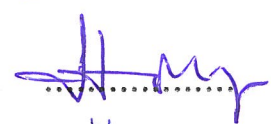
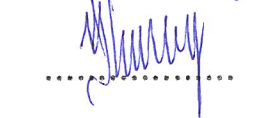
Jüri Başkanı : Prof. Dr. Yavuz AKBAS

Raportör Üye : Prof. Dr. Bülent MİRAN

Üye : Prof. Dr. Hülya ATIL

Üye : Prof. Dr. Vedat PAZARLIOĞLU

Üye : Doç. Dr. İbrahim KAYA

.....

.....

.....

.....

.....

ÖZET**SÜT SIĞIRLARINDA ZAMAN SERİSİ YÖNTEMLERİYLE
LAKTASYON EĞRİLERİNİN MODELLENMESİ**

BERBEROĞLU, Emine

Doktora Tezi, Zootekni Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ

Haziran 2010, 116 sayfa

Bu çalışmada, laktasyon boyunca elde edilen denetim günü süt verimlerini modellemek için zaman serisi yöntemleri kullanılmıştır. Denetim günü süt verimi durağan olmadığı için birinci dereceden farkı alınarak seri durağanlaştırılmıştır. ARIMA(p,d,q) yöntemi ile her bir laktasyon için 120 model denenmiş, en küçük AIC'a sahip model laktasyon eğrisini modellemeye en uygun model olarak seçilmiş ve klasik laktasyon eğrisi modellerinden Wood'un geliştirdiği Gamma modeli ile karşılaştırılmıştır.

Modellerin etkinliğini karşılaştırmak için kullanılan ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değerleri laktasyon sıralarına göre (1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7+) ARIMA için %1.53, %1.75, %1.95, %2.14, %2.98, %3.88, %4.73; Gamma modeli ile tahminlenen değerleri ise sırasıyla %4.35, %4.22, %2.78, %2.59, %4.33, %4.59, %5.67 hesaplanmıştır. ARIMA modeli ile tahminlenen modellerin MAPE değerleri daha düşük bulunmuştur. ARIMA modeli Gamma modeline göre daha iyi tahminleme yapmıştır.

Gerçek 305 günlük süt verimleri laktasyon sırasına göre 5787 kg, 6116 kg, 6232 kg, 6260 kg, 6276 kg, 6207 kg, 6044 kg iken, ARIMA modelinden tahminlenen karşılıkları 5777 kg, 6095 kg, 6218 kg, 6235 kg, 6251 kg, 6183 kg, 6008 kg ve Gamma modeli için 6007 kg, 5904 kg, 6118 kg, 6192 kg, 6090 kg, 6041 kg, 5845 kg olarak bulunmuştur.

Gerçek süt verimleri ile modellerden tahminlenen 305 günlük süt verimleri arasındaki fark, laktasyon sırasına göre ARIMA modelinde 10 kg, 21 kg, 14 kg, 25 kg, 25 kg, 24 kg, 36 kg; Gamma modelinde ise 220 kg, 212 kg, 114 kg, 68 kg, 186 kg, 166 kg, 199 kg olarak bulunmuştur.

Genel olarak ARIMA modeli, Gamma modeline göre süt verimini daha iyi modellemiş ve gerçek değerlere yakın tahminlerde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Laktasyon eğrisi, zaman serisi, ARIMA modeli, Gamma modeli

ABSTRACT**MODELLING LACTATION CURVE IN DAIRY COWS
BY TIME SERIES MODEL**

BERBEROGLU, Emine

Department of Animal Science
Supervisor: Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ

June 2010, 116 pages

In this study, time series methods were used for modeling test day milk yields during the lactation. Since series of test day milk yields during lactation is non-stationary. First order difference was applied to make the series stationary. 120 models for each lactation were fit using ARIMA(p,d,q) method. The model with minimum AIC is selected as the most suitable one and this model was compared to Gamma model developed by Wood as the classic lactation curve model.

Mean absolute percentage error (MAPE) values for comparing effectiveness of models by parity (1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7+) were %1.53, %1.75, %1.95, %2.14, %2.98, %3.88, %4.73 for ARIMA; %4.35, %4.22, %2.78, %2.59, %4.33, %4.59, %5.67 for Gamma model, respectively. MAPE values of ARIMA model are found smaller. ARIMA model gave better estimates than Gamma model.

While actual 305 day milk yields by parity were 5787 kg, 6116 kg, 6232 kg, 6260 kg, 6276 kg, 6207 kg, 6044 kg, corresponding estimates from the best ARIMA model were 5777 kg, 6095 kg, 6218 kg, 6235 kg, 6251 kg, 6183 kg, 6008 kg and from Gamma model 6007 kg, 5904 kg, 6118 kg, 6192 kg, 6090 kg, 6041 kg, 5845 kg, respectively.

The difference between actual and estimated 305 day milk yields from models by parity were found as 10 kg, 21 kg, 14 kg, 25 kg, 24 kg, 24 kg, 36 kg in ARIMA model and 220 kg, 212 kg, 114 kg, 68 kg, -186 kg, 166 kg, 199 kg in Gamma model, respectively.

Generally speaking ARIMA model gives closer forecast of milk yields to actual values and better modeling the milk yield than Gamma model.

Key Words: Lactation curve, time sires, ARIMA model, Gamma model

TEŐEKKÖR

Bu alıőma sırasında verilerin sağlanmasında ve tez çalıőmaları sırasında bana yardımcı olan danıőman hocam Prof. Dr. Yavuz AKBAŞ'a bilimsel ve manevi destek olan hocam Prof. Dr. Hőlya ATIL'a, her zaman yanımda olan aileme teőekkőr ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	3
2.1. Zaman Serisi Analizi	3
2.1.1. Zaman Serisi	3
2.1.2. Zaman serilerine etki eden faktörler ve zaman serisi kalıpları	3
2.1.2.1. Şansa bağlı zaman serisi kalıpları	4
2.1.2.2. Trend yapan zaman serisi kalıpları	4
2.1.2.3. Mevsimsel zaman serisi kalıpları	4
2.1.2.4. Konjonktürel zaman serisi kalıpları	5
2.1.2.5. Otokorelasyonlu zaman serisi kalıpları	5
2.1.2.6. Sapan değerli (outlier) zaman serisi kalıpları	5

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.1.3. Durağanlık.....	6
2.1.3.1 Zayıf durağanlık.....	6
2.1.3.2. Trend durağanlık.....	7
2.1.3.3. Fark durağanlık.....	8
2.1.4. Zaman Serilerinin Durağanlaştırılması.....	8
2.1.4.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi.....	9
2.1.5. Otokovaryans Fonksiyonu.....	10
2.1.6. Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF).....	11
2.1.7. Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF).....	13
2.1.8. Box–Jenkins Modelleri.....	14
2.1.8.1. Otoresif model (AR).....	15
2.1.8.2. Hareketli Ortalama Modeli (MA).....	16
2.1.8.3. Otoresif hareketli ortalama modeli (ARMA).....	17
2.1.8.4. Entegre otoresif hareketli ortalama modeli (ARIMA).....	19
2.1.9. Box-Jenkins Modelinin Kurulumu.....	19
2.1.9.1. Akaike Bilgi Kriteri (AIC).....	22

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.1.9.2. Q test istatistiği	23
2.1.10. Tahmin	24
2.2. Hayvancılıkla İlgili Zaman Serisi Uygulamaları	25
2.3. Hayvancılık Dışındaki Alanlarla İlgili Zaman Serisi Uygulamaları	26
2.4. Gamma Modeli ile Laktasyon Eğrilerinin Tahmini	28
2.5. Laktasyon Eğrisinin Modellenmesi ile İlgili Klasik Uygulamalar	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM	32
3.1. Materyal	32
3.2. Yöntem	33
3.3. Laktasyonun Devamlılık Düzeyinin Hesaplanması	35
4. BULGULAR	36
4.1. Birinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular	36
4.2. Birinci Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini	38
4.3. Birinci Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini	43

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.4. İkinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular.....	45
4.5. İkinci Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini.....	47
4.6. İkinci Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini.	52
4.7. Üçüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular.....	54
4.8. Üçüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini.....	56
4.9. Üçüncü Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini	60
4.10. Dördüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular.....	63
4.11. Dördüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini	65
4.12. Dördüncü Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini	70
4.13. Beşinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular.....	72
4.14. Beşinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Model Tahmini	74
4.15. Beşinci Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini	79

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.16. Altıncı Lakyasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular	82
4.17. Altıncı Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini.....	84
4.18 Altıncı Laktasyon İçin Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini.....	89
4.19. Yedinci ve Üzeri Laktasyonlara ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular	91
4.20. Yedinci ve Üzeri Laktasyon süt verimlerine ait ARIMA Model Tahmini...	93
4.21. Yedinci ve Üzeri Laktasyonlar İçin Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini	98
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	101
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	106
EKLER	112
Ek 1. Gerçek ve ARIMA ile Gamma Modellerinden Tahminlenen Kısmi ve 305 Günlük Süt Verimlerinin Laktasyon Sırasına Göre Değişimi	112
Ek 2. Gerçek ve ARIMA ile Gamma Modellerinden Tahminlenen Verim Değerlerinden Hesaplanan Devamlılık Düzeyleri (%).....	113
Ek 3. ARIMA ve Gamma Modellerinin MAPE Değerleri ve 305 Günlük Verim Bakımından Tahmini Laktasyonların Gerçek Laktasyondan Farkı.....	114

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
Ek 4. Gerçek ve Tahmini Laktasyonların Maksimum Günlük Süt Verimleri ve Maksimum Seviyeye Ulaşma Süreleri.....	115
ÖZGEÇMİŞ	116

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Box-Jenkins yaklaşımı.....	20
4.1. Birinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği	36
4.2. Birinci laktasyon süt verimlerine ait korelogram	37
4.3. Birinci dereceden farkı alınmış birinci laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği.....	38
4.4. Birinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği	39
4.5. Birinci laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait korelogram.....	40
4.6. Birinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA((10,1,7) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	42
4.7. Birinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	44
4.8. İkinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği	45
4.9. İkinci laktasyon süt verimlerine ait korelogram	46
4.10. Birinci dereceden farkı alınmış ikinci laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği.....	47
4.11. İkinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği	48
4.12. İkinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların korelogramı	49

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.13. İkinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(4,1,9) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	51
4.14. İkinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	53
4.15. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği.....	54
4.16. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait korelogram	55
4.17. Birinci dereceden farkı alınmış üçüncü laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği	55
4.18. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği.....	57
4.19. Üçüncü laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait korelogram	57
4.20. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA((10,1,10) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrisi.....	59
4.21. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	62
4.22. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği	63
4.23. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait korelogram.....	64
4.24. Birinci dereceden farkı alınmış dördüncü laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği.....	65

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.25. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği.....	66
4.26. Dördüncü laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait korelogram.....	67
4.27. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(6,1,5) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	69
4.28. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	71
4.29. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği.....	72
4.30. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait korelogram	73
4.31. Birinci dereceden farkı alınmış beşinci laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği	74
4.32. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği.....	75
4.33. Beşinci laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait korelogram.....	76
4.34. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(8,1,9) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrisi	78
4.35. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	81
4.36. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği	82

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.37. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait korelogram.....	83
4.38. Birinci dereceden farkı alınmış altıncı laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği.....	84
4.39. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği.....	85
4.40. Altıncı laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait hataların korelogramı.....	86
4.41. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(9,1,9) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri. 88	
4.42. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	90
4.43. Yedinci ve üzeri laktasyonlar için süt verimine ait zaman yolu grafiği.....	91
4.44. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerine ait korelogram.....	92
4.45. Birinci dereceden farkı alınmış yedinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği.....	93
4.46. Yedinci ve üzeri laktasyonlardaki süt verimlerine ait kalıntıların grafiği	94
4.47. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait hataların korelogramı.....	95
4.48. Yedinci ve üzeri laktasyonların süt verimine ait gerçek ve ARIMA(9,1,10) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri.....	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Model belirlemede ACF ve PACF'nun kullanımı.....	22
3.1. Laktasyon sırasına göre işletme ve laktasyondaki hayvan sayısı.....	32
4.1. Birinci laktasyon süt verimlerine uygulanan modellere ait AIC değerleri	38
4.2. Birinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri	41
4.3. İkinci laktasyon süt verimlerine uygulanman modellere ait AIC değerleri....	47
4.4. İkinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri	49
4.5. Üçüncü laktasyon süt verimlerine uygulanan modellere ait hesaplanan AIC değerleri.....	56
4.6. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait ACF, PACF değerleri ve Q istatistikleri	58
4.7. Dördüncü laktasyon süt verimlerine uygulanan modellere ait hesaplanan AIC değerleri.....	65
4.8. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri	68
4.9. Beşinci laktasyon süt verimleri tahmini için uygulanan modellere ait AIC değerleri.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.10. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikler.....	77
4.11. Altıncı laktasyon süt verimleri tahminlenmesi için uygulanan modellere ait AIC değerleri.....	84
4.12. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri.....	87
4.13. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimleri tahminlenmesi için uygulanan modellerin AIC istatistikleri.....	93
4.14. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri.....	96

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Y_t	t zamanındaki gözlem
R^2	Belirleme katsayısı
d	Fark alma derecesi
e_t	Hata terimi
k	Gecikme sayısı
n	Gözlem sayısı
p	Otoregresif modelin derecesi
q	Hareketli ortalama modelinin derecesi
μ	Populasyon ortalaması
σ^2	Populasyon varyansı
γ_k	Otokovaryans
ρ_k	Otokorelasyon
Φ	Otoregresif modelin parametresi
Φ	Hareketli ortalama modelinin parametresi
Δ	İleriye doğru fark alma
Σ	Toplam alma işlemcisi
χ^2	Khi kare

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ACF	Otokorelasyon fonksiyonu
ADF	Artırılmış Dickey Fuller birim kök testi
AIC	Akaike bilgi kriteri
AR(p)	Otoregresif süreç
ARIMA(p,d,q)	Otoregresif entegre hareketli ortalama süreci
ARMA(p,q)	Otoregresif hareketli ortalama süreci
IID	Bağımsız ve özdeş dağılan
L	Gecikme işlemcisi
MA(q)	Hareketli ortalama süreci
MAPE	Ortalama mutlak yüzde hata
PACF	Kısmi otokorelasyon fonksiyonu

1. GİRİŞ

Doğumla başlayan süt verimi belli bir süre (2–6 hafta) artarak maksimum bir noktaya ulaşır. Maksimum üretim düzeyi bir süre (ortalama 1 ay) devam eder ve daha sonra başlangıçtaki artıştan daha düşük bir hızla süt verimi azalarak, ineğin kuruya çıkması ile laktasyon sona erer. Buzağılama ile başlayıp kuruya çıkma ile son bulan süt veriminin genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle olan değişimi laktasyonun seyri veya laktasyon eğrisi olarak adlandırılır (Kaygısız, 1999).

İneğin süt veriminin değerlendirilmesinde laktasyon veya 305 günlük süt veriminin yanında laktasyon eğrisinin şekli, ele alınan önemli bir bilgidir (Kaygısız, 1999; Keskin ve Tozluca, 2004). Laktasyon eğrisinin maksimum verimden sonraki bölümüne ait eğimin az olması, bir ineğin süt verimine ait devamlılığın iyi olduğunun bir göstergesidir (Kaygısız, 1999). Nitekim laktasyon süresince süt verimi fazla değişiklik göstermeyen bir ineğin, sütün büyük bir kısmını laktasyonun başlangıcında, az bir kısmını ise sonraki dönemde veren diğer bir ineğe tercih edilmesi gerektiği Kaygısız (1999) ve Keskin ve Tozluca, (2004) bildirmiştir.

Hayvancılıkta verimlerin modeller ile ifade edilmesi, hayvanların gerek bir verim döneminde, gerekse ömürleri boyunca ortaya koyacakları verimlerin önceden tahmin edilebilmesine imkan sağlamaktadır (Keskin ve Tozluca, 2004). Bu kapsamda laktasyon eğrisi de çeşitli modellerle açıklanabilmektedir. Laktasyon eğrilerini tanımlamaya yönelik ilk matematik modelin ($Y_{(n)}=ae^{-cn}$) Brody et al. (1923) tarafından önerildiği bildirilmiştir. Bu model dışında parabolik üstel fonksiyon, ters polinomial model, yaygın bir şekilde kullanılan Gamma modeli, Gamma modelinin modifiye edilmiş hali, karesel model, Schaeffer ve Glasbell'in önerdiği çeşitli modeller de vardır (Keskin ve Tozluca, 2004; Orman ve Ertuğrul, 1999).

Laktasyon eğrisini tahminlemede kullanılan modellere alternatif olarak zaman serisi modelleri de kullanılmaktadır. Bazı araştırmacılar (Deluyker et al., 1990; Lark et al., 1999; Macciotta et al., 2000) otoregresif hareketli ortalama (ARMA) modelini denetim günü kayıtlarını tanımlayan seriye kolayca uygulamışlardır. Böylece zaman serisi modeli her bir ineğin mevcut birkaç denetim günü kayıtları ile güncel laktasyonunu tahmin etmede kullanılmıştır (Macciotta et al., 2002).

Bu çalışmada, ekonomi alanında yaygın olarak kullanılan zaman serisi yöntemlerinden AR, MA, ARMA ve ARIMA yöntemleri kullanarak ineklerde süt veriminin zamana bağlı değişiminin bir uygulaması yapılmıştır. Laktasyon süt verimleri durağan bir yapıya sahip olmadığı için ARIMA yöntemi kullanarak laktasyon eğrisi modellenmiştir. Yaygın kullanılan laktasyon eğrisi modellerinden Gamma modeli ile tahminlenen ARIMA modeli karşılaştırılmıştır. Hem modellerin etkinliğini belirlemek ve hem de iki modeli karşılaştırmak için ortalama mutlak yüzde hataları hesaplanmıştır.

2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

2.1. Zaman Serisi Analizi

2.1.1. Zaman Serisi

Zaman serisinde ilgilenilen özellik örneğin süt verimi bir değişken olup zaman içerisinde çeşitli nedenlere bağlı olarak farklı değerler alır. Dolayısıyla zaman serisi, söz konusu özelliğin zaman sırasına konmuş değişen değerleri kümesini ifade etmektedir (Kutay, 1989). Zaman aralıkları her seride farklı olabilir. Saatlik, günlük, haftalık, aylık, üç aylık, yıllık veya daha farklı zaman aralıklarına göre değerler almış zaman serileri oluşturulabilir (Chatfield, 1989). Bir zaman serisinde t , zaman devresini, Y_t ise değişkenin t zamandaki gözlem değerini gösterir (Biçen, 2006).

Zaman serilerini oluşturan değerler kümesi sürekli bir küme ise zaman serisinin sürekli olduğu, eğer küme kesikli ise zaman serisinin kesikli olduğu söylenebilir. Kesikli bir zaman serisinden alınan gözlem değerleri $Y_{t_1}, Y_{t_2}, \dots, Y_{t_n}$ olarak gösterilir. t_1, t_2, \dots, t_n gözlem zamanlarını göstermektedir. Gözlem zamanları arasındaki fark sabittir. Kesikli zaman serileri iki şekilde elde edilir.

1. Sürekli bir zaman serisinden örnekleme yapılarak,
2. Bir değişkenin değerini belli bir zaman diliminde gözleyip zaman diliminin toplamı veya ortalaması alınarak (Biçen, 2006).

Zaman serileri için bir başka sınıflandırma da seriyi meydana getiren değişkenin ortalama ve varyansının zaman boyunca gösterdiği değişkenliğe göre yapılmaktadır. İlgili değişkenin ortalama ve varyansı zaman boyunca sabit ve çeşitli gecikmelerde kovaryansı t 'ye bağlı değil ise zaman serisine durağan; eğer serinin ortalama ve varyansı zamana bağlı olarak değişiyorsa seriye durağan olmayan zaman serisi denir (Biçen, 2006).

2.1.2. Zaman serilerine etki eden faktörler ve zaman serisi kalıpları

Zamanın bir fonksiyonu olarak elde edilen serilere birçok faktör etki etmektedir (Köksal, 1985). Geleneksel zaman serisi analizinin esası, serilere

düzensiz bir görünüm veren hareket ve dalgalanmaların ileri geldikleri nedenleri bulup, bunları ortaya çıkarmaya dayanmaktadır. Zaman serisinde gözlenen hareketler değişik nedenlerden ileri gelmektedir (Tecim, 1990). Zaman serisi genel olarak trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz hareketlerin bileşiminden oluşmaktadır.

Zaman serisi değişkenleri artan, azalan veya değişmeyen yapıda bir trend özelliğine sahip olabilir. Bir zaman serisinde trend serinin uzun süreli eğilimini gösterir. Mevsimsel bileşen ise belirli aralıklarla tekrarlı bir salınım gösterir. Bir zaman serisinin değerleri trendin altında veya üstünde tekrarlı biçimde değerler almasıyla mevsimlik etkiler ortaya çıkar. Konjonktürel dalgalanmalar sektörlerin veya ekonominin refah ve depresyon dönemlerindeki durumu gibi değişimleri kapsar. Düzensiz hareketler ise daha çok önceden tahmin edilmesi mümkün olmayan olayların etkilerini yansıtır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

2.1.2.1. Şansa bağlı zaman serisi kalıpları

Şansa bağlı kalıplar yatay veya çizgi kalıplar olarak da bilinir. Şansa bağlı kalıplar verilerin genellikle sabit bir ortalama etrafında dalgalandığı kalıplardır. Bu tür seriler, ortalamaya göre durağan bir yapıya sahiptirler. Şansa bağlı serileri oluşturan verilerin belirli bir sistematik yapıya sahip kalıpları yoktur ve zaman içinde nadiren tekrarlanırlar. Dolayısıyla tam şansa bağlı bir serinin sabit bir ortalamaya sahip olduğu söylenebilir.

2.1.2.2. Trend yapan zaman serisi kalıpları

Zaman serilerinde trend yapan kalıplar, genelde seride uzun süreli artış veya azalışları yansıtır. Trend değişimleri bir serinin adeta ortalaması gibidir. Trend herhangi bir zaman serisinde uzun dönemli hareketleri gösterdiğinden trendin ortaya çıkabilmesi için örneğin ekonomi alanında yaklaşık 15 ila 18 yıllık bir döneme ihtiyaç vardır. Trend kalıpları artan, azalan veya değişmez olabileceği gibi doğrusal ve doğrusal olmayan bir kalıpta da karşımıza çıkabilir.

2.1.2.3. Mevsimsel zaman serisi kalıpları

Mevsimin etkisinde olan değişkenler yılın bazı dönemlerinde diğerlerine oranla daha yüksek veya daha düşük değerlere ulaşırlar. Mevsimsellik çok farklı şekillerde ortaya çıkabilir. Mevsimsellik bir yılın belirli mevsimlerinde (çeyrek

yıllık dönemlerde), belirli aylarda, belirli haftalarda veya bir çeyrek yılın belirli bir ayında, belirli bir haftasında, belirli bir gününde veyahut bir haftanın belirli gününde nihayet bir günün belirli bir saatinde ortaya çıkabilir. Özetlenecek olursa mevsimsellik altı ay, üç ay, bir ay, bir hafta, bir gün ve hatta bir saat gibi dönemleri kapsayabilir.

2.1.2.4. Konjonktürel zaman serisi kalıpları

Konjonktürel hareketler daha çok ekonominin veya sektörlerin refah ya da durgunluk dönemlerini içeren değişimlerdir. Genelde konjonktürel hareketler ekonomi alanında periyodik olmayan fakat 5 ile 8 yıllık dalgalanmalar ile tekrarlanır.

Mevsimsel ve konjonktürel kalıplar arasında kısmen bir benzerlik olmasına rağmen önemli farklılıklar vardır. Mevsimsel hareketlerde dönemler nispeten düzenli ve periyodik bir salınım gösterirken, konjonktürel hareketlerde dönemler düzensiz ve periyodik olmayan bir yapıdadır. Ayrıca konjonktürel hareketlerin ortalama uzunlukları mevsimsel dalgalanmalardan daha uzundur ve konjonktürün hacmi (genişliği) mevsimselliğe nispeten daha fazla bir değişkenliğe sahiptir.

2.1.2.5. Otokorelasyonlu zaman serisi kalıpları

Zaman serilerinde çok sık karşılaşılan bir diğer kalıp, otokorelasyonlu kalıplardır. Otokorelasyon bir serinin herhangi bir dönemdeki değeri ile bir önceki veya bir sonraki dönem değeri arasındaki ilişkiyi ifade eder. Genelde otokorelasyonlar serinin hareketinden ortaya çıkar. Eğer seri otokorelasyonlu ise trend ve mevsimsellik nedeniyle diğer sistematik etkiler göz önünde bulundurulmalıdır.

2.1.2.6. Sapan değerli (outlier) zaman serisi kalıpları

Zaman serisinde bazen anlık ve çoğunlukla tekrarlanmayan sapan değerli gözlemler ile karşılaşılır. Sapan değerler seride yer alan gözlem değerlerinin ortalamasından ya çok küçüktür ya da çok büyüktür. Dolayısıyla bunlar ne geçmiş ne de geleceğin kalıbını temsil ederler. Sapan değerler genellikle olağan dışı olaylardan kaynaklanan tekrarlanmayan gözlem değerleridir.

2.1.3. Durağanlık

Durağanlık kavramı, basitçe zaman serisi verilerinin belirli bir zaman sürecinde sürekli artma veya azalmanın olmadığı, verilerin zaman boyunca bir yatay eksen boyunca saçılım gösterdiği biçiminde tanımlanır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005). Başka bir ifadeyle zaman serisi verilerinin sabit bir ortalama etrafında dalgalandığı ve dalgalanmanın varyansının zaman boyunca sabit kaldığı şeklinde ifade edilir (Gujarati, 1995).

Uygulamada durağan olmayan serilerle sıkça karşılaşılmaktadır. Durağan olmayan seriler birtakım yöntemlerle durağan hale getirilir. Çünkü, zaman serisi çözümlemesi için geliştirilen ve kullanılan stokastik modeller durağan serilere uygulanabilmektedir (Gürsakal, 2005).

Bir zaman serisinde durağanlık farklı şekilde ortaya çıkabilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005)

2.1.3.1 Zayıf durağanlık

Durağanlık bir zaman serisinin davranışının geçmişte, şimdi ve gelecekte benzer olduğu anlamına gelmektedir. Aşağıda belirtilen üç özelliği Y_t serisi sağlıyorsa Y_t serisi durağan bir seridir. Buna göre;

1. Eğer bir seri, sabit bir değer etrafında değişim gösteriyorsa yani seri sabit ortalamalıysa ($E(Y_t) = \mu$ tüm t için),
2. Y_t 'nin zamana bağlı olmayan sonlu bir varyansı varsa, ($Var(Y_t) = \sigma^2$ tüm t için),
3. Y_t 'nin iki değeri arasındaki kovaryansı, sadece bu iki değer arasındaki zamansal uzaklığına bağlıysa ($Cov(Y_t, Y_{t+k}) = \gamma_k$ tüm t ve k için).

Yukarıda tanımlanan durağanlık, literatürde ikinci dereceden durağanlık, zayıf durağanlık, kovaryans durağanlık ya da geniş-duyarlı durağanlık şeklinde değişik biçimlerde adlandırılmaktadır (Gürsakal, 2005).

En basit durağan zaman serisi Beyaz Gürültü (white noise) sürecidir. Beyaz gürültü süreci aşağıdaki gibi gösterilir.

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t$$

$$Y_t - Y_{t-1} = Y_{t-1} - Y_{t-2} + e_t$$

$$\Delta Y_t = e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2) \quad (2.1)$$

Burada e_t sıfır ortalama ve bağımsız olarak dağılmış tesadüfi değişkenlerden (IID: Identical Independent Distribution) oluşur.

Bir zaman serisinin bütün özelliklerinin zamana göre değişmezliği, bu serinin tam durağan olduğunu gösterir. Eğer serinin bir dönemindeki bileşik olasılık dağılımı tüm t 'ler için diğer dönemlerde elde edilen bileşik olasılık dağılımlarına özdeş ise tam durağanlık söz konusudur

Ancak uygulamada bu varsayımın sağlanması çok güç koşullara bağlı olduğundan çoğunlukla daha gevşetilmiş bir varsayım olan zayıf durağanlık varsayımı kullanılır. Tam durağan bir süreç aslında aynı zamanda zayıf durağandır. Ancak tersi doğru değildir. Yani bir zayıf durağan süreç aynı zamanda tam durağan değildir (Gürsakal, 2005).

2.1.3.2. Trend durağanlık

Bir diğer durağanlık kavramı trend durağanlıktır. Durağan olmayan zaman serilerinde durağan dışılığın muhtemel nedenlerinden biri serinin bir deterministik trende sahip olmasıdır. Bir zaman serisinin sahip olduğu deterministik trend yapısı zaman yolu grafiği kullanılarak ortaya konabilir. Gerçekte durağan olan bir zaman serisinde, serinin sahip olduğu deterministik trend etkisi ile ortalamasının değişmesi nedeniyle zaman serisi durağan dışı bir yapı gösterebilmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

Klasik zaman serisi yaklaşımında durağan olmayan zaman serisi aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

$$y_t = T_t + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

Burada, y_t zaman serisini, T_t deterministik trendi, ε_t ise durağan stokastik bileşeni temsil etmektedir. Zaman serisi durağan olmayan bir seri iken ε_t durağan stokastik terimdir. Zaman serisinde deterministik trend, serinin durağan olmasını engellemektedir. O halde seri trend etrafında sıfır ortalamalı durağan stokastik süreç ε_t tarafından açıklanıyor olacaktır. Doğrusal trend-durağan süreç için zaman serisi yaklaşımında aşağıdaki şekilde bir model ileri sürülmektedir.

$$y_t = \mu + \Phi_t t + \varepsilon_t \quad (2.3)$$

Burada y_t zaman serisini, μ serinin ortalamasını, t deterministik trendi, Φ deterministik trendde ait bilinmeyen parametreyi, $\varepsilon_t \sim iid(0, \sigma_\varepsilon)$ durağan stokastik bileşeni temsil etmektedir. Trend durağan süreçte şansa bağlı şoklar kısa dönemli etki göstermektedir (Gürsakal, 2005).

2.1.3.3. Fark durağanlık

Durağan olmayan zaman serilerinde durağan dışılığın nedenlerinden bir diğeri de serilerin stokastik bir trende sahip olmasıdır. Stokastik trend genellikle şansa bağlı yürüyüş olarak tanımlanmaktadır. Çünkü zaman serisinin durağan olmaması serinin belirli bir ortalama etrafında saçılım göstermediği ve sabit bir varyansa sahip olmaması anlamına gelmektedir.

Fark durağan sürecini trend durağan süreçten ayıran en önemli noktalardan birisi şansa bağlı şokların etkisinin sonsuza kadar devam etmesidir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

2.1.4. Zaman Serilerinin Durağanlaştırılması

Bir zaman serisi modelinin kurulması aşamasında öncelikle serideki durağan dışılığın yok edilmesi gerekir.

Durağan olmayan süreçlerin hangi tipte olduğunu bilmek, durağan dışı bir serinin durağan hale dönüştürme işleminin doğru bir şekilde yapılmasına yardımcı olur.

Durağanlığın sağlanması için uygulamada iki tür yöntem vardır.

1. Farkların alınması (t . gözlemden $t-1$. gözlemin çıkarılması)

2. Deterministik trendin elimine edilmesi. Bu da;

- a. Zaman üzerine regresyon uygulayıp artıklarla çalışarak
- b. Modele bir zaman trendi ilave edilerek

Durağan olmayan zaman serisindeki stokastik trend yapısı yok etmek için seri durağanlaştırılmaktadır. Bu durağanlaştırma işlemi fark alma olarak

tanımlanmaktadır. Örneğin basit bir tam şansa bağlı yürüyüş serisi aşağıdaki şekilde tanımlansın.

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.4)$$

Burada y_{t-1} stokastik trend iken $\varepsilon_t \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$ olarak tanımlanmaktadır. y_t serisi durağan değil iken modelin her iki tarafından y_{t-1} çıkarıldığında yani farkı alındığında seri durağan olacaktır.

$$y_t - y_{t-1} = \varepsilon_t$$

$$(1-L)y_t = \varepsilon_t$$

$$\Delta y_t = \varepsilon_t \quad (2.5)$$

Burada fark alma işlemi zaman serisinin, stokastik trendten arındırılarak şansa bağlı terimin özelliklerinin $\varepsilon_t \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$ olmasını sağlamıştır. Yani $y_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$ olur (Gürsakal, 2005).

Bir zaman serisi durağan değilse ve birinci farkı alındığında durağan oluyorsa bu durumda zaman serisine birinci dereceden entegre seri denir ve I(1) ile gösterilir. Benzer şekilde serinin durağan olması için ikinci kez farkının alınması gerekiyorsa seriye ikinci dereceden entegre seri denir ve I(2) ile gösterilir (Gürsakal, 2005).

Bir zaman serisinin durağan dışılığını ortaya çıkarmanın iki yolu vardır.

1. Serinin zaman yolu grafiğinde ve korelogramında, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon katsayıları üzerinde yapılan subjektif yargılara dayanmak,

2. Birim köklerin varlığı için istatistiksel testlere baş vurmaktır.

2.1.4.1. Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi

Bir zaman serisinin durağanlığının araştırılmasında serinin zaman yolu grafiğine bakıldığında durağanlığı hakkında bilgi verebilir. Fakat zaman serisinin durağanlığının araştırılmasında istatistiki testlerin de kullanılmasında fayda vardır (Gürsakal, 2005). Dickey-Fuller testi sadece birinci dereceden otoregresif (autoregressive-AR) ve hareketli ortalama (moving average-MA) yapılarını

dikkate alır. Genişletilmiş Dickey-Fuller testi ise daha yüksek dereceden AR(p) ve MA(q) yapılarını da göz önüne alır.

Dickey-Fuller testinde H_0 hipotezi birim kökün varlığıdır. AR(1) modeli ele alındığında model:

$$y_t = \Phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

şeklindedir. Her iki tarafın birinci dereceden farkı alındığında

$$y_t - y_{t-1} = \Phi_1 y_{t-1} - y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

$$\Delta y_t = (\Phi_1 - 1) y_{t-1} + \varepsilon_t$$

ve $(\Phi_1 - 1) = \delta$ olursa hipotezler;

$$H_0: \delta = 0 \quad (\Phi_1 = 1)$$

$$H_1: \delta < 0 \quad (\Phi_1 < 1)$$

şeklinde kurulur. $\delta = 0$ olması birim kökün var olduğunu gösterir. Tahmin edilen δ değeri standart t testi yerine Dickey-Fuller için geliştirilen τ testi ile değerlendirilir (Şahbaz, 2007). Ancak seride sabit terim ya da eğilim varsa bunlar da regresyona eklenerek test yapılır, τ_α ve τ_β test istatistikleri bulunur (Subaşı, 2005; Sevüktekin ve Nargeleçekneler, 2005). Ayrıca ε_t değerleri de otokorelasyon içermemelidir, içerirse Dickey-Fuller testi geçerli olmamaktadır.

2.1.5. Otokovaryans Fonksiyonu

Zaman serisini oluşturan sürecin kesin bir tanısının yapılabilmesi için sürecin olasılık dağılımının tanımlanması gerekir. Ancak genellikle bu mümkün olmamaktadır. Bu durumda sürecin özelliklerini saptayabilmek için otokovaryans fonksiyonu, otokorelasyon fonksiyonu ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu gibi araçlardan yararlanılır (Biçen, 2006).

Otokovaryans zaman serisinin stokastik yapısının belirlenmesinde önemli bir araçtır. Çünkü otokovaryans, zaman serisinin bir gözleminin diğerine nasıl bağlı olduğu hakkında fikir verir. Diğer bir anlamda serilerin özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Zayıf durağan bir seri y_t olarak düşünülürse bu stokastik sürecin y_t ile y_{t-k} arasındaki kovaryansı aşağıdaki şekilde belirlenir (Gürsakal, 2005; Kutay, 1989).

$$\gamma_k = Cov(y_t, y_{t-k}) = E[(y_t - E(y_t))(y_{t-k} - E(y_{t-k}))] = E[(y_t - \mu)(y_{t-k} - \mu)] \quad (2.7)$$

y_t ile y_{t-k} arasındaki kovaryans, bir tek stokastik sürecin gözlemleri arasındaki doğrusal bağımlılığı ölçer. Burada y_t ile y_{t-k} 'nin kovaryansı t noktasındaki zamana bağlı değildir. Sadece iki şansa bağlı değişken arasındaki zaman farkına bağlıdır. Otokovaryans fonksiyonunun farklı ölçme birimlerinden etkilenmesini ortadan kaldırmak ve normalleştirilmiş değerler elde etmek için otokorelasyon fonksiyonu hesaplanmaktadır (Gürsakal, 2005; Akgül, 2003).

2.1.6. Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF)

Bir zaman serisinin k periyoduyla ayrılmış, birbirini takip eden gözlem değerleri arasındaki korelasyona otokorelasyon denilmektedir (Yayar, 2002).

Otokorelasyonlar, farklı zamanlardaki gözlemler arasındaki doğrusal ilişkiyi gösterir. Bir seride herhangi bir k gecikme değeri için otokorelasyon değerinin hesaplanması işlemi, orijinal seri ile orijinal seri k değeri kadar taşınarak elde edilen yeni seri arasındaki korelasyon değerinin hesaplanmasıdır (Biçen, 2006).

Gecikme değeri olan k 'nin bir fonksiyonu olarak elde edilen otokorelasyon katsayıları, otokorelasyon fonksiyonu (ACF) olarak adlandırılmakta ve sürecin bir değerinin, ilişkili olduğu geçmiş dönemlerle olan doğrusal ilişkisinin gücünü göstermektedir (Biçen, 2006).

ACF, seride yer alan gecikmeye göre belirlenmiş nokta çiftleri arasında ne kadar korelasyon olduğunun ölçüsünü verir ve $-1 \leq \rho_k \leq +1$ değerleri arasında yer alır (Sevüktekin ve Nargeleçenler, 2005). Bu katsayının mutlak değerinin yüksek olması değişkenin geçmiş dönem değerlerine bağımlı olduğunu, düşük olması ise değişkenin tesadüfi olduğunu gösterir (Gürsakal, 2005).

Örneklem ACF'u korelogram olarak adlandırılmaktadır. Eğer seride yer alan gözlem sayısı çok fazla ise tahmin edilmiş otokorelasyon fonksiyonu anakütle ACF'na yakın değer alacaktır (Gürsakal, 2005).

k gecikmesi için otokorelasyon katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\rho_k = \frac{E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)]}{\sqrt{E[(Y_t - \mu)^2 (Y_{t-k} - \mu)^2]}} = \frac{E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)]}{\sigma_y \sigma_{y-k}} \quad (2.8)$$

Durağan süreç için t dönemdeki varyans ile t-k dönemindeki varyans aynı olduğundan, otokorelasyon katsayısı,

$$\rho_k = \frac{E[(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)]}{\sigma_y^2} \quad (2.9)$$

olur. Böylece k gecikme için otokorelasyon

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (2.10)$$

eşitliği ile ifade edilir. Yukarıdaki eşitlikte γ_k k gecikme için otokovaryansı, γ_0 ise serinin varyansını ifade etmektedir. Eşitliğe göre $\rho_0 = 1$ dir.

Otokovaryans ve otokorelasyonlarla ilgili olarak,

$$\gamma_k = \gamma_{-k} \quad (2.11)$$

ve

$$\rho_k = \rho_{-k} \quad (2.12)$$

eşitlikleri, otokovaryans ve otokorelasyonların simetrik olduğunu göstermektedir (Yayar, 2002). Eşitliklerdeki k belirli bir gözlemden k dönem sonraki gözlem değerini, -k ise k dönem önceki gözlem değerini ifade etmektedir.

Uygulamada ACF'nun güvenilir bir tahminini elde etmek için en az 50 gözleme ihtiyaç vardır. Toplam gözlem sayısı T olmak üzere tahmin edilen otokorelasyon katsayıları T/4'ten büyük olmayan K tane değer için ($k=0,1,2,\dots,K$) hesaplanmalıdır (Box and Jenkins, 1976; Biçen, 2006).

ACF zaman serisinin durağan olup olmadığını belirlemede kullanılmaktadır. Gecikme uzunluğu k arttıkça serinin örneklem ACF hızla azalıyor ve kısa gecikmelerle eksenini kesiyor ise serinin durağan olduğuna, serinin örneklem ACF yavaşça azalıyor ve uzun gecikmelerle eksenini kesiyor ise serinin durağan olmadığına karar verilir (Biçen, 2006; Akgül, 2003).

ACF analiz edilecek seri için uygun olabilecek model ya da modellerin belirlenmesinde ve seçiminde kullanılan önemli bir araçtır (Yayar, 2002).

Box-Jenkins tahmin sürecinde uygun modelin seçilmesinde, modelin derecesinin belirlenmesinde, modelin doğruluğunun test edilmesinde

otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon fonksiyonlarından yararlanılmaktadır (Yayar, 2002).

Zaman serilerinin analizinde başarı, serilerin çeşitli gecikme değerleri için otokorelasyon katsayılarının değerlerini yorumlamaya ve seride görülen çeşitli unsurların şansa bağlı unsurlardan ayırt edilmesine bağlıdır (Yayar, 2002)

Teorik olarak çok sayıda terimden oluşan şansa bağlı bir serinin $k = 0, 1, 2, \dots, K$ gecikme değerleri için hesaplanan otokorelasyon katsayıların örneklem dağılımının ortalaması sıfır, T toplam gözlem sayısı olmak üzere standart hatası yaklaşık olarak $1/\sqrt{T}$ kadar olur. Fakat gecikme değeri $k > 1$ olduğunda otokorelasyon katsayısının varyansı;

$$Var(r_k) \cong \frac{1}{T} \left(1 + 2 \sum_{k=1}^K r_k^2 \right) \quad (2.13)$$

değerini alır. Hesaplanan otokorelasyon katsayıları;

1. Eğer çeşitli gecikmeler için örnekleme dağılımından hesaplanan otokorelasyonlar $\pm Z_c \cdot 1/\sqrt{T}$ ($\approx \pm 2/T$) aralıkları içinde ise otokorelasyon değerlerinin sıfır olduğu ve serinin tesadüfi olduğuna karar verilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

2. Eğer bir seri için hesaplanan otokorelasyon katsayılarının değerleri birkaç gecikmeden sonra sıfıra yaklaşıyor, yani $\pm Z_c \cdot 1/\sqrt{T}$ limitleri arasında kalıyorsa bu seri durağandır, aksi takdirde serinin durağan olmadığına karar verilmektedir (Bircan ve Karagöz, 2003; Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

3. $\pm Z_c \cdot 1/\sqrt{T}$ limitleri dışında kalan otokorelasyon katsayıları bazı Box-Jenkins modellerinin derecesinin belirlenmesinde kullanılır (Yayar, 2002).

2.1.7. Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF)

Kısmi otokorelasyonlar, diğer zaman gecikmelerinin etkisi yok edildiğinde y_t ile y_{t-1} arasındaki birlikteliğin derecesini ölçmede kullanılır. Örneğin y_t ile y_{t-1} ve y_{t-1} ile y_{t-2} arasında kuvvetli bir otokorelasyon var olduğunu kabul edelim. Bu durumda y_t hem y_{t-1} hem de y_{t-2} ile ilişkilidir. y_t ile y_{t-2} arasındaki bir korelasyonu

ölçmek amacıyla aradaki y_{t-1} etkisinin yok edilmesi gerekir. Bu işlem kısmi otokorelasyon olarak adlandırılır.

Kısmi otokorelasyon katsayısı da ± 1 değerleri arasında yer alır. k . dereceden kısmi otokorelasyon katsayısı Φ_{kk} ile gösterilir ve Yule Walker denklem sistemi ile hesaplanır.

$$\phi_{11} = \rho_1 \quad (2.14)$$

$$\phi_{22} = \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2} \quad (2.15)$$

$$\phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j} \quad k = 3,4,5,\dots \quad (2.16)$$

Kısmi otokorelasyon katsayısı AR modellerinin derecesini belirlemede kullanıldığı için AR süreçleri için önemlidir. AR modelinin derecesini belirleyebilmek için hesaplanan kısmi otokorelasyon katsayılarının hangi gecikmeden sonra sıfırdan farklı olmayan değerler aldığına karar vermek gerekir (Yayar, 2002).

Hesaplanan Φ_{kk} değerlerinden yararlanılarak yapılacak anlamlılık testleri otokorelasyon katsayıları için yapılan anlamlılık testlerine benzer. Dolayısıyla Φ_{kk} büyük örneklem testlerinde sıfır ortalama ve $1/\sqrt{T}$ standart hata ile yaklaşık olarak normal dağılır. Yani ACF'da olduğu gibi PACF'larda da bir temiz serisi için sıfıra yaklaşmaktadır. Diğer bir anlamda eğer bir zaman serisi temiz dizi ise tahmin edilen kısmi otokorelasyonları yaklaşık olarak $1/\sqrt{T}$ standart hata ile bağımsız ve normal olarak dağılır (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

2.1.8. Box–Jenkins Modelleri

Zaman serileri ile tahminlemede bulunabilmek için bilinen ve en yaygın kullanılan istatistik yöntemlerin en kapsamlısı Box-Jenkins modelleridir. Box-Jenkins yöntemi kesikli, doğrusal ve stokastik süreçlere dayanır. Otoregresif (Autoregressive-AR), Hareketli Ortalama (Moving Average-MA), Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Moving Average-ARMA) ve Bütünleşik Otoregresif Hareketli Ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average-

ARIMA) Box-Jenkins kestirim modelleridir. AR(p), MA(q) ve bunların birleşimi olan ARMA(p,q) modelleri durağan süreçlere uygulanırken, ARIMA(p,d,q) modelleri durağan olmayan süreçler için kullanılmaktadır (Biçen, 2006).

Box-Jenkins yaklaşımı ile bir zaman serisini modelleyebilmek için ilgili serinin durağan olması gerekir. Bir seri sabit bir büyüme örüntüsü ya da genelde bir trend gösteriyorsa ya da bir seviyeden başka bir seviyeye geri dönüyor veya ilerliyor ise bu yapıdaki seriler durağan bir seriye dönüştürülmeden modellenemezler. Zaman serilerinin genelde durağan özelliğe sahip olmadığı bilinmektedir. Durağanlaştırma genelde fark alma işlemi ile sağlanır. Fark alma işlemi seri durağanlaşmaya kadar yapılır. Uygulamada genelde bir veya iki defa fark alma işlemi ile gerçekleştirilir (Akgül, 2003) .

2.1.8.1.Otoregresif model (AR)

Otoregresif modeller bir zaman serisinde herhangi bir gözlem değerini, aynı seride kendinden önce yer alan belirli sayıda geçmiş dönem gözlem değerlerine ve şansa bağlı etkilere bağlı olarak açıklayan modellerdir. AR modelleri içerdikleri geçmiş dönem gözlem değeri sayısına göre isimlendirilirler. AR(1) modeli zaman serisi için aşağıdaki şekilde gösterilebilir

$$y_t = \delta + \Phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.17)$$

Burada şansa bağlı etki $\varepsilon_t \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$ ile beyaz gürültü olduğu varsayılmaktadır. AR(1) modelinin gecikme operatörü (L) ile ifade edilen kullanım şekli aşağıdaki gibidir.

$$y_t - \Phi_1 y_{t-1} = \delta + \varepsilon_t$$

$$(1 - \Phi L) y_t = \delta + \Phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.18)$$

AR(1) sürecinin durağan olabilmesi için $-1 < \Phi < 1$ olması gereklidir.

Benzer şekilde zaman serisi iki tane geçmiş gözlem değeriyle ilişkilendirilerek tanımlanabiliyorsa, yani AR(2) modeli ise model

$$y_t = \delta + \Phi_1 y_{t-1} + \Phi_2 y_{t-2} + \varepsilon_t \quad (2.19)$$

$$y_t - \Phi_1 y_{t-1} - \Phi_2 y_{t-2} = \delta + \varepsilon_t$$

$$y_t - (\Phi_1 L - \Phi_2 L^2) y_t = \delta y_{t-2} + \varepsilon_t \quad (2.20)$$

şeklinde olur. AR(2) modeli için durağanlık koşulları aşağıdaki gibidir.

$$\Phi_2 + \Phi_1 < 1 \quad (2.21)$$

$$\Phi_2 - \Phi_1 < 1 \quad (2.22)$$

$$|\Phi_2| < 1 \quad (2.23)$$

AR(1) ve AR(2) modeli için verilen koşullar AR(p) modeli için uygulanabilir. Bir AR(p) modeli aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$y_t = \delta + \Phi_1 y_{t-1} + \Phi_2 y_{t-2} + \dots + \Phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.24)$$

$$(1 - \Phi_1 L - \dots - \Phi_p L^p) y_t = \delta + \varepsilon_t \quad (2.25)$$

AR(p) modeli için durağanlık koşulu ise;

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_p < 1 \quad (2.26)$$

şeklindedir.

Uygulamada AR süreci için p derecesi bilinmemektedir. Bunun için iki genel yaklaşım vardı. Birincisi yaklaşım, PACF'nun kullanılmasıdır. Sıfırdan farklı PACF'in sayısıdır. İkinci yaklaşım ise Akaike Schwarz gibi bazı bilgi kriterlerinin kullanılmasıdır.

2.1.8.2. Hareketli Ortalama Modeli (MA)

Zaman serilerinin modellenmesinde bir diğer kullanışlı araç, hareketli ortalama (MA) modelleridir. Hareketli ortalama modelleri, bir zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerinin, aynı dönemdeki şansa bağlı şoklar ve belirli sayıdaki geçmiş döneme ait şansa bağlı etkilerin doğrusal bir kombinasyonu olarak ifade edildiği modellerdir. MA modelleri içerdikleri geçmiş dönem şansa bağlı şokların sayısına göre isimlendirilirler. Örneğin, MA(1) modeli bir tane geçmiş dönem şansa bağlı şoka bağlıdır.

$$y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (2.27)$$

Burada, şansa bağlı etki, $\varepsilon \sim \text{IID} (0, \sigma_\varepsilon^2)$ şeklinde bir beyaz gürültü serisi olduğu varsayılmaktadır. MA süreci için de gecikme operatörü kullanılabilir. MA(1) modeli için gecikme operatörü kullanılarak model aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$y_t = \mu + (1 - \theta_1 L) \varepsilon_t \quad (2.28)$$

Model tahmininde yapılacak hesaplamalarda ε_t ve ε_{t-1} 'in korelasyonsuz olduğu varsayımı kullanılmaktadır. Benzer olarak MA(2) süreci aşağıdaki şekilde yazılır.

$$y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} \quad (2.29)$$

$$y_t = \mu + (1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2) \varepsilon_t \quad (2.30)$$

Genelleştirme yapılarak MA(q) süreci, modelde q tane şansa bağlı şokun yer alması ile oluşturulur.

$$y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.31)$$

$$y_t = \mu + (1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \dots + \theta_q L^q) \varepsilon_t \quad (2.32)$$

Dikkat edilmesi gereken bir nokta, tüm köklerin katsayısı birim değerden büyükse, yani kökler birim dairenin dışında ise bu durumda MA(q) süreci bir AR süreci olarak ifade edilebilir. Bu “tersine çevrilebilir” koşulu olarak adlandırılır. MA(1) süreci için $\theta_1 < 1$ olması sürecin tersine çevrilebilir olduğunu gösterir.

MA sürecinin de mertebesini belirlemek için otokorelasyon katsayısı (ACF) ve kısmi otokorelasyon katsayısı (PACF) kullanılır. Eğer model sadece bir tane şansa bağlı şoka bağlı ise yani MA(1) yapısına sahip ise ACF(1) sıfırdan farklı değer alırken, diğer ACF'ler sıfır değerini alacaktır. Benzer biçimde MA(2) modelinde ilk iki gecikmede ACF sıfırdan farklı değer alırken, daha yüksek gecikmelerde sıfır değeri elde edilecektir

2.1.8.3. Otoregresif hareketli ortalama modeli (ARMA)

Bazen bir zaman serisi ne AR ne de MA modeli ile tatmin edici bir biçimde açıklanamaz. Bu durumda serinin bir ARMA süreci olma olasılığı vardır.

Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri (ARMA), AR ve MA modellerinin bir kombinasyonudur.

Bir ARMA serisinin herhangi bir dönemine ait gözlem değeri, ondan önceki belirli sayıda gözlem değeri ve şansa bağlı etkilerin bir doğrusal kombinasyonu olarak ifade edilir. ARMA modelleri hem p bileşenini hem de q bileşenini içermektedir. Gösterim olarak ARMA(p,q) şeklinde yazılır. Örneğin, basit olarak bir ARMA(1,1) modeli aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$y_t = \delta + \Phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (2.33)$$

$$y_t - \Phi_1 y_{t-1} = \delta + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$(1 - \Phi_1 L) y_t = \delta + (1 + \theta_1 L) \varepsilon_t \quad (2.34)$$

Burada, şansa bağlı şok $\varepsilon \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$ şeklinde bir beyaz gürültü serisidir. ARMA(1,1) serisinde $|\Phi| < 1$ durağanlık koşulunu, $|\theta| < 1$ ise tersine çevrilebilirlik koşulunu sağlar.

Ekonomik serilerde tipik olarak görülen bir durum $\Phi > \theta$ olması ve Φ ile θ 'nin pozitif tamsayılar olmasıdır. Genel olarak bir ARMA(p,q) süreci aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

$$y_t = \delta + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i} \quad (2.35)$$

Burada, şansa bağlı şok $\varepsilon \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$ bir beyaz gürültü ve p ile q pozitif tamsayılardır. Gecikme operatörü kullanılarak model yeniden aşağıdaki şekilde düzenlenebilir.

$$y_t = \delta + \Phi_1 y_{t-1} + \Phi_2 y_{t-2} + \dots + \Phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.36)$$

$$y_t - \Phi_1 y_{t-1} - \Phi_2 y_{t-2} - \dots - \Phi_p y_{t-p} = \delta + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

$$(1 - \sum_{i=1}^p \phi_i L^i) y_t = \delta + (1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i) \varepsilon_t \quad (2.37)$$

Uygulamada bir ARMA süreci için uygun p ve q düzeylerinin belirlenmesi oldukça zor bir aşamadır. Ancak ARMA süreci için uygun p ve q düzeylerinin

belirlenmesinde alternatif yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri, otokorelasyon fonksiyonu (ACF) ile kısmi otokorelasyon fonksiyonu (PACF) tahminlerinin kullanılmasıdır.

2.1.8.4. Entegre otoregresif hareketli ortalama modeli (ARIMA)

Zaman serisini durağanlaştırılması serinin çeşitli derecelerde farkı alınarak yapılmaktadır. Zaman serisinin doğrusal olma eğilimi var ise, birinci dereceden fark serisi durağanlığı sağlamaktadır. Eğer zaman serisinin eğrisel bir eğilimi varsa, farkların tekrar farkı alınarak ikinci derece farklar serisi ile durağanlık elde edilmekte, bu durumda model ARIMA (p, d, q) olarak ifade edilmektedir. Burada d serinin durağanlığının sağlanması için kaç kez fark aldığını gösteren parametredir (Hamzaçebi ve Kutay, 2004).

ARIMA (p, d, q) modelinin genel ifadesi

$$w_t = \Phi_1 w_{t-1} + \Phi_2 w_{t-2} + \dots + \Phi_p w_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (2.38)$$

şeklinindedir. Bu eşitlikte $y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-p}$ gözlem değerlerinin yerine farkı alınmış gözlem değerleri ($w_t, w_{t-1}, \dots, w_{t-p}$) kullanılmaktadır. Yani $\Delta^d y_t = w_t$ dir. Burada Δ fark alma operatörünü, d fark alma derecesini, $w_t, w_{t-1}, \dots, w_{t-p}$ farkı alınmış seriyi göstermektedir (Hamzaçebi ve Kutay, 2004).

Eğer bir zaman serisi durağan değilse seriye bir ARMA modeli uydurmak için önce seriyi durağan hale getirmek gerekecektir. Seri kaçınıcı dereceden entegre ise o kadar farkını alıp durağan hale getirildikten sonra uydurulan ARMA modellerine ARIMA modelleri denmektedir. Bir zaman serisi d. farkı alındıktan sonra durağanlaşıyorsa, ARIMA(p,d,q) olarak gösterilebilir.

2.1.9. Box-Jenkins Modelinin Kurulumu

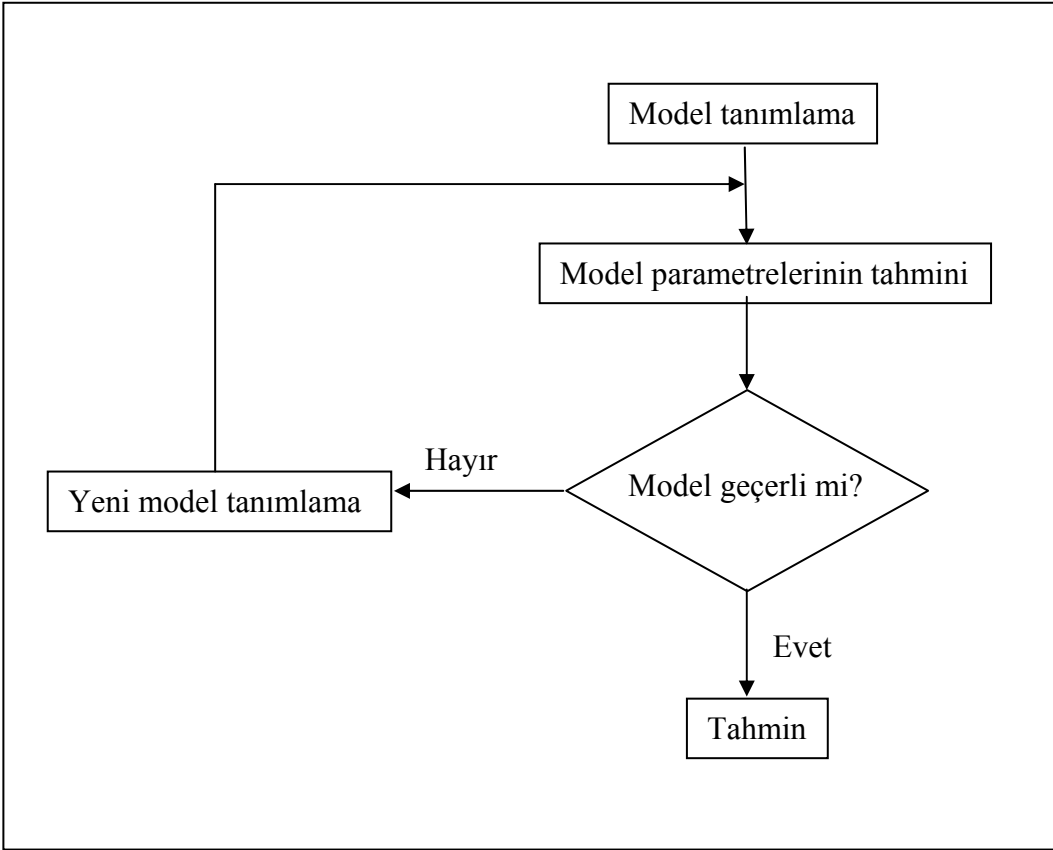
Zaman serisinin modellerini kurmada Box-Jenkins (1976) yaklaşımı, verilere en uygun ARIMA modelini bulma yöntemidir. Box-Jenkins yaklaşımında temel fikir az sayıda parametre tahmini ile zaman serisi verilerinin özelliklerini ortaya koyan bir model kurmayı öngörür (Akgül, 2003). İlave her katsayı uyumu artırması yanında serbestlik derecesini düşürme maliyeti dikkate alınır. Tutumlu bir modelin verilere uyumu, gereksiz herhangi bir katsayının ilave edilmesinden

daha iyidir. Amaç tam süreci elde etmek olmasa da, doğru veri üretme sürecine yaklaşılmaktadır (Biçen, 2006).

Zaman serisi modelini kurmada Box-Jenkins yaklaşımı dört aşamada gerçekleştirilir:

1. Zaman serisi modelinin belirlenmesi (tanımlanması)
2. Parametrelerin tahmin edilmesi
3. Test veya ayırt edici kontrol
4. Tahmin

Şekil 2.1'de Box-Jenkins yaklaşımı şematik olarak görülmektedir.



Şekil 2.1. Box-Jenkins yaklaşımı

Model belirleme aşamaları;

1. Örneklem verilerinin zaman yolu grafiği çizilir. Varsa olağan dışı gözlemler belirlenir. Eğer varyansın sabitliği için herhangi bir dönüşüm gerekiyorsa logaritmik dönüşüm ($Y=LnY$), karekök dönüşümü ($Y = \sqrt{Y}$), hiperbolik dönüşüm ($Y=1/Y$), kare dönüşümü ($Y=Y^2$) ya da Arcsinüs

dönüşümlerinden ($Y = \text{Arcsin} \sqrt{Y}$) hangisinin kullanılacağına (Albayrak, 2008) karar verilir ve gerekli ise varyansın sabitliği sağlanana kadar dönüştürme işlemi yapılır.

2. ACF'ler ve PACF'ler hesaplanır. Eğer otokorelasyonlar hızlı bir şekilde düşmüyorsa veya ortadan kalkmıyorsa seri durağan dışıdır. Bu durumda durağanlık sağlanana değin verilerin farkı alınır. Daha sonra farkı alınan seriler için bir ARIMA modeli belirlenir.

3. Durağanlığa ulaşıldığında otokorelasyonlar incelenir. Bu durumda;

a. MA(q) sürecine ilişkin otokorelasyonlar $k > q$ için $\rho_k = 0$ veya gecikme düzeyi q'dan sonra anlamlı otokorelasyonlar yoktur. Kısmi otokorelasyonlar bir süre daha anlamlı olmaya devam ederler. ACF'nun kesilme noktasını belirlemek için örneklem otokorelasyonları $\pm 2/\sqrt{T}$ ile karşılaştırılır.

b. AR(p) sürecine ilişkin kısmi otokorelasyonlar $k > p$ için $\Phi_{kk} = 0$ veya gecikme p'den sonra anlamlı ise kısmi otokorelasyon yoktur. Otokorelasyonlar bir süre daha anlamlı olmaya devam ederler. PACF'nun kesilme noktasını belirlemek için $\pm 2/\sqrt{T}$ ile karşılaştırılır.

c. Ne otokorelasyonlar ne de kısmi otokorelasyonlar belirli bir noktada kesilmiyorsa bu durumda ARMA modeli daha uygun olacaktır. AR ve MA bileşenlerinin derecesi otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon kalıplarından çıkarılır.

Çizelge 2.1'de ACF ve PACF'nun model belirlemedeki yardımı özetlenmiştir

Modele girecek değişkenler istatistiki testlerle de belirlenebilir. Burada Akaike Bilgi Kriteri (AIC) kullanılmaktadır.

Çizelge 2.1 Model belirlemede ACF ve PACF'nun kullanımı

Model	ACF	PACF
AR(p)	Üstel olarak ya da sinüs eğrisi şeklinde azalır	p gecikme sonra istatistiksel olarak anlamlı değildir.
MA(q)	q gecikme sonra istatistiksel olarak anlamlı değildir	Üstel olarak ya da sinüs eğrisi şeklinde azalır
ARMA(p,q)	Üstel olarak ya da sinüs dalgaları şeklinde azalır, q-p gecikme sonra istatistiksel olarak anlamlı değildir	Üstel olarak ya da sinüs dalgaları şeklinde azalır, p-g gecikme sonra istatistiksel olarak anlamlı değildir

Kaynak:(Biçen, 2006)

2.1.9.1. Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

Akaike Bilgi Kriteri (Akaike, 1973) modeldeki terimlerin sayısını dikkate alarak, modele eklenen değişkenlerin yarattığı yükselmeye sınırlama getirerek modelin uyumunun iyiliğini ölçen bir kriterdir (Ucal, 2006; Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005). AIC genellikle çok değişkenli alternatif modeller arasında uyum sağlayan modelin seçim kriteri olarak kullanılabilir gibi ARIMA modelleri için uygun model derecesini tanımlamada da kullanılır.

$$AIC = -2\log(L) + 2m \quad (2.39)$$

Eşitlikte m sabit terim dahil parametre sayısını, L olabirlik değeri (likelihood) vermektedir.

Akaike tarafından önerilen bu kriterin birkaç alternatifi de bulunmaktadır.

$$AIC = T \log \hat{\sigma}_{ML}^2 + 2m \quad (2.40)$$

Burada $\hat{\sigma}_{ML}^2 = \frac{RSS}{T}$ ve RSS kalıntı kareler toplamıdır. Alternatif modeller içinden en küçük AIC değerini veren model seçilir .

Model belirleme işleminden sonra, seçilen geçici parametre tahmini yapılması gerekmektedir. En iyi parametre tahmini hata kareler toplamını en küçük yapan tahminlerdir. Bu işlem için en çok olabilirlik (maksimum likelihood), Bayes yaklaşımı veya en küçük kareler yaklaşımı kullanılabilir (Biçen, 2006).

Model tanımlanıp parametre tahminleri yapıldıktan sonra modelin geçerliliği denir. Eğer kurulan model geçerli bir model ise bu model ile geleceğe yönelik tahmin yapılabilir, aksi halde yeni bir model arayışına gidilir ve aynı işlemler bu yeni model içinde gerçekleştirilir. Modelin geçerliliğinin denemesi Q istatistiği olarak bilinen bir test ile yapılır (Biçen, 2006).

2.1.9.2. Q test istatistiği

1970 yılında Box ve Pierce tarafından geliştirilmiş, 1978 yılında Ljung ve Box tarafından düzeltilmiş, χ^2 dağılımına uyan Q istatistiği, parametre kestirimi yapılmış modelin verdiği artık değerlerini test ederek, modelin geçerliliği hakkında bilgi verir (Biçen, 2006).

Box ve Jenkins hataların ilk 20-25 otokorelasyonuna bir bütün olarak bakmayı sağlayan Q istatistiğinin kullanımını önermiştir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005; Biçen, 2006). Ancak gözlem sayısının 100'den küçük olması halinde (χ^2 zayıf bir istatistik olması nedeni ile) düzeltilmiş Q istatistiğinin kullanılması önerilmektedir (Akgül, 2003).

Q istatistiği, otokorelasyonların ilk m tanesinin sıfırdan farklı olup olmadığını belirlemektedir. Eğer tüm $\rho_k = 0$ ise süreç tamamen tesadüfidir. Box ve Pierce'nin önerdiği Q istatistiği;

$$Q = n \sum_{k=1}^m r_k^2, \quad \chi_{m-p-q}^2 \quad (2.41)$$

şeklindedir. Düzeltilmiş Ljung-Box istatistiği ise ;

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k}, \quad \chi_{m-p-q}^2 \quad (2.42)$$

biçimindedir. Yukarıdaki eşitliklerde

- n: Gözlem sayısı
 m: Test edilecek otokorelasyon katsayısı
 p: AR modelinin derecesi
 q: MA modelinin derecesi

olarak tanımlanır.

$$H_0 : \rho_1(\alpha) = \rho_2(\alpha) = \dots = \rho_k(\alpha) = 0 \quad (2.43)$$

hipotezinin kabul edilip edilmeyeceğine karar vermede kullanılır. Eğer hesaplanan Q değeri,

$$Q > \chi_{m-p-q, 1-\alpha}^2 \quad (2.44)$$

ise, H_0 hipotezi red edilir ve modelin geçerli bir model olmadığına karar verilir. Hesaplanan Q değerinin,

$$Q \leq \chi_{m-p-q, 1-\alpha}^2 \quad (2.45)$$

olması durumunda ise, H_0 hipotezi kabul edilir ve modelin geçerli bir model olduğuna karar verilir.

2.1.10. Tahmin

Modelin geçerliliği sılandıktan sonra, geçerli olduğu kabul edilen model gelecek dönemlere ait tahmin için kullanılabilir.

Bütün tek değişkenli zaman serisi modellerinde olduğu gibi ARIMA modellerinde de tek bir mantıktan hareket edilir. İlk olarak zaman serisi sürecinin beklenen değeri hesaplanır, daha sonra beklenen değer yardımı ile geleceğe ait değerler elde edilmeye çalışılır. Zaman serisinin bugünkü değeri Y_t olduğunda ve $Y_{t+1}, Y_{t+2}, \dots, Y_{t+L}$ değerleri tahminlenmek istendiğinde, Y_{t+L} 'nin tahmini $Y_t(L)$ biçiminde gösterilir.

ARIMA modeli ile tahmin yapılırken ilk olarak bir dönem sonraki tahmin değeri hesaplanmakta, bulunan kestirim değeri iki dönem sonraki tahmin değerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu işlemler tahminlenecek dönem sayısı bitinceye kadar devam etmektedir (Akgül, 2003).

Durağan olmayan zaman serilerinde önce seri durağanlaştırılır ve daha sonra ARMA (p,q) sürecinde olduğu gibi tahmin yapılmaya çalışılır. Fark alınarak durağanlaştırılmış seri için yapılan tahminlerden sonra orijinal seriye dönüşüm yapılır (Biçen, 2006).

2.2. Hayvancılıkla İlgili Zaman Serisi Uygulamaları

Deluyker et al. (1990) yaptıkları çalışmada günlük üç kez kaydedilen süt verimlerinin kısa süreli stokastik model tahmininde zaman serisi analizlerini kullanmıştır. 513 kısmi veya tam laktasyonla çalışmalarının sonucunda zaman serileri analiz yöntemlerinden MA ve üstel düzeltme fonksiyonu kullanmış, üstel düzeltme fonksiyonunun günlük verimleri modellemek için daha uygun bir model olduğunu belirtmişlerdir.

Wade et al. (1993) 1970-1985 yılları arasında Wisconsin'de bulunan Siyah Alaca ırkı inekler üzerinde yaptıkları çalışmada süt verimi ve yağ verimi üzerinde durmuşlardır. Süt ve yağ verimi tahmini için AR (1) yöntemini önermişlerdir.

Macciotta et al. (2000), 1200 Sarda koyununun laktasyon sınıflarına ve sürünün bulunduğu yüksekliğe göre otokorelasyon katsayılarını hesaplayıp ARIMA yöntemiyle laktasyon verimlerini tahminlemişlerdir. Tahmin edilen model ile gerçek model arasındaki korelasyonun yüksek olması nedeniyle modelin tahmin gücünün yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Macciotta et al. (2002) birinci, ikinci ve üçüncü laktasyonun her birinde 2000 tane olmak üzere toplam 6000 İtalyan Simmental ırkı inek üzerinde bir çalışma yapmıştır. Bireylerin süt, yağ ve protein verimine ilişkin sekizer kayıtları bulunmaktadır. Her bir laktasyon grubunu eşit iki gruba ayırmışlardır. Bir grup kontrol grubu diğer grup ise tahmini verilerin bulunduğu gruptur. Tahmini verileri 5 farklı şekilde oluşturmuşlardır. Sırasıyla ilk iki kontrol günü, ilk üç kontrol günü, ilk dört kontrol günü, ilk beş kontrol günü ve ilk altı kontrol günü süt, yağ ve protein verim kayıtlarını alarak her bir grubun sonraki gözlemlerine ait kontrol günü süt, yağ ve protein verimlerini tahminlemişlerdir. Eksik gözlemleri tahminlemek için ARMA yöntemini kullanmışlardır. Modellerden elde edilen tahmini veri seti ile gerçek veri seti arasındaki korelasyonları hesaplamışlar ve süt, yağ ve protein verimi için sırasıyla 0.85, 0.72 ve 0.80 olarak bulmuşlardır.

Cappio-Borlino et al. (2004) koyunlarda laktasyon eğrisini modellemek için ARMA yöntemini kullanmıştır. İki ve dört kontrol süt verimlerini içeren kayıtlardan tüm laktasyonu tahminleyip gerçek verim değerleriyle tahminledikleri değerler arasındaki korelasyonları hesaplamışlardır. Bunun sonucunda eksik gözlemle kurulan ARMA modelinin tüm laktasyon süt verimlerini tahminlemeye uygun bulunmuştur.

Uysal ve Orman (2000) yaptıkları çalışmada deri sektörünün gelecek dönemdeki eğilimlerini, mevcut deri işleme kapasitesini, mevcut deri ihtiyacını ve ham derinin sanayiye kazandırılması ile sağlanabilecek katkıyı açıklamayı amaçlayan bir çalışma yapmıştır. 1942 yılından itibaren elde edilen veri setine ARIMA(0,2,2) modelini uygulayarak gelecek yıllardaki deri ihtiyacını tahminlemiştir.

2.3. Hayvancılık Dışındaki Alanlarla İlgili Zaman Serisi Uygulamaları

Yaman vd. (2001), Ankara hızlı raylı ulaşım sisteminin Kızılay durağında görüntü işleme tekniği kullanılarak yolcu gelişlerini, dakika bazında sayısal olarak hesaplamış ve yolcu gelişlerini Box-Jenkins yaklaşımı ile modelleyerek alternatif modeller içinde en uygun modelin ARIMA(1,1,2) olduğunu belirtmiştir. Kurulan model aracılığıyla daha sonraki dönemler için yolcu gelişlerini tahminlemiştir.

Bircan ve Karagöz (2003) Ocak 1991 ve Aralık 2002 dönemini kapsayan 132 aylık döviz kuru serisini Box-Jenkins metodu ile tahminlemiştir. Yapılan tahminde modeli ARIMA(2,1,1) olarak tespit etmişlerdir. Modelin uygunluğu için Q istatistiği hesaplanarak, tahmin hatalarının tesadüfi olarak dağıldığına ve modelin döviz kuru tahminine uygun olduğuna karar vermişlerdir.

Çevik ve Yürekli (2003) yaptıkları çalışmada Yeşilırmak nehrinde ölçülen aylık akım serisinin modellemesini amaçlamış, 361 ARIMA (p,d,q) (P,D,Q) modeli tanımlamıştır. Uygun modeli belirlemek için modellerin kalıntılarının bağımsızlığını test etmişlerdir. Her modelin Ljung-Box Q(r) istatistikleri ve bunların χ^2 dağılımı için P önem seviyesine bakılmış ve en yüksek P değerine sahip ARIMA (1,0,0)(0,1,1) modelini en uygun model olarak belirlemiştir.

Çobaner vd. (2005), yaptıkları çalışmada su yapılarının planlanması için gerekli olan aylık nehir akımlarını tahmin etmek için otoregresif modeli kullanmıştır. AR(3) modelinin nehir akımlarını tahminlemeye uygun bir model olduğunu belirlemişlerdir.

Baran ve Bacanlı (2006) yaptıkları çalışmada hidrolojik projeler için gelecekte beklenen akımı (debi, akış hacmi) tahminlemişlerdir. Bu amaçla Tanır/Gözlerüstü akım gözlem evine ait yıllık akım verileri ve simülasyonla elde edilmiş veriler kullanılarak yıllık akım verilerinin modellenmişlerdir. Modellemede daha önceki literatürlere dayanarak AR(1), AR(2), MA(1) ve MA(2) modellerini denemişler, Akaike Bilgi Kriterine göre AR(2) modelini en uygun model olarak kabul etmişlerdir.

Dim Çayı, Manavgat Çayı ve Köprüçay'a ait aylık akımların tahmini için Keskin ve Taylan (2007) otoregresif modelleri (AR) ve yapay sinir ağları modellerini karşılaştırmış, AR modellerinin tahminlemeye daha uygun olduğunu belirlemişlerdir.

Altın et al. (2008) Porsuk Barajı'na gelen günlük su miktarını tahminlemek için yaptıkları çalışmada, çeşitli ARIMA modellerini belirledikten sonra içlerinde en uygununu seçmek için en küçük Akaike ve Schwarz bilgi kriterlerine sahip ARIMA (1,1,1) modelini uygun model olarak kabul etmiştir.

Çuhadar vd. (2009) Antalya ilinin aylık dış turizm talebini modelleyerek 2009 yılı dış turizm talebini tahminlemişlerdir. Bunun için yapay sinir ağları ve zaman serilerinden Üstel Düzleştirme ve Box-Jenkins [(ARIMA(1,0,0)(0,1,1)₁₂] yöntemlerini kullanmışlar ve hangi modelin daha iyi olduğunu saptamak için de MAPE değerlerini kullanmışlardır. ARIMA ve yapay sinir ağlarına ait modellerin MAPE değerleri %10'dan küçük bulunmuştur. Sonuçta yapay sinir ağı modeli daha küçük MAPE değerine sahip olduğu için daha uygun model olarak kabul etmişlerdir.

Küçükkale (2010) nakit sıkışıklığı şeklinde tanımlanabilecek olan parasal krizlerin önceden tahmin edilebilirliği konusunda yaptığı çalışmada, Türkiye ekonomisine ilişkin Ocak 1986-Aralık 1999 dönemi veri setini kullanarak üç farklı yöntemi karşılaştırmıştır. Kullandığı yöntemlerden ARIMA yöntemi, diğer

yöntemlerin kriz olarak değerlendirdiği aşırı değerleri normal olarak kabul etmiş, Kuadratik Trend yöntemi normal değerleri kriz değerleri olarak göstermiştir. Hodrick-Prescott Filtre yönteminin parasal krizleri önceden tahmin etmek amacıyla araştırmada kullanılan diğer yöntemlere göre gerçeğe en yakın tahminleri verdiği tespit edilmiş, bu yöntemle parasal krizlerin bir ay önceden tahmin edilebileceği bildirilmiştir.

Karabörk ve Kahya (1999) yaptıkları çalışmada Sakarya havzasındaki aylık akımları modellemeyi amaçlamışlardır. Bunun için 12 gözlem noktasından alınan verileri kullanmışlardır. Literatürlere dayanarak öncelikle AR(1) modeli kurulmuştur. Gerçek seriyle tahmini seri arasındaki çapraz korelasyon sonucunda model seriyi tanımlamaya yeterli görülmemiş ve ARMA(1,1) modeli Sakarya havzasındaki aylık akımları modellemeye daha uygun bulunmuştur.

2.4. Gamma Modeli ile Laktasyon Eğrilerinin Tahmini

Laktasyonlar zaman serileri ile incelenmesinin yanı sıra laktasyon eğrisi tahmin modellerinden en yaygını olan Wood'un geliştirdiği Gamma modeli ile de incelenmiştir (Wood, 1967).

Gamma fonksiyonu;

$$Y_t = A \cdot t^b \cdot e^{-ct} \quad (2.46)$$

şeklinde üstel bir fonksiyondur. Eşitlikte;

Y_t : Laktasyonun t. günündeki süt verimini,

A : Eğrinin y eksenini kestiği noktayı (laktasyon başlangıç verimi),

b : laktasyonun başlangıcında verimin yükselme düzeyini ifade eden katsayı,

c : Pikten sonra verimin düşüş düzeyini gösteren katsayı,

e : Tabii logaritma tabanını

ifade etmektedir.

Gamma modeli parametreleri kullanılarak maksimum günlük süt veriminin elde edildiği gün (T_{max}) ve maksimum günlük süt verimi (Y_{max}) aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır.

$$T_{max} = b/c \quad (2.47)$$

$$Y_{max} = A \cdot (b/c)^b \cdot e^{-b} \quad (2.48)$$

2.5. Laktasyon Eğrisinin Modellenmesi ile İlgili Klasik Uygulamalar

Orman ve Ertuğrul (1999) Ceylanpınar Tarım İşletmesi'ndeki Siyah Alaca ırkı ineklere ait süt verim kayıtları üzerinde çalışmışlardır. Üç farklı laktasyon eğrisi modeli (Wood, Glasbey ve Schaeffer) üzerinde durulmuştur. Süt verim tahminleri, gerçek laktasyon verimleri ve düzeltilmiş verimler olarak ayrı hesaplanmıştır. Gerçek süt verimleri ile Wood ve Glasbey modellerinin sonuçları arasında istatistiksel farklılık bulunmadığını, Schaeffer modelinin sonuçları arasında ise istatistiki fark olduğunu ($P < 0.001$) belirtmişlerdir. Ergin çağa (2 x 305 EÇ) göre düzeltilmiş süt verim değerlerinde ise modellerden elde edilen sonuçlar ile gerçek verimler arasında istatistiksel olarak fark bulamamışlardır. Laktasyon eğrisi tahmini için en uygun sonucun Wood modeline ait olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz ve Kaygısız (2000), Reyhanlı Tarım İşletmesinde yetiştirilen Siyah-Alaca sığırların laktasyon eğrisi özelliklerini belirlemişlerdir. Laktasyon eğrisi tipleri ve şekillerini Gamma fonksiyonu $Y_t = A \cdot t^b \cdot e^{-ct}$ parametreleriyle belirlenmişlerdir. İncelenen laktasyonların %31.2'si tipik olmayan laktasyon eğrisi karakterindedir (A, b, c negatif). Tipik ve tipik olmayan laktasyonlara laktasyon sırası ve buzağılama mevsiminin etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir ($P < 0.05$). Buzağılama yılının etkisinin $\ln A$, b, laktasyonun devamlılık düzeyi (S), T_{max} ve Y_{max} için önemli ($P < 0.01$) olduğunu belirtmişlerdir. Buzağılama mevsiminin etkisinin tüm laktasyon eğrisi parametreleri için önemli ($P < 0.01$) olduğunu bildirmişlerdir.

Orhan ve Kaygısız (2002) yaptığı araştırmada Ceylanpınar Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen Siyah-Alaca sığırları için en uygun laktasyon eğrisi modelini belirlemek amacıyla Gamma fonksiyonu ($Y_t = A \cdot t^b \cdot e^{-ct}$), üssel fonksiyon ($Y_t = A \cdot e^{-ct}$) ve parabolik fonksiyonu ($Y_t = A \cdot e^{(bt + ct^2)}$) karşılaştırmışlardır. Hata varyansının küçük ve belirleme katsayısının yüksek olması nedeniyle Gamma fonksiyonu en uygun model olarak belirlenmiştir.

Esenbuğa ve Bilgin (2004) Atatürk Üniversitesi Tarım İşletmesi'nde tutulan süt verim kayıtlarını kullanarak İvesi koyunlarında süt verimi eğrisini en iyi tanımlayacak matematiksel model ve parametreleri üzerinde durmuştur. Wood (WD), Cobby ve Le Du (CD), Dhanoa (DH) ve Wilmink (WL) modellerini karşılaştırmışlardır. Modellerin verimlere uygulanmasından elde edilen sonuçlar

ile modellerin avantaj ve dezavantajlarını incelemişler ve en uygun modeli düzeltilmiş belirleme katsayısı (R_d^2), kalıntı (Rezidual) standart sapma (KSS) ve Durbin Watson (DW) katsayısı kullanılarak tespit etmişlerdir. Sonuçlara göre en iyi uyumu WD modeli sağlamış, fakat CD ve DH modelleri de WD'ye çok yakın sonuçlar vermiştir.

Keskin ve Tozluca (2004), İsviçre Esmeri sığırların süt verim kayıtlarını üçüncü laktasyon ve ilkbahar mevsimine göre standardize etmişlerdir. Laktasyon eğrisini en iyi belirleyen modeli tespit etmek için sekiz farklı modeli incelemişler [Model 1: $Y_{(t)} = at^b \cdot e^{(-ct)}$, Model 2: $Y_{(t)} = at^b \cdot e^{(-ct)} [1 + u \cdot \sin(t) + v \cdot \cos(t)]$, Model 3: $Y_{(t)} = a + bt + ct^2$, Model 4: $Y_{(t)} = a + bt + ct^2 + dt^3$, Model 5: $Y_{(t)} = at^b / \cos(ct)$, Model 6: $Y_{(t)} = a + bt + c(1/t)$, Model 7: $Y_{(t)} = a - bt + ct^2 / 2a + d \cdot \log(t)$, Model 8: $Y_{(t)} = t / (a + bt + ct^2)$]; Model 1 ve Model 2'yi uygun modeller olarak bildirmişlerdir. Kaygısız vd. (2003) İsviçre Esmeri sığırların laktasyon eğrisi tiplerini ve laktasyon devamlılık derecelerini belirlemek için Gamma fonksiyonunu kullanmışlardır.

Yüksel ve Yanar (2009) Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Çiftliği'nde yetiştirilen Esmer ırkı ineklere ait 718 laktasyon kaydını farklı modellerle inceleyerek, laktasyon eğrisi parametrelerine sistematik çevre faktörlerinin etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla, gamma fonksiyonunu esas alan Wood Modeli, ters polinomial fonksiyon ve indirgenmiş laktasyon persistensi modellerinden yararlanmışlardır. Wood modeliyle elde edilen parametrelerden $\ln(A)$ üzerine buzağılama yılının, b 'ye buzağılama mevsiminin, c 'ye de laktasyon sırası ve buzağılama mevsiminin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğunu saptamışlardır. Ters polinomial fonksiyonla tespit edilen parametrelerden A_1 'e laktasyon sırası ve buzağılama mevsiminin, A_2 'ye ise yalnızca buzağılama mevsiminin etkisi çok önemli ($P < 0.01$) bulmuşlardır. İndirgenmiş laktasyon persistensi modeli ile belirlenen parametrelerden Y_p 'ye laktasyon sırası ve buzağılama yılı, t_1 ve b_3 ' e ise buzağılama yılının çok önemli ($P < 0.01$) etki ettiği saptamışlardır.

Özyurt ve Özkan (2009), Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (TİGEM) bağlı Polatlı Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen Siyah-Alaca süt sığırlarına ait 2000, 2001 ve 2002 yıllarında gerçekleşen 400 adet tamamlanmış laktasyon kaydını kullandıkları çalışmada laktasyon eğrisini belirleyen parametrelerin tahmininde $yt = a + be^{-kt} + ct$ eşitliği ile gösterilen Wilmink Modelini kullanmışlardır. Eşitlikte yer alan k sabitini 0.05 olarak almışlar ve modeli üç parametrelilikte konuma

indirgeyerek analizleri nonlinear regresyon yöntemi ile yürütmüşlerdir. Araştırmada b ve c parametrelerinin her ikisinin birden negatif değer aldığı ve standart eğri olarak adlandırılan tipik laktasyon eğrilerinin oranını %66.5 olarak bulmuşlardır.

Polatlı Tarım İşletmesi'nde yetiştirilen Siyah-Alaca sığırların laktasyon eğrisi özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Keskin vd. (2009) Polatlı Tarım İşletmesinde 1993-2006 yılları arasında yetiştirilen ineklere ait 2581 laktasyon süt verimleri kaydı üzerinde çalışmışlardır. Gamma Fonksiyonu ile belirlenen a, b ve c parametrelerinin aldıkları değerlere göre laktasyon eğrisi tiplerini tanımlamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği'ne kayıtlı 5019 işletmede 2000-2001 yıllarında buzağılayan 41058 Siyah Alaca ırkı ineğin denetim günü süt verim kayıtları kullanılmıştır. İşletme ve laktasyon sayılarının laktasyon sıralarına göre dağılımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Laktasyon sırasına göre işletme ve laktasyondaki hayvan sayısı

Laktasyon Sırası	İşletme Sayısı	Laktasyon Sayısı
1	3097	12596
2	3083	10308
3	2680	7126
4	2094	4612
5	1716	3380
6	1096	1828
7 +	708	1208
Toplam		41058

Veri setinde her bir ineğe ait doğum tarihi, buzağılama tarihi, denetim günü tarihi ve denetim günü verimleri kaydedilmiştir. Buzağılama tarihi ile doğum tarihi arasındaki fark alınarak buzağılama yaşı gün olarak bulunmuş, 30'a bölünerek aylık yaşa çevrilmiştir. İneklerin laktasyon sırası kayıtlı olmadığı için literatüre bağlı olarak buzağılama yaşlarına göre tahmini laktasyonları belirlenmiştir. İneklerin buzağılama yaşlarının dağılımları dikkate alınarak 23-34. aylar birinci laktasyon, 35-48. aylar ikinci laktasyon, 49-62. aylar üçüncü laktasyon, 63-75. aylar dördüncü laktasyon, 76-88. aylar beşinci laktasyon, 89-101. aylar altıncı laktasyon ve 102. ay ve sonrası yedinci ve üzeri laktasyon sırası olarak kabul edilmiştir.

Denetim günü kayıtları aylık olarak tutulmuştur. Denetim günü tarihi ve buzağılama tarihi arasındaki fark alınarak ineklerin laktasyonun kaçınıcı gününde kontrol kayıtlarının alındığı hesaplanmıştır. İncelenecek modellerin laktasyon eğrisine uyumunu daha iyi ortaya koyabilmek ve daha fazla denetim günüyle çalışabilmek için birey bazında değil laktasyon sırası bazında tüm bireyler birlikte değerlendirilmiştir. Bu amaçla her laktasyon sırası için o laktasyona ait tüm inekler üzerinden laktasyonun her günü için denetim günü süt verimlerinin

ortalamaları alınarak populasyon düzeyinde günlük süt verim kayıtları olan bir laktasyon elde edilmiştir. Üç kilogramdan az olan süt verimi ve 23 aylıktan önce doğum yapan ineklerin kayıtları veri setinden çıkarılmıştır. Standart olarak ilk dört gün verim kontrolü yapılmaması gerektiği için beşinci gün süt verimi ilk dört günün de süt verimi olarak kabul edilmiştir. Standart laktasyon süresi 305 gün olduğu için 305 günden sonraki kayıtlar modellemeye alınmamıştır.

3.2. Yöntem

Zaman serisi yöntemleriyle laktasyon eğrilerinin modellenmesi yapılırken zaman serilerinin ilk şartı olan serilerin durağan olup olmadığına bakılmıştır. Bunun için serilerin zaman yolu grafiği ve korelogramı çizilmiştir. Korelogramda ACF değerlerinin güven aralığı dışına çıkıp çıkmadığı kontrol edilmiştir. Eğer değerler bu aralığın içinde yer almıyorsa serinin durağan olmadığına karar verilmiştir.

Durağan olmayan serilerde durağanlık gerçekleşinceye kadar serinin farkı alınmıştır. Bunu yapmak için tüm gözlem değerlerinden bir önceki gözlem değeri çıkarılarak ($\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$) yeni seri oluşturulmuştur. Farkı alınan serilerin durağan olup olmadığını kontrol etmek için ADF birim kök testi uygulanmıştır. ADF testinde hesaplanan τ değeri cetvel değerinden daha küçükse seri durağan hale gelmiştir. Laktasyon eğrisi bir eğilim içerdiği için test yaparken sadece sabit içeren modelin yanı sıra, hem sabit hem de trend içeren modele göre testler yapılmıştır.

Seri durağanlaştırıldıktan sonra model belirleme aşamasına geçilmiştir. Uygun modelin belirlenebilmesi için Akaike Bilgi Kriterinden (AIC) faydalanılmıştır. Bu amaçla her bir laktasyon için $p=1,2,\dots,10$ ve $q=1,2,\dots,10$ olmak üzere on tane ARIMA(p,1,0) modeli, on tane ARIMA(0,1,q) ve 100 tane de ARIMA(p,1,q) modeli tahmin edilmiştir. Oluşturulan 120 modelden en küçük AIC değerine sahip model en iyi model olarak kabul edilip laktasyon eğrisinin tahminlenmesinde bu modelden yararlanılmıştır.

Model belirlendikten sonra modelin uyumluluğunu test etmek için kalıntılara ait dağılıma bakılmıştır. Eğer dağılım sıfır ortalama etrafında dağılıyorsa, bir eğilim içermiyorsa hataların tesadüfi dağıldığına, modelin uygun olduğuna karar verilir. Ayrıca 20 gecikmeye kadar ACF değerlerine bakılmıştır.

ACF değerleri güven aralığının dışına çıkmıyorsa modelin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Laktasyon eğrilerinin durağan olduğu varsayılarak AR, MA ve ARMA yöntemlerine göre de laktasyon eğrileri modellenmiş, ARIMA yöntemiyle karşılaştırılmıştır.

Zaman serisi yöntemlerinin hesaplamalarında GRETL for Windows Ver 1.8.0 (Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library) paket programı kullanılmıştır.

Klasik yöntemlerle karşılaştırma yapmak için Gamma modeliyle laktasyon süt verimleri tahminlenmiştir. Gamma fonksiyonu üstel bir fonksiyon olduğu için eşitliğin her iki tarafının da tabii logaritması alınarak $\ln(Y_t) = \ln(A) + b \cdot \ln(t) - ct$ doğrusal fonksiyonuna dönüştürülmüştür. $\ln A$, b ve c katsayıları çoklu regresyon analizi ile hesaplanmıştır (Kaygısız ve ark., 2003). Parametre tahminleri SPSS for Windows 15 (Norusis, 1993) paket programı ile yapılmıştır.

Gamma ve ARIMA modelleri tahminlendikten sonra bu modellere göre tahmini süt verim değerleri bulunmuştur.

Tahminlenen modellerin doğruluklarını belirlemek için ve zaman serisi yöntemiyle elde edilen modelle Gamma modelini karşılaştırabilmek için ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) istatistiği uygulanmıştır. MAPE istatistiğinin matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t}}{n} \times 100 \quad (2.49)$$

y_t : t döneminde gerçekleşen değer

\hat{y}_t : t dönemi için model ile tahminlenen değer

n : Toplam gözlem sayısı

MAPE istatistiği yüzde olarak ifade edilmesinden dolayı benzer yöntemlere göre üstün olarak kabul edilmektedir (Çuhadar ve ark., 2009). Witt and Witt (1992) ve Lewis (1982) MAPE değerleri %10'un altında olan modelleri "çok iyi", %10 ile %20 arasında olan modelleri "iyi", %20 ile %50 arasında olan modelleri

"kabul edilebilir", %50'nin üzerinde olan modelleri ise "hatalı" olarak kabul etmişlerdir (Çuhadar, 2009).

3.3. Laktasyonun Devamlılık Düzeyinin Hesaplanması

Laktasyonların yapısı belirlemek ve farklı modellerle elde edilen tahmini ve gerçek süt verimlerinin laktasyon boyunca seyrini karşılaştırmak için laktasyonun devamlılık düzeyleri hesaplanmıştır. Laktasyonun devamlılık düzeyi hesaplanırken laktasyonun farklı bölümleri arasındaki oransal ilişkiler dikkate alınmıştır. Bu amaçla kullanılan üç yöntem aşağıda gösterilmiştir.

$$1) P_{2:1} = \frac{\text{Laktasyonun 101 – 200. günleri arası toplam süt verimi}}{\text{Laktasyonun ilk 100 günündeki süt verimi}} \times 100 \quad (3.2)$$

$$2) P_{3:1} = \frac{\text{Laktasyonun 201 – 300. günleri arası toplam süt verimi}}{\text{Laktasyonun ilk 100 günündeki süt verimi}} \times 100 \quad (3.3)$$

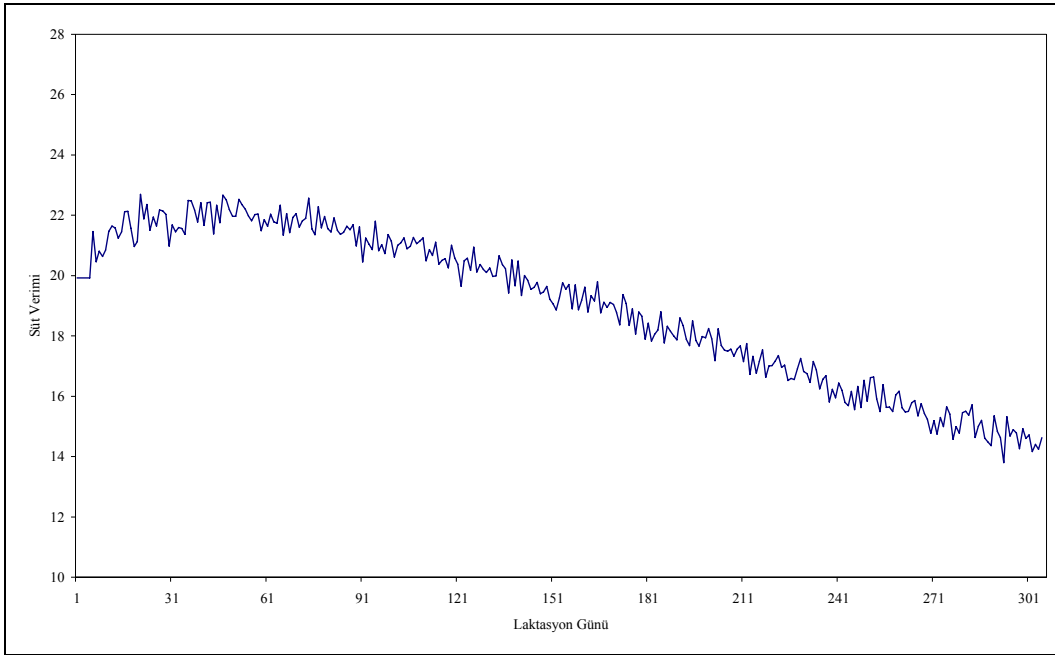
$$3) P_{3:2} = \frac{\text{Laktasyonun 201 – 300. günleri arası toplam süt verimi}}{\text{Laktasyonun 101 – 200. günleri arası toplam süt verimi}} \times 100 \quad (3.4)$$

Bu yöntemler Johansson ve Hansson (1940) tarafından geliştirilmiştir. Laktasyonun ilk 300 günü içindeki 100'er günlük dilimler arasındaki oransal ilişkileri dikkate alan bir yaklaşımdır (Kaya, 1996).

4. BULGULAR

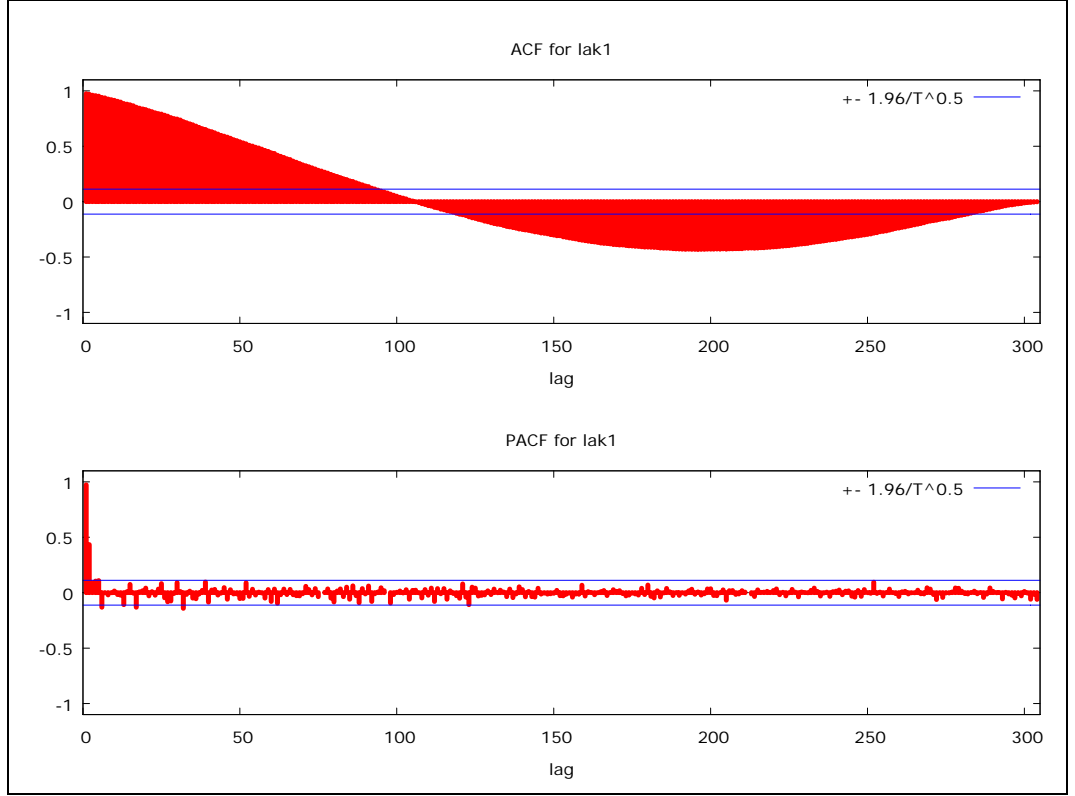
4.1. Birinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular

Birinci laktasyonda denetim günü süt verimine ait ortalama değerlerin zaman yolu grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde laktasyon eğrisinin bir eğilim içerdiği görülmektedir. Böyle bir şekil serinin durağan olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.1. Birinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

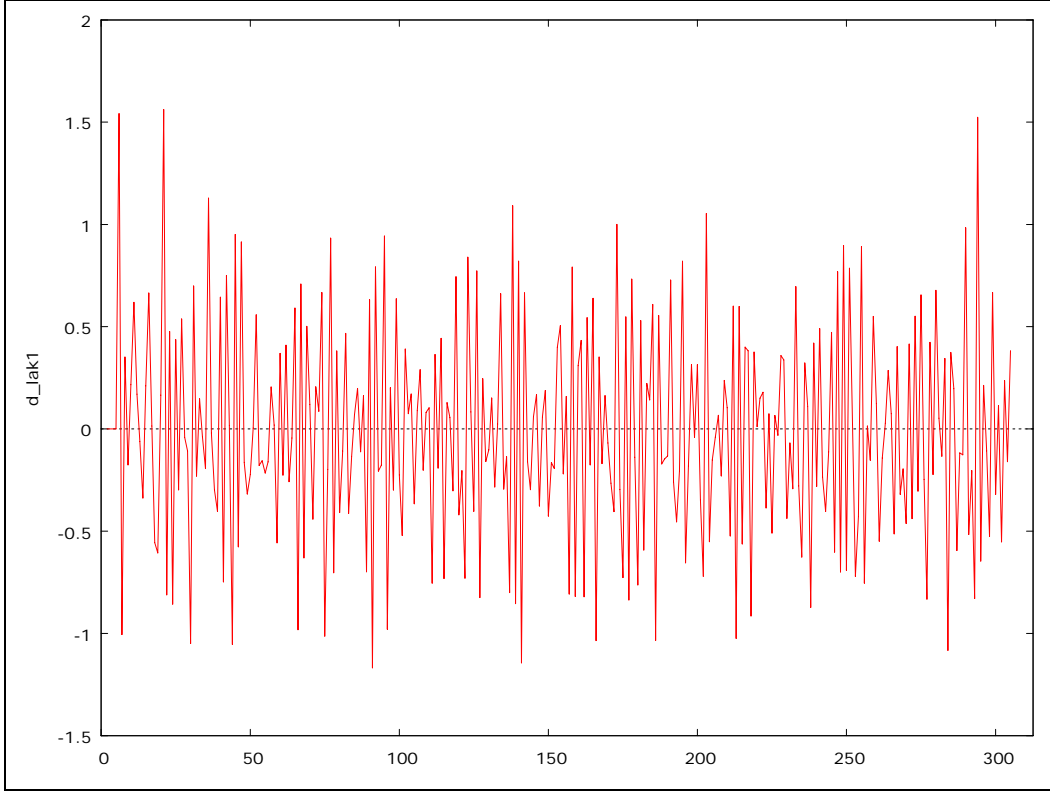
Serinin durağan olup olmadığını istatistiksel yaklaşımla ortaya koyabilmek için ACF hesaplanmıştır. ACF'na ait Q istatistikleri önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Şekil 4.2'de ise birinci laktasyon süt verimlerine ait korelogram görülmektedir. ACF değerleri laktasyonun önemli bir bölümünde $\pm 2/\sqrt{305}$ olan güven aralığının dışına çıkmaktadır (Şekil 4.2). Seriyeye sabit, trend ve trendin karesini içeren ADF testi yapılmıştır. ADF testinde τ istatistiği -3.46 olarak hesaplanmıştır. ($P > 0.01$) Dolayısıyla birinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği, ADF testi, korelogram ve Q istatistikleri serinin durağan olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.2. Birinci laktasyon süt verimlerine ait korelogram

Serinin durağanlığının sağlanması için serinin birinci dereceden farkı alınmıştır. Şekil 4.3'te farkı alınan serinin zaman yolu grafiği görülmektedir. Yeni seri belirli bir ortalama etrafında dağılım göstermektedir. Bu durum fark alma ile birinci laktasyon süt verimlerine ait serinin durağan hale geldiğini göstermektedir.

Farkı alınan serinin durağan olup olmadığını istatistiksel olarak araştırmak üzere ADF testi uygulanmıştır. Sadece sabit içeren test için bulunan τ değeri -19.70, sabit ve trend içeren test için bulunan τ test istatistiği ise -19.83 olarak bulunmuştur ($P < 0.01$). Her iki değerde τ cetvel değerlerinden oldukça küçük bulunmuştur. Dolayısıyla seri birinci dereceden fark alma ile başarılı bir şekilde durağan hale dönüştürülmüştür.



Şekil 4.3. Birinci dereceden farkı alınmış birinci laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği

4.2. Birinci Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini

Birinci laktasyon süt verilerinde uyumu yapılan 120 modelin AIC değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Birinci laktasyon süt verimlerine uygulanan modellere ait AIC değerleri

		AR										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA	0	--	361.47	344.34	323.68	298.27	300.23	302.20	304.15	305.89	307.81	309.80
	1	317.27	312.55	314.54	308.89	300.23	296.43	298.05	299.60	301.15	302.98	304.54
	2	312.22	314.14	316.07	305.94	302.21	297.91	295.47	290.23	*	292.80	*
	3	313.42	309.64	314.44	306.87	304.16	299.31	296.87	298.86	300.18	294.73	296.31
	4	302.07	304.00	302.00	301.54	306.03	300.72	298.82	299.19	291.42	286.02	*
	5	303.94	303.47	302.40	304.73	305.50	306.10	296.25	301.31	*	*	291.91
	6	302.76	303.84	302.94	306.29	301.89	292.44	297.61	299.60	301.87	296.61	*
	7	303.21	302.33	304.00	305.54	298.97	298.00	299.58	299.50	301.57	298.90	285.17
	8	303.66	304.06	298.98	299.84	299.05	295.55	301.13	296.43	*	*	297.91
	9	304.45	306.38	305.08	308.96	295.23	300.67	298.52	295.51	297.47	*	294.02
	10	306.44	307.95	309.77	295.69	297.19	302.16	301.60	*	291.03	*	294.20

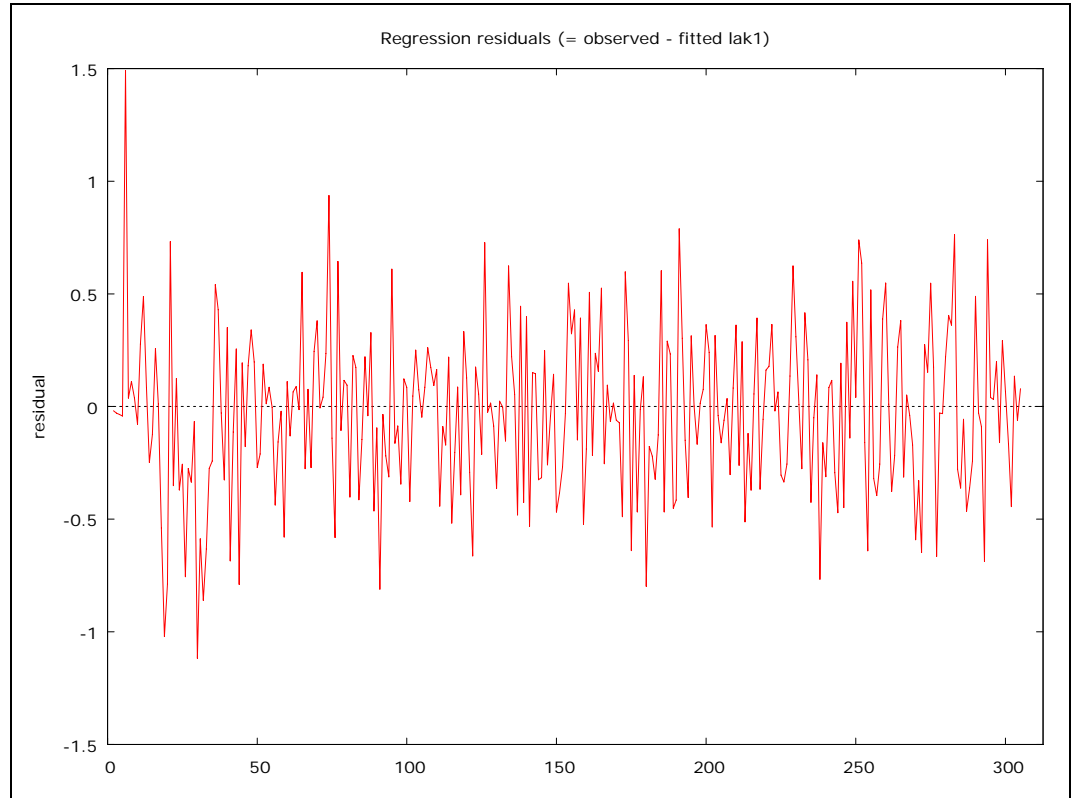
* Bu modellerde tahminleme elde edilememiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde en küçük AIC değerine sahip modelin ARIMA(10,1,7) olduğu görülmektedir. Bu durumda modelimiz;

$$w_t = 0.019 + 1.030w_{t-1} - 0.349w_{t-2} - 0.553w_{t-3} + 1.19w_{t-4} + 0.841w_{t-5} + 0.318w_{t-6} - 0.09w_{t-7} - 0.229w_{t-8} - 0.179w_{t-9} - 0.248w_{t-10} - 0.9e_{t-1} + 0.6e_{t-2} - 1.086e_{t-3} + 0.6e_{t-4} - 0.97e_{t-5} + 0.599e_{t-6} + 0.313e_{t-7}$$

şeklinde yazarız

Model belirlendikten sonra modele göre tahmin edilen seri ile gerçek seri arasındaki fark yani kalıntı değerlerinin değişimi Şekil 4.4'te verilmiştir. Kalıntılar sıfır ortalama etrafında dağılım göstermektedir. Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -11.91 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamaktadır, durağan bir yapı göstermektedir.



Şekil 4.4. Birinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği

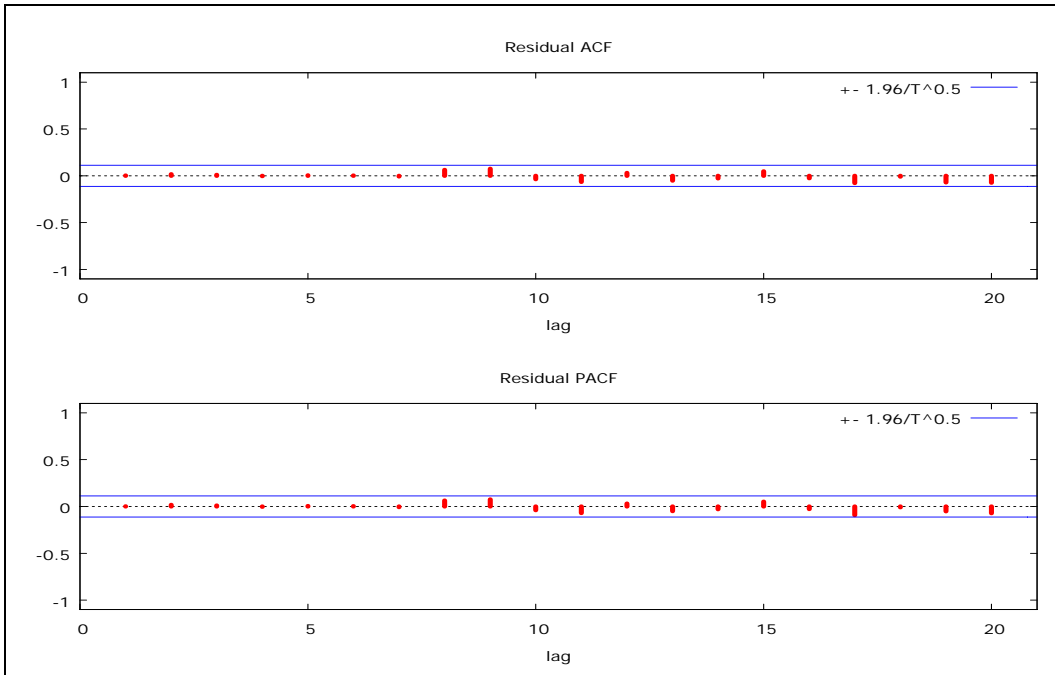
Şekil 4.5'te 20 gecikmeye kadar kalıntılara ait korelogram görülmektedir. Bu korelogram incelendiğinde ACF ve PACF değerleri güven aralığı içinde yer almaktadır. Çizelge 4.2'de ise ACF'nun Q istatistikleri verilmiştir. Tüm Q değerleri istatistiki olarak önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur. Böylece birinci laktasyon süt verimleri için oluşturulan modelin tahmin hatalarının tesadüfi olarak

dağıldığı ve modelin laktasyon eğrisini tahminlemeye uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Birinci laktasyon gerçek süt verimleri ile ARIMA modelinden tahminlenen süt verimleri arasındaki MAPE %1.53 olarak bulunmuştur.

ARIMA (10,1,7) modeli ile tahminlenen birinci laktasyon süt verimlerine ait laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%90$, $P_{3:2} = \%82$ ve $P_{3:1} = \%74$ olarak tahminlenmiştir. En yüksek günlük süt verimi 22.53 kg, maksimum verime ulaşma süresi $T_{max} = 41$ gün, 305 günlük toplam süt verimi 5777 kg olarak saptanmıştır.

Birinci laktasyon süt verimleri gerçek değerlerine ait laktasyonun devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%90$, $P_{3:2} = \%82$ ve $P_{3:1} = \%74$ olarak bulunmuştur. Gerçek süt verimlerinde en yüksek günlük süt verimi 22.69 kg, bu verime ulaşma süresi 21 gün ve 305 günlük toplam süt verimi 5787 kg olarak saptanmıştır.

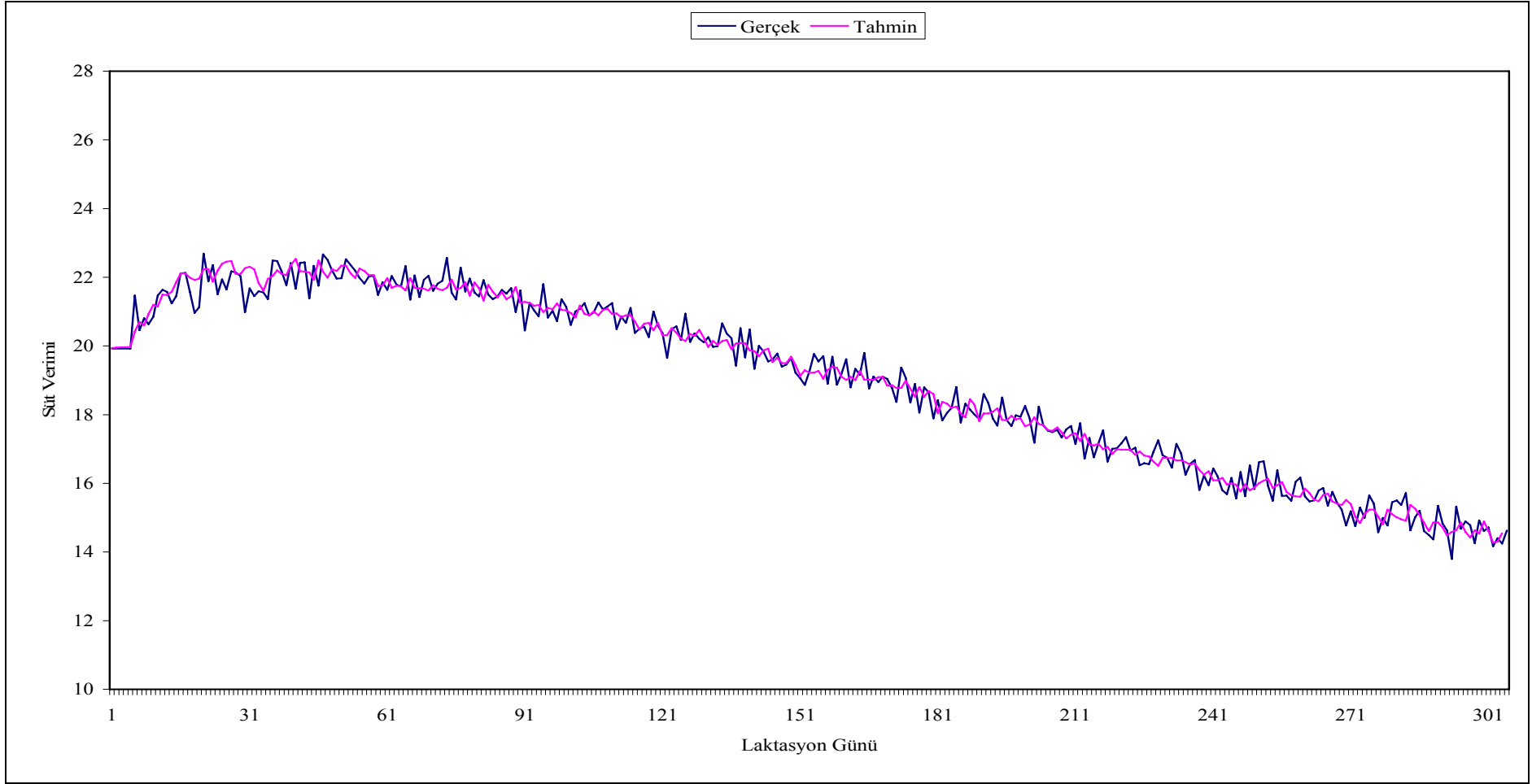


Şekil 4.5. Birinci laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait korelogram

Çizelge 4.2. Birinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri

Gecikme	ACF	PACF	Q-değeri	P
1	0.0023	0.0023	0.0016	0.968
2	0.0170	0.0170	0.0907	0.956
3	0.0103	0.0102	0.1234	0.989
4	-0.0032	-0.0035	0.1266	0.998
5	0.0047	0.0044	0.1335	1.000
6	0.0040	0.0039	0.1384	1.000
7	-0.0071	-0.0072	0.1542	1.000
8	0.0632	0.0631	1.4110	0.994
9	0.0757	0.0759	3.2176	0.955
10	-0.0366	-0.0390	3.6405	0.962
11	-0.0650	-0.0698	4.9801	0.932
12	0.0307	0.0316	5.2809	0.948
13	-0.0523	-0.0494	6.1558	0.940
14	-0.0271	-0.0290	6.3909	0.956
15	0.0477	0.0509	7.1244	0.954
16	-0.0263	-0.0264	7.3473	0.966
17	-0.0775	-0.0922	9.2936	0.931
18	-0.0079	-0.0088	9.3141	0.952
19	-0.0705	-0.0514	10.9351	0.926
20	-0.0730	-0.0716	12.6829	0.891

Gerçek ve tahminlenen laktasyon eğrileri Şekil 4.6'da birlikte sunulmuştur. Görüldüğü gibi tahminlenen eğri gerçek eğri ile oldukça uyumludur.



Şekil 4.6. Birinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA((10,1,7) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri

Serinin durağan olduğu varsayılarak AR, MA ve ARMA metotları ile de tahminleme yapılmıştır. En küçük AIC değerlerine sahip modeller AR(2), MA(10) ve ARMA(1,9) ve bu modellerin AIC değerleri sırasıyla 368.84, 521.53 ve 313.45 olarak bulunmuştur. Birinci laktasyon süt verimlerini tahminleyen AR(2) modeli;

$$y_t = 17.99 + 0.43y_{t-1} + 0.56y_{t-2}$$

MA(10) modeli;

$$y_t = 18.91 + 0.71e_{t-1} + 0.95e_{t-2} + 0.96e_{t-3} + 1.16e_{t-4} + 1.29e_{t-5} + 0.97e_{t-6} + 0.83e_{t-7} + 0.71e_{t-8} + 0.58e_{t-9} + 0.33e_{t-10}$$

ARMA(1,9) modeli ise;

$$y_t = 17.41 + 0.99y_{t-1} - 0.85e_{t-1} + 0.16e_{t-2} - 0.16e_{t-3} + 0.18e_{t-4} + 0.13e_{t-5} - 0.18e_{t-6} + 0.06e_{t-7} + 0.05e_{t-8} + 0.10e_{t-9}$$

şeklinde yazılır. MAPE değerleri AR(2) modeli için %1.85, MA(10) modeli için %2.37 ve ARMA(2,9) %1.68 olarak hesaplanmıştır

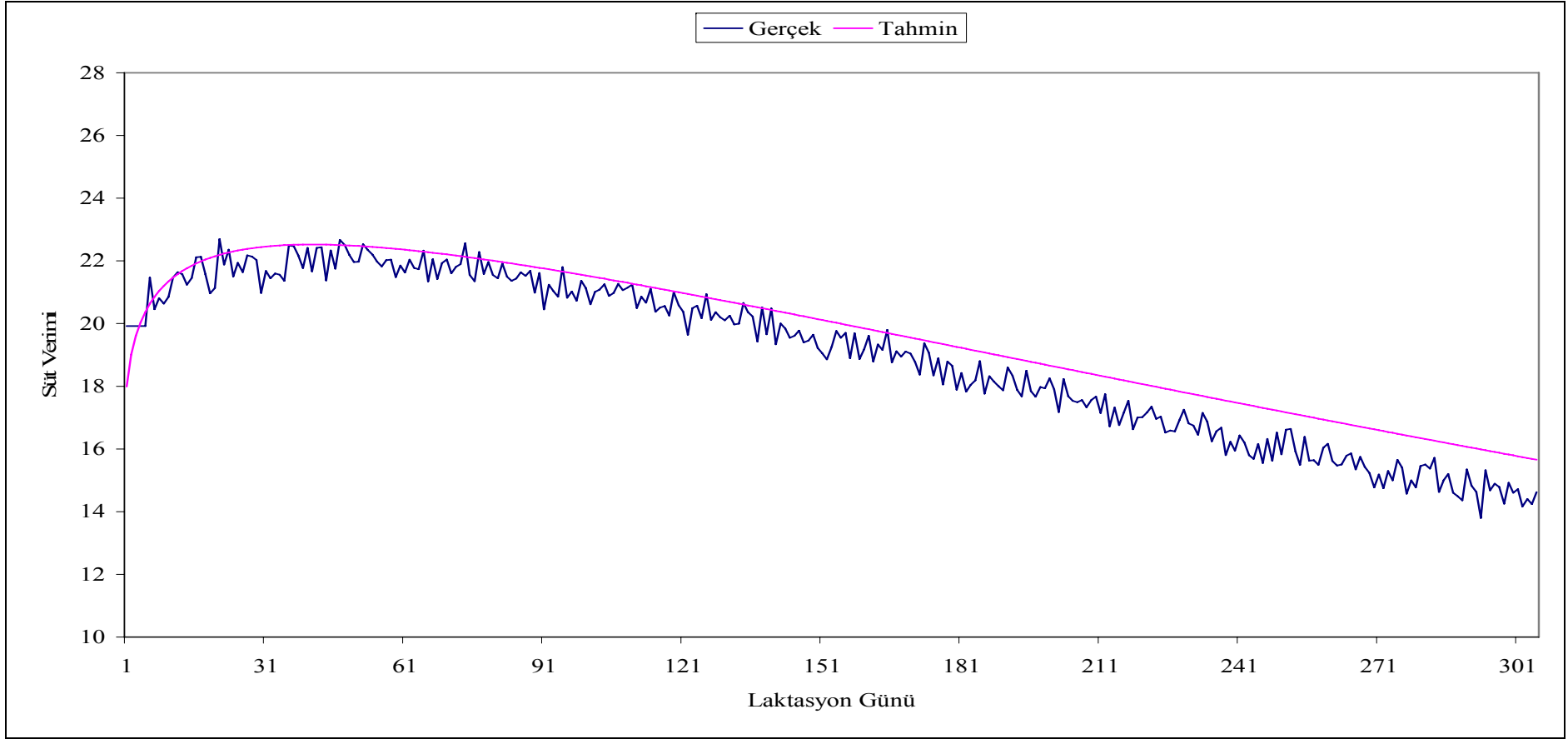
4.3. Birinci Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini

Birinci laktasyon süt verimleri için tahminlenen Gamma modeli;

$$\ln(Y_t) = 2.892 + 0.082\ln(t) - 0.002t$$

şeklinde olup modelin belirleme katsayısı $R^2 = 0.976$ olarak bulunmuştur. $\ln(Y_t)$ değerlerinin anti logaritması alınarak tahmini süt verim değerleri bulunmuştur. Gamma modeli ile tahminlenen birinci laktasyon süt verimleri ile gerçek süt verimlerin farkından elde edilen MAPE değeri % 4.35 olarak hesaplanmıştır.

Gamma modeli ile elde edilen birinci laktasyon süt verimlerine ait laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%92$, $P_{3:2} = \%85$ ve $P_{3:1} = \%78$ olarak tahminlenmiştir. Gamma modelinden tahminlenen laktasyon süt verimlerine ait maksimum günlük süt verimi 22.52 kg, maksimum verime ulaşma süresi 41 gün ve 305 günlük süt verimi 6007 kg olarak saptanmıştır.

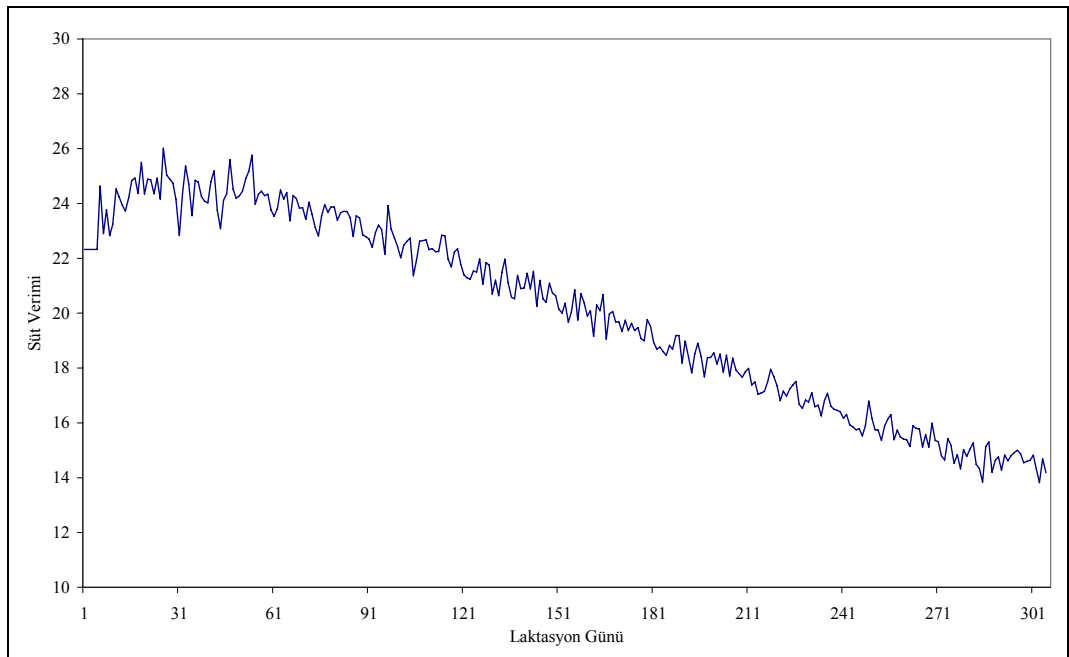


Şekil 4.7. Birinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri

Gamma fonksiyonu ile tahmin edilen süt verim değerleri ve gerçek gözlemlerden elde edilen laktasyon eğrileri Şekil 4.7'de birlikte sunulmuştur. Gamma modelinin laktasyonun ikinci yarısını daha yüksek olarak tahmin ettiği gözlenmiştir.

4.4. İkinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular

Şekil 4.8'de ikinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği görülmektedir. Grafikte ikinci laktasyon süt verimleri belirgin bir eğilim içerdiğinden süt verimlerinin durağan olmadığına dair bilgiler vermektedir.



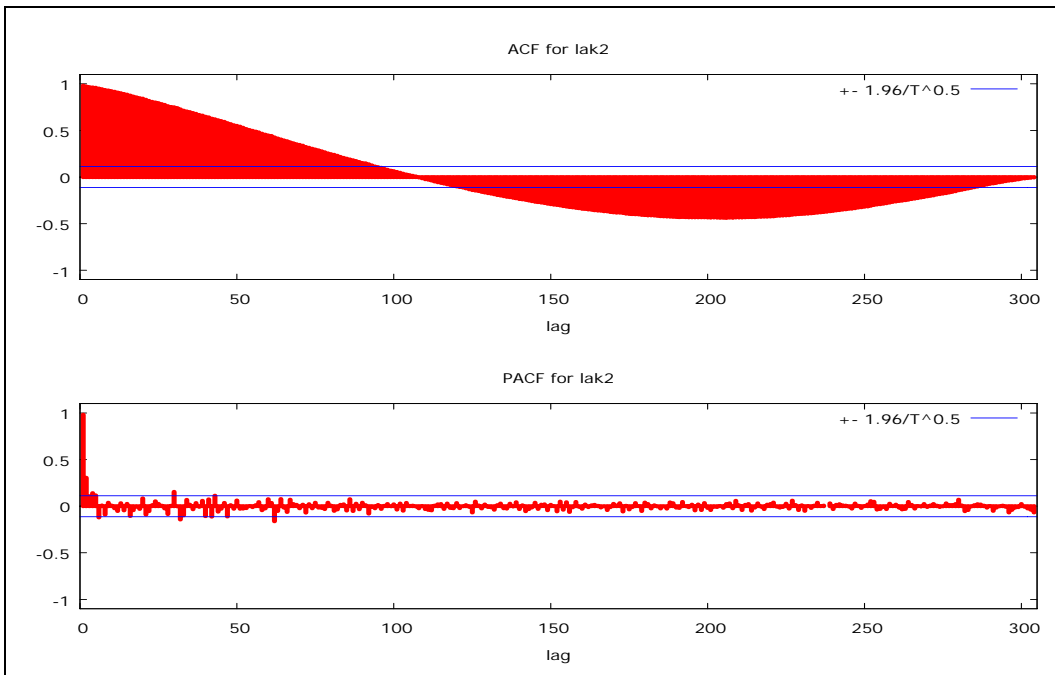
Şekil 4.8. İkinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

Serinin durağanlığını istatistiksel olarak test etmek için durağanlık tespitinde kullanılan ACF'u ikinci laktasyon süt verim değerleri için hesaplanmış ve korelogramı çizilmiştir. ACF'na ait Q istatistikleri önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Şekil 4.9'da yer alan korelogram incelendiğinde $ACF \pm 2/\sqrt{305}$ olan güven aralığının dışına çıkmaktadır. İkinci laktasyon süt verimlerini ait zaman yolu grafiği, Q istatistikleri ve korelogramı bu serinin durağan olmadığını göstermektedir.

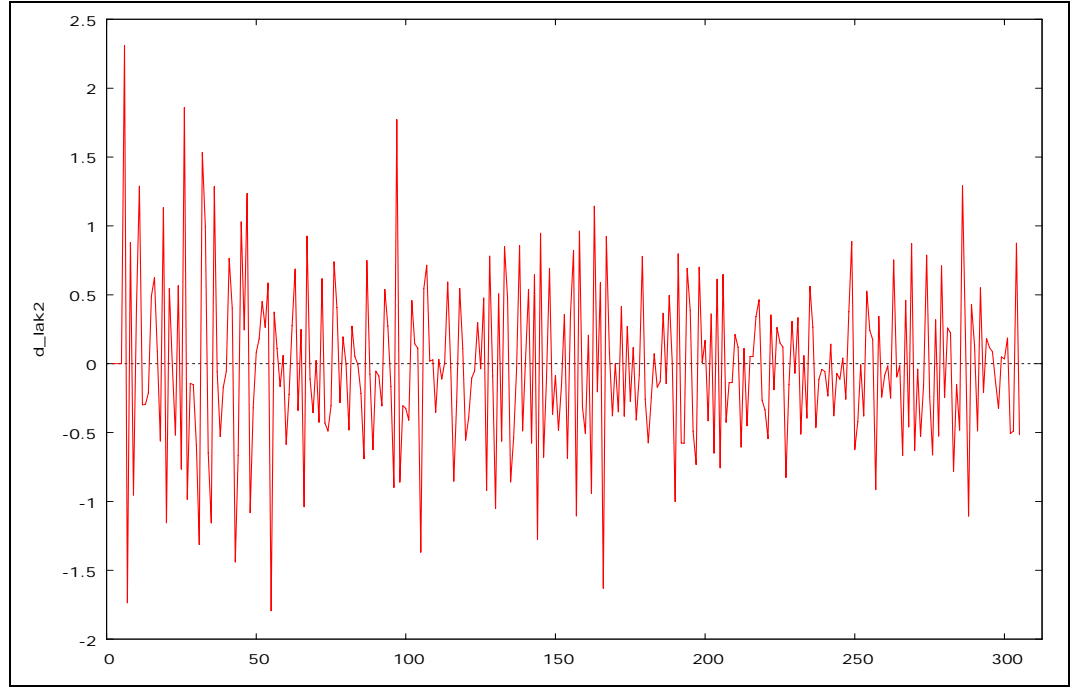
Seriye sabit, trend ve trendin karesini içeren ADF testi yapılmıştır. ADF testinde τ istatistiği -4.39 olarak hesaplanmıştır ($P>0.01$). Seri birim kök içermektedir

Seriye durağan hale dönüştürmek için birinci dereceden fark almak yeterli olmuştur. Farkı alınmış seriye ADF testi uygulanmıştır. Sadece sabit içeren modele göre τ hesap değeri -18.7404, sabit ve trend içeren modele göre ise τ hesap değeri -18.787 olarak bulunmuştur. Her iki değerinde cetvel değerinden oldukça küçüktür ($P<0.01$). Bu nedenle birinci dereceden farkı alınan seri durağan hale dönüşmüştür.



Şekil 4.9. İkinci laktasyon süt verimlerine ait korelogram

Durağan hale dönüştürülen ikinci laktasyon süt verimlerine ait serinin Şekil 4.10'da zaman yolu grafiği görülmektedir. Şekilde serinin sıfır ortalama etrafında bir dağılım gösterdiği ve durağanlaştığı görülmektedir.



Şekil 4.10. Birinci dereceden fark alınmış ikinci laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği

4.5. İkinci Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini

Çizelge 4.3'te ikinci laktasyon süt verimlerini tahminlemek için oluşturulan modellerin AIC değerleri yer almaktadır.

Çizelge 4.3. İkinci laktasyon süt verimlerine uygulanman modellere ait AIC değerleri

		AR										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA	0	--	501.42	483.28	458.13	434.20	435.32	433.92	434.26	436.23	437.92	439.67
	1	443.78	444.29	444.33	437.68	434.51	436.41	433.18	434.96	436.78	435.43	437.36
	2	444.02	445.87	443.47	435.03	432.25	433.94	435.04	433.67	434.35	436.24	438.22
	3	444.77	443.39	445.57	437.00	433.33	430.22	436.06	438.04	431.89	427.56	429.46
	4	436.71	444.78	435.76	436.22	434.07	426.12	428.06	425.79	433.69	427.08	428.95
	5	436.39	432.73	434.24	434.09	438.72	437.21	428.92	430.33	428.88	427.98	*
	6	435.67	434.25	436.17	435.99	*	427.29	429.29	428.80	426.99	429.51	439.65
	7	437.46	436.25	438.13	426.69	439.98	411.89	412.51	411.87	416.93	418.92	410.15
	8	435.75	435.80	436.40	432.31	440.34	432.90	413.70	*	416.78	416.20	413.81
	9	432.79	427.67	429.66	412.73	406.51	413.32	*	*	407.96	426.91	417.41
	10	431.84	429.66	431.64	414.29	414.88	429.09	427.59	407.79	392.97	414.07	*

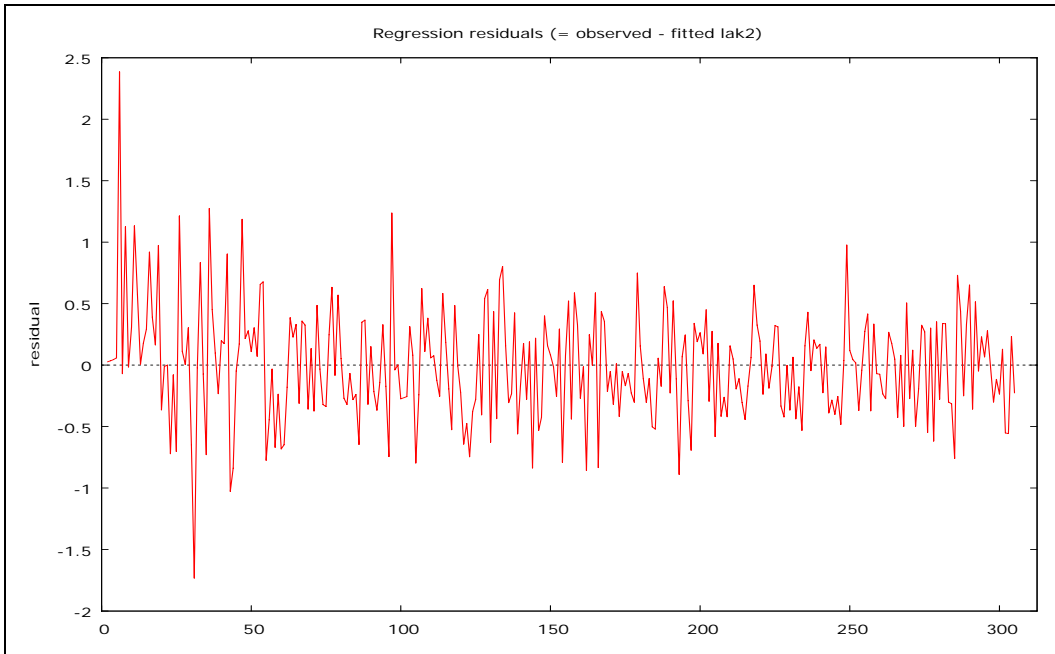
* Bu modellerde tahminleme elde edilememiştir.

Çizelge 4.3'te en küçük AIC değerine sahip model ARIMA(4,1,9) modelidir. Bu durumda model;

$$w_t = -0.026 - 0.138w_{t-1} + 1.507w_{t-2} - 0.07w_{t-3} - 0.958w_{t-4} - 0.582e_{t-1} - 1.832e_{t-2} + 1.182e_{t-3} + 1.329e_{t-4} - 0.508e_{t-5} - 0.349e_{t-6} - 0.353e_{t-7} + 0.146e_{t-8} + 0.254e_{t-9}$$

şeklinde yazılır.

Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -11.96 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamaktadır, durağan bir yapı göstermektedir. Gerçek süt verimleri ile modelden tahmin edilen süt verimlerinin arasındaki kalıntılar ve bunların laktasyon süresine göre değişimi Şekil 4.11'de verilmiştir. Sıfır ortalama etrafında dağılmakta olan kalıntılar modelin uygun model olduğunun bir göstergesidir.

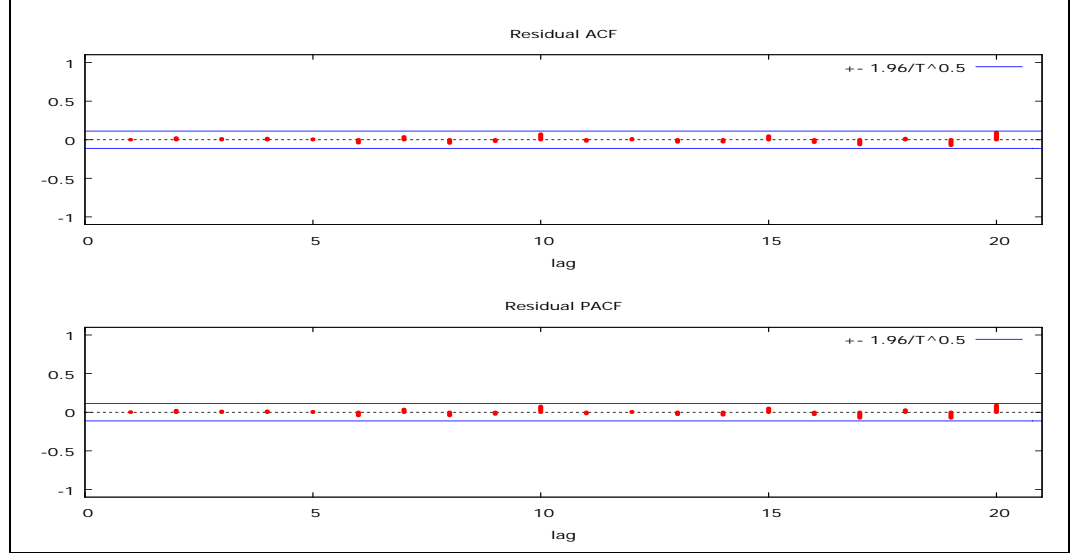


Şekil 4.11. İkinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği

Kalıntılara ait korelogram Şekil 4.12'de görülmektedir. ACF ve PACF değerleri $\pm 2/\sqrt{305}$ güven aralığı içinde yer almıştır. Çizelge 4.4'te ise ACF'larına ait Q istatistikleri yer almaktadır. Hesaplanan Q değerleri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). İkinci laktasyon süt verimleri için tahminlenen ARIMA(4,1,9) modelinin tahmin hataları tesadüfi olarak dağıldığı ve modelin laktasyon eğrisini modellemeye uygun olduğu saptanmıştır.

İkinci laktasyon için gerçek süt verimi ve ARIMA yöntemi ile tahminlenen süt verimi arasındaki MAPE %1.75 olarak bulunmuştur. Tahmini süt verimi laktasyon devamlılık düzeyleri ise $P_{2:1} = \%86$, $P_{3:2} = \%78$, $P_{3:1} = \%67$ olarak hesaplanmıştır. En yüksek günlük süt verimi $Y_{\max} = 25.08$ kg, bu verime ulaşma süresi $T_{\max} = 53$ gün ve 305 günlük toplam süt verimi 6095 kg olarak saptanmıştır.

İkinci laktasyon gerçek süt verimi değerlerine ait laktasyon devamlılık seviyesi $P_{2:1} = \%86$, $P_{3:2} = \%79$ ve $P_{3:1} = \%67$ olarak bulunmuştur. Gerçek süt verimlerinde en yüksek günlük süt verimi $Y_{max} = 26.02$ kg olup bu verime ulaşma süresi ise 26 gün ve 305 günlük süt verimi 6116 kg olarak tespit edilmiştir..



Şekil 4.12. İkinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların korelogramı

Çizelge 4.4. İkinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri

Gecikme	ACF	PACF	Q-değeri	P
1	0.0024	0.0024	0.0017	0.967
2	0.0227	0.0227	0.1604	0.923
3	0.0118	0.0117	0.2032	0.977
4	0.0152	0.0147	0.2751	0.991
5	0.0081	0.0076	0.2958	0.998
6	-0.0407	-0.0416	0.8134	0.992
7	0.0372	0.0368	1.2479	0.990
8	-0.0432	-0.0422	1.8353	0.986
9	-0.0219	-0.0226	1.9859	0.992
10	0.0727	0.0756	3.6575	0.961
11	-0.0170	-0.0166	3.7498	0.977
12	0.0110	0.0075	3.7886	0.987
13	-0.0302	-0.0268	4.0803	0.990
14	-0.0275	-0.0349	4.3232	0.993
15	0.0472	0.0504	5.0393	0.992
16	-0.0336	-0.0271	5.4040	0.993
17	-0.0636	-0.0739	6.7138	0.987
18	0.0163	0.0283	6.8000	0.992
19	-0.0728	-0.0739	8.5284	0.981
20	0.0923	0.0914	11.3196	0.938

Şekil 4.13'de gerçek ve model ile tahminlenen laktasyon eğrileri birlikte verilmiştir. Her iki eğrinin birbiri ile oldukça uyumlu olduğu görülmektedir

İkinci laktasyon için süt verimlerinin durağan olduğu varsayılarak AR, MA, ARMA modelleri de uygulanmıştır. Tahminlenen modellerin en küçük AIC değerleri AR, MA ve ARMA yöntemleri için sırasıyla 509.55, 660.01 ve 436.79 olarak saptanmıştır. En küçük AIC değerlerine sahip modeller AR(2), MA(10) ve ARMA(2,9) modelleridir. İkinci laktasyon süt verimlerini tahminlemek için kullanılan AR(2) modeli;

$$y_t = 19.11 + 0.60y_{t-1} + 0.39y_{t-2}$$

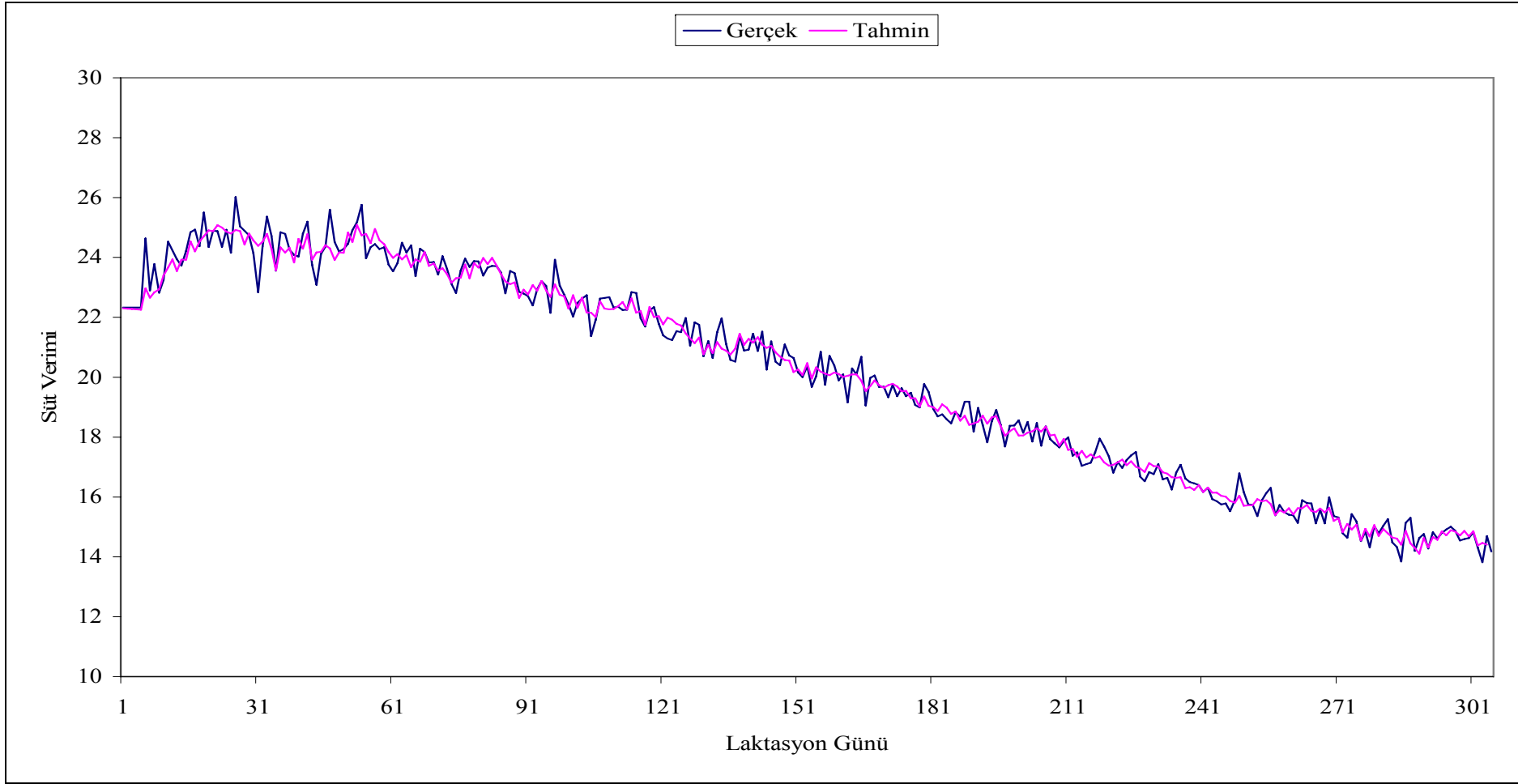
MA(10) modeli;

$$y_t = 20 + 0.89e_{t-1} + 0.93e_{t-2} + 1.0e_{t-3} + 1.1e_{t-4} + 1.24e_{t-5} + 1.02e_{t-6} + 0.99e_{t-7} \\ + 0.68e_{t-8} + 0.6e_{t-9} + 0.37e_{t-10}$$

ARMA(2,9) modeli;

$$y_t = 18.32 + 1.67y_{t-1} - 0.67y_{t-2} - 1.36e_{t-1} + 0.33e_{t-2} + 0.06e_{t-3} + 0.14e_{t-4} + 0.12e_{t-5} \\ - 0.22e_{t-6} + 0.26e_{t-7} - 0.28e_{t-8} + 0.24e_{t-9}$$

şeklinde yazılır. MAPE değerleri AR(2) modeli için %2.16, MA(10) %2.78 ve ARMA(2,9) %1.88 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.13. İkinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(4,1,9) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri

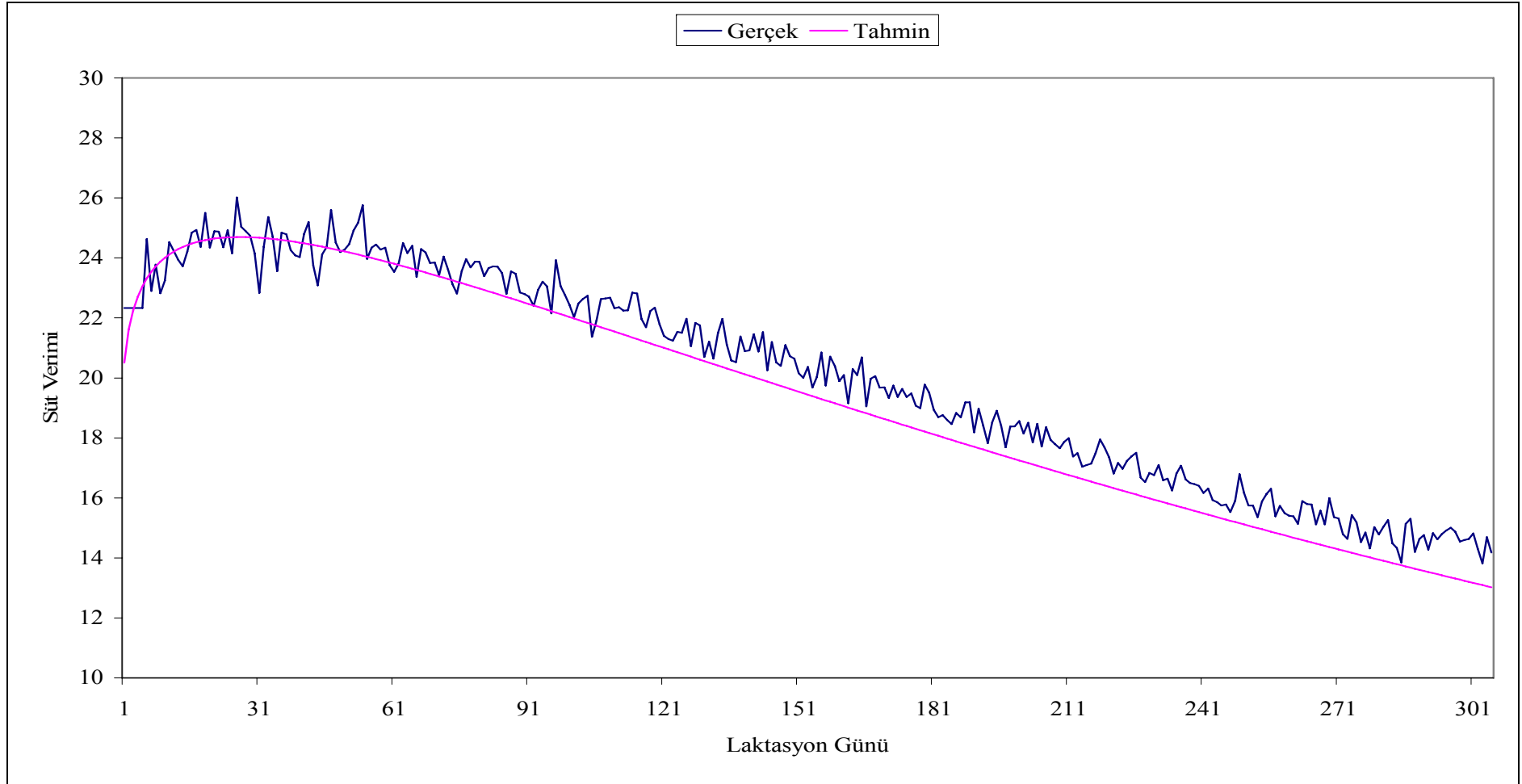
4.6. İkinci Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini

İkinci laktasyon süt verimleri için Gamma fonksiyonu ile tahminlenen model;

$$\ln(Y_t) = 3.24 + 0.08\ln(t) - 0.003t$$

şeklindedir. Modelin belirleme katsayısı $R^2 = 0.983$ olarak bulunmuştur. Gamma modelinden tahminlenen ikinci laktasyon süt verimlerine ait MAPE değeri % 4.22 olarak tahminlenmiştir. Tahmini ikinci laktasyon süt verimlerine ait laktasyon devamlılık düzeyi $P_{2:1} = \%83$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%64$ olarak tahminlenmiştir. En yüksek günlük süt verimi 24.70 kg ve bu verimine ulaşma süresi 27 gün, 305 günlük süt verimi 5904 kg olarak tahminlenmiştir.

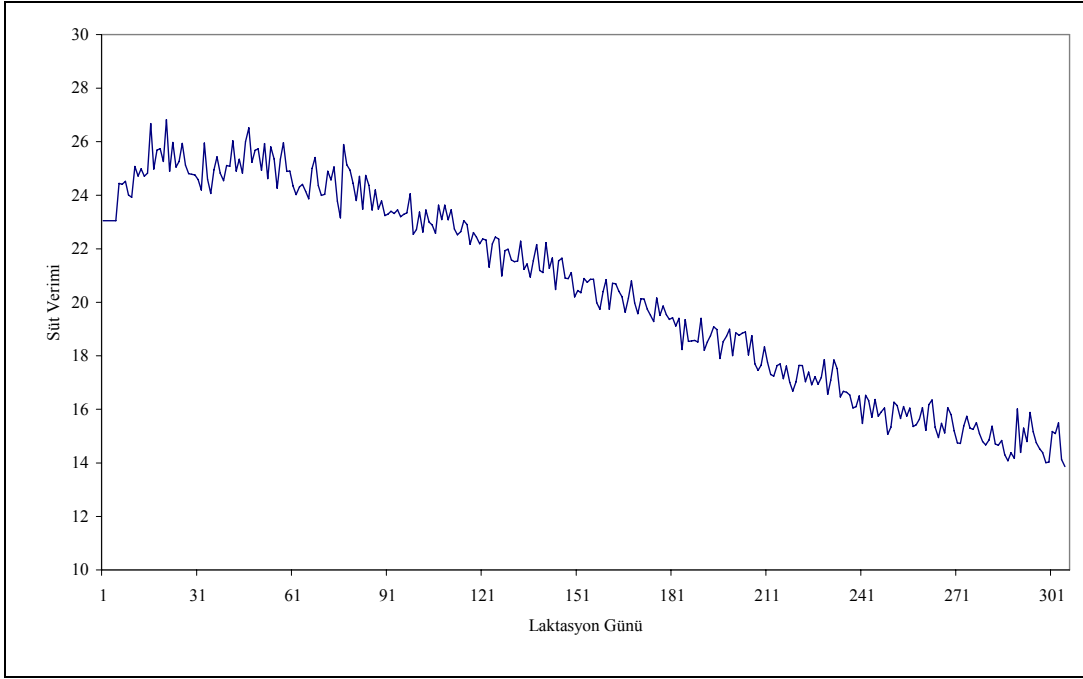
İkinci laktasyonda Gamma fonksiyonu ile tahminlenen süt verimleri ile gerçek değerlerden elde edilen laktasyon eğrileri Şekil 4.14'de birlikte sunulmuştur. Gamma modelinin ikinci laktasyon süt verimlerini biraz daha düşük tahminlediği gözlenmiştir.



Şekil 4.14. İkinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri

4.7. Üçüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular

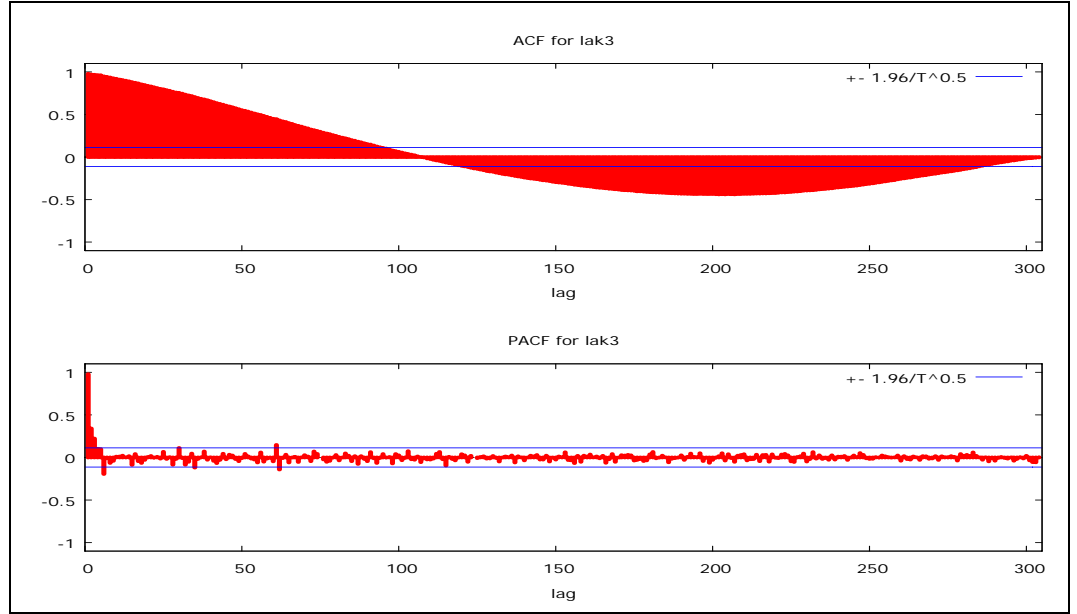
Üçüncü laktasyon süt verimlerinin laktasyon boyunca ortalama değişimi Şekil 4.15'de verilmiştir. Grafik belirli bir ortalama etrafında şansa bağlı bir dağılım göstermeyip bir eğilime sahiptir. Bu durum üçüncü laktasyon eğrisinin durağan olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.15. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

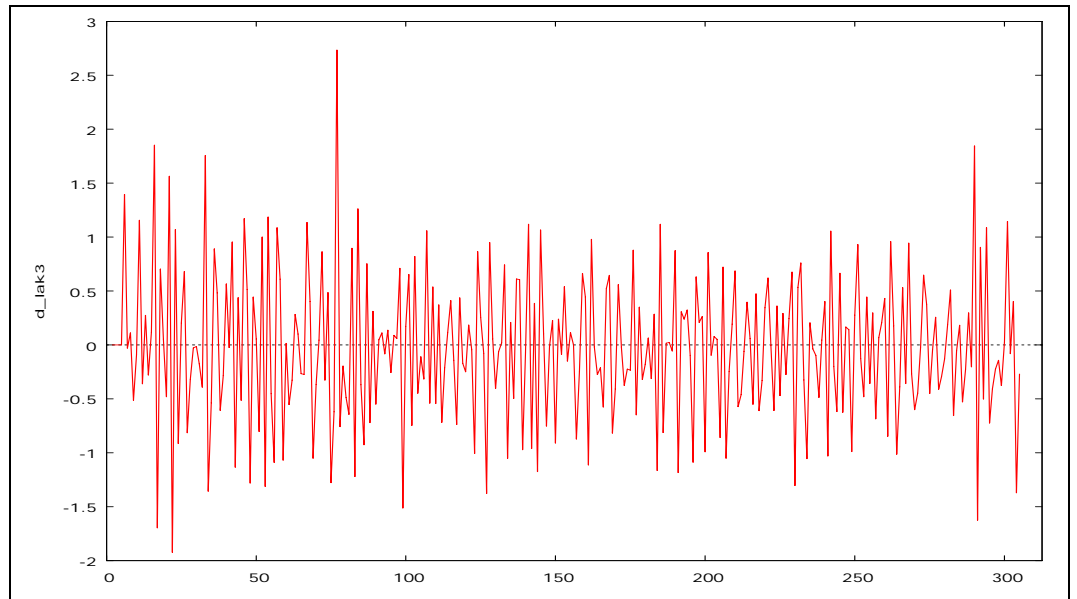
Ayrıca serinin durağanlığı istatistiksel yöntemlerle de araştırılmıştır. Seriyeye sabit, trend ve trendin karesini içeren ADF testi yapılmıştır. ADF testinde τ istatistiği -3.59 olarak hesaplanmıştır ($P > 0.01$). Seri birim kök içermektedir.

Serinin ACF değerleri incelenmiştir. ACF'ni test etmede kullanılan Q istatistikleri önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait korelogram Şekil 4.16'da görülmektedir. Burada da $ACF \pm 2/\sqrt{305}$ güven aralığının dışına çıkmaktadır. Zaman yolu, ADF testi, Q istatistikleri ve korelogram serinin durağan olmadığını göstermiştir.



Şekil 4.16. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait korelogram

Durağan olmayan seriyi durağanlaştırmak için birinci dereceden fark alınması yeterli olmuştur. Serinin birinci dereceden farkı alındıktan sonra ADF testi yapılmıştır. Sadece sabit içeren model için τ hesap değeri -20.69 , sabit ve trend içeren model için hesaplanan τ hesap değeri -20.74 olarak hesaplanmıştır. ($P < 0.01$). Durağan olmayan üçüncü laktasyon süt verimleri durağan hale dönüştürülmüştür. Şekil 4.17'de farkı alınmış serinin sıfır ortalama etrafında dağıldığı görülmektedir.



Şekil 4.17. Birinci dereceden farkı alınmış üçüncü laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği

4.8. Üçüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini

Çizelde 4.5'te üçüncü laktasyon süt verimleri için denenen 120 modele ait AIC'leri görülmektedir.

Çizelge 4.5. Üçüncü laktasyon süt verimlerine uygulanan modellere ait hesaplanan AIC değerleri

		AR										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA	0	--	564.12	531.54	515.63	496.17	496.54	497.08	499.06	500.43	502.34	503.93
	1	505.23	506.82	505.72	505.28	495.78	497.75	499.07	500.91	501.23	503.17	504.42
	2	506.67	500.60	506.51	507.71	497.72	*	489.41	490.60	491.60	504.56	491.84
	3	502.98	505.76	506.54	500.57	498.83	500.82	499.44	491.95	493.65	503.66	496.68
	4	502.66	505.33	499.89	495.76	500.45	499.07	492.96	503.45	*	505.62	487.65
	5	500.57	497.82	495.34	497.28	496.23	498.20	500.13	495.44	485.89	507.61	489.35
	6	500.47	499.03	497.32	499.15	498.21	496.43	497.18	497.08	487.89	498.33	*
	7	492.33	493.44	498.16	484.51	493.32	489.19	490.25	497.60	491.83	497.35	496.03
	8	493.55	495.29	497.23	498.46	498.68	496.90	*	492.58	496.21	493.75	481.71
	9	495.54	497.27	*	497.62	500.46	501.97	489.98	*	490.84	496.91	488.90
	10	496.28	497.92	497.86	491.98	495.03	495.89	497.73	496.46	480.89	487.65	463.50

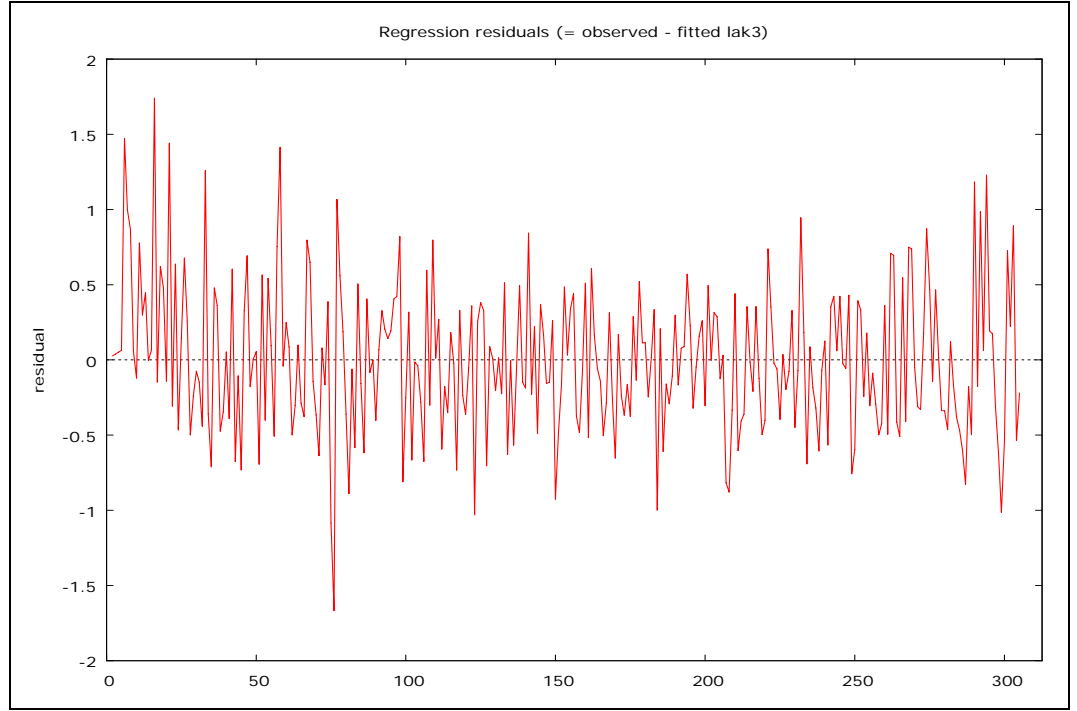
*: Bu modellerde tahminleme elde edilememiştir.

En küçük AIC değerine sahip tahmin modeli, ARIMA(10,1,10) modelidir.

Bu model;

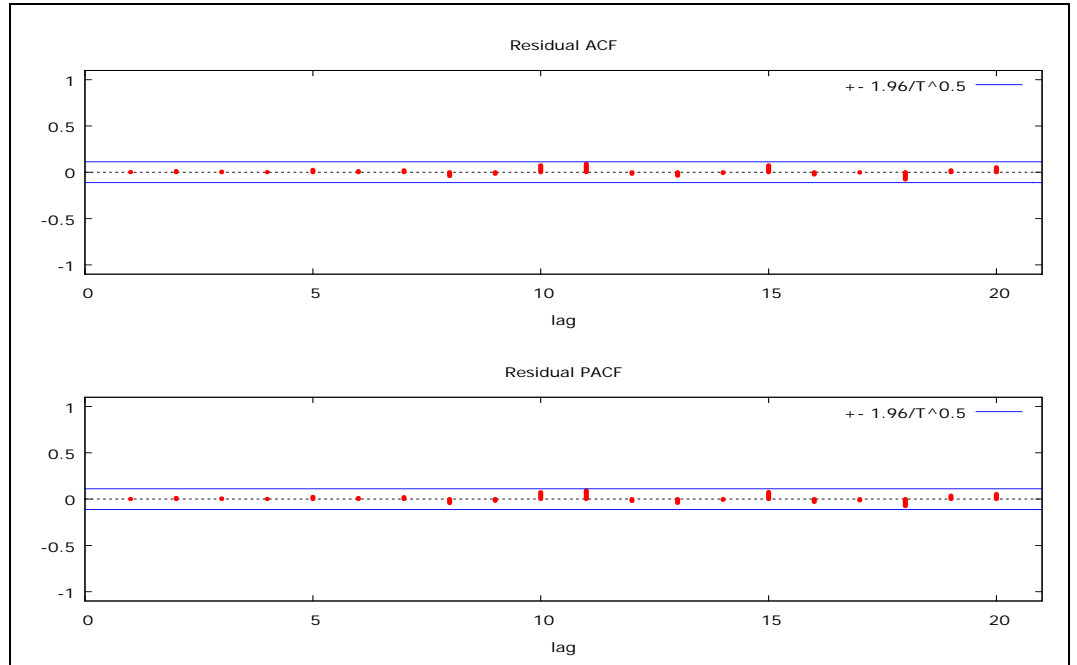
$$w_t = -0.027 + 0.27w_{t-1} + 0.764w_{t-2} + 0.525w_{t-3} + 0.161w_{t-4} - 0.001w_{t-5} - 0.768w_{t-6} - 0.667w_{t-7} + 0.007w_{t-8} + 0.706w_{t-9} - 0.084w_{t-10} - 1.12e_{t-1} - 0.561e_{t-2} + 0.163e_{t-3} + 0.277e_{t-4} + 0.297e_{t-5} + 0.563e_{t-6} + 0.101e_{t-7} - 0.566e_{t-8} - 0.907e_{t-9} + 0.790e_{t-10}$$

şeklinde yazılır. Model belirlendikten sonra gerçek seri ile modelden tahminlenen seri arasındaki kalıntı terimlerinin dağılışı Şekil 4.18'de verilmiştir. Kalıntılar sıfır ortalama etrafında dağılmaktadır. Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -12.37 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamakta olup, durağan bir yapı göstermektedir.



Şekil 4.18. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği

Şekil 4.19'da kalıntılara ait 20 gecikmeye kadar olan korelogram verilmiştir. Kalıntılardan hesaplanan ACF $\pm 2/\sqrt{305}$ değerleri arasında yer almaktadır.



Şekil 4.19. Üçüncü laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait korelogram

Çizelge 4.6'da ise ACF'nun Q testi sonuçları görülmektedir. Tüm Q değerleri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Üçüncü laktasyon süt verimlerini tahminlemede kabul edilen model uygun bir modeldir. Bu laktasyon

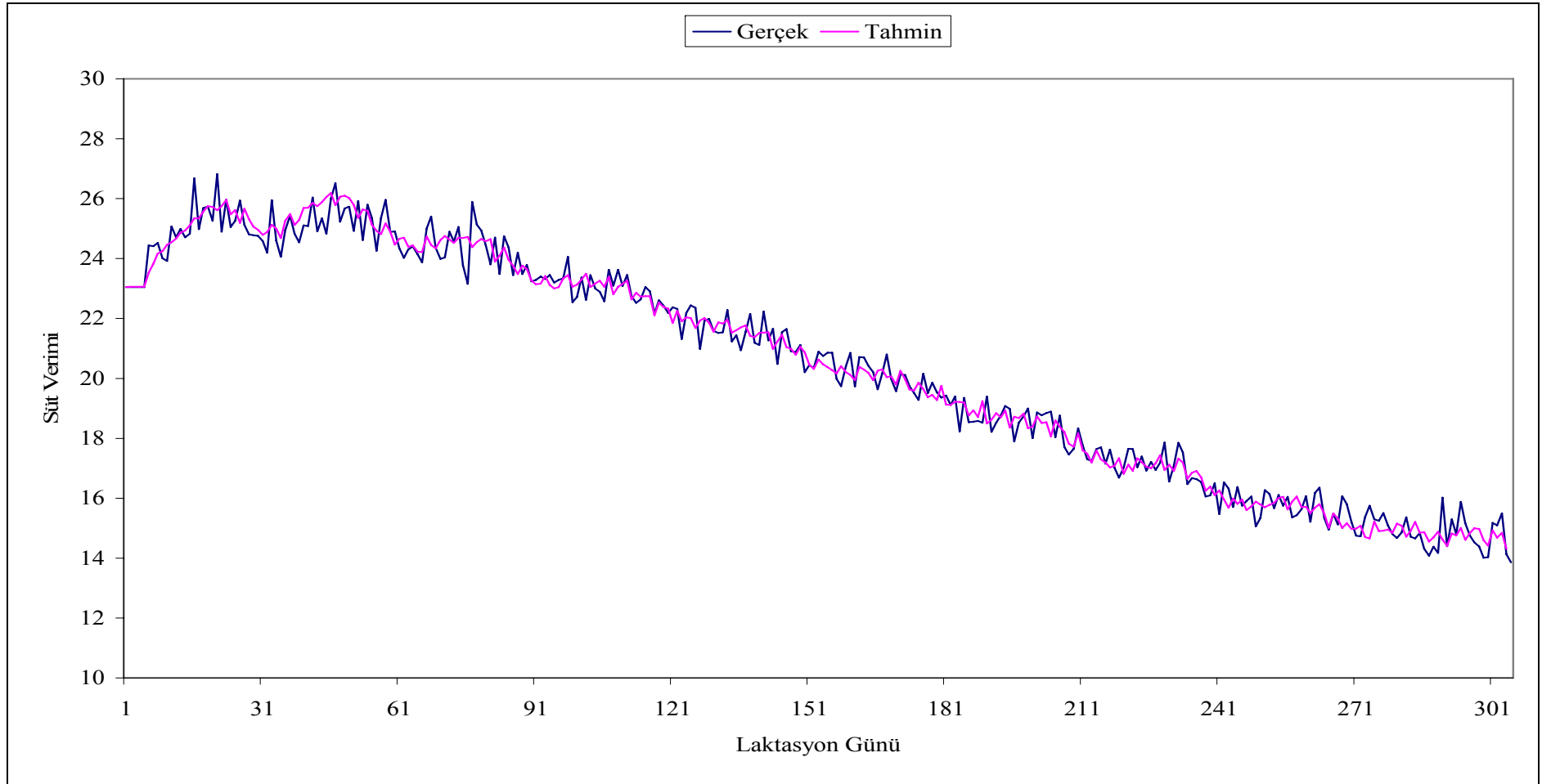
için tahminlenen modele ait MAPE ise %1.95 olarak bulunmuştur. Üçüncü laktasyon süt verimleri modelinden tahminlenen değerlerden laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%84$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%65$ olarak hesaplanmıştır. Maksimum günlük süt verimi 26.19 kg ve bu verime ulaşma süresi $T_{\max} = 46$ gün olarak saptanmıştır. 305 günlük süt verimi 6218 kg olarak hesaplanmıştır.

Üçüncü laktasyondaki gerçek süt verimleri değerlere ait laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%85$, $P_{3:2} = \%78$ ve $P_{3:1} = \%66$ olarak bulunmuştur. Gerçek süt verimlerinde en yüksek süt verimi $Y_{\max} = 26.82$ kg, bu verime ulaşma süresi ise $T_{\max} = 21$ gün ve 305 günlük süt verimi 6232 kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait ACF, PACF değerleri ve Q istatistikleri

Gecikme	ACF	PACF	Q-değeri	P
1	0.0018	0.0018	0.0010	0.975
2	0.0122	0.0122	0.0467	0.977
3	0.0085	0.0085	0.0692	0.995
4	0.0022	0.0021	0.0708	0.999
5	0.0261	0.0259	0.2829	0.998
6	0.0128	0.0126	0.3342	0.999
7	0.0218	0.0211	0.4824	1.000
8	-0.0408	-0.0417	1.0065	0.998
9	-0.0169	-0.0177	1.0968	0.999
10	0.0747	0.0749	2.8602	0.985
11	0.0917	0.0927	5.5303	0.903
12	-0.0170	-0.0200	5.6219	0.934
13	-0.0379	-0.0414	6.0813	0.943
14	-0.0077	-0.0080	6.1004	0.964
15	0.0752	0.0771	7.9211	0.927
16	-0.0239	-0.0301	8.1058	0.946
17	-0.0024	-0.0123	8.1076	0.964
18	-0.0773	-0.0761	10.0519	0.930
19	0.0220	0.0375	10.2104	0.948
20	0.0543	0.0548	11.1745	0.942

Şekil 4.20'de ise gerçek ve ARIMA modelinden tahminlenen laktasyon eğrileri birlikte görülmektedir. Eğriler birbirleri ile oldukça uyumlu görülmektedir.



Şekil 4.20. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA((10,1,10) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrisi

Serinin durağan olduğu varsayıldığında üçüncü laktasyon süt verimlerini tahminlemek için kullanılan AR, MA ve ARMA yöntemlerinden en küçük AIC değerlerine sahip modeller AR(2), MA(7) ve ARMA(1,7) olarak saptanmıştır. Bu modellerin AIC değerleri sırasıyla 572.76, 804.10 ve 503.35 olarak hesaplanmıştır. Üçüncü laktasyon süt verimlerini tahminleyen AR(2) modeli;

$$y_t = 19.33 + 0.54y_{t-1} + 0.45y_{t-2}$$

MA(7) modeli;

$$y_t = 20.37 + 1.03e_{t-1} + 1.23e_{t-2} + 1.24e_{t-3} + 1.14e_{t-4} + 1.03e_{t-5} + 0.57e_{t-6} + 0.32e_{t-7}$$

ARMA(1,7) modeli;

$$y_t = 18.89 + 1.0y_{t-1} - 0.75e_{t-1} - 0.03e_{t-2} + 0.03e_{t-3} + 0.08e_{t-4} + 0.16e_{t-5} - 0.22e_{t-6} + 0.22e_{t-7}$$

şeklinde yazılır. Üçüncü laktasyon süt verimlerini tahmin modellerinden AR(2) modelinin MAPE değeri %2.45, MA(7) modelinin MAPE değeri %3.53 ve ARMA(1,7) modelinin MAPE değeri ise %2.18 olarak saptanmıştır. Bu modellerden en küçük AIC değerine sahip ARMA(1,7) modeli en küçük MAPE değerine sahip model olarak saptanmıştır.

4.9. Üçüncü Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini

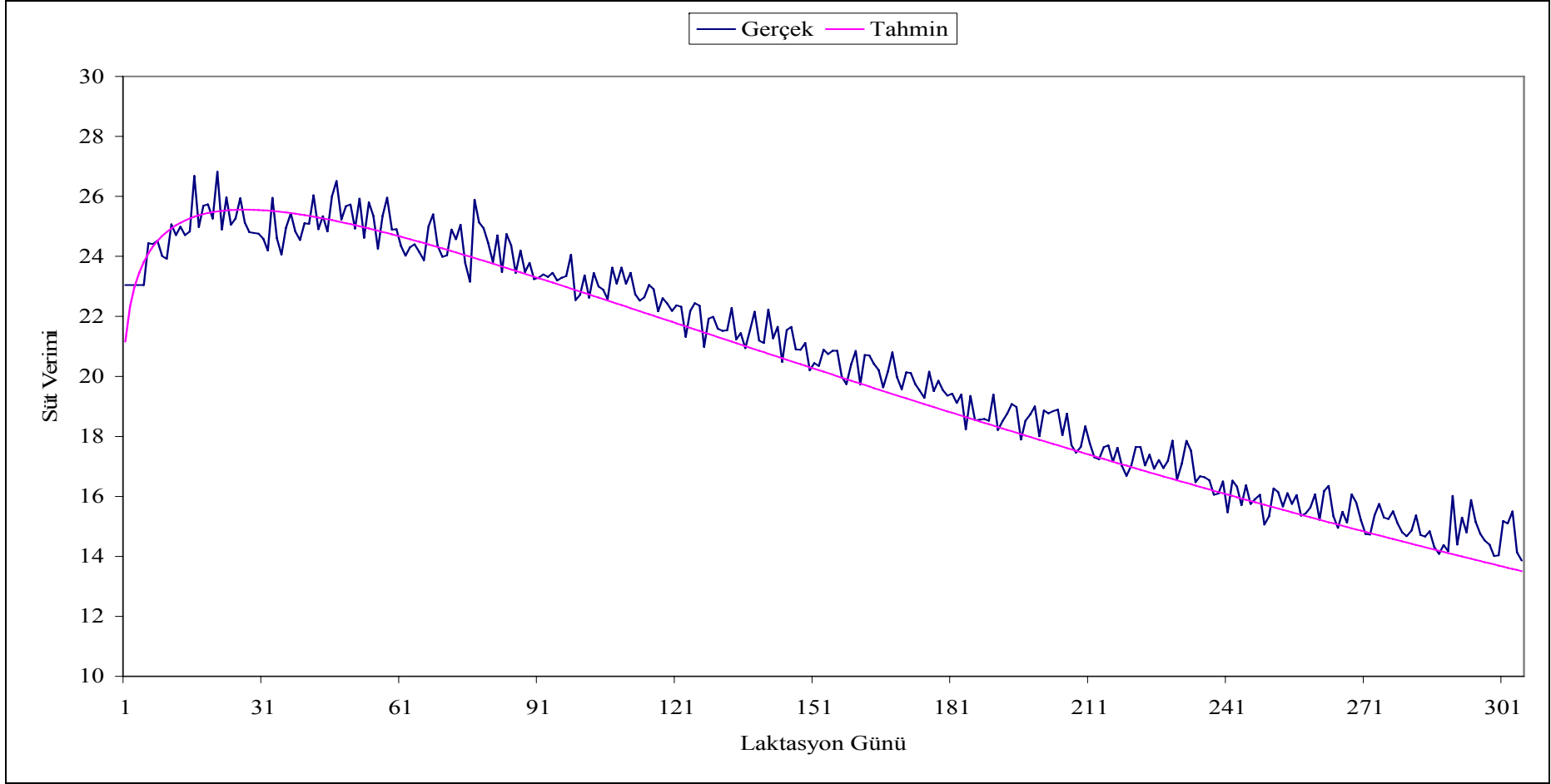
Gamma fonksiyonu ile üçüncü laktasyon süt verimleri değerlerini tahminleyen regresyon modeli;

$$\ln(Y_t) = 3.055 + 0.081\ln(t) - 0.003t$$

şeklinde bulunmuştur. Üçüncü laktasyon süt verimleri için tahminlenen Gamma modelinin belirleme katsayısı $R^2 = 0.979$ olarak tespit edilmiştir. $\ln(Y_t)$ değerleri hesaplandıktan sonra AntiLn değerleri alınarak süt verimi tahminlenmiştir. Oluşturulan tahmini laktasyon süt verim değerleri ve gerçek süt verim değerleri arasındaki MAPE % 2.78 olarak tahminlenmiştir. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait istatistiklerden laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%83$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%64$ olarak tahminlenmiştir. Tahminlenen verimlerde

maksimum günlük süt verimine 27. günde 25.56 kg olarak ulaşılmış, 305 günlük süt verimi 6118 kg bulunmuştur.

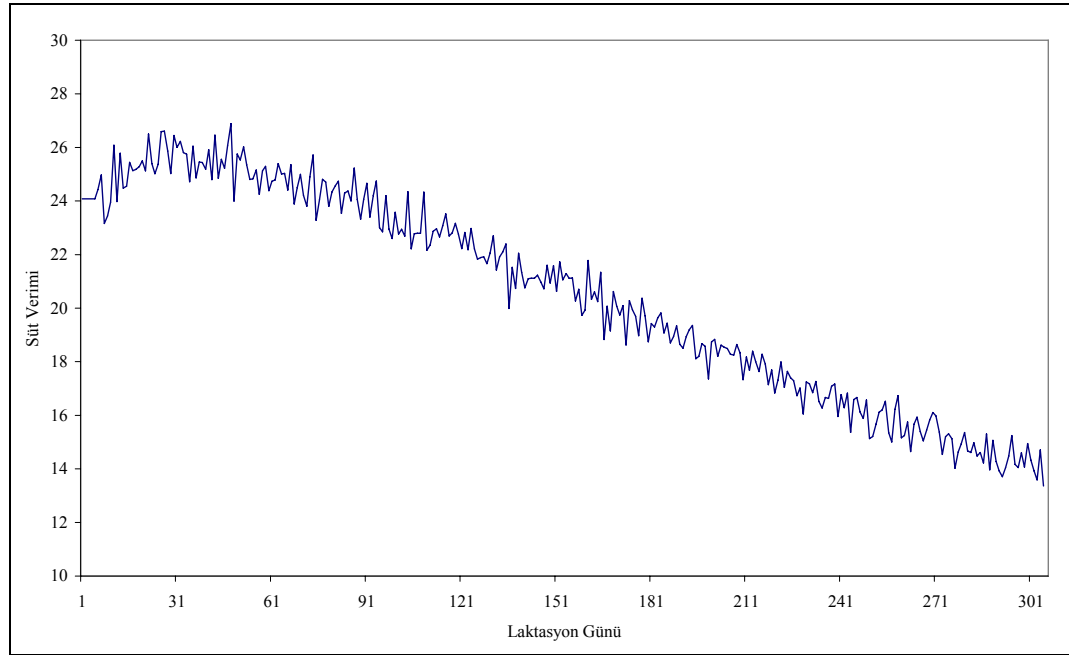
şekil 4.21'de Gamma modeli ile tahminlenen laktasyon eğrisi ve gerçek değerlerden oluşan laktasyon eğrisi birlikte sunulmuştur. Her iki eğride birbirleriyle oldukça uyumludur.



Şekil 4.21. Üçüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri

4.10. Dördüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular

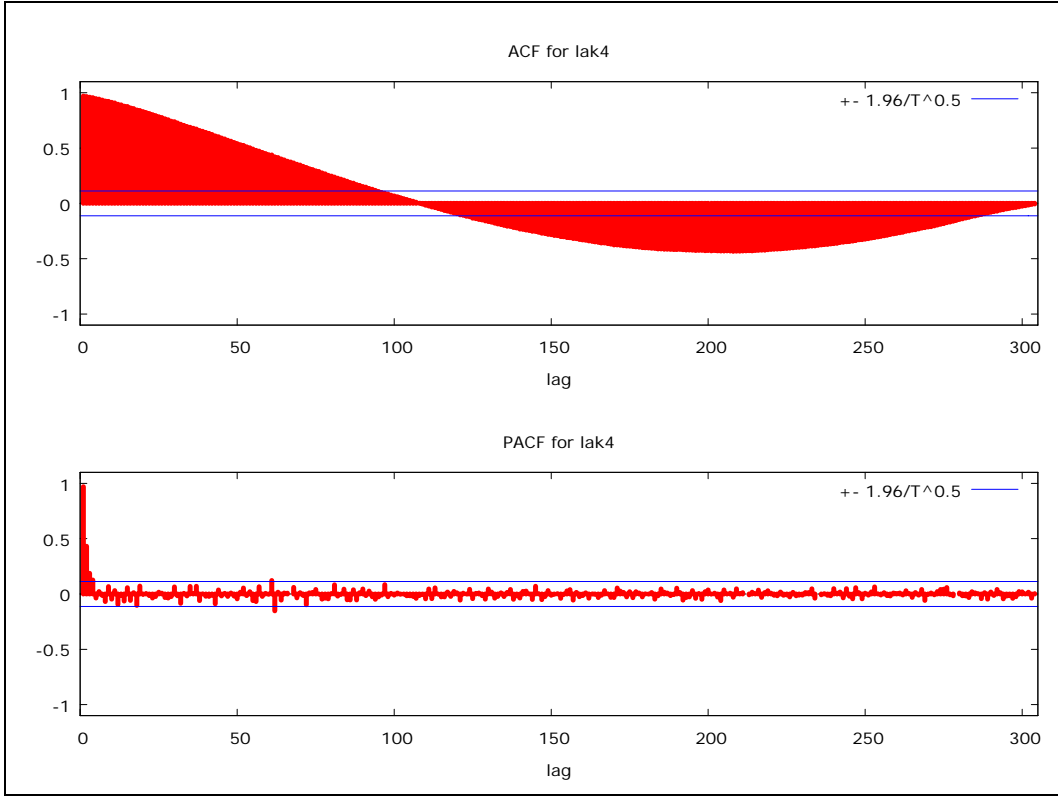
Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği Şekil 4.22'de verilmiştir. Dördüncü laktasyon süt verimleri azalan bir eğilime sahiptir. Eğilime sahip olduğu için seri durağan dışı bir yapıya dair bilgi vermektedir.



Şekil 4.22. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

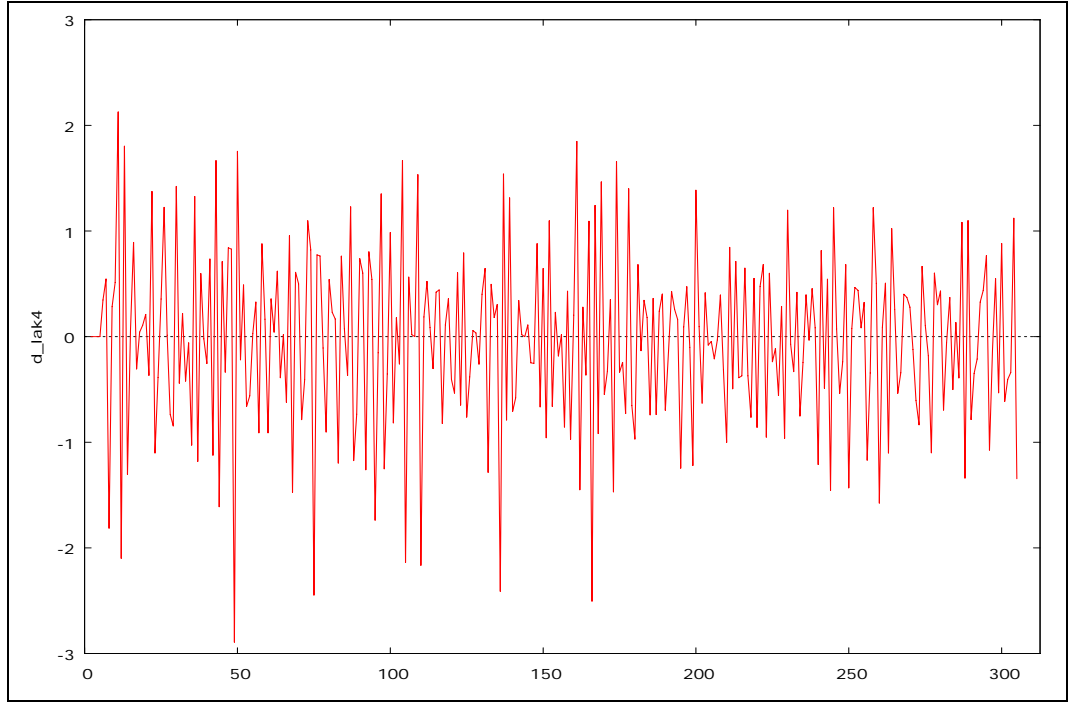
İstatistiksel olarak serinin durağan bir yapıya sahip olup olmadığını belirlemek için serinin korelogramına ve ADF istatistiğine bakılmıştır. Seriyeye sabit, trend ve trendin karesini içeren ADF testi yapılmıştır. ADF testinde τ istatistiği -4.78 olarak hesaplanmıştır. ($P > 0.01$). Seri birim kök içermektedir. Serinin durağan olmadığı görülmektedir.

Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait korelogramda ACF değerleri güven aralığının dışına çıkmakta, birkaç gecikmeden sonra güven aralığı sınırlarının içine girdiği gözlenmektedir (Şekil 4.23). ACF değerlerini istatistik olarak test eden Q istatistikleri de önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Azalan eğilim, güven aralığının dışına çıkan ACF değerleri ve Q istatistiklerinin istatistik olarak anlamlı olması serinin zaman serisi metotları ile analize uygun olmadığını işaret etmektedir.



Şekil 4.23. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait korelogram

Zaman serisi analizlerini yapabilmek için serinin durağanlaştırılması gerekmektedir. Durağanlığı sağlamak için serinin birinci dereceden farkı alınmıştır. Fark alındıktan sonra seriye ADF testi yapılmıştır. Testin sadece sabit içeren τ hesap değeri -22.45, hem sabit hem de trend içeren τ hesap değeri -22.47 olarak bulunmuştur. Her iki τ hesap değeri cetvel değerlerinden küçük olarak hesaplanmıştır ($P < 0.01$). Birinci dereceden fark serinin durağanlaşması için yeterli olmuştur. Farkı alınmış dördüncü laktasyon süt verimleri serisinin zaman yolu grafiği Şekil 4.24'de görülmektedir. Gözlem değerleri sıfır ortalama etrafında dağılmakta, birinci dereceden farkı alınmış serinin durağanlaştığı görülmektedir.



Şekil 4.24. Birinci dereceden farkı alınmış dördüncü laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği

4.11. Dördüncü Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini

Dördüncü laktasyon süt verimlerini tahminlemede kullanılacak modeli belirlemek için yapılan 120 ARIMA(p,d,q) modeline ilişkin AIC değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Çizelgede en küçük AIC değerine sahip model ARIMA(6,1,5) modelidir.

Çizelge 4.7. Dördüncü laktasyon süt verimlerine uygulanan modellere ait hesaplanan AIC değerleri

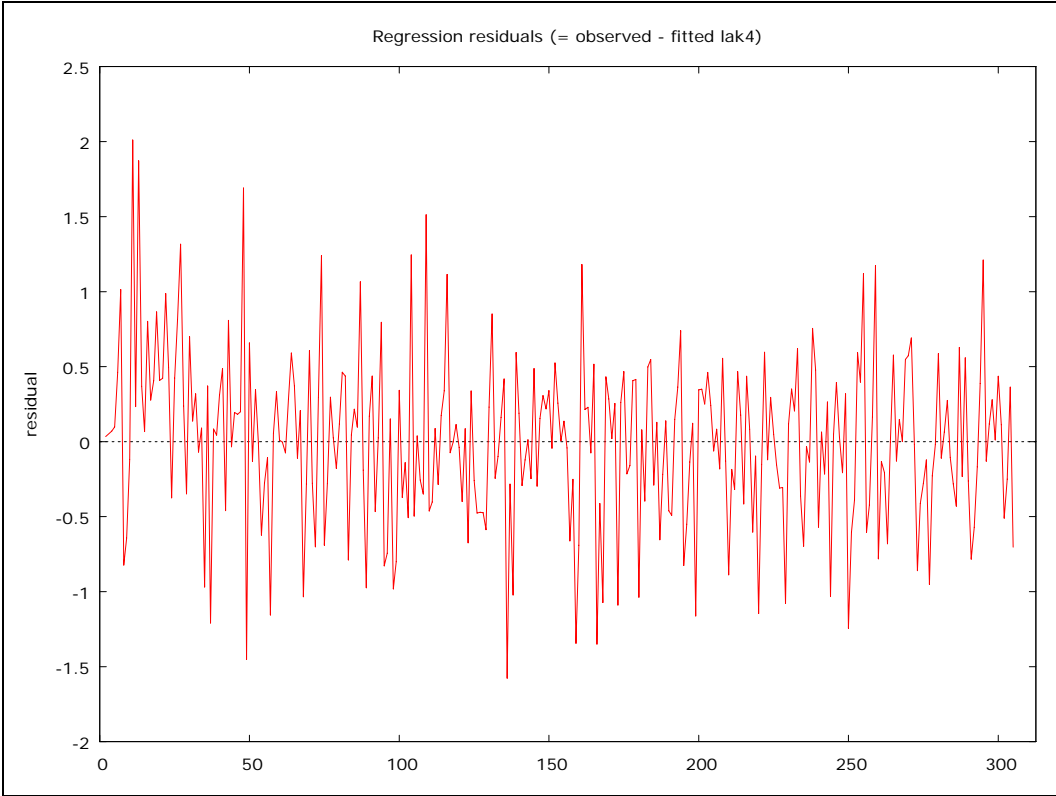
		AR										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA	0	--	656.79	612.85	569.89	562.81	556.82	553.38	554.00	554.52	555.95	556.38
	1	567.48	561.86	558.11	553.43	555.42	555.72	540.57	542.34	544.15	546.00	547.19
	2	557.95	552.27	557.47	555.38	547.59	548.68	542.29	544.23	545.23	*	548.91
	3	553.01	552.98	549.08	551.08	542.30	548.10	544.13	545.34	543.01	543.65	542.74
	4	553.23	550.48	551.08	545.20	543.38	541.51	545.71	544.80	541.07	*	543.57
	5	553.63	549.75	539.99	541.96	543.92	543.50	539.15	541.15	543.02	542.40	543.96
	6	553.84	548.96	541.95	541.93	543.60	545.13	541.15	539.21	540.00	549.76	551.76
	7	555.81	547.28	543.93	559.27	553.89	541.40	542.87	540.77	*	544.70	546.56
	8	557.76	545.59	545.00	545.04	543.31	548.61	544.14	544.41	546.57	548.18	546.38
	9	556.48	548.52	549.78	543.56	545.10	541.96	542.08	550.52	548.59	539.80	543.65
	10	557.49	550.26	551.78	545.29	542.93	544.78	550.04	546.56	548.36	550.30	544.72

* Bu modellerde tahminleme elde edilememiştir.

Dördüncü laktasyon süt verimleri tahmin modeli;

$$w_t = -0.0336 -1.418w_{t-1} -1.298 w_{t-2} -1.847w_{t-3} -1.410w_{t-4} -0.642w_{t-5} -0.328w_{t-6} \\ +0.479e_{t-1} +0.0006 e_{t-2} +0.848e_{t-3} -0.020e_{t-4} -0.450e_{t-5}$$

şeklinde yazılır. Dördüncü laktasyon için tahmin modelinden elde edilen süt verimleri ile gerçek süt verimleri arasındaki kalıntı terimlerini gösteren grafik Şekil 4.25'de görülmektedir. Kalıntı terimleri sıfır ortalama etrafında dağılmaktadır. Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -12.27 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamaktadır, durağan bir yapı göstermektedir.

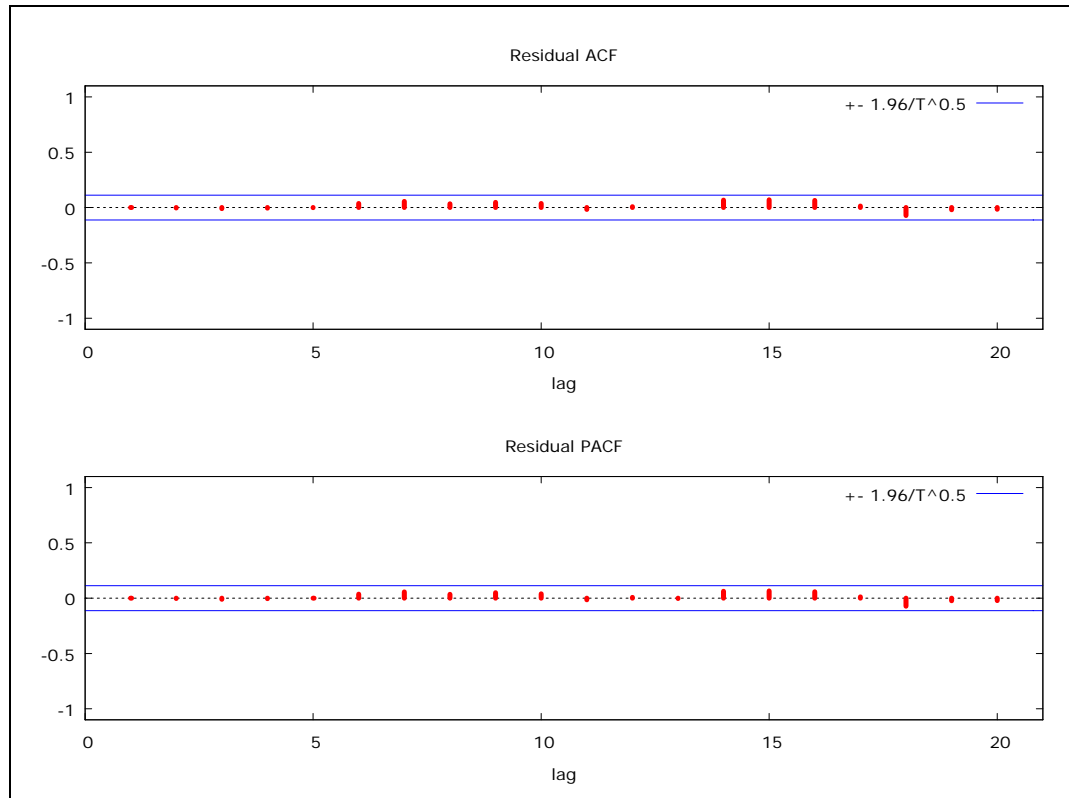


Şekil 4.25. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği

Dördüncü laktasyon süt verimleri için hesaplanan kalıntılar ve ACF değerlerine ait 20 gecikmeye kadar olan korelogram Şekil 4.26'da ve ACF değerlerinin Q istatistikleri Çizelge 4.8'de görülmektedir. Korelogramda ACF ve PACF değerleri güven aralığı $\pm 2/\sqrt{305}$ içinde yer almaktadır. Q istatistikleri ise anlamlı bulunmamıştır ($P > 0.05$). Kalıntılara ait ACF ve korelogram kalıntılarının tesadüfi dağıldığını işaret etmektedir. Bu durum modelin dördüncü laktasyon süt verimlerini açıklamaya uygun olduğunu göstermektedir. Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -12.27 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamaktadır, kalıntılar durağan bir yapı göstermektedir.

Dördüncü laktasyon için ARIMA modeli ile tahminlenen süt verim değerleri ile gerçek süt verileri arasındaki MAPE %2.14 olarak bulunmuştur. Dördüncü laktasyon süt verimleri modelinden tahminlenen laktasyonun devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%85$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%65$ olarak tahmin edilmiştir. Dördüncü laktasyonda ARIMA modeline göre maksimum süt verimi 26.07 kg olarak saptanmıştır. Süt verimi maksimum seviyeye 36 günde ulaşmıştır. Tahmini 305 günlük süt verimi dördüncü laktasyonda 6235 kg olarak bulunmuştur.

Dördüncü laktasyon süt verimleri gerçek değerlerine ait laktasyon devamlılık düzeyleri ise $P_{2:1} = \%84$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%65$ olarak bulunmuştur. Gerçek süt verimlerinde en yüksek süt verimi 26.89 kg, bu seviyeye ulaşma süresi ise 48 gün olarak saptanmıştır. Laktasyonun 305 günlük süt verimi 6260 kg'dır.

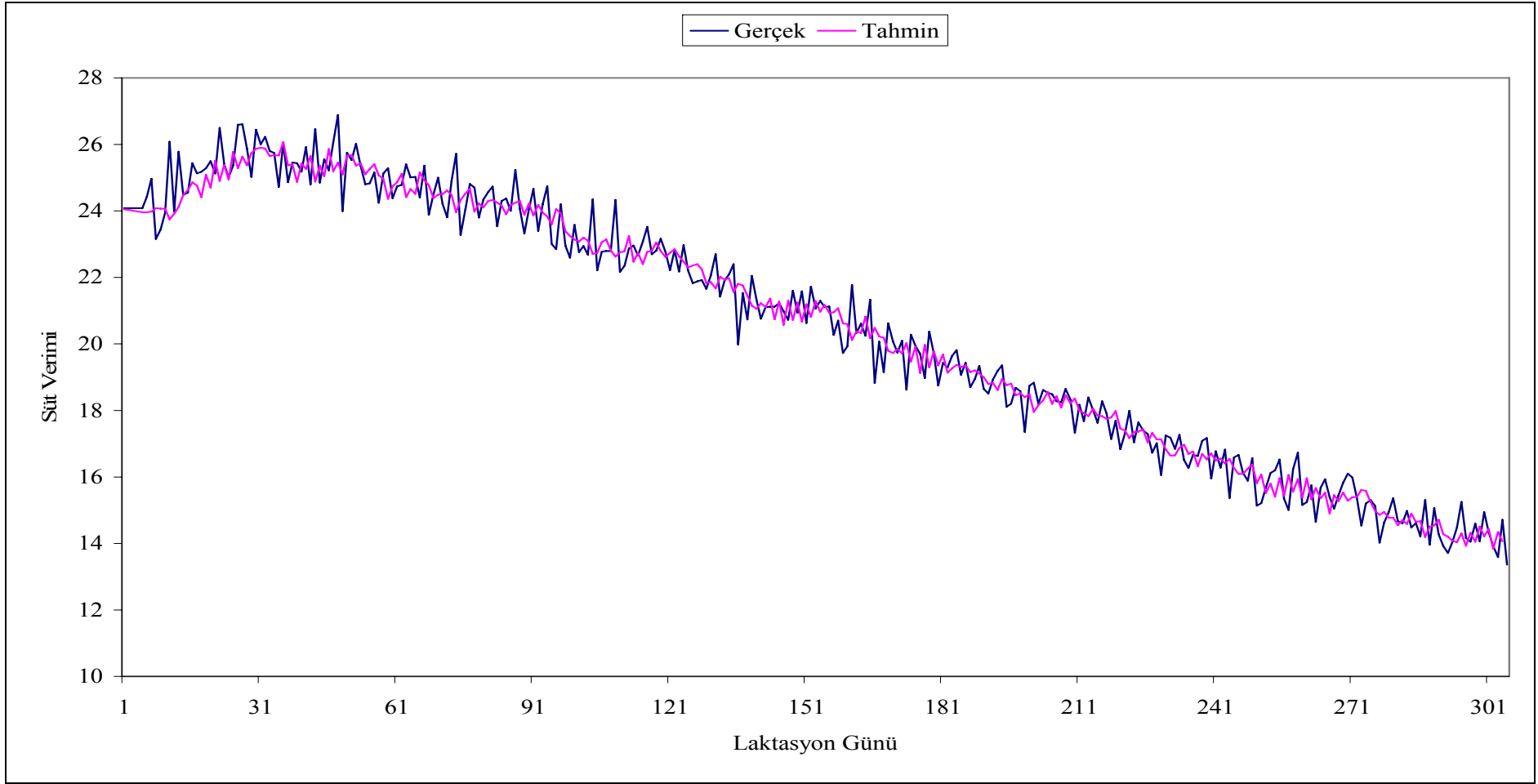


Şekil 4.26. Dördüncü laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılara ait korelogram

Çizelge 4.8. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri

Gecikme	ACF	PACF	Q-değeri	P
1	0.0003	0.0003	0.0000	0.996
2	-0.0033	-0.0033	0.0035	0.998
3	-0.0097	-0.0097	0.0324	0.998
4	-0.0046	-0.0046	0.0390	1.000
5	-0.0007	-0.0008	0.0392	1.000
6	0.0362	0.0360	0.4474	0.998
7	0.0559	0.0559	1.4259	0.985
8	0.0337	0.0341	1.7826	0.987
9	0.0475	0.0490	2.4938	0.981
10	0.0374	0.0398	2.9369	0.983
11	-0.0169	-0.0149	3.0278	0.990
12	0.0074	0.0078	3.0450	0.995
13	-0.0002	-0.0031	3.0450	0.998
14	0.0667	0.0618	4.4719	0.992
15	0.0700	0.0644	6.0484	0.979
16	0.0637	0.0575	7.3572	0.966
17	0.0133	0.0111	7.4142	0.978
18	-0.0710	-0.0724	9.0558	0.958
19	-0.0196	-0.0229	9.1816	0.970
20	-0.0154	-0.0214	9.2590	0.980

Dördüncü laktasyon süt verimlerinin gerçek ve tahminlenen modelden elde edilen laktasyon eğrileri Şekil 4.27'de birlikte sunulmuştur. Her iki eğri de birbiri ile oldukça uyumludur.



Şekil 4.27. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(6,1,5) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri

Dördüncü laktasyon süt verimlerinin yapısı durağan olarak kabul edildiğinde AR(2), MA(10) ve ARMA(2,7) modelleri en küçük AIC değerlerine sahip modeller olarak saptanmıştır. Bu modellerin AIC değerleri ise sırasıyla 665.69, 804.12 ve 567.09 olarak hesaplanmıştır. Dördüncü laktasyon süt verimlerini tahminleme modelleri olan AR(2) modeli;

$$y_t = 16.67 + 0.47y_{t-1} + 0.53y_{t-2}$$

MA(10) modeli;

$$y_t = 20.47 + 0.66e_{t-1} + 0.71e_{t-2} + 0.93e_{t-3} + 1.07e_{t-4} + 1.07e_{t-5} + 0.90e_{t-6} + 0.85e_{t-7} + 0.53e_{t-8} + 0.57e_{t-9} + 0.23e_{t-10}$$

ARMA(2,7) modeli;

$$y_t = 19.14 + 0.11y_{t-1} + 0.88y_{t-2} - 0.02e_{t-1} - 0.81e_{t-2} + 0.14e_{t-3} + 0.23e_{t-4} + 0.02e_{t-5} - 0.09e_{t-6} + 0.14e_{t-7}$$

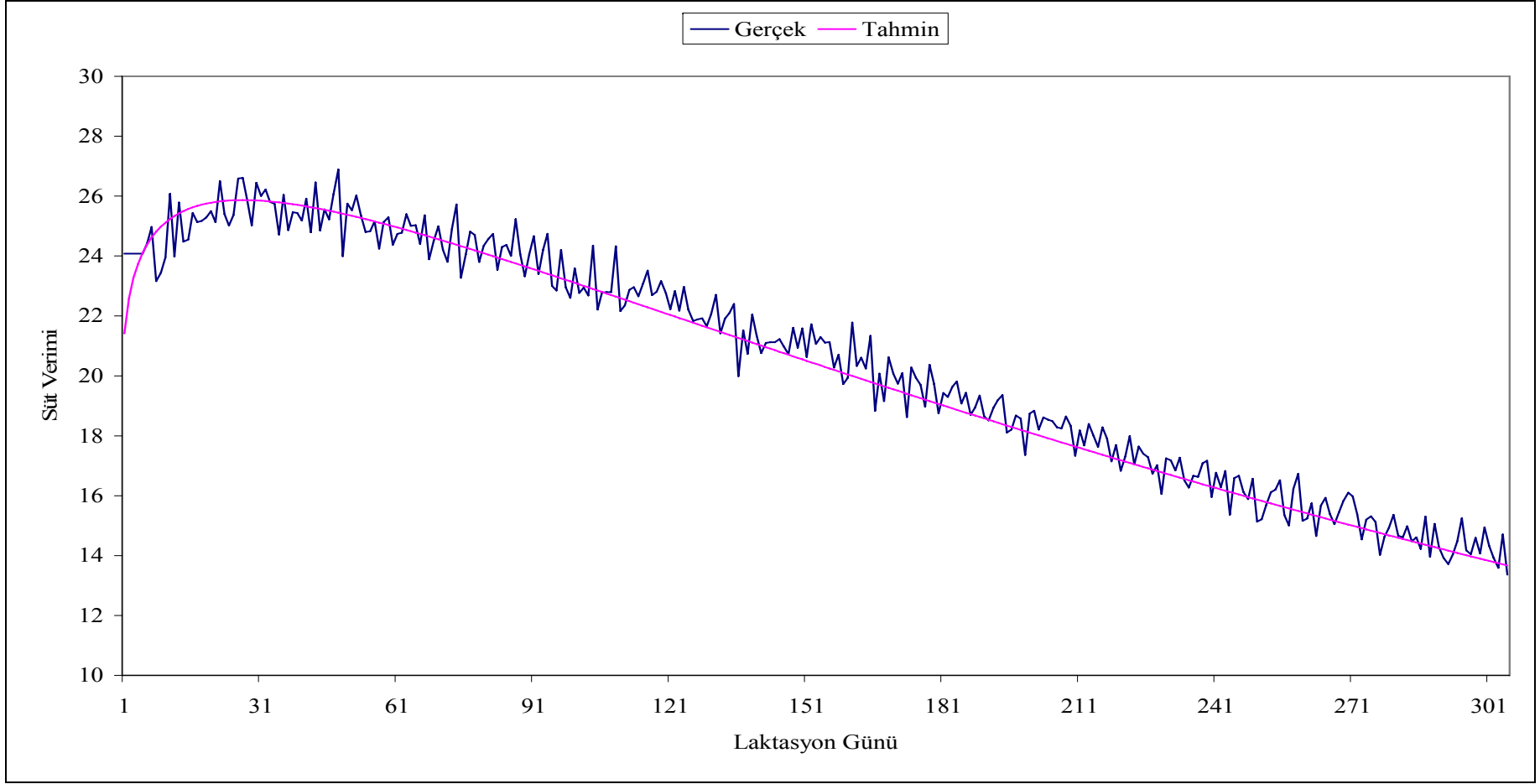
şeklinde yazılır. Bu modellerin MAPE değerleri, AR(2) modeli için %2.86, MA(10) modeli için %3.54 ve ARMA(2,7) modeli için %2.31 olarak hesaplanmıştır.

4.12. Dördüncü Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini

Dördüncü laktasyon için Gamma fonksiyonu ile tahminlenen regresyon modeli;

$$\ln(Y_t) = 3.067 + 0.081\ln(t) - 0.003t$$

şeklinde dir. Modelin belirleme katsayısı $R^2 = 0.977$ olarak bulunmuştur $\ln(Y_t)$ değerleri hesaplandıktan sonra $\text{AntiLn}(Y_t)$ değerleri hesaplanarak tahmini süt verim değerleri bulunmuştur. MAPE değeri %2.59 olarak hesaplanmıştır. Gamma modeli ile tahminlenen dördüncü laktasyon süt verimlerine ait devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%83$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%64$ olarak tahminlenmiştir. Bu modelle maksimum süt verimi 25.87 kg olarak tahminlenmiştir. Bu seviyeye gelme süresi ise 27 gün olarak bulunmuştur. Tahmini 305 günlük süt verimi ise 6192 kg olarak saptanmıştır.

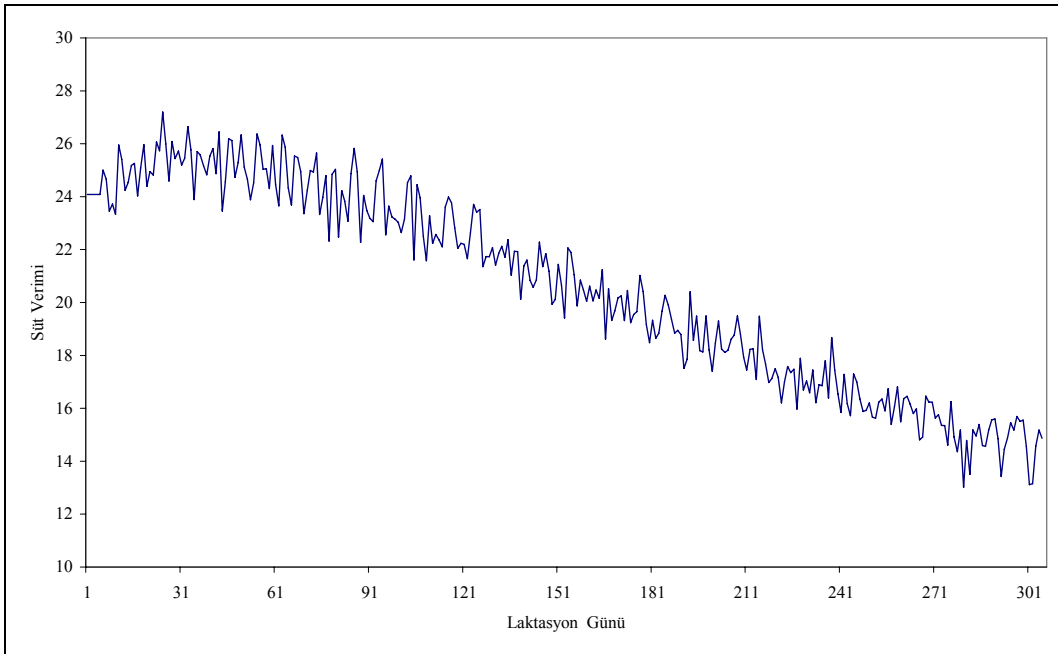


Şekil 4.28. Dördüncü laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri

Şekil 4.28'de Gamma fonksiyonu ile elde edilen tahmini süt verim değerleri ve gerçek süt verim değerleri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Her iki laktasyon eğrisi de birbirleri ile oldukça uyumlu görülmektedir.

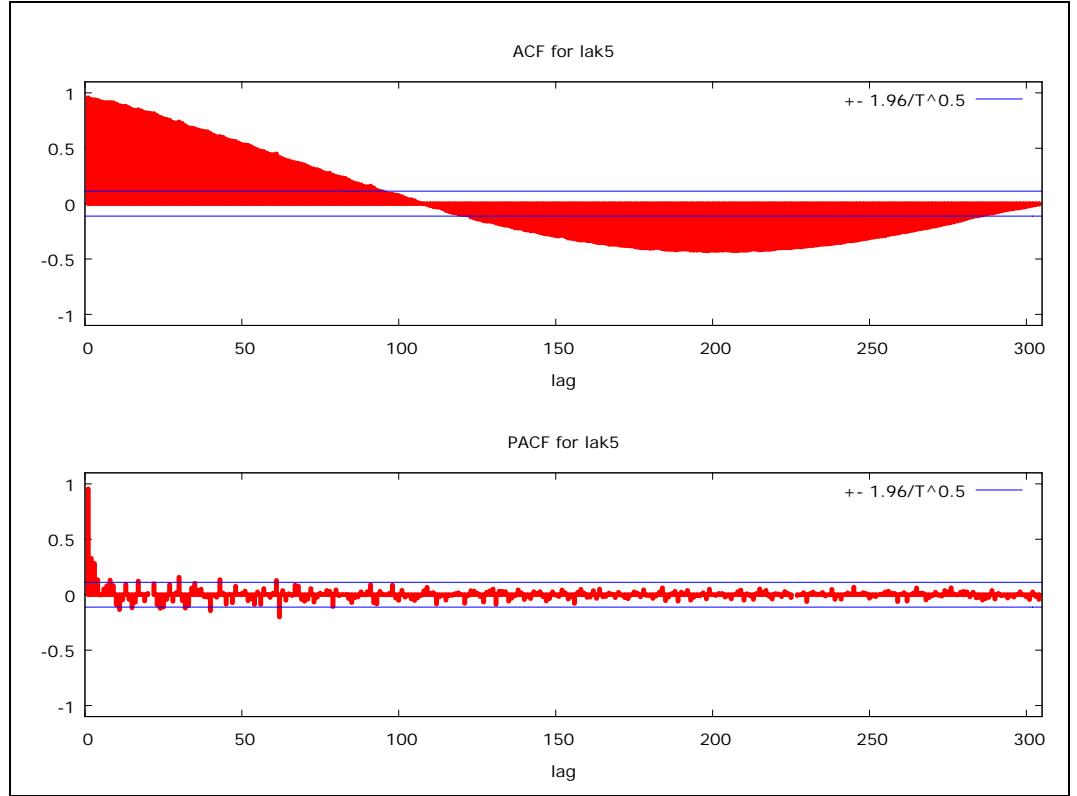
4.13. Beşinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular

Beşinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği Şekil 4.29'da görüldüğü gibi bir eğilim içermektedir. Bu durum bize serinin durağan olmadığını bir göstergesidir.



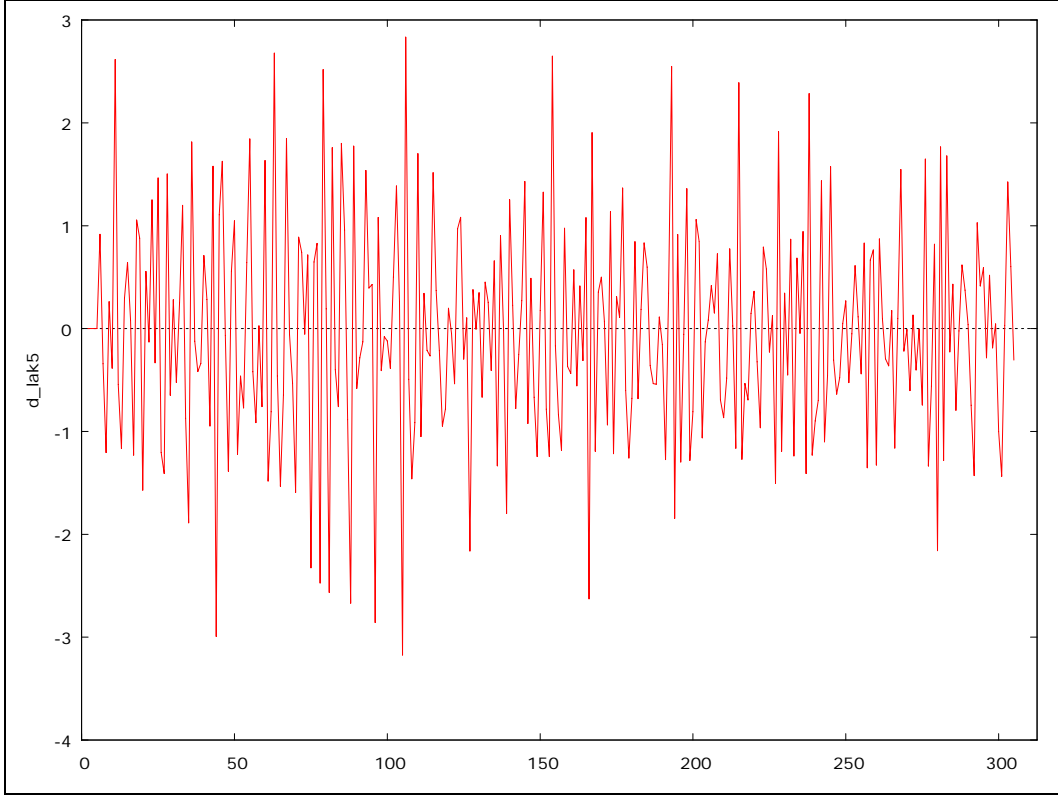
Şekil 4.29. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

Beşinci laktasyon süt verimlerinin oluşturduğu serinin durağan dışı olduğunu istatistiksel olarak da kontrol etmek için ACF değerleri hesaplanmış ve Q istatistikleri önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Serinin korelogramı Şekil 4.30'da görülmektedir. $ACF \pm 2/\sqrt{305}$ olan güven aralığının dışına çıkmaktadır. Serinin zaman yolu grafiği, korelogramı ve ACF'na ait Q istatistikleri serinin durağan dışı bir yapı sergilediği hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca seriye sabit, trend ve trendin karesini içeren ADF testi yapılmıştır. ADF testinde τ istatistiği -3.63 olarak hesaplanmıştır. ($P > 0.01$). Seri birim kök içermektedir. Seri durağan dışıdır.



Şekil 4.30. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait korelogram

Seriye durağanlaştırmak için birinci dereceden farkı alınmıştır. Farkı alınan seriye ADF testi uygulanmıştır. Sadece sabit içeren model için hesaplanan τ hesap değeri -21.11, sabit ve trend içeren model için hesaplanan τ hesap değeri -21.09 olarak bulunmuştur. Her iki değerde τ cetvel değeri ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.01$). Birinci dereceden fark alma işlemi serinin durağanlaşması için yeterli olmuştur. Şekil 4.31'de ise farkı alınıp durağan hale gelmiş serinin zaman yolu grafiği görülmektedir. Seri sıfır ortalama etrafında dağılmaktadır.



Şekil 4.31. Birinci dereceden farkı alınmış beşinci laktasyon süt verimlerine ait serinin zaman yolu grafiği

4.14. Beşinci Laktasyon Süt Verimlerine ait Model Tahmini

Beşinci laktasyon süt verimlerini tahminlemek için denenen ARIMA modellerine ait AIC değerleri Çizelge 4.9'da görülmektedir.

Çizelge 4.9. Beşinci laktasyon süt verimleri tahmini için uygulanan modellere ait AIC değerleri

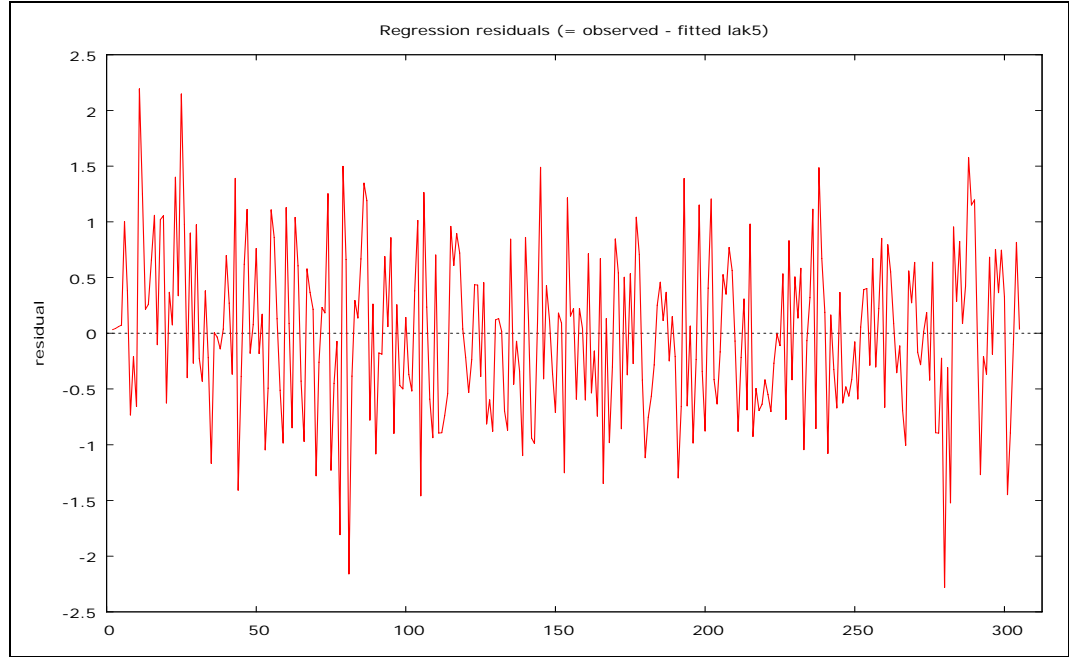
		AR										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA	0	--	859.48	817.93	796.62	792.89	786.14	778.29	761.26	743.80	744.48	745.82
	1	761.78	761.90	757.54	759.18	761.03	757.37	754.13	748.24	744.87	746.25	747.77
	2	761.13	761.34	751.52	760.97	749.04	741.49	742.44	747.32	729.11	720.57	719.60
	3	758.03	753.16	737.08	738.50	739.94	742.38	739.04	720.65	717.38	718.52	720.52
	4	755.44	754.61	740.20	742.17	733.56	728.19	717.92	714.65	718.49	720.52	722.21
	5	756.35	756.55	742.15	734.73	745.83	721.33	717.72	716.43	718.03	718.14	719.59
	6	754.34	755.20	743.92	745.89	721.07	722.62	723.27	714.22	719.61	*	716.58
	7	752.84	754.82	745.86	747.11	749.11	722.90	722.58	713.66	717.83	719.64	720.30
	8	754.74	749.07	720.01	721.35	720.32	721.03	718.34	723.71	712.91	714.82	716.74
	9	747.84	744.96	720.70	721.81	715.01	723.48	719.29	723.13	712.62	716.87	716.45
	10	742.45	744.36	719.70	716.28	714.48	718.13	719.14	719.32	718.65	713.21	720.87

* Bu modellerde tahminleme elde edilememiştir.

Çizelge 4.9'a göre beşinci laktasyon süt verimlerini tahminlemede kullanılacak en küçük AIC değerine sahip model ARIMA(8,1,9) olarak saptanmıştır. Model aşağıdaki şekilde yazılır.

$$w_t = -0.032 + 0.096w_{t-1} - 0.96w_{t-2} - 0.337w_{t-3} - 0.129w_{t-4} - 0.19w_{t-5} - 0.8w_{t-6} + 0.112w_{t-7} - 0.643w_{t-8} - 0.94e_{t-1} + 0.967e_{t-2} - 0.379e_{t-3} - 0.347e_{t-4} + 0.07e_{t-5} + 0.82e_{t-6} - 0.941e_{t-7} + 1.012e_{t-8} - 0.498e_{t-9}$$

Model belirlendikten sonra beşinci laktasyon süt verimleri için tahmin edilen yeni seri ile gerçek serinin arasındaki kalıntı terimlerinin değişimi Şekil 4.32'de verilmiştir. Kalıntılar sıfır ortalama etrafında dağılmakta dolayısıyla durağan bir yapı göstermektedir. Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -12.23 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamaktadır.



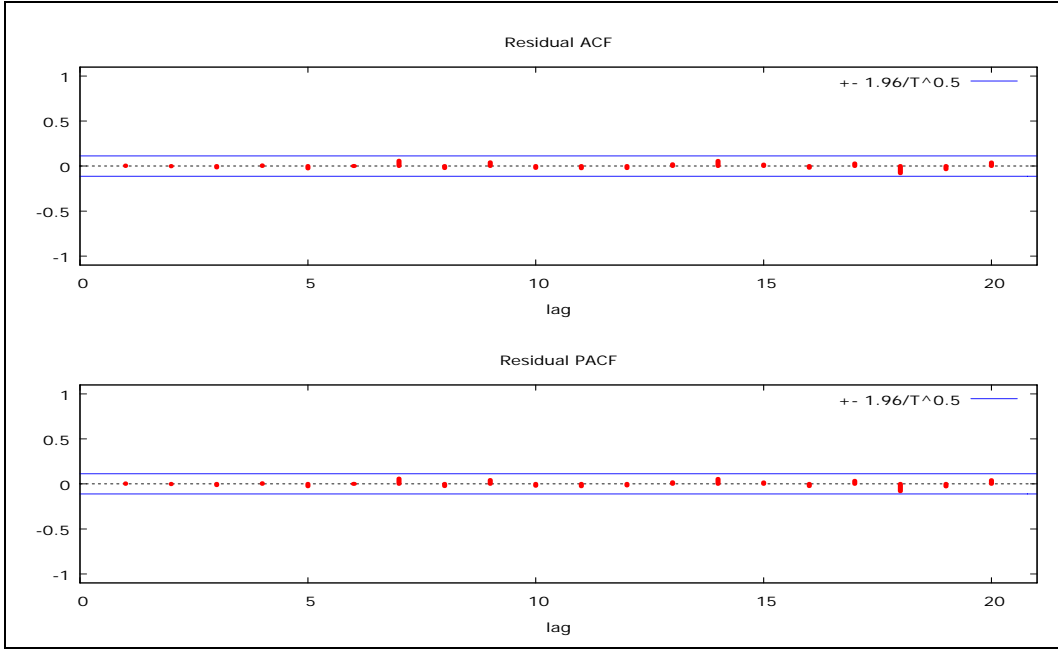
Şekil 4.32. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği

Şekil 4.33'de kalıntılara ait 20 gecikmeye kadar olan korelogram görülmektedir. Korelogramda ACF ve PACF'nun $\pm 2/\sqrt{305}$ olan güven aralığı içinde bulunduğu görülmektedir. ACF'yi test eden Q istatistikleri ise istatistiki olarak anlamsız ($P > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.10). Beşinci laktasyon eğrisini tahminlemede kullanılan modelin tahmin hataları tesadüfi dağılmakta, seçilen modelin tahminlemeye uygun olduğu görülmektedir.

Beşinci laktasyonu tahminlemede kullanılan ARIMA modeline ait MAPE %2.98 olarak bulunmuştur. Beşinci laktasyonda en iyi olarak saptanan ARIMA

modelinden tahminlenen süt verimi değerlerinin devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%85$, $P_{3:2} = \%78$ ve $P_{3:1} = \%66$ olarak tahminlenmiştir. Maksimum günlük süt verimi 26.27kg olarak tespit edilmiştir. Maksimum süt verimine ise 32 günde ulaşılmıştır. 305 günlük süt verimi 6251 kg olarak saptanmıştır.

Beşinci laktasyonda gerçek süt verimlerinden hesaplanan laktasyon devamlılık seviyesi $P_{2:1} = \%85$, $P_{3:2} = \%78$ ve $P_{3:1} = \%66$ olarak hesaplanmıştır. Maksimum günlük süt verimine beşinci laktasyonda 27.20 kg olarak 25. günde ulaşılmıştır. 305 günlük süt verimi 6276 kg olarak hesaplanmıştır.

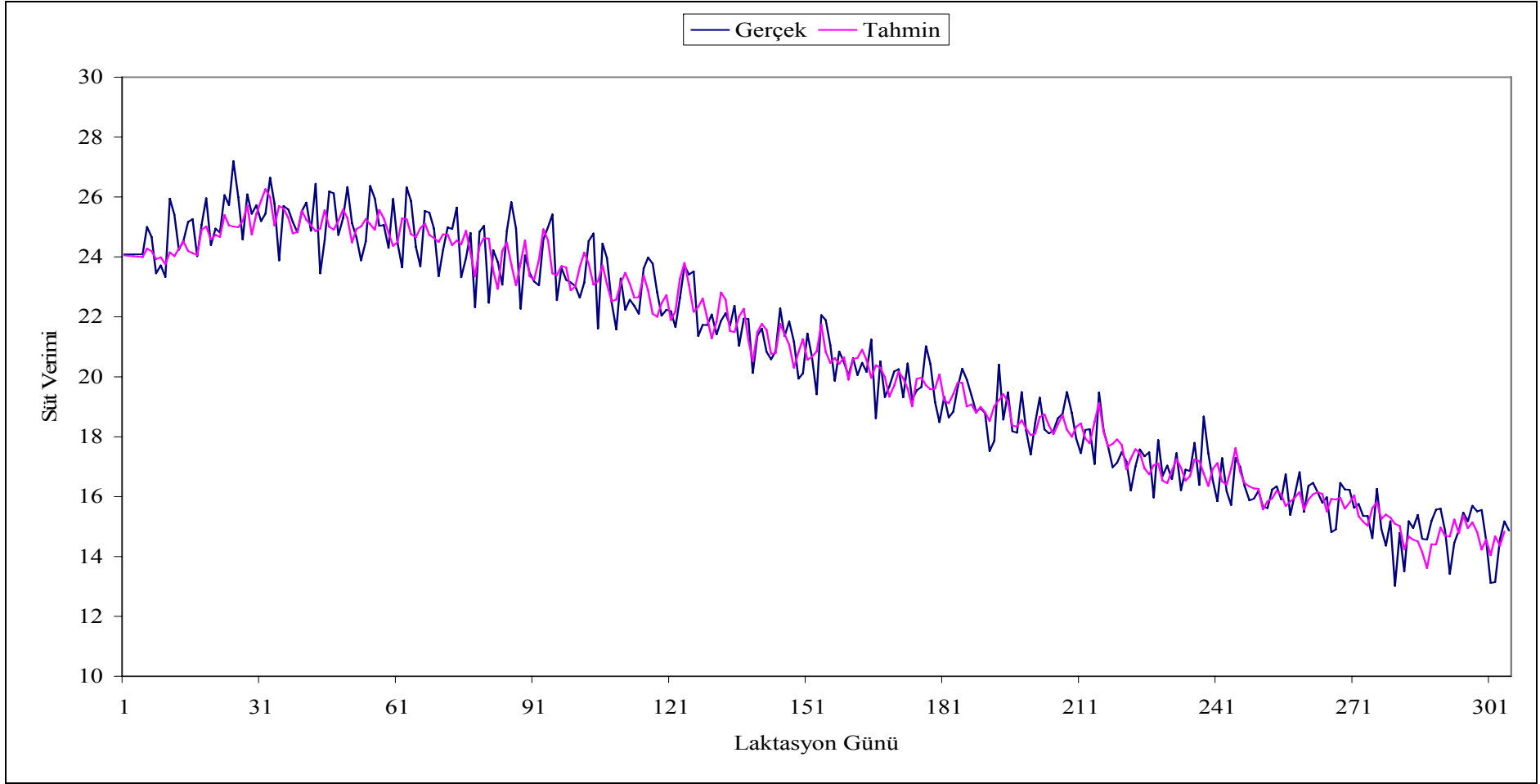


Şekil 4.33. Beşinci laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait korelogram

Çizelge 4.10. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikler

Gecikme	ACF	PACF	Q-değeri	P
1	0.0055	0.0055	0.0094	0.923
2	-0.0023	-0.0023	0.0110	0.995
3	-0.0144	-0.0144	0.0753	0.995
4	0.0074	0.0075	0.0921	0.999
5	-0.0251	-0.0253	0.2886	0.998
6	0.0002	0.0003	0.2886	1.000
7	0.0595	0.0597	1.3982	0.986
8	-0.0222	-0.0238	1.5536	0.992
9	0.0415	0.0426	2.0967	0.990
10	-0.0211	-0.0208	2.2372	0.994
11	-0.0247	-0.0259	2.4304	0.996
12	-0.0223	-0.0175	2.5893	0.998
13	0.0213	0.0190	2.7340	0.999
14	0.0579	0.0561	3.8075	0.997
15	0.0163	0.0174	3.8934	0.998
16	-0.0187	-0.0248	4.0057	0.999
17	0.0293	0.0346	4.2849	0.999
18	-0.0795	-0.0806	6.3399	0.995
19	-0.0339	-0.0280	6.7159	0.996
20	0.0392	0.0409	7.2199	0.996

Şekil 4.34'de ise gerçek ve modelden tahminlenen laktasyon eğrileri birlikte görülmektedir. Eğriler birbirleri ile oldukça uyumlu görülmektedir.



Şekil 4.34. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(8,1,9) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrisi

Beşinci laktasyon süt verimlerine ait seri durağan olarak varsayıldığında AR, MA ve ARMA yöntemleriyle tahminlenen modellerin en küçük AIC değerlerine sahip olanları AR(5), MA(10) ve ARMA(3,9) modelleridir. Bu modellerin AIC değerleri AR yöntemi için 803.23, MA yöntemi için 946.05 ve ARMA yöntemi için 732.88 olarak hesaplanmıştır.

Beşinci laktasyon süt verimlerini tahminleyen AR(5) modeli;

$$y_t = 19.71 + 0.35y_{t-1} + 0.08y_{t-2} + 0.22y_{t-3} + 0.22y_{t-4} + 0.13y_{t-5}$$

MA(10) modeli;

$$y_t = 20.59 + 0.76e_{t-1} + 0.81e_{t-2} + 0.98e_{t-3} + 1.04e_{t-4} + 0.89e_{t-5} + 0.80e_{t-6} + 0.67e_{t-7} + 0.54e_{t-8} + 0.45e_{t-9} + 0.22e_{t-10}$$

ARMA(3,9) modeli;

$$y_t = 19.46 + 1.24y_{t-1} - 1.23y_{t-2} + 0.99y_{t-3} - 1.05e_{t-1} + 1.18e_{t-2} - 0.75e_{t-3} - 0.12e_{t-4} + 0.02e_{t-5} + 0.12e_{t-6} - 0.06e_{t-7} + 0.21e_{t-8} + 0.10e_{t-9}$$

şeklinde yazılır. Bu modellerden tahminlenen beşinci laktasyon süt verimlerine ait MAPE değerleri AR modeli için %3.57, MA modeli için %4.42 ve ARMA modeli için %3.13'tür. En küçük AIC değerine sahip ARMA modelinin MAPE değeri diğer yöntemlere göre küçük bulunmuştur.

4.15. Beşinci Laktasyon Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini

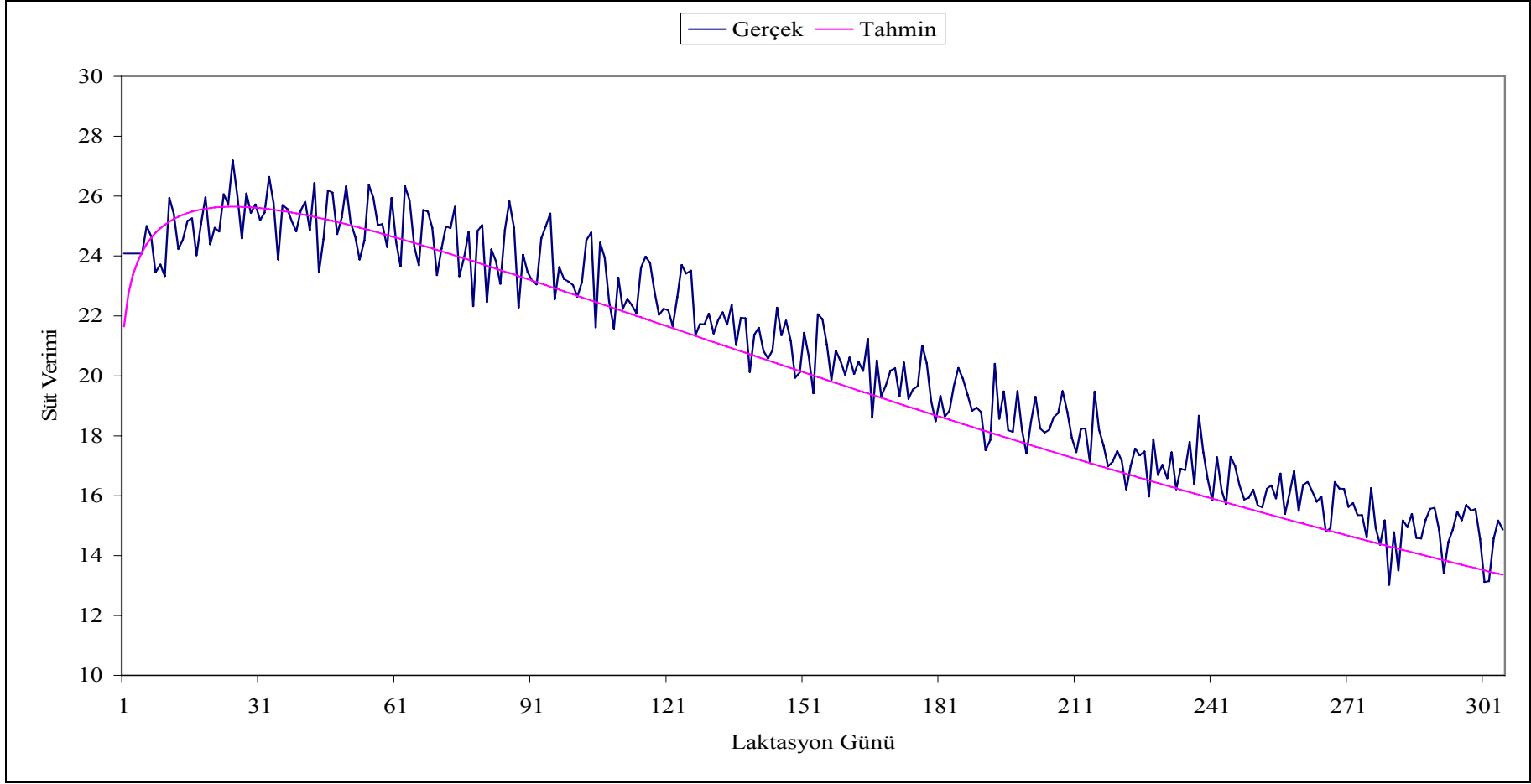
Gamma fonksiyonu ile beşinci laktasyon için tahminlenen regresyon modeli;

$$\ln(Y_t) = 3.078 + 0.075 \ln(t) - 0.003t$$

şeklinde dir. Bu modele ait $R^2 = 0.955$ olarak bulunmuştur. Modelin anti logaritması alındıktan sonra süt verim değerleri tahminlenmiştir. Beşinci laktasyonua ait gerçek ve Gamma modeli ile tahminlenen süt verimleri arasındaki MAPE değeri %4.33 olarak bulunmuştur. Beşinci laktasyonun devamlılık düzeyleri Gamma modelinde $P_{2:1} = \%82$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%63$ olarak

tahminlenmiştir. Maksimum günlük süt verimi $Y_{max} = 25.65$ kg ve maksimum süt verimine ulaşma süresi ise $T_{max} = 25$ gün olarak model parametrelerinden hesaplanmıştır. Tahmini laktasyonun 305 günlük süt verimi 6090 kg olarak hesaplanmıştır.

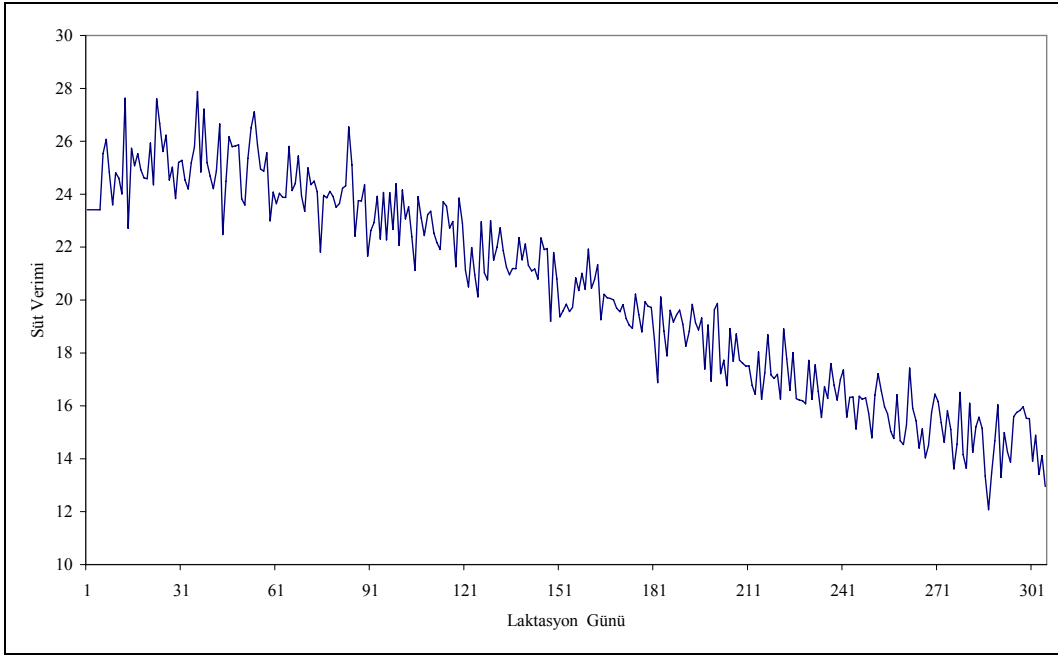
Şekil 4.35'te ise gerçek süt verimleri ve Gamma modeli ile tahminlenen süt verimleri bir arada görülmektedir. Gerçek ve tahmini laktasyon eğrileri uyumluluk göstermektedir.



Şekil 4.35. Beşinci laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri

4.16. Altıncı Laktasyon Süt Verimlerine ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular

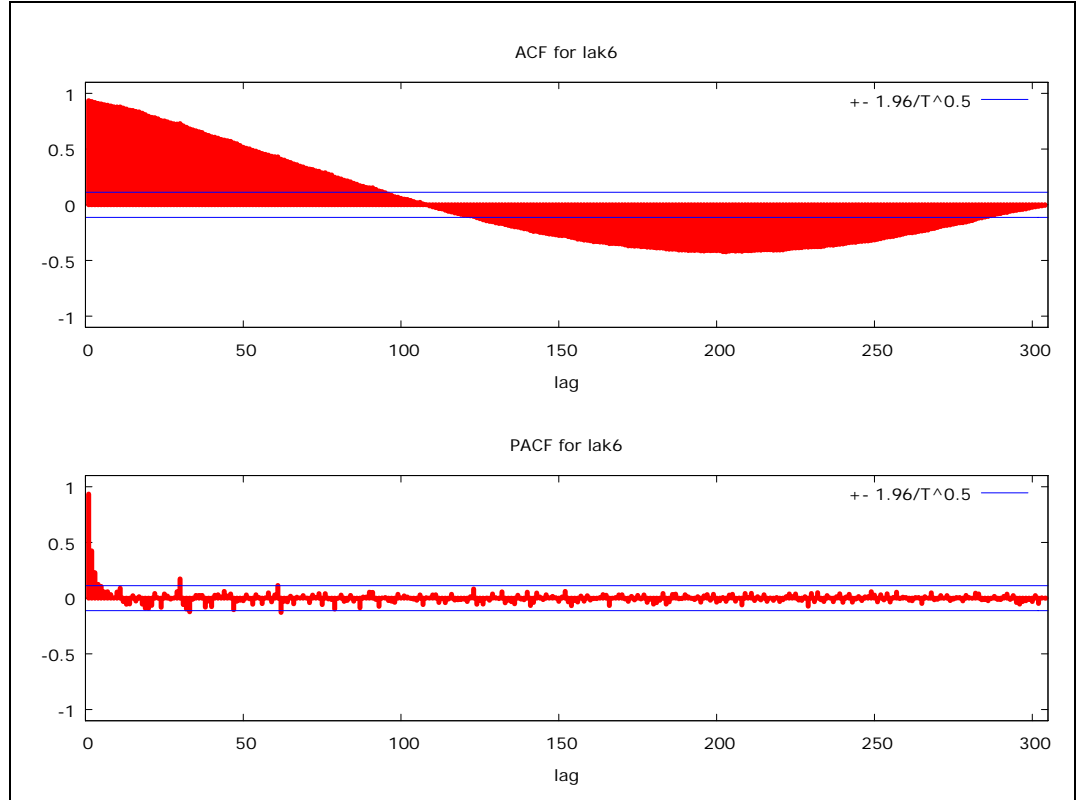
Altıncı laktasyon süt verimlerinin ortalama değerlerine ait zaman yolu Şekil 4.36'da görülmektedir. Grafikte altıncı laktasyon bir eğilime sahiptir. Dolayısıyla serinin durağan dışı bir yapıya sahip olduğu hakkında bilgi vermektedir.



Şekil 4.36. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

Serinin durağanlığının istatistikî metotlarla da ortaya koyabilmek için ACF'dan faydalanılmıştır. ACF hesaplanmış ve korelogramı çizilmiştir. Altıncı laktasyon süt verimine ait korelogram Şekil 4.37'de sunulmuştur. $ACF \pm 2/\sqrt{305}$ olan güven aralığının içinde yer almamakta (Şekil 4.37), Q istatistikleri ise anlamlı ($P < 0.01$) olarak bulunmuştur. Böylece serinin durağan olmayan bir yapı gösterdiği görülmektedir.

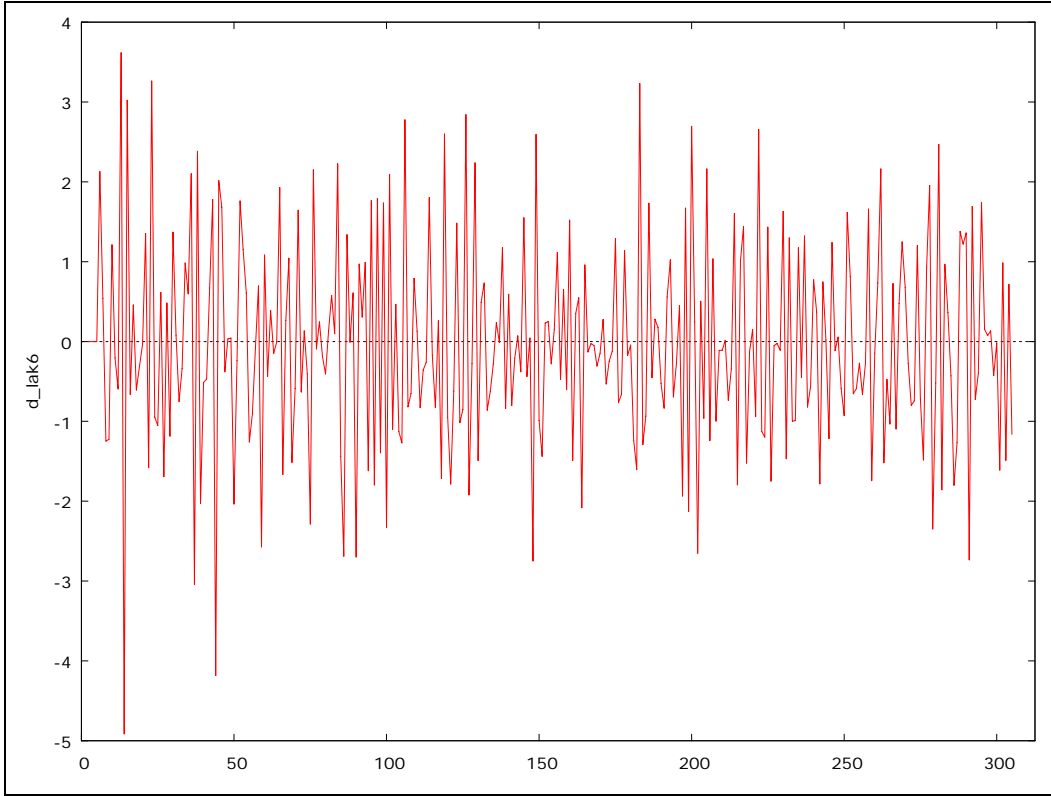
Seriye sabit, trend ve trendin karesini içeren ADF testi yapılmıştır. ADF testinde τ istatistiği -3.43 olarak hesaplanmıştır ($P > 0.01$). Seri birim kök içermekte, durağan dışı bir yapı sergilemektedir.



Şekil 4.37. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait korelogram

Durağan olmayan seriyi durağan hale getirmek için birinci dereceden fark alma işlemi uygulanmıştır. Oluşan yeni serinin durağanlığını test etmek için ADF testi yapılmıştır. Sabit içeren modelde τ hesap değeri -20.53, sabit ve trend içeren model için ise τ cetvel değeri -20.53 olarak bulunmuştur. Hesaplanan τ değerleri cetvel değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0.01$). τ değerlerinin küçük olması serinin durağan hale geldiğini göstermektedir.

Farkı alınmış seri Şekil 4.38'de görülmektedir. Seri sıfır ortalama etrafında dağılmaktadır.



Şekil 4.38. Birinci dereceden farkı alınmış altıncı laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

4.17. Altıncı Laktasyon Süt Verimlerine ait ARIMA Model Tahmini

Altıncı laktasyon süt verimlerini tahminleyecek modeli belirlemek için yapılan 120 ARIMA modelinin AIC değerleri Çizelge 4.11'de görülmektedir. En küçük AIC değerine sahip model ARIMA(9,1,9) modeli olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. Altıncı laktasyon süt verimleri tahminlenmesi için uygulanan modellere ait AIC değerleri

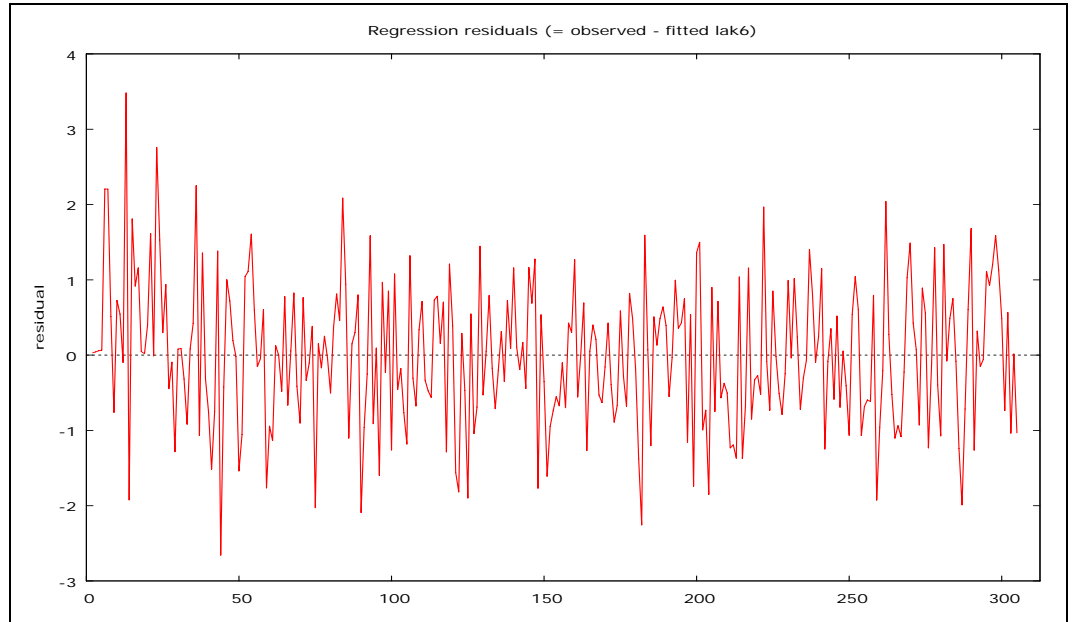
		AR										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA	0	--	951.35	922.58	913.86	905.76	902.74	898.82	898.03	899.65	898.68	891.50
	1	874.59	875.69	877.37	879.26	880.67	882.56	884.01	885.99	887.60	885.86	886.23
	2	875.75	877.43	879.34	880.20	873.62	884.02	877.54	888.00	889.17	*	886.35
	3	877.40	879.31	880.70	881.24	883.06	877.32	878.81	880.59	882.96	*	888.24
	4	879.11	880.16	882.15	875.46	877.46	880.74	880.16	882.20	883.88	877.29	*
	5	880.75	873.66	875.75	877.46	879.76	881.27	873.22	*	*	878.85	*
	6	882.49	875.65	876.97	879.55	876.26	*	879.93	881.92	880.75	877.18	873.77
	7	883.53	878.15	878.53	881.65	883.12	875.18	885.56	*	876.59	878.49	*
	8	885.50	880.14	880.46	878.25	881.76	877.97	879.50	*	878.24	874.90	881.24
	9	886.90	880.88	882.06	875.70	877.17	876.61	878.23	*	881.71	872.81	874.32
	10	884.54	881.66	883.64	877.22	879.28	*	*	880.37	882.60	873.10	*

* Bu modellerde tahminleme elde edilememiştir.

ARIMA (9,1,9) laktasyon eğrisi tahmin modeli;

$$w_t = -0.029 + 0.540w_{t-1} - 0.506w_{t-2} + 0.013w_{t-3} + 0.114w_{t-4} + 0.367w_{t-5} - 0.395w_{t-6} \\ + 0.852w_{t-7} - 0.364w_{t-8} - 0.144w_{t-9} - 1.412e_{t-1} + 1.016e_{t-2} - 0.491e_{t-3} - 0.189e_{t-4} \\ - 0.233e_{t-5} + 0.739e_{t-6} - 1.326e_{t-7} + 1.239e_{t-8} - 0.242e_{t-9}$$

şeklinde yazılır. Kalıntı terimlerinin değişimi ait grafik Şekil 4.39'da verilmiştir. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiğinde kalıntı değerleri sıfır ortalama etrafında dağılmaktadır. Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -12.08 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamaktadır, durağan bir yapı göstermektedir.



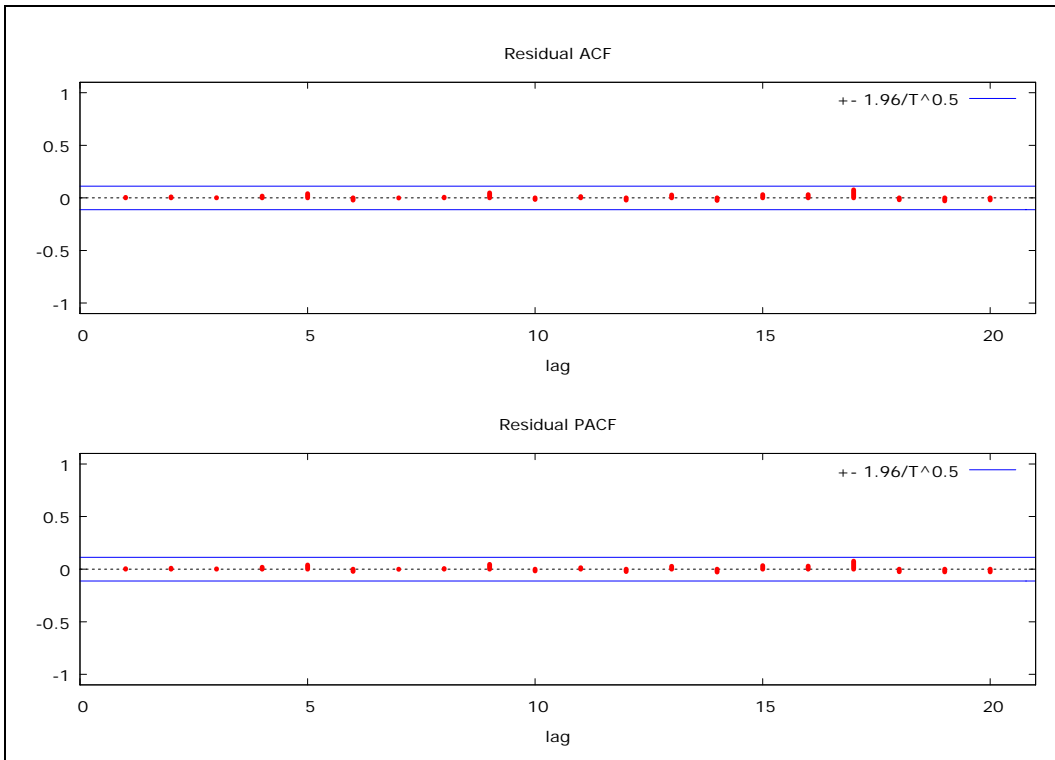
Şekil 4.39. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların grafiği

Altıncı laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların korelogramı Şekil 4.40'da görülmektedir. Korelogram incelendiğinde ACF ve PACF değerleri $\pm 2/\sqrt{305}$ olan güven aralığının içinde yer almaktadır. Çizelge 4.12'de ise kalıntıların 20 gecikmeye kadar olan ACF ve Q istatistikleri yer almaktadır. Tüm Q istatistikleri önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Altıncı laktasyon süt verimleri için oluşturulan modelin tahmin hatalarının tesadüfi olarak dağıldığı, modelin laktasyon eğrisini tahminlemeye uygun olduğu görülmüştür.

Altıncı laktasyon gerçek süt verimi ve ARIMA modeli ile tahminlenen süt verimleri arasındaki MAPE %3.88 olarak bulunmuştur.

ARIMA modelinden tahminlenen altıncı laktasyon süt verimleri için laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%85$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%67$ olarak tahminlenmiştir. En yüksek günlük süt verimi 25.90 kg olarak tahminlenirken, bu seviyeye ulaşmak için geçen süre 36 gün olarak saptanmıştır. 305 günlük süt verimi 6183 kg olarak hesaplanmıştır.

Altıncı laktasyon gerçek süt verimi değerlerine ait laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%85$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%65$ olarak saptanmıştır. Altıncı laktasyonun maksimum süt verimi 27.88 kg olarak gözlenmiştir. Bu seviyenin gözlendiği gün ise altıncı laktasyonun 36. günüdür. 305 günlük süt verimi 6207 kg olarak hesaplanmıştır.

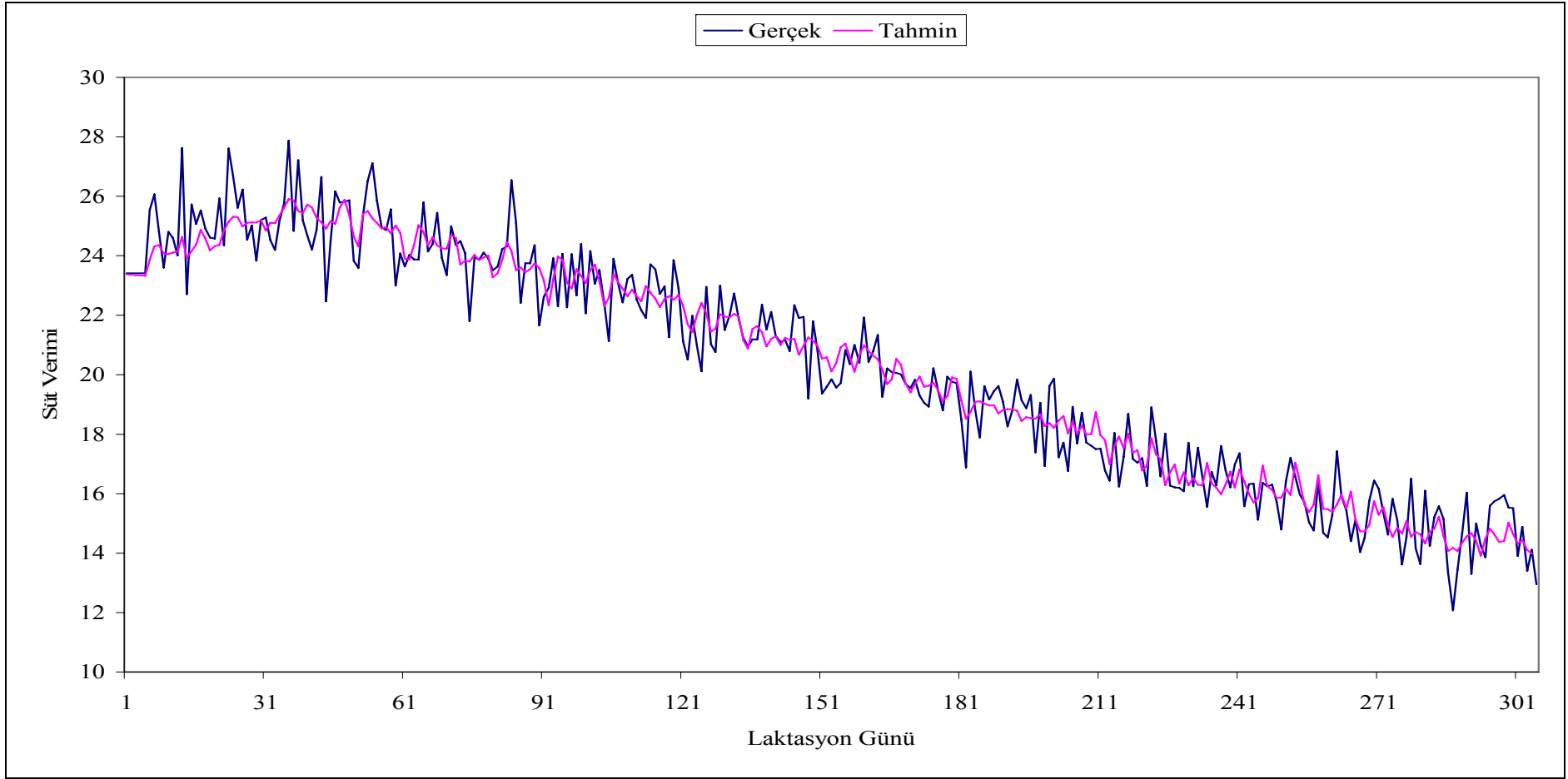


Şekil 4.40. Altıncı laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait hataların korelogramı

Çizelge 4.12. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri

Gecikme	ACF	PACF	Q-değeri	P
1	0.0047	0.0047	0.0067	0.935
2	0.0099	0.0098	0.0367	0.982
3	0.0024	0.0023	0.0385	0.998
4	0.0177	0.0176	0.1359	0.998
5	0.0404	0.0402	0.6446	0.986
6	-0.0213	-0.0220	0.7859	0.992
7	-0.0005	-0.0012	0.7860	0.998
8	0.0068	0.0068	0.8005	0.999
9	0.0476	0.0463	1.5136	0.997
10	-0.0155	-0.0170	1.5896	0.999
11	0.0124	0.0134	1.6381	0.999
12	-0.0214	-0.0222	1.7840	1.000
13	0.0287	0.0268	2.0470	1.000
14	-0.0244	-0.0276	2.2387	1.000
15	0.0309	0.0341	2.5454	1.000
16	0.0306	0.0296	2.8478	1.000
17	0.0759	0.0767	4.7163	0.998
18	-0.0184	-0.0249	4.8263	0.999
19	-0.0284	-0.0261	5.0899	0.999
20	-0.0189	-0.0254	5.2068	1.000

Şekil 4.41'de gerçek ve modelden tahminlenen laktasyon eğrileri birlikte görülmektedir. He iki eğri de birbiri ile uyumlu olarak gözlenmektedir.



Şekil 4.41 Altıncı laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve ARIMA(9,1,9) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri.

Altıncı laktasyon süt verimlerine ait seri durağan olarak varsayıldığında AR, MA ve ARMA yöntemleriyle tahminlenen modellerin en küçük AIC değerlerine sahip modeller AR(7), MA(9) ve ARMA(4,10) modelleridir. Bu modellerin AIC değerleri AR yöntemi için 910.01, MA yöntemi için 1050.42 ve ARMA yöntemi için 882.65 olarak hesaplanmıştır.

Altıncı laktasyon süt verimlerini tahminleyen AR(7) modeli;

$$y_t = 19.16 + 0.24y_{t-1} + 0.18y_{t-2} + 0.16y_{t-3} + 0.08y_{t-4} + 0.11y_{t-5} + 0.09y_{t-6} + 0.13y_{t-7}$$

MA(9) modeli;

$$y_t = 20.29 + 0.66e_{t-1} + 0.77e_{t-2} + 0.85e_{t-3} + 0.80e_{t-4} + 0.78e_{t-5} + 0.68e_{t-6} + 0.60e_{t-7} + 0.42e_{t-8} + 0.18e_{t-9}$$

ARMA(4,10) modeli;

$$y_t = 19.17 + 1.85y_{t-1} - 1.70y_{t-2} + 1.81y_{t-3} - 0.96y_{t-4} - 1.74e_{t-1} + 1.63e_{t-2} - 0.79e_{t-3} - 0.82e_{t-4} + 0.09e_{t-5} - 0.08e_{t-6} + 0.17e_{t-7} - 0.13e_{t-8} + 0.06e_{t-9} - 0.01y_{t-10}$$

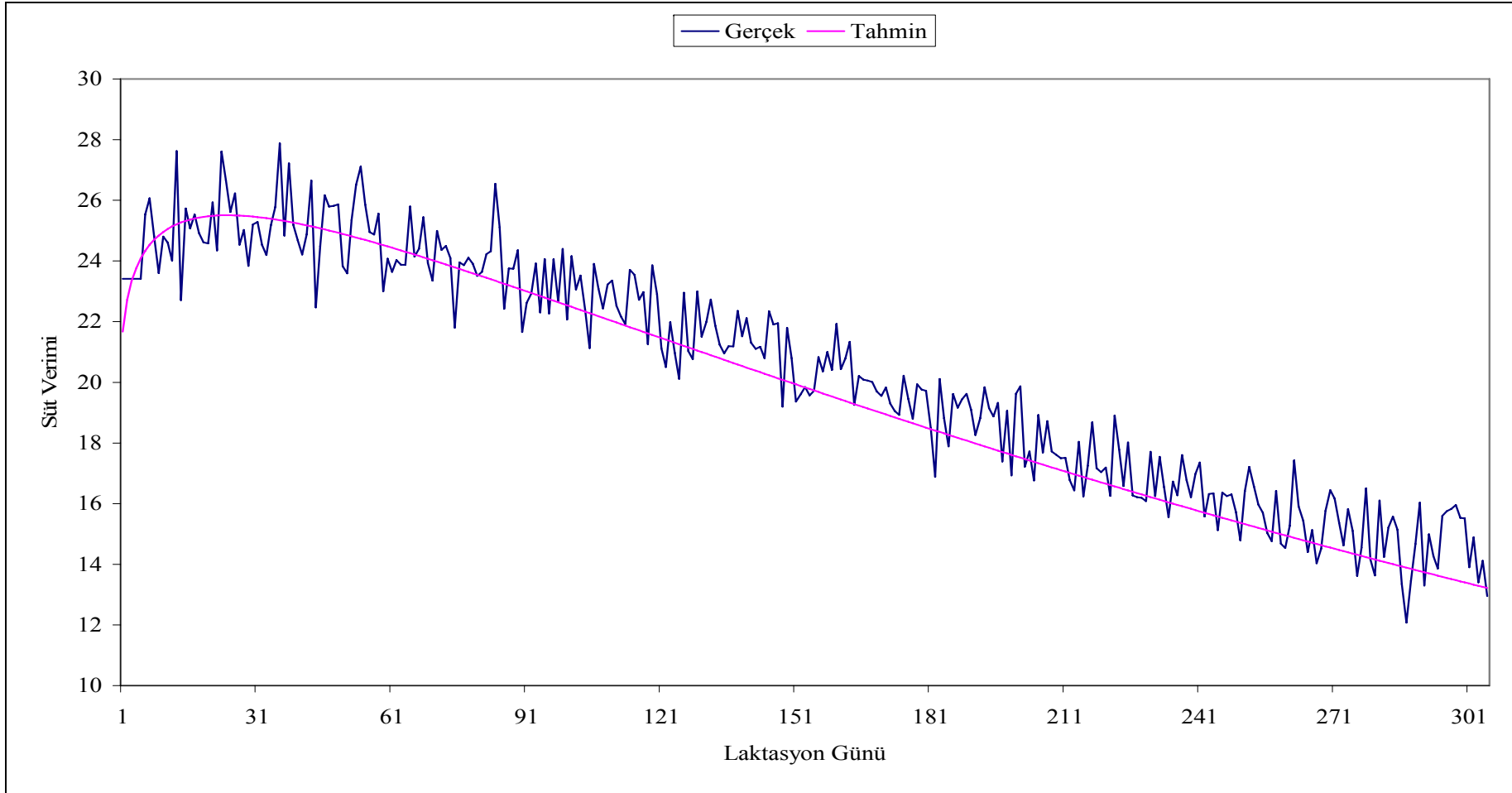
şeklinde yazılır. Bu modellerden tahminlenen altıncı laktasyon süt verimlerine ait MAPE değerleri AR modeli için %4.23, MA modeli için %5.32 ve ARMA modeli için %4.05 olarak hesaplanmıştır.

4.18 Altıncı Laktasyon İçin Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini

Altıncı laktasyon süt verim değerlerini tahminlemek için belirlenen regresyon modeli;

$$\ln(Y_t) = 3.079 + 0.073 \ln(t) - 0.003t$$

şeklinde oluşturulmuştur. Tahminlenen modelin belirleme katsayısı $R^2 = 0.937$ olarak bulunmuştur. Altıncı laktasyon süt verimleri ile bu laktasyon için Gamma modeliyle tahminlenen seri arasındaki MAPE değeri % 4.59 olarak saptanmıştır.



Şekil 4.42. Altıncı laktasyon süt verimlerine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri

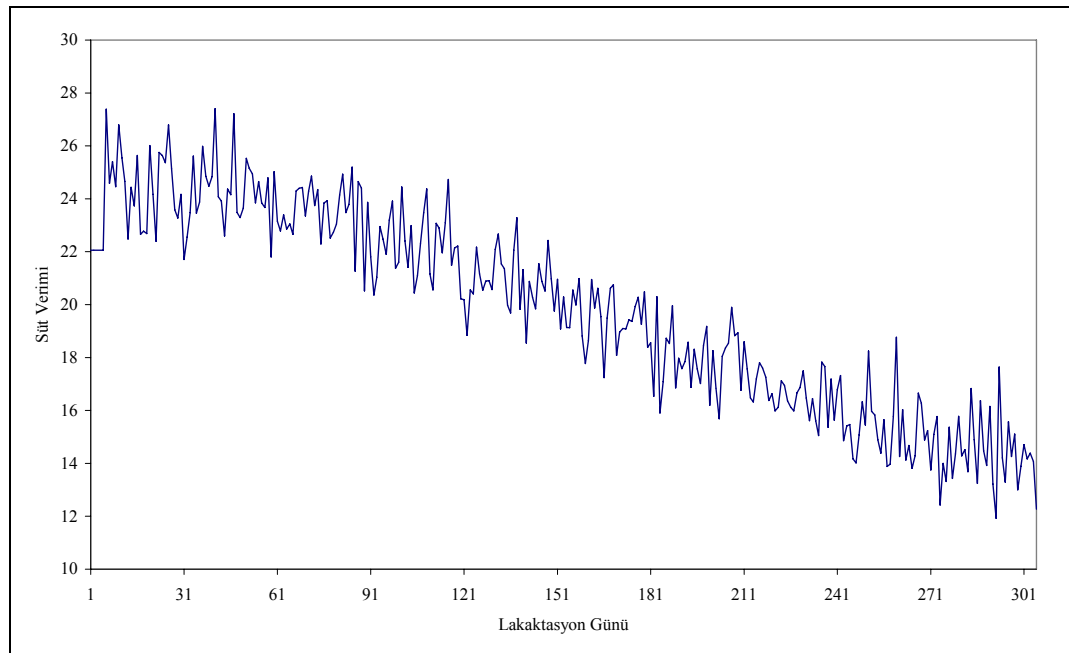
Gamma modeli ile tahmin edilen altıncı laktasyon süt verimlerine ait maksimum süt verimi ve maksimum süt verimine kadar geçen süre sırasıyla 25.51 kg ve 24 gün olarak tahminlenmiştir. Laktasyon devamlılık düzeyleri ise $P_{2:1} = \%82$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%63$ olarak saptanmıştır. Tahmini laktasyonun 305 günlük süt verimi 6041 kg bulunmuştur.

Şekil 4.42'de altıncı laktasyon için Gamma modelinden elde edilen tahmini süt verim değerleriyle gerçek süt verim değerlerinin grafiği birlikte sunulmuştur. Her iki laktasyon eğrisi de birbiri ile uyumlu görülmektedir.

4.19. Yedinci ve Üzeri Laktasyonlara ait Zaman Serisi Metotları ile İlgili Bulgular

Yedinci ve üzeri laktasyonlarda yeterli veri olmadığı için hepsi tek bir laktasyon sınıfı içinde ele alınmış, değerlendirmeler bu duruma göre yapılmıştır.

Yedinci ve üzeri laktasyonlar için zaman yolu grafiği Şekil 4.43'de görülmektedir. Grafik incelendiğinde yedinci ve üzeri laktasyon süt verim değerleri azalan bir eğilime sahiptir.

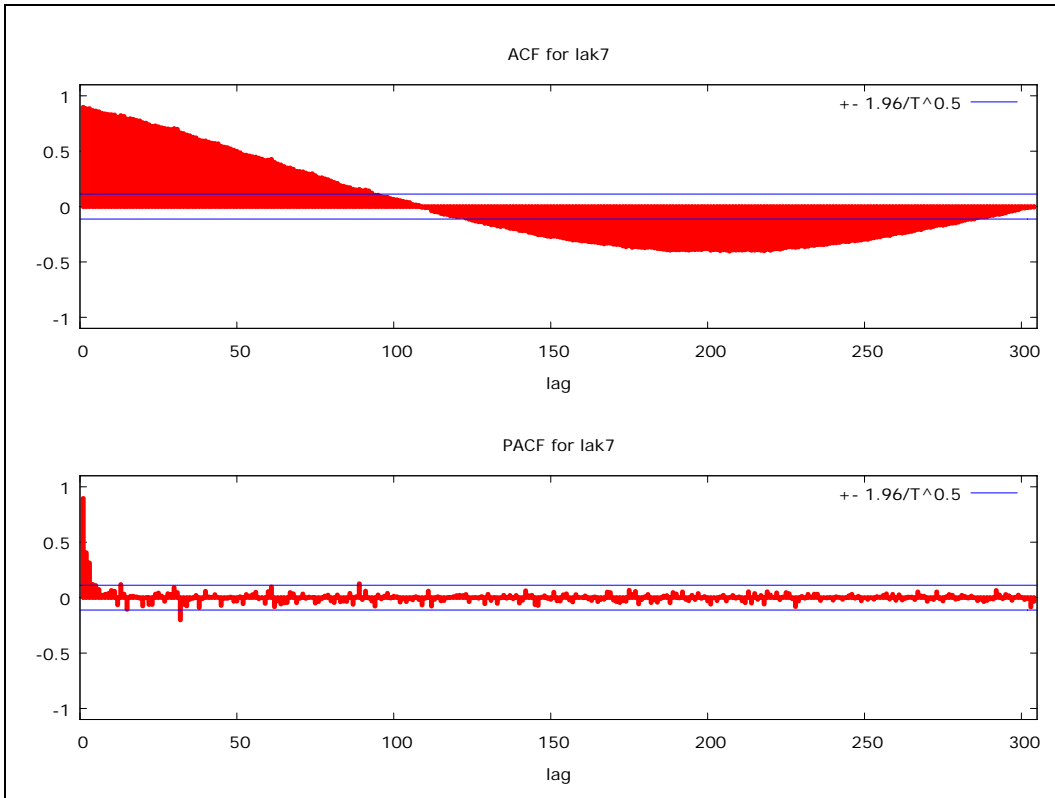


Şekil 4.43. Yedinci ve üzeri laktasyonlar için süt verimine ait zaman yolu grafiği

Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerine ait seriyi istatistiksel yöntemlerle değerlendirmek için korelogramı çizilmiş ve ACF hesaplanmıştır. Ayrıca seriye

sabit, trend ve trendin karesini içeren ADF testi yapılmıştır. ADF testinde τ istatistiği -3.88 olarak hesaplanmıştır. ($P > 0.01$). Seri birim kök içerdiği dolayısıyla serinin durağan olmadığı görülmektedir.

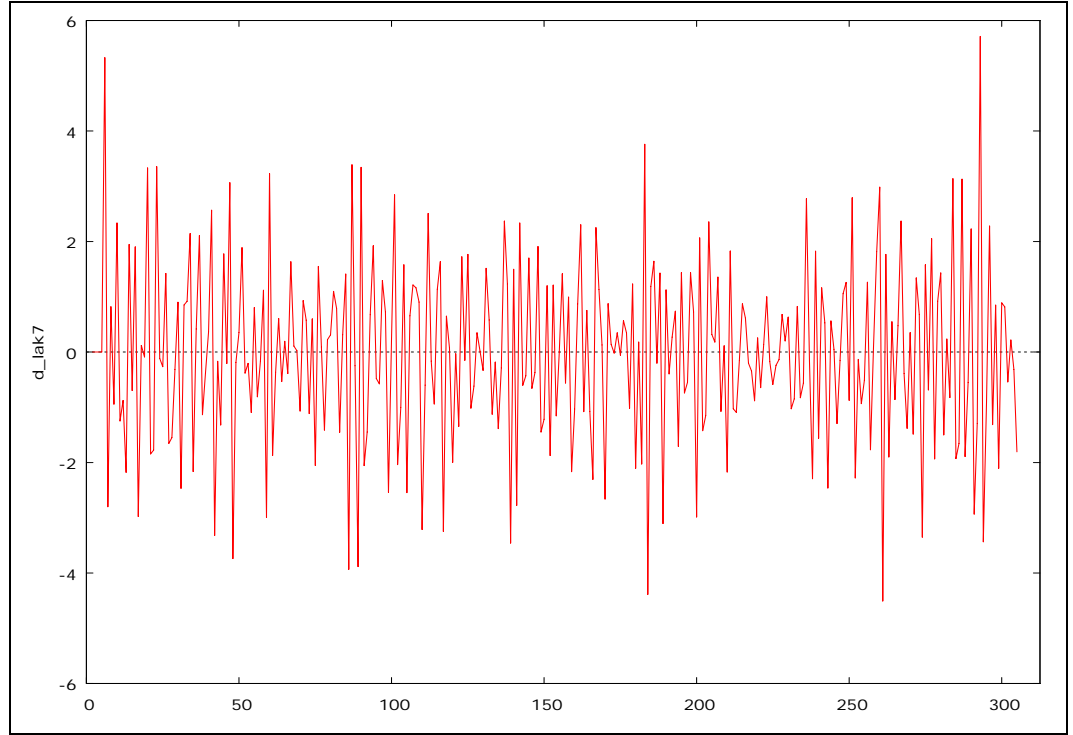
ACF'ye ait Q istatistikleri önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Buna bağlı olarak da Şekil 4.44'deki korelogramda ACF ve PACF değerlerinin güven aralığının dışına çıktığı gözlenmektedir. Zaman yolu grafiği, korelogram ve Q istatistikleri serinin durağan dışı bir yapı sergilediğini göstermektedir.



Şekil 4.44. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerine ait korelogram

Seriye durağanlaştırmak için öncelikle birinci dereceden farkı alınmıştır. Farkı alınmış seriye ADF testi uygulanmıştır. Sadece sabit içeren modele göre test istatistiği τ hesap değeri -21.445 , sabit ve trend içeren modele göre hesaplanan τ istatistiği ise -21.432 olarak bulunmuştur. Her iki τ hesap değeri de τ cetvel değerinden oldukça küçük bulunmuştur ($P < 0.01$). Böylece serinin birinci dereceden farkının alınması seriyi durağan hale getirmek için yeterli olmuştur.

Şekil 4.45'te birinci dereceden farkı alınmış seriye ait zaman yolu grafiği görülmektedir. Grafikte de görüldüğü gibi seri durağan hale dönüşmüştür.



Şekil 4.45. Birinci dereceden fark alınmış yedinci laktasyon süt verimlerine ait zaman yolu grafiği

4.20. Yedinci ve Üzeri Laktasyon süt verimlerine ait ARIMA Model Tahmini

Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerini tahminleyecek ARIMA modelini belirlemek için hesaplanan AIC'leri Çizelge 4.13'de görülmektedir. Çizelgede en küçük AIC'ne sahip model ARIMA(9,1,10) modelidir.

Çizelge 4.13. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimleri tahminlenmesi için uygulanan modellerin AIC istatistikleri

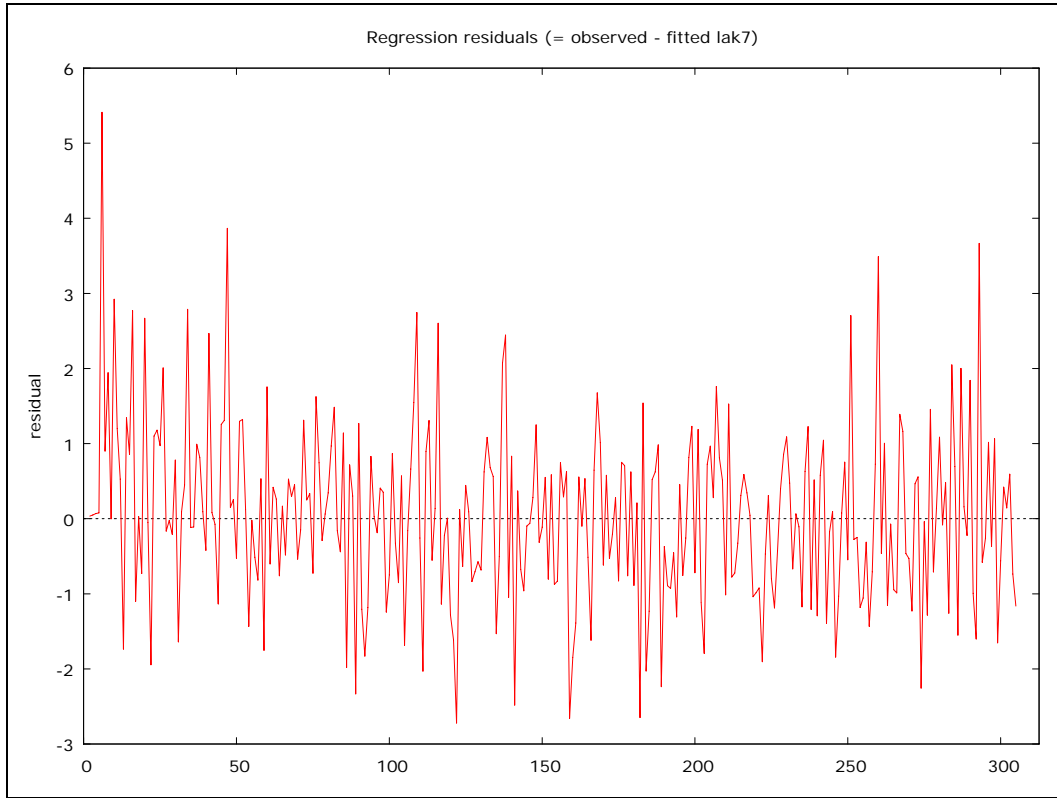
		AR										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA	0	--	1101.79	1061.91	1055.62	1051.06	1046.77	1045.80	1045.06	1044.20	1040.80	1034.64
	1	1015.14	1014.68	1016.68	1017.03	1017.98	1018.72	1020.31	1020.73	1021.03	1021.14	1022.78
	2	1014.68	1016.32	1018.11	1018.62	1007.30	1009.29	1011.29	1019.37	1020.95	1022.68	1023.79
	3	1016.67	1018.17	1018.62	1017.61	1019.59	1019.47	1011.91	1023.01	*	1014.36	1021.66
	4	1016.48	1018.43	1017.61	1019.59	1020.00	1021.99	1011.86	1012.14	1012.02	1014.12	1021.26
	5	1018.34	1008.37	1012.59	1020.12	1021.99	1023.99	1006.96	1006.84	1016.55	*	1025.26
	6	1019.08	1009.98	*	1022.01	*	1020.19	1014.00	1004.97	1014.84	1016.82	*
	7	1020.75	1021.48	1018.49	1024.63	1023.64	1012.88	1011.86	1011.77	1014.62	1014.99	1014.83
	8	1021.06	1012.72	1023.25	1014.56	1015.24	1023.19	1005.76	*	1001.60	1004.91	1005.51
	9	1019.22	1038.27	1014.80	1012.07	1013.67	1013.32	1014.46	*	*	*	1000.88
	10	1019.81	1021.81	1016.68	1018.54	1018.25	1015.13	*	1016.69	*	999.92	1005.42

* Bu modellerde tahminleme elde edilememiştir.

ARIMA laktasyon eğrisi tahmin modeli;

$$w_t = -0.035 - 0.66w_{t-1} - 0.6921w_{t-2} + 0.036w_{t-3} + 0.185w_{t-4} + 0.167w_{t-5} - 0.058w_{t-6} \\ - 0.68w_{t-7} - 0.65w_{t-8} - 0.933w_{t-9} - 0.202e_{t-1} + 0.034e_{t-2} - 0.656e_{t-3} - 0.255e_{t-4} \\ - 0.023e_{t-5} + 0.23e_{t-6} + 0.711e_{t-7} + 0.083e_{t-8} + 346e_{t-9} - 0.916e_{t-10}$$

şeklinde. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verim değerleri ile tahmini süt verim değerleri arasındaki kalıntı terimlerine ait grafik Şekil 4.46'da görülmektedir. Kalıntılar sıfır ortalama etrafında dağılmaktadır. Kalıntılara uygulanan ADF testinde τ değeri -12.03 bulunmuştur ($P < 0.01$). Kalıntılarda birim kök bulunmamaktadır, durağan bir yapı göstermektedir.

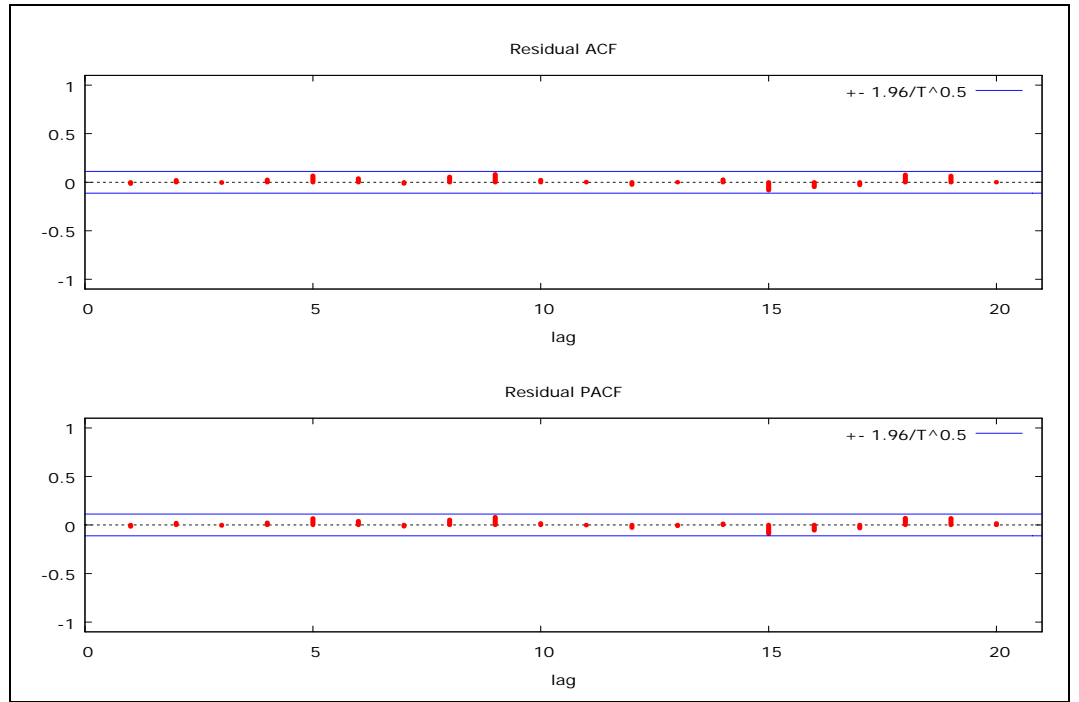


Şekil 4.46. Yedinci ve üzeri laktasyonlardaki süt verimlerine ait kalıntıların grafiği

Şekil 4.47'de ise kalıntılara ait korelogram görülmektedir. Korelogramda ACF ve PACF $\pm 2/\sqrt{305}$ güven aralığının içinde yer almaktadır. Çizelge 4.14'de ise yine ACF ve PACF değerleri ve Q istatistikleri yer almaktadır. Hesaplanan Q değerleri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Hataların tesadüfi dağıldığı ve yedinci ve üzeri laktasyonların süt verimi için tahminlenen ARIMA(9,1,10) modelinin laktasyon eğrisini modellemeye uygun olduğu belirlenmiştir.

ARIMA modeli tahminlendikten sonra hesaplanan gerçek ve tahmini süt verimleri arasındaki MAPE %4.73 olarak tespit edilmiştir. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimleri için ARIMA modeli ile tahminlenen süt verimlerinde en yüksek değer 25.30 kg olarak bulunmuştur. Bu verime ise 26 günde ulaşacağı tahminlenmiştir. Tahmini süt verimin laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%86$, $P_{3:2} = \%78$ ve $P_{3:1} = \%67$ olarak hesaplanmıştır. 305 günlük süt verimi 6008 kg olarak bulunmuştur.

Yedinci laktasyonun gerçek süt veriminde laktasyon devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%85$, $P_{3:2} = \%78$ ve $P_{3:1} = \%66$ olarak bulunmuştur. Yedinci laktasyonun maksimum süt verimi 27.40 kg ve bu verimin verebilmesi için geçen süre 41 gün olarak gözlemlenmiştir. Yedinci laktasyonun 305 günlük süt verimi 6044 kg olarak hesaplanmıştır.

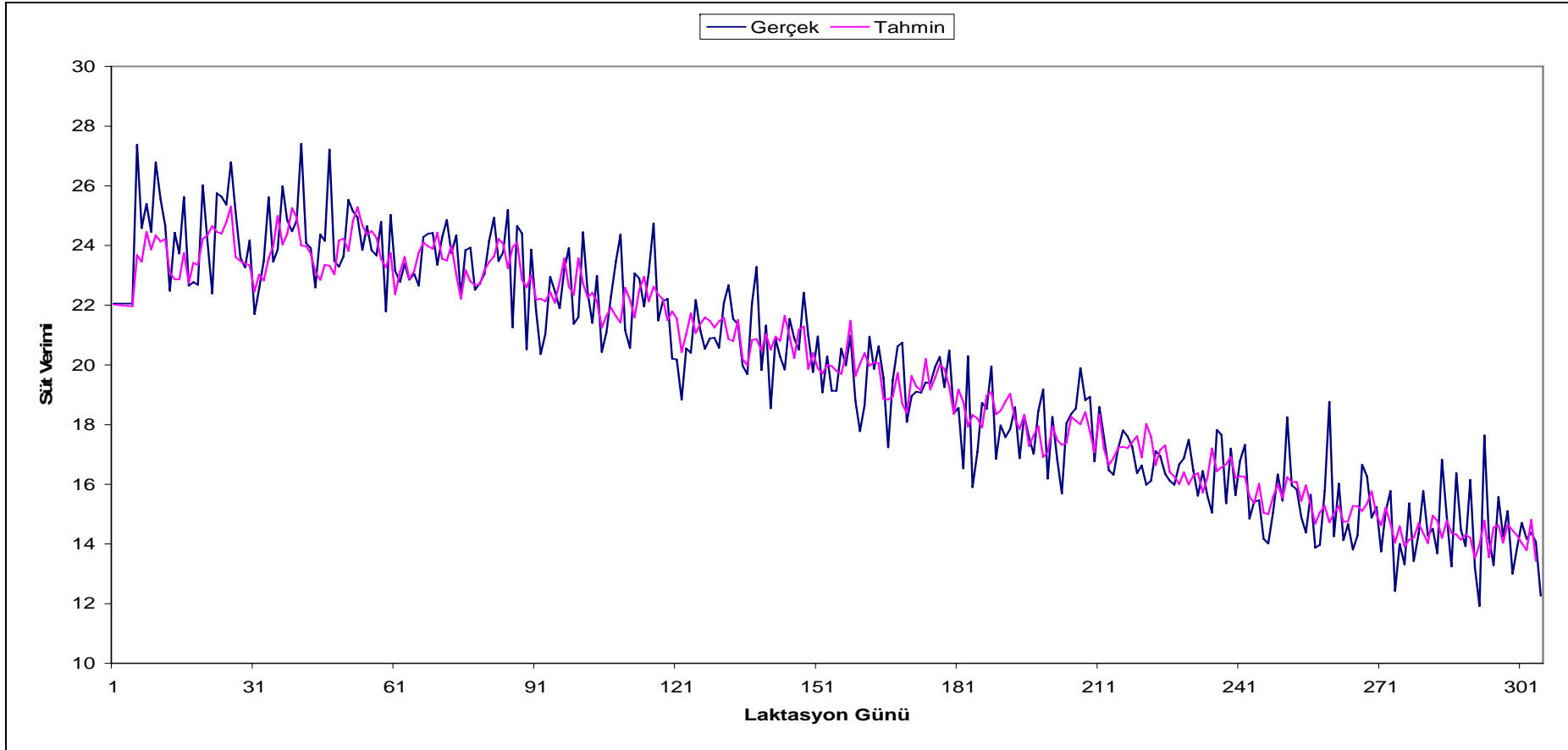


Şekil 4.47. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimleri için tahmin edilen modelin kalıntılarına ait hataların korelogramı.

Çizelge 4.14. Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerine ait kalıntıların ACF ve PACF değerleri ile Q istatistikleri

Gecikme	ACF	PACF	Q-değeri	P
1	-0.0157	-0.0157	0.0759	0.783
2	0.0206	0.0203	0.2062	0.902
3	-0.0058	-0.0052	0.2166	0.975
4	0.0251	0.0245	0.4121	0.981
5	0.0676	0.0687	1.8343	0.872
6	0.0385	0.0399	2.2963	0.891
7	-0.0136	-0.0148	2.3546	0.938
8	0.0547	0.0532	3.2942	0.915
9	0.0812	0.0817	5.3756	0.800
10	0.0223	0.0170	5.5333	0.853
11	0.0032	-0.0028	5.5366	0.902
12	-0.0257	-0.0274	5.7476	0.928
13	0.0008	-0.0100	5.7478	0.955
14	0.0283	0.0131	6.0041	0.966
15	-0.0825	-0.0910	8.1966	0.916
16	-0.0485	-0.0561	8.9552	0.915
17	-0.0285	-0.0331	9.2181	0.933
18	0.0777	0.0712	11.1797	0.887
19	0.0656	0.0690	12.5828	0.859
20	0.0016	0.0169	12.5837	0.895

Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerine ilişkin gerçek ve ARIMA ile elde edilen tahmini değerlere ait laktasyon eğrileri Şekil 4.48'de birlikte görülmektedir. Grafik bize iki eğrinin de birbiri ile oldukça uyumlu olduğunu belirtmektedir.



Şekil 4.48. Yedinci ve üzeri laktasyonların süt verimine ait gerçek ve ARIMA(9,1,10) modeli ile tahminlenen laktasyon eğrileri

Yedinci ve üzeri laktasyonlarda süt verimine ait seri durağan olarak varsayıldığında, AR, MA ve ARMA yöntemleriyle tahminlenen modellerden en küçük AIC değerlerine sahip modeller AR(10), MA(10) ve ARMA(6,6) modelleri olmuştur. Bu modellerin AIC değerleri AR yöntemi için 1052.82, MA yöntemi için 1160.03 ve ARMA yöntemi için 1017 olarak hesaplanmıştır.

Yedinci ve üzeri laktasyonların süt verimini tahminleyen AR(10) modeli;

$$y_t = 18.80 + 0.23y_{t-1} + 0.12y_{t-2} + 0.19y_{t-3} + 0.04y_{t-4} + 0.05y_{t-5} + 0.08y_{t-6} + 0.03y_{t-7} + 0.05y_{t-8} + 0.06y_{t-9} + 0.12y_{t-10}$$

MA(10) modeli;

$$y_t = 19.74 + 0.53e_{t-1} + 0.55e_{t-2} + 0.68e_{t-3} + 0.57e_{t-4} + 0.53e_{t-5} + 0.54e_{t-6} + 0.41e_{t-7} + 0.30e_{t-8} + 0.26e_{t-9} + 0.16e_{t-10}$$

ARMA(6,6) modeli;

$$y_t = 18.71 + 0.33y_{t-1} + 0.3y_{t-2} + 0.84y_{t-3} + 0.18y_{t-4} + 0.18y_{t-5} - 0.88y_{t-6} - 0.26e_{t-1} - 0.25e_{t-2} - 0.85e_{t-3} - 0.27e_{t-4} - 0.25e_{t-5} - 0.98e_{t-6}$$

şeklinde yazılır. Bu modellerden tahminlenen yedinci ve üzeri laktasyonlar süt verimine ait MAPE değerleri AR modeli için %5.42, MA modeli için %6.56 ve ARMA modeli için %4.99 olarak hesaplanmıştır.

4.21. Yedinci ve Üzeri Laktasyonlar İçin Gamma Fonksiyonu ile İlgili Bulgular ve Model Tahmini

Yedinci ve üzeri laktasyon süt verimlerine ait gamma fonksiyonu ile tahminlenen model;

$$\ln(Y_t) = 3.046 + 0.073 \ln(t) - 0.003t$$

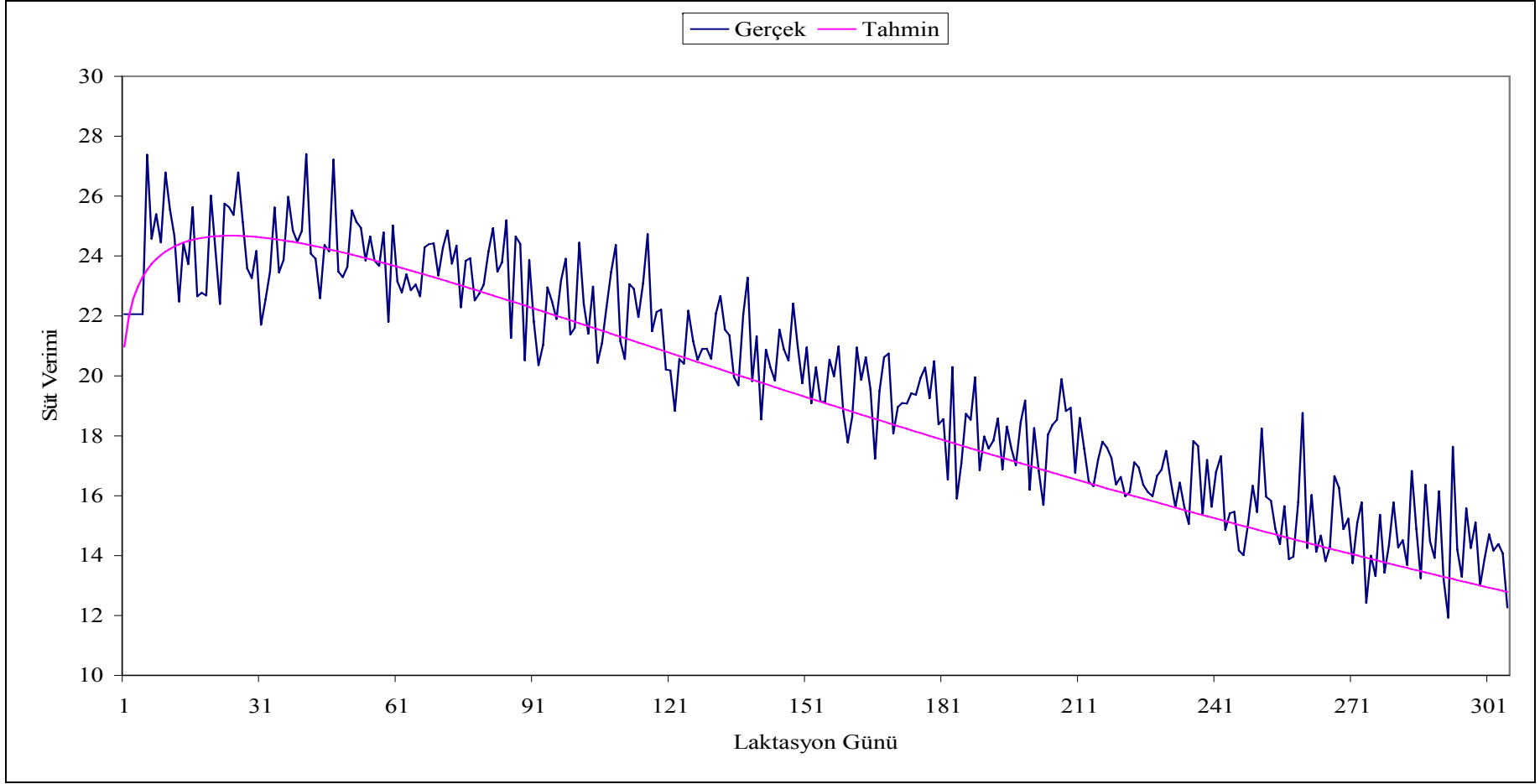
şeklinde tahminlenmiştir. Gamma modelinin belirtme katsayısı $R^2 = 0.896$ olarak bulunmuştur. Modelden hesaplanan $\ln(Y_t)$ değerlerinin anti logaritması alınarak tahmini süt verim değerleri bulunmuştur. Gerçek süt verimleri ile tahmini süt verimleri arasındaki MAPE % 5.67 olarak tahminlenmiştir.

Gamma modeli ile tahminlenen yedinci ve üzeri laktasyonların devamlılık düzeyleri $P_{2:1} = \%82$, $P_{3:2} = \%77$ ve $P_{3:1} = \%63$ olarak tahmin edilmiştir. Bu

modelle ise en yüksek süt verimi 24,68 kg olarak tahmin edilirken bu seviyeye ulaşmak için geçmesi gereken süre 24 gün olarak hesaplanmıştır. Tahmini serinin 305 günlük süt verimi 5845 kg bulunmuştur.

şekil 4.49'da yedinci ve üzeri laktasyonlar için Gamma modeliyle tahmin edilen süt verimleri ile gerçek süt verimlerinden oluşan laktasyon eğrileri birlikte görülmektedir. Her iki eğrinin birbirleriyle uyumlu olduğu saptanmıştır

Laktasyon sırasına göre gerçek ve ARIMA ile Gamma modellerinden tahminlenen kısmi ve 305 günlük verimler Ek 1'de, laktasyon devamlılık düzeyleri Ek 2'de, MAPE değerleri Ek 3'te ve maksimum günlük süt verimleri ve bu seviyeye ulaşma süreleri Ek 4.'te toplu olarak verilmiştir.



Şekil 4.49. Yedinci ve üzeri laktasyonların süt verimine ait gerçek ve Gamma fonksiyonu ile tahminlenen laktasyon eğrileri

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, bilgisayar teknolojisinin gelişmesine paralel olarak çeşitli sahalarda kullanımı artan zaman serisi yöntemleri ile laktasyon eğrisi modellenmiş, 305 günlük süt verimleri tahminlenmiştir. Durağan bir seri oluşturmayan laktasyon süt verimleri, birinci dereceden fark alınarak durağanlaştırılmış, ARIMA yöntemi ile laktasyon eğrileri modellenmiştir. Tahminlenen ARIMA modeli, laktasyon eğrisi tahmin modellerinden Gamma modeli ile karşılaştırılmıştır. Bunlara ek olarak laktasyon eğrisinin durağan olduğu varsayılarak AR, MA ve ARMA yöntemleri ile de tahminlemeler yapılmış, ARIMA modellerinin etkinliği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada saptandığı gibi Macciotta et al. (2000) denetim günü süt verimlerinin durağan olmayan bir yapı sergilediğini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte denetim günü süt verimlerinin durağan olduğunu bildiren çalışmalar da vardır (Macciotta et al., 2002). Bunun sebebi, denetim günü kayıtlarının ortalama 42 günde alınmış olmasından dolayı laktasyonun pik döneminin denetim günü kayıtlarında bulunmaması olabilir. Dolayısıyla seri daha durağan bir yapı göstermiştir.

AR, MA, ARMA ve ARIMA modellerinin seçiminde kullanılan AIC değerleri birinci laktasyonda model sırasına göre 368.84, 521.53, 313.45, 285.17; ikinci laktasyonda 509.55, 660.01, 436.79, 406.51; üçüncü laktasyonda 572.76, 804.10, 503.35;463.50; dördüncü laktasyonda 665.59, 804.12, 567.09, 539.15; beşinci laktasyonda 803.23, 946.05, 732.88, 712.62; altıncı laktasyonda 910.01, 1050.42, 882.65, 872.81 ve yedinci laktasyonda 1051.82, 1160.03, 1017, 999.92 olarak hesaplanmıştır.

Laktasyon süt verimlerinin tahminlemesinde uygulanan zaman serisi yöntemlerinden tüm laktasyonlarda ARIMA modelinin, serilerin durağan olduğu varsayılarak yapılan analizlerde ise ARMA yönteminin en küçük AIC değerine sahip olduğu görülmektedir. ARMA(p,q) ve ARIMA(p,d,q) modellerinin en küçük AIC değerlerini verme nedeni ise laktasyon süt verimlerinin otoregresif hareketli ortalama yapısına sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Zaman serisi yöntemleri arasında en düşük MAPE değerini ARIMA vermiştir. MAPE değerleri ise AR, MA, ARMA ve ARIMA modellerine göre sırasıyla birinci laktasyonda %1.85, %2.37, %1.68, %1.53; ikinci laktasyonda

%2.13, %2.78, %1.88, %1.75; üçüncü laktasyonda %2.45, %3.53, %2.18, %1.95; dördüncü laktasyonda ise %2.86, %3.54, %2.31, %2.14; beşinci laktasyonda %3.57, %4.42, %3.13, %2.98; altıncı laktasyonda %4.23, %5.32, %4.05, %3.88 ve yedinci laktasyonda %5.42, %6.56, %4.99, %4.73 olarak hesaplanmıştır. ARIMA modellerinin ARMA modellerinden daha küçük AIC ve MAPE değerine sahip olması laktasyon süt verimlerin durağan bir yapıya sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.

ARIMA modellerinin Gamma modellerinden daha küçük MAPE değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Laktasyon süt verimlerini tahminlemek için kurulan Gamma ve ARIMA modellerine ait MAPE değerleri model sırasına göre birinci laktasyonda %4.35, %1.53; ikinci laktasyonda % 4.22, %1.75; üçüncü laktasyonda %2.78, %1.95; dördüncü laktasyonda %2.59, %2.14; beşinci laktasyonda %4.33, %2.98; altıncı laktasyonda %4.59, %3.88 ve yedinci laktasyonda %5.67, %4.73 olarak hesaplanmıştır. Her iki tahmin yöntemi için hesaplanan MAPE değerleri "çok iyi" olarak sınıflandırılan %10'un altında bulunmuştur. (Witt and Witt, 1992; Lewis, 1982). Bu nedenle ARIMA modeli gerçek laktasyon süt verimlerine Gamma modelinden daha yakın bir tahmin yapmıştır.

Gerçek süt verimi günlük dalgalanmalar gösterebilir. ARIMA ile model belirlenirken bağımsız değişken olarak geçmiş gözlem değerleri kullanılmaktadır. Bu nedenle ARIMA modelinin tahminlediği günlük süt verimlerinde gerçek verimlere benzer dalgalanmalar bulunmaktadır (bkz. Şekil 4.6; 4.13; 4.20; 4.27; 4.34; 4.41; 4.48). Gamma modelinde ise bağımsız değişken olarak zaman ve zamanın logaritması kullanılmaktadır. Gerçek ve Gamma modeli ile tahminlenen laktasyon süt verimlerinin birlikte verildiği grafiklerde görüldüğü gibi, gerçek seridekinden farklı olarak verimler birbirine çok yakın, düzgün bir eğri şeklinde modellenmiştir (bkz. Şekil 4.7; 4.14; 4.21; 4.28; 4.35; 4.42; 4.49). Gerçek verimlerle Gamma modelinden tahminlenenler arasındaki fark, ARIMA modeline göre daha büyük olmuştur. MAPE'nin hesaplanmasında aradaki fark kullanıldığı için ARIMA modeline ait MAPE değerleri daha küçük bulunmuştur.

Gerçek 305 günlük süt verimleri, laktasyon sırasına göre 5787 kg, 6116 kg, 6232 kg, 6260 kg, 6276 kg, 6207 kg ve 6044 kg olarak saptanmıştır. ARIMA modeline göre tahminlenen 305 günlük süt verimleri, laktasyon sırasına göre 5777 kg, 6095 kg, 6218 kg, 6235 kg, 6251 kg, 6183 kg, ve 6008 kg'dır. Gamma modeli ile tahminlenen 305 günlük süt verimleri ise 6007 kg, 5904 kg, 6118 kg, 6192 kg,

6090 kg, 6041 kg ve 5845 kg olarak tahminlenmiştir. Gerçek ve ARIMA modeli ile tahminlenen 305 günlük süt verimleri, beşinci laktasyona kadar artmış, daha sonra azalmıştır. Gamma modeli ile tahminlenen laktasyon süt verimleri ise dördüncü laktasyona kadar artmış, daha sonra azalmıştır. En büyük artış ikinci laktasyonda olmuştur. Bu durum daha önceki çalışmaların bulguları ile benzerlik göstermektedir (Gahlot et al., 1989; Kaygısız vd., 1995; Özçelik ve Arpacık, 2000; Kaya ve Kaya, 2003; Çakıllı ve Güneş, 2007).

ARIMA modellerinin Gamma modellerine göre daha az sapma ile tahmin yaptığı görülmektedir. ARIMA modeli 305 günlük süt verimlerini gerçek değerlerinden birinci laktasyonda 10 kg, ikinci laktasyonda 21 kg, üçüncü laktasyonda 14 kg, dördüncü laktasyonda 25 kg, beşinci laktasyonda 25 kg, altıncı laktasyonda 24 kg ve yedinci ve üzeri laktasyonlarda ise 36 kg farkla tahminlemiştir. Gamma modeli 305 günlük toplam süt verimlerini birinci laktasyonda 220 kg, ikinci laktasyonda 212 kg, üçüncü laktasyonda 114 kg, dördüncü laktasyonda 68 kg, beşinci laktasyonda 186 kg, altıncı laktasyonda 166 kg, yedinci ve üzeri laktasyonlarda ise 199 kg sapma ile tahminlemiştir.

Laktasyonun devamlılık düzeyleri, gerçek süt verimleri yanı sıra ve ARIMA ile Gamma modellerinden tahminlenen süt verim değerlerinden de hesaplanmıştır. Laktasyonların gerçek süt verimlerinde $P_{2:1}$ devamlılık düzeyi laktasyon sırasına göre %90, %86, %85, %84, %85, %85 ve %85 olarak değişmektedir. ARIMA modelinden tahminlenen laktasyon süt verimleri için $P_{2:1}$ devamlılık düzeyi, laktasyon sırasına göre %90, %86, %84, %85, %85, %85 ve %86; Gamma modelinden tahminlenen süt verimlerinde ise sırasıyla %92, %83, %83, %83, %82, %82 ve %82 olarak hesaplanmıştır.

$P_{3:2}$ devamlılık düzeyi gerçek laktasyon süt verimlerinde %82, %79, %78, %77, %78, %77 ve %78 olarak, ARIMA modelinden tahminlenen laktasyon süt verimlerinde %82, %78, %77, %77, %78, %77 ve %78; Gamma modeli ile tahminlenen laktasyon süt verimlerinden birinci laktasyon süt verimleri için %85, diğer laktasyonlar süt verimi için %77 olarak hesaplanmıştır.

$P_{3:1}$ devamlılık düzeyi, laktasyonların gerçek süt verimleri için %74, %67, %66, %65, %66, %65 ve %66 olarak; ARIMA modelinden tahminlenen süt verim değerleri için %74, %67, %65, %65, %66, %66 ve %67; gamma modelinden tahminlenen değerler için ise %78, %64, %65, %65, %63, %63 ve %63 olarak hesaplanmıştır.

Görüldüğü gibi ARIMA modelinden tahminlenen verimlerle hesaplanan $P_{2:1}$, $P_{3:2}$, $P_{3:1}$ değerleri, gerçek verimlerden hesaplanan değerlerle hemen hemen aynıdır. Bu durum yine, ARIMA modeli ile gerçek verime çok yakın tahminleme yapıldığını göstermektedir.

Birinci laktasyon devamlılık düzeyleri diğer laktasyonlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalarda genellikle ilk laktasyonun devamlılık düzeyleri benzer şekilde diğer laktasyonlardakinden yüksek bulunmuştur (Yıldırım, 1982; Goel and Tomar, 1984; Leukkunen, 1985; Singh and Shukla, 1985; Sölkner and Fuchs, 1987; Schutz et al., 1990; Kaygısız vd., 1995; Kaya ve Kaya, 2003). Bu çalışmada laktasyon devamlılık düzeylerinin birinci laktasyonda daha yüksek olması ilk 100 günlük süt veriminin diğer laktasyonlardan düşük olması ile açıklanabilir (Kaya ve Kaya, 2003). Sölkner ve Fuchs (1987), ilk laktasyonda devamlılık düzeyinin yüksek çıkmasına en uygun fizyolojik gerekçe olarak, ineğin meme bezlerinin birinci laktasyonun başlangıcında tam olarak gelişmemiş olmasını göstermiştir (Kaya ve Kaya, 2003).

$P_{2:1}$, $P_{3:1}$ ve $P_{3:2}$ dördüncü laktasyona kadar düşmüş daha sonra ise hafif yükselmiştir. Bu durum Kaya ve Kaya (2003)'nın bulguları ile benzer bulunmuştur

Birinci laktasyon gerçek süt verimlerinde maksimum süt verimi 22.69 kg iken, ikinci laktasyonda maksimum günlük süt verimi 26.02 kg olarak tespit edilmiştir. İkinci laktasyondan itibaren maksimum günlük süt verimi altıncı laktasyona kadar artarak 27.88 kg'a ulaşmış, yedinci ve üzere laktasyonlarda ise biraz azalarak 27.4 kg'a düşmüştür. ARIMA ve Gamma modelleri ile tahminlenen laktasyonlarda da maksimum günlük süt verimleri ilk laktasyonda diğer laktasyonlara göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. ARIMA modeline göre birinci laktasyonda maksimum süt verimi 22,53 kg, Gamma modelinde 22.52 kg olarak tespit edilmiştir. ARIMA ve Gamma modellerinde maksimum günlük süt verimleri dördüncü laktasyona kadar artmış, daha sonra azalmıştır. ARIMA modeli ile tahminlenen laktasyon süt verimlerinde maksimum günlük süt verimi gerçek laktasyonların maksimum günlük süt verimlerine daha yakın bulunmuştur. Birinci laktasyon gerçek süt verimlerinde maksimum günlük süt seviyesine ulaşma süresi ise 21 gün olarak tespit edilmiştir. Gerçek verimlerde diğer laktasyonların günlük maksimum süt seviyesine ulaşma süresi birinci laktasyona göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Maksimum günlük süt miktarı Siyah Alaca sığırlarda Yılmaz ve Kaygısız (2000) ile benzer bulunmuştur.

Maksimum süt verim seviyesine ulaşma zamanı, gerçek süt verimi ve ARIMA modelinden tahminlenen serilerde daha değişken iken, Gamma modelinde birbirine çok yakın tahminlenmiştir. Gamma modelinde ise maksimum seviyeye ulaşma zamanının birbirine yakın olması, bu parametrelerin Gamma modelinin tahminlenen parametrelerinden hesaplanması ve yedi laktasyon için tahminlenen süt verim modelinin parametrelerinin birbirine çok yakın olması ile açıklanabilir. Gamma modelindeki bu durum (Orman ve Ertuğrul. 1999; Kaygısız vd., 2003) nceki bazı çalışmaların bulguları ile uyuşmamaktadır.

Sonuç olarak, zaman serisi yöntemleri ile laktasyon eğrisi belirlenmişe, hayvanın kısa dönem süt veriminden laktasyon boyunca vereceği süt miktarı, laktasyon eğrisinin şekli gerçek verimlere yakın tahminlenebilir. Bu bilgiler kullanılarak süt verimlerine göre hangi hayvanın sürüde tutulup tutulmayacağına karar verilebilir.

Ayrıca zaman serisi yöntemlerinin Gamma modeline göre süt verimini gerçek verim değerlerine çok daha yakın tahmin ettiği dikkate alındığında zaman serisi yöntemlerinin laktasyon eğrisini modellemede klasik laktasyon eğrisi yöntemlerine iyi bir alternatif olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akaike, H.**, 1970, Statistical predictor identification, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 22(1), 203-217.
- Akaike, H.**, 1973, Information theory and an extension of the maximum Likelihood principle. In B.N. Petro and F. Csaki ed. 2nd International Symposium on Information Theory, 267-281.
- Akgül, I.**, 2003, Zaman Serilerinin Analizi ve ARIMA Modelleri, Der Yayınları, (İstanbul), 252s
- Albayrak, A. İ.**, 2008, Değişen varyans durumunda en küçük kareler tekniğinin alternatifi ağırlıklı regresyon analizi ve bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi C.X, S II*, 111-134.
- Altın, A., Cemrek, F. And Ozaydın, O.** 2008. Statistical Modelling of Water Quantity in the Porsuk Dam, *Ekoloji*, 17(67): 52-59
<http://ekoloji.com.tr/resimler/67-8.pdf>
- Baran, T. ve Bacanlı Ü.K.**, 2006. Uygun stokastik model seçim ölçütlerinin değerlendirilmesi. *İMO Teknik Dergi*, 3987-4002.
- Biçen, C.**, 2006, Box-Jenkins zaman serisi analiz yöntemi ile ileri beslemeli yapay sinir ağları tahminlerinin karşılaştırması, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Ens., Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)
- Bircan, H., Karagöz, Y.**, 2003. Box-Jenkins modelleri ile aylık döviz kuru tahmini üzerine bir uygulama, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 6(2): 49-62
- Box, G.P. and Jenkins, G.M.**, 1976. Time series analysis forecasting and control, Holden-Day, San Francisco, 170p.
- Brody, S.A., Ragsdale, A.C., Turner, C.W.**, 1923. The rate of decline of milk secretion with the advance of the period of lactation. *J. Gen. Physiol.* 5:441-444.
- Cappio-Borlino, A., Macciotta, N.P.P. and Pulina, G.** 2004 Mathematical Modelling of Milk Production Pattern in Dairy Sheep, <http://books.google.com.tr/books?id=rTdfR3UxWXQC&pg=PA13&dq=Modelling+of+Milk+Production+Patterns+in+Dairy+Sheep+-+Cappio-Borlino&cd=1#v=onepage&q=Modelling%20of%20Milk%20Production%20Patterns%20in%20Dairy%20Sheep%20-%20Cappio-Borlino&f=false>

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cottrell, A** 2004, Gretl Manual: Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library. <http://gretl.sourceforge.net>
- Çakıllı, F. ve Güneş, H.**, 2007. Esmer sığırların süt verim özellikleri üzerine bir araştırma. *İstanbul Üni. Vet. Fak. Der.*, 33(3), 43-58. <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/15/1306/15089.pdf>
- Çevik, O. ve Yürekli, K.**, 2003, Mevsimsel ARIMA modeli kullanılarak Yeşilirmak Nehri aylık akım serisinin modellenmesi. *Tarım Bilimleri Derg.*, 9(3): 261-268
- Çobaner, M., Çetin, M. ve Yurtal, R.**, 2005. Nehir akımlarının deterministik ve stokastik özelliklerinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Derg.*, 20(1):129-138
- Çuhadar, M., Güngör, İ. Ve Göksu, A.**, 2009, Turizm talebinin Yapay Sinir Ağları ile tahmini ve Zaman Serisi yöntemleri ile karşılaştırmalı analizi: Antalya iline yönelik bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Derg.*, 14, (1), 99-114. <http://iibf.sdu.edu.tr/dergi/files/2009-1-6.pdf>
- Deluyker, H. A., Shumway, R. H., Wecker, W. E., Azari, A. S. and Weaver, L. D.**, 1990, Modeling daily milk yield in holstein cows using time series analysis. *J. Dairy Sci.*, 73 (2), pp 539-548
- Esenbuğa, N. ve Bilgin, Ö.C.**, 2004. İvesi koyunlarının laktasyon eğrisinin tahmini ve tanımlanması için farklı matematik modellerin mukayesesi. 4. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi. 166-169, Isparta (01-03 Eylül) http://4uzbk.sdu.edu.tr/4UZBK/HYB/4UZBK_026.pdf?ref=sexshop06.net
- Gahlot, G.C.; Gahlot, R.S.; Pant, K.P.**, 1989. Factors affecting persistency of milk production in Rathi and Rathi x Red Dane cattle. *Indian Vet. J.* 66: 830-835.
- Goel, M.C., and Tomar, N.S.**, 1984. Persistency of milk production in Haryana cows. *Indian vet. J.* 61: 392-397.
- Gürsakal, G.**, 2005, GSMH zaman serileri, Uludağ Üni. Sosyal Bilimler Enst., Yüksek Lisans Tezi , (Basılmamış)
- Hamzaçebi, C., Kutay, F.** 2004. Yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahmini. *Gazi Üni. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3):227-233.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Johansson, I. and Hansson, A.**, 1940, Causes of variatin in milk and butterfat yield of dairy cows. Kungl. Lantbr. Akad. Tidskr. 79(6½):1-127. [Kaya (1996)'dan alınmıştır].
- Karabörk, M.Ç. ve Kahya, E.** 1999. Sakarya havzasındaki aylık akımların çok değişkenli stokastik modellenmesi. *Tr. J. of Engineering and Enviromental Science*, 23, 133-147.
- Kaya, İ.**, 1996, Siyah Alaca Sığırlarda Laktasyonun Devamlılık Düzeyine ait Parametre Tahminleri ve Süt Verimi ile İlgilisi Üzerinde Araştırmalar, Ege Üni. Fen Bil. Enst, Doktora Tezi, (Basılmamış)
- Kaya, İ. ve Kaya, A.**, 2003. Siyah Alaca sığırlarda laktasyonun devamlılık düzeyine ait parametre tahminleri ve süt verimi ile ilgisi üzerinde araştırmalar I. Laktasyonun devamlılık düzeyini etkileyen faktörler. *Hayvansal Üretim*, 44(1), 76-94
- Kaygısız, A.**, 1998, Yerli mandaların laktasyon eğrisi özellikleri <http://dondurma.ksu.edu.tr/Library/Projeler/P00006.pdf>
- Kaygısız, A.**, 1999. Sarı alaca sığırlarının laktasyon eğrisi özellikleri. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, 23 Ek Sayı 1, 15-23.
- Kaygısız, A. Vanlı, Y. ve Yılmaz İ.**, 2003. Esmer sığırların laktasyon eğrisi özellikleri üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim* 44(2): 69-80.
- Kaygısız, A., Bakır, G., ve Yener, S.M.**, 1995. Siyah Alaca sığırlarda süt verimi persistensi değerine ait fenotipik ve genetik parametre tahminleri. *Türk Vet. ve Hay. Derg.* 19: 259-263.
- Keskin, İ., Çilek, S. ve İlhan, F.**, 2009, Polatlı tarım işletmesinde yetiştirilen siyah alaca sığırların laktasyon eğrisi özellikleri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 15 3,: 437-442.
- Keskin, İ. ve Tozluca, A.**, 2004. Süt sığırlarında laktasyon eğrilerinin farklı matematik modellerle belirlenmesi ve kontrol aralığının tespiti. *Selçuk Üni. Ziraat Fak. Derg.*, 18(34): 11-19.
- Keskin, M.E. ve Taylan, E.D.**, 2007. Orta Akdeniz Havzasındaki Akımların Stokastik Modellemesi, *İMO Teknik Dergi*, 4271 -429. <http://e-imo.imo.org.tr/dosyadizin/wpx/portal/yayin/td/cilt18/18-4-4erolkeskin.pdf>
- Köksal Aloba, B.**, 1985, İstatistik analiz metodları, Çağlayan Basımevi, İstanbul, S.456

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kutay, F.**, 1989, Zaman serilerinde kestirim teknikleri ve Box-Jenkins modelleri, Gazi Üni., Ankara, s.1-99
- Küçükkale, Y.** Parasal krizlerin önceden tahmin edilebilirliği üzerine bir inceleme. <http://www.econturk.org/Turkiyeekonomisi/parasalkriz.pdf> (Erişim tarihi:03.04.2010)
- Lark, R. M., Nielsen, B. L., Mottram. T. T.**, 1999. A time series model of daily milk yields and its possible use for detection of a disease (ketosis). *Anim. Sci.* 69:573–582.
- Leukkunen, A.** 1985. Genetic parameters for the persistency of milk yield in the Finnish Ayrshire cattle. *Z. Tierzücht. Züchtungsbiol.* 102: 117-124 [Kaya ve Kaya (2003)'dan alıntı].
- Lewis, C.D.**, (1982). *Industrial and Business Forecasting Methods*, Butterworths Publishing: London.
- Macciotta, N.P.P., Cappio-Borlino, A. and Pulina, G.**, 2000, Time series autoregressive integrated moving average modeling of test-day milk yields of dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 83 No. 5 1094-1103.
- Macciotta, N.P.P., Vicario, D. Pulina G. and Cappio-Borlino, A.**, 2002, Test day and lactation yield predictions in Italian Simmental cows by ARMA methods. *J.Dairy Sci.*, 85 No. 11 3107-3114.
- Orhan H ve Kaygısız, A.** 2002. Siyah Alaca sığırlarda farklı laktasyon eğrisi modellerinin karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim* 43(1): 94-99
- Orman, M.N. ve Ertuğrul, O.**, 1999, Holstayn ineklerin süt verimlerinde üç farklı laktasyon modelinin incelenmesi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.* 23 605-614.
- Özçelik M. ve Arpacık, R.**, 2000. Siyah Alaca sığırlarda laktasyon sayısının süt ve döl verimine etkisi. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 24, 39-44.
- Özyurt, A., ve Özkan, M.**, 2009, Orta Anadolu'da yetiştirilen siyah- alaca sığırlarda laktasyon eğri şekli ve eğriye etkili olan faktörler. *Hayvansal Üretim* 501,: 31-37, 31.
- Schutz, M.M., Hansen, L.B., Steuernagel, G.R. and Kuck, A.L.** 1990. Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 73: 484-493.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sevüktekin, M. ve Nargeleşkenler, M.,** 2005, Zaman serileri analizi, Nobel Yayın Dağıtım LTD. ŞTİ., Ankara, s.341.
- Singh, J, and Shukla, K.P.,** 1986. Relationship of lactation persistency with some economic traits in Gir cattle. *Indian vet. J.* 63: 494-499 [Kaya ve Kaya (2003)'dan alıntı].
- Sölkner, J.and Fuchs, W.** 1987. A comparison of different measures of persistency with special respect to variation of test-day milk yields. *Livest. Prod. Sci.* 16: 305-319 [Kaya ve Kaya (2003)'dan alıntı].
- Subaşı, D.B.,** 2005, Enflasyonun ARIMA modelleri ile tahminlenmesi: 1994-2005 Türkiye uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Basılmamış,
- Şahbaz, Ü.,** 2007, Zaman serilerinde nedensellik analizi Türkiye'de ekonomik büyüme ve turizm gelirleri arasındaki ilişkinin nedensellik analizi. yüksek Lisans Tezi, Basılmamış,
- Tecim, V.,** 1990, Zaman serisi analizlerinde sermaye piyasası uygulamaları, Dokuz Eylül Üni. Sosyal Bilimler Enst., Yüksek Lisans Tezi, (basılmamış)
- Ucal, M.Ş.,** 2006, Ekonometrik model seçim kriterleri üzerine kısa bir inceleme. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 7 2,: 41-57
- Uysal, G. ve Orman, M.N.,** 1999. Zaman serisi analizi ve hayvancılık sektöründe bir uygulama. 4. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildirileri, 119-127, Ankara 23-24 Eylül
- Uysal, G. ve Orman, M.N.,** 2000. Zaman serisi analizi ve deri sektöründe bir uygulama. 5. Ulusal Biyoistatistik Kongresi Bildiri Kitabı Eskişehir 13-15 Eylül 2000
- Wade, K.M., Quaas, R.L. and Van Vleck, L.D.,** 1993. Estimation of the parameters involved in a first-order autoregressive process for contemporary groups. *J. Dairy Sci.* 76, . 3033–3040.
- Witt, S.F. and Witt, C.,** 1992. Modeling and Forecasting Demand in Tourism, Academic Pres, London
- Wood P.D.P.,** 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216(511): 164-165.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yaman, K.**, Sarucan A., Atak, M. ve Aktürk, N., 2001. Dinamik çizelgeleme için görüntü işleme ve ARIMA modelleri yardımıyla veri hazırlama. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.* 16, (1): 19-40.
- Yayar, R.**, 2002, Türkiye'de Tarım ve Tarıma Dayalı Sektörlerin Dış Ticareti, Gelişim ve Ekonometrik Analizi, Gaziosmanpaşa Üni. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi (basılmamış)
- Yıldırım, Z.** 1982. Yerlikara Sığırlarda Süt Verimi ile İlgili Bazı Özelliklerle Süt Verimine ait Persistensi Değerleri Arasındaki Fenotipik İlişkiler. Yüksek Lisans tezi. Ankara Üni. Fen Bil. Enst., Ankara (Basılmamış).
- Yılmaz, İ. ve Kaygısız, A.**, 2000, Siyah-Alaca sığırlarının laktasyon eğrisi özellikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (4): 1-10.
- Yüksel, S. ve Yanar, M.**, 2009, Esmer ırkı ineklere ait laktasyon eğrisi parametrelerinin farklı matematiksel modellerle tespiti ve bu parametrelere bazı çevresel faktörlerin etkisi. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 49(1): 17-26.

EKLER

Ek 1. Gerçek ve ARIMA ile Gamma modellerinden tahminlenen kısmi ve 305 günlük süt verimlerinin laktasyon sırasına göre değişimi

Laktasyon sırası	Gerçek verimler (kg)				ARIMA modeli (kg)				Gamma modeli (kg)			
	1-100. gün	101-200. gün	201-300. gün	305 gün	1-100. gün	101-200. gün	201-300. gün	305 gün	1-100. gün	101-200. gün	201-300. gün	305 gün
1	2161	1950	1604	5787	2168	1949	1602	5777	2197	2011	1719.	6007
2	2392	2046	1607	6116	2385	2046	1606	6095	2367	1958	1513	5904
3	2460	2083	1615	6232	2466	2083	1610	6218	2450	2030	1569	6118
4	2482	2093	1616	6260	2470	2095	1614	6235	2480	2054	1588	6192
5	2473	2095	1638	6276	2459	2100	1635	6251	2453	2016	1554	6090
6	2455	2077	1606	6207	2442	2080	1605	6183	2438	1998	1538	6041
7	2381	2017	1577	6044	2351	2024	1577	6008	2359	1933	1488.	5845

Ek 2. Gerçek ve ARIMA ile Gamma modellerinden tahminlenen verim değerlerinden hesaplanan devamlılık düzeyleri (%)

Laktasyon sırası	Gerçek verim değerleri			ARIMA modeli			Gamma modeli		
	P _{2:1}	P _{3:2}	P _{3:1}	P _{2:1}	P _{3:2}	P _{3:1}	P _{2:1}	P _{3:2}	P _{3:1}
1	90	82	74	90	82	74	92	85	78
2	86	79	67	86	78	67	83	77	64
3	85	78	66	84	77	65	83	77	64
4	84	77	65	85	77	65	83	77	64
5	85	78	66	85	78	66	82	77	63
6	85	77	65	85	77	66	82	77	63
7+	85	78	66	86	78	67	82	77	63

Ek 3. ARIMA ve Gamma modellerinin MAPE değerleri ve 305 günlük verim bakımından tahmini laktasyonların gerçek laktasyondan farkı

Laktasyon sırası	MAPE (%)		Süt verim farkı (kg)	
	ARIMA modeli	Gamma modelli	ARIMA modeli	Gamma modelli
1	1.53	4.35	-10	220
2	1.75	4.22	-21	-212
3	1.95	2.78	-14	-114
4	2.14	2.59	-25	-68
5	2.98	4.33	-25	-186
6	3.88	4.59	-24	-166
7+	4.73	5.67	-36	-199

Ek 4. Gerçek ve tahmini laktasyonların maksimum günlük süt verimleri ve maksimum seviyeye ulaşma süreleri

Laktasyon sırası	Gerçek verim değerleri		ARIMA modeli		Gamma modeli	
	Y_{\max} (kg)	T_{\max} (gün)	Y_{\max} (kg)	T_{\max} (gün)	Y_{\max} (kg)	T_{\max} (gün)
1	22.69	21	22.53	41	22.52	41
2	26.02	26	25.08	53	24.70	27
3	26.82	21	26.19	46	25.56	27
4	26.89	48	26.07	36	25.87	27
5	27.20	25	26.27	32	25.65	25
6	27.88	36	25.90	36	25.51	24
7+	27.40	41	25.30	26	24.68	24

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Tokat/Zile'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tokat'ta tamamladı. 1998 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilin dalında yüksek lisansa başladı 1999 yılında araştırma görevlisi olarak göreve başladı. 2002 yılında yüksek lisansını tamamladı. Aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilin dalında doktora öğrenimine başladı.

