

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

MELEZ TİP-1 BULANIK ZAMAN SERİSİ FONKSİYONLARI
YAKLAŞIMLARI: BORSA VERİLERİNDE UYGULAMA

Ali Zafer DALAR

İSTATİSTİK ANABİLİM DALI

SAMSUN
2017

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

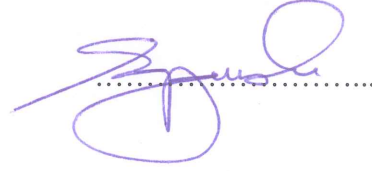
Ali Zafer DALAR tarafından hazırlanan “Melez Tip-1 Bulanık Zaman Serisi Fonksiyonları Yaklaşımları: Borsa Verilerinde Uygulama” adlı tez çalışması 13/06/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı’nda **Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU
Giresun Üniversitesi
Uygulamalı İstatistik Anabilimdalı



Jüri Üyeleri

Başkan Prof. Dr. Vedide Rezan USLU
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
İstatistik Teorisi Anabilimdalı



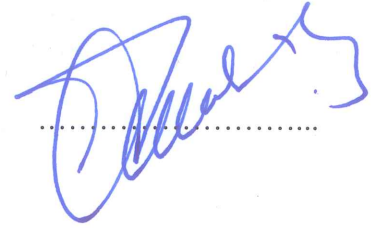
Üye Doç. Dr. Atıf Ahmet EVREN
Yıldız Teknik Üniversitesi
Uygulamalı İstatistik Anabilimdalı



Üye Doç. Dr. Çağdaş Hakan ALADAĞ
Hacettepe Üniversitesi
Yöneylem Araştırması Anabilimdalı



Üye Doç. Dr. Taner TUNÇ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Yöneylem Araştırması Anabilimdalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2017

.....
Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

19.06.2017

Ali Zafer DALAR

ÖZET

Doktora Tezi

MELEZ TİP-1 BULANIK ZAMAN SERİSİ FONKSİYONLARI YAKLAŞIMLARI: BORSA VERİLERİNDE UYGULAMA

Ali Zafer DALAR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İstatistik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erol Eğrioğlu

Son yıllarda zaman serisi öngörüsü için olasılıksal modellere alternatif olarak bulanık küme teorisine dayalı yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bulanık küme teorisine dayalı yöntemlerde olasılıksal modellerden farklı olarak belirsizliğe bulanık yaklaşım söz konusudur. Bulanık küme teorisine dayalı bulanık çıkarım sistemleri, insan beyninin çıkarım mekanizmasına benzer olarak dilsel değişkenlerle çalışmaktadır. Zaman serisi öngörüsü için bulanık kümeler dayalı yöntemlerin amacı olasılıksal modellere göre daha iyi aralık ve nokta tahminleri üretmektir. Bu tez kapsamında, gerçek hayat zaman serilerinin tamamen doğrusal olmadığı göz önünde bulundurularak, otoregresif model ve tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımlarını kullanan bir melez yöntem önerilmiştir. Ayrıca önerilen melez yöntem alt örneklem bootstrap yaklaşımı kullanılarak değiştirilmiş ve böylece ikinci bir öngörü yöntemi önerilmiştir. Her iki yaklaşımda da parametrelerin tahmininde parçacık sürü optimizasyonu algoritması kullanılmıştır. Önerilen ikinci yaklaşımda, bir bulanık öngörü yönteminde istatistiksel çıkarımlar yapmanın mümkün olduğu gösterilmiştir. Önerilen yöntemlerin öngörü performansını göstermek amacıyla 4 farklı borsaya ait zaman serileri kullanılmıştır. Önerilen yöntemler, literatürde var olan diğer bazı öngörü yöntemleri ile öngörü performansı açısından karşılaştırılmış ve önerilen yöntemlerin diğer yöntemlere göre üstün öngörü performansına sahip olduğu görülmüştür.

Haziran 2017, 174 sayfa

Anahtar Kelimeler: Öngörü, Zaman serisi analizi, Otoregresif (AR), Bulanık fonksiyonlar yaklaşımı, Parçacık sürü optimizasyonu, Bootstrap, Alt örneklem, Melez, Borsa

ABSTRACT

Doctoral Dissertation

**HYBRID TYPE-1 FUZZY TIME SERIES FUNCTIONS APPROACHES: THE
APPLICATION IN STOCK EXCHANGES**

Ali Zafer DALAR

Ondokuz Mayıs University
Graduate School of Sciences
Department of Statistics

Supervisor: Prof. Dr. Erol Eğrioğlu

In recent years, alternative methods have been used commonly for time series forecasting besides probabilistic models. In the methods based on fuzzy set theory, unlike probabilistic models, there is a fuzzy approach to uncertainty. Fuzzy inference systems based on the fuzzy set theory work with linguistic variables similar to the extraction mechanism of the human brain. The aim of the methods based on the fuzzy set theory for time series forecasting is to produce better interval and point estimations than probabilistic models. Within the scope of this thesis, considering that the real-life time series are not completely linear, a hybrid method using autoregressive model, and type-1 fuzzy functions approaches is proposed. In addition, the proposed hybrid method has been modified by using the subsampling bootstrap approach, and thus a second forecasting method is proposed. In both approaches, particle swarm optimization algorithm is used to determine the parameters. The proposed second approach shows that it is possible to make statistical inferences in a fuzzy forecasting method. Four different stock exchange time series were used in order to show the forecasting performance of the proposed methods. The proposed methods are compared with some other forecasting methods in the literature in terms of forecasting performance and it is seen that the proposed methods have superior forecasting performance than the other methods.

June 2017, 174 pages

Key Words: Forecast, Time series analysis, AR, Fuzzy functions approach, Particle swarm optimization, Bootstrap, Subsampling, Hybrid, Stock Exchange

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmam süresince olduğu gibi doktora tez çalışmam süresince de benden hiçbir an desteğini, yardımını ve en önemlisi güvenini esirgemeyen sevgili danışman hocam Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU'na sonsuz minnetlerimi sunarım.

Ayrıca bu uzun ve yorucu çalışma dönemlerimde yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen arkadaşlarım Uzm. Damla İLTER'e ve Yrd. Doç. Dr. Özge GÜNDOĞDU'ya, Giresun Üniversitesi ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi İstatistik Bölümündeki tüm öğretim elemanlarına ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü personeline teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ve nihayet bugünlere gelmemde en büyük emeğe sahip olan, benden en zor anlarımda desteğini ve en ihtiyacım olan sevgi ve hoşgörülerini esirgemeyen sevgili annem Sebiha DALAR'a, babam Mehmet DALAR'a ve dert ortağım biricik kardeşim Erdem DALAR'a en içten dileklerle teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2017, Samsun

Ali Zafer Dalar

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1. Zaman Serisi Analizi Yöntemleri.....	9
2.2. Parçacık Sürü Optimizasyonu	10
2.2.1. Komşuluk topolojileri.....	11
2.2.2. PSO algoritması.....	13
2.2.3. PSO'nun gelişimi	14
2.2.4. Geliştirilmiş PSO.....	16
2.3. Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS)	17
2.3.1. Zaman serisi öngörüsü için ANFIS	18
2.4. Bulanık Fonksiyonlar Yaklaşımı.....	18
2.4.1. Bulanık fonksiyonlar	18
2.4.2. Bulanık fonksiyonlar yaklaşımı	20
2.4.2.1 Bulanık C-ortalama yöntemleri	21
2.4.2.2 Tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımı.....	22
2.5. Bootstrap Yöntemleri.....	24
2.5.1. Blok bootstrap	25
2.5.1.1. Hareketli (Örtüşen) blok bootstrap	26
2.5.1.2. Örtüşmeyen blok bootstrap	27
2.5.1.3. Genelleştirilmiş blok bootstrap.....	27
2.5.1.3.1. Dairesel blok bootstrap.....	28
2.5.1.3.2. Durağan blok bootstrap	28
2.5.2. Alt örneklem bootstrap yöntemi.....	29
2.5.3. Sieve bootstrap	29
2.5.4. Bootstrap güven aralığı elde etme yöntemleri	30
2.5.4.1. Bootstrap- t güven aralığı yöntemi	30
2.5.4.2. Bootstrap persantil güven aralığı yöntemi	31
2.5.4.3. Bootstrap standart güven aralığı yöntemi	31
2.5.4.4. Yan düzeltmesi – BC yöntemi.....	31
2.5.4.5. Yan düzeltmesi ve hızlandırması – BC_a yöntemi.....	32
3. ÖNERİLEN YÖNTEMLER VE ALGORİTMALARI	34
3.1. Önerilen Yöntem 1 (ARBF).....	35
3.1.1. Önerilen yöntem 1'in algoritması.....	36
3.2. Önerilen Yöntem 2 (BARBF)	40
3.2.1. Önerilen yöntem 2'nin algoritması.....	40
4. UYGULAMA	42
4.1. ARBF'nin Veri Setleri için Çözümlemeleri	43
4.1.1. BIST 100 endeksi veri setleri için çözümlemeler	43
4.1.1.1. Seri 1 zaman serisi için çözümlemeler.....	43

4.1.1.2. Seri 2 zaman serisi için çözümler.....	45
4.1.1.3. Seri 3 zaman serisi için çözümler.....	47
4.1.1.4. Seri 4 zaman serisi için çözümler.....	49
4.1.1.5. Seri 5 zaman serisi için çözümler.....	51
4.1.2. FTSE 100 endeksi veri setleri için çözümler.....	55
4.1.2.1. Seri 6 zaman serisi için çözümler.....	55
4.1.2.2. Seri 7 zaman serisi için çözümler.....	57
4.1.2.3. Seri 8 zaman serisi için çözümler.....	59
4.1.2.4. Seri 9 zaman serisi için çözümler.....	61
4.1.2.5. Seri 10 zaman serisi için çözümler.....	63
4.1.3. TAIEX veri setleri için çözümler.....	67
4.1.3.1. Seri 11 zaman serisi için çözümler.....	67
4.1.3.2. Seri 12 zaman serisi için çözümler.....	69
4.1.3.3. Seri 13 zaman serisi için çözümler.....	71
4.1.3.4. Seri 14 zaman serisi için çözümler.....	73
4.1.3.5. Seri 15 zaman serisi için çözümler.....	75
4.1.4. NASDAQ 100 endeksi veri setleri için çözümler.....	79
4.1.4.1. Seri 16 zaman serisi için çözümler.....	79
4.1.4.2. Seri 17 zaman serisi için çözümler.....	81
4.1.4.3. Seri 18 zaman serisi için çözümler.....	83
4.1.4.4. Seri 19 zaman serisi için çözümler.....	85
4.1.4.5. Seri 20 zaman serisi için çözümler.....	87
4.2. BARBF'nin Veri Setleri için Çözümleri.....	91
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	104
KAYNAKLAR.....	106
EKLER.....	114
EK A ÇİZELGELER.....	115
EK B ŞEKİLLER.....	155
ÖZGEÇMİŞ	175

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

SH	Standart hata
α	Alfa
β	Beta
θ	Teta
f_i	Bulanıklık indeks değeri

KISALTMALAR

ANFIS	Adaptive Network Based Fuzzy Inference System – Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi
ANFIS-G	Izgara Bölütleme
ANFIS-S	Azaltımlı Kümeleme
AR	Autoregressive – Otoregresif
ARBF	Otoregresif Bulanık Fonksiyonlar
ARIMA	Autoregressive Integrated Moving Average – Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalama
BARBF	Bootstrap Otoregresif Bulanık Fonksiyonlar
BC	Bias Corrected – Yan Düzeltmesi
BC_a	Bias Corrected and Accelerated – Yan Düzeltmesi ve Hızlandırması
BCO	Bulanık C-Ortalamalar
BÇS	Bulanık Çıkarım Sistemi
BF	Bulanık Fonksiyonlar
BIST	Borsa İstanbul
CBB	Dairesel Blok Bootstrap
DBB	Durağan Blok Bootstrap
FTSE	Financial Times Stock Exchange
GD	Güvenilirlik Değerlendirmesi
gbest	Tüm Parçacıklar İçerisindeki En İyi Değer
gs	Gecikme Sayısı
HBB	Hareketli Blok Bootstrap
HKOK	Hata Kareler Ortalaması Karekökü
KD	Keskinlik Değerlendirmesi
ks	Küme Sayısı
MA	Moving Average – Hareketli ortalama
makst	Maksimum iterasyon sayısı
MANFIS	Değiştirilmiş ANFIS
max	Maksimum
med	Medyan

min	Minimum
NASDAQ	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
nblok	Blok Uzunluğu
negt	Eğitim Kumesindeki G6zlem Sayısı
ntest	Test Kumesindeki G6zlem Sayısı
OMYH	Ortalama Mutlak Yüzdelik Hata
ÖBB	Örtüşmeyen Blok Bootstrap
pbest	Bir Parçacığın En İyi Değeri
PSO	Parçacık Sürü Optimizasyonu
SB	Sieve Bootstrap
T1BF	Tip-1 Bulanık Fonksiyonlar
TAIEX	Tayvan Borsası Sermaye Ağırlık Endeksi
YSA	Yapay Sinir Ağ



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Sırasıyla Halka, Von Neumann ve Yıldız Topolojileri (Cura, 2008)	12
Şekil 3.1. Önerilen yöntemler için genel işleyiş şeması	35
Şekil 3.2. Örnek bir bootstrap örnekleme	40
Şekil 3.3. Bootstrap öngörülerinin şeması	41
Şekil 4.1. Seri 1 zaman serisi grafiği	44
Şekil 4.2. Seri 1 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	45
Şekil 4.4. Seri 2 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	47
Şekil 4.5. Seri 3 zaman serisi grafiği	48
Şekil 4.6. Seri 3 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	49
Şekil 4.7. Seri 4 zaman serisi grafiği	50
Şekil 4.8. Seri 4 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	51
Şekil 4.9. Seri 5 zaman serisi grafiği	52
Şekil 4.10. Seri 5 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	53
Şekil 4.11. Seri 6 zaman serisi grafiği	56
Şekil 4.12. Seri 6 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	57
Şekil 4.13. Seri 7 zaman serisi grafiği	58
Şekil 4.14. Seri 7 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	59
Şekil 4.15. Seri 8 zaman serisi grafiği	60
Şekil 4.16. Seri 8 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	61
Şekil 4.17. Seri 9 zaman serisi grafiği	62
Şekil 4.18. Seri 9 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	63
Şekil 4.19. Seri 10 zaman serisi grafiği	64
Şekil 4.20. Seri 10 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	65
Şekil 4.21. Seri 11 zaman serisi grafiği	68
Şekil 4.22. Seri 11 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	69
Şekil 4.23. Seri 12 zaman serisi grafiği	70
Şekil 4.24. Seri 12 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	71
Şekil 4.25. Seri 13 zaman serisi grafiği	72
Şekil 4.26. Seri 13 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	73
Şekil 4.27. Seri 14 zaman serisi grafiği	74
Şekil 4.28. Seri 14 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	75

Şekil 4.29. Seri 15 zaman serisi grafiği	76
Şekil 4.30. Seri 15 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	77
Şekil 4.31. Seri 16 zaman serisi grafiği	80
Şekil 4.32. Seri 16 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	81
Şekil 4.33. Seri 17 zaman serisi grafiği	82
Şekil 4.34. Seri 17 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	83
Şekil 4.35. Seri 18 zaman serisi grafiği	84
Şekil 4.36. Seri 18 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	85
Şekil 4.37. Seri 19 zaman serisi grafiği	86
Şekil 4.38. Seri 19 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	87
Şekil 4.39. Seri 20 zaman serisi grafiği	88
Şekil 4.40. Seri 20 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)	89
Şekil 4.41. Bootstrap persantil ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği	92
Şekil 4.42. Bootstrap- t yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği	93
Şekil 4.43. Bootstrap standart yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği	94
Şekil 4.44. Yan düzeltmesi -BC yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği	94
Şekil 4.45. Yan düzeltmesi ve hızlandırması - BC_a yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği	95
Ek B.1. Seri 1 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	155
Ek B.2. Seri 1 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)	155
Ek B.3. Seri 2 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	156
Ek B.4. Seri 2 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)	156
Ek B.5. Seri 3 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	157
Ek B.6. Seri 3 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)	157
Ek B.7. Seri 4 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	158
Ek B.8. Seri 4 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)	158
Ek B.9. Seri 5 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	159
Ek B.10. Seri 5 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)	159
Ek B.11. Seri 6 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	160

Ek B.12. Seri 6 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	160
Ek B.13. Seri 7 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	161
Ek B.14. Seri 7 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	161
Ek B.15. Seri 8 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	162
Ek B.16. Seri 8 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	162
Ek B.17. Seri 9 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	163
Ek B.18. Seri 9 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	163
Ek B.19. Seri 10 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	164
Ek B.20. Seri 10 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	164
Ek B.21. Seri 11 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	165
Ek B.22. Seri 11 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	165
Ek B.23. Seri 12 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	166
Ek B.24. Seri 12 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	166
Ek B.25. Seri 13 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	167
Ek B.26. Seri 13 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	167
Ek B.27. Seri 14 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	168
Ek B.28. Seri 14 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	168
Ek B.29. Seri 15 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	169
Ek B.30. Seri 15 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	169
Ek B.31. Seri 16 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	170
Ek B.32. Seri 16 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	170
Ek B.33. Seri 17 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	171
Ek B.34. Seri 17 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	171
Ek B.35. Seri 18 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =20)	172
Ek B.36. Seri 18 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği (<i>n_{test}</i> =40)	172

Ek B.37. Seri 19 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	173
Ek B.38. Seri 19 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)	173
Ek B.39. Seri 20 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)	174
Ek B.40. Seri 20 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)	174



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.2. Bir parçacığın pozisyonlarının örnek gösterimi.....	37
Çizelge 4.1. Yöntemlerin parametre değerleri	42
Çizelge 4.2. Uygulamada kullanılan veri setleri ile ilgili bilgiler	43
Çizelge 4.3. Seri 1 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	44
Çizelge 4.4. Seri 2 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	46
Çizelge 4.5. Seri 3 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	48
Çizelge 4.6. Seri 4 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	50
Çizelge 4.7. Seri 5 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	52
Çizelge 4.8. BIST 100 endeksi veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri	54
Çizelge 4.9. ARBF'den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (BIST 100)	55
Çizelge 4.10. Seri 6 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	56
Çizelge 4.11. Seri 7 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	58
Çizelge 4.12. Seri 8 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	60
Çizelge 4.13. Seri 9 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	62
Çizelge 4.14. Seri 10 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	64
Çizelge 4.15. FTSE 100 endeksi veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri	66
Çizelge 4.16. ARBF'den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (FTSE 100).....	67
Çizelge 4.17. Seri 11 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	68
Çizelge 4.18. Seri 12 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	70
Çizelge 4.19. Seri 13 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	72
Çizelge 4.20. Seri 14 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	74
Çizelge 4.21. Seri 15 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	76
Çizelge 4.22. TAIEX veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri	78
Çizelge 4.23. ARBF'den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (TAIEX)	79
Çizelge 4.24. Seri 16 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	80
Çizelge 4.25. Seri 17 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	82
Çizelge 4.26. Seri 18 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	84
Çizelge 4.27. Seri 19 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	86
Çizelge 4.28. Seri 20 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)	88
Çizelge 4.29. NASDAQ 100 Endeksi veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri	90
Çizelge 4.30. ARBF'den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (NASDAQ 100).....	91
Çizelge 4.31. Yöntemlerden elde edilen en iyi değerlerin sayısal bilgileri	91
Çizelge 4.32. ARBF ile BARBF'nin karşılaştırılması	92
Çizelge 4.33. Seri 1'de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen GD değerleri.....	93
Çizelge 4.34. Seri 1'de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen KD değerleri.....	95
Çizelge 4.35. Seri 1'de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $ GD $ ve KD değerleri.....	96
Çizelge 4.36. ARBF ile BARBF'nin karşılaştırılması	96

Çizelge 4.37. Seri 13’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen <i>GD</i> değerleri.....	97
Çizelge 4.38. Seri 13’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen <i>KD</i> değerleri.....	98
Çizelge 4.39. Seri 13’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $ GD $ ve <i>KD</i> değerleri.....	98
Çizelge 4.40. Seri 10 için ARBF ile BARBF’nin karşılaştırılması.....	99
Çizelge 4.41. Seri 10’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen <i>GD</i> değerleri.....	99
Çizelge 4.42. Seri 10’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen <i>KD</i> değerleri...	100
Çizelge 4.43. Seri 10’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $ GD $ ve <i>KD</i> değerleri.....	100
Çizelge 4.44. Seri 19 için ARBF ile BARBF’nin karşılaştırılması.....	101
Çizelge 4.45. Seri 19’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen <i>GD</i> değerleri...	101
Çizelge 4.46. Seri 19’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen <i>KD</i> değerleri...	102
Çizelge 4.47. Seri 19’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $ GD $ ve <i>KD</i> değerleri.....	102
Çizelge 4.48. 4 farklı zaman serisi için bootstrap güven aralığı yöntemlerinden elde edilen ortalama $ GD $ ve <i>KD</i> değerleri	103
Ek A.1. Seri 1 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	115
Ek A.2. Seri 1 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	116
Ek A.3. Seri 2 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	117
Ek A.4. Seri 2 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	118
Ek A.5. Seri 3 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	119
Ek A.6. Seri 3 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	120
Ek A.7. Seri 4 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	121
Ek A.8. Seri 4 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	122
Ek A.9. Seri 5 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	123
Ek A.10. Seri 5 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	124
Ek A.11. Seri 6 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	125
Ek A.12. Seri 6 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	126
Ek A.13. Seri 7 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	127
Ek A.14. Seri 7 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	128
Ek A.15. Seri 8 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	129
Ek A.16. Seri 8 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	130
Ek A.17. Seri 9 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	131
Ek A.18. Seri 9 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	132
Ek A.19. Seri 10 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	133
Ek A.20. Seri 10 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	134
Ek A.21. Seri 11 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	135
Ek A.22. Seri 11 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	136
Ek A.23. Seri 12 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	137
Ek A.24. Seri 12 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	138
Ek A.25. Seri 13 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	139
Ek A.26. Seri 13 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	140
Ek A.27. Seri 14 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	141
Ek A.28. Seri 14 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	142
Ek A.29. Seri 15 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	143
Ek A.30. Seri 15 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	144
Ek A.31. Seri 16 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	145
Ek A.32. Seri 16 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	146
Ek A.33. Seri 17 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =20).....	147
Ek A.34. Seri 17 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>ntest</i> =40).....	148

Ek A.35. Seri 18 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>n_{test}</i> =20).....	149
Ek A.36. Seri 18 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>n_{test}</i> =40).....	150
Ek A.37. Seri 19 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>n_{test}</i> =20).....	151
Ek A.38. Seri 19 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>n_{test}</i> =40).....	152
Ek A.39. Seri 20 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>n_{test}</i> =20).....	153
Ek A.40. Seri 20 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (<i>n_{test}</i> =40).....	154



1. GİRİŞ

Öngörü, geçmiş ve günümüz verilerine dayanarak geleceği tahmin etmektir ve karar verme sürecinin önemli bir parçasıdır. Ayrıca, gelecekte olması beklenen olaylar ve bu olayların sonuçları hakkında bilgi sağlar.

Farkında olmasak da hepimiz günlük hayatımızda öngörülerde bulunuruz. Örneğin; sabahları okula gitmek için otobüs bekleyen bir öğrenci ya da çocuklarının aramasını bekleyen aileler. Otobüsün geçtiği belirli zamanları bilen öğrencinin otobüsü o zaman dilimlerinde beklemesi. Çocuklarının haftanın belli günlerinde onları aradığını bilen ailenin, haftanın o günlerinde çocuklarının aramasını beklemesi. Gelecekteki olaylar hakkındaki yapılan tüm hesaplar, geçmiş olaylar üzerinde öngörülerini modelleyerek ve geleceğin geçmiş ile benzer olabileceğini varsayarak yapılır. Gelecekteki olayların belirsizlik içermesi öngörülerin genelde hatalı olmasına neden olur. Öngörü yapmanın amacı; öngörü hatasını azaltmaktır (küçük öngörü hataları elde etmek ya da belki de hiç hatasız öngörüler üretmek).

İş hayatında, sanayide ve devlet kurumlarında karar vericiler, kararlarını vermeden önce bir çok kritik değişkenin gelecekteki davranışlarını önceden tahmin edip ona göre davranmak durumundadırlar. Kararları öngörülere bağlıdır ve dolayısıyla bu öngörülerin doğru olmasını beklerler. Kendi içinde bazı problemleri barındıran her bir durum öngörülere ihtiyaç duyar ve bir durum için elde edilen sonuç(lar) başka bir durum için hiçbir anlam ifade etmeyebilir.

Öngörü yöntemlerini *nitel* ve *nicel* teknikler olarak ikiye ayırabiliriz. Nitel öngörü yöntemleri sezgisel ve bilgiye dayalı öngörü yöntemleridir. Matematiksel ya da istatistiksel modellere dayanan öngörü yöntemleri ise nicel öngörü yöntemleri olarak adlandırılır. Zaman serisi analizinin içerdiği yöntemler de nicel yöntemler olduğundan, zaman serisi analizi zaman içinde belirli aralıklarla gözlemlenen verilerin istatistiksel olarak incelenmesini ve gelecek dönemlerde elde edilebilecek verilerin öngörüsünün güvenilir bir şekilde yapılabilmesini içermektedir.

Şen (2009), öngörü hakkındaki görüşlerini “Gerçek dünya karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünce ve kararların verilememesinden kaynaklanır. Birçok sosyal, ekonomik ve teknik konuda insan düşüncesinin tam

anlamı ile olgunlaşmamış oluşundan dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. Gerçek bir olayın insan bilgisinin sonucunda tam anlamı ile kavranması mümkün olmadığından, insan düşünce sisteminde ve aklında bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorumlar” şeklinde ifade etmektedir.

Zaman serileri hakkındaki çalışmalar, Yule (1927) çalışmasını temel alarak geliştirilmiş ve literatüre geçmiştir. Yule, Slutsky, Walker ve Yaglom otoregresif (autoregressive-AR) ve hareketli ortalama (moving average-MA) modellerini formülize etmişlerdir (Mondal vd, 2014). Wold’un ayrıştırma teoremi, Kolmogorov (1941)’un çalışmasındaki lineer öngörü probleminin formülize edilmesine ve çözümüne yol göstermiştir. Bu gelişmelerden sonra parametre tahmini, model kontrolü ve öngörü gibi zaman serisinin birçok alanında geniş bir literatür oluşturulmuştur (Newbold, 1983).

80’li yıllarda üstel düzleştirme yöntemleri, farklı türlerdeki tek değişkenli zaman serileri için kullanılan ad-hoc tekniklerin bir topluluğu olarak düşünülmemiş ve iş ve sanayi hayatında yaygın olarak kullanılıyor olmasına rağmen, İstatistikçilerin dikkatini fazla çekememiştir. Bu yöntemlerin temeli 1950’li ve 1960’lı yıllarda yayımlanan Brown (1959, 1963), Holt (1957) ve Winters (1960) çalışmalarıdır. Pegels (1969), trendin ve mevsimselliğin toplamsal ya da çarpımsal olup olmadığına bağlı olarak bir sınıflandırmasını yapmıştır.

Üstel düzleştirmeyi istatistiksel çerçeve içinde daha ileri düzeye taşıyan çalışmalar Box ve Jenkins (1976), Roberts (1982) ve Abraham ve Ledolter (1983, 1986) olarak verilebilir. Abraham ve Ledolter (1983, 1986) bazı lineer üstel düzleştirme yöntemlerinin öngörülerinin ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) modellerinin özel durumlarını oluşturduğunu göstermiştir. Ancak bu sonuçlar herhangi bir lineer olmayan üstel düzleştirme yönteminde kullanılmamıştır.

Lineer olmayan zaman serilerinin ve öngörüsünün gelişimi, lineer zaman serileri çalışmaları ile karşılaştırıldığında henüz başlangıç aşamasında olduğunu söyleyebiliriz. Wiener (1958), fonksiyonel serilerin sunumu fikri ile ilgilenmiş ve var olan materyaller daha da geliştirilmiştir. Bu modellerin olasılıksal özellikleri kapsamlı bir şekilde çalışılmış olmasına rağmen parametre tahmini, model uydurma ve öngörü problemleri uzunca bir süre ihmal edilmiştir. Lineerlik birçok alanda yararlı bir varsayım ve güçlü bir araç olmasına rağmen, 1970’lerin sonu 1980’lerin başında lineer

modellerin birçok gerçek hayat uygulamasında yetersiz olduğu anlaşılmaya başlanmıştır. De Gooijer ve Kumar (1992) çalışmasında bu alandaki gelişmelerin genel bir değerlendirmesini yapmıştır.

Lineer olmayan modellerin genel problemi, modelin karmaşıklığı ve çok fazla parametre içermesidir. Yapay sinir ağı (YSA), bilinmeyen fonksiyonel ilişkilere sahip lineer olmayan süreçler için yararlı olabilmektedir (Darbellay ve Slama, 2000). YSA'ların ana fikri, girdilerin ya da bağımlı değişkenlerin çıktısı değerine ulaşmadan önce her biri gizli birimlerden ya da ağlardan oluşan bir ya da daha fazla gizli tabaka vasıtasıyla filtrelenmesidir. YSA'larının başlıca uygulama alanlarından biri öngörüdür; Zhang vd (1998) ve Hippert vd (2001), bu konudaki literatürü özetleyen araştırmalardandır. Chatfield (1993, 1995) çalışmalarında, YSA'ların çok iyi bir öngörü tekniği olup olmadığı sorgulanmıştır. Bu çalışmayı takip eden birkaç çalışmada (Callen vd (1996); Church ve Curram (1996); Conejo vd (2005); Gorr vd (1994); Tkacz (2001)) rasgele yürüyüş modeli gibi modellerin YSA'lardan daha iyi çalışabileceği belirtilmiştir. Ancak birçok zaman serisi için rastgele yürüyüş modelinin çoğu lineer zaman serisi modeline göre de daha iyi öngörü sonucu verebildiği literatürdeki çalışmalarda görülmüştür. Qi (2001), YSA'ların bazı durumlarda diğer yöntemlerden üstün olabileceğini ifade etmiştir.

YSA'ların çok fazla parametre içermesi ileriki yıllarda birçok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir; Hippert vd (2005) günlük elektrik üretimi öngörüsü için 50 girdili, 15 gizli tabakaya sahip ve 24 çıktıdan oluşan büyük bir YSA kullanmışlardır. İstatistiksel çıkarımı kullanan sınırlı parametrelili YSA'yı oluşturmak için bazı fikirler Teräsvirta vd (2005) tarafından önerilmiştir (De Gooijer ve Hyndman, 2006).

Yılmaz ve Arslan (2005), "Gerçek dünyadaki problemlerin çözümü için problemi çözecek en uygun hesap modeli seçilir. Modelleme amacıyla kullanılan hesap yöntemlerini genel olarak matematiksel ve istatistiksel eşitlikler, veriye dayalı hesaplamalı yöntemler ve bulanık sistemler olarak üç ana gruba ayırabiliriz. Bunlardan matematiksel eşitlikler, çok az karmaşıklık ve belirsizlik içeren sistemlerde, sistemi tanımlamak için çok elverişlidir. Biraz daha karmaşıklık içeren fakat anlamlı sayısal verilere dayalı sistemler için, yapay sinir ağları gibi modelden bağımsız yöntemler öğrenme yoluyla belirsizliği azaltarak güçlü ve sağlam sonuçlar üretebilmektedir. Son olarak az sayıda sayısal verinin, eksik ve belirsizlik içeren bilgilerin bulunduğu en

karmaşık sistemlerin tanımlanmasında ise bulanık ilişkilendirme giriş ve çıkış bilgileri arasında belli esaslara bağlı olarak ifade edilen dönüşüm ile sistemin davranışı hakkında bilgi edinmemizi sağlarlar” şeklinde ifade etmektedir.

Model tabanlı tahminlerin nasıl gerçeğe daha yakın olabileceğinin çalışıldığı birçok araştırma bulunmaktadır. AR modelinin tahminlerini hesaplamak için bootstrap yöntemlerini kullanan bazı çalışmalar; Masarotto (1990), McCullough (1994, 1996), Grigoletto (1998), Clements ve Taylor (2001) ve Kim (2004) olarak verilebilir. De Gooijer ve Hyndman (2006), bootstrap yöntemlerin özellikleri bakımından hesaplamalarda daha yaygın bir şekilde kullanılacaklarını belirtmiştir.

1965 yılında Zadeh tarafından ortaya atılan bulanık küme, mantık ve sistem kavramları, bu araştırmacının uzun yıllar boyunca kontrol alanında çalışması ve istediği kontrolü elde edebilmesi için fazlaca doğrusal olmayan denklemlerin işin içine girmesi, yöntemin karmaşıklaşması ve çözümün zorlaşması sonucunda ortaya çıkmıştır (Şen, 2009). Bulanık mantık ilkelerinin klasik kümelerden temel farkı, bir elemanın herhangi bir kümeye ait olması konusunda verilecek yanıtın klasik kümelerdeki gibi ‘evet’ ya da ‘hayır’ gibi kesin bir ifadeye sahip olmaması ve bu elemanın ilgili kümeye ait olmasının derecesinin 0 ile 1 arasında değerler alabilen sürekli bir üyelik fonksiyonu ile ifade edilmesidir. Herhangi bir elemanın üyelik fonksiyonundan aldığı değer, üyelik derecesi olarak adlandırılır. Bulanık küme teorisinde üyelik derecesinin 0 ile 1 arasında değerler alması, sözel bilgilerin ve problemlerin çözümü sırasında sayısal verilerle birlikte kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sözel ifadelerin bulanık modellere dahil edilmesi bulanık mantığı diğer yöntemlerden ayıran en büyük özelliktir (Yılmaz ve Arslan, 2005).

Bulanık modeller oluştururken farklı formlarda üyelik fonksiyonları seçilebilir. Yaygın olarak kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk, Gauss eğrisi, sigmoid fonksiyonu vb. olmaktadır. Bulanık sistemler genel olarak, mevcut verilerden seçilen girdi değişkenlerinden çıktı değişkenlerinin elde edilmesini sağlamak amacıyla bulanık küme ilkelerini kullanan sistemlerdir. Bulanık sistemlerin en büyük avantajı insan deneyimlerinin ve sözel verilerin bulanık modele katılması ile çözüme ulaşılmasıdır. Bulanık çıkarım sistemi (BÇS), *eğer-ise* kuralları adı verilen kurallara dayanan sistemlerdir. Bulanık çıkarım sisteminin temeli, öncül ve ardıl kısımlardan oluşmaktadır. Öncül kısımda sonuca sebep olan giriş değişkenleri ve bunlar arasındaki

mantıksal ilişkiler, ardıl kısımda ise bu giriş değişkenlerine bağlı olarak ortaya çıkan sonuç değişkenleri yer alır.

Bulanık mantık ile yaygın olarak kullanılan başlıca sistemler; Mamdani ve Takagi-Sugeno tipi bulanık sistemlerdir. Mamdani tipi bulanık sistem, insan tecrübelerinden elde edilen sözel kontrol kuralları yardımıyla ilk defa bir buhar motorunun kontrolü için kullanılmıştır (Mamdani ve Assilian, 1975). Takagi-Sugeno tipi BÇS ise ilk kez 1985 yılında kullanılmaya başlanmıştır. Girdi değişkenlerinin bulanıklaştırılması ve bulanık mantık işlemleri kısmı Mamdani BÇS ile tamamen aynıdır. İki yöntem arasındaki farklılık çıktı üyelik fonksiyonların kaynaklanmaktadır. Takagi-Sugeno tipi BÇS’de çıktı üyelik fonksiyonları lineer ya da sabittir. Çıktı üyelik fonksiyonları sabit olduğu zaman, sıfıncı derece, 1. derece doğru denklemi şeklinde olduğu zaman ise birinci derece Sugeno BÇS olarak adlandırılırlar. Böylece Sugeno tipi BÇS, Mamdani tipi BÇS’den daha karmaşık, fakat gösterim açısından daha elverişlidir.

Literatürde çıktı kısımları farklı olan farklı bulanık çıkarım sistemleri bulunmaktadır. Uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (adaptive network based fuzzy inference system-ANFIS), verilen girdi ve çıktı değişkenlerinin eğitimini de yapan bir BÇS’dir (Jang, 1993). Günümüzde en yaygın kullanılan BÇS olarak bilinmektedir. Sarıca vd (2017) çalışmasında otoregresif uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (AR-ANFIS) adlı bir melez öngörü yöntemi önermişlerdir.

Son yıllarda bulanık zaman serisi yaklaşımlarına olan ilginin gittikçe arttığı görülmektedir. Song ve Chissom (1993a, 1993b, 1994) çalışmalarında Zadeh’in bulanık kümelere dayalı olarak bulanık zaman serisi tanımını ve çözümleme algoritmalarını önermişlerdir. Chen (1996)’da, Song ve Chissom’un önerdiği yöntemlere göre daha kolay bir yaklaşım geliştirmiştir. Son on beş yıl içinde literatürde birçok zaman serisi yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin büyük çoğunluğu birinci dereceden bulanık zaman serisi modellerine dayanmaktadır. Birinci dereceden zaman serisi modelinde bulanık zaman serisinin sadece bir önceki dönemden etkilendiği varsayılmaktadır. Chen ve Hwang (2000), Huarng (2001), Huarng ve Yu (2006), Hwang vd (1998), Sullivan ve Woodall (1994) ve Yu (2005a, 2005b) çalışmaları birinci dereceden bulanık zaman serisi modellerini kullanan önemli çalışmalardır. Gerçek hayat zaman serileri için yüksek dereceden modellere ihtiyaç duyulmaktadır. İlk kez Chen (2002) çalışmasında yüksek dereceli zaman serisi modeline dayalı bir

yaklaşım önerilmiştir. Ancak Chen (2002) çalışmasında bulanık ilişkilerin belirlenmesi aşamasında, birçok ilişki tablosunun elde edilmesini gerektirmiş ve yoğun hesaplamalara ihtiyaç duyulmuştur. Bulanık zaman serilerinde bulanık ilişkilerin YSA kullanılarak belirlenmesi, ilk olarak Huarng ve Yu (2006) tarafından önerilmiştir. Huarng ve Yu (2006) yaklaşımı birinci dereceden bulanık zaman serisi modeli için oluşturulduğundan dolayı, yapay sinir ağı modelinde tek girdi bulunmaktadır. Aladağ vd (2009)'de ise yüksek dereceli bulanık zaman serisi öngörü modeline dayalı ve ilişki belirlemede ileri beslemeli yapay sinir ağlarını kullanan bir yaklaşım ortaya koyulmuştur. Aladağ vd (2009) tarafından önerilen yöntemde, yüksek dereceli model kullanıldığından yapay sinir ağının girdi sayısı da birden fazladır. Aladağ vd (2010) çalışmasında Aladağ vd (2009)'de önerilen yöntemin bulanık ilişki belirleme aşaması değiştirilmiştir. Uslu vd (2014)'de bulanık zaman serisi yöntemlerinden Aladağ vd (2009), Chen (2002), Huarng ve Yu (2006) ve bazı geleneksel zaman serisi yöntemleri ile gerçek hayat zaman serisi üzerinde çözümlenme yapılmıştır.

Zaman serisi öngörüsü için olasılıksal modellerin dışında alternatif yöntemler de yaygın olarak kullanılmaktadır. Alternatif yöntemler genellikle bulanık küme teorisine ya da yapay sinir ağları yaklaşımına dayanmaktadır. YSA'ların zaman serilerine direkt uygulandığı durum belirsizliğe herhangi bir yaklaşım içermemektedir. Ancak bulanık kümelere dayalı yöntemlerde olasılıksal modellerden farklı olarak belirsizliğe olasılıksal değil bulanık yaklaşım söz konusudur. Gerçek hayatta belirsizliğe olasılıksal yaklaşım kadar bulanık yaklaşımın da ihtiyaç duyulduğu birçok durum mevcuttur. Bulanık kümelere dayalı bulanık çıkarım sistemleri, insan beyninin çıkarım mekanizmasına benzer olarak sözel değişkenlerle çalışmaktadır. Zaman serisi öngörüsü için bulanık kümelere dayalı yaklaşımlar bulanık regresyon yöntemleri, bulanık zaman serisi yöntemleri ve bulanık çıkarım sistemleri olarak sınıflandırılabilir. Bulanık regresyon yaklaşımlarında klasik regresyon ya da otoregresif model gibi olasılıksal modellerin parametreleri bulanık sayı olarak alınmaktadır. Bu yöntemlerin amacı olasılıksal modellere göre daha iyi aralık ve nokta tahminleri üretmektir. Ancak bu yöntemler hem doğrusal modelleri kullandığından hem de karmaşık matematiksel programlama problemlerinin çözümünü gerektirdiğinden literatürde çok fazla uygulama alanı bulamamıştır. Bulanık zaman serisi yaklaşımları ise kolay uygulanabilir olduğundan bulanık regresyon tekniklerine göre daha fazla uygulama

alanı bulmuştur. Bulanık zaman serisi yaklaşımlarına yapay zeka optimizasyon algoritmaları ve yapay sinir ağları gibi teknikler de adapte edilmiştir.

Bulanık zaman serisi yöntemleri, klasik zaman serisi yöntemleri için geçerli olan kısıtlara sahip olmaması sayesinde zaman serisi öngörüsü elde etmek için son yıllarda literatürde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Birçok bulanık zaman serisi yaklaşımı, klasik bulanık çıkarım sistemleri gibi kural tabanlı çalışmaktadır. Kuralların belirlenmesi çıkarım sistemi içinde önemli bir problem olmakla birlikte, yöntemlerin performansına etki eden önemli bir faktördür. Bulanık çıkarım sistemleri, uzman bilgisi ile verideki bilgiyi birlikte kullanan modelleme yaklaşımlarıdır. Bulanık çıkarım sistemleri tahmin problemleri için yaygın olarak kullanılmasının aksine, zaman serisi tahmin problemi için yeterince kullanılmamaktadır. Literatürde zaman serisi öngörü problemi için en sık kullanılan bulanık çıkarım sistemi ANFIS'tir. Bulanık çıkarım sistemlerinin kural tabanına dayalı çalışması önemli bir dezavantaj olarak görüldüğünden literatürde bulanık fonksiyonlar yaklaşımları ortaya atılmıştır. Bulanık fonksiyonlar yaklaşımlarında çıkarım sistemi kural tabanına ihtiyaç duymamaktadır.

Bulanık çıkarım sistemlerindeki kural tabanlarına ihtiyaç duymayan bulanık fonksiyonlar yaklaşımı Türkşen (2008) tarafından ortaya konulmuş ve bu yaklaşım, bulanık kümelere dayalı olarak regresyon ve kümeleme problemleri için önerilmiştir. İlerleyen yıllarda Türkşen (2008)'nin bulanık fonksiyonlar yaklaşımı, farklı yapay zekâ yöntemleri ve farklı bulanık küme tipleri kullanılarak geliştirilmiştir (Çelikyılmaz ve Türkşen, 2008a, 2008b, 2009; Türkşen, 2009). Zaman serisi öngörüsü problemi için bulanık fonksiyonlar yaklaşımı ilk olarak Beyhan ve Alcı (2010) çalışmasında ele alınmıştır. Beyhan ve Alcı (2010)'da model olarak lineer ARX modeli kullanılmış ve gecikmeli değişkenler deneme ve yanılma yöntemi ile belirlenmiştir. Zarandi vd (2013)'de emperyalist yarışmacı algoritma ile benzetimli tavlama algoritmasının melezlendiği bir bulanık fonksiyonlar yaklaşımı önerilmiştir.

Zaman serisi öngörüsü için bulanık fonksiyon yaklaşımları, regresyon problemi çerçevesinde diğer zaman serilerinin eşanlı kullanılması ile çözümlenmeye çalışılmıştır. Ancak zaman serisi öngörüsü elde etmede, çoğunlukla zaman serisi çözümlenirken diğer zaman serilerinin eşanlı değişkenleri yerine, çözümlenecek zaman serisinin gecikmeli değişkenlerini kullanmak başarılı sonuçlar vermektedir. Aladağ vd (2016)'de yeni bir tip-1 bulanık fonksiyon yaklaşımı önerilmiştir. Bu

yaklaşımında sistemin girdileri zaman serisinin gecikmeli değişkenleridir ve bu değişkenler ikili parçacık sürü optimizasyonu ile belirlenmiştir. Dalar vd (2013) ve Aladağ vd (2014)'de tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımının farklı gerçek hayat zaman serilerinde uygulamaları yapılmıştır. Dalar vd (2015)'de ise yeni bir tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen bu yöntemde, bulanık fonksiyonlar yaklaşımındaki üyelik değerleri ve üyelik değerlerinin dönüşümleri ile çıktı arasındaki lineer olmayan ilişki yapısını dikkate alan ileri beslemeli yapay sinir ağları kullanılmıştır. Tak (2016) çalışmasında zaman serileri analizi için geri beslemeli tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımını önermiştir. Bulanık fonksiyonlar yaklaşımı uygulamalarda kullanılan diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında daha iyi öngörü performansına sahip olduğu görülmüştür.

Bu tez kapsamında, gerçek hayat zaman serilerinin tamamen doğrusal olmadığı göz önünde bulundurularak, otoregresif model ve tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımlarını kullanan bir melez yöntem önerilmiştir. Ayrıca önerilen melez yöntem alt örneklem bootstrap yaklaşımı kullanılarak değiştirilmiş ve böylece ikinci bir öngörü yöntemi önerilmiştir. Her iki yaklaşımda da parametrelerin tahmininde parçacık sürü optimizasyonu algoritması kullanılmış ve parametrelerin keyfi belirlenmesinin önüne geçilmiştir. Önerilen ikinci yaklaşımda, bir bulanık öngörü yönteminde istatistiksel çıkarımlar yapmanın mümkün olduğu gösterilmiştir.

Tez çalışmasının ikinci bölümünde genel bilgiler başlığı altında; zaman serisi analizi yöntemlerinden, parçacık sürü optimizasyonundan, uyarlamalı ağa dayalı bulanık çıkarım sisteminden, bulanık fonksiyonlar yaklaşımından ve bootstrap yöntemlerinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde, tez kapsamında önerilen iki yöntem ve bu yöntemlerin algoritmaları tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde, önerilen yöntemlerin öngörü performansını göstermek için 2010-2014 yılları arasındaki her yıl için ayrı ayrı elde edilen 4 farklı borsaya ait zaman serileri kullanılmıştır. Önerilen yöntem, literatürde var olan diğer bazı öngörü yöntemleri ile öngörü performansı açısından karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise sonuçlar yorumlanarak, gelecek çalışmalara yol gösterecek açıklamalar yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde bazı zaman serisi analizi yöntemlerinden, yapay zeka optimizasyon yöntemlerinden biri olan parçacık sürü optimizasyonundan, uyarlamalı ağa dayalı bulanık çıkarım sisteminden, bulanık fonksiyonlar yaklaşımından ve bootstrap yöntemlerinden bahsedilmiştir.

2.1. Zaman Serisi Analizi Yöntemleri

Zaman serisi analizi, bir serinin özelliklerini özetler ve serinin yapısını ortaya koymaya çalışır. Ekonomi ve iş dünyasındaki belirsizlikler nedeniyle ekonomik zaman serilerinin gelecekte göstereceği performansı ve davranış biçimini kestirmek karar verme açısından oldukça önemlidir. Böyle bir durumda zaman serilerinin özelliklerini belirlemek için başvurulan temel yöntemlerden birisi geleneksel zaman serisi ayrışım yöntemidir. Zaman serisi analizleri serilerdeki trend, konjonktürel ve mevsimsel hareketlerin etkilerini arındırmasının yanısıra, serileri ortaya çıkaran veri üretme süreci mekanizmasını anlamak, serilerin gelecekte alabileceği muhtemel değerleri raporlamak ve serilerin temsil ettiği sistemi kontrol etmek gibi farklı amaçları da vardır. Ekonomik zaman serilerinin önemli bir kısmında verilerin birbiri ile bağımlı ve korelasyonlu olmasından dolayı gözlemlerin birbirinden bağımsız olduğunu varsayan bazı istatistiksel ve ekonometrik teknikler geçerliliklerini koruyamazlar.

Geleneksel zaman serilerinin analizlerine alternatif bir yaklaşım 1976 yılında Box ve Jenkins tarafından geliştirilmiştir. Box ve Jenkins istatistiksel zaman serilerinin gelecekteki değerlerini raporlamak için çeşitli stokastik zaman serisi modelleri geliştirmişlerdir (Box ve Jenkins, 1976).

Box-Jenkins modelleri üstel düzleştirme yöntemlerinin geliştirilmiş hali olup mevsimsel ve mevsimsel olmayan modeller şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Mevsimsel olmayan Box-Jenkins modelleri genel olarak $ARIMA(p,d,q)$ şeklinde gösterilmektedir. Burada p otoregresif (AR) modelin derecesini, d fark alma işlemi sayısını ve q ise hareketli ortalama (MA) modelinin derecesini göstermektedir. Mevsimsel Box-Jenkins modelleri ise genelde $ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s$ biçiminde ifade edilmektedir. Burada P mevsimsel otoregresif (SAR) modelin derecesi, D mevsimsel

fark alma işlemi sayısı, Q ise mevsimsel hareketli ortalama (SMA) modelinin derecesi ve s periyot olmaktadır (Günay vd, 2007).

Mevsimsel olmayan Box-Jenkins modelleri; otoregresif model $AR(p)$, hareketli ortalama modeli $MA(q)$ ve otoregresif hareketli ortalama modeli $ARMA(p,q)$ olarak üç farklı şekilde ifade edilirler. Bu modellerde eğer seri kendiliğinden durağan değilse, yani seride trend varsa serinin farkı alınarak seri durağan hale getirilir. Bu durumda ilgili modele $I(d)$ terimi eklenir. Bu nedenle mevsimsel olmayan Box-Jenkins modelleri genel olarak $ARIMA(p,d,q)$ biçiminde gösterilir.

$AR(p)$ modeli $z_t = \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + \dots + \phi_p z_{t-p} + \varepsilon_t$ şeklinde, geri öteleme operatörünün kullanıldığı biçimi ise $(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)z_t = \varepsilon_t$ şeklinde olmaktadır. Burada z_t zaman serisinin durağan olduğu, ε_t hata teriminin akgürültü serisi olduğu ve $Bz_t = z_{t-1}$ olduğu unutulmamalıdır.

2.2. Parçacık Sürü Optimizasyonu

Basit kurallarla hareket eden çok sayıda parçacığın kompleks davranışları oluşturmak amacıyla kullanılma fikri, ilk olarak doğal olayları taklit eden bilgisayar animasyonlarında görüntülerin birleştirilmesi problemini çözmek amacıyla kullanılmıştır. Reeves, 1983 yılında Lucasfilm'de çalışmasının bir bölümü olarak, bulut veya patlama gibi bulanık bir objenin oluşturmasını gerçekleştirmek için birlikte çalışan çok sayıda bireyi kullanan bir parçacık sistemi uygulamıştır (Reeves, 1983). Bir parçacık sistemi, stokastik olarak hareket eden bir noktalar dizisini üretir ve bunlara tipik olarak daha önceden belirlenmiş noktalar başlangıç değerleri olarak atanır. Aynı zamanda her parçacığa bir başlangıç hız vektörü atanmaktadır. Her parçacık, hız vektörünü kullanarak mevcut pozisyonundan hareketi daha gerçekçi yapan sınırlı bir açı içerisinde ayarlama yapmak suretiyle hareket ettirilir. Bazı animasyonlarda, basit parçacıklardan çok daha yüksek seviyeli dinamiklerle grup davranışını bir araya getirmek gerekmektedir (Karaboğa, 2011).

Reynolds (1987), modellenen cisim açısından çok daha yüksek dereceli sürü algoritmasına temel olarak Reeves'in tanımladığı parçacık sistemini kullanmıştır. Reynolds, parçacık hareketini alıp buna oryantasyon ve iç-cisim iletişimini dahil etmiştir. Bu ilave davranışlar, bireysel kuş-benzeri cisimlerin bazı basit sürü kurallarını takip etmesini mümkün kılmıştır (Karaboğa, 2011).

Kennedy ve Eberhart (1995), sosyal davranışları tanımlamak amacıyla Reynolds'ın modelini geliştirmek istemişlerdir. Daha önemlisi, alternatif bir sürü algoritması tanımlayan Heppner ve Grenander (1990) tarafından önerilen basit hedefi çok daha gerçekçi bir hedefle yani “yiyecek araştırma” hedefiyle yer değiştirmişlerdir. Böylece parçacık sürü optimizasyonu algoritması ortaya çıkmıştır (Karaboğa, 2011).

Parçacık sürü optimizasyonu (PSO) yaklaşımı, parçacıkların sürü halindeki toplu hareketlerinden yararlanan bir tekniktir. Sürü popülasyona karşılık gelmekte ve parçacıklar popülasyondaki bireylere benzemektedir. Bir başka deyişle, parçacıklar çok boyutlu araştırma uzayı boyunca akış içerisinde oldukları ve her bir parçacığın pozisyonu kendi ve komşularının tecrübelerine göre ayarlanmaktadır. Bir optimizasyon tekniği olarak amacı, belirli bir çözüm uzayında tanımlanmış bir uygunluk fonksiyonunun global optimum noktasını bulmaktır. Doğrusal olmayan problemlerin çözümü için tasarlanmıştır. Çok parametrelili ve çok değişkenli optimizasyon problemlerine çözüm bulmak için kullanılmaktadır. PSO'nun klasik optimizasyon tekniklerinden en önemli farklılığı türev bilgisine ihtiyaç duymamasıdır.

Bu tekniğe kaynak oluşturan sosyal benzetim şu şekilde özetlenebilir: Bir toplumun bireyleri, bir çözüm uzayının parçası olan ve her mümkün birey tarafından paylaşılan fikirlere sahiptir. Bireyler bu “fikir” kavramını üç faktöre bağlı olarak değiştirebilir:

- Çevre bilgisi (uygunluk değeri)
- Bireyin geçmişe yönelik deneyimleri (belleği)
- Komşuların geçmişe yönelik deneyimleri

Bir bireyin komşusu birkaç yolla belirlenebilir ki bu da bireyin bir şekilde “sosyal ağı”nın biçimlendirilmesi anlamına gelmektedir. Bireyin, popülasyonun tümüyle, bir kısmıyla veya yalnız bir bireyiyle etkileşim içinde olup olmamasına göre çeşitli komşuluk topolojileri olabilir (Cura, 2008).

2.2.1. Komşuluk topolojileri

Standart PSO'da daha önce de değinildiği gibi iki tür komşuluk türü vardır:

- *gbest* olarak adlandırılan sürüde tüm parçacıklar birbirinin komşusudur. Böylece parçacıkların hareket hızları güncellenirken, tüm sürü içerisinde en iyi uygunluk değerine sahip olan komşu dikkate alınır. Sürüdeki tüm

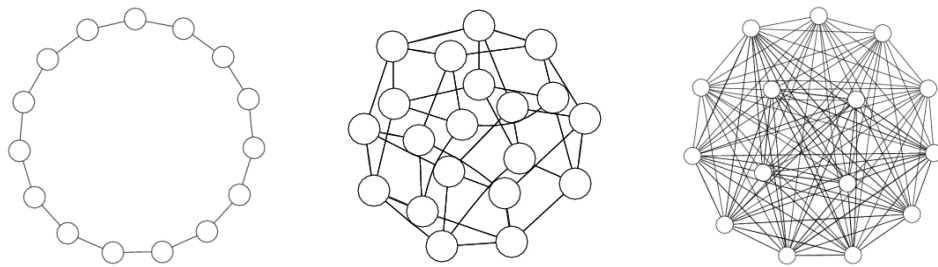
parçacıklar arama uzayının en iyi kısmına eş zamanlı olarak yönlendirildiğinden, hızla sonuca yaklaşacağı düşünülür. Ancak global optimum nokta en iyi parçacığın yakınında değilse, diğer parçacıklar en iyi olan parçacıktan fazla uzaklaşmayacak ve sürü yerel optimum noktasında takılacaktır.

- *pbest* olarak adlandırılan sürüde bir parçacığın komşuları belirli sayıda parçacık olarak tanımlanır. Böylece tüm sürü içerisinde en iyi olan parçacık değil, her bir parçacığa göre değişen bir alt grubun en iyisi hız güncellemesinde dikkate alınır. Daha yavaş sonuca yaklaşır ancak global optimuma yönelme şansı fazladır.

Her iki topolojide de parçacıklar arasındaki ilişkiler arama uzayındaki pozisyonlarında bağımsız ancak “harici” ilişkilere bağımlıdır. Bu nedenle “*gbest*” ve “*pbest*” topolojileri “sosyal” komşuluklar olarak görülebilir. Alternatif sosyal komşuluk topolojileri için bir inceleme (Kennedy ve Mendes, 2002) tarafından yapılmıştır. Watts (1999)’a göre farklı komşuluklar iki faktöre bağlı olarak karakterize edilebilir:

- Bir parçacığın komşu sayısı olan bağlantırlık ölçüsü k ,
- Bir parçacığın aynı zamanda birbirinin de komşusu olan komşuların sayısını gösteren kümeleme miktarı C .

Örneğin; *pbest* topolojisinde $k=2$ olur ve her parçacık kendisine en yakın sağındaki ve solundaki parçacıkla komşu olursa buna “halka topolojisi” denir. Benzer biçimde $k=4$ olur ve her parçacık kendine en yakın sağındaki, solundaki, altındaki ve üstündeki parçacıklarla komşu olursa buna da *Von Neumann* topolojisi denilmektedir. Görüldüğü gibi birçok komşuluk topolojisi burada anlatılmış olan temelden üretilir (Cura, 2008).



Şekil 2.1. Sırasıyla Halka, Von Neumann ve Yıldız Topolojileri (Cura, 2008)

2.2.2. PSO algoritması

Daha önce de bahsedildiği üzere PSO, kuş sürülerinin davranışlarının bir benzetimidir. Kuşların, uzayda yerini bilmedikleri yiyeceği aramaları bir probleme çözüm aramaya benzetilir. Kuşlar yiyecek ararken yiyeceğe en yakın olan kuşu takip ederler. Parçacık olarak adlandırılan her tekil çözüm, arama uzayındaki bir kuştur. Parçacık hareket ettiğinde, kendi koordinatlarını bir fonksiyona gönderir ve böylece parçacığın uygunluk değeri ölçülmüş olur. Yani yiyeceğe ne kadar uzaklıkta olduğu ölçülmüş olur. Bir parçacık, koordinatlarını, hızını, şimdiye kadar elde ettiği en iyi uygunluk değerini ve bu değeri elde ettiği koordinatları hafızasında tutmalıdır. Çözüm uzayındaki her boyuttaki hızının ve yönünün her seferinde nasıl değişeceği, komşularının en iyi koordinatları ve kendi kişisel en iyi koordinatlarının bir birleşimi olacaktır.

PSO, bir grup rasgele çözümlerle (parçacık sürüsü) başlatılır ve güncellemelerle optimum çözüm bulunmaya çalışılır. Her iterasyonda parçacık konumları, iki en iyi değere göre güncellenir. İlki, o ana kadar parçacığın elde ettiği en iyi çözümü sağlayan koordinatlarıdır. Bu değer "*pbest*" olarak adlandırılır ve hafızada saklanmalıdır. Diğer en iyi değer ise, popülasyonda o ana kadar tüm parçacıklar tarafından elde edilen en iyi çözümü sağlayan koordinatlarıdır. Bu değer global en iyidir ve "*gbest*" ile gösterilir. Örneğin D adet parametreden oluşan n adet parçacık olduğunu varsayalım. Bu durumda popülasyon parçacık matrisi eşitlik (2.1)'deki gibidir.

$$x = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & \cdots & x_{1D} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & \cdots & x_{2D} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & \cdots & x_{nD} \end{bmatrix}_{n \times D} \quad (2.1)$$

Matrise göre i 'ninci parçacık $x_i = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iD}]$ olarak ifade edilir. Önceki en iyi uygunluk değerini veren i 'ninci parçacığın pozisyonu $pbest_i = [p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{iD}]$ olarak ifade edilir. $gbest$ ise her iterasyonda tüm parçacıklar için tektir ve $gbest_i = [p_1, p_2, \dots, p_D]$ şeklinde gösterilir. i 'ninci parçacığın hızı $v_i = [v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{iD}]$ olarak ifade edilir. İki en iyi değer bulunmasından sonra parçacık hızları ve konumları aşağıda verilen (2.2) ve (2.3) nolu denklemlere göre güncellenir.

$$v_{i,j}^{k+1} = v_{i,j}^k + c_1 rand_1^k [pbest_{i,j}^k - x_{i,j}^k] + c_2 rand_2^k [gbest_j^k - x_{i,j}^k] \quad (2.2)$$

$$x_{i,j}^{k+1} = x_{i,j}^k + v_{i,j}^{k+1} \quad (2.3)$$

Denklem (2.2)'de, c_1 ve c_2 sırasıyla bilişsel ve sosyal parametreler (öğrenme faktörleridir) olup, her parçacığı $pbest$ ve $gbest$ pozisyonlarına doğru çeken, stokastik hızlanma terimlerini ifade eden sabitlerdir. c_1 , parçacığın kendi tecrübelerine göre hareket etmesini, c_2 ise sürüdeki diğer parçacıkların tecrübelerine göre hareket etmesini sağlar. Düşük değerler seçilmesi parçacıkların hedef bölgeye doğru çekilmeden önce, bu bölgeden uzak yerlerde dolaşmalarına imkan verir. Ancak hedefe ulaşma süresi uzayabilir. Diğer yandan, yüksek değerler seçilmesi, hedefe ulaşmayı hızlandırırken, beklenmedik hareketlerin oluşmasına ve hedef bölgenin es geçilmesine sebep olabilir. Kennedy ve Eberhart (1999)'ın çalışmasında da olduğu gibi, birçok çalışmada algoritma üzerinde yapılan denemelerde $c_1 = c_2 = 2$ olarak alınarak iyi sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Denklemdeki $rand_1$ ve $rand_2$, $[0,1]$ arasında düzgün dağılımlı rasgele sayılardır. k ise iterasyon sayısını belirtmektedir (Dalar, 2012).

2.2.3. PSO'nun gelişimi

Parçacık Sürü Optimizasyonu, 1995'te tanıtılmasından sonra üzerinde çeşitli gelişmeler yapılmış ve uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Standart PSO üzerindeki çoğu modifikasyon PSO'nun yakınsama hızını geliştirmeye ve sürünün farklılaşmasının artırılmasına yöneliktir.

Standart PSO (PSO-S)'da ilk değişiklik Shi ve Eberhart (1998a) tarafından yapılmıştır. Burada hız güncellemesi

$$v_{i,j}^{k+1} = w \cdot v_{i,j}^k + c_1 rand_1^k [pbest_{i,j}^k - x_{i,j}^k] + c_2 rand_2^k [gbest_j^k - x_{i,j}^k] \quad (2.4)$$

şeklinindedir. w eylemsizlik ağırlığı olup, $w < 1$ olarak seçilmeli ve her iterasyonda doğrusal olarak azaltılmalıdır. PSO'da eylemsizlik ağırlığı global ve yerel arama yeteneğini dengelemek için kullanılır. Büyük eylemsizlik ağırlığı global arama, küçük eylemsizlik ağırlığı ise yerel arama yapılmasını kolaylaştırır. Eylemsizlik ağırlığı yerel ve global araştırma arasındaki dengeyi sağlar ve bunun sonucunda optimal sonuca daha az iterasyonda ulaşılır. Buradaki her parçacık; sürüdeki sadece en iyi parçacığın değil sürüdeki diğer tüm parçacıkların tecrübelerinden de yararlanmış olur. Önerilen yöntem PSO-CI olarak atfedilmiştir.

Shi ve Eberhart (1998b), arama boyunca doğrusal olarak değişen eylemsizlik ağırlığını önermiştir. Eylemsizlik ağırlığı arama boyunca doğrusal olarak

azalmaktadır. Bu yöntem, başlangıç aşaması boyunca global aramayı ve son aşama boyunca da yerel aramayı gerektirmektedir. Yöntem PSO-LI olarak atfedilmiştir.

Ayrıca her bir parçacığın hızını, belirlenmiş bir maksimum hız ile sınırlandırmayı önermişlerdir. Maksimum hız V^{max} , arama uzayının sınırları arasındaki uzaklığın bir parçası olan γ ($0 < \gamma \leq 1$) yardımıyla hesaplanır.

$$V^{max} = \gamma(x^u - x^l) \quad (2.5)$$

PSO-CI ve PSO-LI'nin (2.5) ile birleşmesinden oluşan yöntemler PSO-CIV ve PSO-LIV isimlerini almıştır.

Clerc ve Kennedy (2002) tarafından PSO-S'ye (2.2) nolu eşitlikteki üç bileşeni de kontrol eden bir K kısıtlama katsayısı ilave edilmiştir. Bu katsayı, arama sürecinde hızın azalmasında bir etkiye sahiptir. Bu değişiklikle, hız güncellemesi

$$v_{i,j}^{k+1} = K(v_{i,j}^k + c_1 rand_1^k [pbest_{i,j}^k - x_{i,j}^k] + c_2 rand_2^k [gbest_j^k - x_{i,j}^k]) \quad (2.6)$$

ve

$$K = \frac{2}{|2 - \phi - \sqrt{\phi^2 - 4\phi}|}, \quad \phi = c_1 + c_2 > 4 \quad (2.7)$$

şeklinindedir. Yöntem PSO-C olarak adlandırılmıştır (Ali ve Kaelo, 2008).

Van den Bergh ve Engelbrecht (2002) çalışmasında (2.4) nolu eşitliğin en iyi parçacık ile kullanıldığında, parçacığın hızının hesaplanması için kullanılan formülde, son iki teriminin sıfır olduğunu ve ağırlık değişiminin sadece eylemsizlik ağırlığına bağlı ($v_{i,j}^{k+1} = w \cdot v_{i,j}^k$) olarak değiştiğini ortaya koymuştur. Bu problemi gidermek için Van Der Bergh ve Engelbrecht, en iyi parçacığın hız ve pozisyon güncellenmesinde aşağıdaki formülün kullanımını önermiştir.

$$v_{i,j}^{k+1} = w \cdot v_{i,j}^k - x_{i,j}^k + gbest_j + \rho(k) * r_3 \quad (2.8)$$

Burada r_3 , (0,1) düzgün dağılımından üretilen rassal sayıdır. $\rho(k+1)$ ise (2.9) eşitliğine göre her iterasyonda hesaplanır.

$$\rho(k+1) = \begin{cases} 2\rho(k), & S_n > S_c \\ 0.5\rho(k), & f_n > f_c \\ \rho(k), & \text{aksi halde} \end{cases} \quad (2.9)$$

Bu formülde $\rho(0) = 1$ olmakta, S_n başarı sayısı, f_n başarısızlık sayısı ve S_c başarı sayısı için, f_c ise başarısızlık sayısı için üst limittir. Eğer en iyi parçacığın

numarası değişmeden iyileşme sağlanır ise başarı sayısı artırılır ve başarısızlık sayısı sıfırlanır. İyileşme sağlanmadı ise başarısızlık sayısı artırılır ve başarı sayısı sıfırlanır. Eğer *gbest* farklı bir parçacık numarası alırsa, hem başarı hem de başarısızlık sayısı sıfırlanır. Bu hesaplama ile parçacığın önce hız değeri sonra hıza bağlı olarak pozisyon değeri hesaplanır (Dalar, 2012).

2.2.4. Geliştirilmiş PSO

Shi ve Eberhart (1999); araştırma boyunca 0.9'dan 0.4'e doğru azalan eylemsizlik ağırlığını, Ratnaweera vd (2004); araştırma boyunca bilişsel bileşenin 2.5'ten 0.5'e, sosyal bileşenin ise 0.5'ten 2.5'e değiştiğini göstermişlerdir. Bu gelişmeler sonucunda oluşan geliştirilmiş PSO algoritması adımları aşağıda verilmiştir.

Adım 1. Parçacıkların pozisyonları ($x_i^k, i = 1, 2, \dots, d; k = 1, 2, \dots, pn$) rasgele olarak belirlenir ve X 'de depolanır.

$$X = \{x_1^k, x_2^k, \dots, x_d^k\}, k = 1, 2, \dots, pn \quad (2.10)$$

Burada pn parçacık sayısını, d ise her bir parçacıktaki pozisyon sayısını göstermektedir.

Adım 2. Hızlar rastgele belirlenir ve V 'de saklanır.

$$V = \{v_1^k, v_2^k, \dots, v_d^k\} \quad (2.11)$$

Adım 3. Performans fonksiyonuna bağlı olarak $pbest$ ve $gbest$ oluşturulur.

$$pbest_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{id}) \quad i = 1, 2, \dots, d \quad (2.12)$$

$$pbest_g = gbest = (p_{g1}, p_{g2}, \dots, p_{gd})$$

Burada $pbest$ her bir parçacığın ayrı ayrı iterasyonlar içinde en iyi olduğu pozisyonlar, $gbest$ ise tüm parçacıkların içerisinde iterasyonlardaki en iyi pozisyonlardır.

Adım 4. w eylemsizlik ağırlığı, c_1 ve c_2 sırasıyla bilişsel ve sosyal bileşen katsayıları için muhtemel değerlerin aralıkları belirlenir. Eylemsizlik ağırlığı, bilişsel ve sosyal bileşen katsayıları her iterasyonda aşağıda verilen formüllere göre hesaplanarak elde edilir.

$$c_1 = (c_{1f} - c_{1i}) \frac{t}{\text{makst}} + c_{1i}$$

$$c_2 = (c_{2f} - c_{2i}) \frac{t}{\text{makst}} + c_{2i} \quad (2.13)$$

$$w = (w_2 - w_1) \frac{\text{maxt}-t}{\text{makst}} + w_1$$

Burada (c_{1i}, c_{1f}) bilişsel bileşen katsayısı için, (c_{2i}, c_{2f}) sosyal bileşen katsayısı için, (w_1, w_2) eylemsizlik parametresi için muhtemel değerlerin aralığıdır. *makst*, maksimum iterasyon sayısı, *t* ise geçerli iterasyon sayısını göstermektedir.

Adım 5. Aşağıda verilen formüllere göre yeni hızlar ve pozisyonlar hesaplanır.

$$v_{id}^{k+1} = [w \times v_{id}^k + c_1 \times \text{rand}_1 \times (pbest_{id} - x_{id}) + c_2 \times \text{rand}_2 \times (pbest_{gd} - x_{id})] \quad (2.14)$$

$$x_{id}^{k+1} = x_{id} + v_{id}^{k+1} \quad (2.15)$$

Burada *rand*₁ ve *rand*₂ 0 ile 1 arasından uniform dağılımdan seçilen rasgele değerlerdir.

Adım 6. Adım 1-5 önceden belirlenen maksimum iterasyon sayısı (*makst*) kadar tekrar edilir (Dalar, 2012).

2.3. Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS)

Bulanık çıkarım sistemleri, uzman bilgisi ile verideki bilgiyi birlikte kullanan modelleme yaklaşımlarıdır.

Yapısında hem yapay sinir ağları hem de bulanık mantığı barındıran ANFIS (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System – Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi) Jang (1993) tarafından önerilmiştir. ANFIS, bulanık çıkarım sistemindeki *eğer-ise* kurallarından ve girdi-çıkı çiftlerinden oluşur. Sistemin eğitiminde ve denetiminde yapay sinir ağları eğitim algoritmaları kullanılır.

Bu çalışmada ANFIS içerisindeki bulanık çıkarım sisteminin başlangıç parametreleri belirlenirken iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlar *Izgara Bölütleme* ve *Azaltımlı Kümeleme*'dir. *Izgara Bölütleme* yöntemi, MATLAB yazılımı içindeki *Bulanık Mantık* modülünde varsayılan olarak gelmektedir. ANFIS'de çıktı üyelik fonksiyonu için lineer ve sabit olmak üzere sadece iki seçenek mevcuttur. Bu sınırlamanın nedeni ise ANFIS'in sadece Sugeno-tipli sistemlerde çalışmasından kaynaklanmaktadır. *Azaltımlı Kümeleme*, elimizdeki bir veri seti için kaç adet küme oluşturulması gerektiği hakkında net bir düşünceye sahip olmadığımız durumda veri

seti içerisindeki küme merkezlerini ve küme sayılarını tahmin etmek için kullanılan bir algoritmadır. Çalışmada *Izgara Bölütleme* ve *Azaltımlı Kümeleme* yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar için bu yöntemler sırasıyla ANFIS-G ve ANFIS-S olarak adlandırılmıştır.

2.3.1. Zaman serisi öngörüsü için ANFIS

Zaman serisi öngörüsü için Eğrioğlu vd (2014) tarafından önerilen ANFIS (MANFIS), zaman serisinin gecikmeli değerlerinin girdi değişkenleri olarak kullanıldığı bir sistemdir. Bulanıklaştırma aşamasında bulanık C-ortalamalar yöntemi, çıktı üyelik fonksiyonunun parametrelerinin belirlenmesinde ise parçacık sürü optimizasyonu yöntemi kullanılmıştır.

2.4. Bulanık Fonksiyonlar Yaklaşımı

Bu bölümde, bulanık fonksiyonların literatürde kullanılış biçimlerinden ve bulanık fonksiyonlar yaklaşımından bahsedilecektir.

2.4.1. Bulanık fonksiyonlar

Bulanık fonksiyonlar araştırmacılar tarafından birçok farklı terimi ifade etmek için kullanılmıştır. Bu terimin birçok farklı kullanımından birisi üyelik fonksiyonlarıdır.

Bulanık küme teorisinin temeli (özellikle; mantıksal bağlaçlar, çıkarım kuralları, ilişkiler, aritmetik işlemler vb. gibi) 1965 yılında Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. Bunlar bulanık fonksiyonların temelini oluştursa da, sonraki yıllarda bulanık fonksiyonların farklı türleri literatüre katılmıştır. Marinos (1969), bulanık kümelerde üyelik fonksiyonlarının bulanık sayılar olarak yorumlandığı bir cebir geliştirmiştir. Bulanık öz nitelikli süreçler bulanık mantık fonksiyonları ile temsil edilmiştir. Marinos'un bu çalışması, çok-değerli bulanık fonksiyonlara dayalı gerçek hayat problemleri üzerine bulanık çıkarım mekanizmalarının uygulanmasının örneklerinden biridir. Daha sonraları Siy ve Chen (1972), bulanık kümeler üzerindeki işlemlerin olası kombinasyonları ile oluşturulan polinomları bulanık fonksiyonlar olarak tanımlamışlardır. Bu yüzden bulanık fonksiyonlar, bulanık değişkenler arasındaki ilişkiler olarak tanımlanmıştır. Diğer araştırmacılar da bulanık fonksiyonları bulanık ilişkilerin özel bir durumu olarak tanımlamıştır (Çelikyılmaz ve Türkşen, 2009).

Bulanık kümelere ilişkin bulanık fonksiyonların temel tanımları aşağıda verildiği gibidir. X ve Y iki bulanık küme, x ve y ise sırasıyla bu iki kümeye ilişkin bir elemanın üyelik dereceleri olsun (Çelikyılmaz ve Türkşen, 2009).

Tanım 1. X ve Y bulanık kümeleri ancak ve ancak her eleman i için X 'deki x_i üyelik derecesinin ($\mu(x_i)$), Y 'deki y_i üyelik derecesine ($\mu(y_i)$) eşit olduğu durumda birbirine eşittir ($X=Y$).

Tanım 2. Bir bulanık küme (X') başka bir bulanık kümenin (X) ancak ve ancak her eleman i için X' 'deki x'_i üyelik derecesi $x'_i = 1 - x_i$ olduğu durumda tümleyenidir. (x_i : X 'deki eleman i 'nin üyelik derecesi)

Tanım 3. Y bulanık kümesi X bulanık kümesini ancak ve ancak $x_i \leq y_i$ durumunu sağlayan her eleman i için kapsar.

Tanım 4. $z = \max(x_i, y_i)$ özelliğini sağlayan her eleman i için X ve Y bulanık kümelerinin birleşimi $z = X + Y$ olarak gösterilir.

Tanım 5. $z = \min(x_i, y_i)$ özelliğini sağlayan her eleman i için X ve Y bulanık kümelerinin kesişimi $z = X \cdot Y$ olarak gösterilir.

Üyelik derecesi terimi, bulanık değişken adı ile de kullanılmıştır. Bir bulanık fonksiyon örneği ve bulanık değişken aşağıda verildiği gibi tanımlanabilir:

$$F(x, y) = x \cdot y' + x' \cdot y \quad (2.16)$$

$$f(x, y) = \max[\min(x, 1 - y), \min(1 - x, y)] \quad (2.17)$$

Bir diğer deyişle (2.17), üyelik değerleri gibi bulanık sayılarla ilişkilendirilen iki bulanık küme arasında tanımlanan bir fonksiyondur. Bu fonksiyonun üyelik değerleri, elemanlarının her bir üyelik değerleri arasında (\cdot) ve ($+$) operatörleri kullanılarak belirlenir (Çelikyılmaz ve Türkşen, 2009).

Bulanık fonksiyonlar üzerindeki aritmetik işlemler, işlem sayısı ve değişkenlerin sayısı arttıkça daha da karmaşık hale gelir. Kandel (1974, 1977), bulanık mantık fonksiyonları ile yalınlaştırılmış akıl yürütme algoritmalarını kurmak için bulanık fonksiyonların minimizasyonu üzerinde çalışmıştır. Ziwei (1981), n değişkenli bulanık anahtarlama fonksiyonlarının özelliklerini incelemiştir (Çelikyılmaz ve Türkşen, 2009).

Bulanık fonksiyonlar, bulanık kural tabanlı sistemlerde kuralları ifade etmek için de kullanılmaktadır. Bu sistemlerde, kurallar gibi her yerel model farklı bir fonksiyon ile tanımlanmıştır. Bulanık fonksiyon tahmin edicileri gibi farklı tahmin ediciler, lineer regresyon fonksiyonları ((Takagi ve Sugeno (1985); Sugeno ve Kang (1988)), çok katmanlı sinir ağları (Jang (1993); Abe (1999); Kasabov ve Song (2002)) ya da genetik algoritmalar (Cordon vd (2004); Cordon vd (2001); Camargo vd (2004)) gibi bulanık fonksiyonları tanımlamak için kullanılmıştır. Bu tip bulanık fonksiyonların uygulamaları, Çelikyılmaz ve Türkşen (2009) yılındaki çalışmasında sundukları “Bulanık Fonksiyonlar” a en yakın olanlardır (Çelikyılmaz ve Türkşen, 2009).

Türkşen 2005 yılında yeni bir fikir belirtmiş ve “Bulanık Fonksiyonlar” ile literatüre tanıtmıştır. Bu bulanık fonksiyonlar, çok değişkenli crisp değerli fonksiyonlardır. Bu fonksiyonların $(f(X, \mu))$ öne çıkan özelliği, üyelik derecesi (μ) kullanmalarıdır. Bir anlamda dereceler (üyelik değerleri) tahmin ediciler olmaktadır. Bu tip bulanık fonksiyonlar, kuralları fonksiyonlar açısından temsil etme fikrinden ortaya çıkmıştır. Bu tip bulanık fonksiyonların formülize edilme amaçlarından birisi, bu fonksiyonların daha az bulanık operatörlere ihtiyaç duymaları ve sadece bulanık fonksiyonların formülasyonunun ve verilen sistemin bulanık kümelerinin nasıl belirlendiğinin bilgisine ihtiyaç duyulmasıdır. En küçük kareler ya da sinir ağları yöntemleri gibi bazı fonksiyon yaklaşım yöntemleri, bu tip bulanık fonksiyonların parametrelerini bulmak için kullanılabilir. Türkşen ve Çelikyılmaz 2006 yılındaki çalışmasında basit doğrusal regresyon yöntemini kullanmışlar ve geleneksel bulanık kural tabanlı sistemlere karşı iyi sonuçlar elde etmişlerdir. Daha sonraları bu tip bulanık fonksiyonlar, destek vektör makineleri (Türkşen ve Çelikyılmaz (2006); Çelikyılmaz ve Türkşen (2007b)) gibi makine öğrenim algoritmalarını kullanarak genişletilmiştir (Çelikyılmaz ve Türkşen, 2009).

2.4.2. Bulanık fonksiyonlar yaklaşımı

Türkşen (2008) tarafından önerilen yeni bulanık fonksiyonlar yaklaşımında, üyelik değerleri diğer bulanık sistem modellerinden farklı şekilde kullanılır. Üyelik değerleri, aktifleştirilen ve gücü serbest bırakılan bir sistem davranışı hakkında potansiyel bilgileri tutan atomlar gibi düşünülebilir. Üyelik değerlerinden elde edilen bu tarz potansiyel bilgiler, yerel bulanık fonksiyonlar içinde sistem davranışının tahmin

edicileri olarak kullanılırlar. Bulanık fonksiyonlar *eğer-ise* kural tabanlı yapıların yerine, belirlenen bir sistemin modellerini kurmak için ortaya çıkmıştır.

Bulanık fonksiyonlar yaklaşımı, bulanık kümelere dayalı olarak regresyon ve kümeleme problemleri için önerilmiştir. İlerleyen yıllarda Türkşen (2008) bulanık fonksiyonlar yaklaşımı, farklı yapay zeka yöntemleri ve farklı bulanık küme tipleri kullanılarak geliştirilmiştir (Çelikyılmaz ve Türkşen (2007a, 2007c, 2008a); Çelikyılmaz vd (2007); Türkşen (2009)).

Bulanık fonksiyonlar yaklaşımları zaman serisi tahmini için, regresyon problemi çerçevesinde diğer zaman serilerinin eş anlı kullanılması ile çözümlenmeye çalışılmıştır. Ancak zaman serisi öngörüsü elde etmede, zaman serisinin çözümlenirken diğer zaman serilerinin eş anlı değişkenleri yerine, çözümlenecek zaman serisinin gecikmeli değişkenlerini kullanmak başarılı sonuçlar vermektedir.

2.4.2.1 Bulanık C-ortalamalar yöntemi

Bulanık kümeleme algoritması, bulanık fonksiyonlar sisteminin modellerini oluşturmak için kullanılır. İlk olarak Bezdek (1981) tarafından ortaya konulan bulanık C-ortalamalar (BCO) algoritması, kullanılan yöntemlerdeki bulanık parçalanmaları bulmak için uygulanan kümeleme algoritmasıdır. BCO algoritması sonuçlandığında, p boyutlu uzaydaki noktalar küresel bir şekil halini almakta ve bu kümelerin yaklaşık olarak aynı boyutta olduğu varsayılmaktadır. Her bir kümeyi ise, küme merkezleri temsil etmektedir

Bu tekniğin uygulanabilmesi için, küme sayısının ve bireylerin kümeye üyelik derecelerinin önceden bilinmesi gerekmektedir. Ancak bu tür parametrelerin önceden bilinmesi zor olduğundan, bu değerler deneme yanılma yoluyla ya da geliştirilen bazı tekniklerle bulunabilmektedir.

BCO yöntemi için kullanılan amaç fonksiyonu şu şekildedir:

$$J_{\beta}(X, U, V) = \sum_{i=1}^c \sum_{t=1}^n u_{it}^{\beta} d^2(x_t, v_i) \quad (2.18)$$

Burada n parametresi gözlem sayısını, c ise küme sayısını gösterir. u_{tj}^{β} ise t . kümedeki x_j 'nin üyeliği, β bulanıklık indeksi, $\beta > 1$ olacak şekilde alınan bir sabittir. $d(x_t, v_i)$; veri ile küme merkezi arasındaki benzerlik ölçüsüdür. J_{β} 'nin optimizasyonu için aşağıdaki kısıtlar da dikkate alınır.

- i) $0 \leq u_{it} \leq 1, \forall i, t$ için
- ii) $0 < \sum_{t=1}^n u_{it} \leq n$
- iii) $\sum_{i=1}^c u_{it} = 1, \forall t$ için

BCO yönteminde bu en küçükleme yinelemeli bir algoritma ile sağlanır. Her bir yinelemede u_{it} ve $v_{i,j}$ değerleri aşağıdaki formüller ile güncellenir.

$$v_{i,j} = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^\beta x_{kj}}{\sum_{i=1}^n u_{it}^\beta} \quad (2.19)$$

$$u_{it} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c \left(\frac{d(x_t, v_i)}{d(x_t, v_j)} \right)^{2/(\beta-1)}} \quad (2.20)$$

BCO algoritması uygulandıktan sonra hangi bireyin hangi kümeye gireceğine karar vermek için üyelik dereceleri kullanılır. Her bir bireyin hangi kümeye olan üyeliğinin en büyük olduğuna bakılır ve bu bireyler o kümeye dâhil edilir. Ancak her bir birey diğer kümelere de belli bir üyelik dereceleri ile girebilir (Dalar, 2012).

2.4.2.2 Tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımı

Kural tabanlı sistemlere gereksinim duymayan bulanık fonksiyonlar yaklaşımı Türkşen (2008) tarafından önerilmiştir. Kural tabanlı bulanık çıkarım sistemlerde girdi ile çıktı değişkenleri arasında bir ilişki kurulurken, bulanık fonksiyonlar yaklaşımında ilişki yerine fonksiyon oluşturulmuştur. Bulanık fonksiyonlar yaklaşımında kurallara gerek olmadığından, herhangi bir kural tanımlamaya da gerek yoktur ve bu, yaklaşımın önemli bir avantajıdır.

Standart BCO kümeleme algoritmasını kullanan Tip-1 Bulanık Fonksiyonlar (T1BF) yaklaşımının algoritması şu şekildedir:

Adım 1. Sistemin girdileri zaman serisinin gecikmeli değişkenleridir. Z matrisi, sistemin girdi ve çıktılarından oluşmaktadır. Matrisin elemanları BCO tekniği kullanılarak kümelendir.

BCO kümeleme tekniği aşağıdaki formüller kullanılarak uygulanır:

$$v_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^{f^i} z_k}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^{f^i}}, \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (2.21)$$

$$\mu_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{d(z_k, v_i)}{d(z_k, v_j)} \right)^{\frac{2}{f^i-1}} \right]^{-1}, \quad i = 1, 2, \dots, c; \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (2.22)$$

burada f ; bulanıklık derecesi, z_k ; \mathbf{Z} matrisinin k -inci satırının elemanlarından oluşan bir vektör, μ_{ik} ; k -inci gözlemin i -ninci kümeye olan aitlik derecesi ve $d(z, v)$: Öklid uzaklığıdır ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$d(z_k, v_i) = \|z_k - v_i\| \quad (2.23)$$

Adım 2. Girdi uzayının üyelik değerleri oluşturulur.

$$\mu_{ik} = \left[\sum_{j=1}^n \left(\frac{d(x_k, v_i)}{d(x_k, v_j)} \right)^{\frac{2}{f^{i-1}}} \right]^{-1}, \quad i = 1, 2, \dots, c; \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (2.24)$$

x ; gecikmeli değişkenler için üretilen girdi matrisi ve $\mu_{ik} \leq kesim\ katsayısı$ olduğu durumda bu değer sıfır olarak alınır.

Adım 3. Her bir i kümesi için, girdi verisinin üyelik değerleri (μ_{ik}) ile orijinal girdiler açıklayıcı değişken olarak kullanılır ve i -ninci bulanık fonksiyon, $\mathbf{Y}^{(i)} = \mathbf{X}^{(i)} \boldsymbol{\beta}^{(i)} + \boldsymbol{\epsilon}^{(i)}$ çoklu regresyon modeli ile tahmin edilerek elde edilir. p adet girdi sayısı olduğu durumda $\mathbf{X}^{(i)}$ ve $\mathbf{Y}^{(i)}$ matrisleri şu şekildedir:

$$\mathbf{X}^{(i)} = \begin{bmatrix} \mu_{i1} & x_{11} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{p1} \\ \mu_{i2} & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{p2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mu_{in} & x_{1n} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{pn} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Y}^{(i)} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_n \end{bmatrix} \quad (2.25)$$

Çelikyılmaz ve Türkşen (2009), üyelik değerlerinin çeşitli logaritmik ve üstel dönüşümlerinin sistem modellerinin performansını arttırabileceğini belirtmişlerdir. Üyelik değerlerinin dönüşümleri için μ_{i1}^2 , $\exp(\mu_{i1})$ ve $\ln((1 - \mu_{i1})/\mu_{i1})$ dönüşümleri de kullanılarak yeniden oluşturulan $\mathbf{X}^{(i)}$ matrisi aşağıdaki gibidir:

$$\mathbf{X}^{(i)} = \begin{bmatrix} \mu_{i1} & \mu_{i1}^2 & \exp(\mu_{i1}) & \ln((1 - \mu_{i1})/\mu_{i1}) & x_{11} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{p1} \\ \mu_{i2} & \mu_{i2}^2 & \exp(\mu_{i2}) & \ln((1 - \mu_{i2})/\mu_{i2}) & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{p2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mu_{in} & \mu_{in}^2 & \exp(\mu_{in}) & \ln((1 - \mu_{in})/\mu_{in}) & x_{1n} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{pn} \end{bmatrix} \quad (2.26)$$

Adım 4. Bulanık fonksiyonlardan elde edilen sonuçlar üyelik değerlerine göre ağırlıklandırılarak çıktı değerleri hesaplanır.

$$\hat{y}_i = \frac{\sum_{k=1}^c \hat{y}_{ik} \mu_{ik}}{\sum_{k=1}^c \mu_{ik}} \quad (2.27)$$

(Çelikyılmaz ve Türkşen, 2009).

2.5. Bootstrap Yöntemler

İstatistik teorisi; verilerin nasıl toplanacağı, toplanan veriler hakkında özet bilgilerin ve analizlerinin nasıl yapılacağı ve de bu özet bilgilerin ve analiz sonuçlarının ne kadar doğru olduğu sorularına cevap vermeye çalışır. Özet bilgilerin ve analiz sonuçlarının ne kadar doğru olduğu, istatistiksel çıkarım olarak bilinen sürecin bir bölümünü oluşturmaktadır. Bazı istatistiksel çıkarımların (güven aralıklarının oluşturulması vb. gibi) yapılmasında kullanılan gelişmiş bir teknik olan bootstrap yöntemi, veriye dayalı bir simülasyon yöntemidir.

Efron ve Tibshirani (1993) “An Introduction to the Bootstrap” adlı monografisinde, bootstrap kelimesinin *Baron Munchausen'in Maceraları* adlı kitapta geçen “*pull oneself up by one's bootstrap (başkalarından yardım almadan başarmak)*” deyiminden geldiğini dile getirmiştir (Kitapta, Baron'un göle düştükten sonra gölün dibine doğru batarken, tam da her şeyini kaybettiğini düşündüğü anda kendisini ayağındaki botların (çizmelerin - boot) kulaklarından (straps) çekerek kurtardığı anlatılmaktadır) (Efron ve Tibshirani, 1993).

Bootstrap yöntemi, orijinal veri kümesinden yeniden örnekleme ile örneklemlerin elde edildiği bir yöntemdir. İlk olarak Efron tarafından 1979 yılında bağımsız değişkenler için tanıtılan, daha sonraları ise birçok araştırmacı tarafından daha karmaşık bağımlı değişkenler için geliştirilen bootstrap yöntemi, birçok farklı alandaki problemler üzerinde istatistiksel çıkarımların yapılmasına olanak sağlayan parametrik olmayan yöntemlerin bir sınıfıdır. Bootstrap yöntemler hakkında literatürde birçok kitap ve monografi çalışması bulunmaktadır (Hall (1992); Efron ve Tibshirani (1993); Shao ve Tu (1995); Davison ve Hinkley (1997); Lahiri (2003)). Ayrıca literatürde, zaman serisi modelleri ve stokastik süreçler için yeniden örnekleme yöntemlerinin ve bootstrap yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Bunlardan bazıları; Berkowitz ve Kilian (2000); Bose ve Politis (1995); Bühlmann (2002); Carey (2005); Härdle vd (2003); Li ve Maddala (1996); Paparoditis ve Politis (2003); Politis (2003); Ruiz ve Pascual (2002) çalışmalarıdır (Kreiss ve Lahiri, 2012).

Bootstrap yöntemlerin istatistiksel testlerde kullanımı üzerinde yapılan çalışmalardan bazıları da; Kreiss ve Paparoditis (2015), Berg vd (2010), Dette ve Paparoditis (2009), Hidalgo ve Kreiss (2006), Kreiss vd (2008); Kreiss ve Neumann (1999), Neumann ve Paparoditis (2008), Paparoditis (1996), Paparoditis ve Politis

(2003), Parker vd (2006), Psaradakis (2001, 2003, 2006), Dovonon vd (2013) ve Gonçaves ve Meddahi (2009) çalışmalarıdır (Kreiss ve Lahiri, 2012).

Bootstrap yöntemlerindeki temel fikir genel terimleriyle şu şekilde tanımlanabilir: $X_1, X_2, \dots, X_n, P_n$ ortak dağılımlı bir zaman serisinin uzantısı olsun. Kitle parametresi θ 'nin tahmini için X_1, X_2, \dots, X_n serisine dayalı olarak $\hat{\theta}_n$ tahmin edicisini oluşturduğumuzu varsayalım. $\hat{\theta}_n$ 'nin doğruluğunu hesaplamak İstatistikçilerin genelde karşılaştığı problemlerden biridir. Buna rağmen herhangi bir benzer doğruluk ölçüsü, bilinmeyen bir $\hat{\theta}_n - \theta$ örneklem dağılımına dayalıdır ve genellikle çok karmaşıktır. Bootstrap yöntemler, $\hat{\theta}_n$ 'nin dağılımını tahmin etmek için ve zaman serilerindeki kısıtlayıcı model varsayımları olmayan fonksiyonelleri için genel bir çözüm sağlamaktadır (Rao vd, 2012).

Bootstrap yöntemlerin temelinde yatan prensibin genel bir tanımı şu şekilde verilebilir: Elimizde P_n ortak dağılımlı $\{X_1, X_2, \dots, X_n\} \equiv \mathbf{X}_n$ bir zaman serisi ile üretilmiş bir veri olduğunu düşünelim. \mathbf{X}_n verildiği durumda \hat{P}_n, P_n 'in ilk üretilen tahmini olsun. $\{X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*\} \equiv \mathbf{X}_n^*$ rastgele değişkenleri \hat{P}_n 'den üretilsin. Eğer \hat{P}_n, P_n 'nin kabul edilebilir derecede iyi bir tahmini ise, X_1, X_2, \dots, X_n ile P_n arasındaki ilişki $\{X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*\}$ ve \hat{P}_n ile iyi şekilde yeniden üretilmiş demektir (Lahiri, 2003).

Efron'un bootstrap yöntemi klasik yöntemlerin başarısız olduğu durumlarda çözümler sunmakta, ancak bu yöntem zaman serileri gibi bağımlı veri yapısının söz konusu olduğu durumlarda veri içindeki bağımlılığı dikkate almamaktadır. Singh (1981) çalışmasında, Efron'un yönteminin bağımlı veriler için yetersiz olduğunu göstermiştir. Zaman serilerinde veri içerisindeki bağımlılık yapısının yeniden örnekleme süreci boyunca korunması gerektiğinden, bağımlı veriler için yeniden örnekleme yöntemleri geliştirilmiştir.

2.5.1. Blok bootstrap

Blok bootstrap yöntemlerinin kullanılmasının temel sebebi, zaman serisindeki bağımlılık yapısının yöntem ile üretilen örneklemlerde de korunuyor olmasıdır. Blok bootstrap yöntemler, blokların örtüşen ya da örtüşmeyen ve blok uzunluklarının rasgele olmasına ya da rasgele olmamasına göre farklılık göstermektedir. Bir diğer deyişle; blok bootstrap yöntemler, blokların oluşturulma biçimlerine göre farklılık göstermekte ve farklı isimlerle adlandırılmaktadır.

Rasgele olmayan blok uzunluklu “örtüşmeyen blok bootstrap” yöntemi Carlstein (1986) ve Hall (1985)’in çalışmalarında, rasgele olmayan blok uzunluklu “örtüşen blok bootstrap (hareketli blok bootstrap)” Künsch (1989) ve Liu ve Singh (1992) çalışmalarında tanıtılmıştır. Politis ve Romano (1992) çalışmasında “daireysel blok bootstrap” yöntemi tanıtılmış ve Politis ve Romano (1994) çalışmasında ise önerilen yeni blok bootstrap yöntem ile üretilen verilerin durağan olmasından dolayı yöntem, “durağan blok bootstrap” olarak adlandırılmıştır. Durağan blok bootstrap yöntemini diğerlerinden ayıran özellik blok uzunluklarının rasgele seçimli olmasıdır.

2.5.1.1. Hareketli (Örtüşen) blok bootstrap

Künsch (1989) ve Liu ve Singh (1992), birbirlerinden habersiz bir şekilde, bağımlı veriye herhangi bir parametrik model varsayımına gerek duymaksızın uygulanabilen *hareketli blok bootstrap* yöntemi olarak adlandırılan yeni bir yeniden örnekleme yöntemi önermişlerdir. Hareketli blok bootstrap (HBB) yöntemi her defasında *bir* gözlemin yeniden örneklenmesinden, her defasında gözlemlerin bloklar halinde yeniden örnekleme yapıldığı bir yöntemdir. Bunun bir sonucu olarak da, orijinal gözlemlerdeki bağımlılık yapısı her blok içinde korunmaktadır. Ayrıca, örneklem boyutu arttıkça blok uzunluğu da artar.

X_1, X_2, \dots, X_n durağan rasgele değişkenlerin bir dizisi olsun ve gözlemler $\mathcal{X}_n = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ şeklinde gösterilsin. $\hat{\theta}_n = T(F_n)$ tahmin edicilerinin HBB versiyonunu, F_n 'nin X_1, X_2, \dots, X_n 'in deneysel dağılım fonksiyonunu temsil ettiği ve $T(\cdot)$ 'nin F_n 'in gerçek değerli bir fonksiyoneli olduğu durumda tanımlayabiliriz. $l \equiv l_n \in [l, n]$ 'nin bir tamsayı olduğu varsayalım. Bağımlı veri için, $n \rightarrow \infty$ olduğu durumda $l \rightarrow \infty$ ve $n^{-1}l \rightarrow 0$ olur. Bu kısıtlama olmadan da HBB'nin tanımı yapılabilir. $\mathcal{B}_i = (X_i, X_{i+1}, \dots, X_{i+l-1})$, $N = n - l + 1$ olarak tanımlı iken X_i ($1 \leq i \leq N$) ile başlayan l uzunluklu blokları temsil etsin. HBB örneklemlerini elde etmek için, $\{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2, \dots, \mathcal{B}_N\}$ kitesinden uygun sayıda bloklar rasgele seçilir. Buna uygun olarak $\mathcal{B}_1^*, \mathcal{B}_2^*, \dots, \mathcal{B}_k^*$, $\{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2, \dots, \mathcal{B}_N\}$ kitesinden yerine koyarak çekilen bir örneklem olsun. Seçilen bloklardan her biri l adet elemandan oluşmaktadır. \mathcal{B}_i^* 'deki elemanlar $(X_{(i-1)l+1}^*, \dots, X_{il}^*)$, $i = 1, 2, \dots, k$ ile gösterilsin. O halde X_1^*, \dots, X_m^* , $m \equiv kl$ boyutlu HBB örneklemleri teşkil etsin. $\hat{\theta}_n$ tahmin edicisinin HBB versiyonu $\theta_{m,n}^* = T(F_{m,n}^*)$ şeklinde tanımlanmıştır. Burada $F_{m,n}^*$, (X_1^*, \dots, X_m^*) 'nin deneysel dağılımını simgelemektedir (Lahiri, 2003).

Blok uzunluklarının belirlenmesi problemi sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir. Yolcu vd (2014) çalışmasında blok uzunluğunun ve bir bloğun başlangıç noktasının uniform dağılım kullanılarak rasgele belirlendiği bir yöntem önerilmiştir.

2.5.1.2. Örtüşmeyen blok bootstrap

Carlstein (1986) çalışmasındaki bloklara ayırma kuralı, blokları belirlemek için verinin örtüşmeyen bölütlerini kullanmaktır. $l \equiv l_n \in [1, n]$ bir tamsayı ve $b \geq 1$ ise $lb \leq n$ durumunu sağlayan en büyük tamsayı olsun. Bloklar $\mathcal{B}_i^{(2)} = (X_{(i-1)l+1}, \dots, X_{il})'$, $i = 1, 2, \dots, b$ şeklinde tanımlansın.

HBB yöntemindeki bloklar örtüşürken, örtüşmeyen blok bootstrap (ÖBB) yöntemindeki $\mathcal{B}_i^{(2)}$ blokları örtüşmez. Sonuç olarak, ÖBB yöntemi ile seçilen blok topluluğu HBB yöntemi ile seçilenlerden daha küçüktür.

ÖBB yönteminin uygulanmasındaki bir sonraki adım HBB yöntemindeki ile aynıdır. $k \geq 1$ tamsayısı için $\{\mathcal{B}_1^{(2)}, \mathcal{B}_2^{(2)}, \dots, \mathcal{B}_b^{(2)}\}$ 'den yerine koyma ile $\mathcal{B}_1^{*(2)}, \mathcal{B}_2^{*(2)}, \dots, \mathcal{B}_k^{*(2)}$ bloklarından rasgele bir örneklem seçilir. $m = kl$ iken $F_{m,n}^{*(2)}$, $(X_{2,1}^*, X_{2,2}^*, \dots, X_{2,l}^*; \dots; X_{2,\{(b-1)l+1\}}^*, \dots, X_{2,m}^*)$ bootstrap örnekleminin deneysel dağılımını gösterebilir. O halde, $\hat{\theta}_n = T(F_n)$ tahmin edicisinin bootstrap versiyonu $\theta_{m,n}^{*(2)} = T(F_{m,n}^{*(2)})$ şeklinde yazılır (Lahiri, 2003). Bu bootstrap yöntemi kullanılarak elde edilen örneklem bloklarında, korelasyon bloklar içinde güçlü iken bloklar arasında zayıftır (Cordeiro ve Neves, 2006).

2.5.1.3. Genelleştirilmiş blok bootstrap

Hareketli blok bootstrap yönteminin yeniden örnekleme düzeni, verinin başlangıç ve son kısmındaki gözlemlerine orta kısımlardaki gözlemlerden daha az ağırlık tayini yaptığından dolayı istenmeyen sınır etkilerinden olumsuz etkilenmektedir. Aslında, $1 \leq j \leq l - 1$ durumu için X_j ve X_{n-j+1} -inci gözlemler sadece j bloklarında bulunurken, $l \leq j \leq n - l$ durumu için j -inci gözlem (X_j) $\{\mathcal{B}_1, \mathcal{B}_2, \dots, \mathcal{B}_N\}$ bloklarından l -ninci blokta yer alır. X_n 'den sonra (ya da X_1 'den önce) başka bir gözlem olmadığından dolayı, bahsi geçen sınır etkisinden kurtulmak için yeni bloklar tanımlanamamaktadır. Verinin son kısmına yakın olan gözlemlerde n, l 'nin herhangi

bir katı olmadığı durumda örtüşmeyen blok bootstrap için de benzer bir problem oluşmaktadır. Politis ve Romano (1992), bahsi geçen sınır etkisinden kurtulmak için yeni bir yöntem önermişlerdir. Önerdikleri yöntemde, veriyi bir daire etrafında sararak dairesel olarak tanımlanmış gözlemleri kullanarak ilave bloklar oluşturmuşlardır. Politis ve Romano (1992, 1994) çalışmalarında iki farklı yeniden örnekleme yöntemi önerilmiştir. Bunlar sırasıyla, dairesel bloklara dayalı olan “dairesele blok bootstrap” (CBB) ve “durağan blok bootstrap” (DBB) yöntemleridir (Lahiri, 2003).

2.5.1.3.1. Dairesel blok bootstrap

Politis ve Romano (1992) çalışmasında önerilen dairesel blok bootstrap yöntemi, $1 \ll l \ll n$ şartını sağlayan l uzunluğundaki örtüşen ve periyodik olarak uzatılmış blokları $\{\mathcal{B}(i, l), \dots, \mathcal{B}(n, l)\}$ alt topluluğundan yeniden örnekleleyen bir yöntemdir. CBB yöntemi için Γ_n bağlantı fonksiyonu;

$$\Gamma_n(x; \cdot) = \otimes_{i=1}^{\infty} \left((n^{-1} \sum_{j=1}^n \delta_j) \times \delta_l \right), x \in \mathbb{R}^n \quad (2.28)$$

şeklinde gösterilir. DBB yöntemi için yeniden örneklemlenen bloklar $I_{3,1}, I_{3,2}, \dots$ ile gösterilsin. (2.28) nolu eşitlik, tüm $i = 1, 2, \dots, n$ 'ler için $I_{3,1}, I_{3,2}, \dots$ değişkenlerinin $P_*(I_{3,1} = i) = n^{-1}$ ve $P_*(J_i = l) = 1$ koşullu olasılıklı bağımsız ve özdeş dağılımlı olduğunu gösterir. Her bir X_i , $\{\mathcal{B}(i, l), \dots, \mathcal{B}(n, l)\}$ bloklar topluluğu içerisinde l defa bulunduğu ve CBB bu bloklar topluluğundan eşit olasılıklı olarak yeniden örneklemler elde ettiğinden, X_1, X_2, \dots, X_n orijinal gözlemlerinden her birine CBB yöntemi ile eşit ağırlıklar atanır. CBB yöntemi bu özelliği ile sınır etkilerinden olumsuz etkilenen HBB ve ÖBB yöntemlerine göre farklılık göstermektedir.

2.5.1.3.2. Durağan blok bootstrap

Politis ve Romano (1994) tarafından önerilen durağan blok bootstrap yöntemini önceki bölümlerde bahsedilen blok bootstrap yöntemlerden (HBB, ÖBB ve CBB) ayıran özellik, sabit l uzunluktaki bloklar yerine *rasgele* uzunluktaki blokları kullanıyor olmasıdır.

Durağan blok bootstrap (DBB) yöntemi şu şekilde tanımlanabilir: X_1^* , $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ veri setinden rasgele seçilmiş olsun. Bir sonraki gözlemi (X_2^*) seçmek için p “başarı” olasılıklı iki sonuçlu bir rasgele deney düzeni oluşturulsun. Eğer iki sonuçlu deney “başarı” ile sonuçlanırsa, $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ setinden X_2^* tekrar rasgele seçilir. Deneyin “başarı” ile sonuçlanmaması durumunda periyodik olarak uzatılmış

seride X_2^* , X_1^* 'den sonra gelen gözlem olarak belirlenir. Buna benzer durumlarda, bootstrap örneği içinde n adet gözlem bulunana kadar bu işleme devam edilir. DBB yönteminin “durağan” olarak adlandırılmasının sebebi, $\{X_1^*\}$, $i \in 1, 2, \dots, n$ bootstrap gözlemlerinin durağan olmasıdır.

2.5.2. Alt örneklem bootstrap yöntemi

Alt örneklem bootstrap yöntemi, klasik bootstrap yöntemlerinin işe yaramadığı durumlara çözüm olarak Politis vd (1999a) tarafından geliştirilmiştir. Yöntemin esası, veri setinden yerine koymadan alt örneklem elde etmek ve elde edilen bu alt örneklem değerleri ile veriye uygun bir örnekleme dağılımı tahmin etmektir.

Davison vd (2003), alt örneklem yöntemi ile ilgili görüşlerini “Alt örneklem yönteminin geçerli olduğu durumlar, klasik bootstrap yöntemlerinin geçerli olduğu durumlara göre daha geniştir ve hatta birinci dereceden asimptotikler bakımından klasik yöntemlere göre daha üstündür.” şeklinde ifade etmiştir. Alt örneklem yöntemi Politis vd (1999a), Politis vd (1999b), Davison vd (2003) ve Lahiri (2003) çalışmalarında detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.5.3. Sieve bootstrap

Bühlmann (1997) tarafından önerilen sieve bootstrap (SB) yöntemi, uygun parametrik model bulunduğundan sonra modelden elde edilen artıklardan yeniden örnekleme yapılması düşüncesine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, örnek bootstrap'ın (koşullu) durağan olması ve bağımlılık yapısını taşımaması nedeniyle önceki bootstrap yöntemlerinden farklıdır. SB yöntemini önceki bootstrap yöntemlerinden farklı kılan diğer bir özelliği ise, bootstrap örneğinin orijinal veriden üretilen bir alt örneklem olmamasıdır.

Verilen bir $X_1^*, X_2^*, \dots, X_m^*$ örneği ile bir otoregresif süreç tahmin edilir. Elde edilen artıklar ortalanır ve sonrasında artıkların deneysel kümülatif dağılım fonksiyonu elde edilir. Bu dağılım kullanılarak yeniden örnekleme yapıldığında bağımsız ve özdeş dağılımlı artıklar elde edilir. Böylece ilk olarak bootstrap hata serisi üretilir ve üretilen bu seri kullanılarak bir bootstrap serisi elde edilir.

Zagdański (2001) çalışmasında, SB yönteminin birçok uygulamasını yapmıştır. Zagdanski bu çalışmasında, durağan zaman serilerinin gelecek gözlemleri için güven

aralıklarını elde etmiş ve zaman serisinin gelecek değeri için en iyi lineer tahmin edicisinin yapısını tanımlamıştır.

Bootstrap yöntemler kullanılarak güven aralıklarının elde edilmesi için literatürde bir çok farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

2.5.4. Bootstrap güven aralığı elde etme yöntemleri

Bu bölümde, tez kapsamında bootstrap öngörülerinin güven aralıklarını elde etmek için 5 farklı güven aralığı yöntemi kullanılmıştır. Bunlar; Bootstrap- t , bootstrap persantil, bootstrap standart, yan düzeltmesi (BC) ve son olarak yan düzeltmesi ve hızlandırması (BC_a) güven aralığı yöntemleridir.

2.5.4.1. Bootstrap- t güven aralığı yöntemi

İlk olarak B adet bootstrap örneklemi oluşturulur, sonrasında ise her bir bootstrap örnekleme için aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$z^{*b} = \frac{\hat{\theta}^{*b} - \hat{\theta}}{\widehat{SH}^{*b}} \quad (2.29)$$

Burada $\hat{\theta}^{*b}$; $\hat{\theta}$ 'nin b -inci bootstrap örneğini, \widehat{SH}^{*b} ise bootstrap örnekleme için $\hat{\theta}^{*b}$ 'nin standart hata tahminini göstermektedir.

Eşitlik (2.29) kullanılarak B adet z^{*b} değerlerini bootstrap ile elde ettikten sonra aralığın bitiş noktaları için kantilleri tahmin etmek gerekmektedir. $\hat{t}^{(\alpha/2)}$ ile gösterilen $\alpha/2$ 'nci kantil (2.30) nolu eşitlikteki gibi elde edilir.

$$\alpha/2 = \frac{\#(z^{*b} \leq \hat{t}^{(\alpha/2)})}{B} \quad (2.30)$$

z^{*b} 'nin $\hat{t}^{(\alpha/2)}$ 'den küçük olduğu durumların sayısının yüzdesi $\alpha/2$ değerini vermektedir. Örneğin; $B = 100$ ve $\alpha/2 = 0.05$ olduğunda $\hat{t}^{(0.05)}$ değeri z^{*b} 'nin en büyük beşinci değeri olarak hesaplanır ($B \times \alpha/2 = 100 \times 0.05 = 5$).

Bootstrap- t güven aralıklarının hesaplanması aşağıda verildiği gibidir.

$$(\hat{\theta} - \hat{t}^{(1-\alpha/2)} \times \widehat{SH}_{\hat{\theta}}, \hat{\theta} - \hat{t}^{(\alpha/2)} \times \widehat{SH}_{\hat{\theta}}) \quad (2.31)$$

(Martinez ve Martinez, 2007).

2.5.4.2. Bootstrap persantil güven aralığı yöntemi

Bootstrap persantil güven aralığının hesaplanması aşağıda verildiği gibidir.

$$\left(\hat{\theta}_B^{*(\alpha/2)}, \hat{\theta}_B^{*(1-\alpha/2)} \right) \quad (2.32)$$

Burada $\hat{\theta}_B^{*(\alpha/2)}$; $\hat{\theta}_B^*$ 'in bootstrap dağılımındaki $\alpha/2$ 'nci kantildir. Örneğin; $\alpha/2 = 0.025$ ve $B = 1000$ iken $\hat{\theta}_B^{*(0.025)}$, sıralı bootstrap örneğindeki 25. sıradaki $\hat{\theta}_B^{*b}$ 'dir. Benzer şekilde $\hat{\theta}_B^{*(0.975)}$ de 975. sıradaki bootstrap örneğidir (Martinez ve Martinez, 2007).

2.5.4.3. Bootstrap standart güven aralığı yöntemi

Bootstrap standart güven aralığı aşağıdaki gibidir.

$$\left(\hat{\theta} - z^{(1-\alpha/2)} \times SH_{\hat{\theta}}, \hat{\theta} - z^{(\alpha/2)} \times SH_{\hat{\theta}} \right) \quad (2.33)$$

$SH_{\hat{\theta}}$; bootstrap kullanılarak elde edilen $\hat{\theta}$ istatistiğinin standart hatasıdır (Martinez ve Martinez, 2007).

2.5.4.4. Yan düzeltmesi – BC yöntemi

BC güven aralığı yöntemi, \hat{z}_0 parametresine dayalı olarak aralığın bitiş noktalarını ayarlar. BC güven aralığı yöntemi kullanılarak elde edilen $\%(1 - 2\alpha) \times 100$ güven aralığı aşağıdaki gibidir.

$$\left(\hat{\theta}_B^{*(\alpha_1(B+1))}, \hat{\theta}_B^{*(\alpha_2(B+1))} \right) \quad (2.34)$$

$$\alpha_1 = \phi(2\hat{z}_0 + z^\alpha) \quad (2.35)$$

$$\alpha_2 = \phi(2\hat{z}_0 + z^{(1-\alpha)}) \quad (2.36)$$

ϕ standart normal birikimli dağılım fonksiyonunu göstermektedir. $0 \leq \alpha_1 \leq 1$ ve $0 \leq \alpha_2 \leq 1$ 'dir. \hat{z}_0 değeri yan düzeltmesi değeridir ve orijinal örneklemden hesaplanan $\hat{\theta}$ istatistiğinden küçük olan $\hat{\theta}^{*b}$ bootstrap örneğinin oranına dayanmaktadır. \hat{z}_0 'in elde edilişi Eşitlik (2.37)'de verilmiştir.

$$\hat{z}_0 = \phi^{-1} \left(\frac{\#(\hat{\theta}^{*b} < \hat{\theta})}{B} \right) \quad (2.37)$$

Burada ϕ^{-1} standart normal birikimli dağılım fonksiyonunun tersini göstermektedir.

2.5.4.5. Yan düzeltmesi ve hızlandırması – BC_a yöntemi

BC_a güven aralığı yöntemi, \hat{a} ve \hat{z}_0 parametrelerine dayalı olarak aralığın bitiş noktalarını ayarlar. BC_a güven aralığı yöntemi kullanılarak elde edilen $\%(1 - 2\alpha) \times 100$ güven aralığı aşağıdaki gibidir.

$$\left(\hat{\theta}_B^{*(\alpha_1)}, \hat{\theta}_B^{*(\alpha_2)} \right) \quad (2.38)$$

$$\alpha_1 = \Phi \left(\hat{z}_0 + \frac{\hat{z}_0 + z^{(\alpha)}}{1 - \hat{a}(\hat{z}_0 + z^{(\alpha)})} \right) \quad (2.39)$$

$$\alpha_2 = \Phi \left(\hat{z}_0 + \frac{\hat{z}_0 + z^{(1-\alpha)}}{1 - \hat{a}(\hat{z}_0 + z^{(1-\alpha)})} \right) \quad (2.40)$$

ϕ standart normal birikimli dağılım fonksiyonunu göstermektedir. $0 \leq \alpha_1 \leq 1$ ve $0 \leq \alpha_2 \leq 1$ dir. \hat{z}_0 değeri yan düzeltmesi değeridir ve orijinal örneklemeden hesaplanan $\hat{\theta}$ istatistiğinden küçük olan $\hat{\theta}^{*b}$ bootstrap örneğinin oranına dayanmaktadır. \hat{z}_0 'ın elde edilişi Eşitlik (2.41)'de verilmiştir.

$$\hat{z}_0 = \Phi^{-1} \left(\frac{\#(\hat{\theta}^{*b} < \hat{\theta})}{B} \right) \quad (2.41)$$

Hızlandırma parametresi (\hat{a}) (2.42) nolu eşitlikteki gibi hesaplanır.

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=1}^n \{\overline{\hat{\theta}^{(j)}} - \hat{\theta}^{(-i)}\}^3}{6 \left\{ \sum_{i=1}^n (\overline{\hat{\theta}^{(j)}} - \hat{\theta}^{(-i)})^2 \right\}^{3/2}} \quad (2.42)$$

Burada $\hat{\theta}^{(-i)}$; örneklem ile silinen i -ninci veri noktasını kullanan istatistiğin değeridir.

$$\overline{\hat{\theta}^{(j)}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \hat{\theta}^{(-i)} \quad (2.43)$$

(Efron ve Tibshirani, 1993).

Bu 5 farklı yöntemden elde ettiğimiz bootstrap güven aralıklarını karşılaştırmak için sırasıyla 2.44 ve 2.45 nolu eşitliklerde verilen *güvenilirlik değerlendirmesi (GD)* ve *keskinlik değerlendirmesi (KD)* kriterleri kullanılmıştır.

$$GD = \left(\frac{\xi^{(1-\alpha)}}{ntest} - (1 - \alpha) \right) \times 100 \% \quad (2.44)$$

$$KD = \frac{1}{ntest} \sum_{t=1}^{ntest} (Us_{1-\alpha}(\hat{y}_t) - As_{1-\alpha}(\hat{y}_t)) \quad (2.45)$$

(Yolcu vd (2016)).

Burada $\xi^{(1-\alpha)}$; gerçek değerlerin α -seviyeli tahminin güven aralıklarının kaç tanesinin sınırları arasında kaldığıнын sayısını, $Us_{1-\alpha}(\hat{y}_t)$ ve $As_{1-\alpha}(\hat{y}_t)$ sırasıyla tahminin güven aralıklarının üst ve alt sınırlarını ve \hat{y}_t ise t anındaki çıktı (tahmin) değerini göstermektedir. $\frac{\xi^{(1-\alpha)}}{ntest}$ değeri, $(1 - \alpha)$ değerine ne kadar yakın olursa aralarındaki fark yani olasılıksal tahmin yönteminin *yan* değeri o kadar küçük olmaktadır. Bu *yan* değeri *GD* kriteri ile ölçülür ve $|GD|$ 'nin 0'a yakın olması istenir. *KD* kriteri ise güven aralıklarının ortalama genişliğini lmek ve tahmini dağılımının keskinliğini hesaplamak için kullanılmaktadır (Yolcu vd (2016)).



3. ÖNERİLEN YÖNTEMLER VE ALGORİTMALARI

Zaman serileri analizi, zaman içinde düzenli aralıklarla gözlemlenen verilerin istatistiksel olarak incelenmesini ve gelecek dönemlerde elde edilebilecek verilerin öngörüsünün güvenilir bir şekilde yapılabilmesini amaçlamaktadır.

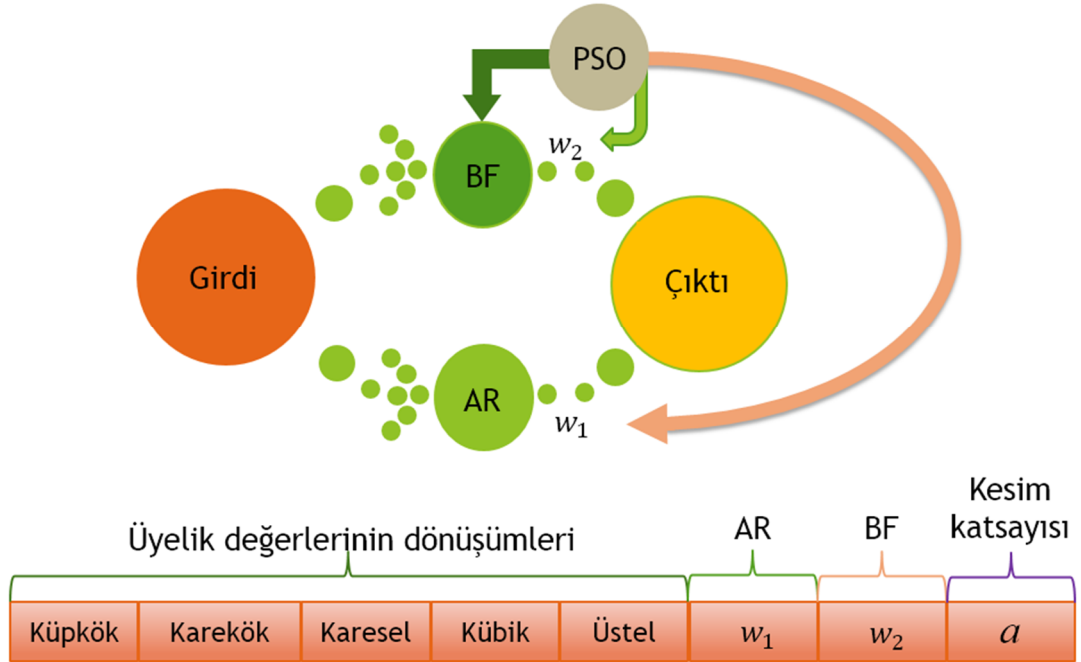
Zaman serisi öngörüsü için bulanık kümelere dayalı yaklaşımlar; bulanık regresyon yöntemleri, bulanık zaman serisi yöntemleri ve bulanık çıkarım sistemleri olarak sınıflandırılabilir. Bulanık regresyon yaklaşımlarında klasik regresyon ya da otoregresif model gibi olasılıksal modellerin parametreleri bulanık sayı olarak alınmaktadır. Bu yöntemlerin amacı olasılıksal modellere göre daha iyi aralık ve nokta tahminleri üretmektir. Ancak bu yöntemler hem doğrusal modelleri kullanmakta hem de karmaşık matematiksel programlama problemlerinin çözümünü gerektirdiğinden literatürde çok fazla uygulama alanı bulamamıştır. Bulanık zaman serisi yaklaşımları kolay uygulanabilir olduğundan bulanık regresyon tekniklerine göre daha fazla uygulama alanı bulmuştur. Bulanık zaman serisi yaklaşımları içinde yapay zeka optimizasyon algoritmaları ve yapay sinir ağları gibi teknikler kolaylıkla kullanılabilirlerdir.

Bulanık zaman serisi yöntemleri, klasik zaman serisi yöntemleri için geçerli olan kısıtlara sahip olmaması nedeniyle zaman serisi öngörüsü elde etmek için son yıllarda literatürde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Birçok bulanık zaman serisi yaklaşımı, klasik bulanık çıkarım sistemleri gibi kural tabanlı çalışmaktadır. Kuralların belirlenmesi çıkarım sistemi içinde önemli bir problem olmakla birlikte, yöntemlerin performansını da etkileyen önemli bir faktördür.

Bulanık çıkarım sistemleri, uzman bilgisi ile verideki bilgiyi birlikte kullanan modelleme yaklaşımlarıdır. Bulanık çıkarım sistemleri tahmin problemleri için yaygın kullanılmakla birlikte, zaman serisi tahmin problemi için yeterince yaygın kullanılmamaktadır. Bulanık çıkarım sistemlerinin kural tabanına dayalı çalışması önemli bir dezavantaj olarak görüldüğünden literatürde bulanık fonksiyonlar yaklaşımları ortaya atılmıştır. Bulanık fonksiyonlar yaklaşımlarında çıkarım sistemi kural tabanına ihtiyaç duymamaktır.

Lineer olmayan modellerin genel problemi modelin karmaşıklığı ve çok fazla parametre içermesidir. Bu tez kapsamında, zaman serilerinin tamamen doğrusal olmadığını göz önünde bulundurarak, doğrusal kısım için AR modelini doğrusal olmayan kısım için ise bulanık fonksiyonlar yaklaşımını kullanan bir yöntem önerilmiştir. Bulanık fonksiyonlar yaklaşımının parametrelerinin literatürde yaygın olarak kullanılan yapay zeka optimizasyon algoritmalarından olan parçacık sürü optimizasyonu algoritması ile optimizasyonu ve seçimi yapılarak parametrelerin keyfi belirlenmesinin önüne geçilmiştir.

Tez kapsamında iki adet yöntem önerilmiştir. Önerilen iki yöntemin de temel işleyişini gösteren şema Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Önerilen yöntemler için genel işleyiş şeması

Önerilen yöntem 2'nin önerilen yöntem 1'den farkı, alt örneklem bootstrap yaklaşımı kullanılarak öngörülerin güven aralıklarının ve dağılımlarının elde edilebilmesi ve yöntemin öngörüsünün bootstrap dağılımın medyanına göre hesaplanmasıdır. Önerilen her iki yöntem de aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.1. Önerilen Yöntem 1 (ARBF)

Tez kapsamında önerilen ilk yöntemde, zaman serilerinin doğrusal kısmı için AR modelini, doğrusal olmayan kısım için ise tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımını kullanan bir algoritma oluşturulmuştur. Algoritmada tip-1 bulanık fonksiyonlar

yaklaşımındaki üyelik değerleri ve üyelik değerlerinin lineer olmayan dönüşümlerini içeren X matrisinin bu dönüşümlerden hangilerinin modelde olacağına ikili parçacık sürü optimizasyonu yöntemi ile, üyelik değerlerinin sınırlanması için kullanılan α kesme katsayısının ve T1BF ve AR'ın ağırlıklarının ise değiştirilmiş parçacık sürü optimizasyonu ile optimize edilerek önerilen yöntemin çıktı değerleri elde edilir.

3.1.1. Önerilen yöntem 1'in algoritması

Adım 1. T1BF ve AR için eğitim ve test kümesi uzunlukları ($negt$ ve $ntest$), T1BF için bulanık küme sayısı (ks), BCO yöntemi için bulanıklık indeks değeri (f_i) ve gecikme sayısı (gs) belirlenir. Ayrıca PSO için başlangıç hız ve konum vektörleri oluşturulur. Bir parçacığın pozisyonları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

$x_{i,j}^k$: k . iterasyonda i . parçacığın j . pozisyon değeri

$v_{i,j}^k$: k . iterasyonda i . parçacığın j . hız değeri

Çizelge 3.1. Bir parçacığın pozisyonlarının temsili gösterimi

$x_{i,1}^8$	$x_{i,2}^8$	$x_{i,3}^8$	$x_{i,4}^8$	$x_{i,5}^8$	$x_{i,6}^8$	$x_{i,7}^8$	$x_{i,8}^8$
0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	$(-\infty, \infty)$	$(-\infty, \infty)$	[0, 0.40]

$x_{i,j}^0 \sim$ Bernoulli ($p=0.50$), $j=1, 2, 3, 4, 5$; $i=1, 2, \dots, ps$

$x_{i,j}^0 \sim$ Uniform (0, 1), $j=6, 7$; $i=1, 2, \dots, ps$

$x_{i,j}^0 \sim$ Uniform (0, 0.40), $j=8$; $i=1, 2, \dots, ps$

$v_{i,j}^k \sim$ Uniform (0, 1), $j=1, 2, \dots, 8$; $i=1, 2, \dots, ps$

İlk 5 pozisyon, üyelik fonksiyonlarının doğrusal olmayan dönüşümlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Adım 2. Sistemin girdileri gecikmeli değişken sayısına göre belirlenir. Sistemin girdilerinden ve çıktısından oluşan Z matrisi oluşturulur. Daha sonra, bu matrisin elemanları BCO yöntemi kullanılarak kümelendir. BCO yöntemi aşağıdaki verilen formüller kullanılarak uygulanır.

$$\pi_i = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^{f_i} z_k}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^{f_i}}, \quad i=1, 2, \dots, c \quad (3.1)$$

$$u_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{d(z_k, \pi_i)}{d(z_k, \pi_j)} \right)^{\frac{2}{f_i-1}} \right]^{-1}, \quad i=1, 2, \dots, c; k=1, 2, \dots, negt \quad (3.2)$$

burada $d(z, \pi)$ öklid uzaklığıdır ve (3.3) numaralı formül ile hesaplanır. z_k Z matrisinin k . sütununun elemanlarından oluşan bir vektördür. u_{ik} k . gözlemin i . kümeye ait olmasının üyelik derecesidir.

$$d(z_k, \pi_i) = \|z_k - \pi_i\| \quad (3.3)$$

Girdi uzayının üyelik değerleri aşağıdaki formülde verildiği gibi hesaplanır.

$$u_{ik} = \left[\sum_{j=1}^n \left(\frac{d(x_k, \pi_i)}{d(x_k, \pi_j)} \right)^{\frac{2}{f_i-1}} \right]^{-1}, \quad i=1, 2, \dots, c; k=1, 2, \dots, negt \quad (3.4)$$

Burada x ; gecikmeli değişkenlere göre oluşturulan ve sistemin girdilerini içeren matristir.

Adım 3. Her bir parçacık için Adım 3.1-3.6 uygulanarak uygunluk değerleri hesaplanır.

Adım 3.1. Parçacığın pozisyon değerlerine göre her bir küme için $X^{(i)}$ ve $Y^{(i)}$ matrisleri eğitim kümesi üzerinden oluşturulur. Örneğin;

Çizelge 3.2. Bir parçacığın pozisyonlarının örnek gösterimi

$x_{i,1}^g$	$x_{i,2}^g$	$x_{i,3}^g$	$x_{i,4}^g$	$x_{i,5}^g$	$x_{i,6}^g$	$x_{i,7}^g$	$x_{i,8}^g$
1	0	0	1	0	0,45	0,55	0.10

$x_{i1} = 1, x_{i4} = 1$ olduğu için tasarım matrisinde üyelik değerlerinin sadece küpkök ve kübik dönüşümleri yer alacaktır. $x_{i8} = 0,10$ olduğu için üyelik değerleri aşağıda verilen formül ile yeniden düzenlenir.

$$\mu_{ik} = \begin{cases} u_{ik}, & u_{ik} > 0,10 \\ 0, & u_{ik} \leq 0,10 \end{cases} \quad (3.5)$$

$$X^{(i)} = \begin{bmatrix} 1 & \mu_{i1} & \mu_{i1}^{1/3} & \mu_{i1}^3 & x_{11} & \dots & x_{p1} \\ 1 & \mu_{i2} & \mu_{i2}^{1/3} & \mu_{i2}^3 & x_{12} & \dots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \mu_{i,negt} & \mu_{i,negt}^{1/3} & \mu_{i,negt}^3 & x_{1,negt} & \dots & x_{p,negt} \end{bmatrix}, Y^{(i)} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{negt} \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Adım 3.2. Her bir küme için regresyon modelinin parametre tahminleri ve eğitim kümesi için bulanık fonksiyonların çıktıları aşağıda verilen formüllerle hesaplanır.

$$\hat{\beta}^{(i)} = (X^{(i)'}X^{(i)})^{-1}X^{(i)'}Y^{(i)} \quad (3.7)$$

$$\hat{Y}^{(i)} = X^{(i)}\hat{\beta}^{(i)} \quad (3.8)$$

Adım 3.3. Bulanık fonksiyonlardan hesaplanan çıktı değerleri, üyelik dereceleri kullanılarak T1BF'nin çıktıları hesaplanır.

$$\hat{y}_i = \frac{\sum_{k=1}^c \hat{y}_{ik} \mu_{ik}}{\sum_{k=1}^c \mu_{ik}}, i=1, 2, \dots, negt \quad (3.9)$$

Adım 3.4. AR modelin parametreleri ve eğitim kümesi için tahmin değerleri aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$X^{(AR)} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{p1} \\ 1 & x_{12} & \dots & x_{p2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1, negt} & \dots & x_{p, negt} \end{bmatrix}, Y^{(AR)} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{negt} \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

$$\hat{\beta}^{(AR)} = (X^{(AR)'} X^{(AR)})^{-1} X^{(AR)'} Y^{(AR)} \quad (3.11)$$

$$\hat{Y}^{(AR)} = X^{(AR)} \hat{\beta}^{(AR)} \quad (3.12)$$

Adım 3.5. T1BF ve AR modelinin çıktıları parçacığın pozisyon değerlerine göre aşağıdaki gibi birleştirilerek ARBF'nin eğitim kümesi için tahminleri elde edilir. Örneğin; Çizelge 3.2'de $x_{i6} = 0,45$, $x_{i7} = 0,55$ olduğundan,

$$\hat{Y}^{(ARBF)} = 0,45 \times \hat{Y}^{(AR)} + 0,55 \times \hat{Y}^{(T1BF)} \quad (3.13)$$

Adım 3.6. İlgili parçacık için uygunluk değeri olarak hata kareler ortalaması karekök (HKOK) değeri eğitim kümesi üzerinden aşağıda verilen formülle hesaplanır.

$$HKOK = \sqrt{\frac{1}{negt} \sum_{t=1}^{negt} (\hat{Y}_t^{(ARBF)} - Y_t)^2} \quad (3.14)$$

Adım 4. Hesaplanan uygunluk değerlerine göre $pbest$ ve $gbest$ belirlenir.

Adım 5. Bilişsel ve sosyal katsayılar ile eylemsizlik ağırlığı aşağıda verilen formüllere göre hesaplanır.

$$c_1 = (c_{1f} - c_{1i}) \frac{t}{makst} + c_{1i} \quad (3.15)$$

$$c_2 = (c_{2f} - c_{2i}) \frac{t}{makst} + c_{2i} \quad (3.16)$$

$$w = (w_2 - w_1) \frac{makst-t}{makst} + w_1 \quad (3.17)$$

Adım 6. Parçacıkların hız ve pozisyon değerleri aşağıda verilen formüller ile güncellenir. İlk beş parçacık ($j=1, 2, \dots, 5$) için (3.18), (3.19) ve (3.20) nolu formüller,

son üç parçacık ($j=6, 7, 8$) için ise (3.18) ve (3.21) nolu formüller güncellemeler için kullanılır.

$$v_{ij}^{k+1} = wv_{ij}^k + c_1 \times r_1^k \times (pbest_{ij}^k - x_{ij}^k) + c_2 \times r_2^k \times (gbest_j^k - x_{ij}^k) \quad (3.18)$$

$$S(v_{ij}^{k+1}) = \frac{1}{1+e^{-v_{ij}^{k+1}}} \quad (3.19)$$

$$x_{ij}^{k+1} = \begin{cases} 0, & r_3^k \geq S(v_{ij}^{k+1}) \\ 1, & r_3^k < S(v_{ij}^{k+1}) \end{cases} \quad (3.20)$$

$$x_{ij}^{k+1} = x_{ij}^k + v_{ij}^{k+1} \quad (3.21)$$

Adım 7. Adım 3.1-3.6'daki işlemler uygulanarak yeni pozisyonlar için parçacıkların uygunluk değerleri hesaplanır.

Adım 8. $pbest$ ve $gbest$ değerleri güncellenir. $gbest$ için hesaplanan uygunluk değeri önceden belirlenen maksimum iterasyon sayısına ulaşılmış ise Adım 9'a gidilir. Aksi halde Adım 5'e geri dönlür.

Adım 9. $pbest$ ve $gbest$ 'e göre eğitim kümesinden elde edilen parametre tahmin sonuçları kullanılarak test kümesi için ARBF'nin tahminleri Adım 3.1-3.6'daki benzer işlemler ile elde edilir. Bu işlemler esnasında parametre tahminleri tekrar bulunmaz ve tasarım matrisleri T1BF ve AR için aşağıdaki gibi olur.

$$X^{(i)} = \begin{bmatrix} 1 & \mu_{i,negt+1} & \mu_{i,negt+1}^{\frac{1}{3}} & \mu_{i,negt+1}^3 & x_{1,negt+1} & \dots & x_{p,negt+1} \\ 1 & \mu_{i,negt+2} & \mu_{i,negt+2}^{\frac{1}{3}} & \mu_{i,negt+2}^3 & x_{1,negt+2} & \dots & x_{p,negt+2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \mu_{i,negt+ntest} & \mu_{i,negt+ntest}^{\frac{1}{3}} & \mu_{i,negt+ntest}^3 & x_{1,negt+ntest} & \dots & x_{p,negt+ntest} \end{bmatrix} \quad (3.22)$$

$$Y^{(i)} = \begin{bmatrix} y_{negt+1} \\ y_{negt+2} \\ \vdots \\ y_{negt+ntest} \end{bmatrix} \quad (3.23)$$

$$X^{(AR)} = \begin{bmatrix} 1 & x_{1,negt+1} & \dots & x_{p,negt+1} \\ 1 & x_{1,negt+2} & \dots & x_{p,negt+2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{1,negt+ntest} & \dots & x_{p,negt+ntest} \end{bmatrix}, Y^{(AR)} = \begin{bmatrix} y_{negt+1} \\ y_{negt+2} \\ \vdots \\ y_{negt+ntest} \end{bmatrix} \quad (3.24)$$

3.2. Önerilen Yöntem 2 (BARBF)

Tez kapsamında önerilen ikinci yöntemde, alt örneklem bootstrap yaklaşımı kullanılarak öngörülerin güven aralıkları ve dağılımları elde edilebilmekte ve yöntemin öngörüsü bootstrap dağılımının medyanı olarak hesaplanmaktadır.

3.2.1. Önerilen yöntem 2'nin algoritması

Adım 1. T1BF ve AR için eğitim ve test kümesi uzunlukları ($negt$ ve $ntest$), T1BF için bulanık küme sayısı (ks), BCO yöntemi için bulanıklık indeks değeri (fi) ve gecikme sayısı (gs) belirlenir. Ayrıca alt örneklem bootstrap yöntemi için blok uzunluğu ($nblok$) değeri ve PSO için başlangıç hız ve konum vektörleri oluşturulur.

Adım 2. Bootstrap örneklemi eğitim kümesi içerisinde alınır. Bootstrap örneklemi için algoritma 1 kullanılarak test kümesi için tahminler elde edilir. Bootstrap örneklemi için algoritma 1 kullanılırken, her bir bootstrap tekrarı için test kümesi aynıdır ve bu durum Şekil 3.2'de temsili olarak gösterilmiştir.

	Eğitim kümesi				Test kümesi			
t	1	2	...	$n-ntest$	$n-ntest+1$	$n-ntest+2$...	n
X_t	14	17	...	19	22	12	...	8

Şekil 3.2. Örnek bir bootstrap örnekleme

Adım 3. Test kümesi için elde edilen öngörülerin dağılımları için medyan değerleri hesaplanarak bootstrap yaklaşımın öngörüsü elde edilir. Şekil 3.3'de bootstrap öngörülerinin şematize edilmiş hali verilmiştir.

$$\hat{y}_i = med_j(\hat{y}_i^j), j=1, 2, \dots, nbst; i=1, 2, \dots, ntest; nbst=negt-nblok+1 \quad (3.25)$$

Burada \hat{y}_i^j : test kümesindeki i . eleman için elde edilen j . bootstrap öngörüsüdür.

	\hat{y}_1^1	\hat{y}_2^2	...	\hat{y}_{ntest}^j
	\hat{y}_1^1	\hat{y}_2^1	...	\hat{y}_{ntest}^1
	\hat{y}_1^2	\hat{y}_2^2	...	\hat{y}_{ntest}^2
	\vdots	\vdots	...	\vdots
	\hat{y}_1^{nbst}	\hat{y}_2^{nbst}	...	\hat{y}_{ntest}^{nbst}
$\hat{y}_i = med_j(\hat{y}_i^j)$	\hat{y}_1	\hat{y}_2	...	\hat{y}_{ntest}

Şekil 3.3. Bootstrap öngörülerinin şeması

Ayrıca öngörülerin dağılımlarından bootstrap güven aralığı elde etme yöntemleri yardımıyla güven aralıkları hesaplanır.



4. UYGULAMA

Bu tez kapsamında, önerilen yöntemlerin performanslarını test etmek için 4 farklı borsa endeksi verisi 2010-2014 yılları arasındaki her yıl için ayrı ayrı elde edilmiş ve toplamda 20 farklı veri seti oluşturulmuştur. Bunlar; Borsa İstanbul 100 endeksi (BIST 100), Londra Borsası 100 endeksi (Financial Times Stock Exchange – FTSE 100), Tayvan Borsası Sermaye Ağırlık Endeksi (TAIEX), ve ABD Borsa (National Association of Securities Dealers Automated Quotations – NASDAQ 100) endeksidir.

Önerilen yöntem 1 (ARBF)'in performansını test etmede kullanılan alternatif yöntemler ANFIS-G, ANFIS-S (Jang, 1993), MANFIS (Eğrioğlu vd, 2014) ve tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımı (T1BF; Türkşen (2008)) yöntemleridir. ARBF ve alternatif yöntemler için parametreler ve bu parametrelere ilişkin değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir. Uygulamada kullanılan veri setleri ile ilgili bilgiler ise Çizelge 4.2'de verilmiştir. Veriler eğitim ve test kümesi olarak iki bölüme ayrılmıştır. Her bir zaman serisi için test kümesindeki veri sayısı (*n_{test}*) 2 hafta için 10, 4 hafta için 20 ve 8 hafta için 40 olarak alınarak toplamda 60 durum için çözümlenmeler yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Yöntemlerin parametre değerleri

Yöntem	Gecikme Sayısı	Küme Sayısı
ANFIS-G	1:2	3
	[1 5]	3
	1:2, 1:5	3
	[1 2 5 10]	3
	1:5	3
ANFIS-S	1:2	3 – 4 – 5
	[1 5]	3 – 4 – 5
	[1 2 5]	3 – 4 – 5
	[1 2 5 10]	3 – 4 – 5
	1:5	3 – 4 – 5
MANFIS	1 – 2 – 5 – 10	3 – 4 – 5
T1BF	1:10	3 – 4 – 5
ARBF BARBF	1:10	3 – 4 – 5

Çizelge 4.2. Uygulamada kullanılan veri setleri ile ilgili bilgiler

Seri No	Seri / Yıl	Gözlem Sayısı	<i>n</i> test	Çizelge No	Şekil No
1	BIST 100 / 2010	250	10–20–40	4.3–A.1–A.2	4.2–B.1– B.2
2	BIST 100 / 2011	253	10–20–40	4.4–A.3–A.4	4.4–B.3–B.4
3	BIST 100 / 2012	253	10–20–40	4.5–A.5–A.6	4.6–B.5–B.6
4	BIST 100 / 2013	251	10–20–40	4.6 –A.7–A.8	4.8–B.7–B.8
5	BIST 100 / 2014	251	10–20–40	4.7–A.9–A.10	4.10–B.9–B.10
6	FTSE 100 / 2010	252	10–20–40	4.10–A.11–A.12	4.12–B.11–B.12
7	FTSE 100 / 2011	251	10–20–40	4.11–A.13–A.14	4.14–B.13–B.14
8	FTSE 100 / 2012	252	10–20–40	4.12–A.15–A.16	4.16–B.15–B.16
9	FTSE 100 / 2013	253	10–20–40	4.13–A.17–A.18	4.18–B.17–B.18
10	FTSE 100 / 2014	253	10–20–40	4.14–A.19–A.20	4.20–B.19–B.20
11	TAIEX / 2010	251	10–20–40	4.17–A.21–A.22	4.22–B.21–B.22
12	TAIEX / 2011	247	10–20–40	4.18–A.23–A.24	4.24–B.23–B.24
13	TAIEX / 2012	250	10–20–40	4.19–A.25–A.26	4.26–B.25–B.26
14	TAIEX / 2013	246	10–20–40	4.20–A.27–A.28	4.28–B.27–B.28
15	TAIEX / 2014	248	10–20–40	4.21–A.29–A.30	4.30–B.29–B.30
16	NASDAQ 100 / 2010	252	10–20–40	4.24–A.31–A.32	4.32–B.31–B.32
17	NASDAQ 100 / 2011	251	10–20–40	4.25–A.33–A.34	4.34–B.33–B.34
18	NASDAQ 100 / 2012	250	10–20–40	4.26–A.35–A.36	4.36–B.35–B.36
19	NASDAQ 100 / 2013	252	10–20–40	4.27–A.37–A.38	4.38–B.37–B.38
20	NASDAQ 100 / 2014	252	10–20–40	4.28–A.39–A.40	4.40–B.39–B.40

Sonuçların elde edilmesinde değerlendirme kriteri olarak HKOK değeri baz alınmıştır. Çizelgelerde kullanılan ortalama mutlak yüzdellik hata (OMYH) değeri ise, HKOK değerine göre belirlenen en iyi durumun OMYH değeridir.

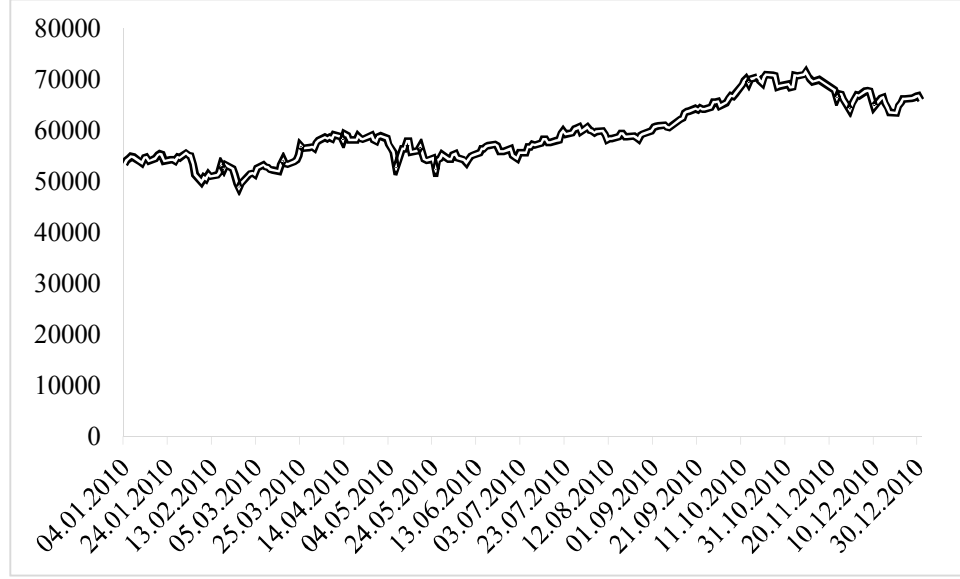
4.1. ARBF'nin Veri Setleri için Çözümlenmeleri

4.1.1. BIST 100 endeksi veri setleri için çözümlenmeler

BIST 100 endeksi, Borsa İstanbul'da işlem gören, piyasa değeri ve işlem hacmi en yüksek 100 şirketin ortak performansının ölçülmesi amacıyla oluşturulmuştur.

4.1.1.1. Seri 1 zaman serisi için çözümlenmeler

04.01.2010 ile 31.12.2010 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 250 adet gözlemden oluşan BIST 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (*n*test) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 1'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 1 zaman serisi grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir.



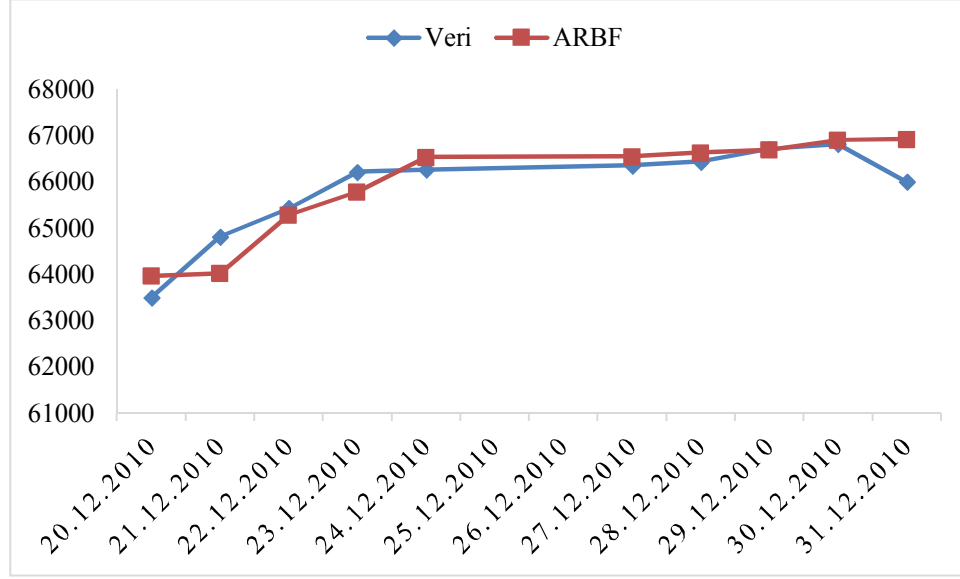
Şekil 4.1. Seri 1 zaman serisi grafiği

Seri 1 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Seri 1 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
20.12.2010	63501,58	64213,82	63735,02	63626,35	63941,14	63966,45
21.12.2010	64819,64	63838,43	63838,14	63603,71	63963,60	64023,83
22.12.2010	65440,22	65431,38	65261,44	64923,82	65235,55	65294,76
23.12.2010	66218,98	65711,54	65728,38	65545,36	65720,32	65792,49
24.12.2010	66267,34	66405,02	66463,54	66325,33	66461,42	66536,88
27.12.2010	66356,58	66058,96	66390,15	66373,76	66489,68	66553,15
28.12.2010	66441,93	66153,60	66477,84	66463,14	66601,01	66638,43
29.12.2010	66719,67	66227,25	66554,77	66548,63	66701,03	66702,15
30.12.2010	66822,14	66577,31	66838,16	66826,80	66677,50	66911,34
31.12.2010	66004,48	66605,56	66902,94	66929,43	66781,68	66930,13
	HKOK	508,1348	465,4127	557,0805	438,4699*	454,6936
	OMYH	0,0065	0,0049	0,0057	0,0052	0,0054

Çizelge 4.3 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin T1BF yöntemi ile elde edildiği görülmektedir. Önerilen yöntem 1'in HKOK değerinin en küçük ikinci değer olduğundan öngörü performansının iyi olduğu söylenebilir. Seri 1 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir.

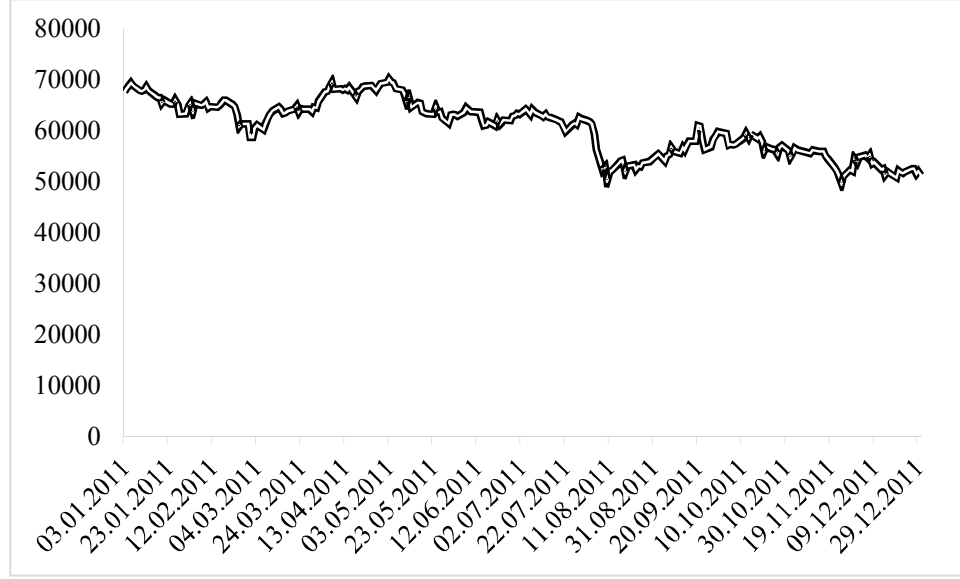


Şekil 4.2. Seri 1 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 1 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.1'de ve Ek A.2'de verilmiştir. Ek A.1 ve Ek A.2 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerler ile ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafikleri sırasıyla Ek B.1'de ve Ek B.2'de verilmiştir.

4.1.1.2. Seri 2 zaman serisi için çözümler

03.01.2011 ile 30.12.2011 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 253 adet gözlemden oluşan BIST 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 2'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 2 zaman serisi grafiği Şekil 4.3'de verilmiştir.



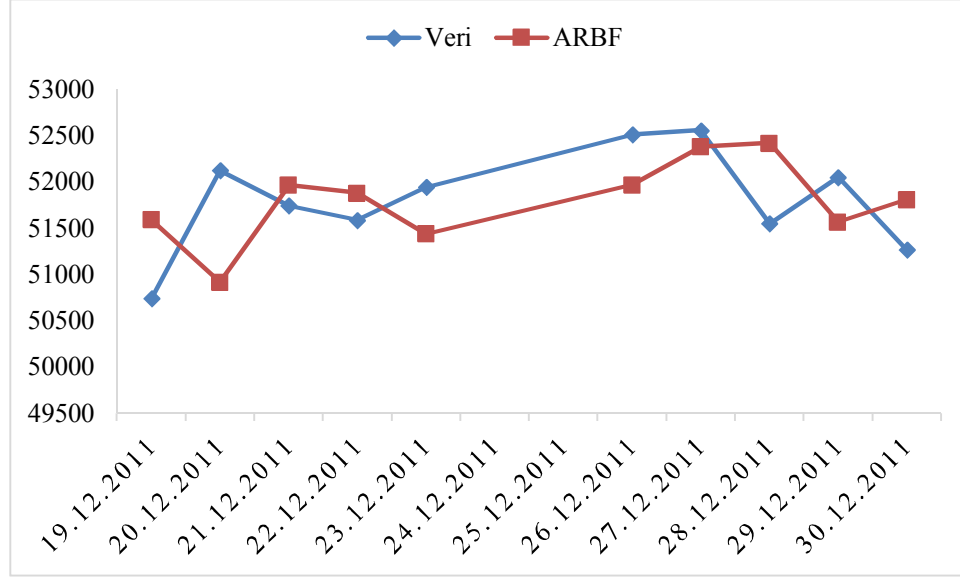
Şekil 4.3. Seri 2 zaman serisi grafiği

Seri 2 için test kümesi sayısının 10 alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Seri 2 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
19.12.2011	50742,08	51702,34	51822,03	51661,28	51735,21	51592,91
20.12.2011	52126,94	51206,51	50992,23	50737,71	50972,29	50916,88
21.12.2011	51747,43	52353,74	52091,96	52122,38	52170,34	51968,28
22.12.2011	51591,56	51756,48	51920,67	51742,92	52001,63	51881,45
23.12.2011	51948,62	51660,43	51741,44	51587,07	51613,44	51441,75
26.12.2011	52517,25	51950,75	52034,56	51944,08	52081,75	51970,93
27.12.2011	52561,20	52389,19	52570,91	52512,64	52564,73	52384,79
28.12.2011	51553,20	52394,09	52674,08	52556,58	52549,57	52423,34
29.12.2011	52053,62	51705,18	51800,97	51548,72	51694,47	51570,47
30.12.2011	51266,62	52046,13	52121,62	52049,07	51982,29	51811,44
	HKOK	635,1217*	707,6805	726,2175	678,4161	647,6786
	OMYH	0,0109	0,0113	0,0118	0,0113	0,0110

Çizelge 4.4 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ANFIS-G yöntemi ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'nin HKOK değeri en küçük ikinci değer olduğundan öngörü performansının iyi olduğu söylenebilir. Seri 2 için test kümesi sayısının 10 alındığı durumda gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir.



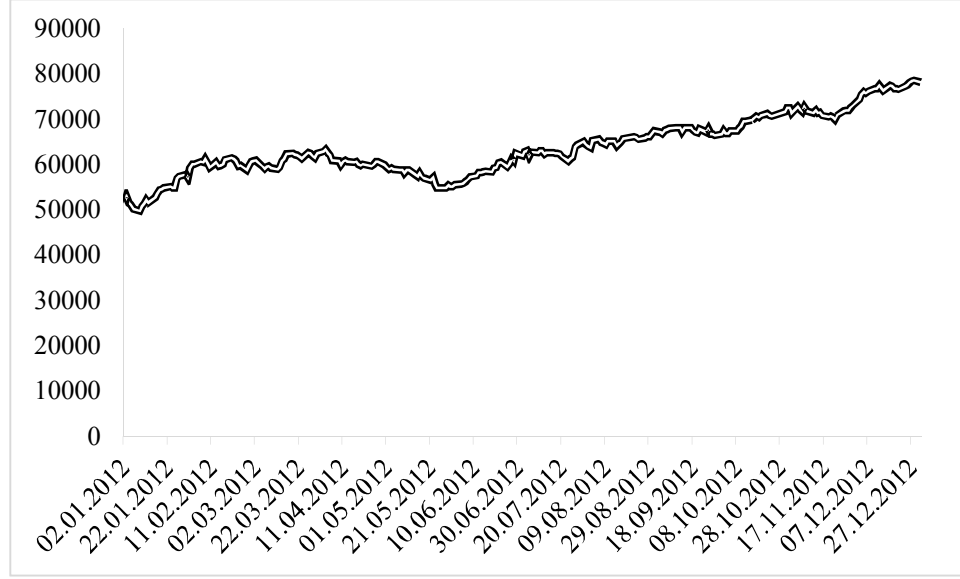
Şekil 4.4. Seri 2 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 2 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.3'de verilmiştir. Ek A.3 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin MANFIS yöntemi ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafiği Ek B.3'de verilmiştir.

Seri 2 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.4'de verilmiştir. Ek A.4 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.4'de verilmiştir.

4.1.1.3. Seri 3 zaman serisi için çözümler

02.01.2012 ile 31.12.2012 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 253 adet gözlemden oluşan BIST 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 3'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 3 zaman serisi grafiği Şekil 4.5'de verilmiştir.



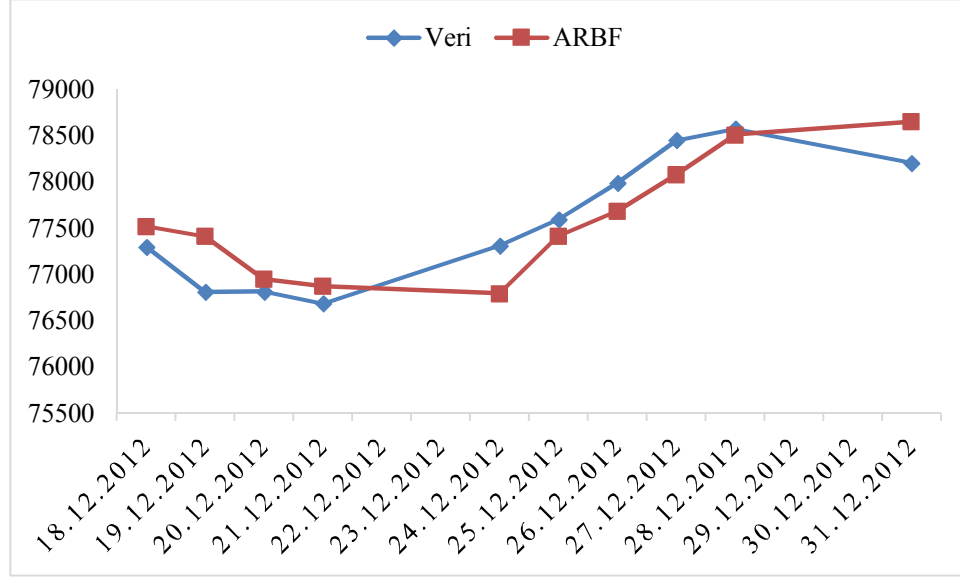
Şekil 4.5. Seri 3 zaman serisi grafiği

Seri 3 için test kümesi sayısının 10 alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Seri 3 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
18.12.2012	77298,45	77327,27	77369,47	77564,76	77483,96	77520,51
19.12.2012	76810,26	77239,31	77312,08	77396,11	77373,80	77414,23
20.12.2012	76814,43	76993,13	76892,58	76907,32	76900,66	76947,64
21.12.2012	76684,74	76920,99	76907,66	76911,49	76851,61	76873,95
24.12.2012	77314,46	76851,38	76644,02	76781,65	76759,66	76793,41
25.12.2012	77596,24	77199,23	77226,27	77412,14	77371,64	77418,58
26.12.2012	77991,10	77363,67	77638,36	77694,26	77645,84	77687,98
27.12.2012	78454,19	77557,02	78042,94	78089,61	78031,88	78083,74
28.12.2012	78579,08	77757,30	78543,61	78553,26	78466,45	78513,39
31.12.2012	78208,44	77817,62	78647,03	78678,31	78602,17	78653,84
	HKOK	516,8531	372,3181	351,3469	347,9623	346,7701*
	OMYH	0,0057	0,0041	0,0039	0,0039	0,0039

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.6'da verilmiştir.



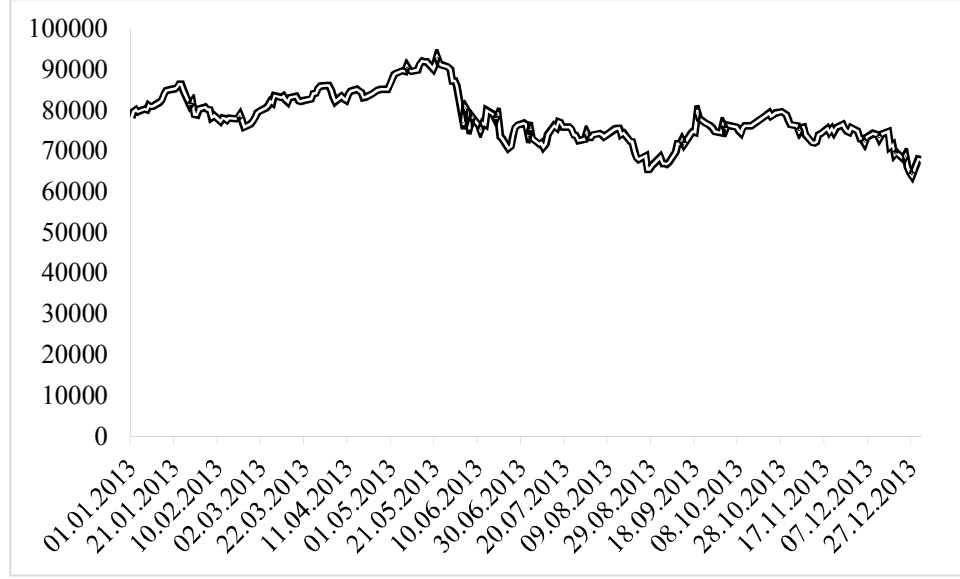
Şekil 4.6. Seri 3 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 3 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.5'de verilmiştir. Ek A.5 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin önerilen yöntem 1 ile elde edildiği görülmektedir. Önerilen yöntem 1'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.5'de verilmiştir.

Seri 3 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.6'da verilmiştir. Ek A.6 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin T1BF yöntemi ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.6'da verilmiştir.

4.1.1.4. Seri 4 zaman serisi için çözümler

01.01.2013 ile 31.12.2013 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 251 adet gözlemden oluşan BIST 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 4'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir.. Seri 4 zaman serisi grafiği Şekil 4.7'de verilmiştir.



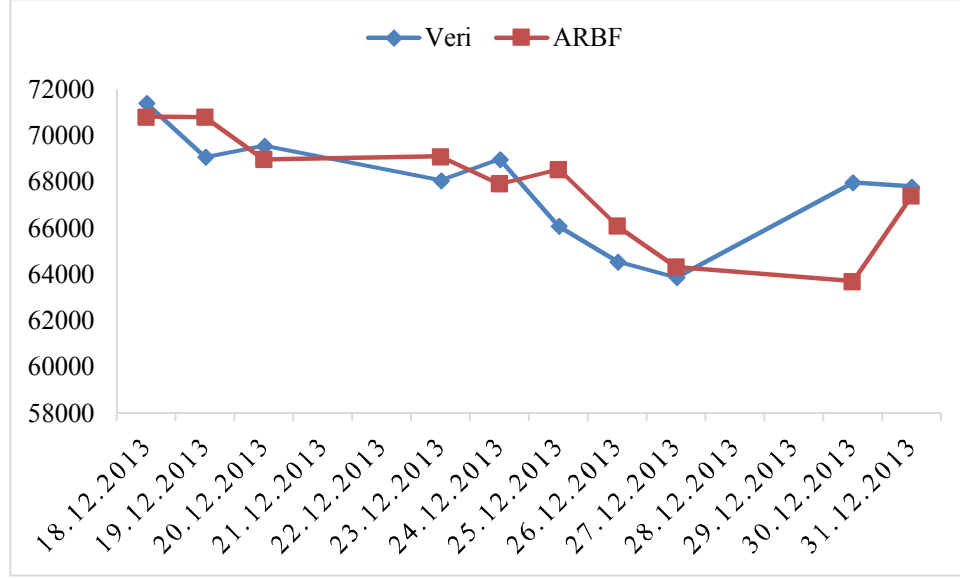
Şekil 4.7. Seri 4 zaman serisi grafiği

Seri 4 için test kümesi sayısının 10 alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Seri 4 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
18.12.2013	71417,26	70615,86	71115,50	70806,98	71328,16	70828,70
19.12.2013	69100,02	71356,86	71625,43	71277,29	71267,17	70809,53
20.12.2013	69572,83	68418,26	69441,47	68964,43	69565,06	68988,54
23.12.2013	68086,14	69344,03	69874,01	69436,34	69575,01	69109,27
24.12.2013	68997,82	67899,82	68699,51	67952,47	68388,75	67923,30
25.12.2013	66096,57	68743,18	69532,12	68862,42	68965,97	68554,42
26.12.2013	64555,20	66958,72	66948,67	65966,66	66571,18	66096,60
27.12.2013	63885,22	65354,68	65541,58	64428,20	64737,39	64320,30
30.12.2013	67985,70	65430,13	65028,18	63759,49	64108,82	63694,58
31.12.2013	67801,73	68883,45	68729,00	67852,22	67832,39	67412,36
HKOK		1802,7294*	1991,3179	1902,6109	1880,0858	1816,1254
OMYH		0,0249	0,0245	0,0219	0,0209	0,0209

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.8'de verilmiştir.



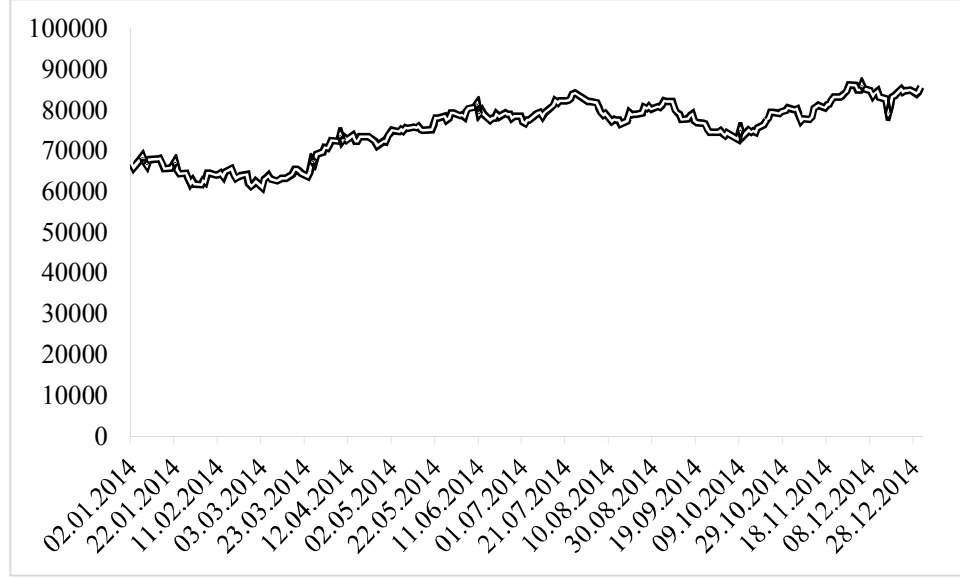
Şekil 4.8. Seri 4 için gerçek değerlerle ARBF’den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 4 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.7’de verilmiştir. Ek A.7 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF yaklaşımı ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.7’de verilmiştir.

Seri 4 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.8’de verilmiştir. Ek A.8 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ANFIS-S yöntemi ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.8’de verilmiştir.

4.1.1.5. Seri 5 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2014 ile 31.12.2014 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 251 adet gözlemden oluşan BIST 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 5’den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 5 zaman serisi grafiği Şekil 4.9’da verilmiştir.



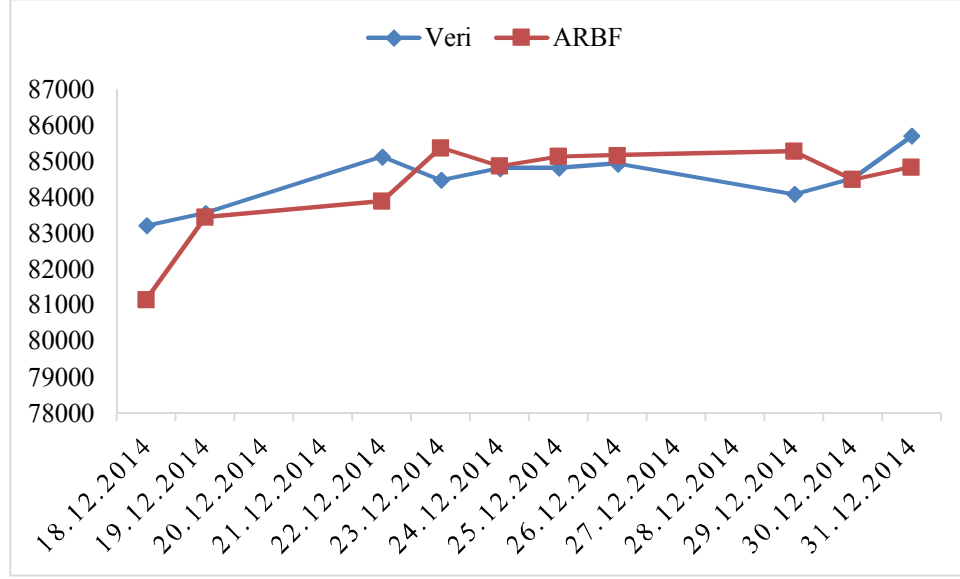
Şekil 4.9. Seri 5 zaman serisi grafiği

Seri 5 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Seri 5 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
18.12.2014	83226,20	80844,10	80873,88	80903,65	81062,41	81163,51
19.12.2014	83573,55	82813,22	83108,65	83311,61	83050,72	83457,74
22.12.2014	85143,76	83540,18	83331,06	83659,31	83397,02	83904,85
23.12.2014	84487,99	85045,14	84817,81	85231,14	84962,48	85386,80
24.12.2014	84821,70	84257,07	84118,30	84574,69	84308,69	84882,62
25.12.2014	84824,51	84692,34	84467,70	84908,75	84641,40	85148,77
26.12.2014	84947,31	84635,16	84455,10	84911,56	84644,20	85173,70
29.12.2014	84101,75	84749,66	84572,48	85034,49	84766,63	85287,97
30.12.2014	84537,10	83905,42	83757,70	84188,06	83923,62	84510,66
31.12.2014	85721,13	84473,10	84213,06	84623,85	84357,66	84858,54
	HKOK	1092,9095	1145,0725	1023,9106	1062,9051	944,6084*
	OMYH	0,0105	0,0110	0,0090	0,0101	0,0083

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Seri 5 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 5 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.9'da verilmiştir. Ek A.9 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin T1BF yöntemi ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.9'da verilmiştir.

Seri 5 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.10'da verilmiştir. Ek A.10 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF yaklaşımı ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.10'da verilmiştir.

ARBF'nin ve karşılaştırmada kullanılan yöntemlerin, 5 farklı yıla ait BIST 100 Endeksi veri setleri için elde edilen en iyi hata kriter ölçütü değerleri toplu olarak Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. BIST 100 endeksi veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri

Seri	<i>n</i> test	Hata Ölçütü	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
1	10	HKOK	508,1348	465,4127	557,0805	438,4699*	454,6936
		OMYH	0,0065	0,0049	0,0057	0,0052	0,0054
	20	HKOK	846,7623	897,3793	849,0928	814,7177	804,6204*
		OMYH	0,0106	0,0107	0,0100	0,0099	0,0097
	40	HKOK	1178,0052	1029,0103	971,5172	989,7321	967,9298*
		OMYH	0,0136	0,0116	0,0113	0,0113	0,0111
2	10	HKOK	635,1217*	707,6805	726,2175	678,4161	647,6786
		OMYH	0,0109	0,0113	0,0118	0,0113	0,0110
	20	HKOK	745,9796	839,7908	692,8565*	746,7974	709,6489
		OMYH	0,0117	0,0125	0,0110	0,0117	0,0118
	40	HKOK	1010,2521	959,8900	905,1253	901,7975	876,3070*
		OMYH	0,0151	0,0148	0,0135	0,0140	0,0139
3	10	HKOK	516,8531	372,3181	351,3469	347,9623	346,7701*
		OMYH	0,0057	0,0041	0,0039	0,0039	0,0039
	20	HKOK	996,0322	555,3385	511,2676	491,2541	475,4059*
		OMYH	0,0110	0,0060	0,0056	0,0054	0,0049
	40	HKOK	1588,3414	603,1445	598,6882	578,8615*	579,6985
		OMYH	0,0179	0,0070	0,0068	0,0067	0,0066
4	10	HKOK	1802,7294*	1991,3179	1902,6109	1880,0858	1819,0304
		OMYH	0,0249	0,0245	0,0219	0,0209	0,0209
	20	HKOK	1693,3322	1728,0240	1649,6847	1640,0170	1629,7627*
		OMYH	0,0197	0,0192	0,0182	0,0184	0,0179
	40	HKOK	1395,0081	1346,0627*	1415,9495	1388,8130	1387,0605
		OMYH	0,0158	0,0143	0,0155	0,0151	0,0151
5	10	HKOK	1092,9095	1145,0725	1023,9106	1062,9051	930,0238*
		OMYH	0,0105	0,0110	0,0090	0,0101	0,0082
	20	HKOK	1293,2820	1312,4193	1316,3057	1285,0923*	1307,4782
		OMYH	0,0115	0,0123	0,0121	0,0121	0,0120
	40	HKOK	1723,0904	1220,9751	1096,5587	1106,5252	1090,4580*
		OMYH	0,0175	0,0120	0,0098	0,0104	0,0097

Tabloda en iyi değerler “*” işareti ile gösterilmiştir.

BIST 100 Endeksi veri setleri için ARBF’den elde edilen en iyi değerlerin parametre değerleri Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. ARBF’den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (BIST 100)

BIST 100	<i>n</i> _{test}	<i>g</i> _s	<i>k</i> _s	<i>w</i> ₁	<i>w</i> ₂	α	Üyelik Değerlerinin Dönüşümleri				
							Küpkök	Karekök	Karesel	Kübik	Üstel
2010	10	7	3	0,08	0,92	0,05	1	1	0	1	0
	20	8	3	0,43	0,57	0,09	0	0	1	1	0
	40	1	3	0,53	0,47	0,27	0	0	1	1	1
2011	10	10	5	0,61	0,39	0,17	1	1	1	1	0
	20	4	3	0,15	0,85	0,01	1	1	0	1	1
	40	9	4	0,83	0,17	0,36	0	0	1	0	1
2012	10	5	4	0,49	0,51	0,06	0	0	1	0	0
	20	8	5	0,74	0,26	0,08	1	1	1	1	1
	40	1	5	0,34	0,66	0,10	1	0	1	0	0
2013	10	3	4	0,88	0,12	0,02	0	1	1	1	0
	20	3	5	0,40	0,60	0,01	1	1	1	1	1
	40	2	3	0,39	0,61	0,40	1	0	0	1	1
2014	10	2	5	0,74	0,26	0,09	0	0	1	0	0
	20	7	4	0,21	0,79	0,26	1	1	0	0	0
	40	1	5	0,91	0,09	0,08	1	0	0	1	1

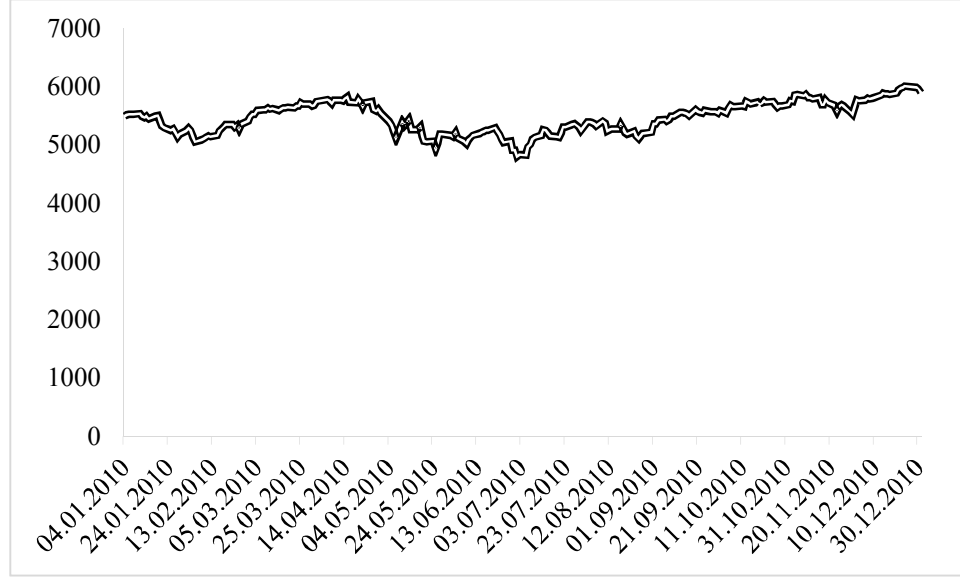
Tez çalışmasında kullanılan üyelik değerlerinin dönüşümleri Çizelge 4.9’da görüldüğü gibidir. Herhangi bir dönüşüm modelde olduğu durumda 1, olmadığı durumda ise 0 değerini almaktadır. Örneğin; Set 1 için *n*_{test}=10 iken en iyi HKOK değeri; gecikme sayısının 7, küme sayısının 3, AR’ın ağırlığının (*w*₁) 0,08, BF’nin ağırlığının (*w*₂) 0,92, α -kesme katsayısının 0,05 olduğu ve üyelik değerlerinin Küpkök, Karekök ve Kübik dönüşümlerinin modelde olduğu durumda elde edilmiştir.

4.1.2. FTSE 100 endeksi veri setleri için çözümler

FTSE 100 endeksi veri setleri, Londra Borsası’nda işlem gören en büyük İngiliz şirketlerinden 100’ünü temsil eden hisse senetleri endeksidir.

4.1.2.1. Seri 6 zaman serisi için çözümler

04.01.2010 ile 31.12.2010 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 252 adet gözlemden oluşan FTSE 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (*n*_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 6’dan toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 6 zaman serisi grafiği Şekil 4.11’de verilmiştir.



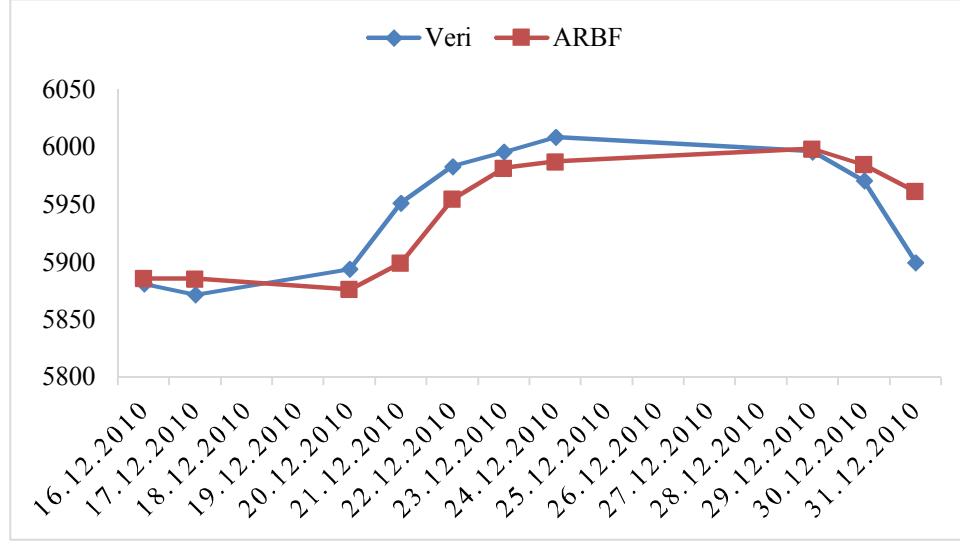
Şekil 4.11. Seri 6 zaman serisi grafiği

Seri 6 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Seri 6 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
16.12.2010	5881,12	5867,52	5863,33	5860,20	5882,73	5885,74
17.12.2010	5871,75	5865,35	5862,67	5862,86	5882,15	5885,47
20.12.2010	5894,10	5843,76	5854,00	5849,64	5872,48	5876,19
21.12.2010	5951,80	5861,51	5875,12	5886,70	5896,22	5899,32
22.12.2010	5983,49	5934,97	5927,96	5960,68	5954,12	5954,94
23.12.2010	5996,07	5975,76	5955,34	5980,13	5982,19	5981,79
24.12.2010	6008,92	5994,69	5965,89	5983,76	5992,58	5987,32
29.12.2010	5996,36	6005,16	5977,39	5996,69	6004,70	5998,61
30.12.2010	5971,01	5971,76	5965,24	5972,33	5990,93	5984,93
31.12.2010	5899,94	5929,16	5942,13	5941,11	5966,09	5961,35
	HKOK	38,4891	40,8086	31,3605	31,3540	29,5636*
	OMYH	0,0048	0,0059	0,0041	0,0041	0,0039

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.12'de verilmiştir.



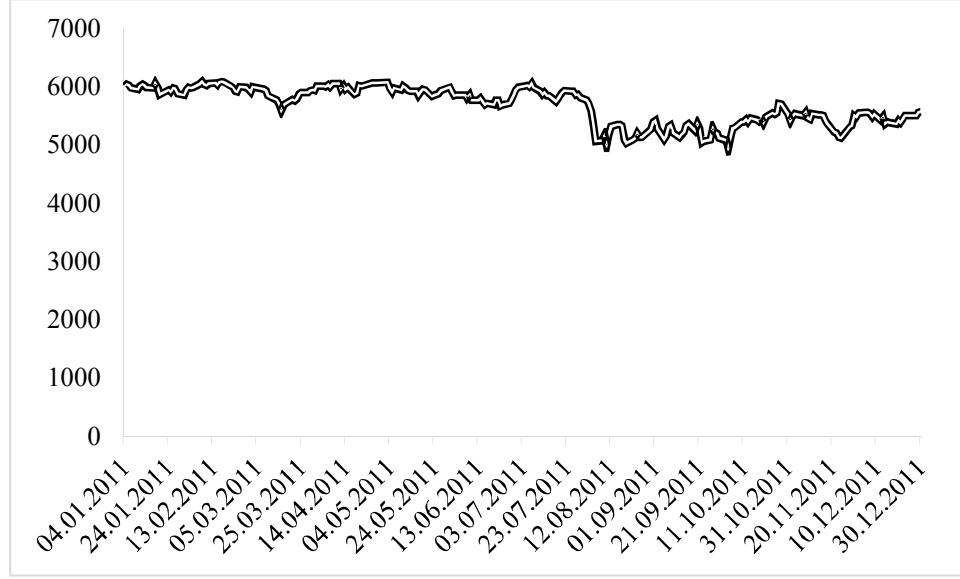
Şekil 4.12. Seri 6 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 6 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.11'de verilmiştir. Ek A.11 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin MANFIS ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.11'de verilmiştir.

Seri 6 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.12'de verilmiştir. Ek A.12 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.12'de verilmiştir.

4.1.2.2. Seri 7 zaman serisi için çözümlenmeler

04.01.2011 ile 30.12.2011 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 251 adet gözlemden oluşan FTSE 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 7'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 7 zaman serisi grafiği Şekil 4.13'de verilmiştir.



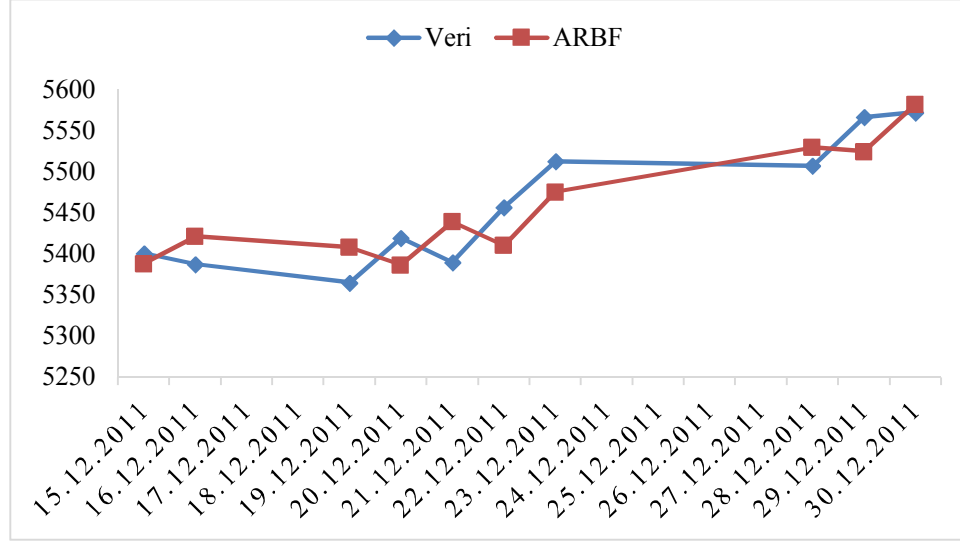
Şekil 4.13. Seri 7 zaman serisi grafiği

Seri 7 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Seri 7 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
15.12.2011	5400,85	5360,48	5367,26	5378,09	5350,92	5388,34
16.12.2011	5387,34	5393,98	5404,48	5412,27	5419,86	5421,40
19.12.2011	5364,99	5376,13	5402,81	5398,71	5399,82	5408,28
20.12.2011	5419,60	5358,34	5371,82	5376,27	5385,65	5386,58
21.12.2011	5389,74	5401,19	5448,90	5431,10	5445,58	5439,60
22.12.2011	5456,97	5376,19	5410,38	5401,12	5397,91	5410,61
23.12.2011	5512,70	5436,33	5482,55	5468,61	5481,91	5475,88
28.12.2011	5507,40	5507,10	5538,49	5524,56	5521,42	5529,99
29.12.2011	5566,77	5482,80	5505,44	5519,24	5500,38	5524,84
30.12.2011	5572,28	5570,87	5580,27	5578,84	5561,88	5582,48
	HKOK	50,0915	40,6284	36,7746	42,6412	35,5580*
	OMYH	0,0068	0,0068	0,0062	0,0071	0,0061

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.14'de verilmiştir.

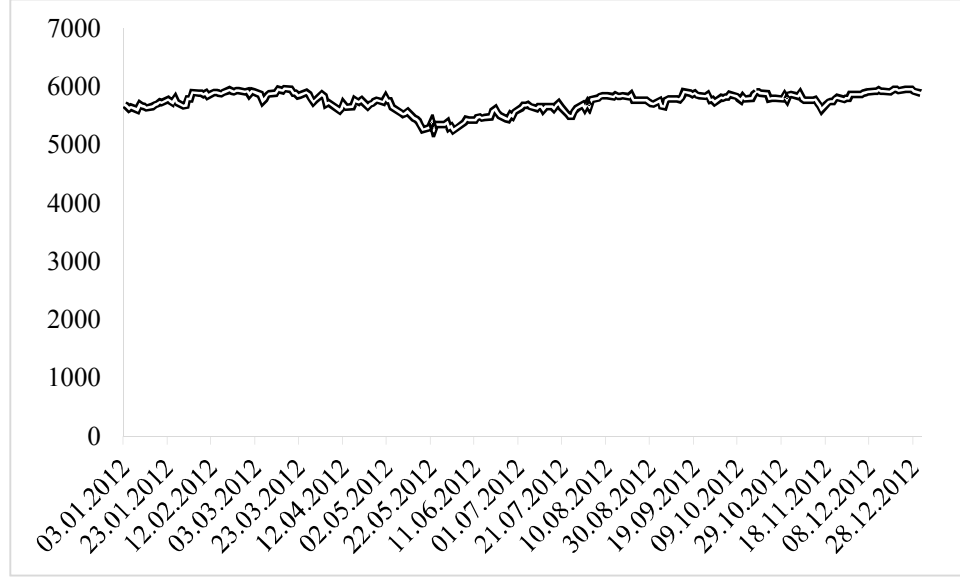


Şekil 4.14. Seri 7 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($ntest=10$)

Seri 7 için $ntest=20$ ve $ntest=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.13'de ve Ek A.14'de verilmiştir. Ek A.13 ve Ek A.14 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF yaklaşımı ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.13'de ve Ek B.14'de verilmiştir.

4.1.2.3. Seri 8 zaman serisi için çözümlenmeler

04.01.2012 ile 30.12.2012 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 252 adet gözlemden oluşan FTSE 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının ($ntest$) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 8'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 8 zaman serisi grafiği Şekil 4.15'de verilmiştir.



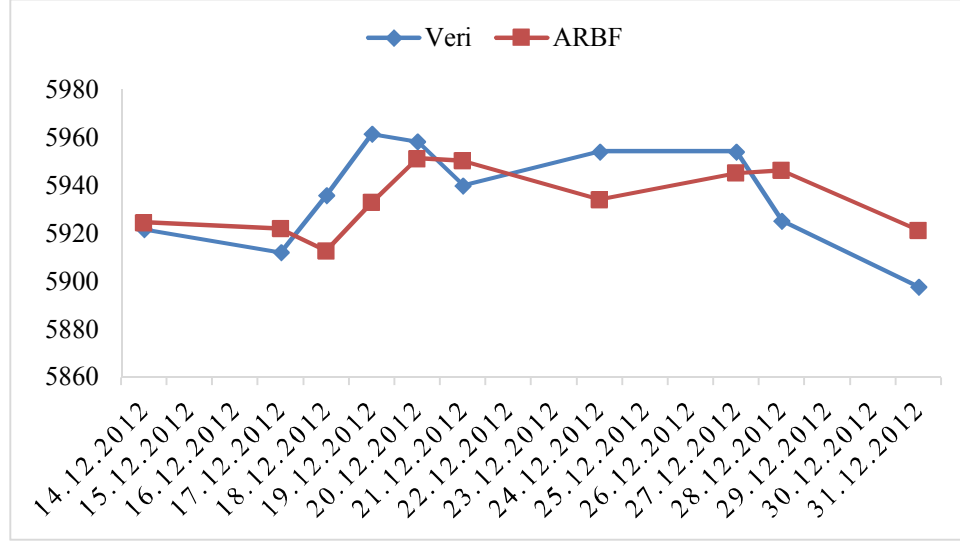
Şekil 4.15. Seri 8 zaman serisi grafiği

Seri 8 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Seri 8 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
14.12.2012	5921,76	5919,13	5923,93	5925,68	5926,74	5924,58
17.12.2012	5912,15	5908,43	5913,70	5917,85	5918,02	5921,97
18.12.2012	5935,90	5897,77	5908,80	5908,26	5907,01	5912,78
19.12.2012	5961,59	5922,02	5928,41	5931,95	5933,57	5932,95
20.12.2012	5958,34	5957,66	5952,66	5957,57	5960,11	5951,33
21.12.2012	5939,99	5957,99	5948,34	5954,33	5956,86	5950,29
24.12.2012	5954,18	5933,41	5931,22	5936,03	5937,93	5934,15
27.12.2012	5954,30	5948,51	5945,57	5950,18	5952,65	5945,27
28.12.2012	5925,37	5951,16	5949,92	5950,30	5952,77	5946,28
31.12.2012	5897,81	5915,34	5921,29	5921,45	5922,06	5921,28
	HKOK	21,9145	19,2411	18,5016	18,9002	17,5634*
	OMYH	0,0029	0,0027	0,0026	0,0026	0,0026

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.16'da verilmiştir.



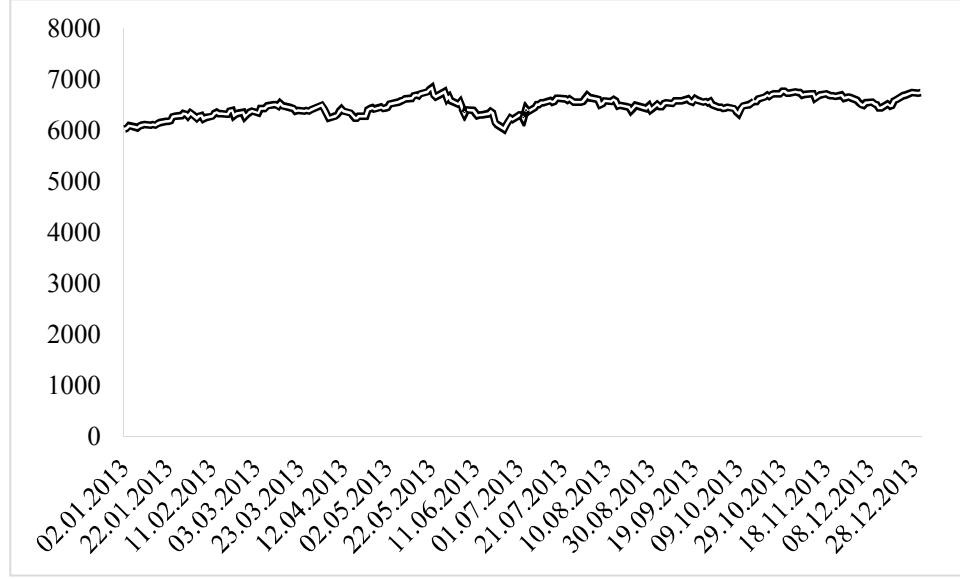
Şekil 4.16. Seri 8 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 8 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.15'de verilmiştir. Ek A.15 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.15'de verilmiştir.

Seri 8 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.16'de verilmiştir. Ek A.16 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin T1BF ile elde edildiği görülmektedir. ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.16'da verilmiştir.

4.1.2.4. Seri 9 zaman serisi için çözümler

02.01.2013 ile 31.12.2013 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 253 adet gözlemden oluşan FTSE 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 9'dan toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 9 zaman serisi grafiği Şekil 4.17'de verilmiştir.



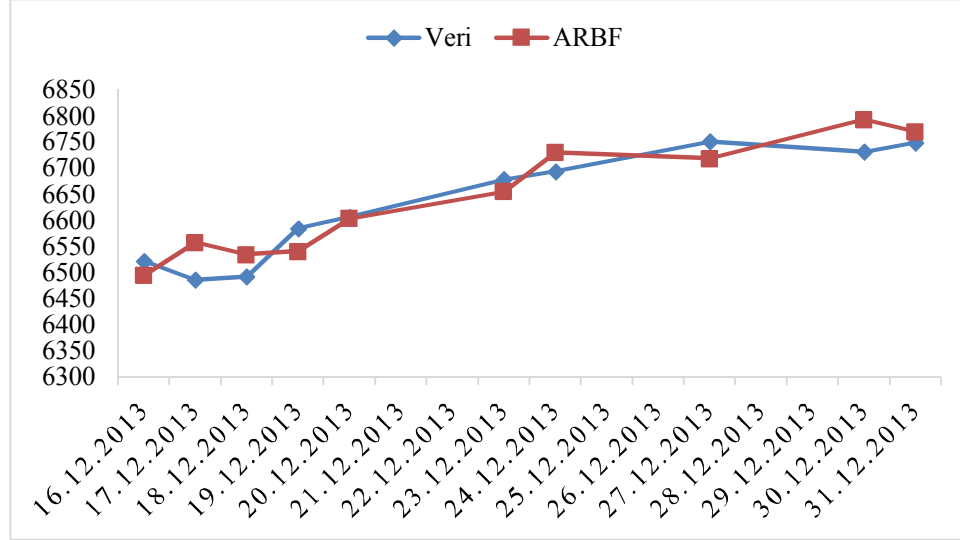
Şekil 4.17. Seri 9 zaman serisi grafiği

Seri 9 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Seri 9 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
16.12.2013	6522,20	6435,04	6440,30	6452,48	6449,47	6494,78
17.12.2013	6486,19	6516,69	6521,65	6542,76	6514,74	6557,85
18.12.2013	6492,08	6486,21	6485,48	6496,06	6496,88	6534,52
19.12.2013	6584,70	6496,85	6512,23	6505,72	6505,38	6540,94
20.12.2013	6606,58	6605,51	6584,59	6606,34	6570,14	6604,07
23.12.2013	6678,61	6604,89	6626,62	6621,92	6614,37	6655,21
24.12.2013	6694,17	6692,57	6713,95	6698,61	6684,14	6729,99
27.12.2013	6750,87	6704,30	6681,44	6709,14	6676,52	6718,40
30.12.2013	6731,27	6749,54	6746,76	6769,66	6734,96	6792,95
31.12.2013	6749,09	6738,11	6724,32	6743,18	6712,10	6769,92
	HKOK	49,3351	47,4465	45,6043	49,8836	40,9057*
	OMYH	0,0055	0,0060	0,0054	0,0062	0,0055

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.18'de verilmiştir.

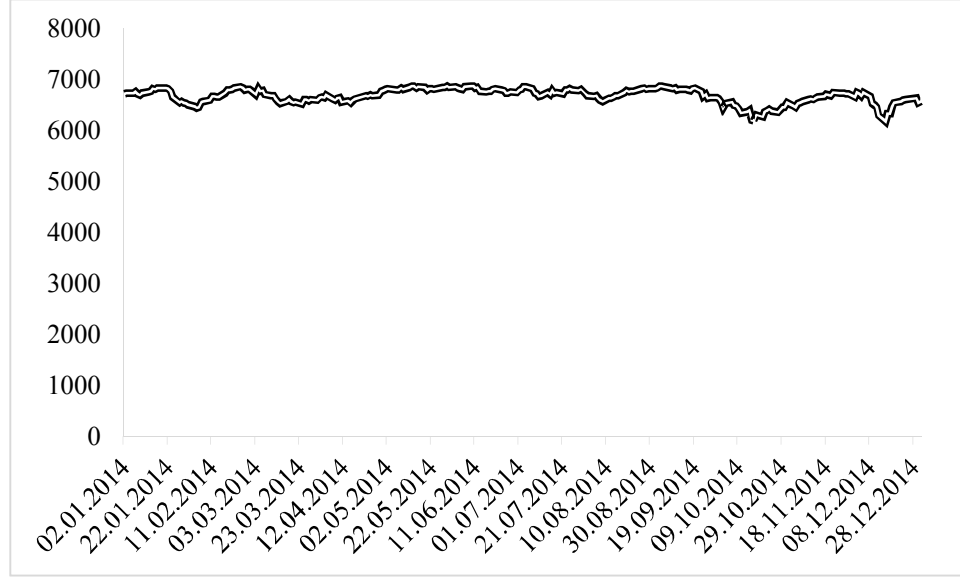


Şekil 4.18. Seri 9 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 9 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.17 ve Ek A.18'de verilmiştir. Ek A.17 ve Ek A.18 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF yaklaşımı ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.17 ve Ek B.18'de verilmiştir.

4.1.2.5. Seri 10 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2014 ile 31.12.2014 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 253 adet gözlemden oluşan FTSE 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 10'dan toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 10 zaman serisi grafiği Şekil 4.19'da verilmiştir.



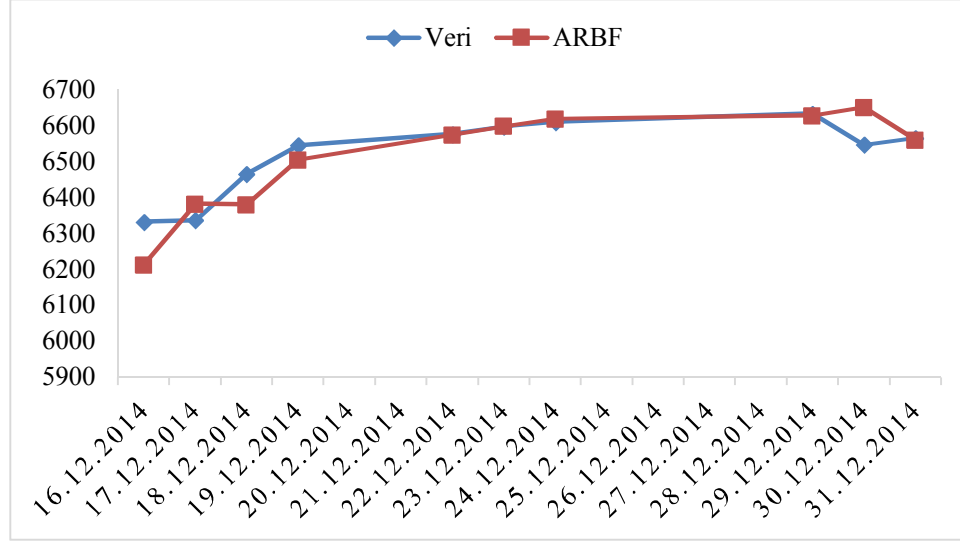
Şekil 4.19. Seri 10 zaman serisi grafiği

Seri 10 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14'da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Seri 10 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
16.12.2014	6331,83	6355,87	6197,64	6220,98	6203,06	6212,80
17.12.2014	6336,48	6351,90	6367,28	6355,59	6372,30	6382,18
18.12.2014	6466,00	6337,29	6349,08	6368,48	6371,33	6380,31
19.12.2014	6545,27	6744,38	6481,49	6491,50	6502,92	6505,26
22.12.2014	6576,74	6552,05	6549,04	6573,99	6548,30	6574,62
23.12.2014	6598,18	6585,76	6576,16	6608,33	6589,51	6598,62
24.12.2014	6609,93	6608,64	6597,56	6630,44	6608,64	6619,61
29.12.2014	6633,51	6619,83	6609,28	6642,79	6608,07	6628,40
30.12.2014	6547,00	6643,61	6634,59	6665,81	6637,69	6650,85
31.12.2014	6566,09	6531,88	6538,04	6585,16	6540,81	6560,55
	HKOK	82,7541	68,6621	63,3645	62,4647	60,1154*
	OMYH	0,0084	0,0085	0,0071	0,0074	0,0065

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.20. Seri 10 için gerçek değerlerle ARBF’den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 10 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.19’da verilmiştir. Ek A.19 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF yaklaşımı ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.19’da verilmiştir.

Seri 10 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.20’de verilmiştir. Ek A.20 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin T1BF ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.20’de verilmiştir.

FTSE 100 Endeksi veri setleri için elde edilen en iyi değerler Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. ARBF’den elde edilen en iyi değerlerin parametre değerleri ise Çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. FTSE 100 endeksi veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri

Seri	<i>n</i> test	Hata Ölçütü	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
6	10	HKOK	38,4891	40,8086	31,3605	31,3540	29,5636*
		OMYH	0,0048	0,0059	0,0041	0,0041	0,0039
	20	HKOK	70,7305	44,6010	39,7577	40,9733	35,9255*
		OMYH	0,0105	0,0053	0,0048	0,0050	0,0045
	40	HKOK	141,9901	56,3933	54,7446	54,4701	54,0250*
		OMYH	0,0197	0,0077	0,0071	0,0072	0,0070
7	10	HKOK	50,0915	40,6284	36,7746	42,6412	35,5580*
		OMYH	0,0068	0,0068	0,0062	0,0071	0,0061
	20	HKOK	65,6202	57,7663	53,4540	54,3231	51,9831*
		OMYH	0,0098	0,0091	0,0079	0,0083	0,0077
	40	HKOK	80,9903	70,1126	66,1576	66,3155	64,7607*
		OMYH	0,0119	0,0104	0,0094	0,0093	0,0095
8	10	HKOK	21,9145	19,2411	18,5016	18,9002	17,5634*
		OMYH	0,0029	0,0027	0,0026	0,0026	0,0026
	20	HKOK	23,3241	20,2381	15,9239	18,6246	15,5056*
		OMYH	0,0033	0,0029	0,0022	0,0027	0,0022
	40	HKOK	40,2572	37,8686	36,8593	32,4887*	34,4646
		OMYH	0,0053	0,0049	0,0043	0,0042	0,0041
9	10	HKOK	49,3351	47,4465	45,6043	49,8836	40,9057*
		OMYH	0,0055	0,0060	0,0054	0,0062	0,0055
	20	HKOK	46,4969	43,3366	45,8806	43,4032	42,5585*
		OMYH	0,0054	0,0050	0,0057	0,0055	0,0056
	40	HKOK	43,6696	39,1840	39,8511	39,2684	39,0248*
		OMYH	0,0051	0,0045	0,0046	0,0047	0,0049
10	10	HKOK	82,7541	68,6621	63,3645	62,4647	60,1154*
		OMYH	0,0084	0,0085	0,0071	0,0074	0,0065
	20	HKOK	81,1951	80,1365	82,4711	75,7730	69,1839*
		OMYH	0,0095	0,0097	0,0102	0,0089	0,0086
	40	HKOK	68,3903	60,1874	63,4537	58,4775*	58,4920
		OMYH	0,0072	0,0067	0,0070	0,0065	0,0065

Tabloda en iyi değerler "*" işareti ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. ARBF’den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (FTSE 100)

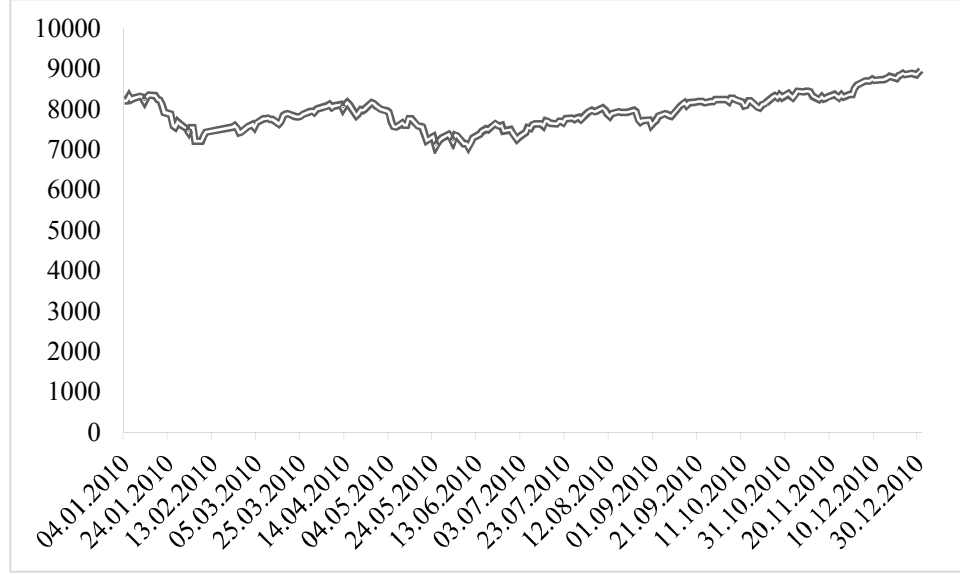
FTSE 100	$ntest$	gs	ks	w_1	w_2	α	Üyelik Değerlerinin Dönüşümleri				
							Küpkök	Karekök	Karesel	Kübik	Üstel
2010	10	2	4	0,31	0,69	0,08	1	1	1	1	1
	20	2	3	0,13	0,87	0,04	1	1	1	0	0
	40	3	5	0,60	0,40	0,01	1	1	0	1	0
2011	10	1	4	0,62	0,38	0,39	0	1	1	1	0
	20	1	4	0,49	0,51	0,02	0	1	1	1	1
	40	1	4	0,68	0,32	0,29	0	0	1	1	1
2012	10	2	4	0,51	0,49	0,09	0	1	1	1	1
	20	2	5	0,20	0,80	0,01	1	1	0	1	1
	40	7	5	0,33	0,67	0,11	0	1	1	1	1
2013	10	7	3	0,92	0,08	0,08	0	1	0	0	1
	20	8	5	0,73	0,27	0,09	1	1	1	1	1
	40	10	4	0,15	0,85	0,20	1	1	1	1	0
2014	10	3	5	0,12	0,88	0,06	0	0	1	1	0
	20	4	5	0,24	0,76	0,18	1	0	1	1	1
	40	5	4	0,50	0,50	0,36	1	0	0	1	0

4.1.3. TAIEX veri setleri için çözümlenmeler

Tayvan Borsası Sermaye Ağırlıklı Endeksi (TAIEX), Tayvan Borsası’nda en çok işlem gören endekslerden biridir.

4.1.3.1. Seri 11 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2010 ile 31.12.2010 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 251 adet gözlemden oluşan FTSE 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının ($ntest$) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 11’den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 11 zaman serisi grafiği Şekil 4.21’de verilmiştir.



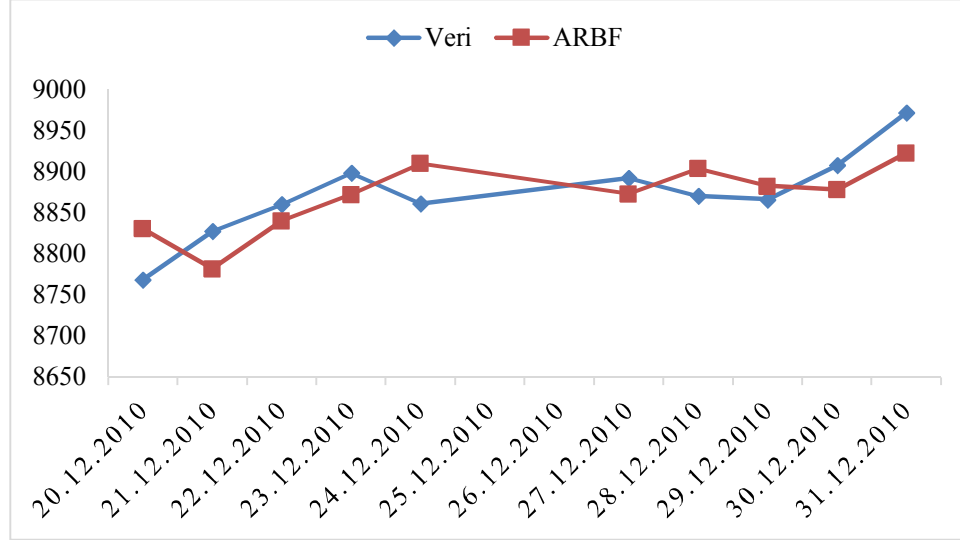
Şekil 4.21. Seri 11 zaman serisi grafiği

Seri 11 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Seri 11 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
20.12.2010	8768,72	8803,18	8832,46	8822,53	8834,93	8830,69
21.12.2010	8827,79	8787,52	8785,93	8773,32	8786,93	8782,21
22.12.2010	8860,49	8802,55	8841,57	8832,42	8844,59	8840,45
23.12.2010	8898,87	8823,63	8875,67	8865,14	8876,51	8872,69
24.12.2010	8861,10	8836,04	8914,26	8903,55	8913,97	8910,53
27.12.2010	8892,31	8844,74	8878,97	8865,75	8877,10	8873,29
28.12.2010	8870,76	8836,17	8907,90	8896,98	8907,56	8904,06
29.12.2010	8866,35	8844,36	8888,12	8875,42	8886,53	8882,81
30.12.2010	8907,91	8837,13	8883,01	8871,01	8882,23	8878,46
31.12.2010	8972,50	8837,85	8923,27	8912,59	8922,79	8923,48
	HKOK	62,8801	38,2246	40,0190	38,3740	38,0276*
	OMYH	0,0061	0,0039	0,0042	0,0039	0,0040

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.22'de verilmiştir.

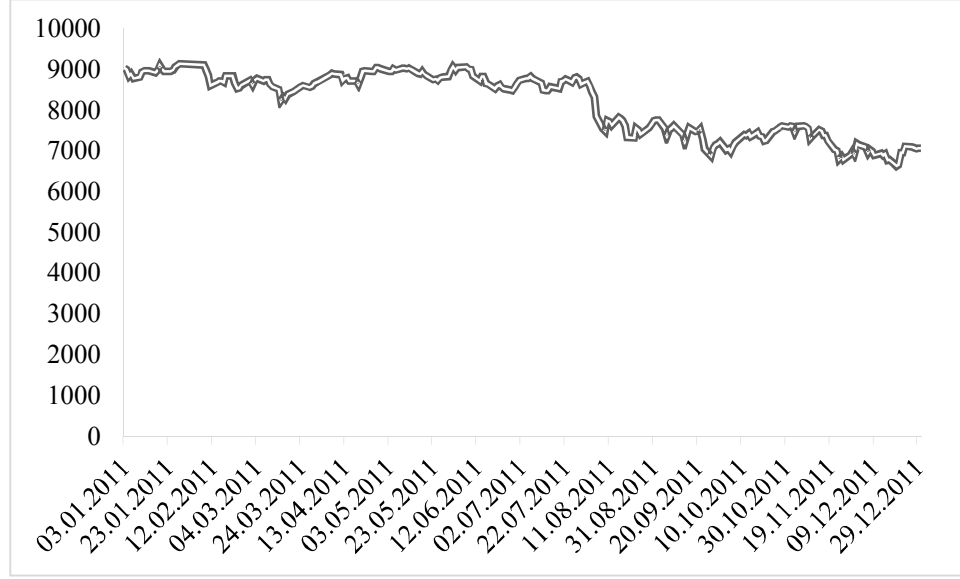


Şekil 4.22. Seri 11 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 11 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.21 ve Ek A.22'de verilmiştir. Ek A.21 ve Ek A.22 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.21 ve Ek B.22'de verilmiştir.

4.1.3.2. Seri 12 zaman serisi için çözümlenmeler

03.01.2011 ile 30.12.2011 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 247 adet gözlemden oluşan TAIEX endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 12'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 12 zaman serisi grafiği Şekil 4.23'de verilmiştir.



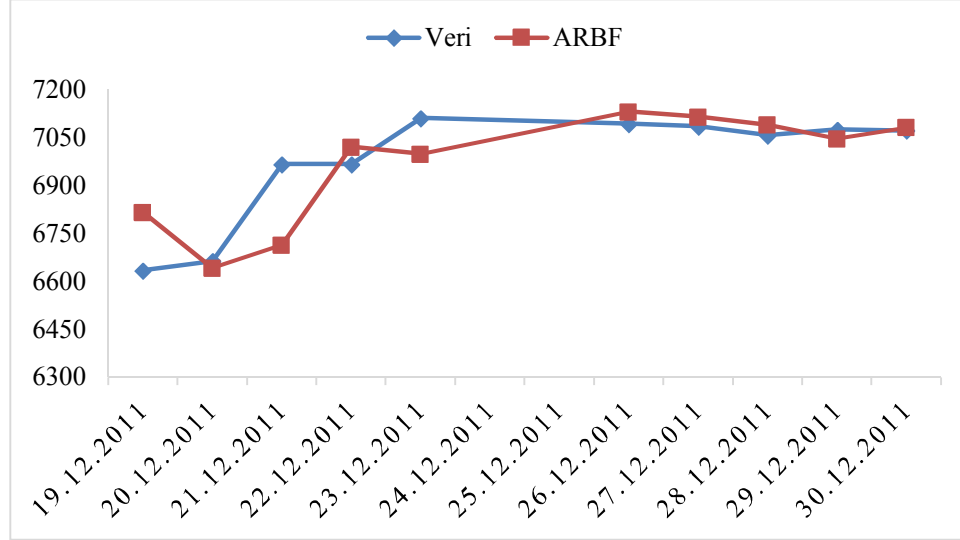
Şekil 4.23. Seri 12 zaman serisi grafiği

Seri 12 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Seri 12 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
19.12.2011	6633,33	6868,50	6829,48	6778,41	6803,81	6816,12
20.12.2011	6662,64	6851,44	6672,26	6626,85	6627,27	6642,09
21.12.2011	6966,48	6847,25	6726,11	6656,12	6709,98	6714,05
22.12.2011	6966,35	6962,82	7003,86	6959,56	7029,69	7021,30
23.12.2011	7110,73	6965,18	6960,86	6959,43	6985,57	6998,87
26.12.2011	7092,58	7014,11	7087,18	7103,61	7132,33	7131,57
27.12.2011	7085,03	7014,58	7050,98	7085,49	7104,74	7115,49
28.12.2011	7056,67	7083,64	7076,95	7077,95	7103,69	7089,66
29.12.2011	7074,82	7056,58	7050,24	7049,63	7034,14	7047,05
30.12.2011	7072,08	7074,94	7086,82	7067,75	7077,95	7082,21
	HKOK	117,7082	110,7411	119,5076	110,2961	108,3966*
	OMYH	0,0130	0,0106	0,0103	0,0116	0,0110

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.24'de verilmiştir.

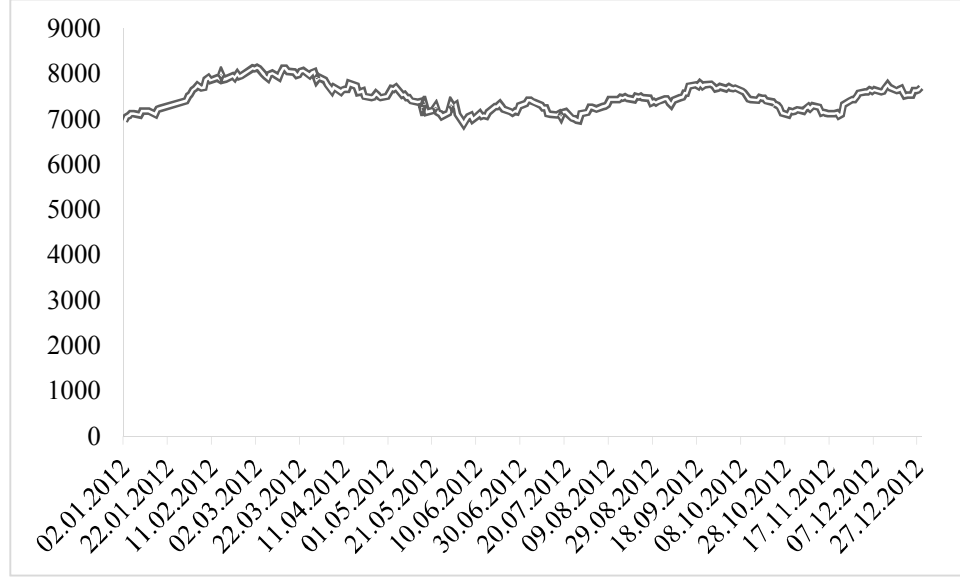


Şekil 4.24. Seri 12 için gerçek değerlerle ARBF’den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 12 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.23 ve Ek A.24’de verilmiştir. Ek A.23 ve Ek A.24 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF’den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.23 ve Ek B.24’de verilmiştir.

4.1.3.3. Seri 13 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2012 ile 28.12.2012 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 250 adet gözlemden oluşan TAIEX endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 13’den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 13 zaman serisi grafiği Şekil 4.25’de verilmiştir.



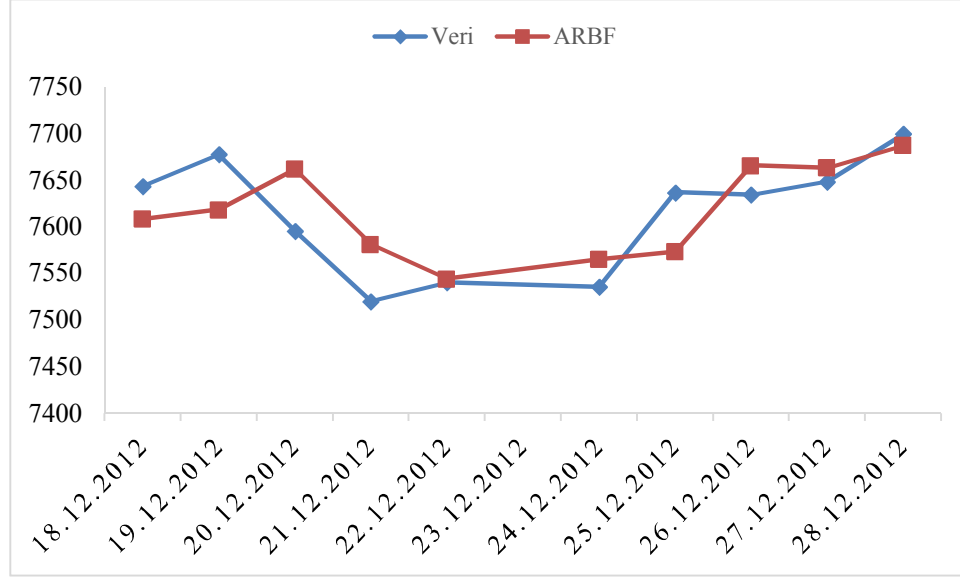
Şekil 4.25. Seri 13 zaman serisi grafiği

Seri 13 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Seri 13 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
18.12.2012	7643,74	7629,36	7628,51	7641,38	7627,73	7608,32
19.12.2012	7677,47	7644,82	7645,73	7653,85	7624,50	7618,17
20.12.2012	7595,46	7671,21	7673,48	7687,60	7656,18	7661,84
21.12.2012	7519,93	7593,82	7599,12	7605,54	7589,57	7581,19
22.12.2012	7540,14	7519,70	7533,44	7529,96	7515,67	7543,80
24.12.2012	7535,52	7555,58	7554,99	7550,19	7530,05	7564,83
25.12.2012	7636,57	7545,20	7550,07	7545,56	7599,06	7573,24
26.12.2012	7634,19	7664,43	7647,92	7646,68	7668,60	7665,61
27.12.2012	7648,41	7635,47	7636,89	7644,30	7649,09	7663,30
28.12.2012	7699,50	7648,55	7649,50	7658,53	7650,58	7687,14
	HKOK	50,3160	49,3191	51,8033	41,4861*	43,7896
	OMYH	0,0056	0,0052	0,0050	0,0046	0,0050

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.26'da verilmiştir.

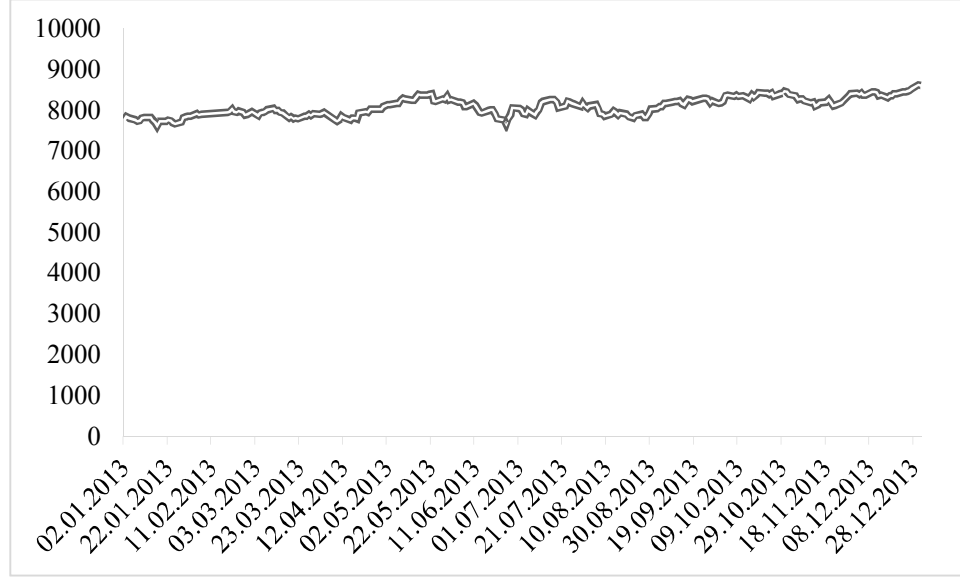


Şekil 4.26. Seri 13 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 13 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.25 ve Ek A.26'da verilmiştir. Ek A.25 ve Ek A.26 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.25 ve Ek B.26'da verilmiştir.

4.1.3.4. Seri 14 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2013 ile 31.12.2013 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 246 adet gözlemden oluşan TAIEX endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 14'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 14 zaman serisi grafiği Şekil 4.27'de verilmiştir.



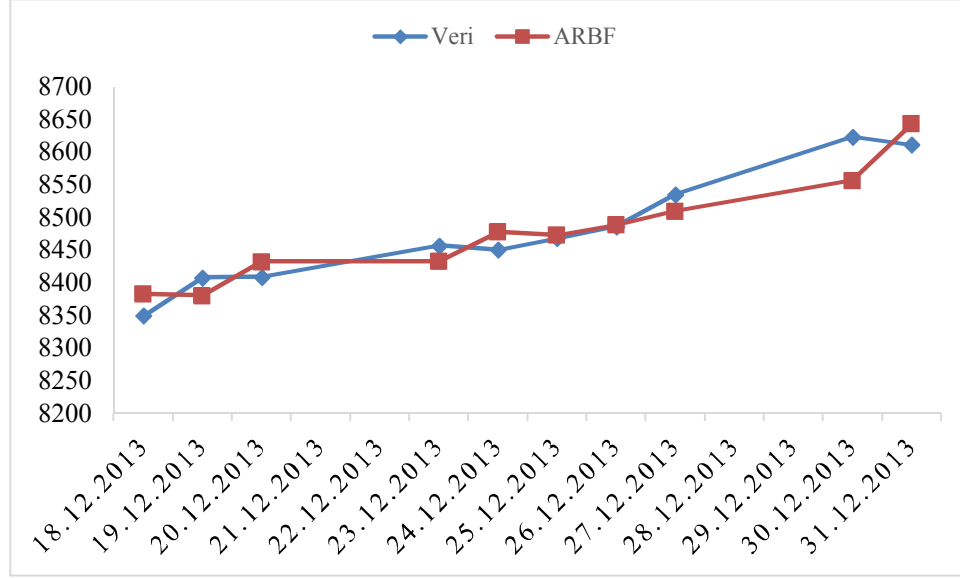
Şekil 4.27. Seri 14 zaman serisi grafiği

Seri 14 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Seri 14 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
18.12.2013	8349,04	8330,01	8341,23	8355,37	8372,87	8382,45
19.12.2013	8407,40	8362,20	8347,62	8351,48	8365,19	8380,28
20.12.2013	8408,53	8419,36	8385,72	8409,84	8399,43	8432,38
23.12.2013	8456,46	8364,17	8398,24	8410,97	8394,49	8432,66
24.12.2013	8450,49	8393,39	8423,96	8458,89	8445,33	8477,78
25.12.2013	8467,76	8392,75	8424,85	8452,92	8434,37	8472,95
26.12.2013	8485,89	8445,33	8426,67	8470,19	8454,28	8488,43
27.12.2013	8535,04	8465,49	8438,48	8488,32	8495,40	8509,92
30.12.2013	8623,43	8604,63	8461,37	8537,46	8546,89	8556,97
31.12.2013	8611,51	8778,87	8516,80	8625,84	8624,00	8643,50
	HKOK	74,0077	76,2610	39,4383	39,9986	31,3623*
	OMYH	0,0070	0,0074	0,0035	0,0040	0,0031

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.28'de verilmiştir.

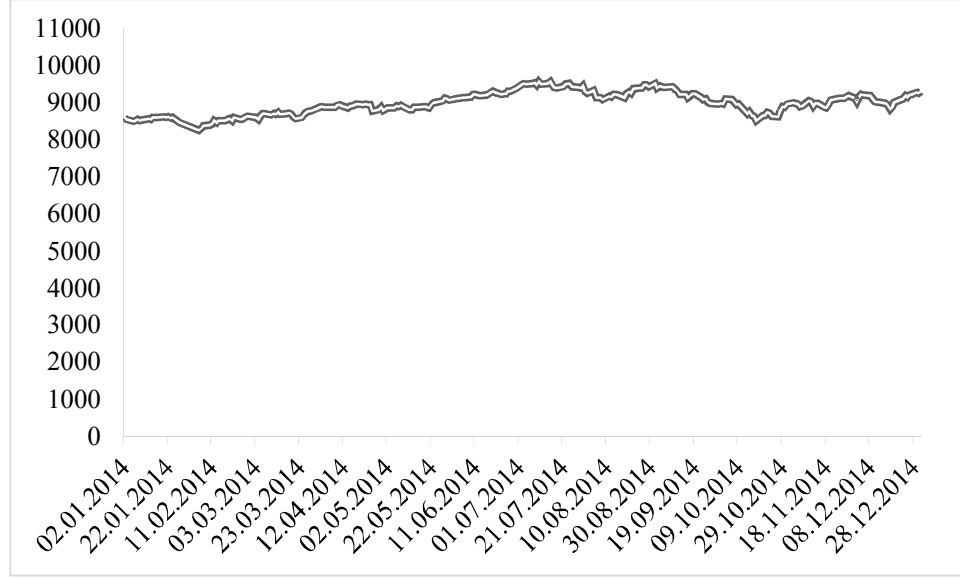


Şekil 4.28. Seri 14 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 14 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.27 ve Ek A.28'de verilmiştir. Ek A.27 ve Ek A.28 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.27 ve Ek B.28'de verilmiştir.

4.1.3.5. Seri 15 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2014 ile 31.12.2014 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 248 adet gözlemden oluşan TAIEX endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 15'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 15 zaman serisi grafiği Şekil 4.29'da verilmiştir.



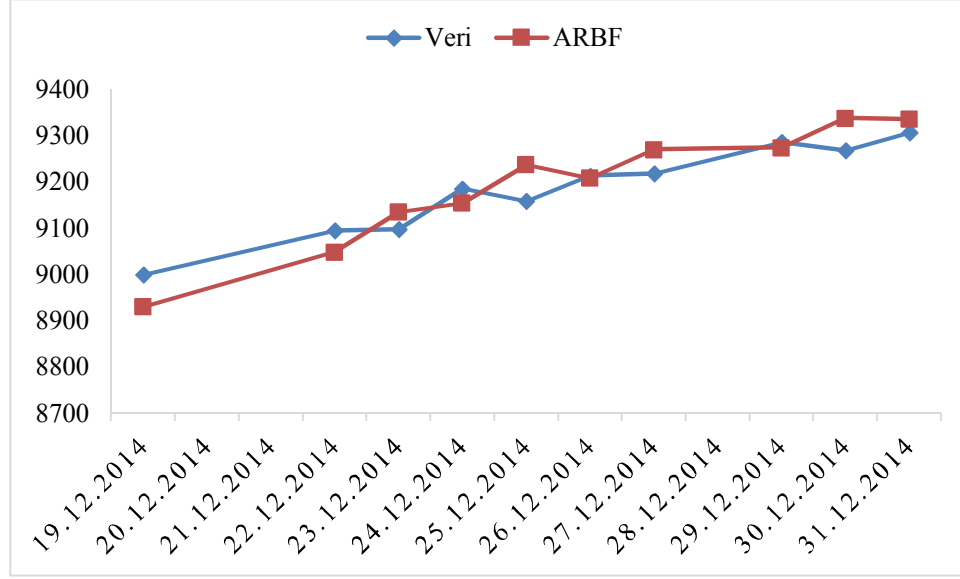
Şekil 4.29. Seri 15 zaman serisi grafiği

Seri 15 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Seri 15 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
19.12.2014	8999,52	8893,98	8894,86	8887,94	8907,82	8930,43
22.12.2014	9095,00	9009,71	8997,73	9008,96	8996,33	9048,72
23.12.2014	9097,71	9096,31	9080,70	9104,55	9090,03	9135,27
24.12.2014	9186,18	9081,35	9086,70	9107,26	9105,51	9155,07
25.12.2014	9158,70	9208,45	9176,50	9195,83	9186,11	9237,78
26.12.2014	9214,07	9158,86	9156,79	9168,32	9156,53	9209,13
27.12.2014	9218,50	9220,41	9210,13	9223,75	9208,33	9270,65
29.12.2014	9286,28	9214,07	9220,07	9228,18	9213,94	9274,44
30.12.2014	9268,43	9281,76	9285,92	9296,04	9278,32	9338,62
31.12.2014	9307,26	9259,00	9275,23	9278,17	9272,34	9336,53
	HKOK	65,3081	63,2321	58,8302	59,5211	49,2083
	OMYH	0,0059	0,0057	0,0053	0,0054	0,0047

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30. Seri 15 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 15 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.29 ve Ek A.30'da verilmiştir. Ek A.29 ve Ek A.30 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.29 ve Ek B.30'da verilmiştir.

TAIEX veri setleri için elde edilen en iyi değerler Çizelge 4.22'de gösterilmiştir. ARBF'den elde edilen en iyi değerlerin parametre değerleri ise Çizelge 4.23'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. TAIEX veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri

Seri	<i>n</i> test	Hata Ölçütü	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
11	10	HKOK	62,8801	38,2246	40,0190	38,3740	38,0276*
		OMYH	0,0061	0,0039	0,0042	0,0039	0,0040
	20	HKOK	97,4371	41,9858	34,7236	44,4448	34,3173*
		OMYH	0,0093	0,0036	0,0033	0,0043	0,0033
	40	HKOK	123,1607	51,0712	49,7358	54,4496	49,6881*
		OMYH	0,0120	0,0047	0,0046	0,0052	0,0046
12	10	HKOK	117,7082	110,7411	119,5076	110,2961	108,3966*
		OMYH	0,0130	0,0106	0,0103	0,0116	0,0110
	20	HKOK	124,5178	104,5685	102,1335	99,2147	98,1260*
		OMYH	0,0152	0,0111	0,0102	0,0101	0,0097
	40	HKOK	155,2486	126,0589	114,3136	115,9971	112,9464*
		OMYH	0,0189	0,0140	0,0120	0,0127	0,0120
13	10	HKOK	50,3160	49,3191	51,8033	41,4861*	43,7896
		OMYH	0,0056	0,0052	0,0050	0,0046	0,0050
	20	HKOK	48,9936	46,8377	49,8641	45,2413	42,5774*
		OMYH	0,0053	0,0050	0,0053	0,0051	0,0048
	40	HKOK	59,5889	58,0293	61,4515	57,6482	57,4914*
		OMYH	0,0063	0,0057	0,0061	0,0056	0,0057
14	10	HKOK	74,0077	76,2610	39,4383	39,9986	31,3623*
		OMYH	0,0070	0,0074	0,0035	0,0040	0,0031
	20	HKOK	71,1783	53,5927	40,8543	42,8095	40,6737*
		OMYH	0,0062	0,0056	0,0037	0,0040	0,0038
	40	HKOK	56,4985	56,8375	46,6085	48,2008	45,0715*
		OMYH	0,0055	0,0057	0,0046	0,0046	0,0044
15	10	HKOK	65,3081	63,2321	58,8302	59,5211	49,2083*
		OMYH	0,0059	0,0057	0,0053	0,0054	0,0047
	20	HKOK	61,7143	60,3183	61,0507	57,3024	56,9787*
		OMYH	0,0055	0,0053	0,0057	0,0051	0,0052
	40	HKOK	67,2575	68,4317	67,2178	66,2177	64,9298*
		OMYH	0,0059	0,0060	0,0059	0,0058	0,0056

Tabloda en iyi değerler “*” işareti ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. ARBF’den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (TAIEX)

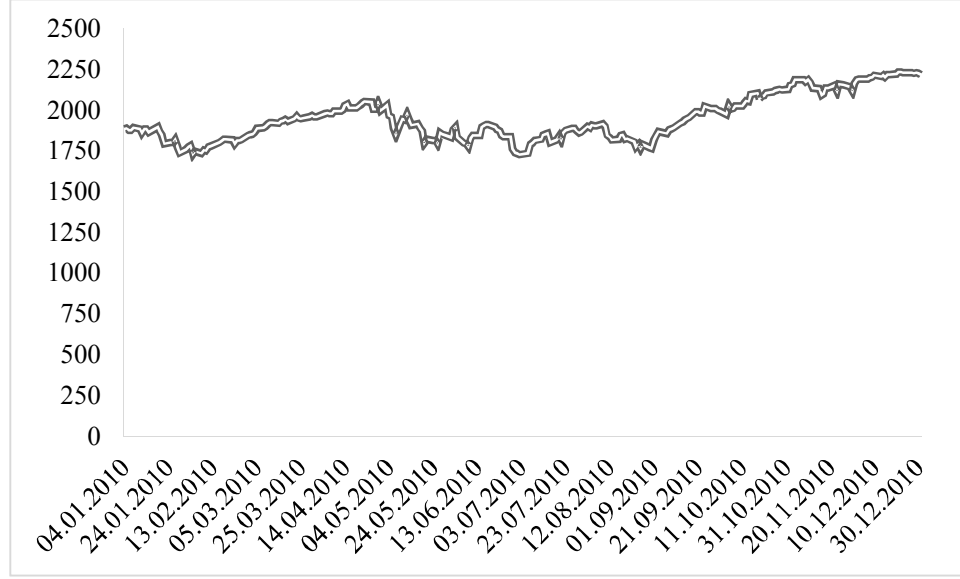
TAIEX	$ntest$	gs	ks	w_1	w_2	α	Üyelik Değerlerinin Dönüşümleri				
							Küpkök	Karekök	Karesel	Kübik	Üstel
2010	10	1	3	0,48	0,52	0,22	0	1	1	1	1
	20	1	3	0,93	0,07	0,02	0	0	1	1	0
	40	1	4	0,49	0,51	0,34	0	0	1	1	1
2011	10	10	5	0,98	0,02	0,08	0	0	0	1	1
	20	1	5	0,03	0,97	0,02	0	1	1	1	0
	40	1	4	0,64	0,36	0,39	0	1	1	0	1
2012	10	9	5	0,01	0,99	0,08	1	1	0	1	1
	20	8	5	0,00	1,00	0,09	0	1	0	1	1
	40	7	4	0,19	0,81	0,05	1	0	1	1	1
2013	10	5	3	0,27	0,73	0,33	1	1	1	0	0
	20	6	4	0,16	0,84	0,18	1	1	0	1	1
	40	9	5	0,21	0,79	0,28	0	0	1	1	1
2014	10	10	3	0,29	0,71	0,01	0	1	1	0	0
	20	6	5	0,31	0,69	0,22	0	1	1	0	1
	40	1	3	0,59	0,41	0,35	1	1	1	0	0

4.1.4. NASDAQ 100 endeksi veri setleri için çözümlenmeler

NASDAQ 100, Amerika’nın en büyük üç borsasından biri olan Nasdaq Borsası’nda (National Association of Securities Dealers Automated Quotations) işlem gören piyasa değeri en yüksek 100 hisse senedinden oluşur.

4.1.4.1. Seri 16 zaman serisi için çözümlenmeler

04.01.2010 ile 31.12.2010 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 252 adet gözlemden oluşan NASDAQ 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının ($ntest$) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 16’dan toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 16 zaman serisi grafiği Şekil 4.31’de verilmiştir.



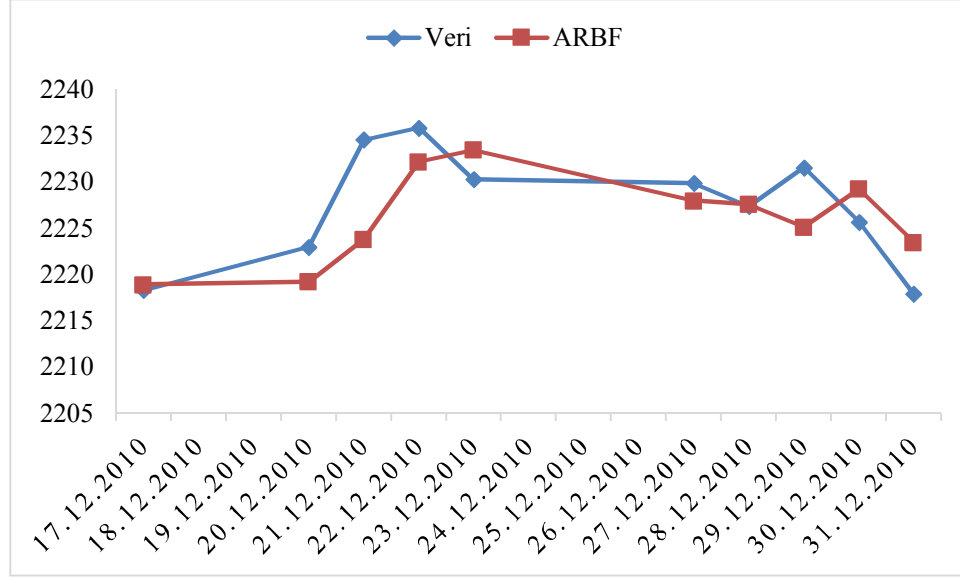
Şekil 4.31. Seri 16 zaman serisi grafiği

Seri 16 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Seri 16 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
17.12.2010	2218,30	2210,04	2211,98	2212,35	2220,18	2218,91
20.12.2010	2223,00	2224,79	2213,21	2215,01	2218,90	2219,20
21.12.2010	2234,60	2228,50	2216,99	2219,01	2226,56	2223,81
22.12.2010	2235,90	2252,60	2226,58	2229,51	2234,63	2232,22
23.12.2010	2230,30	2258,46	2228,36	2232,39	2240,06	2233,50
27.12.2010	2229,90	2253,02	2223,95	2227,87	2230,78	2228,00
28.12.2010	2227,40	2243,94	2223,28	2226,67	2232,43	2227,60
29.12.2010	2231,60	2235,01	2221,25	2224,51	2228,07	2225,15
30.12.2010	2225,70	2237,20	2224,46	2227,66	2228,33	2229,27
31.12.2010	2217,90	2236,76	2220,00	2223,34	2223,41	2223,49
	HKOK	15,7745	8,3778	6,8983	5,0764	4,9408*
	OMYH	0,0060	0,0031	0,0025	0,0019	0,0018

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.32'de verilmiştir.

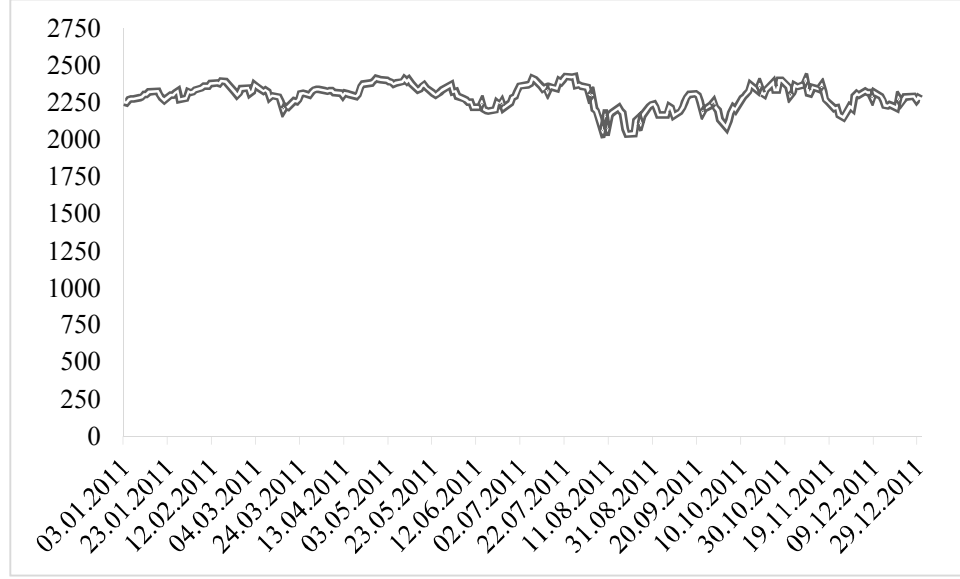


Şekil 4.32. Seri 16 için gerçek değerlerle ARBF’den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 16 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.31 ve Ek A.32’de verilmiştir. Ek A.31 ve Ek A.32 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF’den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.31 ve Ek B.32’de verilmiştir.

4.1.4.2. Seri 17 zaman serisi için çözümlenmeler

03.01.2011 ile 30.12.2011 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 251 adet gözlemden oluşan NASDAQ 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 17’den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 17 zaman serisi grafiği Şekil 4.33’de verilmiştir.



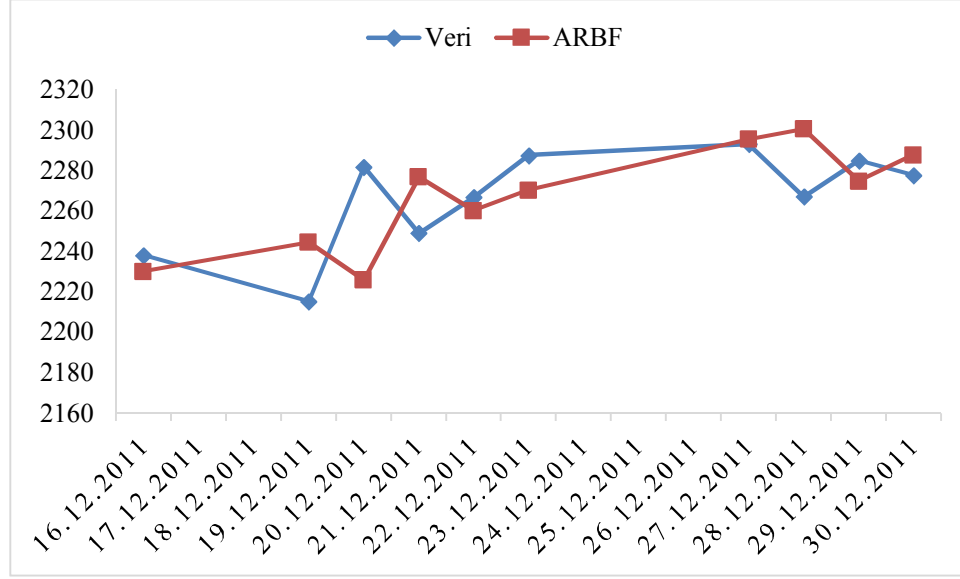
Şekil 4.33. Seri 17 zaman serisi grafiği

Seri 17 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Seri 17 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
16.12.2011	2238,20	2212,58	2208,87	2231,51	2236,81	2230,28
19.12.2011	2215,30	2248,15	2228,58	2235,10	2245,00	2244,57
20.12.2011	2281,90	2225,74	2225,48	2227,49	2227,99	2225,99
21.12.2011	2249,00	2231,65	2290,01	2254,31	2276,12	2276,93
22.12.2011	2266,80	2262,38	2255,74	2265,71	2255,27	2260,33
23.12.2011	2287,60	2277,66	2273,90	2260,94	2268,13	2270,40
27.12.2011	2293,10	2298,11	2293,88	2280,44	2291,15	2295,63
28.12.2011	2267,10	2301,61	2287,31	2292,77	2296,03	2300,65
29.12.2011	2285,10	2271,07	2266,98	2280,77	2272,27	2274,86
30.12.2011	2277,80	2299,36	2284,54	2279,18	2288,86	2287,94
	HKOK	26,8062	26,4469	22,3087*	24,8309	25,5000
	OMYH	0,0098	0,0093	0,0070	0,0087	0,0089

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.34'de verilmiştir.



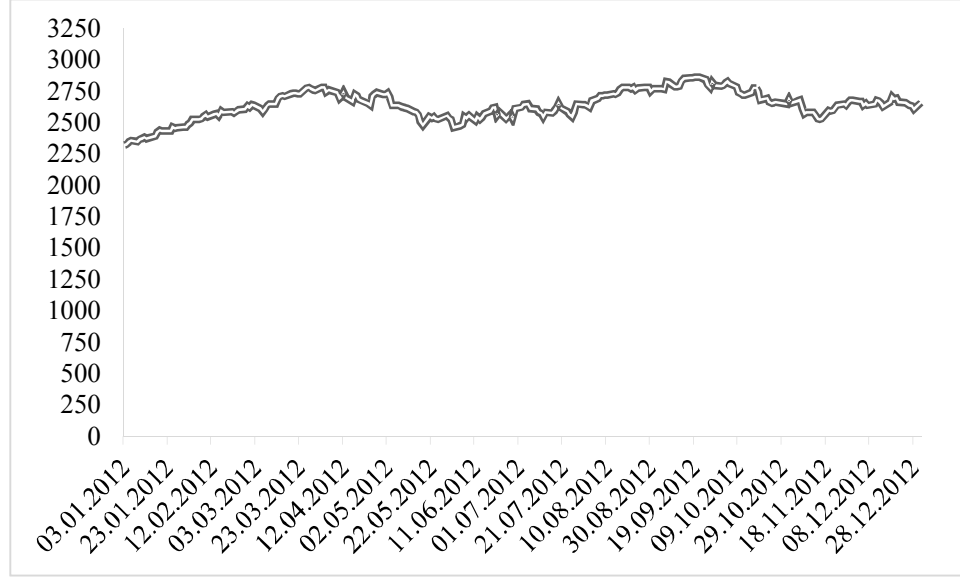
Şekil 4.34. Seri 17 için gerçek değerlerle ARBF’den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 17 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.33’de verilmiştir. Ek A.33 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin MANFIS ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.33’de verilmiştir.

Seri 17 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.34’de verilmiştir. Ek A.34 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ANFIS-S ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.34’de verilmiştir.

4.1.4.3. Seri 18 zaman serisi için çözümlenmeler

03.01.2012 ile 31.12.2012 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 250 adet gözlemden oluşan NASDAQ 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 18’den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 18 zaman serisi grafiği Şekil 4.35’de verilmiştir.



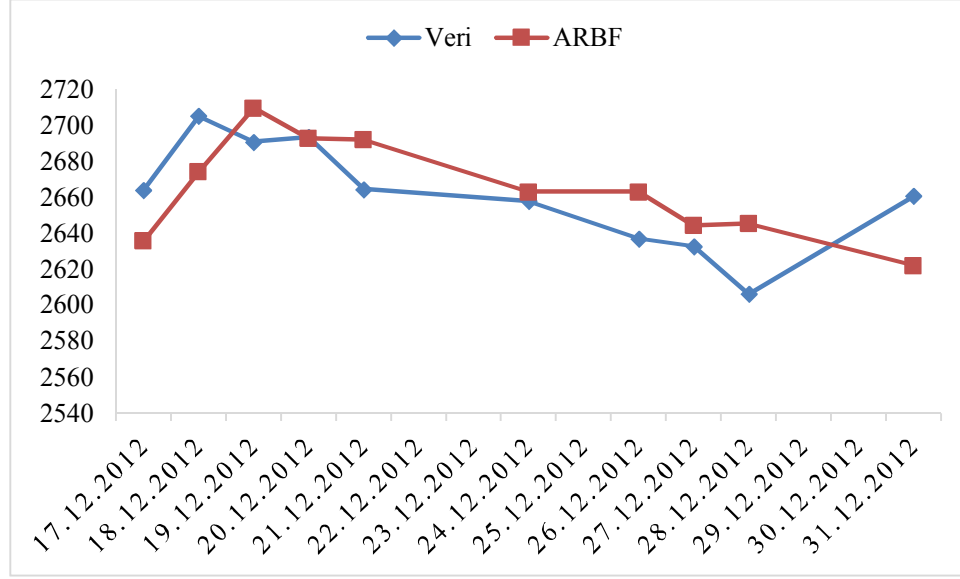
Şekil 4.35. Seri 18 zaman serisi grafiği

Seri 18 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Seri 18 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
17.12.2012	2664,30	2627,73	2627,43	2632,23	2629,44	2635,96
18.12.2012	2705,40	2666,67	2664,07	2668,40	2664,92	2674,34
19.12.2012	2691,00	2704,97	2704,67	2709,47	2704,64	2709,99
20.12.2012	2693,60	2686,58	2690,76	2695,08	2688,57	2693,03
21.12.2012	2664,70	2691,04	2693,63	2697,68	2688,76	2692,33
24.12.2012	2658,10	2660,01	2664,47	2668,80	2659,92	2663,23
26.12.2012	2637,20	2656,32	2657,98	2662,21	2653,70	2663,19
27.12.2012	2632,90	2636,24	2636,63	2641,32	2639,32	2644,50
28.12.2012	2606,40	2632,85	2632,25	2637,03	2638,56	2645,57
31.12.2012	2660,90	2607,21	2605,30	2610,54	2616,97	2622,26
	HKOK	27,8165	28,8876	28,4836	26,3162	25,9904*
	OMYH	0,0085	0,0089	0,0093	0,0082	0,0085

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.36'da verilmiştir.



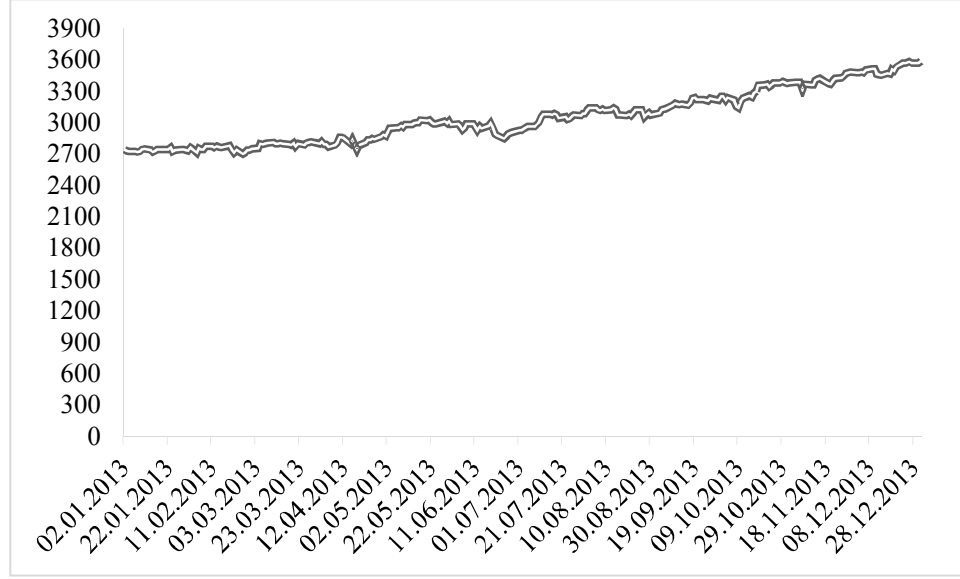
Şekil 4.36. Seri 18 için gerçek değerlerle ARBF’den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 18 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.35’de verilmiştir. Ek A.35 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin T1BF ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.35’de verilmiştir.

Seri 18 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.36’da verilmiştir. Ek A.36 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF yaklaşımı ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.36’da verilmiştir.

4.1.4.4. Seri 19 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2013 ile 31.12.2013 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 252 adet gözlemden oluşan NASDAQ 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 19’dan toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 19 zaman serisi grafiği Şekil 4.37’de verilmiştir.



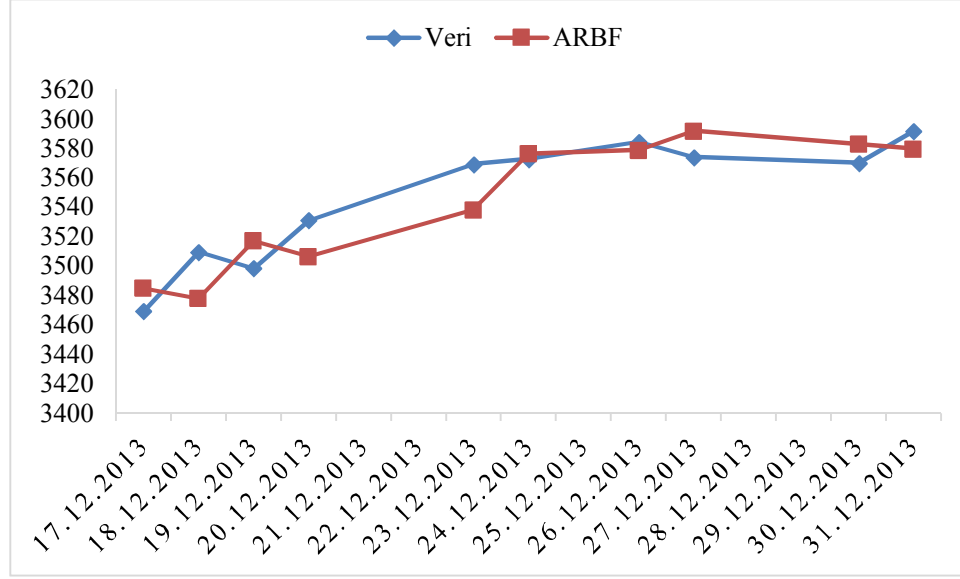
Şekil 4.37. Seri 19 zaman serisi grafiği

Seri 19 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Seri 19 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
17.12.2013	3469,30	3492,02	3479,23	3480,88	3478,84	3485,05
18.12.2013	3509,60	3464,17	3470,55	3474,37	3474,06	3478,03
19.12.2013	3498,60	3517,10	3505,19	3514,74	3515,75	3517,16
20.12.2013	3531,20	3488,45	3495,32	3503,72	3507,69	3506,64
23.12.2013	3569,40	3533,41	3525,07	3536,37	3540,13	3538,36
24.12.2013	3572,80	3578,44	3557,97	3574,63	3580,16	3576,58
26.12.2013	3584,60	3558,61	3563,60	3578,04	3584,98	3578,93
27.12.2013	3574,00	3574,52	3573,16	3589,86	3596,61	3591,92
30.12.2013	3570,10	3554,65	3566,07	3579,24	3586,67	3583,10
31.12.2013	3592,00	3561,96	3565,20	3575,33	3582,51	3579,69
	HKOK	28,0977	25,1320	20,3490	19,9697	19,6066*
	OMYH	0,0069	0,0057	0,0049	0,0048	0,0049

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.38'de verilmiştir.

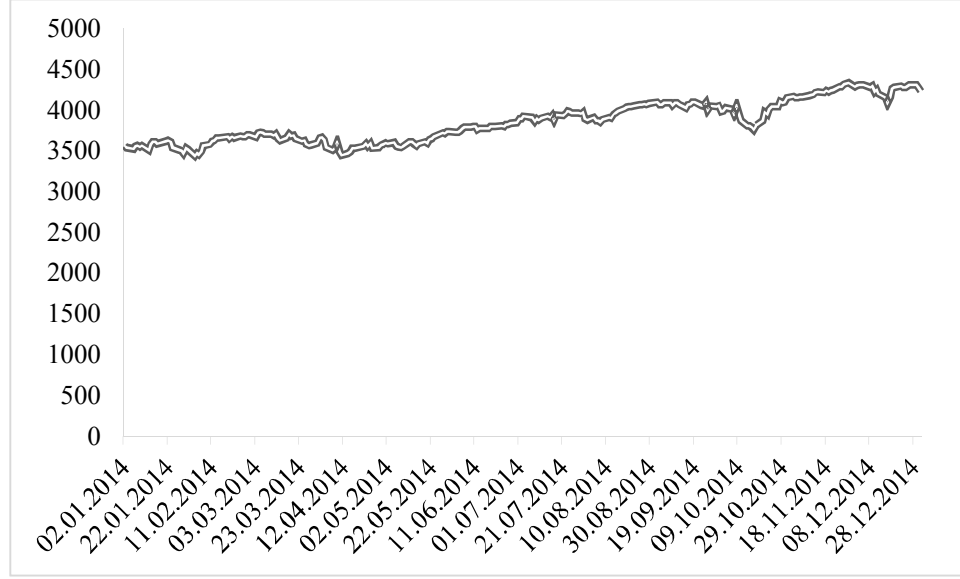


Şekil 4.38. Seri 19 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 19 için $n_{test}=20$ ve $n_{test}=40$ alındığı durumlarda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar sırasıyla Ek A.37 ve Ek A.38'de verilmiştir. Ek A.37 ve Ek A.38 incelendiğinde en küçük HKOK değerlerinin ARBF ile elde edildiği görülmektedir. Gerçek değerlerin ARBF'den elde edilen öngörülerle birlikte grafikleri Ek B.37 ve Ek B.38'de verilmiştir.

4.1.4.5. Seri 20 zaman serisi için çözümlenmeler

02.01.2014 ile 31.12.2014 tarihleri arasında günlük gözlemlenen toplamda 252 adet gözlemden oluşan NASDAQ 100 endeksi verilerinin, test kümesindeki veri sayısının (n_{test}) 10, 20 ve 40 alınması ile Seri 20'den toplamda 3 durum için sonuçlar elde edilmiştir. Seri 20 zaman serisi grafiği Şekil 4.39'da verilmiştir.



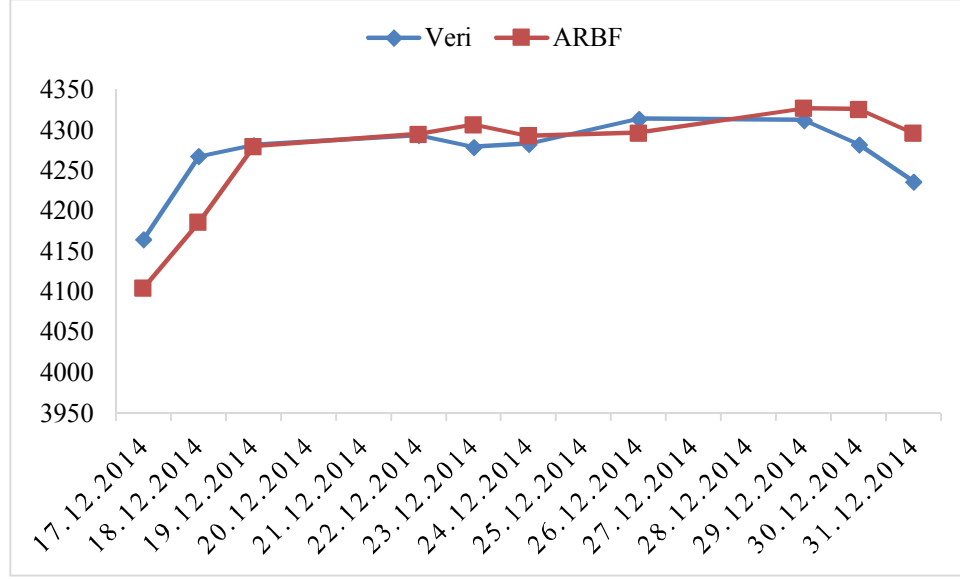
Şekil 4.39. Seri 20 zaman serisi grafiği

Seri 20 için $n_{test}=10$ alındığı durumda ARBF'den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Seri 20 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=10$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
17.12.2014	4165,10	4065,75	4100,61	4102,19	4091,92	4104,81
18.12.2014	4267,80	4148,46	4155,40	4177,83	4174,74	4186,25
19.12.2014	4281,80	4248,43	4249,34	4280,73	4269,15	4280,12
22.12.2014	4293,70	4279,50	4275,25	4294,76	4291,07	4295,17
23.12.2014	4279,30	4288,07	4286,28	4306,68	4305,75	4307,03
24.12.2014	4283,10	4283,35	4277,16	4292,25	4286,12	4293,06
26.12.2014	4314,10	4282,14	4277,92	4296,06	4279,93	4296,60
29.12.2014	4312,60	4294,56	4301,73	4327,12	4301,53	4327,05
30.12.2014	4282,40	4305,21	4305,07	4325,62	4304,80	4325,98
31.12.2014	4236,30	4292,17	4282,25	4295,36	4275,23	4296,34
	HKOK	55,2201	47,2483	43,3360	42,6593	41,4461*
	OMYH	0,0095	0,0084	0,0077	0,0075	0,0075

ARBF'den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Şekil 4.40'da verilmiştir.



Şekil 4.40. Seri 20 için gerçek değerlerle ARBF’den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=10$)

Seri 20 için $n_{test}=20$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.39’da verilmiştir. Ek A.39 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin ARBF yaklaşımı ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.39’da verilmiştir.

Seri 20 için $n_{test}=40$ alındığı durumda ARBF’den ve karşılaştırmada kullanılan alternatif yöntemlerden elde edilen sonuçlar Ek A.40’da verilmiştir. Ek A.40 incelendiğinde en küçük HKOK değerinin T1BF ile elde edildiği görülmektedir. ARBF’den elde edilen öngörülerle gerçek değerlerin birlikte grafiği Ek B.40’da verilmiştir.

NASDAQ 100 Endeksi veri setleri için elde edilen en iyi değerler Çizelge 4.29’da gösterilmiştir. ARBF’den elde edilen en iyi değerlerin parametre değerleri ise Çizelge 4.30’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. NASDAQ 100 Endeksi veri setleri için elde edilen en iyi hata ölçütü değerleri

Seri	<i>n</i> test	Hata Ölçütü	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
16	10	HKOK	15,7745	8,3778	6,8983	5,0764	4,9408*
		OMYH	0,0060	0,0031	0,0025	0,0019	0,0018
	20	HKOK	11,2223	19,9715	7,2210	6,9595	6,8484*
		OMYH	0,0044	0,0085	0,0027	0,0025	0,0025
	40	HKOK	22,6253	18,9196	18,0669	17,5264	17,3625*
		OMYH	0,0080	0,0064	0,0061	0,0058	0,0057
17	10	HKOK	26,8062	26,4469	22,3087*	24,8309	25,5000
		OMYH	0,0098	0,0093	0,0070	0,0087	0,0089
	20	HKOK	30,5059	25,7656	24,6385*	25,2180	24,8466
		OMYH	0,0115	0,0090	0,0081	0,0094	0,0087
	40	HKOK	37,5729	33,2030*	35,2287	33,6397	33,4047
		OMYH	0,0128	0,0119	0,0123	0,0116	0,0116
18	10	HKOK	27,8165	28,8876	28,4836	26,3162	25,9904*
		OMYH	0,0085	0,0089	0,0093	0,0082	0,0085
	20	HKOK	24,4098	25,1068	24,5979	22,3342*	22,7077
		OMYH	0,0076	0,0079	0,0076	0,0069	0,0069
	40	HKOK	27,9705	26,7654	26,3449	25,6940	25,5480*
		OMYH	0,0083	0,0080	0,0077	0,0079	0,0075
19	10	HKOK	28,0977	25,1320	20,3490	19,9697	19,6066*
		OMYH	0,0069	0,0057	0,0049	0,0048	0,0049
	20	HKOK	31,1346	20,3670	19,8983	19,7934	19,7175*
		OMYH	0,0073	0,0044	0,0044	0,0045	0,0045
	40	HKOK	136,4719	23,3306	22,1540	22,1516	22,1312*
		OMYH	0,0301	0,0049	0,0048	0,0047	0,0049
20	10	HKOK	55,2201	47,2483	43,3360	42,6593	41,4461*
		OMYH	0,0095	0,0084	0,0077	0,0075	0,0075
	20	HKOK	59,3415	47,6184	41,7956	41,8489	41,7929*
		OMYH	0,0101	0,0085	0,0076	0,0075	0,0075
	40	HKOK	103,5774	35,0337	33,5113	32,2197*	32,3683
		OMYH	0,0208	0,0058	0,0056	0,0060	0,0057

Tabloda en iyi değerler “*” işareti ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. ARBF’den elde edilen en iyi değer için parametre değerleri (NASDAQ 100)

NASDAQ 100	n_{test}	g_s	k_s	w_1	w_2	α	Üyelik Değerlerinin Dönüşümleri				
							Küpkök	Karekök	Karesel	Kübik	Üstel
2010	10	1	3	0,68	0,32	0,08	1	1	1	1	1
	20	6	5	0,43	0,57	0,04	1	0	0	1	0
	40	3	4	0,09	0,91	0,01	1	1	0	1	0
2011	10	3	5	0,48	0,52	0,23	1	1	1	1	0
	20	4	5	0,38	0,62	0,34	1	0	1	0	1
	40	2	5	0,24	0,76	0,37	0	0	1	1	0
2012	10	7	4	0,16	0,84	0,06	1	1	1	0	1
	20	6	5	0,32	0,68	0,20	1	1	1	1	0
	40	1	4	0,71	0,29	0,29	0	0	1	1	1
2013	10	4	3	0,92	0,08	0,30	0	1	1	1	0
	20	10	4	0,39	0,61	0,38	1	1	0	0	0
	40	1	5	0,20	0,80	0,00	0	0	0	1	0
2014	10	2	4	0,54	0,46	0,40	1	0	0	0	0
	20	2	5	0,47	0,53	0,27	0	0	1	0	1
	40	4	5	0,35	0,65	0,08	0	1	0	1	1

Toplamda 60 farklı durum için yaptığımız çözümlerler içerisinde ARBF’nin ve diğer yöntemlerin elde ettiği en iyi değerlerin sayıları ve ARBF’nin en iyi durumlarının yüzdeleri Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Yöntemlerden elde edilen en iyi değerlerin sayısal bilgileri

	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF	Toplam	Yüzde
BIST 100	2	1	1	3	8	15	53,33
FTSE 100	0	0	0	2	13	15	86,67
TAIEX	0	0	0	1	14	15	93,33
NASDAQ 100	0	1	2	2	10	15	66,67
Toplam	2	2	3	8	45	60	75,00

Çizelge 4.31’de de görüldüğü üzere ARBF; BIST 100, FTSE 100, TAIEX ve NASDAQ 100 endeksleri veri setlerindeki 15’er durumdan sırasıyla 8’inde, 13’ünde, 14’ünde ve 10’unda en iyi değerleri elde etmiştir. ARBF, 60 farklı durumdan 45’inde en iyi değer elde ederek toplamda % 75’lik yüksek bir performans göstermiştir.

4.2. BARBF’nin Veri Setleri için Çözümlerleri

ARBF ve BARBF, Seri 1’in test kümesi sayısının 20 ($n_{test}=20$) olduğu durum için 30 tekrarlı olarak çalıştırılmış ve elde edilen 30’ar adet HKOK değerleri için ortalama,

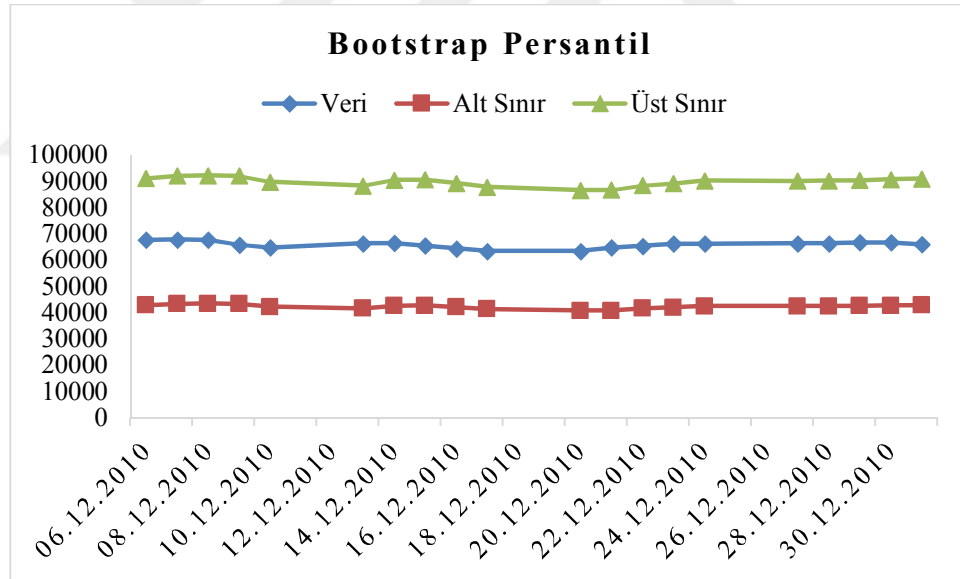
medyan, standart sapma, çeyrekler arası açıklık, en küçük ve en büyük değerleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. ARBF ile BARBF’nin karşılaştırılması

	ARBF	BARBF
Ortalama	1445,0093	958,1579
Medyan	1053,1752	898,2574
Standart Sapma	1076,9854	152,5432
Çeyrekler Arası Açıklık	5353,9400	602,1049
En Küçük	824,8506	819,9722
En Büyük	6178,7906	1422,0771

Çizelge 4.32 incelendiğinde BARBF’nin de başarılı sonuçlar elde ettiği görülmektedir. 5 farklı güven aralığı türü için elde edilen 30’ar adet *KD* ve *GD* değerleri sırasıyla Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34’de verilmiştir.

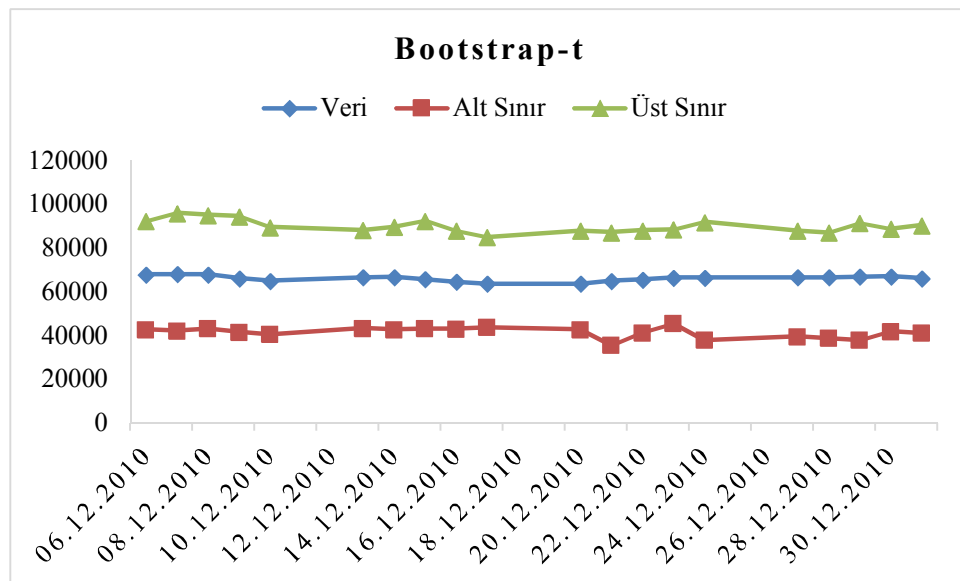
5 farklı güven aralığı türü ile elde edilen bootstrap güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafikleri sırasıyla Şekil 4.41, 4.42, 4.43, 4.44 ve 4.45’te verilmiştir.



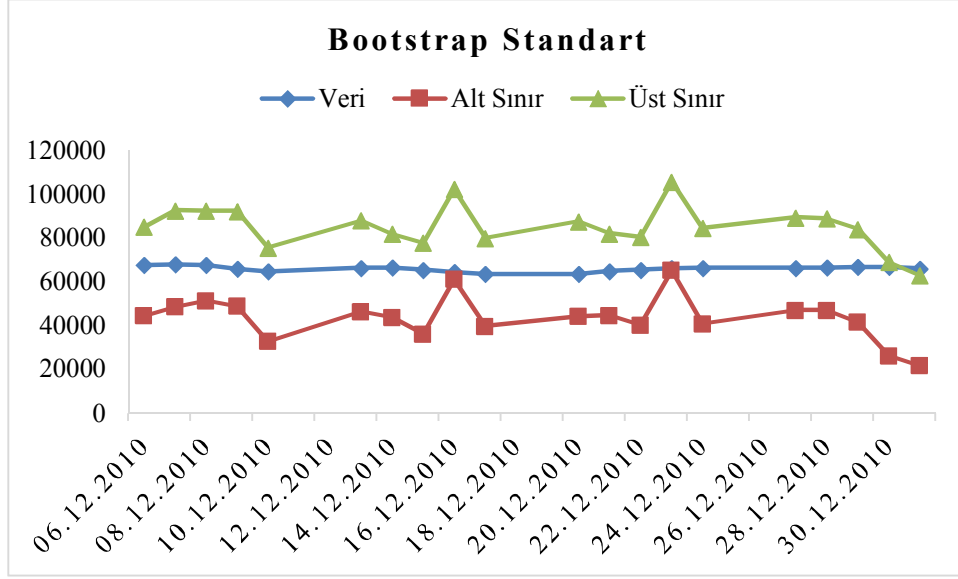
Şekil 4.41. Bootstrap persantil ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği

Çizelge 4.33. Seri 1’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *GD* değerleri

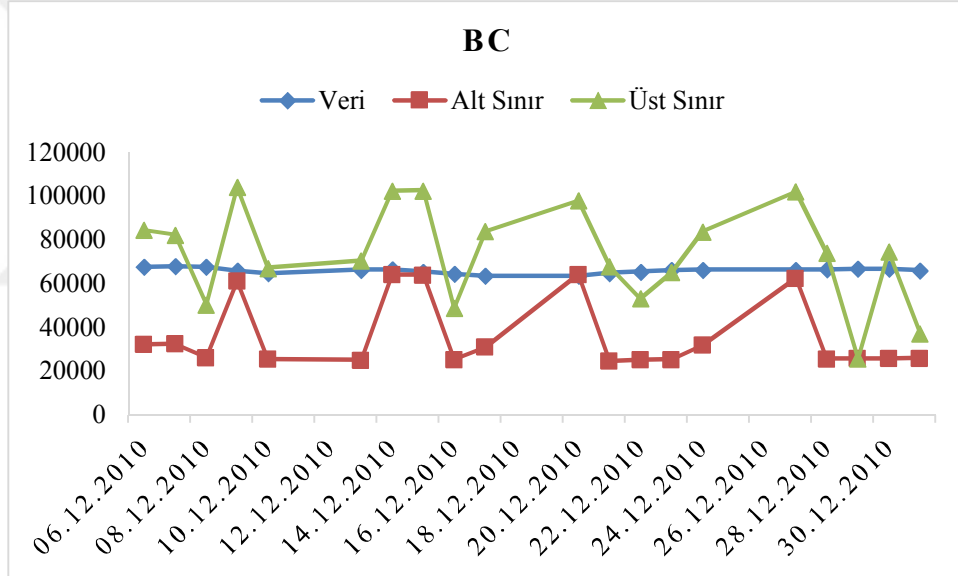
		Bootstrap Persantil	Bootstrap-t	Bootstrap Standart	BC	BC _a
1	GD	5	5	-20	-20	-25
2	GD	5	5	-15	-35	-20
3	GD	5	5	0	-30	-30
4	GD	5	5	-5	-15	-40
5	GD	5	5	-20	-25	-40
6	GD	5	5	-15	-10	-25
7	GD	5	5	-30	-25	-35
8	GD	5	5	-10	-35	-40
9	GD	5	5	-15	-15	-15
10	GD	5	5	-30	-15	-40
11	GD	5	5	-25	-40	-35
12	GD	5	5	-25	-40	-20
13	GD	5	5	-10	-25	-30
14	GD	5	5	-30	-25	-40
15	GD	5	5	-10	-25	-40
16	GD	5	5	0	-35	-30
17	GD	5	5	-25	-20	-30
18	GD	5	5	-20	-40	-5
19	GD	5	5	-25	-30	-25
20	GD	5	5	-15	-30	-35
21	GD	5	5	-30	-20	-20
22	GD	5	5	-15	-30	-15
23	GD	5	5	-25	-45	-10
24	GD	5	5	-30	-10	-35
25	GD	5	5	-10	-40	-45
26	GD	5	5	-15	-25	-15
27	GD	5	5	-25	-40	-10
28	GD	5	5	-10	-20	-10
29	GD	5	5	-45	-20	-20
30	GD	5	5	-5	-25	-30
Ortalama		5,00	5,00	-18,50	-27,00	-27,00



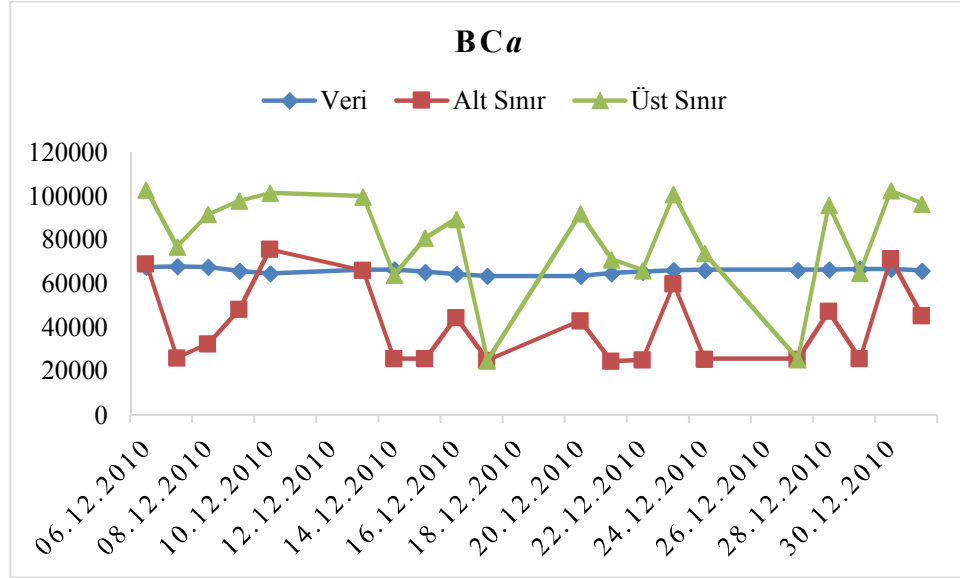
Şekil 4.42. Bootstrap-t yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği



Şekil 4.43. Bootstrap standart yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği



Şekil 4.44. Yan düzeltmesi -BC yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği



Şekil 4.45. Yan düzeltmesi ve hızlandırması - BC_a yöntemi ile elde edilen güven aralıklarının gerçek değerler ile birlikte grafiği

Çizelge 4.34. Seri 1’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen KD değerleri

		Bootstrap Persantil	Bootstrap-t	Bootstrap Standart	BC	BC_a
1	KD	25184,20	29696,75	29306,01	30367,44	24953,14
2	KD	48219,71	51215,06	42620,38	37710,30	42262,83
3	KD	47596,25	48612,97	41595,54	37762,76	39456,96
4	KD	28505,65	30190,57	28005,94	29039,05	26512,51
5	KD	31048,47	32578,08	28339,83	30821,57	30570,74
6	KD	32423,14	33867,82	29288,56	29345,72	26264,87
7	KD	51709,05	55134,09	45054,47	42539,76	42702,23
8	KD	48540,76	50427,03	44450,31	45303,97	45969,41
9	KD	32552,99	32148,35	25354,92	22791,89	24582,84
10	KD	41702,01	40711,39	32749,35	32696,19	25526,62
11	KD	39568,88	38840,39	31218,67	22074,52	24711,20
12	KD	34169,50	34112,72	28599,66	23002,41	24017,61
13	KD	37357,73	37224,59	32170,59	24940,57	26734,81
14	KD	38342,32	40617,72	33729,49	39541,64	38409,44
15	KD	42878,73	43863,61	33970,83	35073,64	30001,86
16	KD	31278,22	33919,62	30077,82	25361,74	27360,44
17	KD	34010,47	36682,22	32630,45	36395,07	33517,18
18	KD	46209,77	46819,55	40070,43	42703,34	50210,88
19	KD	51314,55	53929,71	46177,90	47618,07	45887,20
20	KD	39163,50	39995,85	30791,98	27795,55	26938,85
21	KD	33258,13	34481,31	31148,79	29877,42	25923,39
22	KD	41405,20	40385,91	31955,00	29128,26	30547,56
23	KD	33675,87	40279,26	33463,82	35353,38	42855,61
24	KD	41610,74	45899,96	41112,36	45452,82	49268,86
25	KD	38075,62	38321,58	30821,39	24691,93	25764,95
26	KD	33119,40	34172,96	31899,49	34528,99	35562,07
27	KD	41766,48	44133,08	43387,23	31997,54	48349,52
28	KD	43924,40	44958,95	40622,12	48998,84	45779,86
29	KD	33976,16	34727,87	29308,04	22870,69	23891,77
30	KD	27405,41	28769,85	23160,56	21576,70	22418,12
Ortalama		38333,11	39890,63	34102,73	32912,06	33565,11

Çizelge 4.35’de Seri 1 ($n_{test}=20$) için 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama GD ve KD değerleri birlikte tablolanmıştır.

Çizelge 4.35. Seri 1’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $|GD|$ ve KD değerleri

	Yıl	n_{test}	Değ. Kriteri	Bootstrap Persantil	Bootstrap- t	Bootstrap Standart	BC	BC_a
BIST 100	2010	20	$ GD $	5,00	5,00	18,50	27,00	27,00
			KD	38333,11	39890,63	34102,73	32912,06	33565,11

Çizelge 4.35’de görüldüğü üzere en iyi $|GD|$ değeri bootstrap persantil ve bootstrap- t güven aralığı türleri ile ve en iyi KD değeri ise BC güven aralığı türü ile elde edilmiştir.

ARBF ve BARBF, Seri 13’ün test kümesi sayısının 40 ($n_{test}=40$) olduğu durum için 30 tekrarlı olarak çalıştırılmış ve elde edilen 30’ar adet HKOK değerleri için ortalama, medyan, standart sapma, çeyrekler arası açıklık, en küçük ve en büyük değerleri Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.36. ARBF ile BARBF’nin karşılaştırılması

	ARBF	BARBF
Ortalama	112,7780	60,6581
Medyan	80,7696	60,4773
Standart Sapma	77,3668	0,9794
Çeyreklikler Arası Açıklık	376,5040	3,8541
En Küçük	60,0397	59,1287
En Büyük	436,5438	62,9828

Çizelge 4.36 incelendiğinde BARBF’nin başarılı sonuçlar elde ettiği görülmektedir. 5 farklı güven aralığı türü için elde edilen 30’ar adet KD ve GD değerleri sırasıyla Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Seri 13’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *GD* değerleri

		Bootstrap Persantil	Bootstrap-t	Bootstrap Standart	BC	BC_a
1	GD	5	5	-2,5	-12,5	-25
2	GD	5	5	-2,5	-35	-37,5
3	GD	5	5	-17,5	-22,5	-27,5
4	GD	5	5	-10	-27,5	-22,5
5	GD	5	5	-15	-30	-22,5
6	GD	5	5	-17,5	-25	-27,5
7	GD	5	5	-7,5	-22,5	-27,5
8	GD	5	5	-20	-27,5	-32,5
9	GD	5	5	-12,5	-42,5	-27,5
10	GD	5	5	-2,5	-27,5	-25
11	GD	5	5	0	-35	-22,5
12	GD	5	5	-5	-30	-27,5
13	GD	5	5	-5	-20	-32,5
14	GD	5	5	-20	-30	-27,5
15	GD	5	5	-7,5	-17,5	-25
16	GD	5	5	-12,5	-27,5	-17,5
17	GD	5	5	-17,5	-35	-15
18	GD	5	5	0	-52,5	-30
19	GD	5	5	-10	-32,5	-30
20	GD	5	5	-15	-27,5	-27,5
21	GD	5	5	-15	-20	-20
22	GD	5	5	-15	-32,5	-20
23	GD	5	5	-5	-20	-25
24	GD	5	5	-2,5	-30	-47,5
25	GD	5	5	-25	-17,5	-32,5
26	GD	5	5	-7,5	-32,5	-22,5
27	GD	5	5	-10	-27,5	-22,5
28	GD	5	5	-12,5	-15	-27,5
29	GD	5	5	-17,5	-27,5	-22,5
30	GD	5	5	-15	-17,5	-30
Ortalama		5,00	5,00	-10,83	-27,33	-26,67

Çizelge 4.38. Seri 13’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *KD* değerleri

		Bootstrap Persantil	Bootstrap- <i>t</i>	Bootstrap Standart	BC	BC _a
1	KD	3203,72	3298,44	2903,70	2972,82	3049,20
2	KD	2248,39	3769,54	2989,29	3266,45	3758,70
3	KD	2811,21	2818,52	2465,35	3094,91	2887,32
4	KD	3198,13	3945,87	3312,55	3821,67	4066,65
5	KD	3285,66	3531,73	2750,89	3276,35	3174,77
6	KD	3417,08	3627,59	2840,12	3278,82	2968,43
7	KD	2463,69	2768,06	2231,97	2279,09	2355,51
8	KD	2966,92	3073,33	2586,23	2802,21	2577,79
9	KD	2614,16	2884,78	2364,95	2429,06	2577,52
10	KD	3376,10	3342,03	2680,08	2862,75	2742,84
11	KD	3821,99	3826,17	2915,84	2699,98	2770,99
12	KD	4059,83	4197,17	3084,10	3176,21	3241,71
13	KD	3273,89	3489,19	2664,17	2997,18	2927,25
14	KD	2487,60	2663,15	2171,72	2128,94	2575,96
15	KD	3107,20	3887,06	3351,67	3761,96	3964,21
16	KD	2373,01	2789,89	2350,60	2330,75	2300,58
17	KD	3644,54	3681,71	2823,13	3094,48	3354,68
18	KD	1651,44	2972,07	2893,38	3680,09	3674,13
19	KD	2382,51	2848,98	2270,43	2563,30	2253,65
20	KD	2683,66	2933,26	2373,20	3097,81	2839,94
21	KD	2510,86	2975,04	2485,32	2751,28	2787,14
22	KD	2457,89	2533,07	2104,51	2070,91	1863,26
23	KD	2693,85	3177,21	2763,30	3644,24	3471,06
24	KD	3005,13	3345,20	2911,22	3587,63	3773,91
25	KD	1960,75	1976,64	1696,52	1515,46	1426,37
26	KD	3475,03	3519,59	2585,96	2361,59	2311,75
27	KD	2131,04	3078,23	2885,41	4104,81	4298,56
28	KD	2217,15	2486,63	2102,51	2278,11	2354,35
29	KD	2777,70	2920,23	2561,51	2699,99	2614,41
30	KD	2176,23	2315,48	2001,37	2260,63	2019,21
Ortalama		2815,88	3155,86	2604,03	2896,32	2899,40

Çizelge 4.39’da Seri 13 için 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama *GD* ve *KD* değerleri birlikte tablolanmıştır.

Çizelge 4.39. Seri 13’de 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $|GD|$ ve *KD* değerleri

	Yıl	<i>n</i> _{test}	Değ. Kriteri	Bootstrap Persantil	Bootstrap- <i>t</i>	Bootstrap Standart	BC	BC _a
TAIEX	2012	40	$ GD $	5,00	5,00	10,83	27,33	26,67
			<i>KD</i>	2815,88	3155,86	2604,03	2896,32	2899,40

Çizelge 4.39’da görüldüğü üzere en iyi $|GD|$ değeri bootstrap persantil ve bootstrap-*t* güven aralığı türleri ile ve en iyi *KD* değeri ise bootstrap standart güven aralığı türü ile elde edilmiştir.

BARBF, Seri 10’un test kümesi sayısının 10 (*n*_{test}=10) olduğu durum için 30 tekrarlı olarak çalıştırılmış ve 5 farklı güven aralığı türü için elde edilen 30’ar adet

HKOK değerleri için ortalama, medyan, standart sapma, çeyrekler arası açıklık, en kukk ve en büyük değerleri izelge 4.40’da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Seri 10 için ARBF ile BARBF’nin karşılaştırılması

	ARBF	BARBF
Ortalama	69,8872	43,4727
Medyan	47,4298	43,2050
Standart Sapma	48,4107	5,0605
eyreklikler Arası Açıklık	200,2143	20,3355
En Kukk	36,0138	36,5124
En Büyük	236,2282	56,8479

Çizelge 4.40 incelendiğinde BARBF’nin başarılı sonuçlar elde ettiği görülmektedir. 5 farklı güven aralığı türü için elde edilen 30’ar adet *KD* ve *GD* değerleri sırasıyla izelge 4.41 ve izelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Seri 10’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *GD* değerleri

	Bootstrap	Persantil	Bootstrap-t	Bootstrap Standart	BC	BCa
1	GD	5	5	-10	-25	-40
2	GD	5	5	-35	-45	-20
3	GD	5	5	-25	-25	-30
4	GD	5	5	-20	-25	-25
5	GD	5	5	-25	-30	-35
6	GD	5	5	-5	-20	-40
7	GD	5	5	-15	-10	-25
8	GD	5	5	-10	-10	-15
9	GD	5	5	-15	-35	-25
10	GD	5	5	0	-10	-40
11	GD	5	5	-15	-15	-35
12	GD	5	5	-15	-30	-45
13	GD	5	5	-25	-15	-35
14	GD	5	5	-20	-40	-40
15	GD	5	5	-20	-35	-45
16	GD	5	5	-20	-10	-25
17	GD	5	5	-5	-40	-30
18	GD	5	5	-15	-15	-30
19	GD	5	5	-25	-15	-35
20	GD	5	5	-5	-35	-40
21	GD	5	5	-25	-20	-35
22	GD	5	5	-20	-15	-15
23	GD	5	5	-10	-30	-40
24	GD	5	5	-20	-20	-30
25	GD	5	5	-30	-35	-30
26	GD	5	5	-10	-40	-35
27	GD	5	5	-10	-35	-25
28	GD	5	5	-25	-45	-30
29	GD	5	5	-20	-40	-10
30	GD	5	5	-25	-25	-30
Ortalama		5,00	5,00	-17,33	-26,33	-31,17

Çizelge 4.42. Seri 10’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *KD* değerleri

		Bootstrap Persantil	Bootstrap- <i>t</i>	Bootstrap Standart	BC	BC _a
1	KD	3671,13	4082,91	3395,26	4067,86	3803,98
2	KD	4664,38	4895,16	4057,65	4554,69	4632,87
3	KD	5168,81	5356,63	3919,38	3669,84	3919,48
4	KD	4518,97	4945,36	4322,30	4819,03	4484,82
5	KD	3807,47	4141,95	3381,18	3567,79	3548,01
6	KD	4346,11	4728,98	3995,52	4217,43	4066,49
7	KD	5733,51	6156,90	5094,62	6172,84	5748,37
8	KD	4368,74	4227,90	3279,59	3275,04	3303,75
9	KD	4315,67	4106,11	3229,99	2660,71	2809,32
10	KD	3845,62	4030,67	3108,71	2966,42	2962,90
11	KD	3897,51	4080,01	3343,36	3168,37	2748,34
12	KD	3511,20	3770,87	2749,72	2552,66	2529,94
13	KD	4683,71	4519,16	3542,81	3534,53	3519,39
14	KD	3066,18	3172,46	2764,53	2320,03	2174,87
15	KD	2847,61	2925,59	2405,21	1836,77	1884,05
16	KD	4567,06	4619,03	3856,39	4736,02	4164,83
17	KD	3778,35	3941,73	3065,24	3070,42	3141,12
18	KD	3337,82	3615,00	2895,49	3211,23	3277,46
19	KD	3710,83	4089,65	3352,43	3502,34	2962,48
20	KD	4250,12	4585,23	4136,98	4792,61	4720,46
21	KD	3588,92	3540,24	2770,40	2447,79	2131,65
22	KD	3044,99	3100,36	2493,58	2436,40	2237,55
23	KD	3193,17	3325,34	2882,71	2854,42	2222,49
24	KD	3516,81	3733,63	3166,29	3122,90	3644,73
25	KD	4287,78	4607,42	4104,64	4173,25	4340,99
26	KD	4595,04	4987,90	4022,95	3774,28	3541,56
27	KD	5474,77	5465,02	4021,26	3497,32	3888,56
28	KD	3689,75	3854,71	3483,64	3858,38	3728,26
29	KD	6046,63	5783,34	4369,66	4063,20	4528,94
30	KD	5168,81	5356,63	3919,38	3669,84	3919,48
Ortalama		4156,58	4324,86	3504,36	3553,15	3486,24

Çizelge 4.43’de Seri 10 için 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *GD* ve *KD* değerleri birlikte tablo lanmıştır.

Çizelge 4.43. Seri 10’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $|GD|$ ve *KD* değerleri

	Yıl	<i>n</i> _{test}	Değ. Kriteri	Bootstrap Persantil	Bootstrap- <i>t</i>	Bootstrap Standart	BC	BC _a
FTSE 100	2014	20	$ GD $	5,00	5,00	17,33	26,33	31,17
			KD	4156,58	4324,86	3504,36	3553,15	3486,24

Çizelge 4.43’de görüldüğü üzere en iyi $|GD|$ değeri bootstrap persantil ve bootstrap-*t* güven aralığı türleri ile ve en iyi *KD* değeri ise BC_a güven aralığı türü ile elde edilmiştir.

BARBF, Seri 19’un *n*_{test}=10 olduğu durum için 30 tekrarlı olarak çalıştırılmış ve 5 farklı güven aralığı türü için elde edilen 30’ar adet HKOK değerleri için ortalama,

medyan, standart sapma, çeyrekler arası açıklık, en küçük ve en büyük değerleri Çizelge 4.44’de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Seri 19 için ARBF ile BARBF’nin karşılaştırılması

	ARBF	BARBF
Ortalama	44,1367	21,6497
Medyan	1053,1752	898,2574
Standart Sapma	25,2042	3,0049
Çeyreklikler Arası Açıklık	77,9115	13,9572
En Küçük	19,2708	18,8247
En Büyük	97,1823	32,7819

Çizelge 4.44 incelendiğinde BARBF’nin de başarılı sonuçlar elde ettiği görülmektedir. 5 farklı güven aralığı türü için elde edilen 30’ar adet *KD* ve *GD* değerleri sırasıyla Çizelge 4.45 ve Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Seri 19’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *GD* değerleri

		Bootstrap Persantil	Bootstrap-t	Bootstrap Standart	BC	BC _a
1	GD	5	5	-5	-35	-25
2	GD	5	5	-25	-35	-5
3	GD	5	5	-5	-35	-35
4	GD	5	5	-35	-35	-35
5	GD	5	5	-15	-25	-15
6	GD	5	5	-15	-45	-15
7	GD	5	5	-25	-45	-5
8	GD	5	5	-15	-25	-45
9	GD	5	5	-35	-15	-45
10	GD	5	5	-15	-35	-25
11	GD	5	5	-5	-5	-15
12	GD	5	5	-25	-35	-5
13	GD	5	5	-35	-15	-65
14	GD	5	5	-25	-25	-25
15	GD	5	5	-15	-5	-35
16	GD	5	5	-15	-45	-15
17	GD	5	5	-25	-35	-5
18	GD	5	5	-25	-35	-15
19	GD	5	5	-15	-15	-15
20	GD	5	5	-5	-25	-25
21	GD	5	5	-5	-25	-35
22	GD	5	5	-15	-15	-45
23	GD	5	5	-15	-45	-35
24	GD	5	5	-25	-25	-35
25	GD	5	5	5	-35	-5
26	GD	5	5	5	-15	-35
27	GD	5	5	-5	-15	-45
28	GD	5	5	-15	-25	-15
29	GD	5	5	-45	-45	-15
30	GD	5	5	-25	-55	-15
Ortalama		5,00	5,00	-17,33	-29,00	-25,00

Çizelge 4.46. Seri 19’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *KD* değerleri

		Bootstrap Persantil	Bootstrap-<i>t</i>	Bootstrap Standart	BC	BC_a
1	KD	688,80	683,13	637,35	595,79	620,32
2	KD	950,42	999,36	789,18	687,82	833,48
3	KD	652,54	715,36	659,41	639,25	630,26
4	KD	1118,22	1112,44	885,54	756,47	709,13
5	KD	912,28	903,33	715,58	611,95	687,21
6	KD	894,84	932,69	715,96	539,98	742,52
7	KD	1001,03	1046,30	941,18	945,33	1100,39
8	KD	788,47	808,36	722,01	717,98	640,13
9	KD	684,87	729,59	652,18	590,50	507,45
10	KD	664,97	777,02	722,84	855,31	823,35
11	KD	1260,53	1231,75	872,04	853,97	850,22
12	KD	689,78	791,75	752,33	1152,07	870,46
13	KD	854,88	882,72	716,46	733,09	573,97
14	KD	841,04	853,68	735,39	779,87	795,79
15	KD	824,43	1042,81	1027,52	1221,79	1506,02
16	KD	779,25	780,17	606,93	551,56	614,83
17	KD	830,63	929,06	774,79	784,34	726,07
18	KD	699,97	753,45	661,12	705,80	652,89
19	KD	652,16	664,04	603,04	564,77	564,25
20	KD	803,06	825,53	690,70	578,73	557,31
21	KD	863,80	1012,06	836,72	1000,28	720,97
22	KD	690,40	705,31	617,74	518,21	408,17
23	KD	869,97	869,90	806,21	816,46	595,75
24	KD	841,79	922,40	743,56	737,18	762,27
25	KD	1064,03	1001,58	811,96	708,73	865,08
26	KD	823,97	798,28	682,18	665,52	532,58
27	KD	851,43	1220,28	1114,60	2062,93	1204,99
28	KD	781,12	878,37	743,86	655,15	774,74
29	KD	881,94	959,96	765,16	685,20	856,63
30	KD	907,16	962,09	822,06	657,30	762,12
Ortalama		838,93	893,09	760,85	779,11	749,64

Çizelge 4.47’de Seri 19 için 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen *GD* ve *KD* değerleri birlikte tablo lanmıştır.

Çizelge 4.47. Seri 19’da 5 farklı güven aralığı türünde elde edilen ortalama $|GD|$ ve *KD* değerleri

	Yıl	<i>n</i>test	Değ. Kriteri	Bootstrap Persantil	Bootstrap-<i>t</i>	Bootstrap Standart	BC	BC_a
NASDAQ 100	2014	20	$ GD $	5,00	5,00	17,33	29,00	25,00
			KD	838,93	893,09	760,85	779,11	749,64

Çizelge 4.47’de görüldüğü en iyi $|GD|$ değeri bootstrap persantil ve bootstrap-*t* güven aralığı türleri ile ve en iyi *KD* değeri ise BC_a güven aralığı türü ile elde edilmiştir.

BARBF yaklaşımı kullanılarak 5 farklı güven aralığı türünden elde edilen değerleri karşılaştırdığımız bu 4 farklı veri seti için GD ve KD kriterlerinin değerleri toplu olarak Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. 4 farklı zaman serisi için bootstrap güven aralığı yöntemlerinden elde edilen ortalama $|GD|$ ve KD değerleri

Endeks	Yıl	<i>n</i> test	Değ. Kriteri	Bootstrap Persantil	Bootstrap- <i>t</i>	Bootstrap Standart	BC	BC _{<i>a</i>}
BIST 100	2010	20	GD	5,00	5,00	18,50	27,00	27,00
			KD	38333,11	39890,63	34102,73	32912,06	33565,11
TAIEX	2012	40	GD	5,00	5,00	10,83	27,33	26,67
			KD	2815,88	3155,86	2604,03	2896,32	2899,40
NASDAQ 100	2013	10	GD	5,00	5,00	17,33	29,00	25,00
			KD	838,93	893,09	760,85	779,11	749,64
FTSE 100	2014	20	GD	5,00	5,00	17,33	26,33	31,17
			KD	4156,58	4324,86	3504,36	3553,15	3486,24

Çizelge 4.48 incelendiğinde 4 farklı zaman serisi için elde edilen sonuçlar ışığında en iyi $|GD|$ değerleri bootstrap persantil ve bootstrap-*t* güven aralığı türü kullanılarak, en iyi KD değerleri ise bootstrap standart, BC ve BC_{*a*} güven aralığı türleri ile elde edildiği görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında, iki melez öngörü yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntemlerde modele dayalı ve doğrusal bir model olan otoregresif model ile veriye dayalı ve doğrusal olmayan bir model ortaya çıkararak tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımı melezlenmiştir. Önerilen yöntemler her iki modelin avantajlarına da sahip olmaktadır. Önerilen yöntemler zaman serisinin bileşenlerine göre doğrusal ve doğrusal olmayan kısımdaki ağırlıklarını uyarlayabilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca tip-1 bulanık fonksiyonlar yaklaşımındaki alfa kesmesinin seçimi ve üyeliklerin doğrusal olmayan dönüşümlerinin seçimi parçacık sürü optimizasyonu ile belirlenerek, yöntemin objektifliği artırılmış ve kişisel tercihlerin önüne geçilmiştir. Önerilen yöntemlerde parametrelerin seçimi öngörü performansını artıracak şekilde otomatik olarak belirlenmektedir. Önerilen ikinci yaklaşımda (BARBF) ise bulanık fonksiyonlar yaklaşımında istatistiksel çıkarımlar yapmanın mümkün olduğu gösterilmiş, öngörüler için güven aralıkları elde edilmiş ve öngörüler tahmin edicinin dağılımı için elde edilen örneklemin medyanı olarak hesaplanmıştır.

Önerilen yöntemlerin öngörü performansını göstermek amacıyla 4 farklı borsa endeksi verisi 2010-2014 yılları arasındaki her yıl için ayrı ayrı elde edilmiş ve toplamda 20 farklı zaman serisi oluşturulmuştur. Her bir zaman serisi için 3 farklı test kümesi veri sayısı kullanılmış ve toplamda 60 durum çözümlenmiştir. Bu zaman serileri, literatürde var olan diğer bazı öngörü yöntemleri ile de analiz edilmiştir. ARBF'den elde edilen sonuçlar, diğer yöntemlerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında, önerilen yöntemin toplam 60 durum içerisinde 45'inde (yani % 75'inde) en iyi öngörü sonuçlarını ürettiği gözlemlenmiştir.

BARBF ve ARBF, ARBF'den en iyi öngörünün elde edildiği 4 farklı durum için 30 tekrarlı olarak çalıştırılmış ve elde edilen değerlendirme kriteri değerleri için ortalama, medyan, standart sapma, çeyrekler arası açıklık, en küçük ve en büyük değerleri bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara bakıldığında, BARBF'nin ARBF'ye göre daha iyi sonuçlar elde ettiği görülmüştür. BARBF'den elde edilen 5 farklı güven aralığını karşılaştırmak için kullanılan değerlendirme kriterlerini dikkate alarak, en iyi $|GD|$ değerleri bootstrap persantil ve bootstrap- t güven aralığı türü kullanılarak, en iyi KD değerleri ise bootstrap standart, BC ve BC_a güven aralığı türleri ile elde edildiği

görülmüştür. Ancak kullanılan zaman serisine göre diğer güven aralığı yöntemlerinin de daha iyi sonuçlar üretebileceği göz ardı edilmemelidir.

Gelecek çalışmalarda doğrusal ve doğrusal olmayan kısımların ağırlıklarının dağılımının bootstrap yöntemleri ile tahmin edilmesi ve ağırlıklara dayalı bir doğrusal-doğrusal olmama bootstrap hipotez testinin geliştirilmesi planlanmaktadır.



KAYNAKLAR

- Abe S (1999). Fuzzy function approximators with ellipsoidal regions. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 29(5): 654-661
- Abraham B ve Ledolter J (1983). *Statistical Methods for Forecasting*. John Wiley and Sons, Inc, 445, New York.
- Abraham B ve Ledolter J (1986). Forecast Functions Implied by Autoregressive Integrated Moving Average Models and Other Related Forecast Procedures. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, 54(1): 51-66. doi:10.2307/1403258
- Aladağ Ç H, Başaran M A, Eğrioğlu E, Yolcu U ve Uslu V R (2009). Forecasting in high order fuzzy times series by using neural networks to define fuzzy relations. *Expert Systems with Applications*, 36(3): 4228-4231
- Aladağ Ç H, Türkşen I B, Dalar A Z, Eğrioğlu E ve Yolcu U (2014). Application of Type-1 Fuzzy Functions Approach for Time Series Forecasting. *TJFS: Turkish Journal of Fuzzy Systems An Official Journal of Turkish Fuzzy Systems Association*, 5(1): 01-09
- Aladağ Ç H, Yolcu U ve Eğrioğlu E (2010). A high order fuzzy time series forecasting model based on adaptive expectation and artificial neural networks. *Mathematics and Computers in Simulation*, 81(4): 875-882
- Aladağ Ç H, Yolcu U, Eğrioğlu E ve Türkşen I B (2016). Type-1 fuzzy time series function method based on binary particle swarm optimisation. *International Journal of Data Analysis Techniques and Strategies*, 8(1): 2-13
- Ali M ve Kaelo P (2008). Improved particle swarm algorithms for global optimization. *Applied mathematics and computation*, 196(2): 578-593
- Berg A, Paparoditis E ve Politis D N (2010). A bootstrap test for time series linearity. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 140(12): 3841-3857
- Berkowitz J ve Kilian L (2000). Recent developments in bootstrapping time series. *Econometric Reviews*, 19(1): 1-48
- Beyhan S ve Alcı M (2010). Stable modeling based control methods using a new RBF network. *ISA transactions*, 49(4): 510-518
- Bezdek J C (1981). *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function*. Plenum Press, 256, New York, USA.
- Bose A ve Politis D N (1995). New Age International Publishers, 39–51, New Delhi.
- Box G E P ve Jenkins G M (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (Rev. ed.). Holden-Day, 575,
- Brown R G (1959). *Statistical forecasting for inventory control*. McGraw-Hill, 232 p., New York.
- Brown R G (1963). *Smoothing, forecasting and prediction of discrete time series*. Prentice-Hall, 468 p., Englewood Cliffs, N.J.
- Bühlmann P (1997). Sieve bootstrap for time series. *Bernoulli*, 3(2): 123-148
- Bühlmann P (2002). Bootstraps for time series. *Statistical Science*: 52-72
- Callen J L, Kwan C C, Yip P C ve Yuan Y (1996). Neural network forecasting of quarterly accounting earnings. *International journal of forecasting*, 12(4): 475-482

- Camargo H, Pires M ve Castro P (2004). Genetic Design of Fuzzy Knowledge Bases- a study of different approaches. *Fuzzy Information*, 2004. Processing NAFIPS'04. IEEE Annual Meeting of the, IEEE, 954-959.
- Carey V J (2005). *Resampling Methods for Dependent Data*: Taylor & Francis.
- Carlstein E (1986). The use of subseries values for estimating the variance of a general statistic from a stationary sequence. *The annals of Statistics*: 1171-1179
- Chatfield C (1993). Neural networks: Forecasting breakthrough or passing fad? *International journal of forecasting*, 9(1): 1-3
- Chatfield C (1995). Positive or negative? *International journal of forecasting*, 11(4): 501-502
- Chen S-M (1996). Forecasting enrollments based on fuzzy time series. *Fuzzy sets and systems*, 81(3): 311-319
- Chen S-M ve Hwang J-R (2000). Temperature prediction using fuzzy time series. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 30(2): 263-275
- Chen S M (2002). Forecasting enrollments based on high-order fuzzy time series. *Cybernetics and Systems*, 33(1): 1-16. doi:Doi 10.1080/019697202753306479
- Church K B ve Curram S P (1996). Forecasting consumers' expenditure: A comparison between econometric and neural network models. *International journal of forecasting*, 12(2): 255-267
- Clements M P ve Taylor N (2001). Bootstrapping prediction intervals for autoregressive models. *International journal of forecasting*, 17(2): 247-267
- Clerc M ve Kennedy J (2002). The particle swarm-explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space. *IEEE Transactions on evolutionary computation*, 6(1): 58-73
- Conejo A J, Contreras J, Espinola R ve Plazas M A (2005). Forecasting electricity prices for a day-ahead pool-based electric energy market. *International journal of forecasting*, 21(3): 435-462
- Cordeiro C ve Neves M (2006). The Bootstrap methodology in time series forecasting. *Proceedings of CompStat2006''(J. Black and A. White, Eds.)*, Springer Verlag: 1067-1073
- Cordon O, Gomide F, Herrera F, Hoffmann F ve Magdalena L (2004). Ten years of genetic fuzzy systems: current framework and new trends. *Fuzzy sets and systems*, 141(1): 5-31
- Cordon O, Herrera F, Hoffmann F ve Magdalena L (2001). *Genetic Fuzzy Systems: Evolutionary Tuning And Learning Of Fuzzy Knowledge Bases*. World Scientific Publishing Company, Singapore.
- Cura T (2008). *Modern sezgisel teknikler ve uygulamaları*. Papatya Yayıncılık Eğitim,
- Çelikyılmaz A ve Türkşen I B (2007a). Evolutionary fuzzy system models with improved fuzzy functions and its application to industrial process. *Systems, Man and Cybernetics*, 2007. ISIC. IEEE International Conference on, IEEE, 541-546.
- Çelikyılmaz A ve Türkşen I B (2007b). Fuzzy functions with support vector machines. *Information Sciences*, 177(23): 5163-5177
- Çelikyılmaz A ve Türkşen I B (2007c). *Information Sciences 2007*. World Scientific, 1238-1244.
- Çelikyılmaz A ve Türkşen I B (2008a). Enhanced fuzzy system models with improved fuzzy clustering algorithm. *IEEE transactions on Fuzzy Systems*, 16(3): 779-794

- Çelikyılmaz A ve Türkşen I B (2008b). Uncertainty bounds of fuzzy c-regression method. *Fuzzy Systems*, 2008. FUZZ-IEEE 2008.(IEEE World Congress on Computational Intelligence). IEEE International Conference on, IEEE, 1193-1198.
- Çelikyılmaz A ve Türkşen I B (2009). *Modeling Uncertainty with Fuzzy Logic: With Recent Theory and Applications*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 400,
- Çelikyılmaz A, Türkşen I B, Aktas R, Doğanay M M ve Ceylan N B (2007). A new classifier design with fuzzy functions. *International Workshop on Rough Sets, Fuzzy Sets, Data Mining, and Granular-Soft Computing*, Springer, 136-143.
- Dalar A Z (2012). Parçacık sürü optimizasyonuna dayalı bulanık zaman serisi yaklaşımı. *Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi İstatistik*, 79
- Dalar A Z, Eğrioğlu E, Çağcağ Yolcu Ö ve Aladağ Ç H (2015). The Type-1 Fuzzy Function Approach Based on Artificial Neural Network for Forecasting. *Conference of the International Journal of Arts & Sciences*, 191-192, Paris, France.
- Dalar A Z, Eğrioğlu E, Yolcu U, Aladağ Ç H ve Türkşen I B (2013). Tip 1 Bulanık Fonksiyon Yaklaşımının Zaman Serilerinde Bir Uygulaması,. 8th *International Statistics Congress*, Antalya, Türkiye.
- Darbellay G A ve Slama M (2000). Forecasting the short-term demand for electricity: Do neural networks stand a better chance? *International journal of forecasting*, 16(1): 71-83
- Davison A C ve Hinkley D V (1997). *Bootstrap methods and their application* (1st ed.). Cambridge University Press, 594, USA.
- Davison A C, Hinkley D V ve Young G A (2003). Recent developments in bootstrap methodology. *Statistical Science*: 141-157
- De Gooijer J G ve Hyndman R J (2006). 25 years of time series forecasting. *International journal of forecasting*, 22(3): 443-473
- De Gooijer J G ve Kumar K (1992). Some recent developments in non-linear time series modelling, testing, and forecasting. *International journal of forecasting*, 8(2): 135-156
- Dette H ve Paparoditis E (2009). Bootstrapping frequency domain tests in multivariate time series with an application to comparing spectral densities. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 71(4): 831-857
- Dovonon P, Goncalves S ve Meddahi N (2013). Bootstrapping realized multivariate volatility measures. *Journal of Econometrics*, 172(1): 49-65
- Efron B (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. 1-26. doi:10.1214/aos/1176344552
- Efron B ve Tibshirani R J (1993). *An Introduction to the Bootstrap* (1st ed.). Chapman & Hall/CRC, 456, Florida.
- Eğrioğlu E, Aladağ Ç H, Yolcu U ve Baş E (2014). A new adaptive network based fuzzy inference system for time series forecasting. *Aloy Journal of Soft Computing and Applications*, 2(1): 25-32
- Gonçalves S ve Meddahi N (2009). Bootstrapping realized volatility. *Econometrica*, 77(1): 283-306
- Gorr W L, Nagin D ve Szczypula J (1994). Comparative study of artificial neural network and statistical models for predicting student grade point averages. *International journal of forecasting*, 10(1): 17-34
- Grigoletto M (1998). Bootstrap prediction intervals for autoregressions: some alternatives. *International journal of forecasting*, 14(4): 447-456

- Günay S, Eğrioğlu E ve Aladağ Ç H (2007). *Tek değişkenli zaman serileri analizine giriş*. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 230, Ankara.
- Hall P (1985). Resampling a coverage pattern. *Stochastic Processes and their Applications*, 20(2): 231-246. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0304-4149\(85\)90212-1](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4149(85)90212-1)
- Hall P (1992). *The Bootstrap and Edgeworth Expansion*. Springer Science & Business Media, 354, Virginia, USA.
- Härdle W, Horowitz J ve Kreiss J P (2003). Bootstrap methods for time series. *International Statistical Review*, 71(2): 435-459
- Hidalgo J ve Kreiss J-P (2006). Bootstrap specification tests for linear covariance stationary processes. *Journal of Econometrics*, 133(2): 807-839
- Hippert H S, Bunn D ve Souza R (2005). Large neural networks for electricity load forecasting: Are they overfitted? *International journal of forecasting*, 21(3): 425-434
- Hippert H S, Pedreira C E ve Souza R C (2001). Neural networks for short-term load forecasting: A review and evaluation. *IEEE Transactions on power systems*, 16(1): 44-55
- Holt C C (1957). *Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages*. Carnegie Institute of Technology, Graduate school of Industrial Administration, Pittsburgh, Pa.
- Huarng K (2001). Effective lengths of intervals to improve forecasting in fuzzy time series. *Fuzzy sets and systems*, 123(3): 387-394
- Huarng K ve Yu T H-K (2006). The application of neural networks to forecast fuzzy time series. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 363(2): 481-491
- Hwang J-R, Chen S-M ve Lee C-H (1998). Handling forecasting problems using fuzzy time series. *Fuzzy sets and systems*, 100(1-3): 217-228
- Jang J-S (1993). ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 23(3): 665-685
- Kandel A (1974). On the minimization of incompletely specified fuzzy functions. *Information and Control*, 26(2): 141-153
- Kandel A (1977). A note on the simplification of fuzzy switching functions. *Information Sciences*, 13(2): 91-94
- Karaboğa D (2011). *Yapay zeka optimizasyon algoritmaları: tabu araştırma, ısıtma işlemi, genetik, karınca koloni, yapay bağışıklık, Diferansiyel gelişim, parçacık sürü optimizasyonu, yapay arı koloni algoritmaları*. Nobel Yayın Dağıtım, 426,
- Kasabov N K ve Song Q (2002). DENFIS: dynamic evolving neural-fuzzy inference system and its application for time-series prediction. *IEEE transactions on Fuzzy Systems*, 10(2): 144-154
- Kennedy J ve Eberhart R C (1995). Particle swarm optimization. IEEE International Conference on Neural Networks, 1942-1948, Piscataway, New Jersey.
- Kennedy J ve Eberhart R C (1999). *New ideas in optimization*. McGraw-Hill Ltd., UK, 379-388.
- Kennedy J ve Mendes R (2002). Population structure and particle swarm performance. Evolutionary Computation, 2002. CEC'02. Proceedings of the 2002 Congress on, IEEE, 1671-1676.
- Kim J H (2004). Bootstrap prediction intervals for autoregression using asymptotically mean-unbiased estimators. *International journal of forecasting*, 20(1): 85-97
- Kreiss J-P ve Lahiri S (2012). *Time Series Analysis: Methods and Applications*. Elsevier, 3,26.

- Kreiss J-P, Neumann M H ve Yao Q (2008). Bootstrap tests for simple structures in nonparametric time series regression. *Statistics and its Interface*, 1(2): 367-380
- Kreiss J ve Neumann M H (1999). Bootstrap tests for parametric volatility structure in nonparametric autoregression. *Prob. Theory Math. Stat.* 393-404
- Kreiss J P ve Paparoditis E (2015). Bootstrapping locally stationary processes. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 77(1): 267-290
- Künsch H R (1989). The jackknife and the bootstrap for general stationary observations. *The annals of Statistics*: 1217-1241
- Lahiri S N (2003). *Resampling Methods for Dependent Data*. Springer Science & Business Media, 374,
- Li H ve Maddala G (1996). Bootstrapping time series models. *Econometric Reviews*, 15(2): 115-158
- Liu R Y ve Singh K (1992). Moving blocks jackknife and bootstrap capture weak dependence. *Exploring the limits of bootstrap*, 225: 248
- Mamdani E H ve Assilian S (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7(1): 1-13. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0020-7373\(75\)80002-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0020-7373(75)80002-2)
- Marinos P N (1969). Fuzzy logic and its application to switching systems. *IEEE Transactions on Computers*, 100(4): 343-348
- Martinez W L ve Martinez A R (2007). *Computational Statistics Handbook with MATLAB, Second Edition*. CRC Press, 792, London, UK.
- Masarotto G (1990). Bootstrap prediction intervals for autoregressions. *International journal of forecasting*, 6(2): 229-239
- McCullough B (1994). Bootstrapping forecast intervals: an application to AR (p) models. *Journal of Forecasting*, 13(1): 51-66
- McCullough B (1996). Consistent forecast intervals when the forecast-period exogenous variables are stochastic. *Journal of Forecasting*, 15(4): 293-304
- Mondal P, Shit L ve Goswami S (2014). Study of effectiveness of time series modeling (ARIMA) in forecasting stock prices. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*, 4(2): 13-29
- Neumann M H ve Paparoditis E (2008). Goodness-of-fit tests for Markovian time series models. *Bernoulli*, 14(1): 14-46
- Newbold P (1983). Arima Model-Building and the Time-Series Analysis Approach to Forecasting. *Journal of Forecasting*, 2(1): 23-35. doi:DOI 10.1002/for.3980020104
- Paparoditis E (1996). A frequency domain bootstrap-based method for checking the fit of a transfer function model. *Journal of the American Statistical Association*, 91(436): 1535-1550
- Paparoditis E ve Politis D N (2003). Residual-Based Block Bootstrap for Unit Root Testing. *Econometrica*, 71(3): 813-855
- Parker C, Paparoditis E ve Politis D N (2006). Unit root testing via the stationary bootstrap. *Journal of Econometrics*, 133(2): 601-638
- Pegels C C (1969). Exponential Forecasting: Some New Variations. *Management science*, 15(5): 311-315. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2628137>
- Politis D, Romano J P ve Wolf M (1999a). Weak convergence of dependent empirical measures with application to subsampling in function spaces. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 79(2): 179-190
- Politis D N (2003). The impact of bootstrap methods on time series analysis. *Statistical Science*, 18(2): 219-230

- Politis D N ve Romano J P (1992). A circular block-resampling procedure for stationary data. *Exploring the limits of bootstrap*: 263-270
- Politis D N ve Romano J P (1994). The stationary bootstrap. *Journal of the American Statistical Association*, 89(428): 1303-1313
- Politis D N, Romano J P ve Wolf M (1999b). *Subsampling*. Springer Science & Business Media, 348, New York.
- Psaradakis Z (2001). Bootstrap tests for an autoregressive unit root in the presence of weakly dependent errors. *Journal of Time Series Analysis*, 22(5): 577-594
- Psaradakis Z (2003). A sieve bootstrap test for stationarity. *Statistics & probability letters*, 62(3): 263-274
- Psaradakis Z (2006). Blockwise bootstrap testing for stationarity. *Statistics & probability letters*, 76(6): 562-570
- Qi M (2001). Predicting US recessions with leading indicators via neural network models. *International journal of forecasting*, 17(3): 383-401
- Rao T S, Rao S S ve Rao C R (Eds.) (2012). *Time Series Analysis: Methods and Applications*. Elsevier Science, 776, North Holland.
- Ratnaweera A, Halgamuge S K ve Watson H C (2004). Self-organizing hierarchical particle swarm optimizer with time-varying acceleration coefficients. *IEEE Transactions on evolutionary computation*, 8(3): 240-255
- Reeves W T (1983). Particle systems—a technique for modeling a class of fuzzy objects. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 2(2): 91-108
- Reynolds C W (1987). Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model. *ACM SIGGRAPH computer graphics*, 21(4): 25-34
- Roberts S (1982). A general class of Holt-Winters type forecasting models. *Management science*, 28(7): 808-820
- Ruiz E ve Pascual L (2002). Bootstrapping financial time series. *Journal of Economic Surveys*, 16(3): 271-300
- Sarica B, Eğrioğlu E ve Aşıkil B (2017). A new hybrid method for time series forecasting: AR–ANFIS. *Neural Computing and Applications*: 1-12
- Shao J ve Tu D (1995). *The jackknife and bootstrap*. New York: Springer-Verlag.
- Shi Y ve Eberhart R (1998a). A modified particle swarm optimizer. *Evolutionary Computation Proceedings, 1998. IEEE World Congress on Computational Intelligence.*, The 1998 IEEE International Conference on, IEEE, 69-73.
- Shi Y ve Eberhart R (1998b). Parameter selection in particle swarm optimization. *Evolutionary programming VII*, Springer, 591-600.
- Shi Y ve Eberhart R. (1999). Empirical study of particle swarm optimization. *Proceedings of the 1999 Congress on Evolutionary Computation*.
- Singh K (1981). On the asymptotic accuracy of Efron's bootstrap. *The annals of Statistics*: 1187-1195
- Siy P ve Chen C (1972). Minimization of fuzzy functions. *IEEE Transactions on Computers*, 100(1): 100-102
- Song Q ve Chissom B S (1993a). Forecasting enrollments with fuzzy time series — Part I. *Fuzzy sets and systems*, 54: 1-9. doi:10.1016/0165-0114(93)90355-L
- Song Q ve Chissom B S (1993b). Fuzzy time series and its models. *Fuzzy sets and systems*, 54(3): 269-277
- Song Q ve Chissom B S (1994). Forecasting enrollments with fuzzy time series — Part II. *Fuzzy sets and systems*, 62: 1-8. doi:10.1016/0165-0114(94)90067-1
- Sugeno M ve Kang G (1988). Structure identification of fuzzy model. *Fuzzy sets and systems*, 28(1): 15-33

- Sullivan J ve Woodall W H (1994). A comparison of fuzzy forecasting and Markov modeling. *Fuzzy sets and systems*, 64(3): 279-293
- Şen Z (2009). *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme* (3). Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Tak N (2016). Recurrent Type-1 Fuzzy Functions Approach for Time Series Forecasting. Ph. D., Yıldız Technical University Department of Statistics, İstanbul, Turkey. (444711).
- Takagi T ve Sugeno M (1985). Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*(1): 116-132
- Teräsvirta T, Van Dijk D ve Medeiros M C (2005). Linear models, smooth transition autoregressions, and neural networks for forecasting macroeconomic time series: A re-examination. *International journal of forecasting*, 21(4): 755-774
- Tkacz G (2001). Neural network forecasting of Canadian GDP growth. *International journal of forecasting*, 17(1): 57-69
- Türkşen I B (2008). Fuzzy functions with LSE. *Applied Soft Computing*, 8: 1178-1188. doi:10.1016/j.asoc.2007.12.004
- Türkşen I B (2009). Fuzzy System Models. *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*: 4080-4094. doi:10.1007/978-0-387-30440-3_239
- Türkşen I B ve Çelikyılmaz A (2006). Comparison of fuzzy functions with fuzzy rule base approaches. *International Journal of Fuzzy Systems*, 8(3): 137
- Uslu V R, Baş E, Yolcu U ve Eğrioğlu E (2014). A fuzzy time series approach based on weights determined by the number of recurrences of fuzzy relations. *Swarm and Evolutionary Computation*, 15: 19-26. doi:10.1016/j.swevo.2013.10.004
- Van den Bergh F ve Engelbrecht A P. (2002). A new locally convergent particle swarm optimiser. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*.
- Watts D J (1999). *Small Worlds: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*. Princeton University Press, 266,
- Wiener N (1958). *Nonlinear problems in random theory*. Wiley, London.
- Winters P R (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management science*, 6(3): 324-342
- Yılmaz M ve Arslan E (2005). Bulanık mantığın jeodezik problemlerin çözümünde kullanılması. *Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*: 23-25
- Yolcu U, Çağcağ Yolcu Ö, Aladağ Ç H ve Eğrioğlu E (2014). An enhanced fuzzy time series forecasting method based on artificial bee colony. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 26(6): 2627-2637. doi:10.3233/Ifs-130933
- Yolcu U, Jin Y ve Eğrioğlu E (2016). An ensemble of single multiplicative neuron models for probabilistic prediction. 2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI), 6-9 Dec. 2016, 1-8.
- Yu H-K (2005a). A refined fuzzy time-series model for forecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 346(3): 657-681
- Yu H-K (2005b). Weighted fuzzy time series models for TAIEX forecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 349(3): 609-624
- Yule G U (1927). On a method of investigating the periodicities of disturbed series, with special reference to Wolfer's sunspot numbers. *Philosophical Transactions of the Royal Society (A)*, 226: 267-298
- Zagdański A (2001). Prediction intervals for stationary time series using the sieve bootstrap metod. *Demonstratio Mathematica. Warsaw Technical University Institute of Mathematics*, 34(2): 469-481

- Zarandi M F, Zarinbal M, Ghanbari N ve Türkşen I B (2013). A new fuzzy functions model tuned by hybridizing imperialist competitive algorithm and simulated annealing. Application: Stock price prediction. *Information Sciences*, 222: 213-228
- Zhang G, Eddy Patuwo B ve Y. Hu M (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International journal of forecasting*, 14: 35-62. doi:10.1016/S0169-2070(97)00044-7
- Ziwei X (1981). On the representation and enumeration of fuzzy switching functions. *Information and Control*, 51(3): 216-226



EKLER

EK A ÇİZELGELER

EK B ŞEKİLLER



EK A ÇİZELGELER

Ek A.1. Seri 1 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
06.12.2010	67712,10	66778,67	67285,24	66835,41	67219,58	66882,45
07.12.2010	67873,47	68030,96	68005,38	67687,01	68035,51	67703,93
08.12.2010	67704,61	68061,38	68092,31	67848,32	67946,42	68005,22
09.12.2010	65913,89	67788,53	67864,43	67679,52	67455,87	67508,20
10.12.2010	64759,02	65547,72	66164,54	65889,45	65818,89	65851,27
13.12.2010	66380,44	65112,54	64991,60	64735,00	64745,47	64766,17
14.12.2010	66509,71	67481,64	66522,43	66355,83	66458,58	66505,79
15.12.2010	65499,20	66459,11	66660,18	66485,05	66408,07	66469,28
16.12.2010	64429,48	65443,31	65845,33	65474,91	65548,01	65591,45
17.12.2010	63524,18	64933,99	64894,64	64405,58	64927,93	64581,98
20.12.2010	63501,58	64191,87	63918,10	63500,61	64209,47	63843,62
21.12.2010	64819,64	63771,13	63887,00	63478,02	64186,03	63885,87
22.12.2010	65440,22	65705,94	65224,63	64795,60	65150,11	64893,74
23.12.2010	66218,98	65755,54	65892,21	65415,95	65846,43	65574,38
24.12.2010	66267,34	66503,22	66697,45	66194,43	66691,89	66418,09
27.12.2010	66356,58	66199,87	66745,64	66242,77	66682,96	66409,58
28.12.2010	66441,93	66296,59	66749,06	66331,98	66756,97	66464,96
29.12.2010	66719,67	66378,43	66784,19	66417,30	66816,82	66494,82
30.12.2010	66822,14	66722,63	66986,67	66694,94	66950,77	66611,29
31.12.2010	66004,48	66780,63	67080,41	66797,37	67093,52	66756,71
	HKOK	846,7623	897,3793	849,0928	814,7177	804,6204
	OMYH	0,0106	0,0107	0,0100	0,0099	0,0097

Ek A.2. Seri 1 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.11.2010	68522,21	69880,06	69230,24	69027,65	69180,52	69051,84
03.11.2010	68604,63	69323,15	68761,06	68475,97	68648,03	68510,95
04.11.2010	70905,39	69487,76	68753,01	68558,32	68727,52	68591,69
05.11.2010	70779,15	70995,36	70690,54	70857,27	70946,49	70845,68
08.11.2010	70941,06	69815,55	70595,64	70731,13	70824,73	70722,01
09.11.2010	71543,26	69936,25	70712,08	70892,91	70980,89	70880,62
10.11.2010	70561,03	69909,98	71220,07	71494,64	71561,68	71470,58
11.11.2010	70084,95	69337,74	70475,91	70513,18	70614,37	70508,32
12.11.2010	69553,08	69792,87	70072,54	70037,48	70155,21	70041,92
15.11.2010	69998,07	69765,76	69632,22	69506,03	69642,25	69520,86
22.11.2010	67926,47	70270,71	70025,80	69950,67	70071,42	69956,80
23.11.2010	66335,42	68626,97	68254,73	67880,70	68073,47	67927,32
24.11.2010	67230,72	67251,15	66900,94	66290,90	66538,98	66368,62
25.11.2010	67148,87	67636,47	67633,92	67185,50	67402,45	67245,72
26.11.2010	66147,74	67786,13	67581,55	67103,71	67323,51	67165,53
29.11.2010	64072,16	66792,65	66656,37	66103,37	66357,97	66184,75
30.11.2010	65350,85	65775,95	64796,03	64029,43	64372,48	64141,24
01.12.2010	66156,19	65845,00	65947,68	65307,11	65530,07	65404,06
02.12.2010	66939,08	66328,83	66629,10	66111,82	66366,12	66193,03
03.12.2010	66860,19	67262,98	67248,13	66894,09	67121,18	66960,00
06.12.2010	67712,10	67384,68	67075,96	66815,26	67045,09	66882,72
07.12.2010	67873,47	68332,03	67868,17	67666,50	67866,72	67717,31
08.12.2010	67704,61	68701,94	68040,69	67827,74	68022,35	67875,40
09.12.2010	65913,89	68535,08	67930,95	67659,01	67859,49	67709,97
10.12.2010	64759,02	66926,76	66409,57	65869,71	66132,43	65955,66
13.12.2010	66380,44	65438,90	65466,44	64715,75	64983,16	64824,27
14.12.2010	66509,71	66718,72	66850,98	66335,89	66582,40	66412,72
15.12.2010	65499,20	66841,73	66953,14	66465,06	66707,07	66539,36
16.12.2010	64429,48	66065,91	66006,25	65455,34	65732,49	65549,40
17.12.2010	63524,18	65084,38	65000,21	64386,47	64691,73	64501,42
20.12.2010	63501,58	64113,82	64319,00	63481,88	63833,30	63567,95
21.12.2010	64819,64	63800,29	64308,29	63459,30	63809,02	63546,74
22.12.2010	65440,22	65478,47	65393,75	64776,32	65037,45	64883,65
23.12.2010	66218,98	65638,46	65866,33	65396,41	65675,60	65491,62
24.12.2010	66267,34	66392,70	66488,30	66174,56	66426,68	66254,54
27.12.2010	66356,58	66547,51	66529,05	66222,88	66473,32	66301,92
28.12.2010	66441,93	66651,16	66683,62	66312,05	66559,39	66389,35
29.12.2010	66719,67	66764,00	66789,84	66397,33	66641,70	66472,96
30.12.2010	66822,14	67085,30	67064,93	66674,85	66909,57	66745,05
31.12.2010	66004,48	67277,28	67154,29	66777,24	67008,40	66845,44
	HKOK	1178,0052	1029,0103	971,5172	989,7321	967,9298
	OMYH	0,0136	0,0116	0,0113	0,0113	0,0111

Ek A.3. Seri 2 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
05.12.2011	55195,81	54446,32	54858,48	54150,77	54735,89	54580,25
06.12.2011	54679,11	55095,68	55296,49	54765,43	55147,31	54578,73
07.12.2011	55138,85	54785,77	54851,86	54586,02	54648,94	54180,84
08.12.2011	53499,25	55018,91	55240,43	54696,98	55092,37	54447,29
09.12.2011	53834,91	53709,07	53788,24	53810,50	53510,95	52931,68
12.12.2011	52444,07	53756,54	53999,20	53443,56	53834,70	53242,92
13.12.2011	52551,52	52756,11	52768,98	52672,29	52493,22	52056,34
14.12.2011	51338,97	52537,19	52780,03	52247,53	52596,85	52310,29
15.12.2011	51886,47	51642,08	51697,25	51509,43	51427,33	51208,05
16.12.2011	51665,78	52047,39	52111,50	51429,64	51955,40	51826,55
19.12.2011	50742,08	51791,07	51948,53	51482,64	51742,54	51639,62
20.12.2011	52126,94	51223,21	51104,39	50813,01	51461,70	50871,43
21.12.2011	51747,43	52410,73	52288,74	51371,77	52187,34	52100,32
22.12.2011	51591,56	51849,22	52037,29	51620,25	51821,30	51819,17
23.12.2011	51948,62	51744,06	51872,90	51385,79	51670,96	51738,27
26.12.2011	52517,25	52055,59	52183,69	51559,06	52015,35	51932,67
27.12.2011	52561,20	52527,40	52717,67	52049,78	52563,80	52522,08
28.12.2011	51553,20	52547,63	52793,36	52279,70	52606,19	52592,60
29.12.2011	52053,62	51765,79	51890,35	51650,00	51633,96	51601,98
30.12.2011	51266,62	52154,16	52275,56	51612,66	52116,62	51979,11
	HKOK	745,9796	839,7908	692,8565	746,7974	709,6489
	OMYH	0,0117	0,0125	0,0110	0,0117	0,0118

Ek A.4. Seri 2 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.11.2011	55721,42	55662,12	54998,81	54825,46	55461,24	54751,31
03.11.2011	56522,77	55443,88	55837,70	55351,11	56394,37	55547,69
04.11.2011	56180,24	56528,57	56583,58	56160,41	56717,66	56289,68
10.11.2011	55540,67	56702,60	56243,65	56006,66	56133,47	56181,50
11.11.2011	56201,45	56161,66	55646,28	55418,36	55945,80	55615,05
14.11.2011	55875,72	56201,17	56281,97	55863,43	56642,25	56083,55
15.11.2011	55922,53	56396,09	55962,36	55700,63	56120,35	55676,52
16.11.2011	55927,45	56265,43	56012,72	55686,23	56322,74	55903,13
17.11.2011	55089,82	56296,00	56016,54	55697,99	56301,01	55982,11
18.11.2011	54473,90	55800,66	55225,88	55001,80	55704,37	55031,83
21.11.2011	52752,15	55024,76	54659,18	54352,08	54501,46	54354,53
22.11.2011	51986,38	53882,80	53048,44	52818,52	52770,67	52707,47
23.11.2011	51091,51	52480,44	52346,81	51899,29	52055,83	51872,56
24.11.2011	49621,67	51874,57	51513,15	51029,23	51173,17	51089,17
25.11.2011	51071,22	51158,49	50140,55	49659,59	50332,35	49689,83
28.11.2011	52283,58	51720,08	51511,92	50624,99	51865,42	51199,79
29.11.2011	52092,78	52465,74	52639,40	51871,24	52422,42	52509,33
30.11.2011	54517,76	52395,44	52450,75	51911,07	52182,01	52274,30
01.12.2011	53806,64	54321,79	54730,08	53897,64	54659,90	54752,05
02.12.2011	54769,25	54310,21	54038,95	53703,15	53843,35	53874,66
05.12.2011	55195,81	54358,40	54952,01	54387,65	54851,07	54583,39
06.12.2011	54679,11	55100,90	55343,12	54900,27	55249,13	55173,28
07.12.2011	55138,85	55190,29	54850,84	54540,20	54706,51	54511,18
08.12.2011	53499,25	55009,89	55290,55	54838,11	55194,52	54952,30
09.12.2011	53834,91	54643,03	53741,82	53549,11	53506,59	53489,46
12.12.2011	52444,07	53684,34	54076,38	53559,83	53910,81	53612,98
13.12.2011	52551,52	53270,25	52766,23	52457,50	52481,04	52428,70
14.12.2011	51338,97	52670,52	52880,17	52319,08	52643,30	52495,71
15.12.2011	51886,47	52142,42	51740,68	51327,72	51403,84	51380,14
16.12.2011	51665,78	52190,37	52264,58	51584,67	52007,67	51970,93
19.12.2011	50742,08	52112,29	52053,10	51490,71	51762,05	51712,54
20.12.2011	52126,94	51666,03	51187,73	50685,95	51395,47	50887,73
21.12.2011	51747,43	52379,90	52494,78	51686,99	52821,59	52183,28
22.12.2011	51591,56	52194,05	52127,80	51598,05	51836,11	51865,90
23.12.2011	51948,62	52056,17	51984,54	51406,18	51691,71	51585,11
26.12.2011	52517,25	52234,81	52320,98	51677,76	52061,40	52085,63
27.12.2011	52561,20	52597,57	52852,04	52209,40	52627,19	52504,64
28.12.2011	51553,20	52690,02	52888,64	52339,12	52650,38	52516,17
29.12.2011	52053,62	52229,95	51941,75	51507,56	51621,74	51662,76
30.12.2011	51266,62	52295,84	52419,85	51758,84	52169,84	52011,13
	HKOK	1010,2521	959,8900	905,1253	901,7975	876,3070
	OMYH	0,0151	0,0148	0,0135	0,0140	0,0139

Ek A.5. Seri 3 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.12.2012	75522,65	73882,27	74161,05	74447,99	74550,82	75110,59
05.12.2012	76038,35	75361,94	75373,50	75674,22	75767,96	76043,30
06.12.2012	75785,58	76458,69	76014,01	76190,97	76264,70	76498,46
07.12.2012	76242,20	76539,15	75905,13	75937,69	76020,53	76203,60
10.12.2012	76734,40	76009,06	76226,00	76395,24	76459,06	76714,21
11.12.2012	76814,77	76083,04	76704,86	76888,44	76928,00	77155,68
12.12.2012	77404,37	76312,54	76858,54	76968,97	77002,42	77171,12
13.12.2012	76963,34	76839,03	77347,27	77559,78	77566,15	77457,03
14.12.2012	76293,15	76914,30	77096,33	77117,85	77140,68	77078,01
17.12.2012	77466,90	75883,62	76478,82	76446,29	76501,20	76337,21
18.12.2012	77298,45	75882,58	77302,41	77622,43	77627,76	77438,30
19.12.2012	76810,26	76561,59	77377,67	77453,64	77461,53	77382,91
20.12.2012	76814,43	76362,30	76954,44	76964,45	76994,61	76711,97
21.12.2012	76684,74	76252,71	76871,84	76968,63	77001,66	76733,71
24.12.2012	77314,46	75586,89	76768,17	76838,68	76877,46	76786,93
25.12.2012	77596,24	75901,40	77251,46	77469,68	77480,71	77144,68
26.12.2012	77991,10	76886,33	77591,06	77752,04	77747,60	77569,78
27.12.2012	78454,19	77365,67	77958,87	78147,70	78124,70	77897,43
28.12.2012	78579,08	78060,78	78401,04	78611,74	78567,40	78278,96
31.12.2012	78208,44	78249,62	78579,91	78736,88	78686,03	78545,46
HKOK		996,0322	555,3385	511,2676	491,2541	475,4059
OMYH		0,0110	0,0060	0,0056	0,0054	0,0049

Ek A.6. Seri 3 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
06.11.2012	72039,74	72860,22	72601,98	72769,27	72896,89	72895,10
07.11.2012	71604,91	73761,67	72415,32	72071,69	72276,97	72015,78
08.11.2012	72649,83	73674,00	71915,30	71636,73	71802,81	71586,51
09.11.2012	71820,28	72488,30	72584,24	72681,97	72828,25	72618,06
12.11.2012	71357,03	73986,73	72228,92	71852,16	72055,87	71799,13
13.11.2012	72015,20	73084,78	71674,22	71388,77	71556,43	71341,81
14.11.2012	71325,57	72722,47	72047,90	72047,14	72206,01	71991,55
15.11.2012	71597,22	73775,93	71699,63	71357,30	71560,44	71310,75
16.11.2012	70790,51	72906,46	71728,03	71629,04	71792,09	71578,92
19.11.2012	70607,40	72241,20	71192,79	70822,08	71026,58	70782,54
20.11.2012	70636,74	72973,35	70850,58	70638,91	70819,23	70601,77
21.11.2012	70460,76	72209,30	70825,71	70668,26	70861,23	70630,74
22.11.2012	69926,07	72431,47	70701,29	70492,23	70694,16	70457,01
23.11.2012	71004,31	71228,59	70254,54	69957,38	70165,93	69929,17
26.11.2012	71866,85	71954,46	70925,27	71035,94	71209,34	70993,60
27.11.2012	71999,71	71860,84	71846,48	71898,75	72094,37	71845,10
28.11.2012	71974,49	71687,83	72166,89	72031,65	72223,43	71976,26
29.11.2012	72448,89	71408,52	72181,81	72006,42	72182,81	71951,36
30.11.2012	73058,51	72083,80	72529,56	72480,97	72642,87	72419,69
03.12.2012	74298,91	72771,38	73105,06	73090,77	73252,46	73235,27
04.12.2012	75522,65	72472,06	74184,22	74331,55	74698,97	74507,76
05.12.2012	76038,35	72166,68	75408,82	75555,67	75885,23	75726,08
06.12.2012	75785,58	73119,05	76083,55	76071,53	76354,68	76234,14
07.12.2012	76242,20	74396,60	75993,64	75818,68	76074,47	75985,38
10.12.2012	76734,40	74841,87	76294,52	76275,44	76491,57	76434,45
11.12.2012	76814,77	75972,60	76762,39	76767,79	76979,64	76895,77
12.12.2012	77404,37	76895,58	76908,67	76848,18	77046,90	76973,62
13.12.2012	76963,34	76193,46	77381,84	77437,96	77490,84	77544,55
14.12.2012	76293,15	77723,12	77101,27	76996,80	77074,18	77117,50
17.12.2012	77466,90	78286,66	76526,47	76326,40	76400,40	76484,48
18.12.2012	77298,45	76535,54	77335,01	77500,51	77532,84	77605,09
19.12.2012	76810,26	78520,28	77376,00	77332,01	77415,76	77441,99
20.12.2012	76814,43	78394,74	76970,30	76843,67	76900,35	76969,25
21.12.2012	76684,74	77213,18	76919,42	76847,84	76903,06	76973,29
24.12.2012	77314,46	78413,17	76818,12	76718,11	76798,41	76847,67
25.12.2012	77596,24	77519,72	77290,43	77348,03	77399,54	77457,49
26.12.2012	77991,10	77509,90	77600,79	77629,89	77684,56	77730,33
27.12.2012	78454,19	77463,25	77944,52	78024,87	78045,35	78112,73
28.12.2012	78579,08	77375,49	78346,80	78488,10	78487,65	78561,39
31.12.2012	78208,44	78408,12	78453,23	78613,03	78603,63	78682,43
	HKOK	1588,3414	603,1445	598,6882	578,8615	579,6985
	OMYH	0,0179	0,0070	0,0068	0,0067	0,0066

Ek A.7. Seri 4 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.12.2013	73088,65	73275,53	73066,37	73046,38	73457,50	72769,71
05.12.2013	71991,94	73501,65	73082,24	72694,67	72607,81	72574,06
06.12.2013	73378,44	72172,11	72004,94	71811,60	71931,78	71880,40
09.12.2013	74232,88	74098,22	73337,45	72720,78	73840,71	72972,87
10.12.2013	74118,02	74517,24	74241,22	73671,29	74326,45	73892,34
11.12.2013	73965,80	74330,45	74133,42	73740,45	74640,99	73926,46
12.12.2013	73071,78	74204,91	74063,58	73596,12	74031,84	73896,06
13.12.2013	74064,98	73329,75	73134,10	72847,27	73000,36	72774,28
16.12.2013	74843,38	74434,50	74016,97	73478,04	73728,44	73569,42
17.12.2013	70946,06	74906,33	74754,51	74292,89	74440,08	74476,74
18.12.2013	71417,26	70782,61	71106,12	71301,26	72005,83	71084,76
19.12.2013	69100,02	71942,04	71602,97	70943,35	72029,76	71195,34
20.12.2013	69572,83	68458,97	69371,78	69166,19	69684,21	69381,31
23.12.2013	68086,14	69646,60	69773,09	69108,55	68383,05	69517,81
24.12.2013	68997,82	67617,66	68630,75	68000,62	66830,20	68133,59
25.12.2013	66096,57	69113,27	69450,69	68453,59	67639,38	68662,99
26.12.2013	64555,20	66224,54	66902,29	66289,42	66235,65	66344,26
27.12.2013	63885,22	66552,72	65424,29	64499,04	65750,87	64721,56
30.12.2013	67985,70	66927,83	64906,18	63667,80	64483,61	64173,10
31.12.2013	67801,73	68989,12	68678,92	66843,57	68390,83	67884,65
HKOK		1693,3322	1728,0240	1649,6847	1640,0170	1629,7627
OMYH		0,0197	0,0192	0,0182	0,0184	0,0179

Ek A.8. Seri 4 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
06.11.2013	75768,59	75074,06	74731,56	74927,52	75149,81	74324,79
07.11.2013	75811,50	75556,68	75617,81	75521,91	75597,92	75375,93
08.11.2013	73918,30	75772,08	75758,07	75732,23	76132,98	75692,26
11.11.2013	72139,95	74326,30	74530,37	74171,16	73988,44	73669,93
12.11.2013	71904,60	72345,93	71808,33	72374,91	72246,11	71927,43
13.11.2013	72326,95	72145,38	71679,16	71876,52	72310,91	71595,93
14.11.2013	73974,77	72746,71	72898,15	72186,26	72706,43	71964,53
15.11.2013	74273,24	74440,58	74701,16	73623,42	73806,45	73491,17
18.11.2013	75597,68	74463,83	74969,59	74151,83	74187,92	73871,46
19.11.2013	74617,72	75395,81	75953,56	75299,96	75411,12	75095,80
20.11.2013	75381,71	74886,12	74643,97	74714,10	74609,53	74596,39
21.11.2013	74679,25	75294,76	75365,55	75179,82	75237,98	75359,01
22.11.2013	75638,05	74903,55	74409,18	74728,23	74650,97	74741,60
25.11.2013	76531,43	75466,03	75863,82	75402,68	75474,98	75381,66
26.11.2013	75563,19	76207,45	76320,99	76306,37	76755,63	76333,92
27.11.2013	74896,01	75742,95	75989,54	75656,67	75943,82	75515,27
28.11.2013	74580,37	75093,53	74590,59	74938,76	74860,04	74681,16
29.11.2013	75748,27	74765,63	74105,67	74563,44	74528,62	74211,65
02.12.2013	74951,23	75521,35	75799,85	75477,12	75568,49	75465,60
03.12.2013	73087,49	75163,23	75323,29	75016,09	74922,59	74597,35
04.12.2013	73088,65	73452,02	73382,94	73336,12	73176,08	72857,47
05.12.2013	71991,94	73421,58	72585,72	73019,09	73052,35	72735,44
06.12.2013	73378,44	72160,84	72306,12	72110,74	72555,15	71738,02
09.12.2013	74232,88	73964,78	73959,75	73072,25	73731,56	72926,67
10.12.2013	74118,02	74452,49	74663,50	74016,65	74111,33	73795,37
11.12.2013	73965,80	74346,28	74986,79	74067,28	74064,19	73747,33
12.12.2013	73071,78	74214,58	74006,71	73921,58	73918,21	73601,30
13.12.2013	74064,98	73374,84	73123,83	73154,97	73095,83	72778,10
16.12.2013	74843,38	74349,94	74154,95	73825,24	73938,27	73622,41
17.12.2013	70946,06	74890,57	75119,78	74639,54	74711,92	74395,98
18.12.2013	71417,26	70935,44	71866,12	71543,69	71732,97	70902,64
19.12.2013	69100,02	71754,38	71175,91	71269,10	71714,92	71073,83
20.12.2013	69572,83	68458,63	69628,35	69429,81	70263,81	68997,34
23.12.2013	68086,14	69554,51	68796,81	69426,15	69789,77	69274,35
24.12.2013	68997,82	67619,73	69020,80	68275,19	68491,30	67953,38
25.12.2013	66096,57	69078,99	68440,60	68776,81	69183,85	68684,40
26.12.2013	64555,20	66271,81	66802,17	66528,86	66648,96	66105,82
27.12.2013	63885,22	66480,55	64110,77	64756,94	65008,84	64512,29
30.12.2013	67985,70	66728,16	65368,89	63938,93	65067,12	63801,13
31.12.2013	67801,73	69152,25	67992,59	67221,59	67907,94	67486,41
	HKOK	1395,0081	1346,0627	1415,9495	1388,8130	1412,7916
	OMYH	0,0158	0,0143	0,0155	0,0151	0,0157

Ek A.9. Seri 5 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=20)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.12.2014	86234,10	84937,14	84616,71	84992,25	85013,06	84890,95
05.12.2014	85239,92	86004,90	85993,83	86312,32	86289,25	86326,02
08.12.2014	84818,68	84639,99	84800,73	85317,31	85333,15	85443,88
09.12.2014	83527,29	84731,76	84477,81	84895,71	84916,59	84661,03
10.12.2014	84126,33	83520,29	83178,95	83603,23	83506,29	83609,01
11.12.2014	84718,23	84364,19	83956,20	84202,78	84194,35	84092,15
12.12.2014	83226,38	84910,15	84503,85	84795,18	84815,27	84751,86
15.12.2014	82804,43	83212,99	82876,56	83302,07	83135,81	83304,83
16.12.2014	79191,19	82909,65	82611,01	82879,76	82611,55	82617,60
17.12.2014	80820,72	80492,05	78899,06	79263,48	79243,57	79440,93
18.12.2014	83226,20	80674,34	80999,99	80894,38	80941,63	80481,07
19.12.2014	83573,55	82436,22	83333,54	83301,89	83135,58	83266,09
22.12.2014	85143,76	83791,37	83414,30	83649,53	83561,92	83635,13
23.12.2014	84487,99	85214,40	85013,16	85221,06	85239,03	84806,98
24.12.2014	84821,70	84439,78	84143,84	84564,74	84579,18	84736,19
25.12.2014	84824,51	84956,03	84569,37	84898,73	84919,62	84907,14
26.12.2014	84947,31	84878,37	84533,07	84901,55	84922,44	84975,21
29.12.2014	84101,75	84994,16	84660,96	85024,45	85045,07	85053,63
30.12.2014	84537,10	84104,77	83763,65	84178,18	84167,45	84169,69
31.12.2014	85721,13	84742,04	84317,61	84613,89	84630,04	84469,26
HKOK		1293,2820	1312,4193	1316,3057	1285,0923	1307,1381
OMYH		0,01154	0,01234	0,01212	0,01206	0,0119

Ek A.10. Seri 5 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
06.11.2014	77510,28	78801,46	78934,09	79119,48	79025,29	79151,28
07.11.2014	77957,75	77597,72	77662,41	77670,52	77616,15	77719,23
10.11.2014	77743,39	78309,36	78172,59	78118,96	78074,81	78162,44
11.11.2014	78403,38	77876,83	77942,19	77904,14	77853,90	77950,12
12.11.2014	80394,94	78721,82	78588,93	78565,57	78613,94	78603,83
13.11.2014	80876,10	79727,84	80428,01	80561,47	80351,31	80566,59
14.11.2014	81211,55	80746,69	80728,34	81043,68	80703,74	81028,69
17.11.2014	80499,83	81107,65	81006,42	81379,86	80985,66	81361,43
18.11.2014	81329,86	80357,27	80312,69	80666,59	80454,35	80670,30
19.11.2014	81461,62	81162,03	81146,26	81498,43	81158,15	81478,78
20.11.2014	82511,89	81373,16	81206,41	81630,48	81399,19	81609,47
21.11.2014	83281,80	82317,43	82182,00	82683,04	82353,23	82651,24
24.11.2014	83251,96	82966,54	82824,11	83454,63	83181,00	83427,74
25.11.2014	83530,54	82731,91	82737,14	83424,72	83150,40	83398,05
26.11.2014	84243,31	82976,02	83000,86	83703,91	83432,66	83675,10
27.11.2014	84688,52	83408,90	83648,44	84418,24	84132,02	84382,70
28.11.2014	86168,66	83332,21	84011,66	84864,42	84561,53	84824,14
01.12.2014	86147,32	83930,04	85366,62	86347,79	85988,66	86294,80
02.12.2014	84915,15	82536,28	85233,24	86326,40	85967,99	86273,65
03.12.2014	84915,14	81854,03	84078,53	85091,54	84779,58	85048,76
04.12.2014	86234,10	82988,41	84172,88	85091,53	84779,57	85048,75
05.12.2014	85239,92	83789,56	85410,67	86413,37	86052,06	86359,65
08.12.2014	84818,68	81954,22	84376,67	85417,02	85092,07	85370,59
09.12.2014	83527,29	82648,78	84057,49	84994,86	84686,78	84953,15
10.12.2014	84126,33	82085,87	82877,83	83700,66	83429,40	83671,87
11.12.2014	84718,23	83324,87	83538,90	84301,00	84018,61	84266,66
12.12.2014	83226,38	83427,16	84048,50	84894,19	84590,12	84853,59
15.12.2014	82804,43	81935,06	82603,13	83399,09	83124,09	83372,59
16.12.2014	79191,19	82360,84	82321,40	82976,22	82677,96	82952,07
17.12.2014	80820,72	80570,73	78962,64	79355,10	79224,85	79384,73
18.12.2014	83226,20	80332,67	80768,25	80988,18	80671,01	80973,76
19.12.2014	83573,55	82261,03	82901,44	83398,91	83123,91	83372,41
22.12.2014	85143,76	83020,60	83043,20	83747,02	83475,64	83717,84
23.12.2014	84487,99	83979,05	84490,18	85320,65	84999,52	85275,31
24.12.2014	84821,70	82510,60	83754,51	84663,45	84368,36	84625,34
25.12.2014	84824,51	83255,20	84117,91	84997,89	84689,68	84956,15
26.12.2014	84947,31	83003,39	84094,99	85000,71	84692,39	84958,93
29.12.2014	84101,75	83083,27	84210,01	85123,77	84810,52	85080,64
30.12.2014	84537,10	82402,28	83407,09	84276,37	83994,73	84242,27
31.12.2014	85721,13	83316,37	83880,40	84712,67	84415,70	84674,03
	HKOK	1723,0904	1220,9751	1096,5587	1106,5252	1090,4580
	OMYH	0,0175	0,0120	0,0098	0,0104	0,0097

Ek A.11. Seri 6 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=20)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.12.2010	5767,56	5678,86	5631,96	5643,68	5646,31	5668,26
03.12.2010	5756,66	5758,30	5761,54	5768,72	5766,25	5791,13
06.12.2010	5770,28	5788,48	5765,01	5757,83	5756,66	5769,55
07.12.2010	5808,45	5842,29	5781,72	5771,44	5758,39	5783,85
08.12.2010	5794,53	5820,15	5808,98	5809,61	5795,34	5815,53
09.12.2010	5807,96	5770,83	5785,29	5795,69	5778,23	5798,29
10.12.2010	5812,95	5782,36	5798,88	5809,12	5793,91	5812,67
13.12.2010	5860,75	5784,27	5803,02	5814,11	5797,40	5816,18
14.12.2010	5891,21	5814,85	5846,38	5861,90	5862,98	5862,12
15.12.2010	5882,18	5843,45	5879,32	5892,35	5891,38	5887,51
16.12.2010	5881,12	5832,34	5870,45	5883,33	5881,31	5876,16
17.12.2010	5871,75	5830,29	5868,60	5882,27	5881,92	5875,84
20.12.2010	5894,10	5812,71	5854,97	5872,90	5872,24	5866,70
21.12.2010	5951,80	5823,53	5873,61	5895,24	5895,62	5889,46
22.12.2010	5983,49	5870,75	5931,71	5952,93	5951,67	5944,75
23.12.2010	5996,07	5896,50	5965,05	5984,62	5978,77	5971,99
24.12.2010	6008,92	5909,34	5979,46	5997,20	5989,74	5982,29
29.12.2010	5996,36	5913,61	5990,44	6010,04	6002,11	5994,22
30.12.2010	5971,01	5889,62	5973,32	5997,49	5988,61	5980,83
31.12.2010	5899,94	5862,95	5945,12	5972,14	5964,65	5956,45
	HKOK	70,7305	44,6010	39,7577	40,9733	35,9255
	OMYH	0,0105	0,0053	0,0048	0,0050	0,0045

Ek A.12. Seri 6 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.11.2010	5862,79	5739,33	5743,81	5753,28	5744,33	5750,23
05.11.2010	5875,35	5769,66	5853,61	5867,19	5855,72	5871,19
08.11.2010	5849,96	5737,97	5864,38	5879,76	5867,57	5875,91
09.11.2010	5875,19	5735,43	5835,67	5854,35	5843,54	5850,15
10.11.2010	5816,94	5741,15	5860,54	5879,60	5867,42	5877,80
11.11.2010	5815,23	5735,46	5796,73	5821,30	5811,76	5816,45
12.11.2010	5796,87	5745,93	5794,23	5819,59	5810,10	5819,17
15.11.2010	5820,41	5744,47	5778,27	5801,22	5792,06	5799,76
16.11.2010	5690,80	5749,81	5799,23	5824,78	5815,14	5825,10
17.11.2010	5692,56	5704,89	5678,34	5695,07	5689,43	5690,77
18.11.2010	5768,71	5706,73	5680,15	5696,83	5691,03	5701,76
19.11.2010	5732,83	5749,82	5754,76	5773,04	5763,95	5775,25
22.11.2010	5680,83	5733,98	5718,60	5737,13	5729,05	5733,09
23.11.2010	5581,28	5704,54	5677,24	5685,09	5680,96	5683,83
24.11.2010	5657,10	5559,84	5580,47	5585,47	5587,45	5588,66
25.11.2010	5698,93	5656,01	5649,09	5661,34	5661,78	5670,44
26.11.2010	5668,70	5704,95	5691,86	5703,20	5697,13	5707,44
29.11.2010	5569,73	5691,16	5666,20	5672,95	5671,44	5674,15
30.11.2010	5528,27	5539,80	5575,79	5573,91	5574,40	5575,80
01.12.2010	5642,50	5528,51	5529,28	5532,42	5536,35	5532,53
02.12.2010	5767,56	5647,20	5639,66	5646,73	5646,43	5651,30
03.12.2010	5756,66	5762,98	5762,34	5771,89	5762,80	5775,99
06.12.2010	5770,28	5741,35	5758,54	5760,98	5751,92	5759,22
07.12.2010	5808,45	5745,40	5774,46	5774,61	5765,53	5774,24
08.12.2010	5794,53	5752,43	5803,50	5812,81	5803,47	5813,27
09.12.2010	5807,96	5745,11	5781,61	5798,88	5789,74	5796,93
10.12.2010	5812,95	5748,68	5795,28	5812,32	5802,99	5812,37
13.12.2010	5860,75	5747,18	5799,16	5817,31	5807,87	5816,40
14.12.2010	5891,21	5749,90	5842,60	5865,15	5853,79	5865,21
15.12.2010	5882,18	5738,24	5872,87	5895,63	5882,47	5892,81
16.12.2010	5881,12	5730,69	5863,26	5886,59	5874,00	5881,69
17.12.2010	5871,75	5733,00	5861,91	5885,53	5873,00	5881,48
20.12.2010	5894,10	5733,57	5849,64	5876,15	5864,18	5871,99
21.12.2010	5951,80	5735,26	5869,09	5898,52	5885,18	5895,40
22.12.2010	5983,49	5726,34	5925,26	5956,26	5939,03	5952,16
23.12.2010	5996,07	5706,43	5955,84	5987,98	5968,55	5979,99
24.12.2010	6008,92	5695,69	5968,59	6000,57	5980,27	5990,70
29.12.2010	5996,36	5690,57	5979,44	6013,43	5992,26	6002,99
30.12.2010	5971,01	5688,07	5963,43	6000,86	5980,54	5989,34
31.12.2010	5899,94	5694,48	5936,87	5975,49	5956,92	5964,61
	HKOK	141,9901	56,3933	54,7446	54,4701	54,0250
	OMYH	0,0197	0,0077	0,0071	0,0072	0,0070

Ek A.13. Seri 7 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
01.12.2011	5489,34	5575,73	5472,20	5507,94	5484,16	5514,74
02.12.2011	5552,29	5509,73	5459,62	5491,84	5469,53	5499,91
05.12.2011	5567,96	5546,84	5514,14	5554,88	5528,87	5547,20
06.12.2011	5568,72	5594,45	5527,48	5570,57	5544,35	5562,27
07.12.2011	5546,91	5602,16	5531,43	5571,33	5545,11	5563,12
08.12.2011	5483,77	5585,22	5513,00	5549,49	5523,61	5542,92
09.12.2011	5529,21	5512,00	5462,38	5486,26	5464,57	5490,05
12.12.2011	5427,86	5526,47	5501,16	5531,77	5506,51	5530,71
13.12.2011	5490,15	5413,68	5416,41	5430,27	5417,61	5437,10
14.12.2011	5366,80	5467,47	5467,52	5492,65	5470,26	5500,70
15.12.2011	5400,85	5294,67	5364,45	5369,13	5369,68	5381,48
16.12.2011	5387,34	5369,17	5393,33	5403,23	5396,36	5411,52
19.12.2011	5364,99	5359,80	5380,36	5389,70	5385,83	5402,60
20.12.2011	5419,60	5331,43	5363,08	5367,31	5368,24	5378,01
21.12.2011	5389,74	5388,11	5405,83	5422,00	5411,06	5429,27
22.12.2011	5456,97	5366,51	5381,85	5392,10	5387,71	5404,73
23.12.2011	5512,70	5427,38	5436,98	5459,42	5441,43	5464,67
28.12.2011	5507,40	5498,96	5482,47	5515,23	5490,91	5520,74
29.12.2011	5566,77	5529,00	5479,10	5509,93	5485,99	5516,42
30.12.2011	5572,28	5567,38	5527,46	5569,38	5543,17	5560,97
	HKOK	65,6202	57,7663	53,4540	54,3231	51,9732
	OMYH	0,0098	0,0091	0,0079	0,0083	0,0078

Ek A.14. Seri 7 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
03.11.2011	5545,64	5541,33	5459,46	5484,73	5487,16	5484,46
04.11.2011	5527,16	5614,69	5526,54	5546,22	5550,30	5543,77
07.11.2011	5510,82	5540,79	5506,30	5527,76	5519,69	5525,96
08.11.2011	5567,34	5501,93	5482,76	5511,43	5503,86	5510,21
09.11.2011	5460,38	5558,52	5533,74	5567,91	5571,02	5538,55
10.11.2011	5444,82	5494,85	5450,40	5461,03	5439,91	5461,61
11.11.2011	5545,38	5475,10	5436,63	5445,48	5436,13	5446,61
14.11.2011	5519,04	5541,98	5518,22	5545,96	5555,54	5543,51
15.11.2011	5517,44	5546,20	5501,53	5519,64	5510,48	5518,13
16.11.2011	5509,02	5509,44	5490,89	5518,04	5512,68	5516,59
17.11.2011	5423,14	5499,86	5482,94	5509,63	5503,21	5508,48
18.11.2011	5362,94	5462,76	5420,01	5423,81	5404,50	5425,72
21.11.2011	5222,60	5396,13	5370,11	5363,66	5347,40	5367,71
22.11.2011	5206,82	5233,19	5257,42	5223,42	5199,89	5252,17
23.11.2011	5139,78	5245,80	5244,24	5207,65	5209,73	5236,55
24.11.2011	5127,57	5287,34	5184,81	5140,66	5143,44	5170,18
25.11.2011	5164,65	5202,48	5171,02	5128,46	5147,23	5158,09
28.11.2011	5312,76	5191,25	5191,47	5165,51	5189,25	5194,80
29.11.2011	5337,00	5256,82	5309,35	5313,51	5339,42	5319,36
30.11.2011	5505,42	5298,78	5324,36	5337,74	5335,00	5342,72
01.12.2011	5489,34	5433,32	5458,78	5506,03	5524,66	5505,01
02.12.2011	5552,29	5469,87	5448,33	5489,96	5482,10	5489,51
05.12.2011	5567,96	5628,18	5508,72	5552,87	5557,18	5550,17
06.12.2011	5568,72	5647,56	5522,93	5568,53	5564,72	5540,42
07.12.2011	5546,91	5560,11	5537,31	5569,29	5562,84	5542,72
08.12.2011	5483,77	5539,48	5517,34	5547,49	5538,18	5544,99
09.12.2011	5529,21	5515,20	5470,18	5484,40	5469,82	5484,15
12.12.2011	5427,86	5552,97	5510,62	5529,80	5531,36	5527,93
13.12.2011	5490,15	5473,17	5424,70	5428,53	5407,38	5430,27
14.12.2011	5366,80	5517,23	5475,15	5490,77	5493,36	5490,29
15.12.2011	5400,85	5396,56	5371,06	5367,52	5341,96	5371,43
16.12.2011	5387,34	5437,19	5401,17	5401,54	5399,44	5404,24
19.12.2011	5364,99	5391,71	5383,91	5388,04	5378,61	5391,22
20.12.2011	5419,60	5396,23	5370,01	5365,71	5355,19	5369,69
21.12.2011	5389,74	5394,44	5405,76	5420,28	5421,25	5422,31
22.12.2011	5456,97	5381,42	5384,04	5390,44	5378,49	5393,54
23.12.2011	5512,70	5438,68	5437,14	5457,62	5460,32	5458,32
28.12.2011	5507,40	5517,59	5480,42	5513,31	5515,81	5512,02
29.12.2011	5566,77	5498,02	5479,87	5508,01	5502,02	5506,92
30.12.2011	5572,28	5599,23	5525,59	5567,34	5570,92	5536,84
	HKOK	80,9903	70,1126	66,1576	66,3155	64,7607
	OMYH	0,0119	0,0104	0,0094	0,0093	0,0095

Ek A.15. Seri 8 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
30.11.2012	5866,82	5863,71	5853,75	5871,68	5858,54	5870,55
03.12.2012	5871,24	5865,53	5857,63	5868,20	5861,41	5867,87
04.12.2012	5869,04	5867,83	5854,73	5872,62	5864,94	5871,75
05.12.2012	5892,08	5865,41	5859,20	5870,42	5863,42	5870,59
06.12.2012	5901,42	5875,53	5880,83	5893,46	5883,25	5892,71
07.12.2012	5914,40	5884,38	5891,83	5902,80	5893,39	5904,65
10.12.2012	5921,63	5895,77	5901,49	5915,78	5905,48	5914,64
11.12.2012	5924,97	5902,32	5909,85	5923,01	5912,90	5920,17
12.12.2012	5945,85	5905,01	5913,95	5926,35	5916,43	5923,06
13.12.2012	5929,61	5924,63	5932,71	5947,23	5934,84	5940,56
14.12.2012	5921,76	5910,73	5922,21	5930,99	5922,58	5927,88
17.12.2012	5912,15	5904,20	5912,07	5923,14	5914,35	5920,61
18.12.2012	5935,90	5895,67	5906,55	5913,53	5905,32	5912,51
19.12.2012	5961,59	5921,68	5926,06	5937,28	5925,09	5931,51
20.12.2012	5958,34	5942,94	5950,20	5962,97	5949,45	5955,03
21.12.2012	5939,99	5938,59	5946,79	5959,72	5948,86	5954,78
24.12.2012	5954,18	5920,19	5929,59	5941,37	5932,67	5938,05
27.12.2012	5954,30	5937,07	5942,96	5955,56	5943,38	5948,88
28.12.2012	5925,37	5942,94	5947,59	5955,68	5944,72	5950,37
31.12.2012	5897,81	5914,63	5920,01	5926,75	5919,63	5924,77
	HKOK	23,3241	20,2381	15,9239	18,6246	15,5056
	OMYH	0,0033	0,0029	0,0022	0,0027	0,0022

Ek A.16. Seri 8 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.11.2012	5868,55	5850,40	5852,86	5863,01	5858,58	5866,06
05.11.2012	5839,06	5857,98	5864,43	5869,64	5866,77	5867,89
06.11.2012	5884,90	5838,26	5841,79	5840,15	5835,97	5840,83
07.11.2012	5791,63	5872,80	5876,08	5885,99	5868,95	5881,95
08.11.2012	5776,05	5804,52	5804,79	5792,71	5793,01	5797,62
09.11.2012	5769,68	5791,15	5781,65	5777,13	5780,74	5786,12
12.11.2012	5767,27	5780,74	5773,20	5770,76	5784,33	5774,92
13.11.2012	5786,25	5775,99	5769,81	5768,35	5788,39	5775,04
14.11.2012	5722,01	5787,06	5786,11	5787,33	5765,96	5798,56
15.11.2012	5677,75	5734,68	5732,05	5723,08	5711,01	5724,78
16.11.2012	5605,59	5695,01	5680,74	5678,81	5678,20	5685,39
19.11.2012	5737,66	5629,85	5618,60	5606,64	5640,52	5626,54
20.11.2012	5748,10	5837,13	5728,00	5738,73	5749,56	5746,93
21.11.2012	5752,03	5744,50	5745,91	5749,17	5768,95	5768,92
22.11.2012	5791,03	5753,60	5751,66	5753,10	5768,84	5761,81
23.11.2012	5819,14	5779,00	5787,16	5792,11	5795,43	5792,96
26.11.2012	5786,72	5820,86	5818,57	5820,22	5794,42	5815,75
27.11.2012	5799,71	5803,77	5795,00	5787,80	5776,49	5799,42
28.11.2012	5803,28	5806,34	5801,36	5800,79	5800,35	5797,24
29.11.2012	5870,30	5813,30	5806,43	5804,36	5817,83	5849,00
30.11.2012	5866,82	5861,71	5862,04	5871,39	5871,74	5877,66
03.12.2012	5871,24	5856,11	5863,36	5867,91	5868,33	5871,18
04.12.2012	5869,04	5859,48	5866,64	5872,33	5861,65	5864,47
05.12.2012	5892,08	5857,59	5865,08	5870,13	5852,53	5867,11
06.12.2012	5901,42	5875,40	5882,53	5893,17	5883,00	5891,66
07.12.2012	5914,40	5882,37	5889,72	5902,51	5885,74	5899,28
10.12.2012	5921,63	5894,70	5899,27	5915,50	5895,38	5911,83
11.12.2012	5924,97	5902,95	5904,39	5922,73	5903,14	5919,37
12.12.2012	5945,85	5907,35	5906,68	5926,07	5908,62	5923,04
13.12.2012	5929,61	5931,22	5921,72	5946,95	5929,79	5943,86
14.12.2012	5921,76	5917,17	5909,41	5930,71	5918,70	5930,86
17.12.2012	5912,15	5905,31	5904,17	5922,86	5910,41	5923,08
18.12.2012	5935,90	5894,42	5897,34	5913,25	5901,63	5914,37
19.12.2012	5961,59	5918,03	5914,81	5937,00	5923,25	5928,73
20.12.2012	5958,34	5952,70	5932,69	5962,69	5948,22	5954,25
21.12.2012	5939,99	5955,67	5929,44	5959,44	5947,72	5950,01
24.12.2012	5954,18	5932,33	5916,45	5941,09	5930,73	5932,78
27.12.2012	5954,30	5944,37	5927,25	5955,28	5943,69	5944,90
28.12.2012	5925,37	5948,32	5926,84	5955,40	5947,11	5950,29
31.12.2012	5897,81	5914,80	5906,08	5926,47	5920,36	5925,06
	HKOK	40,2572	37,8686	36,8593	32,4887	34,4646
	OMYH	0,0053	0,0049	0,0043	0,0042	0,0041

Ek A.17. Seri 9 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.12.2013	6595,33	6658,26	6622,48	6655,07	6637,17	6650,86
03.12.2013	6532,43	6584,02	6566,36	6599,78	6582,97	6597,79
04.12.2013	6509,97	6514,09	6525,52	6536,82	6532,39	6536,56
05.12.2013	6498,33	6489,83	6502,57	6514,33	6506,65	6506,28
06.12.2013	6551,99	6476,43	6490,32	6502,68	6498,07	6509,49
09.12.2013	6559,48	6536,43	6511,48	6556,40	6553,20	6560,76
10.12.2013	6523,31	6553,95	6539,42	6563,89	6552,99	6561,29
11.12.2013	6507,72	6522,90	6509,22	6527,69	6523,07	6531,06
12.12.2013	6445,25	6510,00	6492,12	6512,08	6493,14	6507,15
13.12.2013	6439,96	6438,95	6439,25	6449,55	6447,62	6459,00
16.12.2013	6522,20	6430,90	6426,65	6444,25	6452,88	6464,70
17.12.2013	6486,19	6519,58	6497,00	6526,58	6518,70	6531,75
18.12.2013	6492,08	6488,70	6491,02	6490,53	6499,72	6507,35
19.12.2013	6584,70	6499,20	6494,58	6496,43	6498,86	6509,92
20.12.2013	6606,58	6604,12	6575,18	6589,14	6553,71	6569,88
23.12.2013	6678,61	6605,96	6605,64	6611,04	6604,27	6618,26
24.12.2013	6694,17	6689,50	6678,95	6683,14	6686,58	6697,96
27.12.2013	6750,87	6701,65	6706,45	6698,72	6690,13	6694,98
30.12.2013	6731,27	6746,44	6761,12	6755,47	6756,24	6754,00
31.12.2013	6749,09	6735,08	6757,49	6735,85	6729,05	6733,03
	HKOK	46,4969	43,3366	45,8806	43,4032	42,5585
	OMYH	0,0054	0,0050	0,0057	0,0055	0,0056

Ek A.18. Seri 9 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.11.2013	6763,62	6734,09	6716,24	6735,91	6727,77	6727,10
05.11.2013	6746,84	6687,19	6726,82	6764,77	6755,13	6750,80
06.11.2013	6741,69	6685,29	6716,28	6748,00	6741,11	6754,41
07.11.2013	6697,22	6733,11	6720,14	6742,86	6734,99	6743,81
08.11.2013	6708,42	6702,92	6688,96	6698,43	6695,33	6688,66
11.11.2013	6728,37	6692,03	6693,88	6709,62	6703,03	6700,02
12.11.2013	6726,79	6714,81	6709,27	6729,55	6721,89	6711,45
13.11.2013	6630,00	6718,28	6708,88	6727,97	6721,82	6726,42
14.11.2013	6666,13	6633,47	6634,42	6631,27	6634,02	6634,38
15.11.2013	6693,44	6678,52	6666,25	6667,37	6659,30	6651,54
18.11.2013	6723,46	6702,47	6686,69	6694,65	6680,00	6666,16
19.11.2013	6698,01	6726,89	6708,40	6724,64	6715,54	6731,04
20.11.2013	6681,08	6716,77	6696,91	6699,22	6694,63	6692,00
21.11.2013	6681,33	6700,14	6680,32	6682,30	6677,34	6672,12
22.11.2013	6674,30	6698,76	6679,33	6682,55	6674,00	6661,22
25.11.2013	6694,62	6685,15	6672,32	6675,53	6665,41	6669,71
26.11.2013	6636,22	6713,22	6689,72	6695,83	6684,88	6694,84
27.11.2013	6649,47	6640,29	6639,84	6637,49	6631,31	6642,96
28.11.2013	6654,47	6658,20	6652,10	6650,72	6638,25	6649,29
29.11.2013	6650,57	6664,85	6656,66	6655,72	6632,52	6636,51
02.12.2013	6595,33	6659,82	6653,09	6651,82	6631,32	6654,43
03.12.2013	6532,43	6582,68	6596,41	6596,64	6586,19	6596,93
04.12.2013	6509,97	6510,97	6526,49	6533,80	6544,87	6535,67
05.12.2013	6498,33	6487,68	6501,08	6511,36	6507,11	6504,39
06.12.2013	6551,99	6474,66	6487,32	6499,73	6497,38	6500,58
09.12.2013	6559,48	6534,97	6545,64	6553,34	6543,77	6527,64
10.12.2013	6523,31	6554,79	6555,53	6560,82	6551,77	6537,05
11.12.2013	6507,72	6524,22	6515,85	6524,68	6520,96	6520,61
12.12.2013	6445,25	6511,44	6499,84	6509,11	6502,28	6496,59
13.12.2013	6439,96	6439,42	6431,77	6446,70	6451,33	6441,55
16.12.2013	6522,20	6431,25	6426,30	6441,41	6443,47	6469,69
17.12.2013	6486,19	6520,67	6513,43	6523,58	6519,16	6528,04
18.12.2013	6492,08	6489,99	6475,98	6487,60	6490,42	6514,28
19.12.2013	6584,70	6500,20	6490,06	6493,48	6493,08	6516,83
20.12.2013	6606,58	6601,78	6596,91	6586,02	6572,25	6594,20
23.12.2013	6678,61	6605,47	6610,80	6607,87	6606,49	6617,59
24.12.2013	6694,17	6670,73	6694,32	6679,84	6666,16	6685,02
27.12.2013	6750,87	6678,10	6709,04	6695,38	6684,61	6690,80
30.12.2013	6731,27	6735,55	6745,68	6752,03	6742,24	6750,67
31.12.2013	6749,09	6738,34	6727,03	6732,45	6727,52	6703,03
	HKOK	43,6696	39,1840	39,8511	39,2684	39,0248
	OMYH	0,0051	0,0045	0,0046	0,0047	0,0048

Ek A.19. Seri 10 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=20)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.12.2014	6742,10	6642,43	6659,26	6655,92	6666,30	6590,31
03.12.2014	6716,63	6726,61	6741,04	6741,55	6750,35	6674,29
04.12.2014	6679,37	6727,82	6721,36	6716,11	6717,07	6641,03
05.12.2014	6742,84	6681,50	6682,51	6678,89	6701,21	6638,90
08.12.2014	6672,15	6733,84	6746,96	6742,29	6747,61	6671,32
09.12.2014	6529,47	6665,03	6675,26	6671,68	6677,73	6616,58
10.12.2014	6500,04	6597,76	6534,15	6529,17	6541,44	6475,26
11.12.2014	6461,70	6505,81	6501,71	6499,77	6491,15	6436,10
12.12.2014	6300,63	6463,60	6462,29	6461,48	6447,75	6397,67
15.12.2014	6182,72	6203,46	6315,10	6300,60	6306,11	6254,38
16.12.2014	6331,83	6364,28	6205,51	6182,82	6210,16	6235,20
17.12.2014	6336,48	6336,15	6339,07	6331,76	6339,50	6351,33
18.12.2014	6466,00	6340,96	6351,48	6336,40	6354,33	6361,02
19.12.2014	6545,27	6712,21	6477,94	6465,77	6514,63	6524,63
22.12.2014	6576,74	6552,92	6561,79	6544,95	6573,90	6573,16
23.12.2014	6598,18	6587,15	6588,18	6576,38	6613,60	6578,84
24.12.2014	6609,93	6607,48	6609,49	6597,80	6609,26	6561,05
29.12.2014	6633,51	6617,05	6616,25	6609,53	6620,29	6561,84
30.12.2014	6547,00	6642,18	6636,08	6633,08	6641,45	6571,15
31.12.2014	6566,09	6544,61	6554,52	6546,68	6555,95	6490,51
	HKOK	81,1951	80,1365	82,4711	75,7730	69,1839
	OMYH	0,0095	0,0097	0,0102	0,0089	0,0086

Ek A.20. Seri 10 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.11.2014	6453,97	6496,64	6486,88	6493,02	6513,77	6488,44
05.11.2014	6539,14	6443,61	6484,60	6458,99	6479,12	6533,82
06.11.2014	6551,15	6553,10	6535,32	6544,22	6533,14	6530,10
07.11.2014	6567,24	6557,75	6542,93	6556,24	6548,38	6547,17
10.11.2014	6611,25	6573,73	6589,28	6572,34	6575,31	6574,42
11.11.2014	6627,40	6616,41	6612,91	6616,38	6615,77	6608,03
12.11.2014	6611,04	6632,19	6627,85	6632,55	6633,29	6624,18
13.11.2014	6635,45	6605,84	6619,54	6616,17	6618,97	6610,18
14.11.2014	6654,37	6641,62	6640,32	6640,60	6638,32	6629,71
17.11.2014	6671,97	6660,01	6648,49	6659,53	6654,78	6645,07
18.11.2014	6709,13	6678,21	6675,25	6677,15	6676,53	6666,54
19.11.2014	6696,60	6713,89	6709,48	6714,33	6714,79	6696,88
20.11.2014	6678,90	6706,65	6695,52	6701,79	6702,89	6696,09
21.11.2014	6750,76	6683,47	6686,46	6684,08	6685,74	6679,84
24.11.2014	6729,79	6739,55	6752,31	6755,99	6750,53	6743,24
25.11.2014	6731,14	6744,77	6735,41	6735,01	6733,34	6724,07
26.11.2014	6729,17	6743,39	6741,13	6736,36	6742,77	6734,09
27.11.2014	6723,42	6742,03	6735,16	6734,39	6731,90	6720,61
28.11.2014	6722,62	6736,79	6732,19	6728,63	6730,36	6718,03
01.12.2014	6656,37	6735,12	6730,29	6727,83	6728,45	6716,77
02.12.2014	6742,10	6638,47	6659,39	6661,54	6660,06	6652,14
03.12.2014	6716,63	6727,38	6747,27	6747,33	6743,76	6735,07
04.12.2014	6679,37	6731,48	6710,83	6721,84	6715,19	6705,60
05.12.2014	6742,84	6682,26	6696,03	6684,55	6691,55	6685,85
08.12.2014	6672,15	6735,87	6743,10	6748,07	6740,93	6732,99
09.12.2014	6529,47	6663,97	6668,62	6677,33	6673,82	6665,38
10.12.2014	6500,04	6615,85	6551,42	6534,55	6540,49	6545,98
11.12.2014	6461,70	6502,52	6502,41	6505,09	6494,90	6484,29
12.12.2014	6300,63	6454,65	6444,13	6466,73	6455,27	6443,18
15.12.2014	6182,72	6154,35	6313,71	6305,54	6303,69	6282,43
16.12.2014	6331,83	6349,94	6208,79	6187,55	6210,31	6181,83
17.12.2014	6336,48	6351,70	6329,45	6336,77	6342,35	6318,44
18.12.2014	6466,00	6344,75	6317,92	6341,42	6361,07	6333,90
19.12.2014	6545,27	6779,34	6512,86	6471,03	6513,80	6487,67
22.12.2014	6576,74	6552,45	6537,59	6550,36	6577,27	6548,63
23.12.2014	6598,18	6583,13	6600,93	6581,85	6614,71	6589,93
24.12.2014	6609,93	6604,23	6611,25	6603,30	6605,04	6603,94
29.12.2014	6633,51	6614,19	6614,43	6615,06	6620,45	6608,54
30.12.2014	6547,00	6639,56	6637,37	6638,66	6638,37	6629,59
31.12.2014	6566,09	6549,59	6548,86	6552,09	6552,55	6543,91
	HKOK	68,3903	60,1874	63,4537	58,4775	58,4920
	OMYH	0,0072	0,0067	0,0070	0,0065	0,0064

Ek A.21. Seri 11 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
06.12.2010	8702,23	8632,93	8658,71	8636,00	8614,42	8639,94
07.12.2010	8704,39	8789,81	8748,25	8714,30	8692,53	8716,71
08.12.2010	8703,79	8648,58	8740,43	8716,46	8694,68	8718,83
09.12.2010	8753,84	8642,27	8736,31	8715,86	8694,08	8718,24
10.12.2010	8718,83	8799,48	8792,74	8765,96	8743,61	8767,37
13.12.2010	8736,59	8582,52	8746,13	8730,91	8708,99	8733,01
14.12.2010	8740,43	8713,90	8767,99	8748,69	8726,57	8750,44
15.12.2010	8756,71	8688,21	8771,86	8752,54	8730,36	8754,21
16.12.2010	8782,20	8731,92	8788,15	8768,83	8746,44	8770,19
17.12.2010	8817,90	8779,21	8819,07	8794,35	8771,56	8795,22
20.12.2010	8768,72	8841,00	8858,87	8830,09	8806,66	8830,27
21.12.2010	8827,79	8596,28	8800,05	8780,86	8758,28	8781,98
22.12.2010	8860,49	8903,86	8869,86	8839,99	8816,37	8839,98
23.12.2010	8898,87	8881,42	8904,56	8872,72	8848,43	8872,08
24.12.2010	8861,10	8937,36	8946,31	8911,14	8886,00	8909,77
27.12.2010	8892,31	8714,52	8903,40	8873,33	8849,03	8872,68
28.12.2010	8870,76	8913,15	8938,14	8904,57	8879,58	8903,33
29.12.2010	8866,35	8763,79	8910,22	8883,00	8858,49	8882,17
30.12.2010	8907,91	8800,36	8903,90	8878,59	8854,17	8877,84
31.12.2010	8972,50	8954,97	8954,44	8920,19	8894,84	8918,64
	HKOK	97,4371	41,9858	34,7236	44,4448	34,3173
	OMYH	0,0093	0,0036	0,0033	0,0043	0,0033

Ek A.22. Seri 11 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
08.11.2010	8430,58	8406,08	8456,55	8454,10	8469,15	8465,30
09.11.2010	8445,63	8456,82	8430,76	8435,34	8439,07	8447,06
10.11.2010	8450,63	8437,35	8454,49	8450,39	8458,12	8461,69
11.11.2010	8436,95	8462,40	8453,87	8455,39	8462,34	8466,55
12.11.2010	8316,05	8479,83	8429,20	8441,71	8446,22	8453,26
15.11.2010	8240,65	8384,30	8287,17	8320,78	8307,83	8335,74
16.11.2010	8312,21	8196,23	8204,11	8245,36	8214,85	8262,46
17.11.2010	8255,54	8354,86	8294,55	8316,94	8303,22	8332,01
18.11.2010	8283,45	8224,64	8222,94	8260,25	8232,37	8276,93
19.11.2010	8306,12	8279,32	8270,80	8288,17	8265,79	8304,06
22.11.2010	8374,91	8286,06	8302,52	8310,84	8294,27	8326,09
23.11.2010	8328,63	8345,92	8377,00	8379,65	8381,55	8392,95
24.11.2010	8297,05	8333,99	8321,76	8333,36	8323,23	8347,97
25.11.2010	8349,99	8286,14	8284,79	8301,77	8283,82	8317,28
26.11.2010	8312,15	8329,05	8348,36	8354,73	8350,22	8368,73
29.11.2010	8367,17	8313,67	8293,41	8316,88	8302,96	8331,95
30.11.2010	8372,48	8345,52	8365,90	8371,91	8371,55	8385,43
01.12.2010	8520,11	8361,91	8371,15	8377,22	8376,30	8390,59
02.12.2010	8585,77	8418,26	8542,77	8524,89	8549,90	8534,09
03.12.2010	8624,01	8549,11	8614,29	8590,57	8603,07	8597,91
06.12.2010	8702,23	8633,30	8650,67	8628,82	8634,60	8635,07
07.12.2010	8704,39	8679,91	8741,10	8707,06	8712,98	8711,10
08.12.2010	8703,79	8806,79	8725,39	8709,22	8702,58	8713,20
09.12.2010	8753,84	8824,97	8718,82	8708,62	8701,58	8712,62
10.12.2010	8718,83	8832,98	8775,41	8758,69	8755,63	8761,27
13.12.2010	8736,59	8912,76	8723,23	8723,67	8709,63	8727,24
14.12.2010	8740,43	8870,55	8746,74	8741,43	8734,58	8744,50
15.12.2010	8756,71	8891,97	8750,14	8745,27	8735,80	8748,23
16.12.2010	8782,20	8908,42	8765,00	8761,56	8752,73	8764,06
17.12.2010	8817,90	8919,58	8797,39	8787,05	8777,55	8788,83
20.12.2010	8768,72	8954,39	8836,78	8822,76	8811,89	8823,53
21.12.2010	8827,79	8999,90	8775,12	8773,57	8752,90	8775,73
22.12.2010	8860,49	8942,51	8847,80	8832,65	8824,74	8833,14
23.12.2010	8898,87	9020,37	8880,57	8865,36	8850,46	8864,93
24.12.2010	8861,10	9068,29	8921,10	8903,75	8886,66	8902,23
27.12.2010	8892,31	9104,65	8877,51	8865,97	8839,58	8865,52
28.12.2010	8870,76	9071,55	8912,35	8897,19	8879,47	8895,86
29.12.2010	8866,35	9118,27	8881,55	8875,64	8851,11	8874,91
30.12.2010	8907,91	9100,98	8874,44	8871,23	8849,83	8870,62
31.12.2010	8972,50	9085,62	8927,75	8912,80	8895,50	8911,02
	HKOK	123,1607	51,0712	49,7358	54,4496	49,6881
	OMYH	0,0120	0,0047	0,0046	0,0052	0,0046

Ek A.23. Seri 12 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
05.12.2011	7098,08	7180,14	7142,06	7139,31	7152,18	7124,45
06.12.2011	6956,28	7140,53	7111,67	7096,73	7091,72	7069,47
07.12.2011	7033,00	7021,84	6987,15	6955,00	6969,72	6940,94
08.12.2011	6982,90	7053,45	7068,44	7031,68	7026,44	7004,85
09.12.2011	6893,30	7044,57	7023,95	6981,61	6988,62	6963,08
12.12.2011	6949,04	6985,54	6945,94	6892,05	6923,51	6888,40
13.12.2011	6896,31	6971,98	6984,23	6947,76	6964,57	6934,94
14.12.2011	6922,57	6976,06	6944,51	6895,06	6925,81	6890,94
15.12.2011	6764,59	6961,77	6963,57	6921,31	6945,45	6912,96
16.12.2011	6785,09	6921,22	6825,13	6763,40	6814,93	6779,46
19.12.2011	6633,33	6833,42	6845,78	6783,89	6833,41	6798,17
20.12.2011	6662,64	6823,16	6714,82	6632,21	6689,96	6654,83
21.12.2011	6966,48	6709,81	6741,09	6661,51	6718,61	6683,52
22.12.2011	6966,35	6820,24	6987,25	6965,19	6976,96	6949,40
23.12.2011	7110,73	7016,37	6988,39	6965,06	6976,86	6949,29
26.12.2011	7092,58	7123,68	7100,70	7109,37	7108,07	7082,03
27.12.2011	7085,03	7137,75	7087,20	7091,23	7085,05	7064,01
28.12.2011	7056,67	7130,48	7099,33	7083,68	7076,30	7056,51
29.12.2011	7074,82	7104,84	7075,45	7055,34	7047,16	7028,36
30.12.2011	7072,08	7117,57	7099,51	7073,48	7065,17	7046,38
	HKOK	124,5178	104,5685	102,1335	99,2147	98,1260
	OMYH	0,0152	0,0111	0,0102	0,0101	0,0097

Ek A.24. Seri 12 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
07.11.2011	7621,72	7556,67	7579,67	7591,15	7586,38	7586,38
08.11.2011	7600,79	7590,78	7597,16	7609,63	7603,32	7604,50
09.11.2011	7561,86	7576,53	7578,69	7588,71	7584,14	7583,99
10.11.2011	7308,68	7556,11	7536,12	7549,80	7548,48	7545,86
11.11.2011	7367,29	7200,42	7349,95	7296,76	7316,53	7319,23
14.11.2011	7525,65	7408,63	7397,54	7355,34	7370,22	7426,60
15.11.2011	7491,06	7501,11	7519,94	7513,61	7515,30	7510,38
16.11.2011	7387,52	7520,82	7489,42	7479,04	7483,61	7476,49
17.11.2011	7387,81	7454,46	7386,16	7375,56	7388,76	7395,99
18.11.2011	7233,78	7441,53	7391,49	7375,85	7389,02	7395,41
21.11.2011	7042,64	7243,09	7284,44	7221,90	7247,91	7244,81
22.11.2011	7000,03	7056,69	7131,48	7030,87	7072,80	7054,90
23.11.2011	6806,43	7120,37	7089,05	6988,29	7033,76	7012,56
24.11.2011	6864,39	7026,81	6937,20	6794,79	6862,86	6820,20
25.11.2011	6784,52	6973,26	6969,26	6852,72	6909,49	6877,79
28.11.2011	6898,78	6992,41	6889,97	6772,90	6842,83	6798,43
29.11.2011	6988,65	6965,88	6975,89	6887,09	6941,00	6911,96
30.11.2011	6904,12	7060,64	7029,55	6976,91	7023,33	7001,25
01.12.2011	7178,69	7068,57	6968,28	6892,43	6945,89	6917,26
02.12.2011	7140,68	7197,38	7176,72	7166,85	7197,44	7190,07
05.12.2011	7098,08	7220,46	7156,85	7128,86	7162,61	7152,31
06.12.2011	6956,28	7187,38	7131,25	7086,28	7123,59	7109,98
07.12.2011	7033,00	7085,41	7012,65	6944,56	6993,68	6969,09
08.12.2011	6982,90	7106,24	7096,74	7021,24	7063,96	7045,32
09.12.2011	6893,30	7110,37	7054,13	6971,17	7018,06	6995,54
12.12.2011	6949,04	7063,35	6980,13	6881,62	6935,98	6906,51
13.12.2011	6896,31	7045,23	7011,51	6937,32	6987,04	6961,90
14.12.2011	6922,57	7055,51	6976,83	6884,62	6938,74	6909,50
15.12.2011	6764,59	7039,55	6993,07	6910,87	6962,79	6935,60
16.12.2011	6785,09	7009,20	6861,34	6752,98	6824,60	6778,63
19.12.2011	6633,33	6932,61	6882,27	6773,47	6843,36	6799,00
20.12.2011	6662,64	6926,60	6758,63	6621,79	6704,16	6648,21
21.12.2011	6966,48	6823,49	6783,91	6651,09	6731,11	6677,33
22.12.2011	6966,35	6907,71	7008,51	6954,75	7003,02	6979,22
23.12.2011	7110,73	7085,29	7010,19	6954,62	7002,90	6979,10
26.12.2011	7092,58	7150,57	7110,25	7098,92	7135,18	7122,55
27.12.2011	7085,03	7182,98	7098,56	7080,78	7118,55	7104,52
28.12.2011	7056,67	7176,00	7119,08	7073,24	7111,63	7097,01
29.12.2011	7074,82	7157,38	7096,82	7044,89	7085,65	7068,84
30.12.2011	7072,08	7162,77	7123,63	7063,03	7102,28	7086,87
	HKOK	155,2486	126,0589	114,3136	115,9971	112,9464
	OMYH	0,0189	0,0140	0,0120	0,0127	0,0120

Ek A.25. Seri 13 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=20)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.12.2012	7600,98	7603,58	7606,41	7611,70	7612,69	7622,58
05.12.2012	7649,05	7601,55	7606,25	7611,26	7595,63	7610,60
06.12.2012	7623,26	7646,92	7648,97	7663,19	7635,99	7647,33
07.12.2012	7642,26	7620,19	7623,06	7631,41	7613,74	7621,45
10.12.2012	7609,50	7638,22	7641,45	7654,05	7639,91	7647,36
11.12.2012	7613,69	7607,04	7611,32	7617,07	7616,61	7625,32
12.12.2012	7690,19	7613,03	7617,09	7624,24	7634,87	7641,68
13.12.2012	7757,09	7678,83	7683,78	7706,67	7690,17	7695,68
14.12.2012	7698,77	7724,30	7737,99	7772,89	7742,31	7743,29
17.12.2012	7631,28	7701,31	7686,67	7704,41	7676,65	7677,90
18.12.2012	7643,74	7630,50	7627,31	7636,09	7605,85	7607,52
19.12.2012	7677,47	7639,03	7642,20	7655,00	7613,97	7614,86
20.12.2012	7595,46	7666,23	7670,72	7690,49	7660,01	7661,02
21.12.2012	7519,93	7593,30	7596,79	7599,05	7578,43	7581,09
22.12.2012	7540,14	7515,71	7530,76	7523,93	7495,93	7533,83
24.12.2012	7535,52	7549,86	7551,53	7551,88	7543,28	7550,41
25.12.2012	7636,57	7539,74	7546,78	7545,26	7549,38	7555,54
26.12.2012	7634,19	7655,30	7642,38	7654,96	7639,94	7647,22
27.12.2012	7648,41	7630,37	7633,48	7644,24	7635,47	7643,10
28.12.2012	7699,50	7642,93	7646,09	7659,82	7658,63	7665,51
	HKOK	48,9936	46,8377	49,8641	45,2413	42,5774
	OMYH	0,0053	0,0050	0,0053	0,0051	0,0048

Ek A.26. Seri 13 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=40)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
06.11.2012	7236,68	7198,65	7184,43	7183,54	7200,69	7231,84
07.11.2012	7287,18	7228,27	7232,26	7234,89	7270,53	7260,36
08.11.2012	7242,63	7253,04	7274,25	7285,41	7260,68	7300,98
09.11.2012	7293,22	7229,35	7231,14	7240,84	7269,38	7266,92
12.11.2012	7267,75	7257,39	7279,94	7291,46	7267,68	7290,45
13.11.2012	7136,05	7246,61	7256,33	7265,97	7255,99	7276,20
14.11.2012	7159,75	7093,16	7138,19	7134,21	7152,33	7158,69
15.11.2012	7143,84	7187,29	7176,14	7157,92	7175,58	7149,33
16.11.2012	7130,07	7176,20	7160,30	7142,00	7159,97	7158,31
19.11.2012	7129,04	7165,02	7150,66	7128,23	7146,47	7154,81
20.11.2012	7145,77	7163,04	7145,25	7127,20	7145,46	7131,01
21.11.2012	7088,49	7176,11	7161,28	7143,93	7161,86	7183,91
22.11.2012	7105,76	7123,88	7108,15	7086,63	7105,69	7123,24
23.11.2012	7326,01	7133,45	7132,08	7103,91	7122,62	7135,02
26.11.2012	7407,37	7328,97	7319,51	7324,26	7330,82	7330,97
27.11.2012	7430,20	7393,65	7400,45	7405,66	7398,14	7427,58
28.11.2012	7434,93	7423,46	7439,65	7428,50	7420,25	7439,56
29.11.2012	7503,55	7428,92	7452,02	7433,23	7424,83	7426,99
30.11.2012	7580,17	7521,43	7517,06	7501,89	7515,25	7520,03
03.12.2012	7599,91	7600,53	7595,58	7578,54	7571,90	7577,79
04.12.2012	7600,98	7601,14	7624,99	7598,29	7593,45	7596,69
05.12.2012	7649,05	7599,77	7628,54	7599,36	7594,59	7599,79
06.12.2012	7623,26	7645,05	7659,38	7647,46	7642,80	7644,08
07.12.2012	7642,26	7619,42	7633,54	7621,65	7618,01	7617,22
10.12.2012	7609,50	7636,92	7643,00	7640,66	7636,27	7643,99
11.12.2012	7613,69	7606,23	7618,70	7607,89	7603,41	7610,49
12.12.2012	7690,19	7611,42	7611,51	7612,08	7607,62	7624,21
13.12.2012	7757,09	7677,60	7676,68	7688,61	7682,33	7677,55
14.12.2012	7698,77	7724,95	7732,70	7755,55	7746,62	7735,46
17.12.2012	7631,28	7701,13	7698,32	7697,20	7690,58	7673,37
18.12.2012	7643,74	7629,58	7641,41	7629,68	7625,72	7599,11
19.12.2012	7677,47	7637,93	7634,30	7642,14	7637,69	7611,49
20.12.2012	7595,46	7665,58	7655,44	7675,89	7670,11	7658,00
21.12.2012	7519,93	7592,56	7600,85	7593,84	7588,67	7573,48
22.12.2012	7540,14	7517,01	7527,72	7518,27	7529,54	7521,74
24.12.2012	7535,52	7546,17	7527,93	7538,49	7540,22	7539,92
25.12.2012	7636,57	7537,11	7524,74	7533,87	7538,01	7543,13
26.12.2012	7634,19	7652,74	7625,89	7634,97	7630,80	7626,94
27.12.2012	7648,41	7629,38	7649,24	7632,59	7628,52	7625,12
28.12.2012	7699,50	7641,92	7657,47	7646,81	7642,18	7649,79
	HKOK	59,5889	58,0293	61,4515	57,6482	57,4914
	OMYH	0,0063	0,0057	0,0061	0,0056	0,0057

Ek A.27. Seri 14 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.12.2013	8418,00	8397,18	8394,83	8409,10	8378,62	8396,69
05.12.2013	8375,54	8411,02	8432,17	8428,99	8406,02	8427,58
06.12.2013	8367,72	8355,33	8400,31	8394,46	8361,08	8384,08
09.12.2013	8444,62	8348,97	8378,85	8382,53	8356,01	8379,12
10.12.2013	8443,39	8429,35	8422,40	8449,58	8434,80	8464,05
11.12.2013	8433,77	8386,57	8432,80	8457,59	8428,32	8449,56
12.12.2013	8361,33	8407,98	8411,89	8448,94	8418,62	8439,42
13.12.2013	8376,94	8363,57	8347,72	8383,77	8345,55	8371,06
16.12.2013	8313,87	8333,74	8350,09	8389,00	8366,36	8390,43
17.12.2013	8352,93	8318,42	8308,07	8335,09	8321,66	8329,91
18.12.2013	8349,04	8315,69	8317,49	8362,16	8366,66	8369,78
19.12.2013	8407,40	8352,77	8322,14	8363,34	8338,54	8368,74
20.12.2013	8408,53	8391,75	8368,08	8414,47	8398,19	8417,85
23.12.2013	8456,46	8409,63	8365,38	8422,37	8395,38	8420,52
24.12.2013	8450,49	8454,14	8408,14	8464,87	8444,08	8462,09
25.12.2013	8467,76	8432,92	8417,28	8465,26	8454,55	8458,25
26.12.2013	8485,89	8416,79	8444,35	8479,82	8473,10	8471,80
27.12.2013	8535,04	8422,90	8461,73	8497,89	8491,28	8495,78
30.12.2013	8623,43	8421,63	8517,40	8543,48	8539,88	8540,97
31.12.2013	8611,51	8477,00	8595,60	8627,43	8614,38	8621,54
	HKOK	71,1783	53,5927	40,8543	42,8095	40,6737
	OMYH	0,0062	0,0056	0,0037	0,0040	0,0038

Ek A.28. Seri 14 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
06.11.2013	8281,97	8272,42	8251,85	8260,05	8278,76	8281,34
07.11.2013	8283,71	8273,34	8272,45	8295,74	8303,94	8297,72
08.11.2013	8229,59	8278,75	8293,37	8294,92	8302,54	8312,22
11.11.2013	8182,56	8236,51	8224,11	8232,78	8217,53	8236,43
12.11.2013	8195,26	8186,72	8112,72	8186,71	8173,20	8191,11
13.11.2013	8104,26	8194,51	8116,80	8207,92	8196,17	8159,31
14.11.2013	8134,91	8100,01	8100,19	8102,06	8112,79	8121,08
15.11.2013	8177,12	8150,77	8097,58	8150,06	8144,82	8154,80
18.11.2013	8191,46	8184,70	8077,96	8193,96	8190,60	8206,99
19.11.2013	8260,21	8191,56	8157,82	8204,35	8193,35	8189,94
20.11.2013	8204,46	8247,68	8212,06	8280,93	8260,67	8263,65
21.11.2013	8099,45	8211,09	8179,49	8207,39	8203,37	8217,03
22.11.2013	8116,78	8094,86	8070,33	8095,25	8092,89	8086,93
25.11.2013	8187,51	8131,24	8107,27	8130,01	8125,78	8144,99
26.11.2013	8248,02	8196,85	8192,34	8208,42	8203,07	8216,10
27.11.2013	8295,88	8237,17	8249,44	8267,55	8249,37	8255,91
28.11.2013	8362,43	8283,49	8325,44	8313,67	8280,23	8317,72
29.11.2013	8406,83	8349,97	8393,75	8382,96	8348,98	8362,06
02.12.2013	8414,61	8383,48	8411,89	8424,26	8410,43	8402,37
03.12.2013	8392,55	8392,60	8422,79	8426,83	8395,90	8418,63
04.12.2013	8418,00	8380,41	8394,76	8400,50	8376,30	8368,96
05.12.2013	8375,54	8392,60	8381,95	8432,74	8407,38	8431,31
06.12.2013	8367,72	8369,67	8345,80	8380,57	8364,50	8385,50
09.12.2013	8444,62	8357,87	8350,53	8377,67	8357,26	8380,74
10.12.2013	8443,39	8408,94	8440,26	8466,72	8439,82	8465,74
11.12.2013	8433,77	8416,56	8440,00	8454,36	8427,81	8445,41
12.12.2013	8361,33	8411,07	8415,11	8443,54	8412,88	8424,89
13.12.2013	8376,94	8361,69	8333,92	8362,07	8348,32	8373,53
16.12.2013	8313,87	8362,62	8332,94	8390,23	8371,44	8375,91
17.12.2013	8352,93	8317,86	8291,06	8315,89	8310,45	8319,62
18.12.2013	8349,04	8340,96	8315,26	8369,53	8348,19	8371,84
19.12.2013	8407,40	8341,62	8334,83	8359,52	8345,79	8366,60
20.12.2013	8408,53	8384,26	8384,75	8426,81	8396,49	8409,16
23.12.2013	8456,46	8389,05	8360,87	8419,80	8395,69	8402,40
24.12.2013	8450,49	8416,32	8401,85	8474,45	8439,57	8457,15
25.12.2013	8467,76	8423,41	8403,06	8460,80	8434,10	8441,09
26.12.2013	8485,89	8430,38	8442,59	8481,40	8467,22	8468,30
27.12.2013	8535,04	8443,81	8452,79	8499,67	8488,77	8486,47
30.12.2013	8623,43	8470,27	8519,64	8553,29	8534,33	8540,98
31.12.2013	8611,51	8520,72	8583,74	8647,37	8616,13	8618,71
	HKOK	56,4985	56,8375	46,6085	48,2008	45,0715
	OMYH	0,0055	0,0057	0,0046	0,0046	0,0044

Ek A.29. Seri 15 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=20)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
05.12.2014	9206,57	9229,26	9223,57	9234,88	9217,91	9228,13
08.12.2014	9187,29	9211,47	9211,81	9191,44	9201,73	9222,65
09.12.2014	9128,90	9194,46	9190,92	9171,90	9183,77	9213,45
10.12.2014	9032,16	9150,76	9131,33	9099,29	9137,05	9140,50
11.12.2014	9013,07	9060,03	9031,07	8988,63	9057,13	9048,51
12.12.2014	9027,33	8993,85	9009,95	8997,83	9008,82	9029,62
15.12.2014	8985,63	9006,08	9023,05	9024,23	9019,86	9036,41
16.12.2014	8950,91	8971,93	8984,62	8962,17	8977,34	9004,03
17.12.2014	8828,36	8940,98	8953,63	8930,01	8933,92	8950,45
18.12.2014	8878,63	8866,74	8844,79	8775,52	8853,39	8830,35
19.12.2014	8999,52	8894,46	8891,73	8888,73	8903,25	8911,60
22.12.2014	9095,00	9010,24	9000,40	9035,28	8993,48	9027,20
23.12.2014	9097,71	9093,65	9085,69	9121,46	9101,59	9125,10
24.12.2014	9186,18	9085,46	9092,28	9090,37	9118,29	9147,52
25.12.2014	9158,70	9207,49	9178,03	9210,04	9192,83	9179,25
26.12.2014	9214,07	9168,48	9160,55	9140,33	9160,76	9173,41
27.12.2014	9218,50	9221,24	9211,14	9225,86	9208,76	9222,64
29.12.2014	9286,28	9218,57	9221,85	9211,73	9212,54	9233,89
30.12.2014	9268,43	9280,97	9285,50	9302,55	9278,81	9290,06
31.12.2014	9307,26	9261,38	9276,75	9253,52	9268,00	9283,69
	HKOK	61,7143	60,3183	61,0507	57,3024	56,9787
	OMYH	0,0055	0,0053	0,0057	0,0051	0,0052

Ek A.30. Seri 15 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
07.11.2014	8912,62	8895,00	8895,82	8902,15	8896,45	8909,56
10.11.2014	9049,98	8911,97	8912,26	8923,75	8910,49	8930,76
11.11.2014	9034,14	9037,43	9023,06	9061,13	9044,16	9065,54
12.11.2014	8918,95	9016,51	9020,50	9045,29	9035,58	9049,99
13.11.2014	8980,67	8932,52	8917,71	8930,08	8939,93	8936,97
14.11.2014	8982,88	8971,19	8964,86	8991,81	8974,15	8997,53
17.11.2014	8884,39	8966,11	8968,22	8994,02	8965,89	8999,70
18.11.2014	8859,07	8895,35	8890,78	8895,52	8883,58	8903,06
19.11.2014	8963,24	8866,38	8870,98	8870,19	8867,94	8878,21
20.11.2014	9078,87	8963,83	8950,90	8974,38	8954,15	8980,43
21.11.2014	9091,53	9070,67	9055,56	9090,03	9079,31	9093,88
24.11.2014	9122,33	9078,26	9085,33	9102,69	9089,61	9106,31
25.11.2014	9116,24	9114,67	9120,30	9133,49	9102,27	9136,53
26.11.2014	9122,39	9112,18	9118,34	9127,40	9089,16	9130,55
27.11.2014	9165,31	9116,94	9123,91	9133,55	9124,32	9136,59
28.11.2014	9187,15	9167,24	9167,96	9176,48	9191,03	9188,96
01.12.2014	9117,71	9189,70	9193,26	9198,32	9190,00	9166,70
02.12.2014	9034,79	9144,21	9128,87	9128,87	9129,91	9131,99
03.12.2014	9175,26	9046,97	9030,19	9045,94	9067,98	9050,63
04.12.2014	9225,11	9216,57	9167,16	9186,43	9182,59	9182,45
05.12.2014	9206,57	9230,11	9228,27	9236,29	9227,67	9229,71
08.12.2014	9187,29	9213,68	9216,45	9217,74	9220,62	9211,66
09.12.2014	9128,90	9196,24	9197,50	9198,46	9196,38	9166,48
10.12.2014	9032,16	9150,84	9140,12	9140,06	9129,62	9142,97
11.12.2014	9013,07	9053,85	9029,05	9043,31	9036,85	9048,05
12.12.2014	9027,33	8994,88	8998,13	9024,22	9036,15	9029,32
15.12.2014	8985,63	9007,23	9009,92	9038,48	9039,58	9043,31
16.12.2014	8950,91	8971,43	8972,81	8996,77	8979,74	9002,40
17.12.2014	8828,36	8939,36	8942,26	8962,05	8929,63	8968,33
18.12.2014	8878,63	8856,85	8847,93	8839,48	8824,25	8848,08
19.12.2014	8999,52	8886,23	8885,53	8889,76	8872,24	8897,41
22.12.2014	9095,00	8993,04	8979,27	9010,66	8997,09	9016,03
23.12.2014	9097,71	9088,73	9077,24	9106,16	9087,16	9109,71
24.12.2014	9186,18	9087,24	9094,49	9108,87	9095,98	9112,37
25.12.2014	9158,70	9206,99	9185,19	9197,35	9156,44	9168,19
26.12.2014	9214,07	9169,71	9168,92	9169,87	9151,10	9188,49
27.12.2014	9218,50	9222,09	9216,98	9225,24	9235,57	9218,96
29.12.2014	9286,28	9220,09	9225,94	9229,68	9223,47	9223,28
30.12.2014	9268,43	9281,59	9284,47	9297,46	9280,45	9289,25
31.12.2014	9307,26	9264,27	9274,86	9279,61	9276,39	9271,88
	HKOK	67,2575	68,4317	67,2178	66,2177	64,9298
	OMYH	0,0059	0,0060	0,0059	0,0058	0,0056

Ek A.31. Seri 16 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
03.12.2010	2191,20	2178,66	2176,87	2187,08	2188,86	2190,58
06.12.2010	2189,80	2182,29	2173,30	2192,98	2193,43	2197,10
07.12.2010	2189,40	2181,00	2182,80	2191,58	2191,20	2192,39
08.12.2010	2200,60	2180,46	2180,81	2191,18	2190,35	2193,86
09.12.2010	2201,60	2193,44	2187,81	2202,37	2201,00	2203,62
10.12.2010	2215,30	2195,00	2187,21	2203,37	2202,85	2204,95
13.12.2010	2207,40	2212,57	2196,97	2217,06	2215,20	2217,01
14.12.2010	2212,60	2203,99	2192,65	2209,16	2210,66	2210,07
15.12.2010	2202,40	2209,22	2194,72	2214,36	2214,16	2214,39
16.12.2010	2218,00	2197,82	2189,85	2204,17	2205,37	2204,35
17.12.2010	2218,30	2216,32	2198,49	2219,75	2219,05	2219,14
20.12.2010	2223,00	2217,91	2200,92	2220,05	2221,14	2219,87
21.12.2010	2234,60	2224,25	2200,77	2224,75	2224,66	2224,86
22.12.2010	2235,90	2241,39	2213,80	2236,34	2235,94	2234,52
23.12.2010	2230,30	2244,95	2212,17	2237,64	2237,71	2237,64
27.12.2010	2229,90	2237,30	2207,92	2232,04	2231,78	2231,23
28.12.2010	2227,40	2235,64	2209,39	2231,64	2230,91	2230,03
29.12.2010	2231,60	2232,12	2206,68	2229,14	2228,89	2228,12
30.12.2010	2225,70	2237,56	2208,74	2233,34	2232,69	2231,80
31.12.2010	2217,90	2230,17	2204,89	2227,45	2227,59	2226,32
	HKOK	11,2223	19,9715	7,2210	6,9595	6,8484
	OMYH	0,0044	0,0085	0,0027	0,0025	0,0025

Ek A.32. Seri 16 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.11.2010	2187,80	2164,49	2163,35	2157,56	2162,17	2162,61
05.11.2010	2186,70	2180,52	2184,48	2182,33	2187,01	2188,27
08.11.2010	2188,90	2181,24	2193,77	2187,42	2187,39	2188,50
09.11.2010	2176,90	2191,72	2194,81	2188,94	2187,56	2188,63
10.11.2010	2187,70	2187,16	2187,88	2179,83	2176,41	2177,45
11.11.2010	2173,10	2204,63	2190,71	2186,00	2185,72	2186,77
12.11.2010	2137,90	2194,02	2185,03	2176,56	2173,36	2174,42
15.11.2010	2131,50	2161,23	2157,42	2145,58	2138,36	2139,44
16.11.2010	2093,60	2153,33	2141,22	2133,34	2131,13	2132,78
17.11.2010	2100,00	2079,79	2113,51	2101,87	2098,58	2101,39
18.11.2010	2134,80	2103,81	2104,79	2099,28	2102,33	2107,90
19.11.2010	2135,30	2151,40	2130,43	2128,29	2138,02	2144,63
22.11.2010	2150,90	2149,85	2142,64	2135,74	2140,61	2144,56
23.11.2010	2116,60	2146,07	2152,93	2148,27	2153,51	2154,68
24.11.2010	2160,50	2124,59	2135,87	2124,11	2121,97	2123,34
26.11.2010	2153,90	2167,85	2152,74	2152,12	2160,40	2160,82
29.11.2010	2144,60	2163,88	2163,45	2155,76	2159,18	2159,67
30.11.2010	2117,30	2162,52	2155,20	2147,02	2145,43	2147,06
01.12.2010	2162,80	2131,54	2134,17	2123,39	2121,14	2121,77
02.12.2010	2185,30	2178,68	2154,46	2154,09	2162,99	2163,60
03.12.2010	2191,20	2190,49	2184,37	2181,23	2187,04	2188,55
06.12.2010	2189,80	2190,19	2195,80	2190,49	2191,22	2192,32
07.12.2010	2189,40	2179,72	2196,91	2190,57	2188,86	2189,94
08.12.2010	2200,60	2196,46	2196,18	2189,97	2188,02	2189,10
09.12.2010	2201,60	2211,92	2203,21	2198,81	2198,69	2199,80
10.12.2010	2215,30	2214,77	2207,66	2201,87	2200,38	2201,54
13.12.2010	2207,40	2222,45	2216,75	2212,99	2212,74	2214,01
14.12.2010	2212,60	2217,62	2216,36	2209,47	2206,09	2207,39
15.12.2010	2202,40	2225,11	2217,00	2212,01	2209,67	2211,01
16.12.2010	2218,00	2219,11	2212,25	2204,94	2200,82	2202,09
17.12.2010	2218,30	2234,10	2218,75	2215,30	2214,62	2215,96
20.12.2010	2223,00	2231,22	2224,25	2218,70	2216,56	2217,95
21.12.2010	2234,60	2236,11	2227,35	2222,50	2220,10	2221,59
22.12.2010	2235,90	2238,74	2236,36	2232,69	2231,40	2233,02
23.12.2010	2230,30	2245,95	2241,14	2236,08	2233,14	2234,86
27.12.2010	2229,90	2242,76	2238,00	2231,88	2226,56	2228,97
28.12.2010	2227,40	2244,41	2235,84	2230,43	2226,38	2228,10
29.12.2010	2231,60	2247,44	2234,11	2228,36	2224,31	2225,98
30.12.2010	2225,70	2250,57	2235,94	2231,20	2228,16	2229,84
31.12.2010	2217,90	2244,70	2233,60	2227,35	2222,99	2224,64
HKOK		22,6253	18,9196	18,0669	17,5264	17,3625
OMYH		0,0080	0,0064	0,0061	0,0058	0,0057

Ek A.33. Seri 17 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=20)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.12.2011	2302,00	2374,21	2313,59	2303,12	2329,08	2310,12
05.12.2011	2326,90	2307,10	2302,90	2308,14	2293,70	2285,64
06.12.2011	2321,50	2353,08	2324,10	2314,53	2329,70	2312,88
07.12.2011	2320,50	2325,66	2326,45	2326,59	2312,31	2313,95
08.12.2011	2282,60	2322,31	2321,14	2323,06	2309,75	2307,32
09.12.2011	2318,70	2282,98	2278,99	2306,44	2282,38	2278,95
12.12.2011	2292,20	2316,09	2315,24	2299,88	2306,47	2302,36
13.12.2011	2268,40	2287,30	2293,57	2309,47	2293,73	2290,89
14.12.2011	2233,00	2262,26	2258,35	2284,13	2257,43	2254,87
15.12.2011	2226,70	2241,90	2223,54	2255,44	2237,64	2229,14
16.12.2011	2238,20	2219,76	2202,13	2232,39	2222,15	2240,09
19.12.2011	2215,30	2243,84	2223,76	2233,62	2245,57	2240,74
20.12.2011	2281,90	2229,00	2220,43	2230,56	2227,06	2219,45
21.12.2011	2249,00	2282,79	2286,24	2245,54	2289,17	2273,55
22.12.2011	2266,80	2248,64	2256,63	2269,99	2266,41	2256,91
23.12.2011	2287,60	2268,16	2270,05	2258,57	2263,48	2258,69
27.12.2011	2293,10	2288,46	2291,76	2277,62	2304,22	2284,87
28.12.2011	2267,10	2297,64	2286,79	2291,93	2282,27	2285,02
29.12.2011	2285,10	2270,55	2268,00	2284,10	2265,09	2258,94
30.12.2011	2277,80	2289,88	2281,45	2276,74	2278,05	2273,66
	HKOK	30,5059	25,7656	24,6385	25,2180	24,8466
	OMYH	0,0115	0,0090	0,0081	0,0094	0,0087

Ek A.34. Seri 17 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=40)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
03.11.2011	2367,70	2325,25	2315,06	2319,27	2308,32	2315,36
04.11.2011	2356,30	2357,87	2361,90	2366,89	2355,00	2361,68
07.11.2011	2371,00	2356,68	2346,45	2359,36	2344,18	2346,75
08.11.2011	2400,00	2365,31	2375,07	2372,42	2359,93	2381,71
09.11.2011	2314,10	2393,19	2392,66	2400,57	2393,42	2388,45
10.11.2011	2312,10	2308,43	2305,35	2321,84	2305,39	2312,30
11.11.2011	2355,80	2314,65	2304,24	2314,46	2305,99	2315,38
14.11.2011	2341,30	2352,32	2350,80	2355,33	2344,01	2350,86
15.11.2011	2366,20	2344,60	2343,02	2344,53	2348,78	2337,37
16.11.2011	2324,40	2358,37	2371,37	2366,96	2352,95	2360,18
17.11.2011	2272,10	2330,08	2329,49	2329,34	2321,30	2321,89
18.11.2011	2253,90	2258,53	2269,80	2277,59	2277,99	2272,92
21.11.2011	2211,10	2246,98	2232,00	2257,17	2244,88	2256,45
22.11.2011	2216,30	2206,89	2172,67	2215,85	2216,41	2208,57
23.11.2011	2166,50	2211,37	2200,25	2217,99	2214,89	2214,12
25.11.2011	2150,90	2150,14	2185,39	2171,60	2172,36	2169,37
28.11.2011	2224,20	2129,07	2176,20	2153,77	2167,22	2172,50
29.11.2011	2211,40	2243,22	2239,02	2221,54	2227,29	2222,46
30.11.2011	2295,20	2204,86	2227,41	2214,23	2216,60	2209,46
01.12.2011	2309,20	2314,06	2300,69	2292,03	2300,20	2284,85
02.12.2011	2302,00	2315,70	2312,19	2310,53	2308,34	2307,03
05.12.2011	2326,90	2303,36	2303,99	2304,67	2310,88	2300,38
06.12.2011	2321,50	2332,94	2324,40	2327,57	2328,21	2320,62
07.12.2011	2320,50	2324,07	2327,40	2324,10	2314,14	2319,48
08.12.2011	2282,60	2322,99	2320,66	2322,82	2312,04	2318,59
09.12.2011	2318,70	2275,63	2279,06	2287,19	2293,46	2282,56
12.12.2011	2292,20	2334,61	2312,32	2318,64	2308,89	2315,79
13.12.2011	2268,40	2289,63	2292,23	2296,09	2293,07	2291,36
14.12.2011	2233,00	2261,13	2258,13	2272,06	2270,98	2269,66
15.12.2011	2226,70	2224,05	2227,15	2237,32	2230,83	2227,90
16.12.2011	2238,20	2220,67	2210,56	2229,15	2229,21	2222,99
19.12.2011	2215,30	2234,34	2228,07	2239,53	2231,43	2233,43
20.12.2011	2281,90	2209,04	2220,86	2218,78	2216,54	2212,66
21.12.2011	2249,00	2296,02	2282,86	2279,80	2292,74	2272,84
22.12.2011	2266,80	2238,46	2255,01	2253,20	2238,47	2251,92
23.12.2011	2287,60	2270,21	2267,81	2267,79	2267,87	2268,36
27.12.2011	2293,10	2297,10	2289,57	2288,45	2296,80	2287,35
28.12.2011	2267,10	2297,02	2288,29	2294,94	2281,51	2292,31
29.12.2011	2285,10	2259,09	2267,77	2270,90	2268,45	2268,46
30.12.2011	2277,80	2293,03	2281,08	2286,12	2295,57	2285,06
	HKOK	37,5729	33,2030	35,2287	33,6397	33,4047
	OMYH	0,0128	0,0119	0,0123	0,0116	0,0116

Ek A.35. Seri 18 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
03.12.2012	2671,80	2677,53	2679,52	2678,06	2671,63	2674,46
04.12.2012	2667,90	2671,16	2673,53	2671,99	2659,00	2662,38
05.12.2012	2637,90	2667,61	2669,17	2668,11	2656,10	2658,38
06.12.2012	2656,30	2636,57	2638,08	2638,26	2636,38	2630,72
07.12.2012	2640,50	2657,76	2657,17	2656,57	2657,43	2650,31
10.12.2012	2647,60	2640,15	2640,83	2640,85	2644,59	2639,93
11.12.2012	2682,10	2648,37	2648,25	2647,91	2651,91	2651,02
12.12.2012	2674,60	2684,42	2684,03	2682,24	2683,32	2681,74
13.12.2012	2654,00	2673,71	2676,10	2674,78	2671,95	2673,64
14.12.2012	2628,10	2652,56	2655,16	2654,28	2649,15	2651,48
17.12.2012	2664,30	2627,62	2628,06	2628,51	2631,42	2628,73
18.12.2012	2705,40	2667,17	2665,32	2664,53	2668,51	2663,63
19.12.2012	2691,00	2706,28	2705,80	2705,42	2706,88	2697,02
20.12.2012	2693,60	2688,91	2692,47	2691,10	2688,53	2682,45
21.12.2012	2664,70	2693,50	2695,74	2693,68	2686,83	2685,67
24.12.2012	2658,10	2661,58	2665,92	2664,93	2660,88	2659,76
26.12.2012	2637,20	2657,86	2658,89	2658,36	2653,13	2655,84
27.12.2012	2632,90	2636,63	2637,31	2637,56	2639,20	2639,08
28.12.2012	2606,40	2633,14	2632,82	2633,28	2638,43	2630,35
31.12.2012	2660,90	2606,43	2605,47	2606,92	2610,07	2610,65
	HKOK	24,4098	25,1068	24,5979	22,3342	22,7077
	OMYH	0,0076	0,0079	0,0076	0,0069	0,0069

Ek A.36. Seri 18 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=40$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
02.11.2012	2656,30	2695,74	2692,50	2685,62	2682,33	2682,76
05.11.2012	2672,90	2655,11	2656,45	2654,48	2659,20	2652,78
06.11.2012	2681,10	2678,71	2676,13	2671,05	2677,23	2668,73
07.11.2012	2612,70	2685,74	2684,32	2679,23	2680,46	2676,61
08.11.2012	2572,60	2638,75	2611,07	2610,95	2610,89	2611,91
09.11.2012	2584,10	2574,69	2574,05	2570,92	2568,19	2572,42
12.11.2012	2582,80	2581,93	2584,19	2582,40	2588,28	2583,48
13.11.2012	2561,90	2580,21	2583,11	2581,11	2585,97	2582,23
14.11.2012	2531,90	2562,40	2564,97	2560,24	2562,71	2562,13
15.11.2012	2524,40	2542,45	2542,63	2530,30	2541,48	2533,27
16.11.2012	2534,20	2542,37	2534,90	2522,81	2529,72	2526,06
19.11.2012	2595,80	2544,63	2540,53	2532,59	2544,53	2535,48
20.11.2012	2594,70	2595,12	2594,25	2594,08	2601,96	2594,73
21.11.2012	2600,50	2591,52	2594,47	2592,99	2601,22	2593,67
23.11.2012	2639,60	2597,64	2600,19	2598,78	2604,44	2605,23
26.11.2012	2651,70	2644,08	2640,96	2637,81	2636,67	2636,74
27.11.2012	2641,40	2655,07	2653,46	2649,89	2652,69	2648,36
28.11.2012	2665,30	2641,67	2642,06	2639,60	2638,77	2638,47
29.11.2012	2680,00	2671,52	2668,24	2663,46	2670,67	2661,43
30.11.2012	2677,90	2685,76	2683,53	2678,14	2680,18	2675,55
03.12.2012	2671,80	2680,43	2680,35	2676,04	2679,55	2673,53
04.12.2012	2667,90	2673,54	2673,86	2669,95	2676,51	2667,67
05.12.2012	2637,90	2670,06	2669,97	2666,06	2673,32	2663,93
06.12.2012	2656,30	2638,40	2637,81	2636,11	2634,85	2635,10
07.12.2012	2640,50	2660,95	2658,50	2654,48	2659,20	2652,78
10.12.2012	2647,60	2640,52	2640,97	2638,71	2637,70	2637,60
11.12.2012	2682,10	2649,93	2649,01	2645,79	2646,91	2644,42
12.12.2012	2674,60	2690,16	2686,55	2680,23	2680,70	2677,57
13.12.2012	2654,00	2676,00	2676,61	2672,75	2678,18	2670,36
14.12.2012	2628,10	2653,80	2654,77	2652,18	2655,96	2650,57
17.12.2012	2664,30	2628,23	2627,86	2626,33	2631,54	2625,69
18.12.2012	2705,40	2671,67	2667,42	2662,46	2669,55	2660,47
19.12.2012	2691,00	2712,01	2711,59	2703,49	2704,53	2699,95
20.12.2012	2693,60	2689,97	2692,09	2689,12	2684,24	2686,12
21.12.2012	2664,70	2696,82	2696,52	2691,71	2686,39	2688,62
24.12.2012	2658,10	2662,65	2664,99	2662,86	2670,00	2660,85
26.12.2012	2637,20	2659,59	2659,66	2656,27	2661,68	2654,51
27.12.2012	2632,90	2637,13	2637,39	2635,41	2634,16	2634,43
28.12.2012	2606,40	2632,67	2633,30	2631,12	2630,90	2630,30
31.12.2012	2660,90	2605,62	2605,81	2604,67	2607,03	2608,72
	HKOK	27,9705	26,7654	26,3449	25,6940	25,5480
	OMYH	0,0083	0,0080	0,0077	0,0079	0,0075

Ek A.37. Seri 19 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler ($n_{test}=20$)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
03.12.2013	3479,30	3473,49	3483,06	3484,94	3486,87	3488,46
04.12.2013	3483,00	3474,60	3481,18	3483,14	3485,92	3483,44
05.12.2013	3477,70	3483,10	3484,61	3486,84	3489,74	3486,39
06.12.2013	3504,30	3470,18	3479,72	3481,54	3484,70	3483,90
09.12.2013	3516,20	3526,98	3504,61	3508,13	3509,80	3513,18
10.12.2013	3514,20	3532,79	3516,57	3520,02	3520,74	3521,85
11.12.2013	3469,00	3520,27	3515,03	3518,02	3519,11	3518,73
12.12.2013	3460,30	3432,00	3472,43	3472,84	3477,01	3478,37
13.12.2013	3456,40	3446,72	3462,94	3464,15	3469,48	3465,80
16.12.2013	3475,80	3445,41	3459,02	3460,25	3465,23	3465,47
17.12.2013	3469,30	3484,69	3477,18	3479,64	3482,83	3485,54
18.12.2013	3509,60	3458,97	3471,61	3473,14	3476,22	3483,65
19.12.2013	3498,60	3543,64	3509,36	3513,43	3514,29	3513,57
20.12.2013	3531,20	3493,10	3500,16	3502,43	3503,69	3503,59
23.12.2013	3569,40	3567,98	3530,52	3535,02	3535,15	3534,23
24.12.2013	3572,80	3625,48	3567,40	3573,20	3571,53	3577,19
26.12.2013	3584,60	3605,48	3571,69	3576,60	3575,41	3571,60
27.12.2013	3574,00	3628,16	3582,89	3588,39	3587,91	3593,28
30.12.2013	3570,10	3597,19	3573,26	3577,80	3579,14	3575,98
31.12.2013	3592,00	3596,47	3569,28	3573,90	3576,23	3572,45
	HKOK	31,1346	20,3670	19,8983	19,7934	19,7175
	OMYH	0,0073	0,0044	0,0044	0,0045	0,0045

Ek A.38. Seri 19 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*ntest=40*)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.11.2013	3384,80	3379,13	3381,07	3385,35	3385,02	3387,27
05.11.2013	3388,80	3380,88	3386,26	3390,24	3389,91	3392,15
06.11.2013	3385,40	3381,07	3390,01	3394,29	3393,90	3396,06
07.11.2013	3321,40	3378,07	3385,81	3391,18	3390,68	3392,74
08.11.2013	3366,80	3339,88	3316,45	3329,49	3328,40	3330,91
11.11.2013	3363,00	3375,73	3373,73	3370,59	3367,79	3374,62
12.11.2013	3365,20	3373,11	3364,09	3368,75	3368,45	3370,94
13.11.2013	3405,60	3375,04	3366,95	3370,72	3370,50	3373,07
14.11.2013	3415,10	3393,51	3410,70	3409,66	3409,79	3412,57
15.11.2013	3422,60	3383,12	3416,08	3420,42	3419,76	3421,94
18.11.2013	3388,90	3380,93	3423,07	3428,01	3427,18	3429,35
19.11.2013	3378,10	3363,12	3385,47	3395,90	3394,68	3396,16
20.11.2013	3367,20	3374,56	3377,85	3384,16	3383,60	3385,61
21.11.2013	3402,70	3372,60	3367,29	3373,25	3372,79	3375,01
22.11.2013	3422,00	3391,94	3407,30	3406,95	3407,02	3409,71
25.11.2013	3427,50	3387,11	3423,95	3426,94	3426,38	3428,76
26.11.2013	3445,80	3378,75	3427,55	3433,00	3432,03	3434,21
27.11.2013	3470,50	3381,72	3446,78	3450,82	3449,81	3452,37
29.11.2013	3487,80	3377,49	3471,37	3475,31	3473,97	3476,97
02.12.2013	3481,10	3364,25	3487,11	3492,94	3491,07	3494,24
03.12.2013	3479,30	3348,09	3477,68	3487,19	3484,86	3487,55
04.12.2013	3483,00	3353,08	3476,56	3485,19	3483,02	3485,75
05.12.2013	3477,70	3355,70	3480,80	3488,68	3486,57	3489,45
06.12.2013	3504,30	3351,03	3474,58	3483,73	3481,50	3484,16
09.12.2013	3516,20	3363,46	3504,15	3509,10	3507,12	3510,73
10.12.2013	3514,20	3344,59	3513,77	3521,61	3519,04	3522,63
11.12.2013	3469,00	3333,54	3510,12	3520,16	3517,30	3520,63
12.12.2013	3460,30	3321,59	3461,25	3476,61	3473,55	3475,48
13.12.2013	3456,40	3356,87	3457,41	3466,43	3464,47	3466,80
16.12.2013	3475,80	3362,35	3454,25	3462,33	3460,57	3462,92
17.12.2013	3469,30	3371,43	3475,82	3480,83	3479,26	3482,26
18.12.2013	3509,60	3354,29	3466,35	3475,36	3473,28	3475,78
19.12.2013	3498,60	3371,78	3510,95	3513,86	3512,11	3516,03
20.12.2013	3531,20	3334,69	3493,99	3504,90	3502,11	3505,03
23.12.2013	3569,40	3353,96	3530,78	3535,81	3533,45	3537,65
24.12.2013	3572,80	3336,34	3568,22	3573,86	3571,61	3575,90
26.12.2013	3584,60	3302,10	3567,15	3578,66	3575,63	3579,30
27.12.2013	3574,00	3302,36	3579,54	3590,14	3587,15	3591,13
30.12.2013	3570,10	3288,17	3566,55	3580,42	3577,09	3580,51
31.12.2013	3592,00	3297,00	3563,64	3576,24	3573,10	3576,60
	HKOK	136,4719	23,3306	22,1540	22,1516	22,1312
	OMYH	0,0301	0,0049	0,0048	0,0047	0,0049

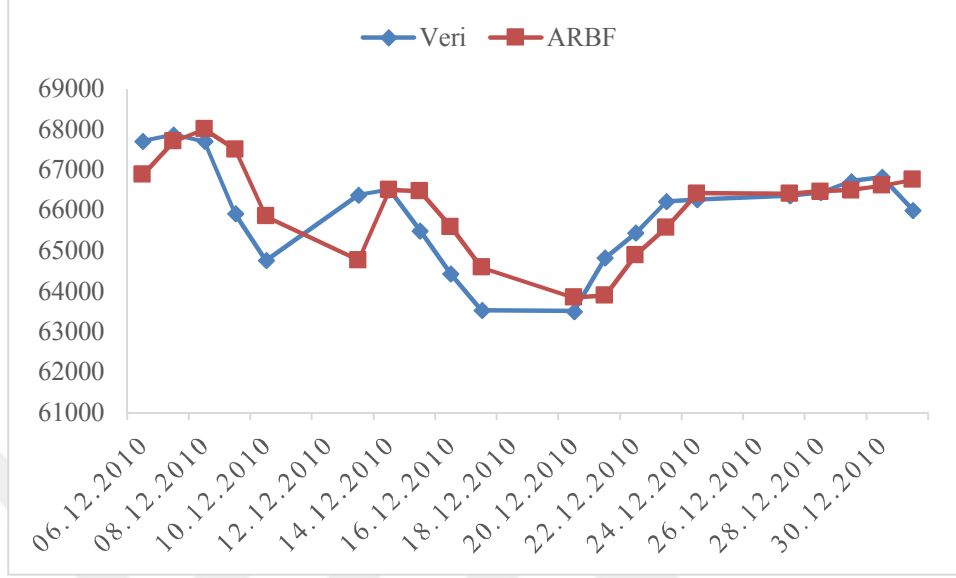
Ek A.39. Seri 20 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=20)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
03.12.2014	4312,90	4302,90	4314,18	4307,68	4307,04	4307,78
04.12.2014	4311,90	4301,40	4324,53	4311,72	4312,18	4314,88
05.12.2014	4311,60	4298,98	4327,49	4308,73	4310,53	4314,07
08.12.2014	4278,30	4299,10	4318,11	4308,60	4306,69	4313,75
09.12.2014	4294,70	4299,56	4296,87	4266,99	4281,32	4281,42
10.12.2014	4224,90	4296,72	4310,45	4295,93	4294,55	4296,60
11.12.2014	4246,50	4342,50	4254,33	4204,39	4224,49	4229,22
12.12.2014	4199,30	4257,35	4272,61	4249,06	4248,25	4248,63
15.12.2014	4157,40	4282,44	4225,33	4184,51	4197,20	4203,29
16.12.2014	4089,60	4221,32	4187,14	4143,97	4164,22	4161,57
17.12.2014	4165,10	4176,94	4101,90	4069,66	4090,14	4100,57
18.12.2014	4267,80	4169,08	4187,08	4181,31	4173,32	4171,47
19.12.2014	4281,80	4344,30	4270,31	4290,83	4264,01	4267,97
22.12.2014	4293,70	4288,46	4274,42	4282,43	4286,04	4283,85
23.12.2014	4279,30	4295,29	4273,33	4293,79	4301,60	4295,71
24.12.2014	4283,10	4291,18	4273,73	4272,76	4295,34	4282,00
26.12.2014	4314,10	4289,20	4293,66	4281,15	4292,31	4285,36
29.12.2014	4312,60	4312,85	4318,80	4319,01	4311,44	4315,54
30.12.2014	4282,40	4298,97	4319,88	4309,30	4312,25	4314,77
31.12.2014	4236,30	4298,26	4295,17	4271,87	4283,07	4285,43
	HKOK	59,3415	47,6184	41,7956	41,8489	41,7929
	OMYH	0,0101	0,0085	0,0076	0,0075	0,0075

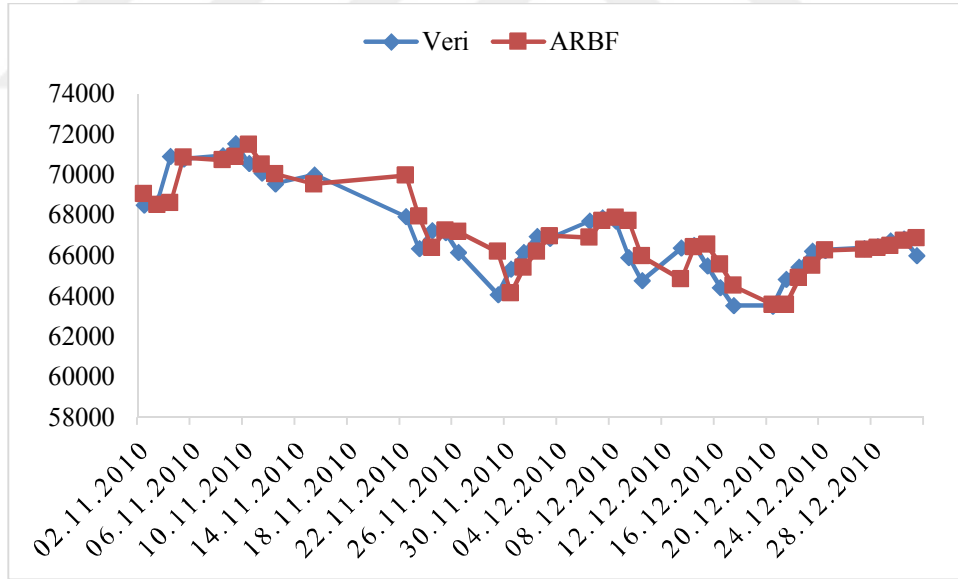
Ek A.40. Seri 20 için tüm yöntemlerden elde edilen öngörüler (*n*_{test}=40)

Tarih	Veri	ANFIS-G	ANFIS-S	MANFIS	T1BF	ARBF
04.11.2014	4156,20	4189,92	4168,07	4175,15	4176,24	4174,47
05.11.2014	4153,30	4190,99	4160,63	4162,05	4161,70	4163,78
06.11.2014	4164,10	4177,47	4155,28	4159,15	4159,12	4159,73
07.11.2014	4160,50	4182,26	4162,90	4169,95	4169,98	4169,41
10.11.2014	4176,00	4189,22	4162,70	4166,35	4166,22	4166,21
11.11.2014	4187,20	4196,38	4173,77	4181,85	4180,19	4181,72
12.11.2014	4195,40	4217,97	4186,08	4193,05	4189,85	4192,00
13.11.2014	4213,50	4234,21	4195,06	4201,25	4196,18	4200,46
14.11.2014	4225,00	4254,34	4210,94	4219,34	4212,11	4217,65
17.11.2014	4213,80	4280,63	4224,11	4230,84	4221,78	4226,07
18.11.2014	4242,20	4285,48	4218,24	4219,64	4210,27	4215,25
19.11.2014	4222,70	4292,28	4237,41	4248,04	4237,01	4242,15
20.11.2014	4242,10	4310,13	4229,19	4228,54	4218,00	4222,24
21.11.2014	4251,30	4301,70	4239,46	4247,94	4236,19	4242,35
24.11.2014	4284,30	4328,92	4251,17	4257,14	4244,83	4249,23
25.11.2014	4288,20	4360,88	4278,75	4290,14	4275,57	4282,15
26.11.2014	4318,00	4400,85	4289,62	4294,04	4278,57	4285,04
28.11.2014	4337,80	4424,97	4313,48	4323,83	4306,84	4314,39
01.12.2014	4287,80	4472,50	4335,82	4343,63	4325,62	4332,21
02.12.2014	4306,00	4462,64	4302,08	4293,64	4277,01	4284,52
03.12.2014	4312,90	4416,60	4304,15	4311,83	4294,91	4302,05
04.12.2014	4311,90	4442,15	4313,80	4318,73	4301,72	4306,22
05.12.2014	4311,60	4449,50	4314,68	4317,73	4300,59	4307,68
08.12.2014	4278,30	4448,14	4314,21	4317,43	4300,28	4306,96
09.12.2014	4294,70	4425,83	4288,52	4284,14	4268,12	4274,42
10.12.2014	4224,90	4398,27	4293,19	4300,53	4284,30	4290,56
11.12.2014	4246,50	4370,96	4243,41	4230,74	4217,25	4221,78
12.12.2014	4199,30	4306,97	4243,37	4252,34	4238,98	4245,16
15.12.2014	4157,40	4299,31	4212,21	4205,15	4195,34	4196,67
16.12.2014	4089,60	4220,68	4168,71	4163,25	4156,38	4160,58
17.12.2014	4165,10	4131,59	4106,47	4095,46	4096,24	4094,96
18.12.2014	4267,80	4139,62	4148,50	4170,95	4172,66	4169,32
19.12.2014	4281,80	4260,40	4245,49	4273,64	4264,20	4267,04
22.12.2014	4293,70	4377,82	4280,76	4287,64	4273,60	4281,39
23.12.2014	4279,30	4401,61	4293,26	4299,53	4283,72	4293,51
24.12.2014	4283,10	4405,79	4285,02	4285,14	4269,58	4276,32
26.12.2014	4314,10	4391,77	4284,51	4288,94	4273,31	4279,94
29.12.2014	4312,60	4416,54	4309,26	4319,93	4303,18	4308,94
30.12.2014	4282,40	4451,36	4315,50	4318,43	4301,37	4307,91
31.12.2014	4236,30	4429,70	4291,91	4288,24	4272,05	4279,56
	HKOK	103,5774	35,0337	33,5113	32,2197	32,3683
	OMYH	0,0208	0,0058	0,0056	0,0060	0,0057

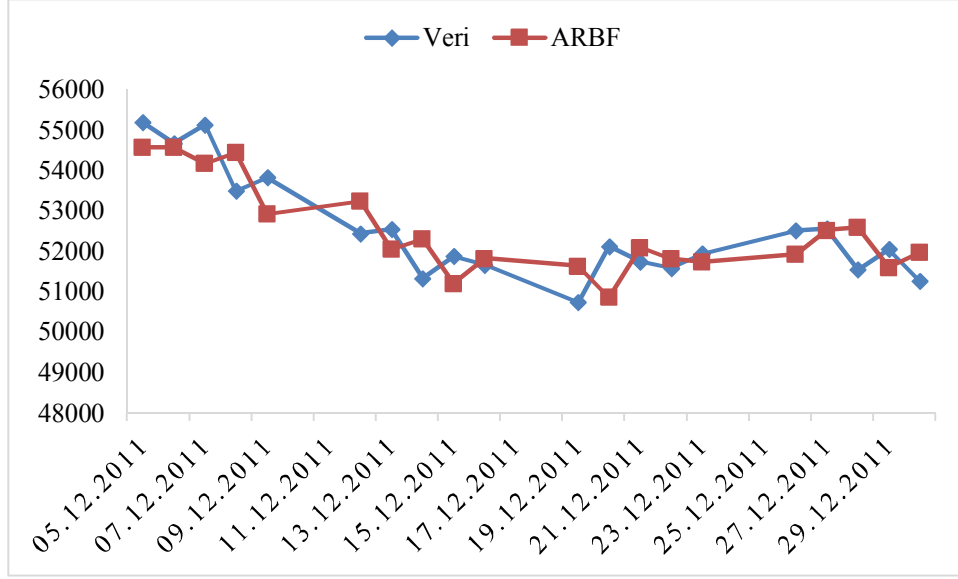
EK B ŞEKİLLER



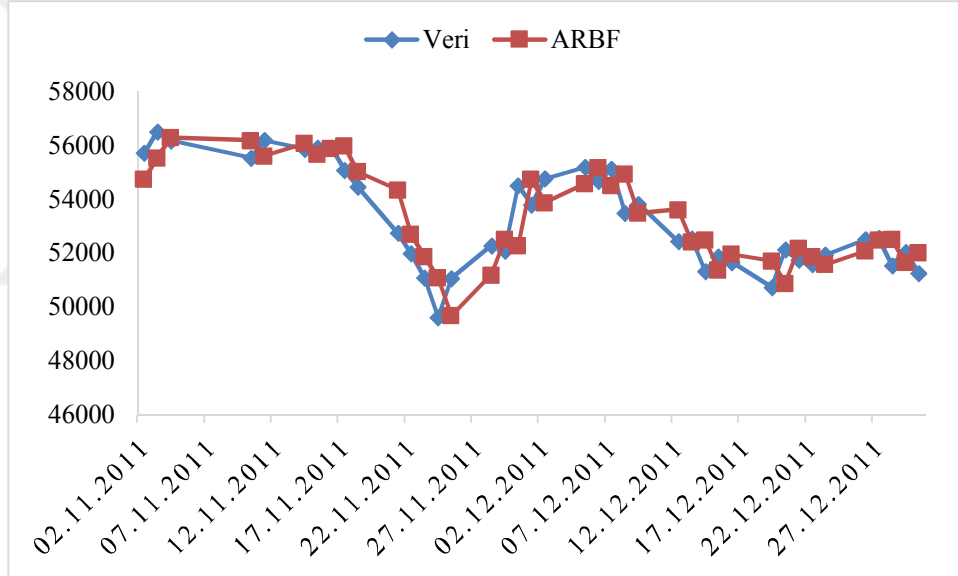
Ek B.1. Seri 1 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



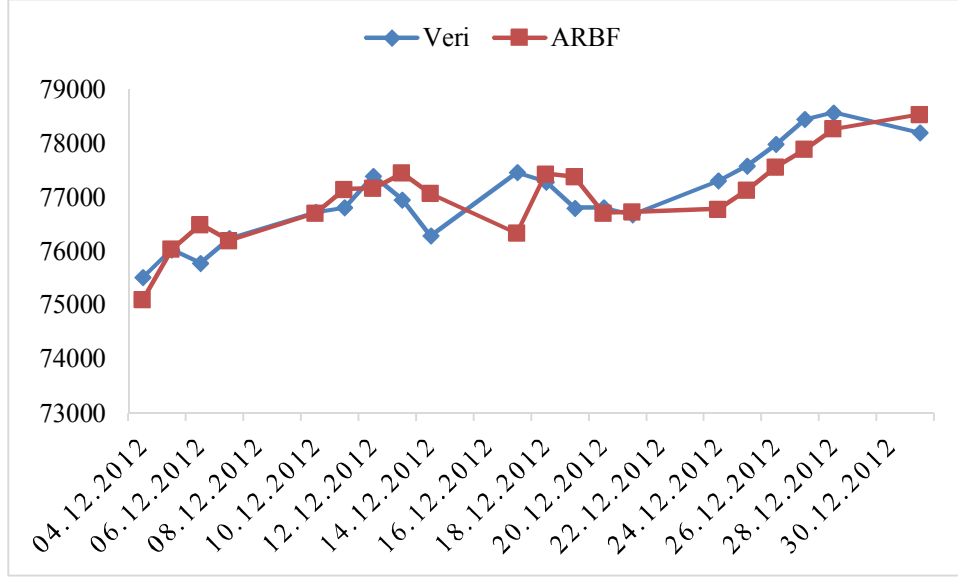
Ek B.2. Seri 1 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



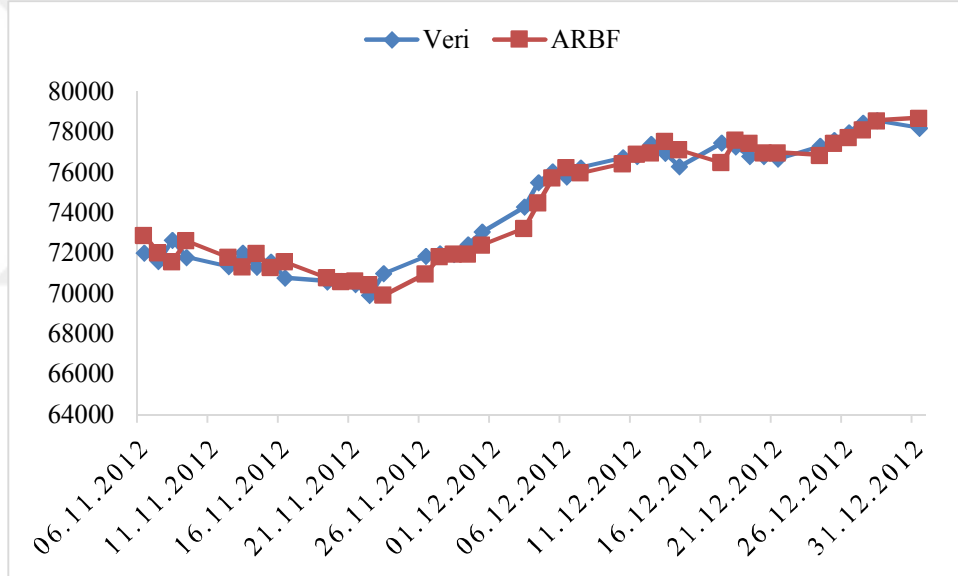
Ek B.3. Seri 2 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



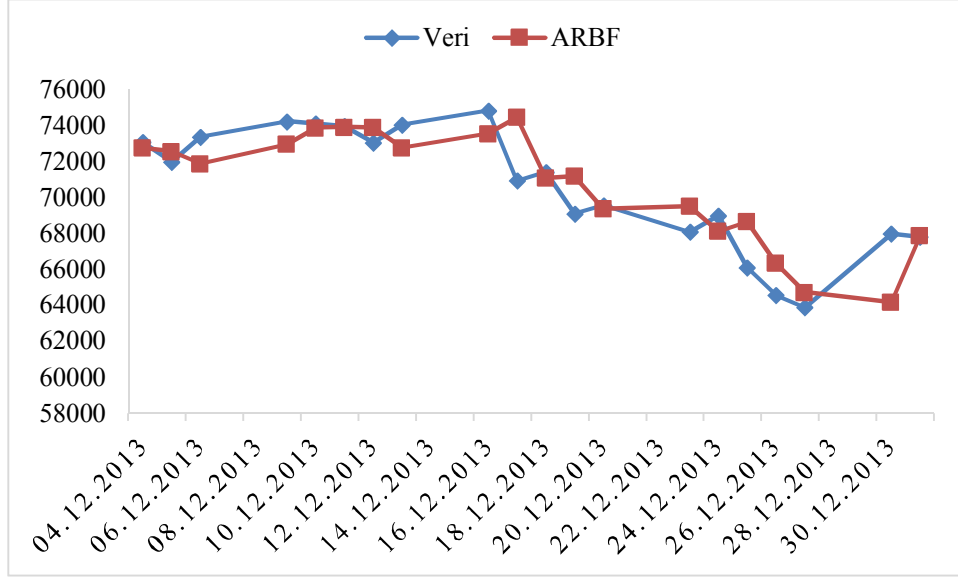
Ek B.4. Seri 2 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



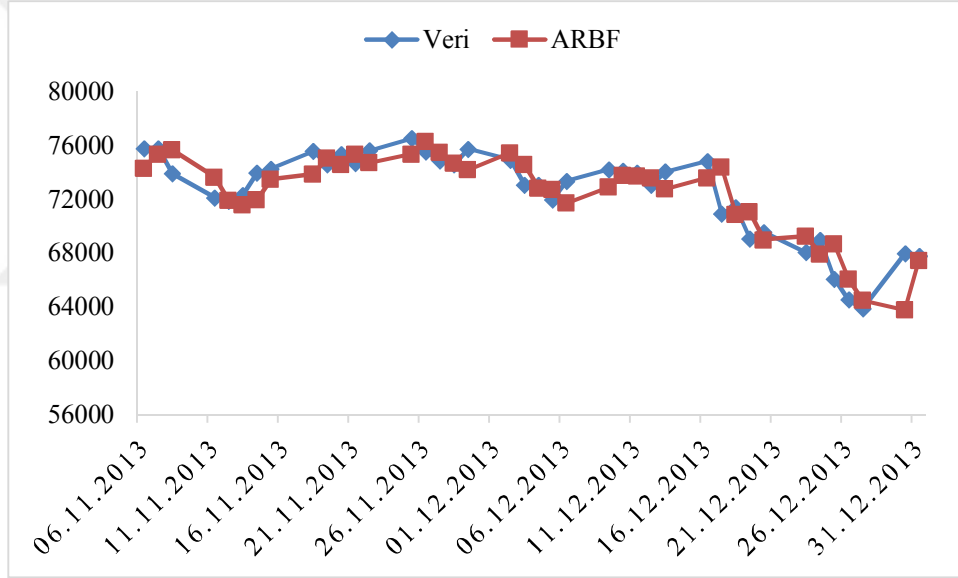
Ek B.5. Seri 3 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



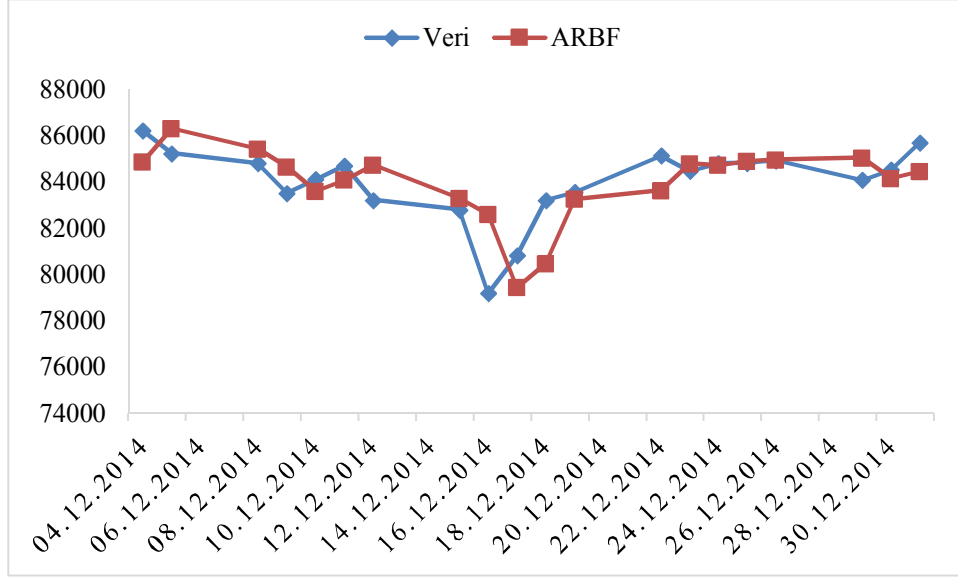
Ek B.6. Seri 3 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



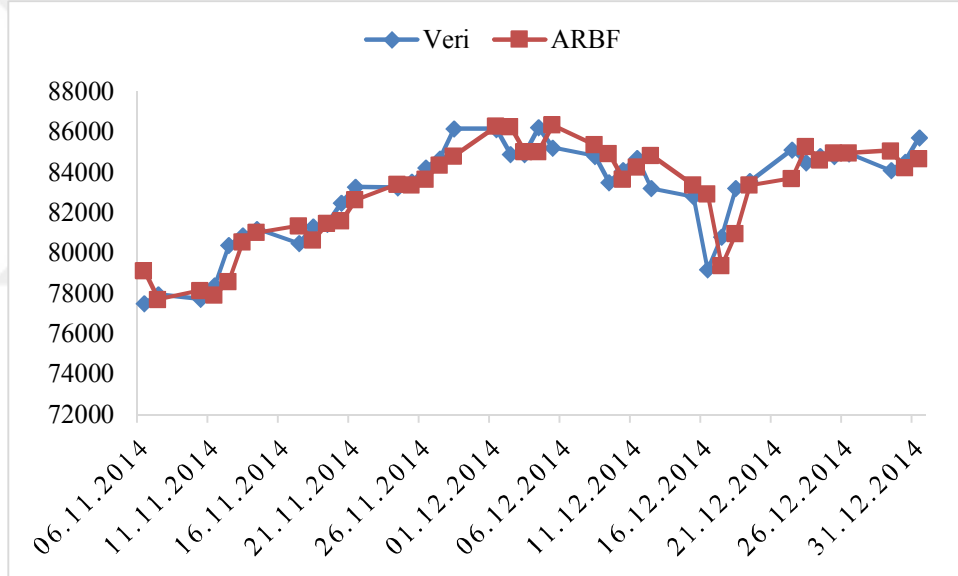
Ek B.7. Seri 4 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



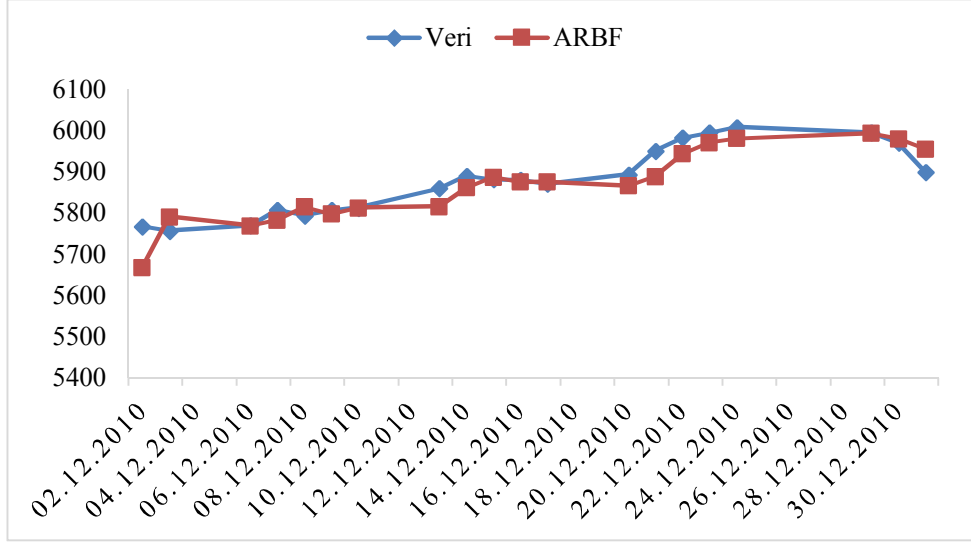
Ek B.8. Seri 4 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



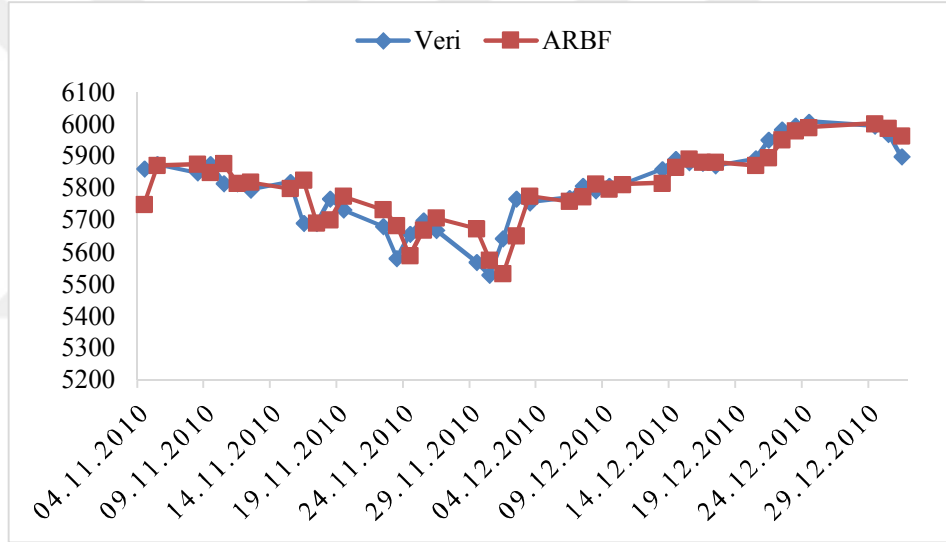
Ek B.9. Seri 5 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



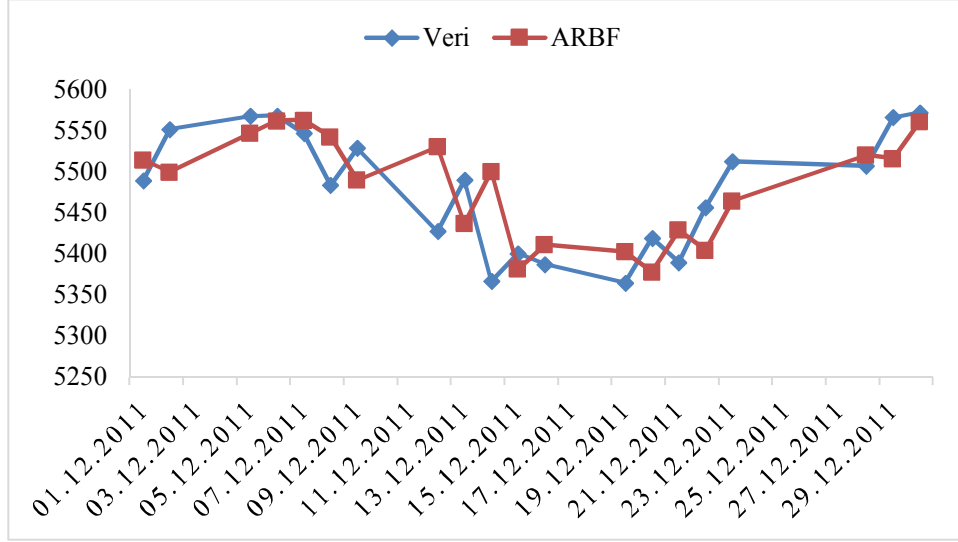
Ek B.10. Seri 5 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



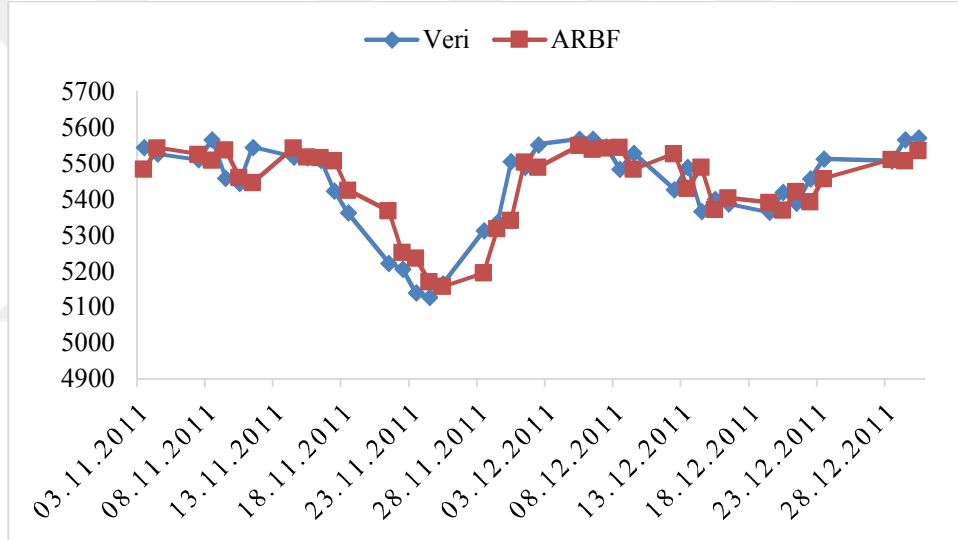
Ek B.11. Seri 6 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



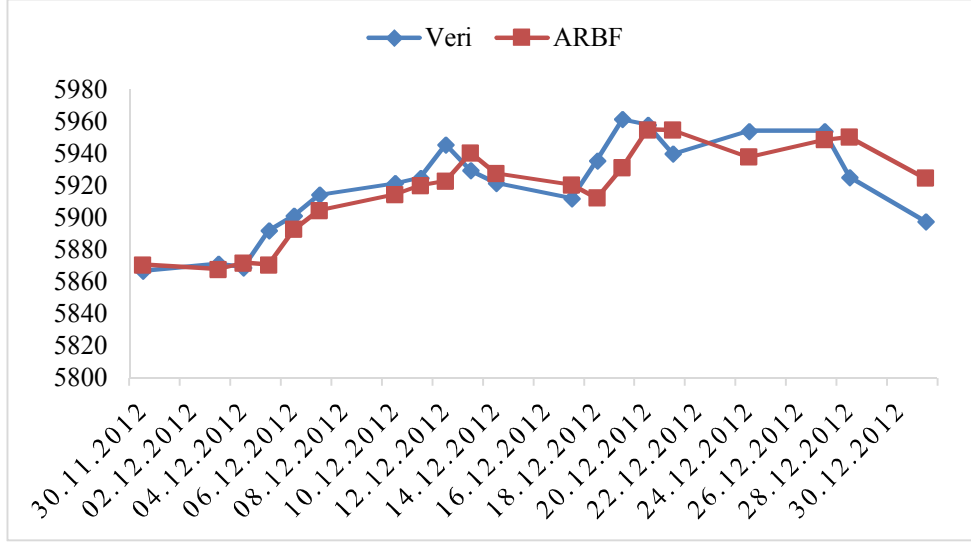
Ek B.12. Seri 6 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



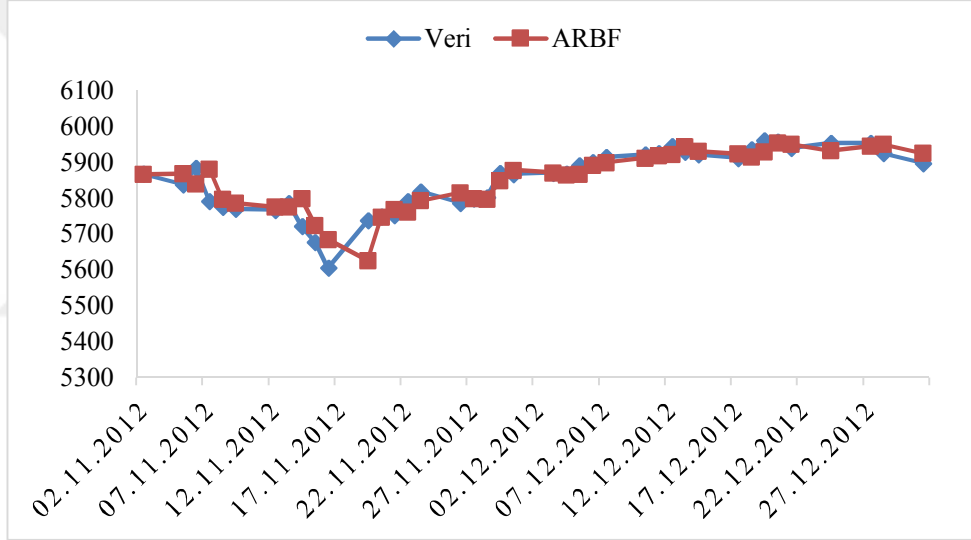
Ek B.13. Seri 7 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



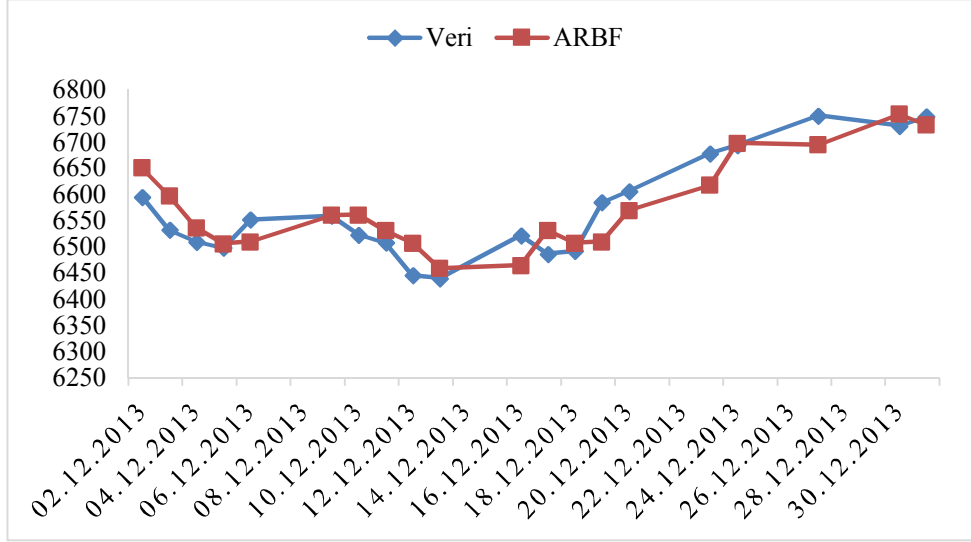
Ek B.14. Seri 7 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



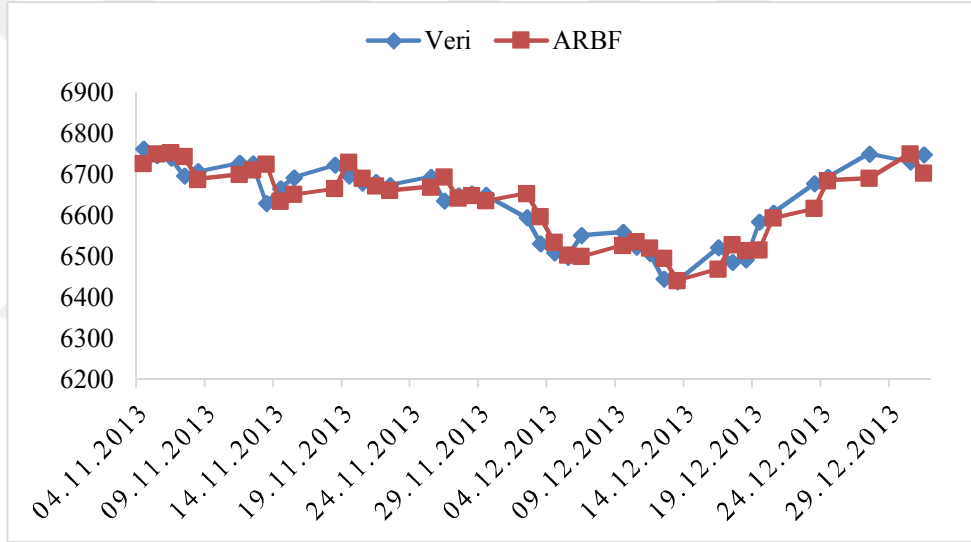
Ek B.15. Seri 8 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



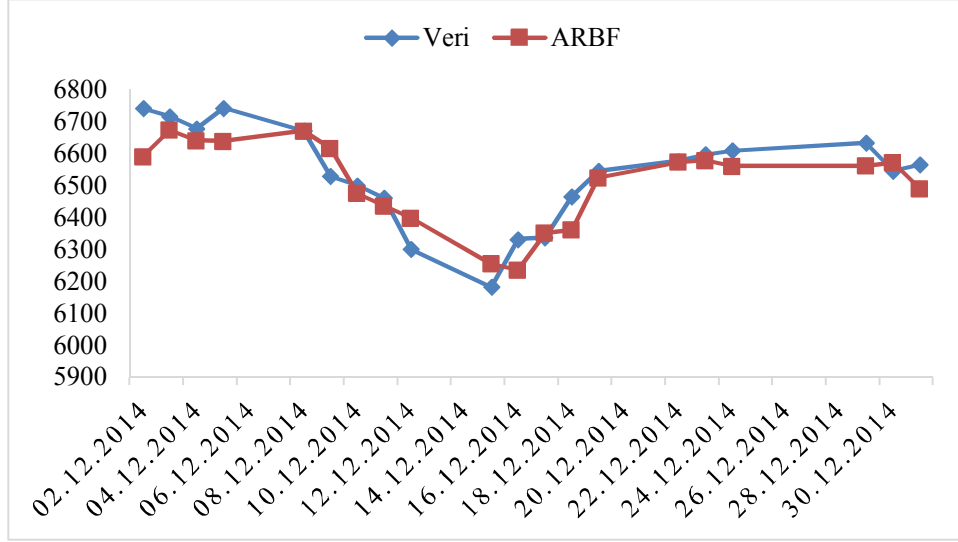
Ek B.16. Seri 8 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



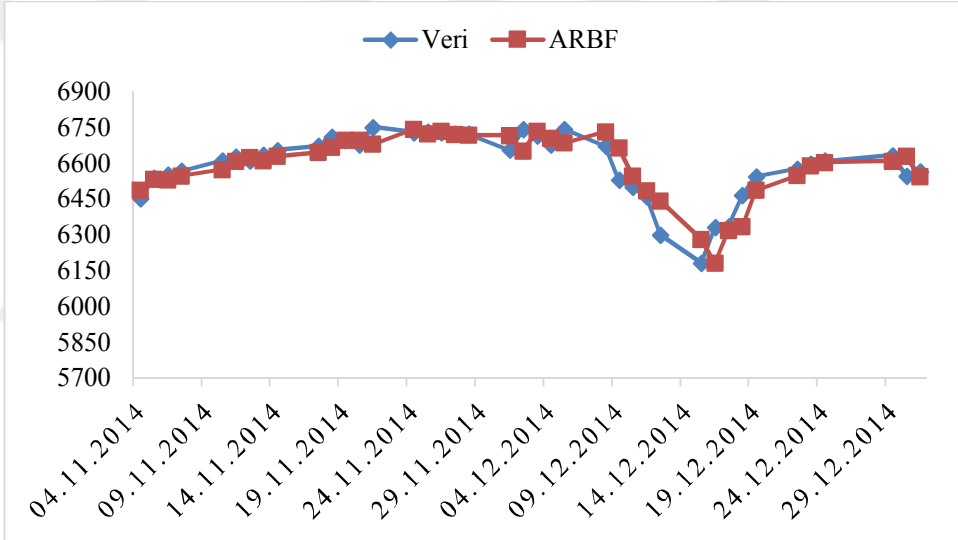
Ek B.17. Seri 9 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



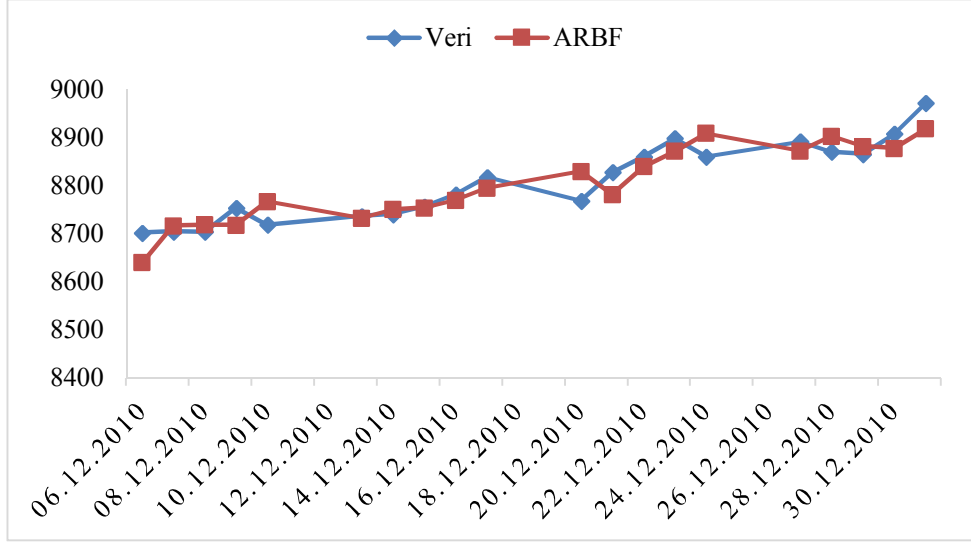
Ek B.18. Seri 9 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



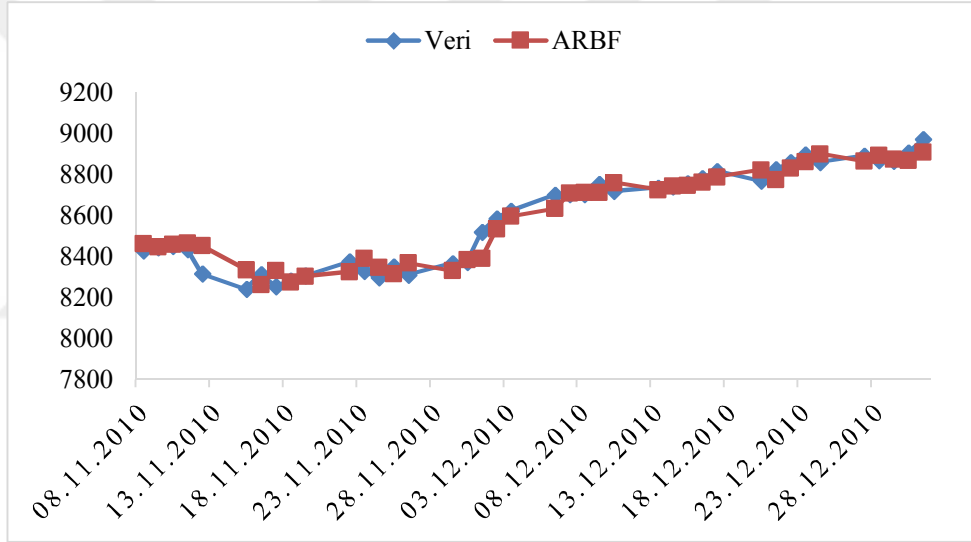
Ek B.19. Seri 10 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



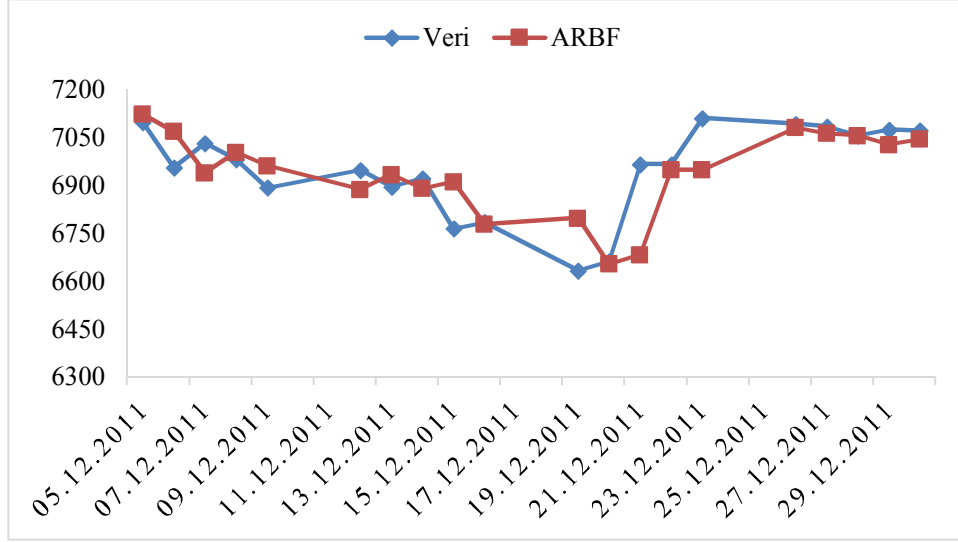
Ek B.20. Seri 10 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



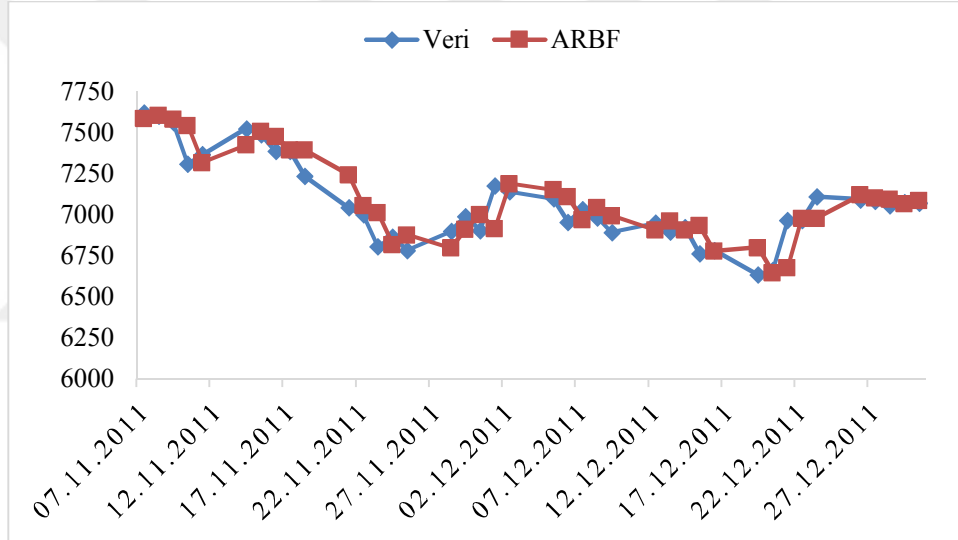
Ek B.21. Seri 11 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



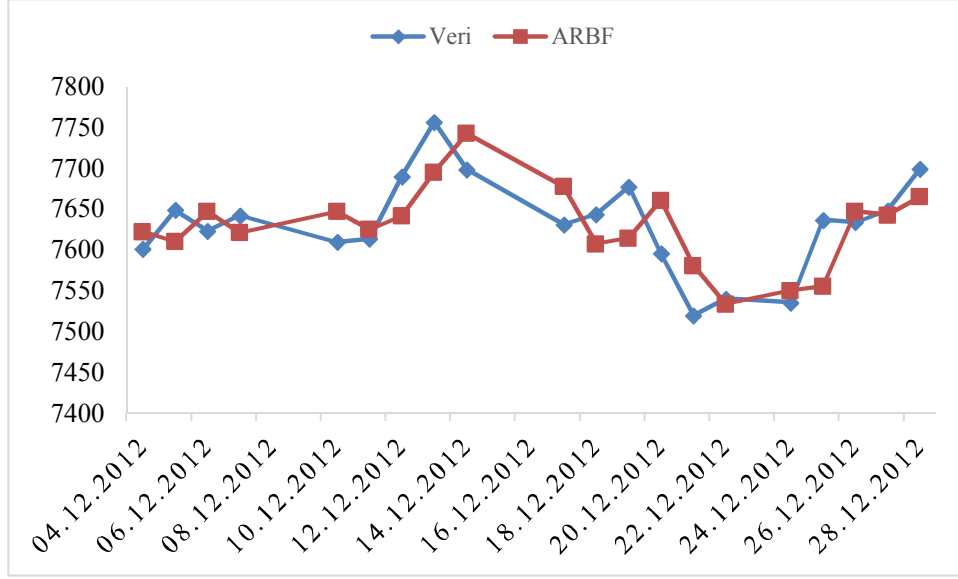
Ek B.22. Seri 11 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



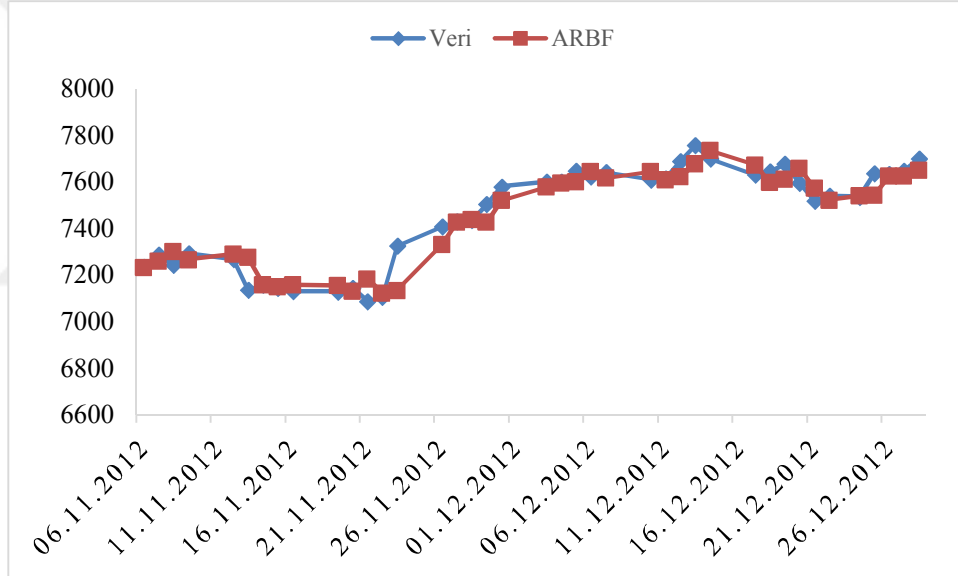
Ek B.23. Seri 12 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



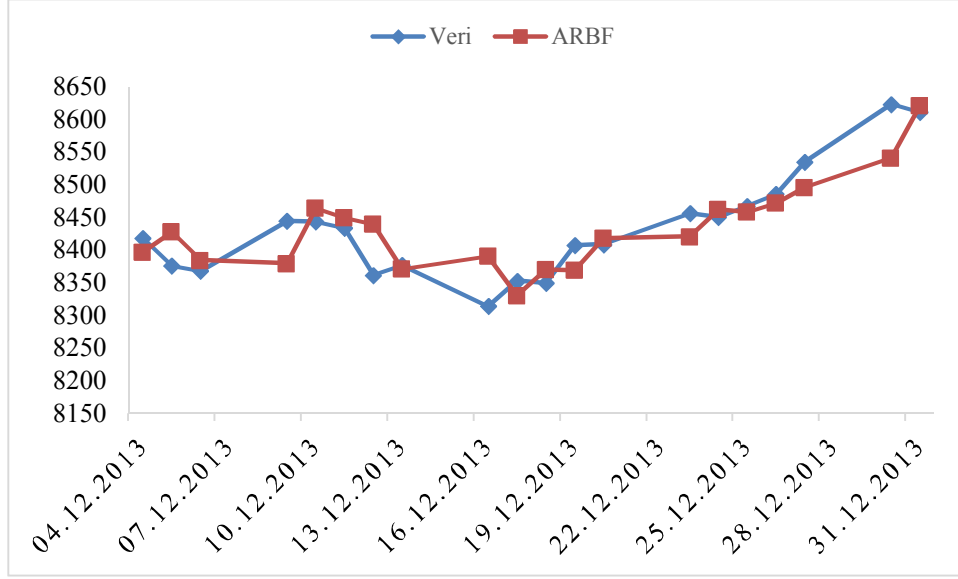
Ek B.24. Seri 12 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



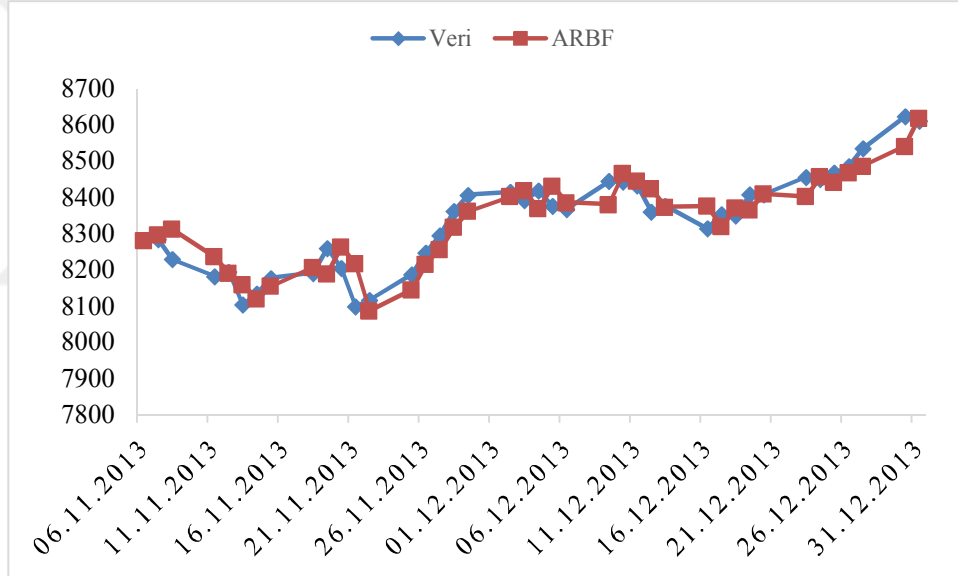
Ek B.25. Seri 13 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



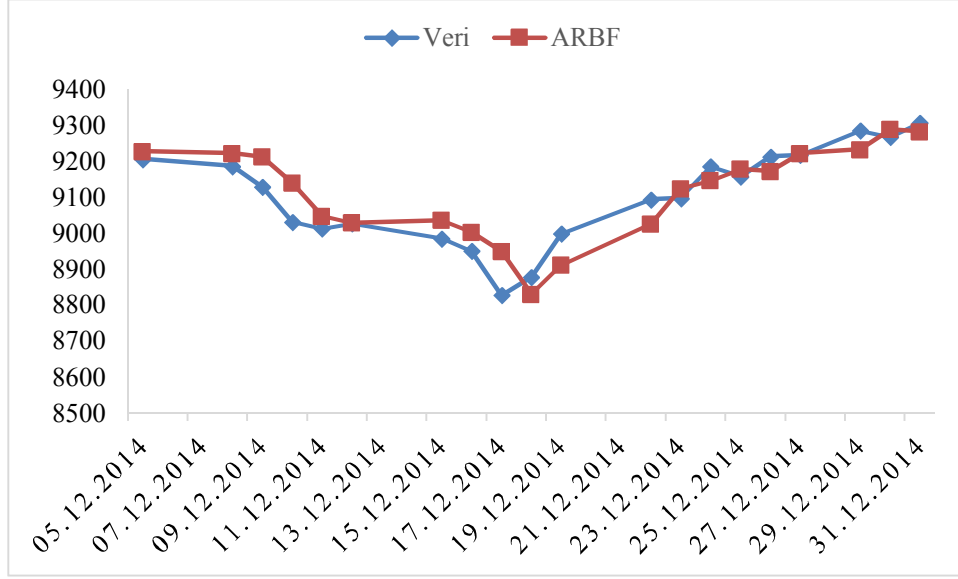
Ek B.26. Seri 13 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



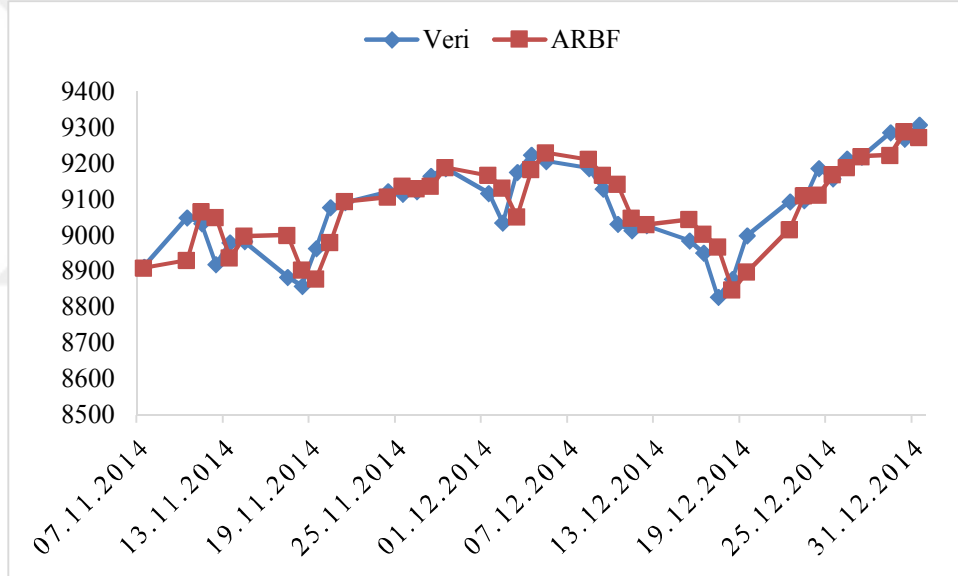
Ek B.27. Seri 14 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



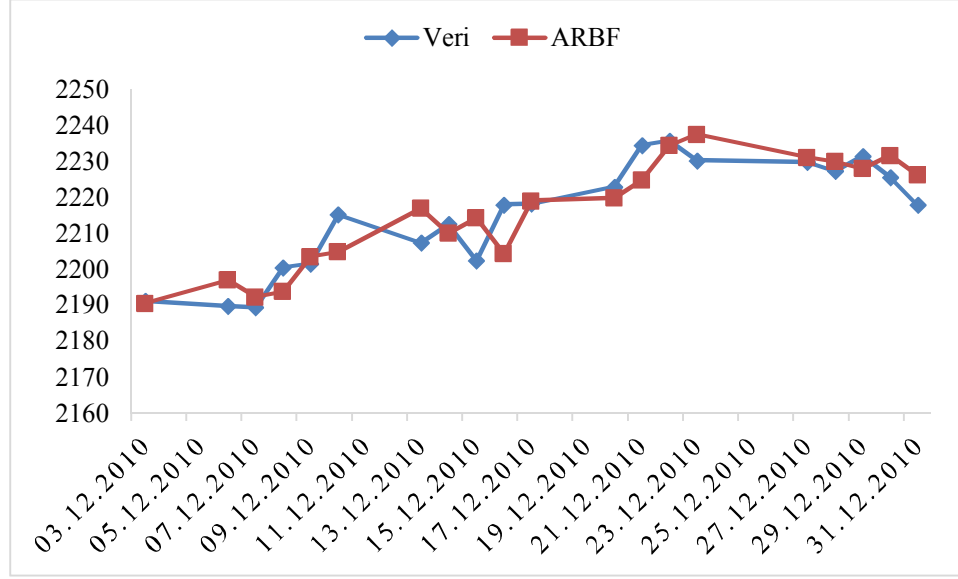
Ek B.28. Seri 14 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



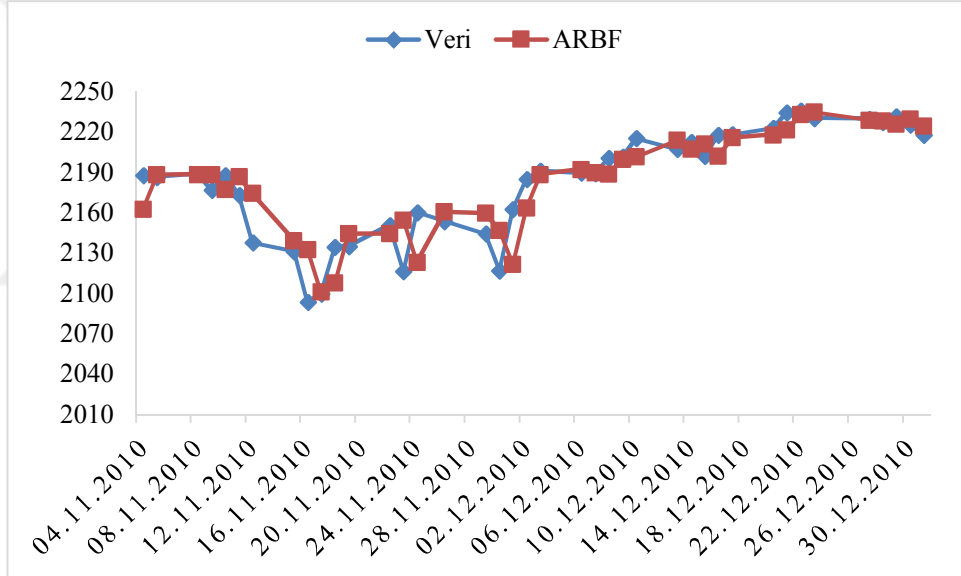
Ek B.29. Seri 15 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



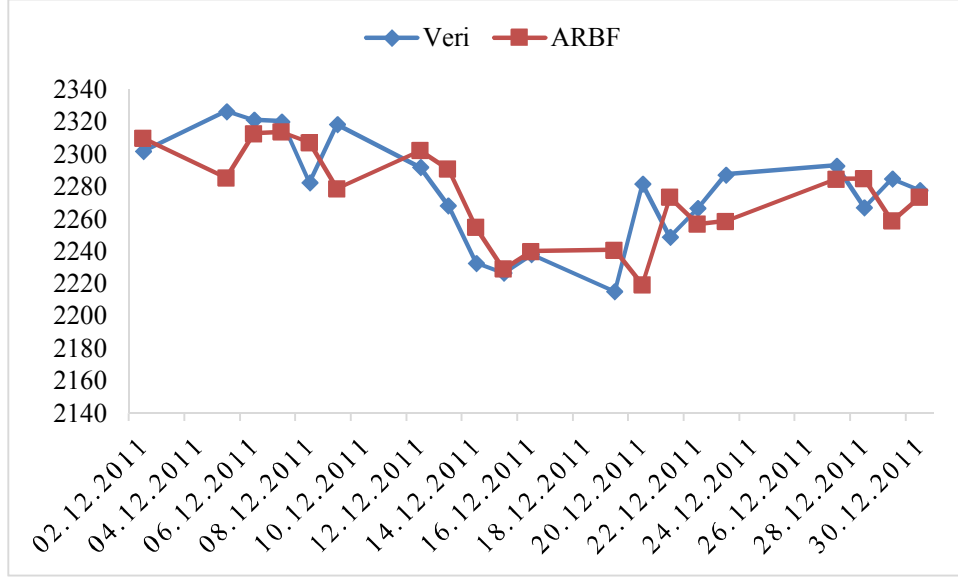
Ek B.30. Seri 15 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



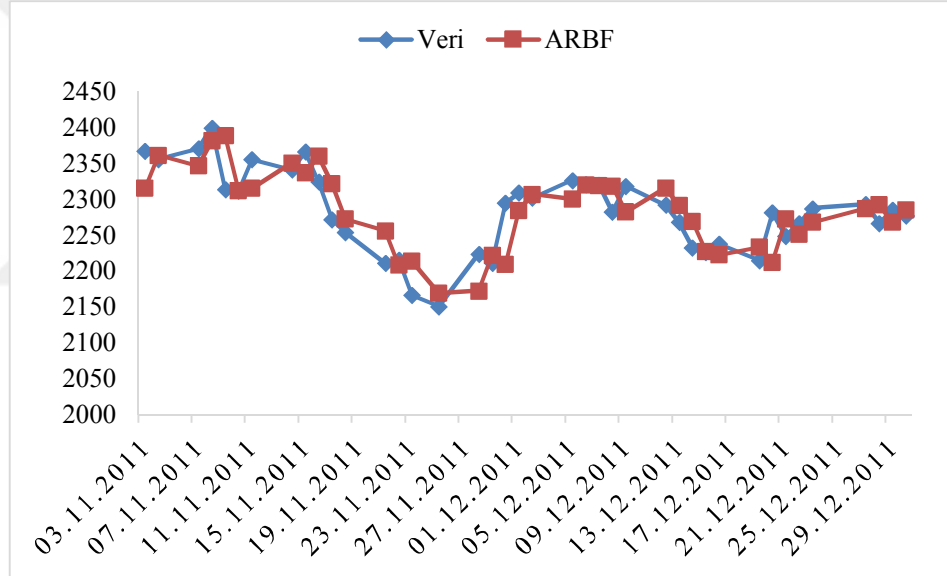
Ek B.31. Seri 16 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



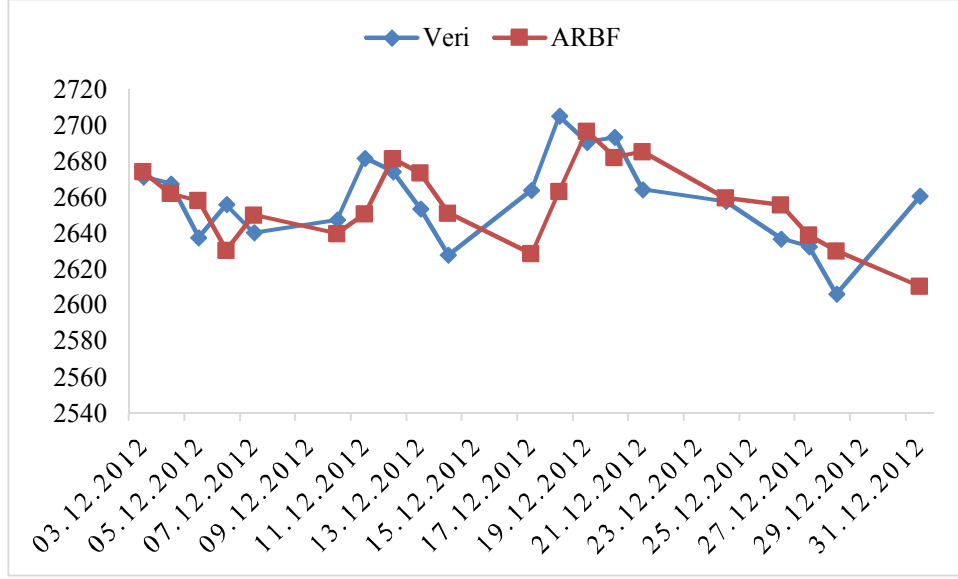
Ek B.32. Seri 16 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



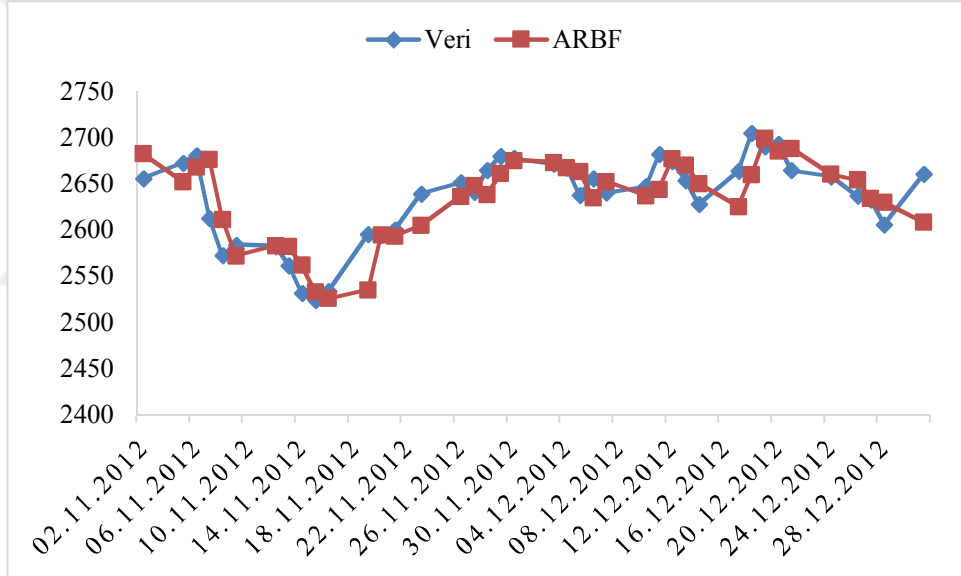
Ek B.33. Seri 17 için gerçel değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



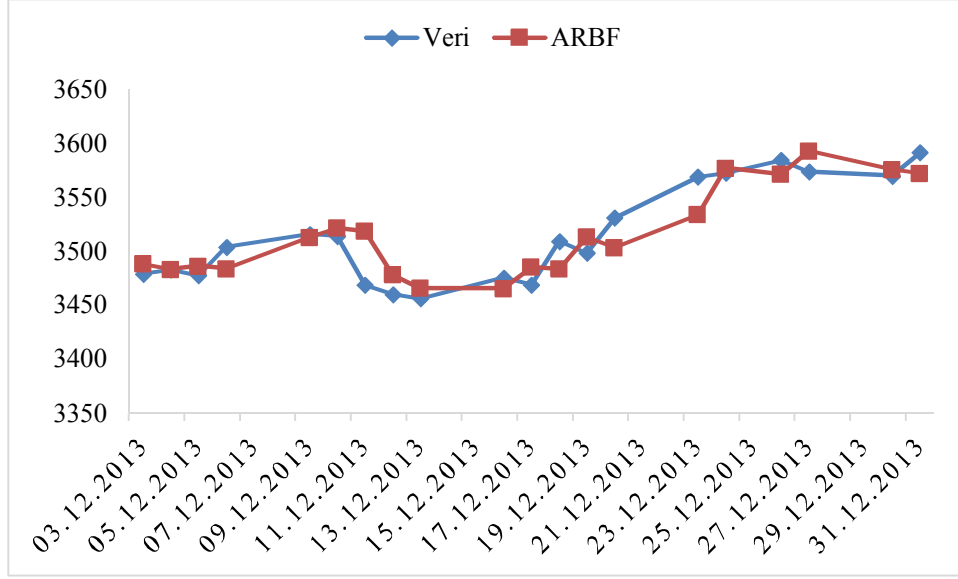
Ek B.34. Seri 17 için gerçel değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



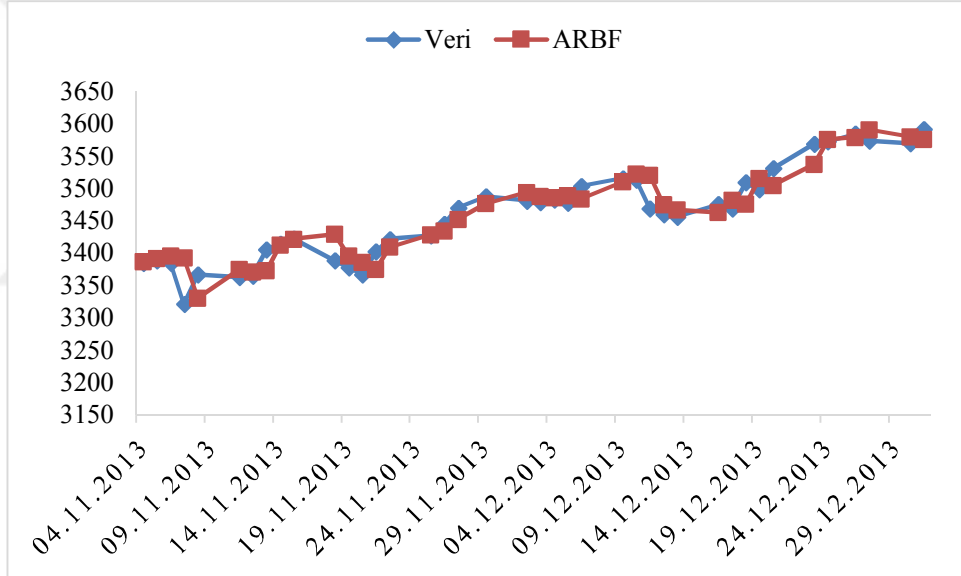
Ek B.35. Seri 18 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



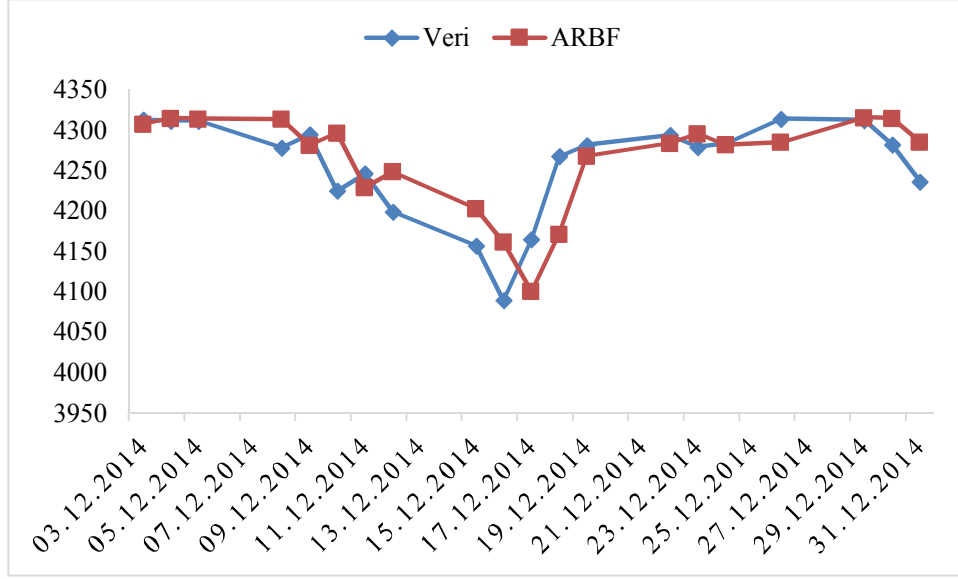
Ek B.36. Seri 18 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



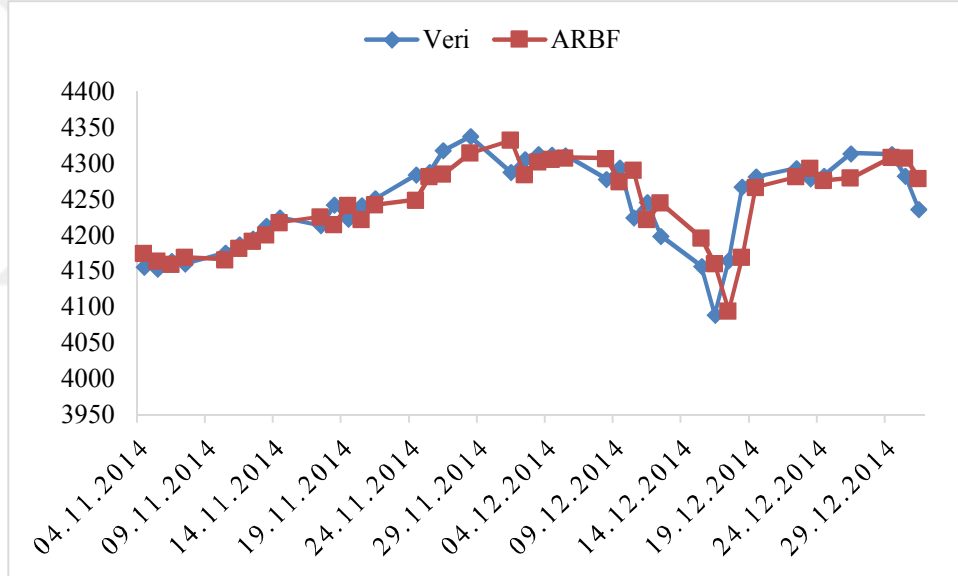
Ek B.37. Seri 19 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



Ek B.38. Seri 19 için gerçek değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)



Ek B.39. Seri 20 için gerçel değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=20$)



Ek B.40. Seri 20 için gerçel değerlerle ARBF'den elde edilen öngörülerin birlikte grafiği ($n_{test}=40$)

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ali Zafer DALAR
Doğum Yeri : Muğla
Doğum Tarihi : 23/07/1986
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Milas Anadolu Lisesi (2004)
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü (Eylül 2005 – Temmuz 2009)
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı (Şubat 2010 – Ağustos 2012)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) / Ekim 2011 – Aralık 2011
Giresun Üniversitesi / Eylül 2012 – Mart 2013
Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Mart 2013 – Ekim 2015
Giresun Üniversitesi / Ekim 2015 – Halen