

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ZAMAN SERİSİNE DAYALI TAHMİN YÖNTEMLERİNİN RASSALLIK VE
TREND İÇEREN VERİ SETLERİNDEKİ TAHMİN PERFORMANSLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End. Müh. Ahmet ALÇI

**HAZİRAN 2017
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim dalında
Ahmet ALÇI tarafından hazırlanan**

**ZAMAN SERİSİNE DAYALI TAHMİN YÖNTEMLERİNİN RASSALLIK VE TREND İÇEREN
VERİ SETLERİNDEKİ TAHMİN PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

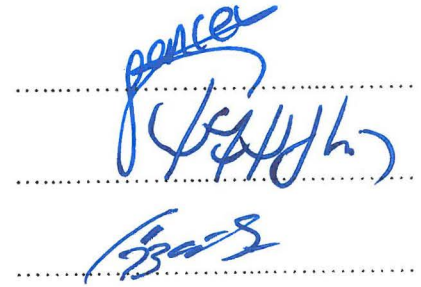
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 16/ 05 / 2017 gün ve 1702 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Cevriye GENCER

Üye : Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÖZÇELİK



**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

Çalışmaya başlarken oldukça kapsamlı literatür taraması yapılmış, birbirinden farklı konularda bir veya birkaç zaman serisi ile yapılan çalışmalarda farklı yöntemlerin birbirine üstün geldiğine rastlanılmış fakat çalışmamıza benzer şekilde çok sayıda zaman serisini ele alarak veri yapısına göre yöntemlerin performanslarını genelleyebilecek çalışmayla karşılaşılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, zaman serisine dayalı tahmin yapacaklar için veri yapılarına göre hangi yöntemi kullandıkları takdirde daha başarılı tahmin sonuçları elde edebilecekleri konusunda fikir sahibi olmalarına katkı sağlamaktır.

Tez çalışmamın başından sonuna kadar hiç şikayetçi olmadan zamanını ve deneyimlerini benimle paylaşan, her aşamada yardım ve desteğini hissettiğim çok değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN'e, verdiği fikirler ve paylaştığı bilgilerle çalışmamıza yön çizen Sayın Prof. Dr. Coşkun HAMZAÇEBİ'ye, çalışmamız boyunca yardımlarını esirgemeyen kıymetli mesai arkadaşlarım Arş. Gör. Miraç MURAT, Arş. Gör. Mehmet SEYHAN, Arş. Gör. Ertuğrul AYYILDIZ ve Arş. Gör. Hüseyin Avni ES'e katkılarından dolayı teşekkür ederim. Ayrıca ömrüm boyunca hiçbir konuda benden en ufak desteğini esirgemeyen aileme ve tüm sevenlerime sonsuz teşekkür ve sevgilerimi sunarım.

Ahmet ALÇI
Trabzon 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Zaman Serisine Dayalı Tahmin Yöntemlerinin Rassallık ve Trend İçeren Veri Setlerindeki Tahmin Performanslarının Karşılaştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN'nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

13/06/2017

Ahmet ALÇI

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Zaman Serileri	3
1.2.1. Zaman Serilerinin Uygulama Alanları	3
1.2.2. Zaman Serisinin Temel Bileşenleri	4
1.2.3. Zaman Serilerinin Stokastik Süreç Olma Özelliği	5
1.2.4. Zaman Serilerinin Sınıflandırılması	5
1.2.4.1. Durağan ve Durağan Olmayan Zaman Serileri	5
1.2.4.2. Mevsimsel ve Mevsimsel Olmayan Zaman Serileri.....	6
1.2.4.3. Kesikli ve Sürekli Zaman Serileri	6
1.3. Literatür Araştırması	6
2. TAHMİN YÖNTEMLERİ.....	10
2.1. ARIMA Metodu	10
2.1.1. Otoresif Modeller (AR).....	10
2.1.2. Hareketli Ortalama Modelleri (MA)	11
2.1.3. Otoresif Hareketli Ortalama Modelleri (ARMA).....	11
2.1.4. ARIMA.....	11
2.1.5. ARIMA Modellerini Belirlemede Kullanılan Araçlar	12
2.2. Gri Tahmin Metodu.....	13
2.2.1. GM (1,1) Modeli	13
2.2.1.1. Gri İteratif Tahmin Metodu.....	15
2.2.1.2. Gri Direkt Tahmin Metodu.....	17

2.3.	Yapay Sinir Ağları.....	17
2.3.1.	Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri	17
2.3.2.	Yapay Sinir Ağlarının Temel Elemanları.....	19
3.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	22
3.1.	Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Çalışması	22
3.2.	ARIMA ile Tahmin Çalışması	25
3.3.	Gri Tahmin Metodu ile Tahmin Çalışması.....	27
4.	BULGULAR	28
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	34
6.	KAYNAKLAR.....	35
7.	EKLER	39
	ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

ZAMAN SERİSİNE DAYALI TAHMİN YÖNTEMLERİNİN RASSALLIK VE TREND
İÇEREN VERİ SETLERİNDEKİ TAHMİN PERFORMANSLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

Ahmet ALÇI

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN
2017, 38 Sayfa, 46 Ek Sayfa

Tahmin, geleceği planlamak, yönlendirmek ve gelecekte gerçekleşebilecek durumlara karşı önceden önlemler alabilmek açısından oldukça önemli bir değere sahiptir. Geleceğe yönelik tahmin yapabilmek kadar önemli olan bir konuda yapılan öngörülerin başarısıdır. Günümüze kadar çok sayıda tahmin yöntemi başarılı yani performansı yüksek sonuçlar elde edebilmek amacıyla geliştirilmiştir.

Tahmin yöntemleri temel olarak sebep-sonuç ilişkisine ve zaman serisine dayalı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Çalışma kapsamında zaman serisine dayalı olan Otoresif Entegreli Hareketli Ortalamalar (ARIMA), Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Gri Tahmin yöntemlerinin rassal dağılım ve trend içeren verilerin bulunduğu zaman serilerindeki tahmin performansları incelenmiştir. Bahsi geçen yöntemlerin tahmin başarısını ölçmek amacıyla 64 farklı zaman serisi ele alınmış olup Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ve Root Mean Square Error (RMSE) ölçütleri ile performansları mukayese edilmiştir. Sonuç olarak YSA'nın verilere daha uygun modeller ortaya koymasına rağmen Gri Tahmin yönteminin hem rassallık hem de trend içeren veri setlerinde diğer yöntemlere göre daha başarılı tahminler yaptığı kanısına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zaman Serileri, Tahmin Yöntemleri, ARIMA, YSA, Gri Tahmin

Master Thesis

SUMMARY

COMPARISON OF FORECASTING PERFORMANCE BASED ON TIME SERIES ESTIMATION METHODS WITH RANDOMNESS AND TRENDING DATA SETS

Ahmet ALÇI

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Şükrü ÖZŞAHİN
2017, 38 Pages, 46 Additional Pages

Estimation has a vital important value in planning and directing the future and taking precaution against future unexpected situations. The success of the estimations made in a subject are as important as forecasting the future. Until today, numerous forecasting methods have been developed to be successful, namely, on the purpose of obtain high performance results.

The estimation methods are basically divided into two groups that are based on time series and cause-effect relation. The scope of this study, Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Artificial Neural Networks (ANN) and Grey Prediction methods based on time series have been investigated to prediction performance in the time series of randomly dispersed and trendy data. So as to measure the estimation performance of aforementioned methods, 64 different time series data set have been handled and their estimation performance were compared with Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ve Root Mean Square Error (RMSE). As a result, though ANN present more suitable model for the data set, it has been deduced that Grey Estimation method makes better estimation in both random and trend data sets than other methods.

Keywords: Time Series, Forecasting Methods, ARIMA, ANN, Grey Prediction

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Tahmin yöntemlerinin sınıflandırılması	3
Şekil 2.	Biyolojik sinir hücresi.....	18
Şekil 3.	Yapay sinir hücresi örneği	18
Şekil 4.	Çok katmanlı yapay sinir ağı	19
Şekil 5.	Bir gizli katmandan oluşan tahmin modellerinin temsili mimarisi.....	23
Şekil 6.	İki gizli katmandan oluşan tahmin modellerinin temsili mimarisi	24
Şekil 7.	ARIMA modellerinin belirlenmesinde incelenen sonuçların örneği	25
Şekil 8.	42. Zaman serisinin tahmin grafiği	28
Ek Şekil 1.	1. Zaman serisinin tahmin grafiği	53
Ek Şekil 2.	2. Zaman serisinin tahmin grafiği	53
Ek Şekil 3.	3. Zaman serisinin tahmin grafiği	54
Ek Şekil 4.	4. Zaman serisinin tahmin grafiği	54
Ek Şekil 5.	5. Zaman serisinin tahmin grafiği	55
Ek Şekil 6.	6. Zaman serisinin tahmin grafiği	55
Ek Şekil 7.	7. Zaman serisinin tahmin grafiği	56
Ek Şekil 8.	8. Zaman serisinin tahmin grafiği	56
Ek Şekil 9.	9. Zaman serisinin tahmin grafiği	57
Ek Şekil 10.	10. Zaman serisinin tahmin grafiği	57
Ek Şekil 11.	11. Zaman serisinin tahmin grafiği	58
Ek Şekil 12.	12. Zaman serisinin tahmin grafiği	58
Ek Şekil 13.	13. Zaman serisinin tahmin grafiği	59
Ek Şekil 14.	14. Zaman serisinin tahmin grafiği	59
Ek Şekil 15.	15. Zaman serisinin tahmin grafiği	60
Ek Şekil 16.	16. Zaman serisinin tahmin grafiği	60
Ek Şekil 17.	17. Zaman serisinin tahmin grafiği	61
Ek Şekil 18.	18. Zaman serisinin tahmin grafiği	61
Ek Şekil 19.	19. Zaman serisinin tahmin grafiği	62
Ek Şekil 20.	20. Zaman serisinin tahmin grafiği	62
Ek Şekil 21.	21. Zaman serisinin tahmin grafiği	63

Ek Şekil 22.	22. Zaman serisinin tahmin grafiği	63
Ek Şekil 23.	23. Zaman serisinin tahmin grafiği	64
Ek Şekil 24.	24. Zaman serisinin tahmin grafiği	64
Ek Şekil 25.	25. Zaman serisinin tahmin grafiği	65
Ek Şekil 26.	26. Zaman serisinin tahmin grafiği	65
Ek Şekil 27.	27. Zaman serisinin tahmin grafiği	66
Ek Şekil 28.	28. Zaman serisinin tahmin grafiği	66
Ek Şekil 29.	29. Zaman serisinin tahmin grafiği	67
Ek Şekil 30.	30. Zaman serisinin tahmin grafiği	67
Ek Şekil 31.	31. Zaman serisinin tahmin grafiği	68
Ek Şekil 32.	32. Zaman serisinin tahmin grafiği	68
Ek Şekil 33.	33. Zaman serisinin tahmin grafiği	69
Ek Şekil 34.	34. Zaman serisinin tahmin grafiği	69
Ek Şekil 35.	35. Zaman serisinin tahmin grafiği	70
Ek Şekil 36.	36. Zaman serisinin tahmin grafiği	70
Ek Şekil 37.	37. Zaman serisinin tahmin grafiği	71
Ek Şekil 38.	38. Zaman serisinin tahmin grafiği	71
Ek Şekil 39.	39. Zaman serisinin tahmin grafiği	72
Ek Şekil 40.	40. Zaman serisinin tahmin grafiği	72
Ek Şekil 41.	41. Zaman serisinin tahmin grafiği	73
Ek Şekil 42.	42. Zaman serisinin tahmin grafiği	73
Ek Şekil 43.	43. Zaman serisinin tahmin grafiği	74
Ek Şekil 44.	44. Zaman serisinin tahmin grafiği	74
Ek Şekil 45.	45. Zaman serisinin tahmin grafiği	75
Ek Şekil 46.	46. Zaman serisinin tahmin grafiği	75
Ek Şekil 47.	47. Zaman serisinin tahmin grafiği	76
Ek Şekil 48.	48. Zaman serisinin tahmin grafiği	76
Ek Şekil 49.	49. Zaman serisinin tahmin grafiği	77
Ek Şekil 50.	50. Zaman serisinin tahmin grafiği	77
Ek Şekil 51.	51. Zaman serisinin tahmin grafiği	78
Ek Şekil 52.	52. Zaman serisinin tahmin grafiği	78
Ek Şekil 53.	53. Zaman serisinin tahmin grafiği	79

Ek Şekil 54.	54. Zaman serisinin tahmin grafiği	79
Ek Şekil 55.	55. Zaman serisinin tahmin grafiği	80
Ek Şekil 56.	56. Zaman serisinin tahmin grafiği	80
Ek Şekil 57.	57. Zaman serisinin tahmin grafiği	81
Ek Şekil 58.	58. Zaman serisinin tahmin grafiği	81
Ek Şekil 59.	59. Zaman serisinin tahmin grafiği	82
Ek Şekil 60.	60. Zaman serisinin tahmin grafiği	82
Ek Şekil 61.	61. Zaman serisinin tahmin grafiği	83
Ek Şekil 62.	62. Zaman serisinin tahmin grafiği	83
Ek Şekil 63.	63. Zaman serisinin tahmin grafiği	84
Ek Şekil 64.	64. Zaman serisinin tahmin grafiği	84

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Sık kullanılan aktivasyon fonksiyonları.....	21
Tablo 2.	Zaman serileri için uygun ARIMA modelleri.....	26
Tablo 3.	Her bir veri setinin tahmini için en uygun GM (1,1) model parametreleri..	27
Tablo 4.	Rassallık içeren eğitim verileri için modellerin modellerinin performans değerleri	30
Tablo 5.	Trend içeren eğitim verileri için modellerin performans değerleri.....	31
Tablo 6.	Rassallık içeren zaman serilerinin tahmin performansları.....	32
Tablo 7.	Trend içeren zaman serilerinin tahmin performansları	33
Ek Tablo 1.	Rassallık içeren zaman seriler.....	39
Ek Tablo 2.	Trend içeren zaman serileri.....	40
Ek Tablo 3.	1-11 veri seti	41
Ek Tablo 4.	1-11 veri seti devamı.....	42
Ek Tablo 5.	12-22 veri seti	43
Ek Tablo 6.	12-22 veri seti	44
Ek Tablo 7.	23-32 veri seti	45
Ek Tablo 8.	23-32 veri seti devamı.....	46
Ek Tablo 9.	33-43 veri seti	47
Ek Tablo 10.	33-43 veri seti devamı.....	48
Ek Tablo 11.	44-54 veri seti	49
Ek Tablo 12.	44-54 veri seti devamı.....	50
Ek Tablo 13.	55-64 veri seti	51
Ek Tablo 14.	55-64 veri seti devamı.....	52

SEMBOLLER DİZİNİ

Semboller	Açıklamalar
ACF	: Otokorelasyon fonksiyonu
AIC	: Akaike bilgi kriteri
AR	: Otoregresif
ARMA	: Otoregresif hareketli ortalama
ARIMA	: Otoregresif entegreli hareketli ortalama
GM (1,1)	: Birinci dereceden tek değişkenli gri tahmin modeli
GT	: Gri tahmin
GDT	: Gri doğrusal tahmin
GİT	: Gri iteratif tahmin
MAE	: Ortalama mutlak hata
MAPE	: Ortalama mutlak yüzde hata
MSE	: Hata kareleri ortalaması
PACF	: Kısmi otokorelasyon fonksiyonu
RMSE	: Karesel ortalama hata karekökü
YSA	: Yapay sinir ağları

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Türk Dil Kurumunun tanımına göre tahmin; akla, sezgiye veya bazı verilere dayanarak olabilecek bir şeyi, bir olayı önceden kestirmektir (URL 1). Gelecekte olabilecek bir şeyi önceden tahmin etmek operasyonel aktiviteler için oldukça önemli bir ihtiyaçtır. Geleceğe yönelik tahmin yapmadan faaliyetleri planlamak; tasarımı yapılacak, planlanacak ve kontrol edilecek kaynakları tahmin etmek olası değildir (Lewis 1982). Üretim planlama, kapasite planlama, satış ve pazarlama, finans, yatırım planı, nüfus planları, kalkınma planları, turizm faaliyetleri gibi hem mikro hem de makro ölçekteki birçok alanda gelecekteki değerleri tahmin etmek çalışmaların ilk adımıdır.

Yapılacak tahminleri birçok hususa göre sınıflandırmak mümkündür. Tahmin döneminin uzunluğuna göre kısa, orta, uzun; tahmini yapılan konuya göre makro ve mikro; tahmin sonucunun durumu itibariyle nokta ve aralık tahmini gibi gruptan bahsedilebilir (Hanke ve Wichern, 2009).

Geleceğe yönelik çalışmalar yaparken doğru kararların alınabilmesi için başarılı tahminlerin yapılması gerekmektedir. Karar vericilerin gelecekteki belirsizliklere rağmen başarılı kararlar verebilmelerine yardımcı olabilecek çok sayıda tahmin tekniği vardır. Bu teknikleri de farklı kategorilerde sınıflandırmak mümkündür.

En genel anlamda tahmin teknikleri kullanılan yöntemin türüne göre nitel ve nicel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Nitel yöntemlerde konunun uzmanlarının tecrübeleri ve yorumları esas alınarak ayrıca anketler yapılarak geleceğe yönelik tahminler yapılır. Nicel yöntemlerde ise sayısal veriler esastır. Nicel tahmin yöntemlerinin uygulanabilmesi için geçmişe dönük yeterli bilginin mevcut olması, bu bilgilerin de sayısal olarak ifade edilebilir olması gerekmektedir. Nicel yöntemlerde matematiksel modeller kurulup geçmişe ait veriler kullanılacağı için değişkenlerin geçmişteki yapısını geleceğe aktaracağı düşüncesi hakimdir (Hamzaçebi, 2011).

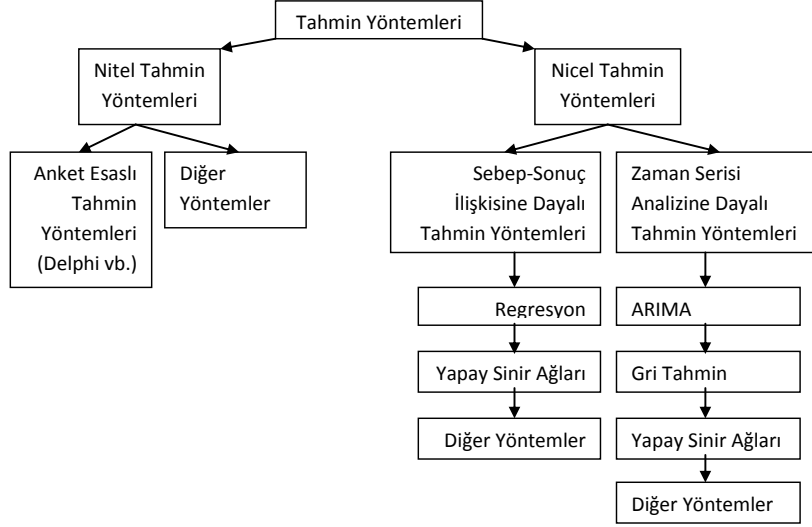
Nicel tahmin teknikleri de iki temel gruba ayrılmaktadır. Sonuçların belli nedenlere dayandığı ve bu nedenleri doğru tespit ederek gelecekteki değerlerin başarılı tahmin edilebileceğini öngören nicel teknikler sebep-sonuç ilişkisine dayalı tahmin

teknikleri olarak adlandırılmaktadır. Regresyon tekniği nicel tahmin teknikleri arasında en temel ve en çok kullanılanıdır. Çeşitli alanlarda Doğrusal Regresyon, Doğrusal Olmayan Regresyon, Çoklu Regresyon sistemleri kullanılarak tahminler yapılmaktadır. Ayrıca sebep-sonuç ilişkisine dayalı Yapay Sinir Ağları (YSA) da oldukça başarılı sonuçlar vermesi nedeniyle son dönemlerde çokça kullanılan yöntemlerden biri haline gelmiştir.

Diğer nicel tahmin tekniği grubunda ise zaman serisi esas alınıp geçmişteki veriler modellenerek tahmin değerleri elde edilmektedir. Yani zaman serisine dayalı tahmin tekniklerinde tek bir değişkenin gözlemlenmiş değerleri ele alınarak matematiksel model geliştirilir. Bu yöntemde serinin geçmişteki değerlerini kullanarak model parametreleri bulunur ve geleceğinde benzer eğilimleri göstereceği varsayılarak sonraki dönemlerin kestirimi yapılmaya çalışılır (Hamzaçebi, 2011). Literatürde bilinen zaman serisine dayalı tahmin tekniklerinin en temel olanı Hareketli Ortalamalar metodudur. Bu yöntemin geliştirilmesiyle Ağırlıklı Hareketli Ortalamalar, Üstel Düzeltme metotları kullanılmaya başlanmıştır. 1900'lü yılların sonlarına doğru birbirinden bağımsız olarak geliştirilen Box-Jenkins (ARIMA), Gri Tahmin, Yapay Sinir Ağları gibi yöntemlerle zaman serisi analizine dayanan metotlar çeşitlilik kazanmış ve farklı alanlarda tahmin yapmak için çokça kullanılmaya başlanmıştır.

Literatürde spesifik konular ele alınarak birden çok yöntemin kullanıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmalarda yapılan genellikle farklı yöntemlerle tahmin modelleri oluşturarak, oluşan bu modelleri eğitim sürecindeki tahmin performansları açısından karşılaştırıp performansı daha yüksek yöntemin tahmin sonuçlarının öngörü için kullanılabileceğini ifade etmektir. Farklı veri yapılarına sahip zaman serilerinin kullanıldığı çalışmalarda yöntemlerin birbirlerine olan üstünlükleri de farklılık göstermektedir. Bu nedenle incelenen her bir çalışmadan sonra tahmin çalışması yapacak kişilerin yöntemlerin birbirlerine olan üstünlüğü ve kendi çalışmasında hangi yöntemi kullandığı takdirde daha iyi tahmin sonucuna ulaşacağı konusundaki soru işaretleri artmaktadır.

Çalışmamızın amacı zaman serisine dayalı tahmin yaparken hangi tahmin tekniğinin kullanılmasının daha uygun olacağını araştırmaktır. Literatürde tezimize benzer çalışma ile karşılaşılmamıştır.



Şekil 1. Tahmin yöntemlerinin sınıflandırılması

1.2. Zaman Serileri

Zaman serisi bir olgunun değişkenlerinin belirli periyotlarla gözlemlenen ardışık değerlerinden oluşur. Zaman serisi verileri kendi içlerinde bağımlıdır. Seri içerisinde birbirine yakın olan değerler genellikle benzerdir. Birbirine yakın olan veriler arasında korelasyon güçlü iken uzak olan veriler arasındaki korelasyon azdır (Erdoğan, 2006).

Zaman serisinde değerler arasındaki süre eşit olmalıdır. İki ardışık değer arasında saniyelik, dakikalık, saatlik fark olabileceği gibi günlük, haftalık, aylık, mevsimlik ve yıllık farklar da olabilir. Ölçülen değerler süreklilik gösteren bir olguya ait olsa bile, gözlemler belirli zaman aralıkları ile kaydedildiği için zaman serisinin verileri kesikli değerlerden meydana gelir.

1.2.1. Zaman Serilerinin Uygulama Alanları

Bağımlı değişkenin zaman olduğu durumlarda geleceğe yönelik tahmin için zaman serisi analizi kullanılabilir. Bu nedenle zaman serilerinin uygulama alanları oldukça geniştir. Ekonomi alanında faiz ve işsizlik oranları, satış ve hisse senedi fiyatları, sosyolojide suç ve boşanma oranları, meteorolojide yağış miktarı, sıcaklık, rüzgar hızı, ekolojide çevre ve su kirliliği tahmininde zaman serisine dayalı tahmin teknikleri kullanılmaktadır (Erdoğan, 2006). Ayrıca mühendisliğin farklı dallarında,

endüstride, üretim, kaynak, kapasite, yatırım planlama gibi daha birçok konuda zaman serileri analizleri uygulama alanı bulmaktadır.

1.2.2. Zaman Serisinin Temel Bileşenleri

Zaman serisinin verileri çok sayıda çeşitli faktörün etkisi altında olabilir ve buna bağlı olarak bazı dalgalanmalar meydana gelebilir. Söz konusu dalgalanmaların dört tür hareketin aynı anda ve birlikte gösterdikleri etkiden kaynaklandığı kabul edilir. Temel bileşenler de denilen bu hareketler: trend, rassallık, mevsimlik dalgalanmalar ve konjunktür dalgalanmalardır (Duru, 2007).

Bir zaman serisinin uzun bir süre belirli bir yönde gösterdiği ana eğilime trend adı verilir. Trendin yönü aynı olsa bile şiddeti bağlı olduğu faktörlerin şiddetindeki değişimler sebebiyle sabit olmaz, artma veya azalma şiddeti değişkenlik gösterir. Veri yapısına göre trend doğrusal veya eğrisel olabilir (Kırçıl, 2013).

Zaman serilerinde belirli bir sistematığe uyum sağlamadan gerçekleşen rastgele değişimlere tesadüfi hareketler veya rassallık adı verilir. Rassallığın oluşumundaki faktörlerin kestirimi mümkün değildir.

Bir trend doğrusu veya eğrisi etrafında oluşan uzun dönem dalgalanmalara konjunktürel dalgalanmalar denilmektedir. Bu hareketler mevsimsel dalgalanmalara benzetilseler de dalgaların uzunluğu ve sürelerinin periyodik olmamaları yönüyle mevsimsel dalgalardan ayrılmaktadır. Konjunktürel hareketlerin, genellikle ekonomik şartlara bağlı olduğu ve savaş, afet, kriz gibi olağandışı dönemleri yansıttıkları ifade edilebilir (Kırçıl, 2013).

Zaman serisi içerisindeki düzenli dalgalanmalara mevsimsellik adı verilir. Bu dalgalanmalar yalnızca aylık veriler olarak düşünülmemelidir. Örneğin saatlik verilerin bulunduğu zaman serilerinde trafik yoğunluğu ve hava kirliliği verilerinin göstermiş olduğu dalgalanmalarda genelde mevsimsellik tanımıyla örtüşmektedir. Mevsimsel dalgalanmalar periyodu belli olan döngülerdir. Dalgalanmaların başlangıç ve bitiş noktaları minimum ve maksimum olduğu noktalar genel olarak her periyotta aynı zaman dilimine tekabül eder.

1.2.3. Zaman Serilerinin Stokastik Süreç Olma Özelliği

Zaman serileri sadece zaman değişkeni tarafından tam olarak açıklanamazlar. Bir zaman serisinin gelecek dönemlerde göstereceği seyri tam olarak açıklayabilmek her zaman mümkün değildir. Bunun nedeni kurulacak modelde bütün değişkenlere yer verilememesidir. Modelde bütün değişkenlere yer vermek modeli karmaşıktır ve uygulanabilir olmasını güçleştirir. Zaten rassalığın oluşu bu durumu mümkün kılmaz. Bu durumda serilerin gelecek dönemdeki seyrini, bugünkü ve geçmiş dönem değerlerine dayanarak incelemek için değişik bir yaklaşım gerekir. Buna deterministik olmayan, stokastik yaklaşım denmektedir (Özmen, 1986)

1.2.4. Zaman Serilerinin Sınıflandırılması

Zaman serilerine genel olarak üç sınıflandırma yapılır. Bu sınıflandırmalar zaman serilerinin durağanlığına göre durağan veya durağan olmayan zaman serileri, mevsimsellik içerme durumuna göre mevsimsel veya mevsimsel olmayan zaman serileri ve değerlerinin gözlemlenişine göre kesikli ve sürekli zaman serileridir.

1.2.4.1. Durağan ve Durağan Olmayan Zaman Serileri

Zaman serileri önceki bölümde bahsettiğimiz üzere stokastik süreç olma özelliği taşımaktadırlar. Stokastik süreçlerin önemli kavramlarından birisi durağanlıktır. Eğer bir zaman serisinin ortalama, varyans, kovaryans gibi özellikleri zamanla değişmeyip sabit kalıyorsa seri durağandır denir. Bu tip seriler dalgalanma içermez (Duru, 2007). Fakat böylesi zaman serilerine rastlamak pek mümkün değildir. Çünkü zaman serilerinin nerdeyse tamamı bazı dalgalanmalar veya eğilimler içerir. Bu durum serinin durağanlığını kaybetmesine sebep olur.

Durağan olmayan zaman serilerinde ise değerler belli bir ortalama etrafında dağılmaz ve varyans zamanla değişir. Ayrıca serinin değerleri arasında uzaklık arttıkça benzerliğin azalacağından bahsedilemez (Sevüktekin ve Nargeleçekenler 2005). Zaman serilerinin çoğunluğu durağan olmayan zaman serileridir. Bu nedenle tahmin yaparken başarılı sonuçlar ortaya çıkarmak oldukça zordur. Tahminlerden başarılı sonuçlar ortaya

çıkarmak için durağan olmayan zaman serilerine farklı dönüşümler uygulayarak seriler durağan hale getirilebilir.

1.2.4.2. Mevsimsel ve Mevsimsel Olmayan Zaman Serileri

Mevsimsellik içeren zaman serilerinin ardışık mevsimlerinde benzer hareketlerin tekrür ettiği gözleniyorsa serilere mevsimsel zaman serileri, gözlenmiyorsa mevsimsel olmayan zaman serileri adı verilir (Özmen, 1986).

Mevsimsellik serilerin varyansını önemli derecede etkilemektedir. Mevsimsellik dikkate alınmadan analizler ve tahmin çalışmaları gerçekleştirilecek olursa sonuçlar hatalı olacaktır (Tıraşoğlu, 2012). Bu tip hatalarla karşılaşılması için Üstel Düzeltme, X-11 metodu, Census II yöntemi gibi teknikler kullanılarak serinin mevsimsellikten arındırılmasıyla analizler yapılabilmektedir (Kırçıl, 2013).

1.2.4.3. Kesikli ve Sürekli Zaman Serileri

Zaman serilerinin gözlemlenen değerleri kesintisiz yani sürekli olarak elde ediliyorsa, sürekli zaman serisi olarak adlandırılır. Bu durumun tersi olan gözlem değerlerinin belirli zaman aralıklarıyla elde edilmesi durumunda oluşan seriler ise kesikli zaman serileri olarak adlandırılır. Kesikli zaman serilerinde gözlemlerin zaman aralıkları eşittir.

Sürekli zaman serilerinde zaman aralıkları belirlenerek gözlem değerlerinin toplamını almak gibi işlemler uygulanarak sürekli olan seriler kesikli hale dönüştürülebilir. Literatürdeki uygulamalara bakıldığında genellikle kesikli zaman serileri üzerine çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Duru, 2007).

1.3. Literatür Araştırması

Literatürde çeşitli konularda yapılmış olan çok sayıda tahmin çalışmasına rastlamak mümkündür. Bu bölümde günümüze kadar tahmin yöntemlerinin performanslarının kıyaslandığı çalışmalardan örnekler sunulmuştur.

İranda hava içerisinde bulunan karbon dioksit yoğunluğu Gri Tahmin ve ARIMA metotlarıyla tahmin edilmiştir. Çalışmada İranın 1966'dan 2010'a kadar olan

karbondioksit emisyon verileri kullanılmıştır. Tahmin sonuçları RMSE, MAE ve MAPE ölçütleri ile karşılaştırılmış Gri Tahmin metodunun ARIMA (1,1,2) modelinden daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir (Lotfalipour vd., 2013).

Altın fiyatının tahmini için zaman serisi yöntemlerinden, ARIMA modeli, Yapay Sinir Ağları, Basit Üstel Düzgünleştirme yöntemi ve Holt'un Doğrusal Trend yönteminin kullanıp karşılaştırmaların yapıldığı bir çalışmada İstanbul Altın Borsası'ndan alınan Ocak 1996-Aralık 2013 dönemini kapsayan 204 veriyle yapılan analiz sonucunda ARIMA (2,1,2) modeli aktivasyon fonksiyonu sigmoid seçilmiş ileri beslemeli geri yayılım algoritması kullanılan ve öğrenme oranını 0,9 olan Yapay Sinir Ağları modelinden daha başarılı bulunurken, Yapay Sinir Ağları modelinin Basit Üstel Düzgünleştirme yöntemi ve Holt'un Doğrusal Trend yöntemine göre daha başarılı bir tahmin performansı gösterdiği belirlenmiştir (Benli ve Yıldız, 2014).

YSA ve ARIMA ile kuru kayısı talep tahmininin yapıldığı bir çalışmada ileri beslemeli geri yayılım ağı kurulup modelin performans testleri yapılmıştır. Ağ sonuçları ARIMA metodu ile karşılaştırılmış, YSA'nın üstün geldiği belirtilmiştir (Karahana, 2015)

Asya-Pasifik bölgesindeki 10 ülke arasında havayolu yolcu trafiği tahmini için birinci dereceden tek değişkenli Gri Sistem modelinin ortaya koyulduğu çalışmada GM(1,1) olarak ifade edilen modelin ARIMA ve Çoklu Regresyon metotlarından daha iyi tahmin sonucu verdiği gösterilmiştir (Hsu ve Wen, 1998).

Gri Tahmin yönteminin özellikle yetersiz veya az sayıda verinin bulunduğu durumlarda başarılı sonuçlar vermesi için yöntem geliştirilen bir başka çalışmada 16 verinin bulunduğu zaman serisi kullanılmış ve Gri Tahmin metodunun ARIMA'dan daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Hsu ve Chen, 2003).

Altın fiyatlarının tahmin edilmesi üzerine yapılan çalışmada Fourier serisi kullanarak Gri Tahmin yöntemi geliştirilmiş ve oluşturulan modelin sonuçları, ARIMA modelinin performansları ile mukayese edilmiştir. Geliştirilen Gri Tahmin yönteminin daha iyi sonuç verdiği ifade edilmiştir (Askari ve Askari, 2011).

Üstel Düzleştirme, ARIMA ve YSA'nın Antalya ilinin dış turizm talebini tahmin etmek amacıyla kullanıldığı çalışmada Ocak 1992-Aralık 2005 döneminde Antalya iline gelen aylık yabancı turist sayısı verilerinden yararlanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda YSA'nın daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Çuhadar vd., 2009).

Yapılan bir çalışmada 1987'den 2007'ye kadarki dönemlerin verileri kullanılarak Türkiye gayrisafi yurtiçi hasıla tahmini için ARIMA ve YSA'nın tahmin performansları farklı ölçütlerle karşılaştırılmıştır. Yöntemlerin verdiği sonuçlara göre ARIMA'nın YSA'ya göre daha başarılı olduğu ifade edilmiştir (Düzgün, 2008).

Bir firmanın ürün satışına yönelik tahmin çalışması kapsamında ARIMA ve Yapay Sinir Ağları yöntemlerinin tahmin performansları karşılaştırılmıştır. Çalışmada YSA'nın daha iyi sonuç veren yöntem olduğu tespit edilmiştir (Ataseven, 2013).

Türkiye enflasyonu ve döviz kuru tahmini için yapılan çalışmada YSA modeli ARIMA yöntemine göre daha üstün bulunmuştur (Uçar, 2001).

Diyarbakır kent merkezi içme suyu talebinin ARIMA, Yapay Sinir Ağları ve Winters'in Mevsimsel Üstel Düzeltme yöntemleriyle tahmin edildiği çalışmada 2003-2013 yılları arasındaki aylık veriler kullanılmıştır. Üç yöntemin sonucu Ortalama Hata Kareleri, Ortalama Hata Kareleri Kökü, Ortalama Mutlak Yüzde Hata ölçütlerine göre kıyaslanmış olup Yapay Sinir Ağları'nın bütün ölçütlere göre daha iyi tahmin yaptığı sonucuna varılmıştır (Akdağ, 2016).

Türkiye'ye 1986-2007 yılları arasında gelen yabancı turist verileri kullanılarak gelecek 3 yıl için bir tahmin çalışması yapılmıştır. ARIMA, Yapay Sinir Ağları ve Winters'in Mevsimsel Üstel Düzeltme metodunun kullanıldığı çalışmada en düşük hatalı tahminin Winters'in Mevsimsel Üstel Düzeltme yönteminden elde edildiği, ayrıca ARIMA ve Yapay Sinir Ağlarının da tahmin için kullanılabilir iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Önder ve Hasgöl, 2009).

ARIMA modelleri ile ileri beslemeli Yapay Sinir Ağlarının aylık ve günlük döviz kuru verileri kullanılarak karşılaştırmasının yapıldığı bir çalışmada farklı ARIMA ve Yapay Sinir Ağları modelleri oluşturulmuş, iki yöntem için de en iyi sonuçları veren modellerin performans kıyaslaması MSE ve MAPE ölçütleriyle yapılmıştır. Birbirine çok yakın sonuçlar veren yöntemlerden ARIMA (0,1,1) modeli aylık döviz kuru tahmininde Yapay Sinir Ağına üstün gelirken Yapay Sinir Ağı da günlük döviz kuru tahmininde ARIMA'ya üstün gelmiştir (Kaynar ve Taştan, 2009).

Gri Tahmin, ARIMA ve Üstel Düzleştirme yöntemlerinin doğalgaz tahmini için kullanıldığı bir çalışmada veri seti Ocak 2010-Nisan 2016 dönemini kapsamaktadır. 76 aylık veri ile ileriye dönük 20 ay için tahmin yapılmış ve modellerin başarıları RMSE, MSE, MAE ve MAPE ölçütleri ile mukayese edilmiştir. Sonuç olarak; Gri Tahmin

yönteminin diğer yöntemlerden daha başarılı tahminler yaptığı saptanmıştır (Oruç ve Eroğlu, 2017).

Yapılan bir çalışmada İranın temel metal endüstrisinin enerji tüketim verileri Çoklu Regresyon, ARIMA ve Yapay Sinir Ağları kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. 1987-2006 yılları arası verilerinin kullanıldığı çalışmada tahmin başarı ölçütü için MAPE tercih edilmiş olup ARIMA yönteminin çoklu regresyondan, yapay sinir ağlarının da ARIMA yönteminden daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır (Jeihoonian vd., 2010).

Yapay Sinir Ağları ve ARIMA modelinin kullanıldığı bir çalışmada saatlik rüzgar hızının tahmini yapılmıştır. Yapay sinir ağlarının daha düşük MAPE değeri ile tahmin yaptığı sonucuna ulaşıldığı için rüzgar hızı tahminlerinde yapay sinir ağları kullanmanın daha uygun olduğu ifade edilmiştir (Chen ve Lai, 2011).

Hint borsasında hisse senetlerinin tahmini üzerine yapılan bir çalışmada Yapay Sinir Ağları ve ARIMA modelinin yanı sıra bu iki yöntemden elde edilen hibrit yaklaşımla da sonuçlar elde edilmiştir. 4 farklı başarı ölçütünün kullanıldığı çalışma sonunda farklı setlerde farklı yöntemlerin üstün geldiğine dikkat çekilmiştir (Merh vd., 2010).

2004-2013 yılları arasında Türkiyedeki tüketici fiyat endeksi verileri kullanılarak ARIMA ve YSA'nın tahmin performansının incelendiği bir çalışmada yöntemlerin birbirine çok yakın başarı gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte kısa dönem tahmini için ARIMA metodunun, uzun dönem tahmini için YSA'nın daha başarılı olabileceği vurgulanmıştır (Akdağ, 2015).

Türkiye'deki bir işletmenin elektrik tüketim tahmini için 2000-2012 yılları arasındaki zaman serisi ele alınmıştır. 3 farklı senaryonun geliştirildiği çalışmada uzun orta ve kısa dönem tahmini için sırasıyla son 11 senenin, son 3 senenin ve son 1 senenin verileri kullanılarak 2012 yılının değerleri Hareketli Ortalama, Holt modeli, Üstel Düzeltme, Basit ve Çoklu Regresyon, Bulanık Mantık, YSA, ARIMA ve Gri Tahmin yöntemleriyle tahmin edilmiştir. Kısa dönem tahmini için Bulanık Mantık yaklaşımları, YSA, Holt modeli, Hareketli Ortalama metodu; orta dönem için Bulanık Mantık, YSA, Holt modeli, Çoklu Regresyon, Üstel Düzeltme; uzun dönem tahmini için de yine Bulanık Mantık, Holt modeli, Üstel Düzeltme ve Hareketli Ortalamalar metodu diğer yöntemlere kıyasla başarılı sonuçlar vermiştir (Boltürk, 2013).

2. TAHMİN YÖNTEMLERİ

Çalışmamız kapsamında zaman serilerinin tahmini için çokça tercih edilmekte olan ARIMA, Yapay Sinir Ağları ve Gri Tahmin metotları kullanılmıştır. Bu bölümde kullanılan yöntemlerin detaylı açıklamalarına yer verilmiştir.

2.1. ARIMA Metodu

Literatürde Box-Jenkins modelleri olarak da bilinmekte olan ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) yöntemi zaman serilerinin tahmin çalışmalarında en çok kullanılan tekniklerden birisidir. ARIMA metodolojisinde temel olarak kullanılan parametreler ARIMA (p,d,q) şeklinde gösterilmektedir. Parametrelerden p , otoregresif kısmın, q , hareketli ortalamasının derecesini gösterirken d serinin farkının alınma derecesini ifade etmektedir.

ARIMA yöntemi zamanın tek değişken olduğu, eşit zaman aralıklarıyla gözlemlenmiş kesikli değerlerinin oluşturduğu durağan serilerde kullanılmaktadır. Bu yöntem her zaman serisinin kendine özgü olan davranışlarını dikkate alır ve tahmin için farklı bilgilere ihtiyaç duymaz.

Tek bir formülasyonla kesin sonuçların elde edilemediği bu yöntemde birçok model denenerek eğitim başarısı yüksek olan model gelecek değerleri tahmin etmek için seçilir. Bu durum denenen her modelin her aşamasının denetlenmesini gerektirmektedir.

Çok nadir karşılaşılan bir durum olan zaman serilerinin orijinal verilerinin durağan olması halinde serinin farkının alınmasına gerek yoktur. Bu durumda d parametresi 0 değerini alacağı için d parametresini modelin isminde göstermeye de gerek yoktur. Böylelikle tahmin için kullanılan en uygun model sadece AR, sadece MA veya ARMA modeli olarak adlandırılabilir.

2.1.1. Otoregresif Modeller (AR)

AR modelleri zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerinin, kendisinden önceki değer ile hata terimi arasındaki bağlantıdan meydana geldiğini ifade

eder. Modeller barındırdıkları geçmiş dönem sayısına göre isimlendirilir. AR (p) modelinin genel ifadesi Eşitlik 1’de yazıldığı gibidir. ;

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (1)$$

AR(p) modeli değişkenin belli bir t dönemi değeriyle ondan önceki dönem değerleri arasındaki ilişkiyi açıkladığı için “otoregresif model” ismini alır.

2.1.2. Hareketli Ortalama Modelleri (MA)

MA modelleri, zaman serisinin herhangi bir dönemdeki gözlem değerinin, mevcut ve belirli sayıdaki geçmiş dönem hata terimlerinin bağlantılarından oluştuğunu ifade eder. Modeller içerdikleri geçmiş dönemin hata terimini sayına göre isimlendirilirler. MA (q) modelinin genel ifadesi Eşitlik 2’de ifade edildiği gibidir. ;

$$Y_t = \mu + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (2)$$

2.1.3. Otoregresif Hareketli Ortalama Modelleri (ARMA)

Durağan zaman serisi modellerinde kullanılan ARMA modelleri AR ve MA modellerinin birleştirilmiş halidir. Bu modellerde zaman serisinin herhangi bir dönemine ait gözlem değeri, ondan önceki belirli sayıda gözlem değerinin ve hata teriminin doğrusal bir bileşimi olarak ifade edilir ve ARMA(p,q) şeklinde yazılır. Bu modelin genel ifadesi Eşitlik 3’te ifade edilmektedir.

$$Y_t = \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (3)$$

2.1.4. ARIMA

ARIMA ile tahmin yapabilmek için durağan olmayan zaman serilerinin durağanlaştırılması gerekmektedir. Durağanlaştırma işlemi için serilerin farkı alınır. Literatürdeki çalışmalarda serilerin en çok iki kez farkının alındığına rastlanılmıştır.

Eşitlik 4'te ARIMA (p,d,q) modelinin genel ifadesi verilmektedir;

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) \Delta^d Y_t = \delta + e_t + \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q} \quad (4)$$

2.1.5. ARIMA Modellerini Belirlemede Kullanılan Araçlar

Box-Jenkins tahmin modelleri sıfır orijinine göre birinci moment (ortalama), ortalama orijinine göre ikinci moment (varyans), otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) fonksiyonları gibi araçlar yardımıyla tanımlanabilir.

Durağan stokastik bir süreç niteliğindeki Box-Jenkins tahmin modellerinin sabit bir ortalaması vardır. Bu ortalama serinin etrafında dalgalanma gösterdiği düzeyi ifade eder.

ARIMA metodolojisi George Box ve Gwilym Jenkins tarafından geliştirilen zaman serisine dayalı tahmin yöntemlerinden biri olup Box-Jenkins yaklaşımı olarak da anılmaktadır (Erdoğan, 2006).

1970'li yıllarda geliştirilen bu yöntem cimrilik prensibine dayanır (Box ve Jenkins, 1976). Bu prensip az sayıda parametre kullanarak zaman serisinin yapısını en iyi şekilde yansıtan modeli kurmayı esas alır. Box ve Jenkins parametre kullanma açısından cimri olan yani az sayıda parametre barındıran modellerin çok sayıda parametre içeren modellerden daha iyi tahmin yaptığını savunmaktadırlar. Bu yöntemde amaç, gereksiz görülebilecek hiçbir katsayı veya parametre kullanmadan doğruya en yakın tahmin değerlerini elde etmektir. ARIMA yöntemiyle tahmin süreci aşağıda özetlendiği gibidir.

- Öncelikle zaman serisinin durağan olup olmadığına karar verilerek seri durağan değilse fark alma işlemi uygulanarak durağan hale getirilir.
- Farklı modeller denenerek model parametrelerinin tahmini yapılır.
- Parametrelerin tahmin yapan kişi tarafından uygun görülen güven aralıklarında olup olmadığı test edilir. Her bir parametrenin belirlenen güven aralığında yani anlamlı olması gerekmektedir.
- Uygun parametre değerlerinden oluşan modellerle geleceğe yönelik tahminler yapılır.
- Tahminlerin başarısı için MAPE, MAE, RMSE gibi ölçütlere bakılırken bilgi kriteri ve hata kalıntı değerlerinin de küçük olması gerektiği göz önünde bulundurularak

tahmin modelleri arasından en başarılı bulunan modelin sonuçlarının geleceği en iyi şekilde tahmin edeceği kanısına varılır.

2.2. Gri Tahmin Metodu

Gri sistem teorisi 1980'lerde ortaya atılmıştır (Deng, 1982). Özellikle belirsizliklerin, eksik verilerin bulunduğu, veri sayısının az olduğu ve sistemin karmaşıklıklar içerdiği durumlardaki başarısıyla anılmaktadır. Bu sebeple günümüze kadar ekonomi, çevre, endüstri başta olmak üzere pek çok alanda uygulanmış ve başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Gri sistem teorisi gri tahmin, gri karar verme, gri modelleme, gri ilişki analizi, gri kontrol, gri üretim olmak üzere 6 başlığa ayrılmıştır (Aydemir vd., 2013). Gri Tahmin, bu teorinin çokça uygulama alanı bulan başlığıdır.

Gri Tahmin Metodunda GM (n,m) ifadesiyle oluşturulan gri model hakkında bilgi verilir. Bu gösterimdeki n fark denklem sırasını yani modelin derecesini; m ise değişken sayısını ifade eder. Birinci dereceden tek değişkenli model anlamına gelen GM (1,1) modeli zamanın tek değişken olduğu zaman serileri için tahmin yaparken kullanılmaya uygundur. Gerek bu özelliği gerek hesaplama kolaylığı sayesinde GM (1,1) modeline literatürde çokça rastlanılmaktadır (Boltürk, 2013).

2.2.1. GM (1,1) Modeli

GM (1,1) zaman serisine dayalı tahmin yöntemlerinden olan Gri Tahmin metodunun en yaygın olarak kullanılan modelidir. Bu modelde serinin verilerini herhangi bir dağılıma veya fonksiyona uygunluğunu araştırmaya gerek yoktur. Bu sebeple modellenmesi oldukça zor olan çok karmaşık zaman serilerinin tahmini için kullanılması çok uygun olan bir modeldir. Çok az verinin bulunduğu durumlarda diğer yöntemlere kıyasla daha başarılı sonuçlar vermesi bu modeli yapılan çalışmalarda çokça kullanılır hale getirmiştir.

GM (1,1) modeli üç temel işlemle özetlenmektedir (Deng, 1989)

- Birikimli üretim
- Gri modelleme
- Ters birikimli üretim

Bu işlemlerin uygulandığı yöntem adımları aşağıdaki gibidir (Hamzaçebi ve Es, 2014).

Adım 1: Eşit zaman aralıklarıyla gözlemlenmiş ve negatif değer içermeyen zaman serisi Eşitlik 5'teki gibi elde edilir.

$$X^0 = \{X_1^0, X_2^0, X_3^0, \dots, X_n^0\} = (X_t^0; t = 1, 2, 3, \dots, n; n \geq 4) \quad (5)$$

Adım 2: Birikimli zaman serisi olan X^1 'i elde etmek için 6 numaralı eşitlikteki birikimli üretim işlemi gerçekleştirilir. Bu sayede monoton olarak artan seri elde edilir.

$$X^1 = \{X_1^1, X_2^1, X_3^1, \dots, X_n^1\} = (X_t^1; t = 1, 2, 3, \dots, n; n \geq 4) \quad (6)$$

$$X^1 = \left\{ \sum_{t=1}^k X_t^0; t = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, n \right\} \quad (7)$$

Adım 3: Birinci dereceden gri diferansiyel eşitlik oluşturulur. (Eşitlik 8 ve 9)

$$X_t^0 + aZ_t^1 = b; t = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$Z_t^1 = \theta X_t^1 + (1 - \theta) X_{t-1}^1; t = 2, \dots, n \quad (9)$$

8. eşitlikteki a ; gelişim katsayısı, b ; dinamik katsayı olarak adlandırılır. $[a \ b]^T$ katsayılarının hesaplanması Eşitlik 10 ve 11'de görüldüğü gibidir.

$$A = \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n \quad (10)$$

$$B = \begin{bmatrix} -Z_2^1 & 1 \\ -Z_3^1 & 1 \\ \dots & \dots \\ -Z_n^1 & 1 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} X_2^0 \\ X_3^0 \\ \dots \\ X_n^0 \end{bmatrix}$$

$$Y = BA \quad (11)$$

Adım 4: Bu adımda gri tahmin modeli oluşturulur. Beyazlaştırma işlemi 12. Eşitlikte tanımlanmaktadır.

$$\frac{dX_t^1}{dt} + aX_t^1 = b \quad (12)$$

a ve b katsayıları hesaplandıktan sonra gri tahmin modeli 13. eşitlikle elde edilir.

$$\hat{X}_{t+1}^1 = \left[X_1^0 - \frac{b}{a} \right] e^{-at} + \frac{b}{a}; t = 0, 1, 2, \dots \quad (13)$$

Adım 5: Ters birikimli üretim işlemi ile orijinal serinin tahmin değerlerine ulaşılır. Bu adımda 14 ve 15. eşitlikler kullanılır.

$$X_{t+1}^0 = X_{t+1}^1 - X_t^1 \quad (14)$$

$$\hat{X}_{t+1}^0 = (1 - e^{-a}) \left[X_1^0 - \frac{b}{a} \right] e^{-at} \quad (15)$$

GM (1,1) modeli ile serinin bir sonraki değeri tahmin edilir. Daha uzun tahminler yapılmak istendiğinde iteratif ve direkt tahmin metotları kullanılır.

2.2.1.1. Gri İteratif Tahmin Metodu

İteratif yani tekrarlı tahmin metodunda tahmin edilecek dönem sayısı h olduğu kabul edildiğinde metodun adımları aşağıda belirtildiği gibi olur.

- Mevcut verilerle bir sonraki dönemin tahmin değeri elde edilir.
- Elde edilen tahmin değeri kullanılarak daha sonraki dönemin tahmini yapılır.
- h . dönemin tahmin değeri elde edilinceye kadar tahmin değerlerinden daha sonraki dönemler için tahmin yapma işlemine devam edilir.

Tahmin edilecek dönem sayısının (h) tahmin için kullanılacak dönem sayısından (k) küçük olup olmamasına göre iki durum söz konusudur.

$k > h$ olduğu durumda 16, 17, 18, 19 numaralı eşitliklerde belirtildiği gibi;

$$\hat{X}_{t+1} = GM(1,1)[X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-k+1}] \quad (16)$$

$$\hat{X}_{t+2} = GM(1,1)[\hat{X}_{t+1}, X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-k+2}] \quad (17)$$

$$\hat{X}_{t+3} = GM(1,1)[\hat{X}_{t+2}, \hat{X}_{t+1}, X_t, \dots, X_{t-k+3}] \quad (18)$$

$$\hat{X}_{t+h} = GM(1,1)[\hat{X}_{t+h-1}, \hat{X}_{t+h-2}, \dots, \hat{X}_{t+1}, X_t, \dots, X_{t-k+h}] \quad (19)$$

tahmin edilecek dönemler geçmişteki orijinal veriler ile tahmin edilecektir.

$h \geq k$ olduğu durumda 20, 21, 22, 23 numaralı eşitliklerden anlaşıldığı üzere çok uzun dönemli tahmin yapılırken orijinal veriler çok geçmişte kaldığı için tahmin değerlerinden yeni tahminler yapmak durumunda kalınmaktadır.

$$\hat{X}_{t+1} = GM(1,1)[X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-k+1}] \quad (20)$$

$$\hat{X}_{t+2} = GM(1,1)[\hat{X}_{t+1}, X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-k+2}] \quad (21)$$

$$\hat{X}_{t+3} = GM(1,1)[\hat{X}_{t+2}, \hat{X}_{t+1}, X_t, \dots, X_{t-k+3}] \quad (22)$$

$$\hat{X}_{t+h} = GM(1,1)[\hat{X}_{t+h-1}, \hat{X}_{t+h-2}, \dots, \hat{X}_{t+h-k}] \quad (23)$$

Elde edilen tahmin değerlerinden yeni tahminler yapmak tahmin hatasını artıran bir faktördür. Tahmin edilecek dönem sayısının tahmin için kullanılan dönem sayısından küçük olduğu zamanlar başarılı sonuçlar veren iteratif tahmin metodu bu durumun tersinde aynı başarıyı gösterememektedir. Bu eksikliği gidermek adına uzun dönemli tahminlerde direkt tahmin metodu kullanılabilir.

2.2.1.2. Gri Direkt Tahmin Metodu

Direkt tahmin metodu sadece geçmişteki gerçek gözlem değerlerini alarak tahmin yapar. Tahmin değerlerinden yeni tahminler yapılmasına müsaade etmez. Bu durum tahminin başarısını olumlu etkileyen bir faktör olmakla beraber tahmin edilebilecek dönem sayısını kısıtlamaktadır. Yöntem 24, 25, 26 ve 27. eşitliklerle ifade edilir.

$$\hat{X}_{t+1} = GM(1,1)[X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-(k-1)}] \quad (24)$$

$$\hat{X}_{t+2} = GM(1,1)[X_t, X_{t-2}, X_{t-4}, \dots, X_{t-2(k-1)}] \quad (25)$$

$$\hat{X}_{t+3} = GM(1,1)[X_t, X_{t-3}, X_{t-6}, \dots, X_{t-3(k-1)}] \quad (26)$$

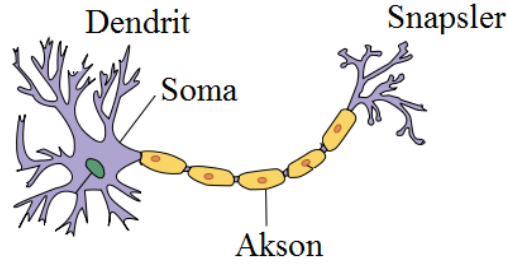
$$\hat{X}_{t+h} = GM(1,1)[X_t, X_{t-h}, X_{t-2h}, \dots, X_{t-h(k-1)}] \quad (27)$$

2.3. Yapay Sinir Ağları

Teknolojik gelişmelerle birlikte bilgisayarlar çok karmaşık problemlere matematiksel modeller ve formülasyonlar üretebilir ve problemleri sezgisel algoritmalarla çözebilir hale gelmişlerdir. Bu gelişim yapay zeka olarak adlandırılmaktadır. İnsan beyninin keşfetme, öğrenme, türetme gibi özelliklerini esas alarak geliştirilen yapay sinir ağları da yapay zeka tekniklerinden birisidir (Öztemel 2006).

2.3.1. Yapay Sinir Ağlarının Özellikleri

Biyolojik sinir ağlarının Şekil 2'de görüldüğü gibi dendrit, soma, akson ve snaps olmak üzere dört temel elemanı vardır.

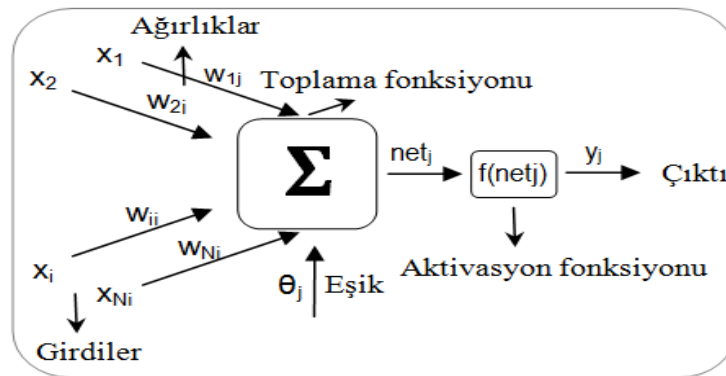


Şekil 2. Biyolojik sinir hücresi (Karaca, 2015)

Biyolojik sinir ağlarında sinirlerin etrafını saran dendritler diğer sinir hücrelerinden iletilen sinyalleri toplar. Dendritlerde toplanan sinyaller her bir sinirin sahip olduğu kendine ait eşik değerini aşarsa bu sinyal aksonlar aracılığıyla bir başka sinir hücresine iletir. Sinir ağlarında bulunan snapsler başka bir sinir hücresinden gelen sinyali tanır, eğer uyarıcı sinyal ise sinyalin akımını artırır, engelleyici sinyalse sinyal akımını azaltırlar. Soma ise hangi hücrenin soması ile bağlantı kurulması gerektiğini, kurulan bağlantıların zaman içerisinde nasıl bir hal alması gerektiğini belirleyen kısımdır (Boltürk, 2013).

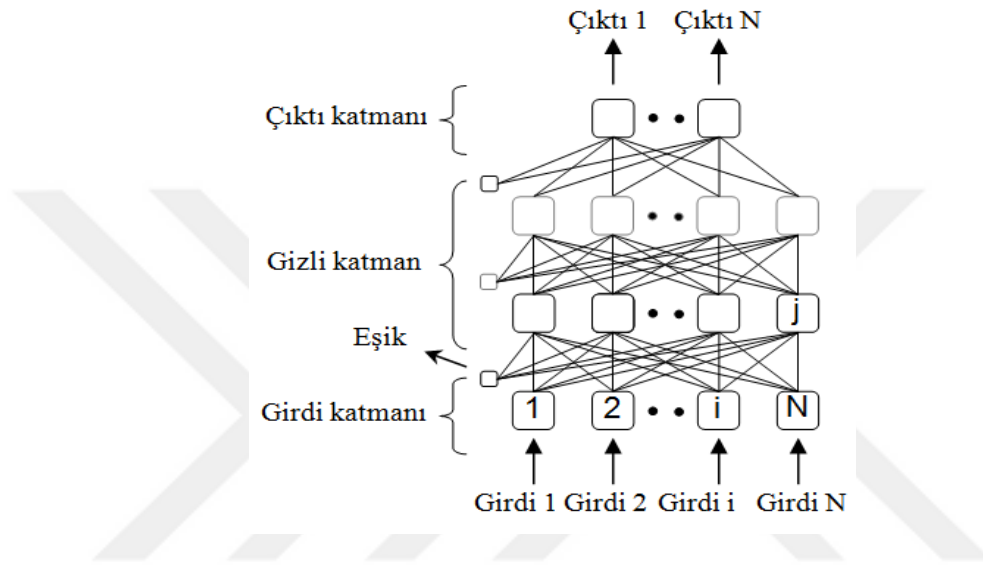
Yapay sinir ağları biyolojik sinir ağlarından esinlenerek geliştirilmiştir. Biyolojik ağlardaki dendritler yapay ağlardaki girdi elemanlarına, aksonlar çıktı elemanlarına, snapsler ağırlık elemanlarına ve somalar nöronlara tekabül etmektedir.

Yapay sinir ağları, birbiriyle bağlantılı çok sayıda yapay sinir hücresinden meydana gelmektedir. Şekil 3'te girdi verilerini alıp çıktı üreten bir yapay sinir hücresi görülmektedir.



Şekil 3. Yapay sinir hücresi örneği (Özşahin, 2013)

Yapay sinir ağı çoğunlukla girdi katmanı, gizli katman ve çıktı katmanı olmak üzere üç aşamadan oluşur. Problemlerin yapısına göre katmanların ve katmanlarda bulunan nöronların sayısı farklılık gösterebilir. Bu sayıları belirlemek için belirli bir standart bulunmamaktadır. Yapay sinir ağı oluşturan kişi tarafından çok sayıda deneme yapılarak en uygun katman ve nöron sayısına karar verilir. Şekil 4'te çok katmanlı yapay sinir ağının örneğine yer verilmiştir (Masaebi, 2016).



Şekil 4. Çok katmanlı yapay sinir ağı

2.3.2. Yapay Sinir Ağlarının Temel Elemanları

Yapay sinir ağlarını oluşturan girdiler, ağırlıklar, toplama (yayma) fonksiyonu, faaliyet (aktivasyon) fonksiyonu ve çıktılar olmak üzere beş temel eleman bulunmaktadır.

a)Girdiler: Nöronların çevreden aldığı bilgilerdir.

b)Ağırlıklar: Nörona gelen verinin hücre üzerindeki etkisini ifade eder. Ağırlıkların büyük veya küçük oluşu gelen bilginin o hücre için önemli olup olmadığını göstermez. Bir ağırlık değerinin sıfır olması belki de o ağ için en önemli olay olabilir. Ağırlıklarla ilgili pozitif değerlerin gelen akımı arttırıcı, negatif değerlerin ise azaltıcı olduğu söylenebilir (Öztemel, 2006).

c) Toplama (Yayma) fonksiyonu: Hücreye gelen net girdiyi hesaplayan fonksiyondur. Her bir girdi kendi ağırlık değeriyle çarpıldıktan sonra;

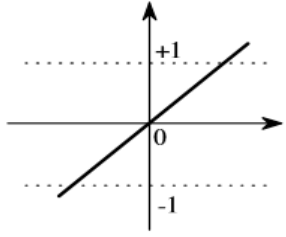
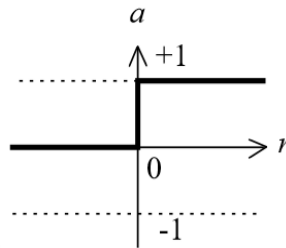
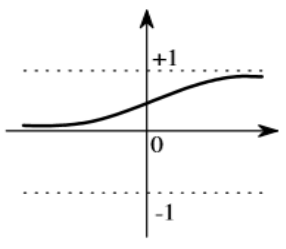
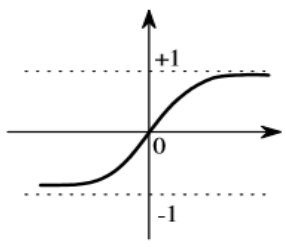
- Bulunan değerleri birbirleri ile çarpıp ağın net girdisini elde eden,
- en büyük olan değeri net girdi olarak kabul eden,

- en küçük olan değeri net girdi varsayan,
- kümülatif toplamlarla net girdiyi elde eden,

gibi çok çeşitli toplama fonksiyonu tipleri mevcuttur (Öztemel 2006). Toplama fonksiyonunun standart olarak seçim kuralı olmadığı için çok sayıda deneme yapılarak seçim yapılır. Belirli bir seçim kuralı yoktur. Yapay sinir ağında tek bir fonksiyon olma zorunluluğu da yoktur. Her eleman diğer elemanlardan farklı bir toplama fonksiyonuna sahip olabilir.

d) Faaliyet (Aktivasyon) fonksiyonu: Toplama fonksiyonunda hesaplanan net girdi faaliyet fonksiyonuna gönderilir. Tıpkı toplama fonksiyonunda olduğu gibi faaliyet fonksiyonunda da farklı formülasyonlar kullanılır. Yapılan işlemlerden sonra net çıktı hesaplanmış olur. Bu aşamada en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Sık kullanılan aktivasyon fonksiyonları (Demuthvd, 2008; Masaebi, 2016).

Özdeşlik aktivasyon fonksiyonu	$f(x) = x$	
Eşik aktivasyon fonksiyonu	$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x \geq 0 \end{cases}$	
Sigmoid aktivasyon fonksiyonu	$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$	
Hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu	$f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}}$	

Toplama fonksiyonunda olduğu gibi faaliyet fonksiyonunda da yapılan denemeler neticesinde en uygun olan aktivasyon fonksiyonu belirlenir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken önemli husus çok katmanlı yapılarda faaliyet fonksiyonunun türevlenebilir olmasıdır (Boltürk, 2013).

e) Çıktı: Yapay sinir ağlarında her bir girdi kendi ağırlık değerleri ile çarpıldıktan sonra kullanılan uygun bir toplama fonksiyonuyla net girdiye dönüşür. Oluşan net girdi uygun bir aktivasyon fonksiyonu kullanılarak net çıktıya dönüşür. Bu şekilde ağıın çıktısı elde edilir.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çalışmamızda Yapay Sinir Ağları, ARIMA ve Gri Tahmin yöntemlerinin zaman serisi tahminleri için performanslarını incelemek amacıyla; Dünya Bankası kaynaklarından elde edilen 32 adet rassallık ve 32 adet trend içeren zaman serisi kullanılmıştır (URL 2), (Ek 1). Her biri 54 gözlem değerinden oluşan veri setlerinden faydalanılarak ARIMA, Gri Tahmin ve YSA metotlarıyla kurulan modellerle serilerin gelecek yıllardaki değerleri tahmin edilmiştir.

3.1. Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Çalışması

YSA modellerinde geçmiş 54 yıla ait verilerden faydalanılıp farklı gecikmeler belirlenerek denemeler yapılmış üç dönemli (yıllık) gecikmelerin kullanılması uygun görülmüştür. Her bir veri seti için 36 gözlem değeri eğitim, 5 gözlem değeri test için kullanılmak üzere gruplandırılmıştır. Gecikme sayısı kadar gözlem sayısında azalma meydana gelmektedir. Serinin geriye kalan son 10 verisi de belirlenen tahmin modellerinin performansını belirlemek için kullanılmıştır.

Bütün veri setleri için değişik ağ yapılarına ve öğrenme parametrelerine sahip farklı modeller kurulup denemeler yapılarak eğitimler gerçekleştirilmiş, ağların performansını test etmek amacıyla eğitim setinde kullanılmayan ve test için ayrılan verilerle modeller test edilerek en hassas sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. Test işlemi sonucunda bulunan tahmini değerler gerçek değerlerle karşılaştırılmış 28 numaralı eşitlikle hesaplanan RMSE ve 29 numaralı eşitlikle hesaplanan MAPE oranları dikkate alınarak en iyi tahmin değerlerini veren modeller, tahmin modelleri olarak seçilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - td_i)^2} \quad (28)$$

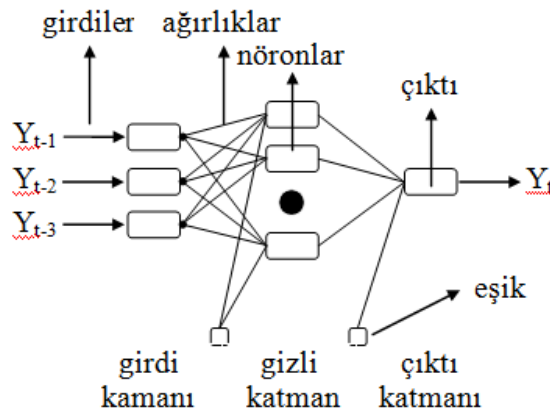
$$MAPE = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N \left[\left| \frac{t_i - td_i}{t_i} \right| \right] \right) \times 100 \quad (29)$$

Yukarıdaki denklemlerde t_i ağıın ürettiği çıktı, td_i gerçek çıktıları ve N toplam veri sayısını göstermektedir.

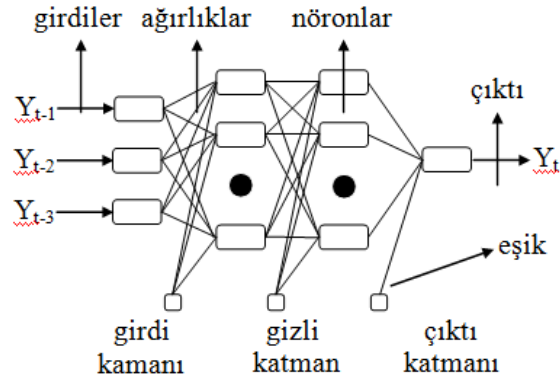
Literatürdeki tahmin çalışmaları incelendiğinde tahmin başarısını test için en çok RMSE ve MAPE hata ölçütlerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu ölçütler tahmin değerlerinin gerçek değerlerden ne kadar sapma gösterdiğini baz alarak hesaplanmaktadır. Dolayısıyla gerçek değerler tam doğru tahmin edildiğinde sapma olmayacağı için hata ölçütü değerleri 0 olacak, tahmin değerleri gerçek değerlerden uzaklaştıkça RMSE ve MAPE değerleri de artış gösterecektir.

MAPE ölçütü hataları yüzdelik oran olarak ifade ettiği için tahmin başarısını yorumlama açısından diğer hata ölçütlerine kıyasla tahmincilerin daha çok tercih ettiği ölçüt olmaktadır. MAPE ölçütüne göre tahmin hatası %10'dan küçük olan modellerin çok iyi, %10 - %20 arasında olan modellerin iyi, %20 - %50 arasındaki modellerin tahmin için uygun olduğu, %50'den büyük olan modellerin ise tahmin için uygun olmadığı kabul edilmektedir (Lewis, 1982).

Şekil 5 ve Şekil 6'da tahmin modelleri olarak seçilen gerçek değerlere en yakın sonuçları veren farklı sayılarda nöronlara sahip tek ve çift gizli katmandan oluşan temsili YSA modelleri görülmektedir. Tek gizli katmanlı ağlardaki işlem elamanı (nöron) sayıları 5,6 ve 7; iki gizli katmanlı ağlarda nöron sayıları sırasıyla 2-4, 2-5, 2-6, 3-3, 3-4, 4-2, 4-3 ve 5-2 dir.



Şekil 5. Bir gizli katmandan oluşan tahmin modellerinin temsili mimarisi



Şekil 6. İki gizli katmandan oluşan tahmin modellerinin temsili mimarisi

Problemlerin çözümünde ileri beslemeli ve geri yayımlı (Feed Forward and Back Propagation) çok katmanlı (multilayer) YSA (ANN) tercih edilmiş, ağların eğitimi ve denenmesi Matlab paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, aktivasyon (activation) fonksiyonu olarak hiperbolik tanjant sigmoid fonksiyonu (hyperbolic tangent sigmoid function) (tansig) ile doğrusal transfer fonksiyonu (linear transfer function) (purelin), eğitim fonksiyonu olarak da levenberg marquardt algoritması (trainlm) seçilmiştir. Öğrenme fonksiyonu olarak momentumlu gradyan azaltım geri yayılım algoritması (gradient descent with momentum backpropagation algoritm) (traingdm), performans fonksiyonu olarak da MSE (Hata Kareleri Ortalaması) kullanılmıştır. MSE 30 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$(MSE) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - td_i)^2 \quad (30)$$

Yukarıdaki denklemde t_i ağın ürettiği çıktı, td_i gerçek çıktıları ve N toplam veri sayısını göstermektedir.

Her bir parametrenin modellere eşit bir şekilde katkıda bulunmasını sağlamak amacıyla eğitim ve test setindeki veriler, modellerde hiperbolik tanjant sigmoid fonksiyonu (hyperbolic tangent sigmoid function) kullanıldığından, (-1,1) aralığında normalize (ölçeklendirme) işlemine tabi tutularak ağa sunulmuş, daha sonra sonuçların yorumlanabilmesi için veriler ters normalize edilmek suretiyle orijinal değerlerine çevrilmiştir. Normalizasyon işlemleri, 31 numaralı eşitlik yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$X_{norm} = 2 \times \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} - 1 \quad (31)$$

Eşitlikte X_{norm} , normalize edilmiş veriyi; X , değişkenin gerçek değerini; X_{min} , veri grubunun minimum değerini; X_{max} , ise veri grubunun maksimum değerini ifade etmektedir.

3.2. ARIMA ile Tahmin Çalışması

Çalışmamızda en iyi tahmin sonucunu veren ARIMA modellerini belirleyebilmek amacıyla çok sayıda model SPSS 22 paket programı yardımıyla oluşturulmuştur.

ARIMA metodunda tahmin için uygun modeller belirlenirken incelenen sonuçlardan bir örnek Şekil 7’de görülmektedir.

Model Statistics								
Model	Number of Predictors	Model Fit statistics						
		Stationary R-squared	R-squared	RMSE	MAPE	MAE	MaxAPE	Normalized BIC
zaman_serisi38-Model_1	0	,203	,838	2,499	6,980	1,913	31,496	2,007

ARIMA Model Parameters							
				Estimate	SE	t	Sig.
zaman_serisi38-Model_1	zaman_serisi38	No Transformation	Constant	,436	,136	3,207	,003
			Difference	1			
			MA Lag 1	,660	,125	5,293	,000

Şekil 7. ARIMA modellerinin belirlenmesinde incelenen sonuçların örneği

ARIMA metodunda oluşturulan modellerin tahmin aşamasında kullanılabilmesi için öncelikle parametre değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir. Çalışmamızda %95 güven aralığında tahmin sonuçları elde edilmek istenmiştir. Bunun için Şekil 7’deki Sig. (significance) değerlerinin 0,05’ten küçük olması gerekmektedir.

ACF ve PACF grafikleri incelenerek model parametreleri %95 güven aralığında anlamlı olan modeller arasından MAPE, RMSE, bilgi kriteri değerlerine bakılarak en az hata ile tahmin yapan model diğer yöntemlerle kıyaslanmak için seçilmiştir. Literatürde örneklerine rastlanıldığı üzere her bir zaman serisi için logaritmik dönüşümler uygulanarak ve p, d, q değerlerinin farklı kombinasyonları alınarak 50’den fazla model denenmiştir.

Her bir veri setinin tahmini için oluşturulan ARIMA modelleri arasından diğer yöntemlerle performans karşılaştırmak üzere seçilen modeller Tablo 2’de özetlenmiştir.

43. 44. 45. veri setlerinde parametreleri anlamlı olan model elde edilememiştir. ARIMA yönteminin gerekliliklerinden olan parametrelerin anlamlı olması şartı sağlanamadığı için bu veri setlerinde ARIMA ile tahmin yapılamamıştır.

Tablo 2. Zaman serileri için uygun ARIMA modelleri

Uygun ARIMA Modelleri	Zaman Serisi Numarası
AR (1,0,0)	3, 4, 5, 7, 8, 13, 19, 20, 22, 23, 24, 28, 32
\log_e dönüşümlü AR (1,0,0)	1, 2, 6, 10, 12, 14, 15, 18, 21, 27, 31
ARMA (1,0,1)	16,29, 30
AR (2,0,0)	9
MA (0,0,1)	11
MA (0,0,3)	17
\log_e dönüşümlü AR (2,0,0)	25
\log_e dönüşümlü ARMA (2,0,1)	26
ARIMA(1,1,0)	33, 34, 50, 55
\log_e dönüşümlü ARIMA (1,1,3)	35, 36
\log_e dönüşümlü ARIMA (1,1,1)	37, 41, 54, 61
ARIMA (0,1,1)	38, 57
ARIMA (1,1,1)	39, 56, 59, 60
\log_e dönüşümlü ARIMA (0,1,2)	40, 49
\log_e dönüşümlü ARIMA(1,1,0)	42
Uygun eğitim yok	43, 44, 45
\log_e dönüşümlü ARIMA (2,2,0)	46, 47
\log_e dönüşümlü ARIMA (2,2,1)	48,62
ARIMA (1,2,0)	51
\log_e dönüşümlü ARIMA (1,2,2)	52
ARIMA (2,2,1)	53
ARIMA (0,1,3)	58
\log_e dönüşümlü ARIMA (1,1,2)	63
\log_e dönüşümlü ARIMA (3,1,1)	64

3.3. Gri Tahmin Metodu ile Tahmin Çalışması

Gri Tahmin yöntemi olarak GM (1,1) modeli kullanılarak hem iteratif hem de direkt tahmin metotlarıyla tahminler yapılmıştır. Yöntemdeki parametre değeri olan a ve k değerleri için farklı denemeler yapılarak her bir zaman serisi için en düşük MAPE ve RMSE değerlerine sahip olan Gri İteratif ve Gri Direkt tahmin metotlarının modelleri diğer yöntemlerle kıyaslanmak için seçilmiştir. a değeri olarak 0,01 ile başlayıp 0,01 artış değeriyle 0,99'a kadar olan 99 sayı, k değeri olarak da literatürde en sık rastlanılan 4 ve 5 sayılarını deneyen algoritma kodu Matlab programında yazılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Her bir veri setinin tahmini için en uygun bulunan GM (1,1) iteratif ve direkt tahmin modellerinin parametre değerleri Tablo 3'te verilmektedir.

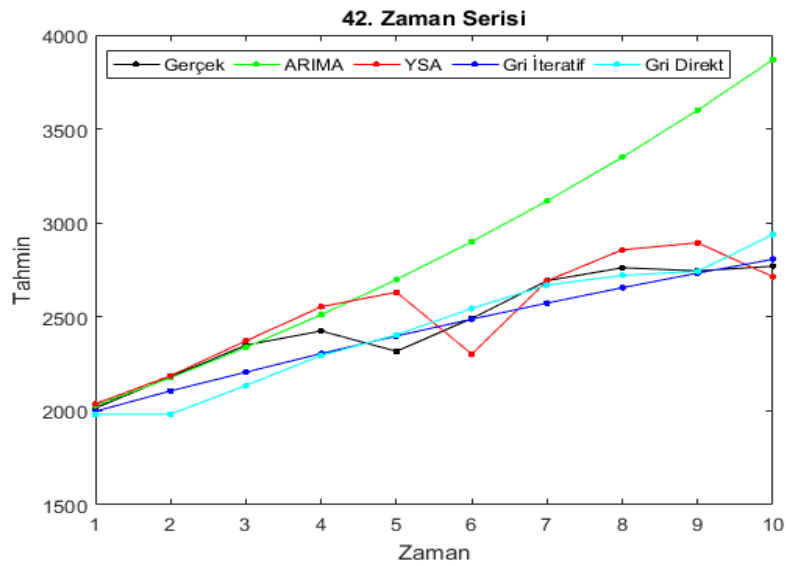
Tablo 3: Her bir veri setinin tahmini için en uygun GM (1,1) model parametreleri

Zaman Serisi No	GDT Metodu		GİT Metodu		Zaman Serisi No	GDT Metodu		GİT Metodu	
	K	a	K	a		K	a	k	a
1	4	0,01	5	0,01	33	5	0,01	5	0,32
2	5	0,01	5	0,01	34	5	0,22	4	0,46
3	5	0,01	5	0,01	35	4	0,38	5	0,24
4	4	0,01	4	0,28	36	4	0,46	5	0,26
5	5	0,01	4	0,67	37	5	0,53	4	0,41
6	4	0,01	4	0,01	38	5	0,64	5	0,01
7	4	0,4	4	0,01	39	5	0,23	5	0,61
8	5	0,99	5	0,99	40	4	0,01	4	0,01
9	5	0,01	4	0,01	41	5	0,71	5	0,45
10	4	0,99	4	0,01	42	5	0,46	4	0,39
11	4	0,01	4	0,01	43	4	0,32	5	0,61
12	4	0,02	4	0,01	44	4	0,54	5	0,49
13	4	0,79	5	0,01	45	5	0,99	5	0,36
14	4	0,06	4	0,01	46	4	0,09	4	0,38
15	4	0,6	5	0,99	47	5	0,16	4	0,36
16	5	0,01	4	0,01	48	4	0,13	5	0,31
17	4	0,66	4	0,01	49	5	0,5	4	0,43
18	5	0,01	4	0,38	50	4	0,6	4	0,54
19	4	0,01	4	0,73	51	5	0,01	4	0,52
20	5	0,01	5	0,34	52	4	0,25	5	0,51
21	5	0,01	5	0,51	53	4	0,01	4	0,15
22	5	0,99	4	0,05	54	4	0,43	4	0,5
23	4	0,01	4	0,77	55	4	0,35	4	0,47
24	4	0,01	4	0,4	56	4	0,73	5	0,52
25	5	0,37	5	0,01	57	4	0,01	5	0,39
26	4	0,99	4	0,47	58	5	0,05	5	0,33
27	4	0,53	4	0,39	59	4	0,23	4	0,46
28	4	0,57	5	0,08	60	5	0,39	4	0,52
29	4	0,29	5	0,01	61	4	0,01	4	0,21
30	4	0,01	5	0,99	62	5	0,39	4	0,52
31	4	0,01	4	0,77	63	4	0,01	4	0,29
32	4	0,99	4	0,65	64	4	0,38	5	0,39

4. BULGULAR

İlk 32'si rassallık, son 32'si trend içermekte olan 64 farklı zaman serisinin ileriye dönük tahmini için öncelikle 44 gözlem değeri kullanılarak ARIMA, YSA, GİT ve GDT metotlarının modelleri oluşturulmuştur. Yöntemlerin performanslarını birbirleri ile kıyaslamak için her bir yöntemin çok sayıda oluşturulmuş modelleri arasından en düşük RMSE ve MAPE değerlerine sahip olan tahmin modelleri seçilmiştir. Rassallık içeren zaman serilerinin seçilen modellerin performans ölçüt değerleri Tablo 4'te, trend içeren zaman serilerinin ise Tablo 5'te mevcuttur. Tablolardaki verilerden anlaşılacağı üzere sadece birkaç model hariç modellerin neredeyse tamamı tahmin yapmak üzere oldukça düşük hatalarla eğitimlerini gerçekleştirmişlerdir.

Her yöntemin modelleri arasından tahmin yapmak için seçilen modellerle gelecek 10 dönemin tahmini yapılmıştır. Tahmin yöntemlerinin performanslarını kıyaslamak amacıyla zaman serilerinin ayırmış olduğumuz son 10 gözlem değerleriyle yöntemlerin tahmin sonuçlarının MAPE ve RMSE değerleri hesaplanmıştır. Her bir yöntemin tahmin değerleri ile zaman serisinin son 10 orijinal yani gerçek değerini karşılaştıran grafikler çizdirilmiştir. Şekil 8'de 42. zaman serisi için çizdirilen grafik görülmektedir. Grafığe bakıldığında zaman serisinin artan eğilime sahip olduğu ve tahmin yöntemlerinin hepsinin de bu trendi doğru tahmin ettiği söylenilebilir.



Şekil 8. 42. Zaman serisinin tahmin grafığı

Şekil 8’de gerçek değerlerden çok fazla sapma gösteren ARIMA modeli hariç diğer yöntemlerin modellerinden hangisinin tahmin başarısının daha iyi olduğu grafikten anlaşılamayabilir.

Çalışmamızda kullanılan tüm zaman serileri için hesaplanan MAPE ve RMSE değerleri Tablo 6 ve 7’de, grafikler ise Ek 2’de verilmektedir.

Tahmin yöntemleri modellerinin eğitim başarısı açısından kıyaslanacak olursa YSA diğer yöntemlere göre oldukça üstündür. Rassallık içeren veri setlerinin eğitim modellerinde MAPE ölçütüne göre 30, RMSE ölçütüne göre 29 zaman serisinde en iyi eğitimi gerçekleştirmiştir. Trend içeren eğitim setlerinde ise MAPE değerlerine göre 17, RMSE değerlerine göre 21 veri setinde diğer yöntemlere kıyasla daha başarılı olmuştur.

YSA’dan sonraki sıralama için rassal dağılan verilerin bulunduğu zaman serilerinde Gri İteratif Tahmin metodunun ARIMA ve Gri Doğrusal Tahmin metoduna, trend içeren verilerin bulunduğu zaman serilerinde ise ARIMA’nın Gri Tahmin metodlarına üstün olduğu söylenebilmektedir. GDT 64 zaman serisinin eğitim modellerinin hiçbirisinde diğer yöntemler üstünlük sağlayamamıştır.

Yöntemlerin tahmin değerleri gerçek verilerle kıyaslandığı zaman GİT metodunun diğer yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Rassallık içeren veri setleri arasında MAPE değerlerine göre 18, RMSE değerlerine göre 17’inde GİT metodu diğer yöntemlere kıyasla daha iyi tahmin sonucu vermiştir. Trend içeren zaman serileri arasında da rassallık içerenlere benzer şekilde GİT metodu diğer yöntemlere üstünlük sağlamıştır. MAPE ölçütüne göre 22, RMSE ölçütüne göre 18 zaman serisi GİT metodunun tahmin sonuçlarına daha yakın değerlere sahiptir.

Gri İteratif Tahmin metodundan sonraki sıralamaya bakılacak olursa rassallık içeren veri setlerinde her iki ölçüte göre de 8 zaman serisinde diğer yöntemlere kıyasla daha başarılı tahmin yapan YSA’nın ikinci sırayı aldığı söylenebilir. Fakat trend içeren zaman serilerinde üç metodun birbine net bir üstünlüğü olduğunu söylemek mümkün değildir.

Tablo 4. Rassallık içeren eğitim verileri için modellerin modellerinin performans değerleri

Zaman Serisi No.	RMSE				MAPE			
	ARIMA	YSA	Gri İteratif	Gri Direkt	ARIMA	YSA	Gri İteratif	Gri Direkt
1	0,024	0,003885	0,013573	0,02172	4,655	0,738855	2,5975	4,5634
2	2,188	2,027501	12,52191	9,528527	7,392	5,029044	64,3642	48,3948
3	0,546	0,246018	1,120334	1,023596	8,814	4,238736	13,3303	14,938
4	1,71	0,576579	1,349288	5,377957	6,71	2,689553	5,6416	26,4525
5	3,952	0,693606	1,54423	2,363576	5,964	1,542718	3,1489	4,6697
6	0,129	0,015639	0,02773	0,05545	3,339	0,499113	0,754	1,5334
7	1,087	0,278804	0,896659	0,631993	761,159	11,64129	15,5545	11,7029
8	4,229	0,95587	4,707972	3,701604	16,312	4,739702	5,27922	35,0661
9	6,359	1,558588	6,685811	5,315195	13,052	4,558086	2,318	17,8906
10	7,607	3,760111	12,5581	6,698554	16,503	13,01092	59,9999	26,3512
11	2,234	1,597384	1,969204	2,741258	1,498	1,175237	1,4128	1,8311
12	7,808	3,335409	11,52668	5,664705	10,734	4,066123	14,033	6,7507
13	2,256	1,467973	1,066203	2,027652	9,775	5,991917	5,5696	9,5726
14	2,561	0,625228	2,718754	3,046437	10,242	2,962899	11,4312	10,3439
15	1,881	1,298335	1,1252	1,675592	4,861	3,013191	3,0642	4,246
16	2,066	0,49913	1,849923	1,719377	1,834	0,584101	2,2521	1,7699
17	0,811	0,331609	2,95817	2,035525	5,696	2,111579	18,5035	11,2863
18	3,322	0,307182	1,684089	9,598383	13,746	2,461169	8,2473	41,2736
19	3,276	0,721921	2,473207	13,20815	3,394	0,845534	2,8639	18,5574
20	3,418	0,96289	2,266751	9,209555	15,544	9,952024	13,1657	43,5236
21	3,646	1,025827	2,692467	12,11136	14,552	7,625649	10,4292	42,6593
22	3,473	0,479479	0,716242	1,219874	24,167	5,106772	11,7621	19,0971
23	4,782	0,660195	2,123773	11,54022	4,224	0,671913	2,8542	14,9391
24	0,38	0,048773	0,099414	0,465154	79,78	3,89852	6,044	26,3167
25	2,472	0,422534	2,500354	1,374541	44,498	8,422613	50,2876	25,6556
26	354936,7	20466,85	104804	441225,5	0,447	0,054648	0,4188	1,6516
27	1,761	0,203865	0,477883	1,916691	21,473	6,000071	11,1459	44,19
28	0,846	0,585769	1,042206	1,689252	16,399	7,359437	11,0385	18,6062
29	2,234	1,365046	1,052221	1,94548	1,81	1,391543	1,006	1,718
30	230839,6	120984,5	1506140	1902530	1,267	0,774463	11,8605	14,7589
31	4,852	1,207189	4,733587	8,455045	5,287	1,334546	6,5114	12,4282
32	1,469	0,343187	0,946616	1,551165	4,99	1,3931	4,2084	6,2703

Tablo 5. Trend içeren eğitim verileri için modellerin performans değerleri

Zaman Serisi No.	RMSE				MAPE			
	ARIMA	YSA	Gri İteratif	Gri Direkt	ARIMA	YSA	Gri İteratif	Gri Direkt
33	0,056	0,040021	0,093571	0,224641	0,041	0,043716	0,0844	0,2076
34	0,109	0,096414	0,044038	0,251688	0,113	0,102652	0,0526	0,2562
35	1170,589	157,179	219,8412	901,4198	0,286	0,370652	0,7668	3,4448
36	1485,51	137,9242	166,5956	892,9232	0,265	0,265169	0,5967	2,752
37	0,133	0,095684	0,140482	0,260428	4,37	2,708399	2,9446	5,5304
38	2,499	1,34588	8,935772	1,843536	6,98	2,769796	19,2497	2,9077
39	1,349	0,445391	1,617989	1,506053	1,379	0,444096	1,4331	1,4424
40	2,711	1,743323	1,650564	2,10484	5,514	1,96884	1,8919	2,3435
41	77,219	27,31496	57,87192	86,56866	6,213	1,834764	3,2018	3,8006
42	31,108	61,13782	86,34392	120,3931	2,529	2,75674	2,9072	3,9711
43	–	0,816104	1,516036	1,42191	–	0,847432	1,8372	1,7698
44	–	0,962927	1,957609	1,802897	–	2,560578	5,2969	4,6673
45	–	0,643861	1,036807	2,474599	–	5,190643	7,7549	19,8289
46	0,003	0,016775	0,033101	0,161286	0,004	0,018111	0,0382	0,1636
47	0,005	0,019829	0,093322	0,083641	0,007	0,023938	0,114	0,1049
48	0,003	0,008407	0,040354	0,07003	0,004	0,011279	0,0412	0,0704
49	0,353	0,123946	0,438573	1,432339	0,105	0,099377	0,3654	1,4638
50	1,101	0,93874	0,299982	4,451955	0,211	0,322105	0,141	2,5171
51	0,095	0,047335	0,071392	0,516093	0,115	0,12437	0,2975	2,5023
52	0,138	0,068695	0,110595	0,344687	0,102	0,186243	0,4272	1,5582
53	0,003	0,003166	0,00422	0,553729	0,021	0,042914	0,0555	7,2794
54	95023,98	31425,13	228525,4	327622,8	0,186	0,065403	0,3919	0,4115
55	0,201	0,023325	0,028031	0,796293	0,219	0,021697	0,0229	0,7704
56	0,185	0,028474	0,022575	0,402225	0,183	0,070854	0,0553	1,0291
57	0,136	0,032508	0,039547	0,248672	0,244	0,082806	0,1336	0,8099
58	0,123	0,017418	0,046464	0,160096	0,122	0,023993	0,0619	0,2059
59	0,019	0,003625	0,022654	0,117516	0,311	0,051644	0,1794	1,0802
60	0,03	0,004762	0,412459	0,195345	0,03	0,00516	0,3942	0,1542
61	0,003	0,00035	0,014982	0,032175	0,004	0,00062	0,0265	0,0499
62	3742,354	5304,604	317440,7	150343,2	0,006	0,007064	0,3942	0,1542
63	0,007	0,001877	0,003735	0,160886	0,078	0,065176	0,1171	4,7541
64	0,009	0,024214	0,046402	0,582569	0,02	0,081649	0,1906	1,9612

Tablo 6. Rassallık içeren zaman serilerinin tahmin performansları

Zaman Serisi No.	ARIMA MAPE	YSA MAPE	Gri İteratif MAPE	Gri Direkt MAPE	ARIMA RMSE	YSA RMSE	Gri İteratif RMSE	Gri Direkt RMSE
1	3,1470	4,3673	2,5975	4,5634	0,0159	0,0226	0,0136	0,0217
2	35,2024	12,9088	64,3642	48,3948	7,0036	3,5198	12,5219	9,5285
3	13,8361	16,5531	13,3303	14,9380	0,8787	1,0016	1,1203	1,0236
4	10,2130	12,0079	5,6416	26,4525	2,3301	2,8705	1,3493	5,3780
5	3,5211	6,8760	3,1489	4,6697	1,6105	3,0547	1,5442	2,3636
6	1,7080	1,1926	0,7540	1,5334	0,0570	0,0432	0,0277	0,0554
7	44,8119	30,2629	15,5545	11,7029	2,1503	1,5862	0,8967	0,6320
8	69,4487	23,5340	52,7922	35,0661	6,3450	2,8502	4,7080	3,7016
9	5,8307	8,3311	23,1800	17,8906	1,8898	3,0072	6,6858	5,3152
10	77,4299	31,9624	59,9999	26,3512	16,1121	7,5587	12,5581	6,6986
11	2,3377	3,3296	1,4128	1,8311	2,8854	4,6125	1,9692	2,7413
12	19,1477	5,5075	14,0330	6,7507	15,3117	5,6013	11,5267	5,6647
13	6,2938	6,6413	5,5696	9,5726	1,1272	1,3746	1,0662	2,0277
14	10,5092	13,5089	11,4312	10,3439	2,4859	3,5670	2,7188	3,0464
15	3,9338	4,9039	3,0642	4,2460	1,2628	2,2231	1,1252	1,6756
16	4,2548	1,6474	2,2521	1,7700	3,2046	1,4907	1,8499	1,7194
17	22,1146	11,5813	18,5035	11,2863	3,5439	2,0468	2,9582	2,0355
18	30,0504	21,6260	8,2473	41,2736	7,2479	4,7675	1,6841	9,5984
19	15,0462	5,6450	2,8639	18,5574	10,3788	3,9469	2,4732	13,2081
20	26,1730	47,5263	13,1657	43,5236	5,9145	10,6217	2,2668	9,2096
21	29,7415	11,5758	10,4292	42,6593	9,0454	4,5423	2,6925	12,1114
22	51,6830	44,2637	11,7621	19,0971	2,7384	2,3084	0,7162	1,2199
23	13,1122	1,6426	2,8542	14,9391	9,2920	1,3756	2,1238	11,5402
24	40,8857	22,4855	6,0440	26,3167	0,6585	0,4235	0,0994	0,4652
25	19,9337	11,1516	50,2876	25,6556	0,8473	0,5888	2,5004	1,3745
26	0,8077	0,0872	0,4188	1,6516	185006	22538	104804	441225
27	9,4982	11,6313	11,1459	44,1900	0,4066	0,5567	0,4779	1,9167
28	32,3333	20,7675	11,0385	18,6062	2,6017	1,9169	1,0422	1,6893
29	1,0200	1,6501	1,0060	1,7180	1,0639	1,7963	1,0522	1,9455
30	12,9868	10,4105	11,8605	14,7589	1663418	1321001	1506139	1902529
31	9,0606	6,5455	6,5114	12,4282	6,1287	5,8632	4,7336	8,4550
32	8,5805	6,9643	4,2084	6,2703	1,6305	1,6683	0,9466	1,5512

Not: Her bir zaman serisi için en başarılı tahmin sonucunu veren yöntemin MAPE ve RMSE ölçütlerine göre performansı eğik ve koyu yazılarak ifade edilmiştir.

Tablo 7. Trend içeren zaman serilerinin tahmin performansları

Zaman Serisi No.	ARIMA MAPE	YSA MAPE	Gri İteratif MAPE	Gri Direkt MAPE	ARIMA RMSE	YSA RMSE	Gri İteratif RMSE	Gri Direkt RMSE
33	1,0563	0,1314	0,0844	0,2076	1,2154	0,1490	0,0936	0,2246
34	1,2480	1,9841	0,0526	0,2562	1,1952	1,6871	0,0440	0,2517
35	0,9754	5,5413	0,7668	3,4448	227,1	1325,1	219,8	901,4
36	5,0414	0,9901	0,5967	2,7520	1233,9	288,8	166,6	892,9
37	6,4248	14,8251	2,9446	5,5304	0,3387	0,7934	0,1405	0,2604
38	3,9072	8,0757	19,2497	2,9077	1,8912	3,8191	8,9358	1,8435
39	2,8174	1,9851	1,4331	1,4424	3,1748	1,9441	1,6180	1,5061
40	28,5531	2,4238	1,8919	2,3435	23,9475	2,2358	1,6506	2,1048
41	16,2700	18,6685	3,2018	3,8006	260,7	291,4	57,9	86,6
42	14,5687	3,9800	2,9072	3,9711	527,8	136,9	86,3	120,4
43	-	2,2266	1,8372	1,7698	-	1,5687	1,5160	1,4219
44	-	11,6738	5,2969	4,6673	-	3,8297	1,9576	1,8029
45	-	9,8444	7,7549	19,8289	-	1,1212	1,0368	2,4746
46	0,4155	0,0163	0,0382	0,1636	0,4155	0,0223	0,0331	0,1613
47	0,0800	0,0951	0,1140	0,1049	0,0990	0,0879	0,0933	0,0836
48	0,4706	0,04342	0,04121	0,0704	0,4855	0,0355	0,0404	0,0700
49	1,5169	0,5207	0,3654	1,4638	1,4755	0,5132	0,4386	1,4323
50	1,8069	2,2386	0,1410	2,5171	3,3975	3,7919	0,3000	4,4520
51	0,8679	0,9705	0,2975	2,5023	0,1552	0,1579	0,0714	0,5161
52	0,5791	0,4473	0,4272	1,5582	0,1460	0,0910	0,1106	0,3447
53	0,2332	0,0896	0,0555	7,2794	0,0195	0,0054	0,0042	0,5537
54	2,7613	0,3491	0,3919	0,4115	1820216	210844	228525	327622
55	0,6333	0,1851	0,0229	0,7704	0,5839	0,1598	0,0280	0,7963
56	2,1387	0,6213	0,0553	1,0291	0,7522	0,2442	0,0226	0,4022
57	0,5535	0,3449	0,1336	0,8099	0,1846	0,1376	0,0395	0,2487
58	0,2398	0,1368	0,0619	0,2059	0,1732	0,0977	0,0465	0,1601
59	0,1864	1,1645	0,1794	1,0802	0,0196	0,1105	0,0227	0,1175
60	0,9247	0,1446	0,3942	0,1542	1,3457	0,2310	0,4125	0,1953
61	0,0731	0,0019	0,0265	0,0500	0,0538	0,0012	0,0150	0,0322
62	1,1706	0,3885	0,3942	0,1542	1303597	426868	317440	150343
63	2,9629	0,2726	0,1171	4,7541	0,0774	0,0075	0,0037	0,1609
64	0,0535	0,5516	0,1906	1,9612	0,0105	0,1120	0,0464	0,5826

Not: Her bir zaman serisi için en başarılı tahmin sonucunu veren yöntemin MAPE ve RMSE ölçütlerine göre performansı eğik ve koyu yazılarak ifade edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geleceği başarılı bir şekilde tahmin edebilmek planlama, yatırım, üretim, satış, borsa gibi çok farklı konularda oldukça büyük öneme sahiptir. Günümüze kadar geliştirilmiş olan çok sayıda tahmin yöntemi karar vericilere yardımcı olmak amacıyla en az hata ile tahmin yapabilmek için geliştirilmiştir. Literatürde çok farklı konularda yapılmış tahmin çalışmalarında birbirinden farklı yöntemler denenerek daha az hata ile tahmin yapan modeli elde eden yöntem esas alınarak geleceğe yönelik öngörüler ortaya konulmuştur. İncelenen çalışmalardan çıkarılan sonuç sadece belirli bir konuya ilişkin bir veya birkaç zaman serisinin verileri kullanılarak yapılan tahminlerle herhangi bir yöntemin bir başka yönteme üstün olduğunun söylenememesidir. Farklı algoritmalara dayalı tahmin tekniklerinin farklı çalışmalarda diğer yöntemlere üstün geldiği görülmüştür.

Çalışmamız kapsamında farklı yapılara sahip zaman serilerinin geleceğe yönelik tahminlerinde ARIMA, YSA ve Gri Tahmin modellerinin hangilerinin diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği incelenmiştir. Kullanılan verilerin tamamı dünya bankasının internet sitesinden temin edilmiştir (URL 2). Türkiye'nin enerji tüketimi, gayri safi yurtiçi hasılası, ithalat ve ihracat rakamları, nüfus oranları gibi farklı konulara ilişkin 54 gözlem değerinden oluşan 32'si rassallık 32'si trend içeren 64 farklı zaman serisi seçilmiştir. Seçilen zaman serilerinin hiçbiri eksik veri içermemektedir. Gözlem değerlerin ilk 44'ü yöntemlerin modellerini oluşturabilmesi için kullanılırken son 10'u tahmin yöntemlerinin başarılarının kıyası için kullanılmıştır.

Sonuç olarak YSA tahmin için kullanılacak modellerin eğitiminde diğer yöntemlere kıyasla çok daha başarılı olsa da Gri İteratif Tahmin metodu diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında gerçek değerlere daha yakın sonuçlar veren tahminler yapmaktadır.

Tahminciler rassallık veya trend içeren zaman serilerinde tahmin yaparken Gri İteratif Tahmin metodunu kullandıkları takdirde ARIMA, YSA ve Gri Direkt Tahmin metodunun vereceği sonuçlardan daha başarılı sonuçlar elde edebilirler.

Bu çalışmanın devamı niteliğinde mevsimsellik içeren zaman serilerinin tahmini için uygun tahmin yöntemleri araştırılabilir ve tahmincilerin en uygun yöntemin hangi sebeple kullanmaları gerektiği sonucu literatüre kazandırılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Akdağ, M., 2015. Box-Jenkins ve Yapay Sinir Ağı Modelleri ile Enflasyon Tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akdağ, R., 2016. Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makineleri ve Box-Jenkins Yöntemleriyle Kentsel İçmesuyu Talebi Tahmini ve Karşılaştırmalı Analizi, Business and Economics Research Journal, 7, 1, 123–138.
- Askari, M. ve Askari, H., 2011. Time Series Grey System Prediction-Based Models: Gold Price Forecasting, Trends in Applied Sciences Research, 6, 11, 1287-1292.
- Ataseven, B., 2013. Yapay Sinir Ağları ile Öngörü Modellemesi. Öneri Dergisi, 10, 39, 101–115.
- Aydemir, E., Bedir, F. ve Özdemir, G., 2013. Gri Sistem Teorisi ve Uygulamaları: Bilimsel Yazın Taraması. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18, 3, 187–200.
- Benli, Y. K. ve Yıldız, A., 2014. Altın Fiyatının Zaman Serisi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları İle Öngörüsü. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 42, 2, 213–224.
- Boltürk, E., 2013. Elektrik Talebi Tahmininde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Box, G. E. P., ve Jenkins, G. M., 1976. Time Series Analysis Forecasting and Control, Holden Day Inc., San Francisco.
- Chen, L. ve Lai, X., 2011. Comparison between ARIMA and ANN Models Used in Short-Term Wind Speed Forecasting, Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2011 Asia-Pacific. IEEE, ss. 1–4.
- Çuhadar, M., Güngör, İ. ve Göksu, A., 2009. Turizm Talebinin Yapay Sinir Ağları ile Tahmini ve Zaman Serisi Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi: Antalya İline Yönelik Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14, 1, 99–114.
- Demuth, H., Beale, M., ve Hagan, M., 2008. Neural Network. Toolbox 6 User's Guide, Natick, MA: The Math Works.

- Deng, J. L., 1982. Control Problems of Grey Systems, System and Control Letters, 1, 5, 288-294.
- Deng, J. L., 1989. Introduction to Grey System Theory, The Journal of Grey System, 1, 1, 1-24.
- Duru, Ö., 2007. Zaman Serileri Analizinde ARIMA Modelleri ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Düzgün, R., 2008. A Comparasion of Artifical Neural Networks' and ARIMA Models' Success in GDP Forecast, Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 25, 2, 165-176.
- Erdoğan, E., 2006. Zaman Serilerinde ARIMA Modelleri, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Hamzaçebi, C., 2011. Yapay Sinir Ağları - Tahmin Amaçlı Kullanımı Matlab ve Neurosolution Uygulamalı, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa, 134s.
- Hamzaçebi, C., ve Es, H. A., 2014. Forecasting the Electricity Consumption of Turkey Using an Optimized Grey Model, Energy, 70, 1, 165-171.
- Hanke, J. E., ve Wichern, D.W., 2009. Business Forecasting, Pearson International Edition.
- Hsu, C. ve Wen, Y., 1998. Improved Grey Prediction Models for the Trans-Pacific Air Passenger Market. Transportation Planning and Technology, 22, 2, 87-107.
- Hsu, C.C. ve Chen, C.Y., 2003. Applications of Improved Grey Prediction Model For Power Demand Forecasting. Energy Conversion and Management, 44, 14, 2241-2249.
- Jeihoonian, M., Ghaderi, S.F. ve Piltan, M., 2010. Modeling and Comparing Energy Consumption in Basic Metal Industries by Neural Networks and ARIMA. Computer Information Systems and Industrial Management Applications (CISIM), 2010 International Conference on. IEEE, ss. 171-175.
- Karaca, K., 2015. Araç Talep Tahmininde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karahan, M., 2015. Yapay Sinir Ağları Metodu ile İhracat Miktarlarının Tahmini: ARIMA ve YSA Metodunun Karşılaştırmalı Analizi, Ege Akademik Bakış, 15, 2, 165-172

- Kaynar, O. ve Taştan, S., 2009. Zaman Serisi Analizinde MLP Yapay Sinir Ağları ve ARIMA Modelinin Karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33, 1, 161–172.
- Kırçıl, M., 2013. Box Jenkins Yöntemi ile Konut Doğal Gaz Talebinin Tahminlenmesi: İzmir İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Lewis, C.D., 1982. *Industrial and Business Forecasting Methods*, London: Butterworth Scientific.
- Lotfalipour, M. R , Falahi, M. A. ve Bastam, M., 2013. Prediction of CO2 Emissions in Iran Using Grey and ARIMA Models. International Journal of Energy Economics and Policy, 3, 3, 229–237.
- Masaebi, P., 2016. Yapay Sinir Ağları ile İran Elektrik Tüketim Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Merh, N., Saxena, V.P. ve Pardasani, K.R., 2010. A Comparison between Hybrid Approaches of ANN and ARIMA for Indian Stock Trend Forecasting. Business Intelligence Journal, 3, 2, 23–43.
- Oruç, K.O. ve Eroğlu, Ş.Ç., 2017. Isparta İli İçin Doğal Gaz Talep Tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 22, 1, 31–42.
- Önder, E. ve Hasgül, Ö., 2009. Yabancı Ziyaretçi Sayısının Tahmininde Box-Jenkins Modeli, Winters Yöntemi ve Yapay Sinir Ağlarıyla Zaman Serisi Analizi. Business Economy Institute Journal of Management, 62, 1, 62–83.
- Özmen, A., 1986. Zaman Serisi Analizinde Box Jenkins Yöntemi ve Banka Mevduat Tahmininde Uygulama Denemesi, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 207, Eskişehir.
- Özşahin, Ş., 2013. Optimization of Process Parameter in Oriented Strand Board Manufacturing with Artificial Neural Network Analysis, European Journal of Wood and Wood Products, 71, 769-777.
- Öztemel, E., 2006. Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 234s.
- Uçar, N., 2001. Comparison of the Forecast Performances of Linear Time Series and Artificial Neural Network Models within the Context of Turkish Inflation, Master Thesis, The Institute of Economics and Social Sciences of Bilkent University, Ankara.
- URL 1, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts, 20 Nisan 2017

URL 2, <http://data.worldbank.org>, 17 Mart 2017

Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M., 2005. Zaman Serileri Analizi, Nobel Basımevi, Ankara, 336s.

Tıraşoğlu, M., 2012. HEGY Mevsimsel Birim Kök Testi: Türkiyede Tüfe ve Tüfe Harcama Grupları İçin Bir Uygulama, Kırklareli Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi 1, 1, 49-65.



7. EKLER

Ek-1: Kullanılan Zaman Serileri

Ek Tablo 1. Rassallık içeren zaman serileri

	Rassallık İçeren Zaman Serilerinin Ait Olduğu Konular
1. Zaman Serisi	CO2 emissions (kg per 2010 US\$ of GDP)
2. Zaman Serisi	CO2 emissions from manufacturing industries and construction (% of total fuel combustion)
3. Zaman Serisi	CO2 emissions from other sectors, excluding residential buildings and commercial and public services (% of total fuel combustion)
4. Zaman Serisi	CO2 emissions from residential buildings and commercial and public services (% of total fuel combustion)
5. Zaman Serisi	CO2 emissions from solid fuel consumption (% of total)
6. Zaman Serisi	CO2 intensity (kg per kg of oil equivalent energy use)
7. Zaman Serisi	Fuel exports (% of merchandise exports)
8. Zaman Serisi	Fuel imports (% of merchandise imports)
9. Zaman Serisi	Electricity production from coal sources (% of total)
10. Zaman Serisi	Electricity production from hydroelectric sources (% of total)
11. Zaman Serisi	Electricity production from oil, gas and coal sources (% of total)
12. Zaman Serisi	Gross national expenditure (% of GDP)
13. Zaman Serisi	Gross domestic savings (% of GDP)
14. Zaman Serisi	Gross capital formation (% of GDP)
15. Zaman Serisi	Industry, value added (% of GDP)
16. Zaman Serisi	Household final consumption expenditure, etc. (% of GDP)
17. Zaman Serisi	General government final consumption expenditure (% of GDP)
18. Zaman Serisi	Merchandise exports to economies in the Arab World (% of total merchandise exports)
19. Zaman Serisi	Merchandise exports to high-income economies (% of total merchandise exports)
20. Zaman Serisi	Merchandise exports to low- and middle-income economies in Middle East & North Africa (% of total merchandise exports)
21. Zaman Serisi	Merchandise exports to low- and middle-income economies outside region (% of total merchandise exports)
22. Zaman Serisi	Merchandise imports from economies in the Arab World (% of total merchandise imports)
23. Zaman Serisi	Merchandise imports from high-income economies (% of total merchandise imports)
24. Zaman Serisi	Merchandise imports from low- and middle-income economies in Latin America & the Caribbean (% of total merchandise imports)
25. Zaman Serisi	Food imports (% of merchandise imports)
26. Zaman Serisi	Rural population
27. Zaman Serisi	Ores and metals exports (% of merchandise exports)
28. Zaman Serisi	Ores and metals imports (% of merchandise imports)
29. Zaman Serisi	Final consumption expenditure, etc. (% of GDP)
30. Zaman Serisi	Land under cereal production (hectares)
31. Zaman Serisi	Manufactures imports (% of merchandise imports)
32. Zaman Serisi	Manufacturing, value added (% of GDP)

Ek Tablo 2. Trend içeren zaman serileri

	Trend İçeren Zaman Serilerinin Ait Olduğu Konular
33. Zaman Serisi	Survival to age 65, female (% of cohort)
34. Zaman Serisi	Survival to age 65, male (% of cohort)
35. Zaman Serisi	Number of infant deaths
36. Zaman Serisi	Number of under-five deaths
37. Zaman Serisi	CO2 emissions (metric tons per capita)
38. Zaman Serisi	CO2 emissions from electricity and heat production, total (% of total fuel combustion)
39. Zaman Serisi	Fossil fuel energy consumption (% of total)
40. Zaman Serisi	Energy imports, net (% of energy use)
41. Zaman Serisi	Energy use (kg of oil equivalent per capita)
42. Zaman Serisi	Electric power consumption (kWh per capita)
43. Zaman Serisi	Services, etc., value added (% of GDP)
44. Zaman Serisi	Imports of goods and services (% of GDP)
45. Zaman Serisi	Food exports (% of merchandise exports)
46. Zaman Serisi	Life expectancy at birth, female (years)
47. Zaman Serisi	Life expectancy at birth, male (years)
48. Zaman Serisi	Life expectancy at birth, total (years)
49. Zaman Serisi	Mortality rate, adult, female (per 1,000 female adults)
50. Zaman Serisi	Mortality rate, adult, male (per 1,000 male adults)
51. Zaman Serisi	Mortality rate, infant (per 1,000 live births)
52. Zaman Serisi	Mortality rate, under-5 (per 1,000 live births)
53. Zaman Serisi	Death rate, crude (per 1,000 people)
54. Zaman Serisi	Urban population
55. Zaman Serisi	Urban population (% of total)
56. Zaman Serisi	Rural population (% of total population)
57. Zaman Serisi	Population ages 0-14 (% of total)
58. Zaman Serisi	Population ages 15-64 (% of total)
59. Zaman Serisi	Population ages 65 and above (% of total)
60. Zaman Serisi	Population density (people per sq. km of land area)
61. Zaman Serisi	Population, female (% of total)
62. Zaman Serisi	Population, total
63. Zaman Serisi	Fertility rate, total (births per woman)
64. Zaman Serisi	Birth rate, crude (per 1,000 people)

Ek Tablo 3. 1-11 veri seti

Veri Numarası	1. Zaman Serisi	2. Zaman Serisi	3. Zaman Serisi	4. Zaman Serisi	5. Zaman Serisi	6. Zaman Serisi	7. Zaman Serisi	8. Zaman Serisi	9. Zaman Serisi	10. Zaman Serisi	11. Zaman Serisi
1	0,2011	20,0954	2,4448	24,8062	67,3643	1,5735	1,6163	12,3880	48,7214	42,0126	56,5261
2	0,2053	19,1956	3,4735	23,7051	61,2249	1,6003	2,4865	9,6266	59,5506	31,5730	67,1629
3	0,2422	18,2947	3,8316	23,2056	55,0432	1,8249	2,2858	12,4872	38,2626	52,8245	45,5938
4	0,2328	20,2563	4,7314	27,0577	57,2145	1,8209	1,2303	9,9820	53,6509	37,0254	60,7953
5	0,2564	17,2662	4,5863	24,4155	54,5670	2,0068	0,6824	9,5554	44,8213	43,9935	53,9875
6	0,2593	16,5961	4,9958	22,3963	51,8276	1,9831	0,0856	7,8444	47,1266	42,1185	55,6837
7	0,2686	16,4404	4,9541	20,9541	50,3545	2,0797	0,2687	8,4160	34,1652	38,3513	58,8633
8	0,2725	17,8499	5,7133	23,2252	44,8808	2,1329	0,7400	8,1032	32,1943	45,7757	51,6436
9	0,2765	17,2468	5,6758	24,2396	42,2700	2,1975	0,6232	7,5146	30,6073	43,9525	53,7765
10	0,2839	17,5029	5,4162	23,6032	41,6895	2,2276	0,4363	11,1981	32,7496	35,1734	62,9015
11	0,3021	18,3609	4,9908	23,3780	41,0303	2,3413	2,5255	10,3256	30,4775	26,6844	71,6593
12	0,3204	19,7460	4,9125	24,0594	37,1130	2,4424	3,7155	10,8478	25,9806	28,5066	69,9368
13	0,3365	22,8135	4,5056	25,0153	35,1263	2,4400	5,5863	20,5298	26,1087	20,9497	77,4648
14	0,3599	21,8578	4,6445	23,4882	32,3758	2,4425	2,5732	17,4502	28,7230	24,9017	73,5624
15	0,3503	21,1212	4,6835	23,0018	32,6476	2,4257	0,8269	22,5717	26,3266	37,7904	60,8014
16	0,3512	22,4551	4,8969	20,5769	31,9937	2,4554	0,0040	25,8326	23,6668	45,8076	53,3118
17	0,3568	23,0988	4,9948	21,1639	32,0732	2,5319	0,1557	32,1547	23,7880	41,6825	57,2575
18	0,3818	22,3068	5,6909	20,0637	29,3684	2,5546	0,0920	35,5808	25,6329	42,9670	56,4025
19	0,3562	27,0163	3,6697	18,6773	26,4524	2,4293	1,4276	48,4473	28,5854	45,6842	53,6720
20	0,3507	27,9307	3,3748	17,8064	33,1393	2,4985	2,2809	44,2148	25,6069	48,7562	50,6595
21	0,3604	29,0507	3,9564	20,4250	31,9588	2,4091	5,9997	43,7849	24,8733	51,1328	48,4214
22	0,3623	28,0574	4,1327	19,0188	34,1337	2,5191	4,1077	43,8226	24,2581	53,3557	46,6443
23	0,3810	27,1462	4,7435	20,4434	35,8317	2,5812	5,7041	35,5828	31,3672	41,4780	58,5220
24	0,3778	26,5578	4,8025	20,5307	38,3014	2,5376	4,6816	33,3776	33,0513	43,8572	56,0710
25	0,3746	27,8778	4,6729	18,6574	40,5681	2,5813	2,4234	19,7322	43,9171	35,1997	64,7827
26	0,4003	24,4470	4,7280	19,3941	43,8905	2,7140	2,2910	22,3631	48,9633	29,9106	69,9786
27	0,4097	21,5191	4,2767	18,4228	44,7198	2,7595	2,8490	21,3263	39,8011	41,9769	57,8924

Ek Tablo 4. 1-11 veri seti devamı

Veri Numarası	1. Zaman Serisi	2. Zaman Serisi	3. Zaman Serisi	4. Zaman Serisi	5. Zaman Serisi	6. Zaman Serisi	7. Zaman Serisi	8. Zaman Serisi	9. Zaman Serisi	10. Zaman Serisi	11. Zaman Serisi
28	0,4159	23,3893	4,7640	20,5239	42,7511	2,7656	2,2002	20,4908	25,9865	60,2502	39,6062
29	0,3952	25,9838	5,0294	20,8165	42,5693	2,6712	2,2671	20,8066	38,9478	34,4689	65,4100
30	0,4347	24,6874	4,3644	18,4182	42,1852	2,8373	2,1457	17,9178	35,0712	40,2273	59,6337
31	0,4165	25,7138	4,6409	16,9983	45,0699	2,7668	1,5940	16,5274	35,7883	37,6506	62,1518
32	0,4213	26,5672	4,5142	16,8432	45,9893	2,8594	1,1367	13,5517	36,4869	39,4523	60,3739
33	0,4133	24,5252	4,4463	17,7329	43,7334	2,8551	1,3297	16,4885	32,1930	45,9991	53,8194
34	0,3990	23,4604	5,1570	16,2578	39,0995	2,7974	1,2990	13,0372	36,0504	39,0521	60,7819
35	0,4125	21,6480	5,2403	14,1164	39,7751	2,7904	1,1692	13,8967	32,5194	41,2084	58,4345
36	0,4193	21,9141	5,1442	15,7489	37,6519	2,7932	0,7404	12,5782	32,0603	42,6672	57,0587
37	0,4273	24,8290	4,8409	14,1778	39,0168	2,8123	0,9723	9,9037	32,7796	38,5455	61,0895
38	0,4190	25,6851	4,5844	14,4965	41,2719	2,8198	1,2736	13,2990	32,1450	38,0366	61,6653
39	0,4138	26,5630	4,5223	12,8321	42,5587	2,7961	1,0632	13,9484	31,8026	29,7810	70,0172
40	0,4201	23,3903	4,6566	12,5212	39,6906	2,7930	1,4188	15,2787	30,5687	24,7186	75,0180
41	0,4322	28,7170	4,0847	12,7112	40,3495	2,8457	1,9212	14,4671	31,3025	19,5641	80,1247
42	0,4125	23,1802	4,4914	12,1214	37,4630	2,7699	2,0804	12,9503	24,8447	26,0301	73,7172
43	0,4108	27,4827	4,6514	12,5578	36,9614	2,7712	2,2738	11,9128	22,9419	25,1314	74,6794
44	0,4146	29,3468	3,9783	13,7639	37,6745	2,8060	3,6075	14,0306	22,8590	30,5804	69,2504
45	0,3910	28,0809	4,3848	14,7093	38,0931	2,7924	4,1713	15,0774	26,6690	24,4270	75,4032
46	0,3799	25,4591	4,2416	15,6621	36,8954	2,8190	4,8188	14,5840	26,4607	25,0960	74,6919
47	0,3916	25,5261	4,0873	15,3265	39,1867	2,8085	5,8485	7,7637	27,8929	18,7155	80,9060
48	0,4071	23,0761	4,0419	14,9282	39,9771	2,8466	4,0243	8,4158	29,0881	16,7676	82,6135
49	0,4035	14,1903	6,2967	19,4602	40,3670	2,8769	3,9045	8,2599	28,5835	18,4578	80,3765
50	0,4148	15,2998	5,4194	18,3348	41,9736	2,8412	4,6992	8,4622	26,0629	24,5237	73,5630
51	0,4076	18,2681	5,3659	17,4278	41,7370	2,8308	5,2852	9,0721	28,8662	22,8159	74,6182
52	0,4034	18,2099	5,4953	17,5744	40,6542	2,8592	4,2581	8,6076	28,3984	24,1612	72,7156
53	0,4058	17,4646	3,8226	20,1110	41,0884	2,8191	3,7619	8,5983	26,5605	24,7425	71,0548
54	0,3822	16,6784	3,7979	17,0941	38,8647	2,7768	3,0833	7,1019	30,2394	16,1303	79,0932

Ek Tablo 5. 12-22 veri seti

Veri Numarası	12. Zaman Serisi	13. Zaman Serisi	14. Zaman Serisi	15. Zaman Serisi	16. Zaman Serisi	17. Zaman Serisi	18. Zaman Serisi	19. Zaman Serisi	20. Zaman Serisi	21. Zaman Serisi	22. Zaman Serisi
1	102,3661	8,3437	10,7098	17,4079	81,8182	9,8381	9,7406	77,8386	10,7781	11,0951	2,9874
2	102,7897	8,9056	11,6953	17,2867	81,6524	9,4421	6,6947	84,0641	6,6947	6,7209	3,6493
3	100,9940	9,9404	10,9344	18,2927	80,2187	9,8410	6,7953	82,8758	6,7410	6,7681	3,2942
4	100,8372	10,5116	11,3488	19,8853	79,1628	10,3256	6,0112	81,6987	7,1794	7,5444	5,9432
5	101,5736	11,2510	12,8245	20,2110	78,8356	9,9135	6,2528	76,7503	6,2968	6,9793	9,3989
6	100,8511	11,7730	12,6241	21,0680	78,0851	10,1418	5,2996	77,9658	5,2181	5,5035	6,2129
7	101,3968	12,0000	13,3968	22,1060	78,0317	9,9683	5,0718	79,5598	4,9187	5,3971	6,4292
8	101,1416	12,2146	13,3562	22,6846	77,9680	9,8174	5,8278	73,7850	7,0982	7,5418	7,3079
9	101,9338	12,7735	14,7074	22,5418	76,6412	10,5852	6,3227	75,0051	7,0900	7,4923	6,5779
10	102,9278	10,8454	13,7732	23,3970	77,6907	11,4639	8,3978	74,8645	8,5813	9,7895	6,2324
11	102,5251	14,2857	16,8108	24,4825	74,9568	10,7575	9,7498	74,3981	9,7055	10,9410	8,8702
12	102,0604	13,4066	15,4670	24,4476	75,3571	11,2363	8,5725	72,9757	9,3840	12,0741	7,7749
13	105,5466	12,3437	17,8903	23,2288	77,1279	10,5284	12,2968	72,2199	12,6964	16,0134	9,8974
14	106,8104	11,8989	18,7093	23,2752	77,0866	11,0146	13,5611	70,4196	13,7804	15,7210	18,3397
15	105,8066	14,5165	20,3231	24,7019	74,0646	11,4189	14,0949	72,1864	15,7189	17,3658	17,1944
16	106,8920	13,7745	20,6665	24,0976	73,9941	12,2314	10,8369	75,4551	10,8813	11,7929	19,0592
17	103,1418	12,0046	15,1463	23,5328	75,8708	12,1247	10,5357	73,5433	11,5216	13,4323	18,6017
18	102,6637	11,8390	14,5027	26,2568	76,4119	11,7490	13,2701	69,2446	13,5974	15,3047	14,0245
19	106,7660	11,3983	18,1643	23,8159	77,0485	11,5532	17,0904	66,8925	16,1558	17,3462	17,9253
20	104,6678	13,2021	17,8699	27,0856	76,9573	9,8405	19,2338	64,9620	18,7790	19,4960	28,1260
21	103,1528	13,7998	16,9526	28,1945	76,2566	9,9436	35,7786	53,2934	35,3405	37,2525	34,0843
22	104,0846	12,2007	16,2853	27,1951	78,4112	9,3882	33,0801	52,7951	38,4979	40,9181	34,1507
23	104,0669	12,1134	16,1803	26,2144	79,5509	8,3356	26,3633	56,1403	36,8525	38,4940	26,2803
24	103,1055	13,4077	16,5132	27,1269	79,0768	7,5155	30,1648	58,5850	33,4087	35,0495	20,8596
25	102,7896	16,0580	18,8476	31,9277	76,3540	7,5880	28,0017	59,7708	32,9760	34,4165	21,0280
26	102,1766	23,4899	25,6665	32,5488	68,6872	7,8229	25,9751	64,3061	26,2982	29,5403	16,4039
27	98,8989	26,2437	25,1426	33,9355	66,1436	7,6126	24,1950	68,7969	21,4977	24,6201	13,5724

Ek Tablo 6. 12-22 veri setinin devamı

Veri Numarası	12. Zaman Serisi	13. Zaman Serisi	14. Zaman Serisi	15. Zaman Serisi	16. Zaman Serisi	17. Zaman Serisi	18. Zaman Serisi	19. Zaman Serisi	20. Zaman Serisi	21. Zaman Serisi	22. Zaman Serisi
28	101,5778	21,8948	23,4726	33,9998	68,7619	9,3434	21,4855	63,9229	20,3945	25,8389	14,1075
29	104,2128	20,3365	24,5493	32,1571	68,7025	10,9610	17,6121	68,0380	16,7147	19,9325	15,6714
30	102,7938	19,9183	22,7120	32,6930	67,6625	12,4193	13,6754	72,1005	12,7674	16,5535	14,2020
31	102,9529	20,4094	23,3623	32,3850	66,6656	12,9250	15,0840	73,7270	13,6631	16,5676	13,2839
32	105,6695	20,9461	26,6156	31,0976	66,1600	12,8939	14,0195	76,4321	12,6356	14,8844	11,2502
33	99,0216	22,2989	21,3205	33,2491	66,0437	11,6574	14,4790	73,1693	10,3778	16,4136	6,1795
34	104,4594	21,0141	25,4736	33,2367	68,2001	10,7858	13,2365	74,3994	9,2531	14,9775	10,0288
35	106,2840	18,2673	24,5513	31,5990	70,1619	11,5708	11,7487	76,4428	9,1242	14,6844	8,3635
36	105,8069	19,3039	25,1108	31,8536	68,4367	12,2594	11,7025	74,0414	9,4313	13,2430	9,1484
37	98,8427	23,2708	22,1135	35,3431	66,4765	10,2527	10,0373	75,8485	7,4201	10,8974	7,4910
38	99,8461	19,2776	19,1237	33,1503	68,4934	12,2290	11,2550	75,8875	8,7356	11,8171	5,9528
39	102,9964	17,7704	20,7668	31,3317	70,5032	11,7264	10,6907	77,4166	7,8110	11,3535	6,0590
40	95,8745	19,2096	15,0841	30,1521	68,3941	12,3963	8,8362	78,0399	6,5254	9,5564	7,4545
41	98,3655	19,2486	17,6141	28,6243	68,0215	12,7299	9,3882	76,4731	7,0444	10,6359	8,5956
42	101,0435	16,5533	17,5968	28,5704	71,2466	12,2001	9,0133	76,6105	6,3724	10,2260	7,1170
43	102,6341	16,7560	19,3901	28,4491	71,2944	11,9496	10,6351	74,9853	8,0704	12,1486	6,1554
44	103,4961	16,4935	19,9896	28,4639	71,7181	11,7884	11,8697	74,3519	9,3716	12,8579	5,8700
45	104,9111	17,1437	22,0549	28,1911	70,5242	12,3321	13,2178	71,5961	10,1457	14,2785	6,2894
46	105,1606	15,9069	21,0676	27,7461	71,3062	12,7869	12,8228	71,2746	9,5451	13,7084	5,9979
47	104,4328	17,3491	21,7818	27,1822	69,8496	12,8013	13,5545	69,5623	9,4716	14,0252	4,6884
48	101,1054	13,8324	14,9377	25,2511	71,4673	14,7003	18,8995	67,4261	10,9463	16,5825	5,8511
49	105,5506	13,9728	19,5234	26,3923	71,6921	14,3351	20,8079	62,2269	17,2427	24,0039	5,4172
50	108,6708	14,8854	23,5562	27,4718	71,1895	13,9251	20,3540	62,4111	17,1592	24,2026	5,5216
51	105,1626	14,9699	20,1325	26,6677	70,1861	14,8440	19,2115	62,6387	16,1613	23,7224	3,6233
52	106,5431	14,0994	20,6425	26,6087	70,8052	15,0954	23,8311	58,7150	21,6050	28,9525	4,4599
53	104,2434	15,7678	20,0113	27,1004	68,8929	15,3393	23,1025	58,5133	19,4448	27,4406	4,9362
54	102,8798	15,2279	18,1077	26,5124	69,0741	15,6980	21,8986	60,6540	18,2837	25,4897	4,4212

Ek Tablo 7. 23-32 veri seti

Veri Numarası	23. Zaman Serisi	24. Zaman Serisi	25. Zaman Serisi	26. Zaman Serisi	27. Zaman Serisi	28. Zaman Serisi	29. Zaman Serisi	30. Zaman Serisi	31. Zaman Serisi	32. Zaman Serisi
1	89,1903	0,2948	12,7748	19485908	6,5802	1,7546	91,6563	12865300	67,8837	13,3418
2	87,0660	0,0969	13,8170	19789474	4,4344	1,4678	91,0944	12965000	69,2127	13,1291
3	83,6598	0,0726	6,7746	20090297	5,9042	2,2189	90,0596	13016700	72,6234	13,6179
4	82,1705	0,0738	5,9769	20389740	7,6018	2,7971	89,4884	12930000	74,2608	15,1052
5	86,2404	0,2259	4,2636	20633049	14,0513	2,4164	88,7490	12960000	79,0561	15,1786
6	85,0200	0,3037	1,4530	20845179	6,7433	3,2345	88,2270	12973750	80,7861	15,4353
7	82,0736	0,0579	0,8722	21054082	7,7390	3,3808	88,0000	13013600	82,0451	16,2198
8	81,2695	0,1428	3,1672	21264380	6,9019	3,5225	87,7854	13131500	80,3946	16,5299
9	81,4163	0,1626	7,6313	21477293	7,5792	3,4074	87,2265	13304450	76,7880	16,5272
10	82,0523	0,7686	2,0145	21740513	6,0033	4,5788	89,1546	13159450	77,7850	17,1125
11	79,4355	0,2753	2,0332	22031115	4,3955	4,0585	85,7143	13292700	80,1357	17,9158
12	80,2690	0,6205	2,2703	22323747	4,2297	4,9173	86,5934	13043800	79,1422	18,1020
13	77,2919	1,2197	9,7832	22611512	7,2363	5,0902	87,6563	12687975	61,2381	17,0995
14	77,7588	0,5232	7,4292	22889898	8,3668	4,0064	88,1011	13187320	68,7633	17,0962
15	75,5898	0,4179	2,8338	23223516	6,3949	3,6506	85,4835	13606050	68,8757	18,2252
16	69,6401	0,9263	1,3249	23583340	8,2201	3,6440	86,2255	13547370	67,1415	17,8146
17	68,3942	1,0471	1,3751	23942217	5,7035	2,8517	87,9954	13574950	61,9838	17,5214
18	63,5147	0,9854	1,7709	24307701	6,3642	3,3194	88,1610	13352750	57,5248	19,6189
19	65,7522	0,5353	3,5044	24683835	7,0344	3,3400	88,6017	13696200	43,0716	17,3198
20	49,4693	0,6631	2,7703	24630329	4,5713	4,6151	86,7979	13163000	46,5512	19,7244
21	53,7821	0,7360	2,6079	24380288	3,6467	3,8203	86,2002	13638000	47,8450	20,2962
22	56,5380	0,5503	1,8378	24095524	4,4595	4,9559	87,7993	13421685	46,4872	19,5096
23	54,2138	0,7432	5,7267	23763899	4,4465	4,3392	87,8866	13322299	51,4580	18,4734
24	55,0836	0,8696	5,2408	23385160	4,3041	4,3126	86,5923	13350004	54,1023	18,7816
25	59,6174	0,8720	4,9370	23121193	4,6515	5,1967	83,9420	13719650	65,8935	22,8741
26	72,0713	1,2016	5,1879	22892428	3,8253	5,8611	76,5101	13747458	60,5367	22,6426
27	63,2775	1,4572	4,2498	22629676	5,1616	6,9138	73,7563	13699650	62,3331	23,7354

Ek Tablo 8. 23-32 veri seti devamı

Veri Numarası	23. Zaman Serisi	24. Zaman Serisi	25. Zaman Serisi	26. Zaman Serisi	27. Zaman Serisi	28. Zaman Serisi	29. Zaman Serisi	30. Zaman Serisi	31. Zaman Serisi	32. Zaman Serisi
28	65,0781	1,3729	7,9607	22341556	5,6895	8,0657	78,1052	13729100	58,9285	23,8407
29	65,8463	1,7424	8,3176	22028179	4,3495	5,4741	79,6635	13488604	61,0434	22,7326
30	69,7588	1,1626	6,0479	21976981	3,3210	5,5726	80,0817	13640120	66,0780	22,9818
31	80,3120	1,2833	5,9505	22035352	2,8639	4,7340	79,5906	13908596	67,7160	22,4739
32	78,5684	0,8178	5,6229	22084718	2,5404	4,7376	79,0539	13731104	70,7569	21,6984
33	76,6207	0,0000	4,9515	22127528	2,6017	5,9881	77,7011	14079449	66,9701	22,8662
34	78,7042	1,1760	6,9901	22166499	3,2617	5,8543	78,9859	14132450	68,3071	23,4234
35	78,7880	2,1351	6,5046	22203347	3,0420	4,8373	81,7327	13805470	69,7815	21,8188
36	79,4077	1,2930	5,4465	22237713	3,0224	4,8475	80,6961	13935230	72,0812	22,3179
37	81,4155	1,0229	5,0304	22266349	2,8717	4,5448	76,7292	13962473	75,6954	25,7411
38	83,3372	1,2623	5,0053	22287503	2,7765	4,3285	80,7224	14065400	73,6379	23,7784
39	79,2542	0,9475	3,9256	22297847	2,5686	3,9527	82,2296	13919510	70,4891	22,2539
40	78,0046	0,7840	3,6743	22250856	2,1956	3,7634	80,7904	13954138	66,8353	21,2749
41	76,6477	0,6909	3,8113	22173370	2,0033	4,9148	80,7514	13901355	67,8637	20,0765
42	76,6465	0,8137	4,1794	22084559	1,9931	5,5030	83,4467	13777950	68,4019	20,1847
43	75,9458	0,9961	3,2825	21980723	2,1672	6,1446	83,2440	13406000	71,4872	19,8440
44	75,2100	1,0048	2,9073	21862655	2,4618	6,0814	83,5065	13840335	68,6840	19,7540
45	72,7446	1,1637	2,5690	21723059	3,3099	7,2027	82,8563	13885155	65,5517	19,3486
46	70,2545	1,1576	3,1335	21567181	3,4896	7,9428	84,0931	13037271	64,9458	18,6488
47	69,6564	1,1652	4,3139	21411415	3,3982	8,5239	82,6509	12396858	59,8185	17,8467
48	68,7660	1,1786	4,3817	21277914	3,2120	6,7956	86,1676	11982348	64,2380	16,6162
49	69,2769	1,5145	4,0474	21176105	4,4156	8,1437	86,0272	12061799	63,3199	17,4142
50	66,1804	1,4214	4,5386	21112613	4,2141	8,4544	85,1146	12014528	60,5631	18,1811
51	64,0152	1,6669	4,5491	21082022	4,2893	8,2706	85,0301	11850420	57,8199	17,3908
52	63,7234	1,6801	4,5759	21060591	4,5093	7,2053	85,9006	11280649	61,6624	17,3042
53	64,0182	1,4939	5,1210	21015924	4,1071	7,1669	84,2322	11507059	61,5099	17,7788
54	62,5803	1,7238	5,3397	20927471	3,9500	6,2725	84,7721	11553065	66,5854	17,6439

Ek Tablo 9. 33-43 veri seti

Veri Numarası	33. Zaman Serisi	34. Zaman Serisi	35. Zaman Serisi	36. Zaman Serisi	37. Zaman Serisi	38. Zaman Serisi	39. Zaman Serisi	40. Zaman Serisi	41. Zaman Serisi	42. Zaman Serisi	43. Zaman Serisi
1	47,36124	37,00597	187697	283508	0,610473	19,73763	44,15911	12,5867	384,3461	96,63721	28,71665
2	48,33035	38,02505	187153	280681	0,615079	19,68312	49,04967	17,94188	410,0218	111,7607	28,22757
3	49,23046	39,10725	186570	277764	0,748241	21,64058	51,62628	18,0262	420,6276	120,3161	30,0813
4	50,13057	40,18946	185192	273915	0,765934	16,21488	53,97489	19,24357	433,2114	131,8458	32,60038
5	51,03069	41,27167	181877	269125	0,86939	21,67266	56,08173	18,82009	445,5102	143,7089	31,25
6	51,9308	42,35387	178200	263216	0,883506	22,81964	59,44922	19,3506	478,2421	156,629	33,06511
7	52,83091	43,43608	174414	257076	0,994607	24,84404	60,62461	16,2567	484,3933	170,4244	35,05559
8	53,77993	44,1675	171061	251563	1,033139	22,71805	62,1832	18,08827	497,8125	184,9303	35,34584
9	54,72894	44,89892	168710	247444	1,093927	23,26748	64,16109	19,43591	512,86	206,069	37,29079
10	55,67795	45,63034	166861	244196	1,142443	26,7959	65,65403	23,18499	523,7652	223,0528	38,13163
11	56,62696	46,36177	165486	241123	1,226269	26,29367	68,99165	29,34285	548,8562	247,0788	40,1142
12	57,57597	47,09319	164410	238142	1,34052	24,65852	70,28143	31,50444	605,1365	277,2557	40,53824
13	58,57923	47,89976	162742	234336	1,476537	22,58919	72,39129	36,25547	651,7762	298,1782	39,68419
14	59,58248	48,70633	160103	229522	1,591945	23,79147	72,57193	36,96602	658,5218	313,252	40,22731
15	60,58574	49,5129	156304	224018	1,597385	25,22604	72,37633	39,22072	682,8093	359,4174	41,697
16	61,58899	50,31947	151732	217100	1,676583	24,61848	73,1049	42,95357	726,0916	421,5139	43,50244
17	62,59225	51,12604	146554	209314	1,838406	24,26879	74,85099	46,93419	778,4328	462,6744	43,8068
18	63,58186	51,89576	141338	201180	1,988591	24,17613	73,6975	44,61184	758,029	480,5127	45,16807
19	64,57147	52,66547	135915	192979	1,841493	23,97645	70,98887	42,42306	704,8876	489,4628	49,68023
20	65,56108	53,43518	130150	184333	1,761192	25,0296	71,91817	45,50803	716,2913	496,3354	48,39729
21	66,55069	54,20489	124407	175513	1,725601	23,16511	71,59577	43,0369	705,5999	519,7963	49,12031
22	67,54031	54,97461	118523	166412	1,777486	25,09137	72,17233	43,72848	732,662	543,6765	51,44532
23	68,35521	55,7486	112485	157184	1,891141	24,40062	73,87616	45,95051	757,9663	555,4186	52,09523
24	69,17012	56,52259	106226	147794	1,923452	25,41722	74,38064	45,43183	770,956	613,3592	52,61425
25	69,98503	57,29658	99906	138400	1,990035	27,03442	76,59234	44,4064	799,5611	659,1555	47,96786
26	70,79993	58,07057	93557	128960	2,170012	30,72649	77,98248	44,48884	843,9527	697,8886	48,97718
27	71,61484	58,84456	87385	119774	2,328925	34,41703	78,86663	46,72261	917,9761	770,1367	48,21926

Ek Tablo 10. 33-43 veri seti devamı

Veri Numarası	33. Zaman Serisi	34. Zaman Serisi	35. Zaman Serisi	36. Zaman Serisi	37. Zaman Serisi	38. Zaman Serisi	39. Zaman Serisi	40. Zaman Serisi	41. Zaman Serisi	42. Zaman Serisi	43. Zaman Serisi
28	72,38367	59,493	81767	111308	2,538794	29,22563	77,03619	47,56225	907,1421	808,0535	48,89856
29	73,1525	60,14144	76829	103590	2,42314	24,68739	79,78316	47,78982	925,2989	873,5255	49,75
30	73,92134	60,78988	72410	96658	2,625319	31,0559	81,80089	51,03172	976,3442	928,4446	51,50299
31	74,69017	61,43832	68406	90398	2,701355	30,74019	81,41887	50,68456	946,5657	964,0953	52,05186
32	75,459	62,08677	64819	84652	2,706632	31,56064	81,3742	50,85865	960,8592	1043,197	52,82758
33	76,31403	62,87133	61499	79666	2,743328	33,10494	81,38847	53,99163	1003,186	1114,139	50,72512
34	77,16905	63,6559	58538	74972	2,806277	32,04349	81,61679	53,21012	975,7323	1144,617	50,47385
35	78,02407	64,44047	55926	70823	2,722651	36,35707	82,59588	56,98771	1052,053	1226,575	51,00643
36	78,8791	65,22503	53457	67143	2,938622	34,00738	83,23558	59,47236	1125,646	1327,721	53,18079
37	79,73412	66,0096	51051	63417	3,165692	34,16592	83,78303	60,29026	1165,812	1439,462	51,07528
38	80,40311	67,10481	48477	59652	3,287325	35,75035	83,64275	59,48222	1169,59	1519,719	55,31256
39	81,0721	68,20001	45485	55723	3,270269	38,1515	84,56266	60,98039	1130,942	1556,129	57,35678
40	81,7411	69,29522	42318	51562	3,158669	40,60201	86,30128	65,95818	1201,087	1652,747	59,90017
41	82,41009	70,39042	38915	47335	3,417944	37,22918	86,12402	65,23943	1094,347	1613,239	59,66876
42	83,07908	71,48563	35605	43147	3,031233	41,96746	86,08868	67,51048	1139,695	1667,865	60,03888
43	83,60996	72,08216	32592	39252	3,158284	37,09703	87,0572	69,71013	1178,902	1772,613	60,63244
44	84,14085	72,67869	29992	36060	3,307954	35,59773	86,70592	70,13259	1205,339	1892,896	60,74065
45	84,67173	73,27522	27795	33110	3,365828	35,56596	88,05964	71,58227	1240,948	2015,16	62,43472
46	85,20262	73,87175	25767	30629	3,498208	37,55493	89,00397	71,71294	1355,834	2180,724	63,72677
47	85,7335	74,46829	24158	28465	3,807814	37,67535	90,49675	72,7255	1438,535	2349,879	64,36112
48	86,01925	74,99658	22693	26597	4,094889	40,08739	90,57388	70,64201	1403,255	2425,269	65,63665
49	86,30501	75,52487	21461	24984	4,036995	43,19366	89,89939	69,03588	1372,287	2316,643	64,15048
50	86,59076	76,05317	20402	23690	3,898959	43,70593	88,98548	69,38823	1455,834	2492,2	63,52058
51	86,87652	76,58146	19405	22468	4,121155	42,59929	89,89722	71,42479	1526,345	2692,37	64,48945
52	87,16227	77,10975	18452	21428	4,364167	43,2775	89,35932	73,86094	1561,835	2761,713	65,05919
53	87,43233	77,55989	17395	20134	4,402995	41,74183	87,35264	72,23197	1528,203	2744,844	64,89016
54	87,7024	78,01002	16325	18936	4,243453	42,73182	90,16574	74,41336	1540,491	2769,691	64,95901

Ek Tablo 11. 44-54 veri seti

Veri Numarası	44. Zaman Serisi	45. Zaman Serisi	46. Zaman Serisi	47. Zaman Serisi	48. Zaman Serisi	49. Zaman Serisi	50. Zaman Serisi	51. Zaman Serisi	52. Zaman Serisi	53. Zaman Serisi	54. Zaman Serisi
1	7,970112	66,99248	49,108	43,244	46,10449	260,7628	351,9323	157,1	235,5	19,83	9424077
2	6,974249	60,54041	49,789	44,025	46,83671	253,4324	343,6794	152,6	228,7	19,165	9807573
3	5,467197	60,67812	50,471	44,815	47,57402	248,3412	335,9428	148,2	221,9	18,513	10202672
4	5,395349	59,79891	51,149	45,599	48,30632	243,25	328,2062	144,1	215,4	17,885	10610427
5	5,664831	56,29658	51,819	46,361	49,02344	238,1588	320,4696	140,2	209,3	17,294	11085217
6	4,964539	60,91623	52,478	47,085	49,71573	233,0675	312,733	136,6	203,4	16,75	11603225
7	5,079365	55,3587	53,13	47,768	50,38361	227,9763	304,9964	133,1	197,8	16,252	12142207
8	4,737443	60,07909	53,779	48,409	51,02851	222,8211	301,3148	129,6	192,3	15,795	12704821
9	6,361323	49,27887	54,427	49,009	51,65193	217,6659	297,6332	126,2	186,9	15,376	13294738
10	8,247423	48,0864	55,079	49,578	52,26141	212,5106	293,9517	122,8	181,5	14,988	13867566
11	8,543756	53,57647	55,738	50,129	52,8651	207,3554	290,2701	119,3	175,9	14,622	14444241
12	9,093407	48,51361	56,41	50,68	53,47512	202,2002	286,5886	115,9	170,3	14,265	15043175
13	11,27471	46,47218	57,095	51,241	54,09661	197,5466	283,1276	112,4	164,5	13,907	15661189
14	11,23177	45,44998	57,793	51,82	54,73366	192,893	279,6666	108,8	158,6	13,543	16295739
15	10,66569	42,15144	58,505	52,414	55,38522	188,2394	276,2056	105,2	152,7	13,17	16877180
16	10,70719	51,30355	59,231	53,02	56,04976	183,5858	272,7446	101,5	146,7	12,788	17436871
17	7,288703	53,08546	59,966	53,626	56,71868	178,9322	269,2837	97,7	140,7	12,402	18010888
18	5,881718	52,72811	60,703	54,225	57,385	174,8124	266,0302	94	134,7	12,018	18604649
19	11,92789	51,07157	61,435	54,815	58,04427	170,6927	262,7768	90,2	128,7	11,638	19221955
20	12,9047	45,99502	62,153	55,395	58,69159	166,5729	259,5233	86,4	122,7	11,263	20306507
21	15,01687	39,27286	62,849	55,971	59,32612	162,4532	256,2699	82,6	116,7	10,895	21617652
22	16,55784	38,26251	63,518	56,545	59,94646	158,3335	253,0164	78,8	110,7	10,533	22977079
23	19,6735	30,76473	64,158	57,119	60,55266	154,5634	250,0318	75,1	104,9	10,18	24374292
24	18,96625	25,20845	64,768	57,691	61,1432	150,7933	247,0471	71,5	99,3	9,84	25792919
25	16,10202	29,86749	65,35	58,252	61,71444	147,0232	244,0625	68,1	93,9	9,515	27065898
26	17,75744	25,30449	65,905	58,793	62,26227	143,2532	241,0779	64,8	88,7	9,212	28276413
27	17,55286	24,50966	66,441	59,308	62,78751	139,4831	238,0932	61,6	83,7	8,93	29496821

Ek Tablo 12. 44-54 veri seti devamı

Veri Numarası	44. Zaman Serisi	45. Zaman Serisi	46. Zaman Serisi	47. Zaman Serisi	48. Zaman Serisi	49. Zaman Serisi	50. Zaman Serisi	51. Zaman Serisi	52. Zaman Serisi	53. Zaman Serisi	54. Zaman Serisi
28	17,78075	22,94492	66,968	59,796	63,29454	136,1429	235,233	58,6	79	8,671	30725013
29	17,57789	22,40539	67,494	60,263	63,79032	132,8028	232,3728	55,8	74,5	8,433	31966426
30	16,63488	25,95427	68,027	60,716	64,28234	129,4626	229,5126	53,1	70,3	8,213	32932527
31	17,34513	22,73425	68,58	61,167	64,7831	126,1224	226,6525	50,5	66,3	8,007	33775782
32	19,34328	22,55215	69,155	61,629	65,30022	122,7823	223,7923	48	62,4	7,81	34622736
33	20,38372	21,93474	69,748	62,114	65,8379	119,8587	221,1321	45,5	58,8	7,619	35481241
34	24,35103	19,56304	70,358	62,628	66,39873	116,9351	218,472	43,1	55,2	7,431	36355821
35	27,82666	19,72054	70,975	63,179	66,98193	114,0115	215,8119	40,8	51,8	7,245	37248141
36	30,38861	19,55457	71,588	63,775	67,58622	111,0879	213,1517	38,5	48,6	7,061	38156391
37	20,18032	17,36026	72,182	64,407	68,19968	108,1643	210,4916	36,3	45,4	6,881	39078525
38	19,28599	15,35676	72,749	65,063	68,81227	105,5181	204,211	34,2	42,4	6,709	40008114
39	23,09427	12,80351	73,284	65,731	69,41539	102,8718	197,9304	32,1	39,6	6,547	40942310
40	23,31535	12,7473	73,786	66,393	69,99934	100,2256	191,6498	30,2	36,9	6,399	41931838
41	23,58277	10,09398	74,26	67,028	70,5558	97,5794	185,3692	28,3	34,4	6,266	42952396
42	24,03808	10,00762	74,716	67,621	71,08198	94,9332	179,0886	26,5	32	6,152	43975562
43	26,18562	9,314335	75,157	68,162	71,5742	92,5146	175,9803	24,8	29,7	6,056	44992838
44	25,3515	10,49354	75,584	68,645	72,02988	90,0959	172,8721	23,2	27,7	5,977	45997962
45	27,58105	9,320216	75,992	69,073	72,44812	87,6773	169,7639	21,7	25,7	5,916	46981662
46	27,48387	8,441923	76,374	69,452	72,82859	85,2587	166,6556	20,2	23,9	5,868	47948311
47	28,34068	8,302372	76,723	69,8	73,17707	82,84	163,5474	18,9	22,2	5,83	48932942
48	24,42181	10,82518	77,039	70,131	73,50076	81,4179	160,274	17,6	20,6	5,8	49983393
49	26,75978	10,57671	77,322	70,452	73,80322	79,9957	157,0006	16,4	19,1	5,775	51134311
50	32,64746	10,60689	77,58	70,768	74,09093	78,5736	153,7272	15,3	17,8	5,755	52404389
51	31,45872	10,76822	77,818	71,081	74,36734	77,1514	150,4538	14,2	16,5	5,739	53767165
52	32,17893	11,23839	78,047	71,389	74,6368	75,7293	147,1804	13,2	15,4	5,729	55163048
53	32,12825	11,44533	78,273	71,689	74,90071	74,348	144,543	12,3	14,3	5,725	56507864
54	30,84085	12,0949	78,502	71,984	75,16351	72,9668	141,9055	11,6	13,5	5,727	57738359

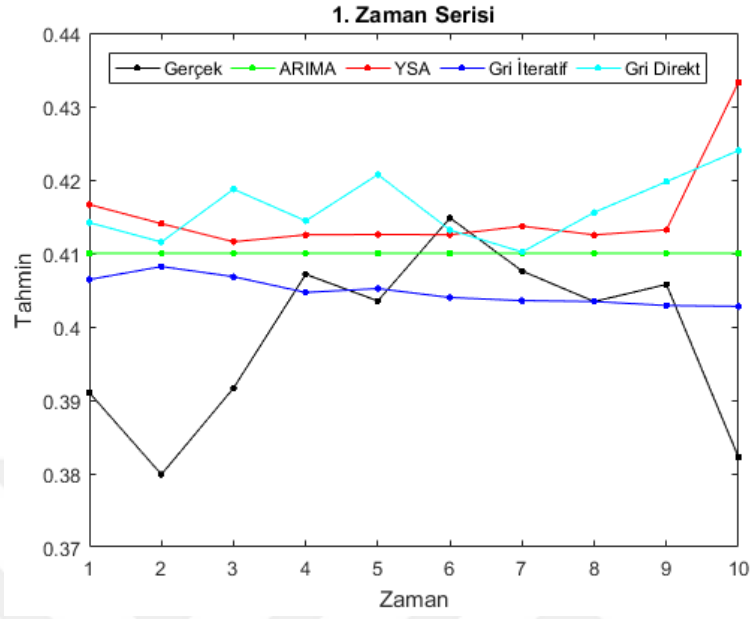
Ek Tablo 13. 55-64 veri seti

Veri Numarası	55. Zaman Serisi	56. Zaman Serisi	57. Zaman Serisi	58. Zaman Serisi	59. Zaman Serisi	60. Zaman Serisi	61. Zaman Serisi	62. Zaman Serisi	63. Zaman Serisi	64. Zaman Serisi
1	32,598	67,402	43,16919	53,46771	3,363101	37,56349	50,23253	28909985	6,241	45,398
2	33,137	66,863	43,43578	53,08451	3,479705	38,4562	50,25973	29597047	6,175	44,557
3	33,68	66,32	43,54671	52,87216	3,581125	39,36043	50,28587	30292969	6,104	43,741
4	34,227	65,773	43,45683	52,8835	3,659664	40,27931	50,31124	31000167	6,029	42,972
5	34,949	65,051	43,42266	52,84226	3,735075	41,21236	50,33681	31718266	5,951	42,281
6	35,759	64,241	43,20025	53,00792	3,791835	42,16104	50,36198	32448404	5,874	41,696
7	36,577	63,423	42,84893	53,31163	3,839444	43,13279	50,38387	33196289	5,797	41,218
8	37,401	62,599	42,46658	53,64591	3,887513	44,13705	50,39882	33969201	5,721	40,834
9	38,234	61,766	42,11019	53,94918	3,940633	45,18019	50,40493	34772031	5,644	40,528
10	38,945	61,055	41,85127	54,10959	4,03914	46,26649	50,40169	35608079	5,563	40,267
11	39,6	60,4	41,60987	54,25107	4,139055	47,39337	50,39148	36475356	5,475	40,009
12	40,258	59,742	41,3793	54,37999	4,240713	48,5518	50,37885	37366922	5,375	39,713
13	40,92	59,08	41,14168	54,51028	4,348034	49,7287	50,36951	38272701	5,263	39,35
14	41,586	58,414	40,89097	54,64457	4,464465	50,9149	50,36723	39185637	5,14	38,903
15	42,087	57,913	40,78686	54,67612	4,537023	52,10386	50,37237	40100696	5,008	38,376
16	42,508	57,492	40,63373	54,75226	4,614011	53,29861	50,38365	41020211	4,872	37,788
17	42,931	57,069	40,45094	54,86921	4,679851	54,51075	50,4008	41953105	4,738	37,168
18	43,355	56,645	40,25798	55,02993	4,712086	55,75712	50,42309	42912350	4,608	36,535
19	43,78	56,22	40,05931	55,23844	4,702248	57,04792	50,44963	43905790	4,483	35,889
20	45,189	54,811	39,82915	55,51095	4,659892	58,38758	50,48078	44936836	4,361	35,21
21	46,997	53,003	39,573	55,83921	4,58779	59,7663	50,51567	45997940	4,239	34,468
22	48,812	51,188	39,28299	56,21193	4,505081	61,16264	50,55087	47072603	4,114	33,642
23	50,634	49,366	38,9426	56,62176	4,435636	62,54719	50,58227	48138191	3,982	32,728
24	52,448	47,552	38,54415	57,06326	4,392583	63,89834	50,60737	49178079	3,844	31,741
25	53,93	46,07	38,20392	57,4085	4,387584	65,20937	50,6252	50187091	3,703	30,706
26	55,261	44,739	37,79046	57,80764	4,401898	66,48499	50,63712	51168841	3,563	29,656
27	56,587	43,413	37,31609	58,24952	4,434392	67,72929	50,64587	52126497	3,426	28,633

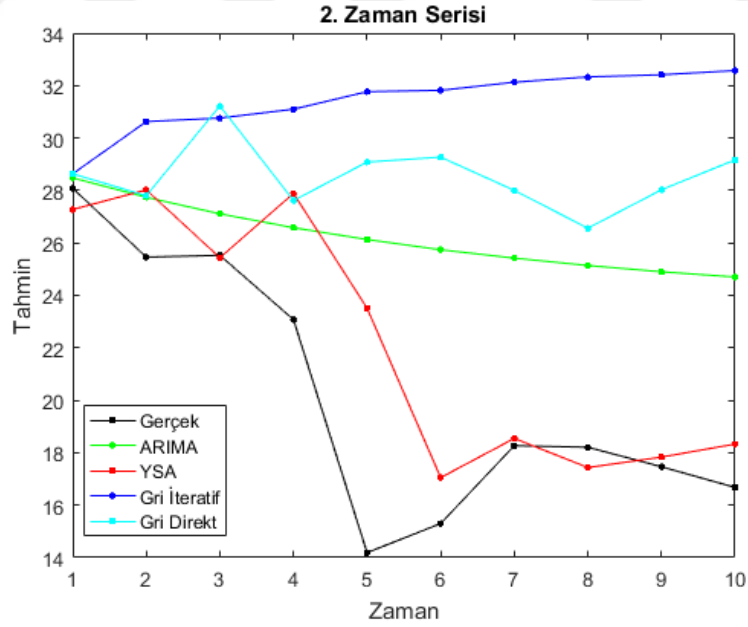
Ek Tablo 14. 55-64 veri seti devamı

Veri Numarası	55. Zaman Serisi	56. Zaman Serisi	57. Zaman Serisi	58. Zaman Serisi	59. Zaman Serisi	60. Zaman Serisi	61. Zaman Serisi	62. Zaman Serisi	63. Zaman Serisi	64. Zaman Serisi
28	57,899	42,101	36,79942	58,71819	4,482389	68,95075	50,65515	53066569	3,298	27,672
29	59,203	40,797	36,25297	59,20242	4,54461	70,15658	50,66736	53994605	3,181	26,797
30	59,976	40,024	35,6902	59,67381	4,635986	71,34533	50,68311	54909508	3,076	26,03
31	60,518	39,482	35,11326	60,15113	4,735611	72,51684	50,70127	55811134	2,986	25,379
32	61,055	38,945	34,52236	60,63034	4,847297	73,68145	50,72036	56707454	2,908	24,827
33	61,59	38,41	33,92265	61,10097	4,976376	74,85255	50,7383	57608769	2,84	24,354
34	62,123	37,877	33,32568	61,54992	5,1244	76,03955	50,75368	58522320	2,781	23,944
35	62,653	37,347	32,77064	61,93291	5,296448	77,24684	50,76627	59451488	2,728	23,574
36	63,179	36,821	32,2381	62,28296	5,478945	78,47161	50,7767	60394104	2,679	23,22
37	63,703	36,297	31,72484	62,61238	5,662776	79,70697	50,78543	61344874	2,63	22,861
38	64,223	35,777	31,22165	62,94304	5,835306	80,94229	50,79322	62295617	2,581	22,484
39	64,741	35,259	30,7234	63,28651	5,990085	82,16956	50,80059	63240157	2,531	22,078
40	65,332	34,668	30,31791	63,56176	6,120327	83,39422	50,8074	64182694	2,479	21,646
41	65,953	34,047	29,87881	63,88363	6,237565	84,61958	50,81352	65125766	2,426	21,196
42	66,569	33,431	29,43303	64,22184	6,345135	85,83361	50,81956	66060121	2,376	20,746
43	67,18	32,82	29,0117	64,54147	6,446835	87,02047	50,82628	66973561	2,329	20,312
44	67,783	32,217	28,62385	64,8302	6,545945	88,17304	50,83406	67860617	2,287	19,902
45	68,382	31,618	28,22423	65,13027	6,6455	89,26981	50,84346	68704721	2,25	19,518
46	68,975	31,025	27,86455	65,39305	6,742399	90,32326	50,85402	69515492	2,219	19,165
47	69,562	30,438	27,52755	65,63378	6,838674	91,40023	50,86382	70344357	2,193	18,836
48	70,141	29,859	27,19666	65,86794	6,935396	92,59164	50,87036	71261307	2,17	18,526
49	70,715	29,285	26,87713	66,08946	7,03342	93,95478	50,87207	72310416	2,151	18,231
50	71,282	28,718	26,62877	66,2604	7,110829	95,52253	50,86832	73517002	2,134	17,945
51	71,834	28,166	26,39813	66,41447	7,187401	97,25347	50,8603	74849187	2,118	17,661
52	72,37	27,63	26,17811	66,54746	7,274423	99,03933	50,85045	76223639	2,103	17,375
53	72,891	27,109	25,94494	66,66677	7,388288	100,7286	50,84197	77523788	2,087	17,085
54	73,397	26,603	25,67051	66,79079	7,538698	102,2125	50,8369	78665830	2,07	16,789

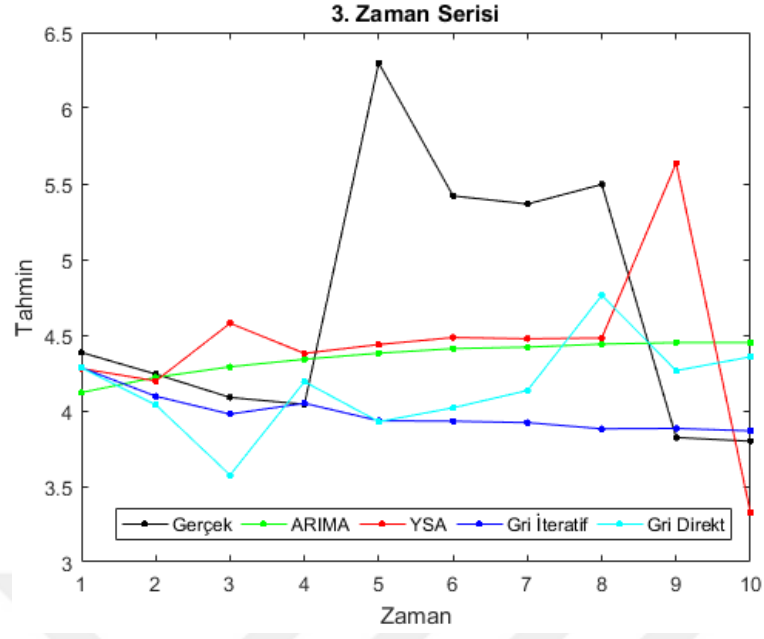
EK-2: Tahmin Grafikleri



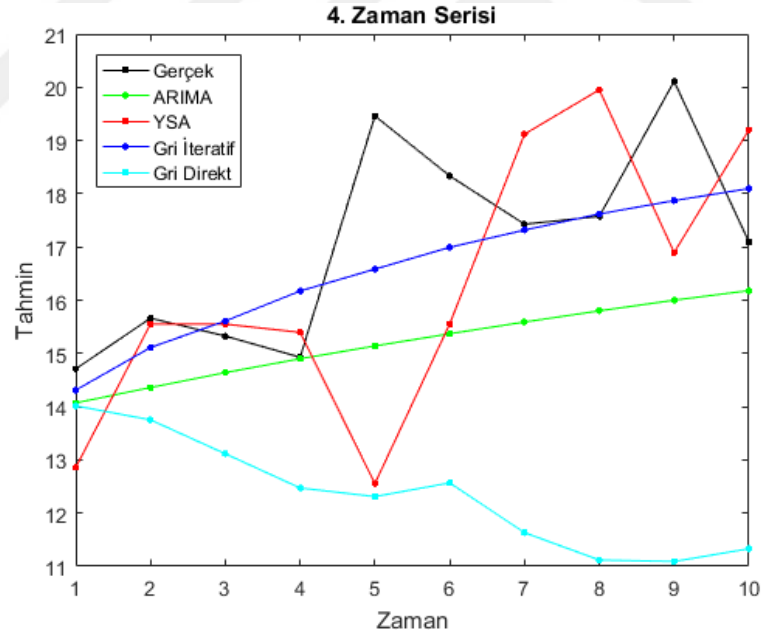
Ek Şekil 1. 1. Zaman serisinin tahmin grafiği



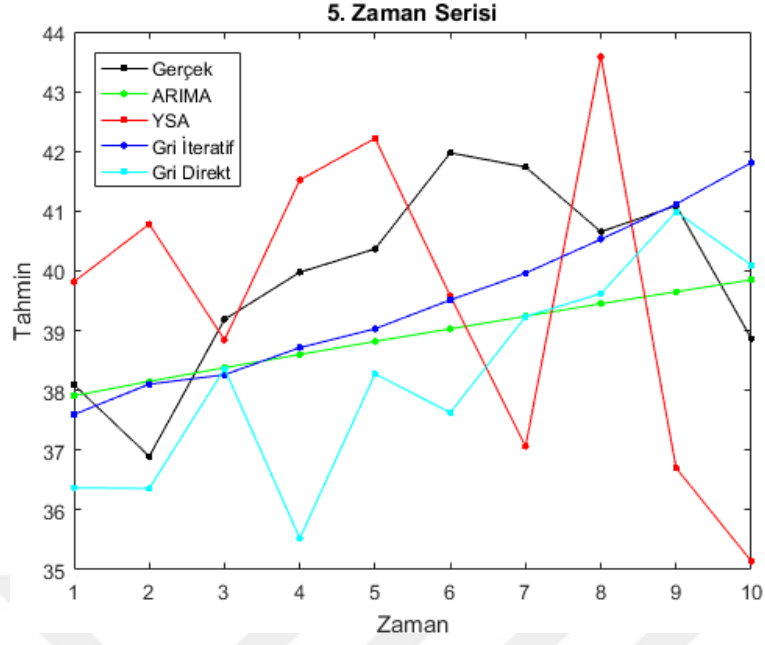
Ek Şekil 2. 2. Zaman serisinin tahmin grafiği



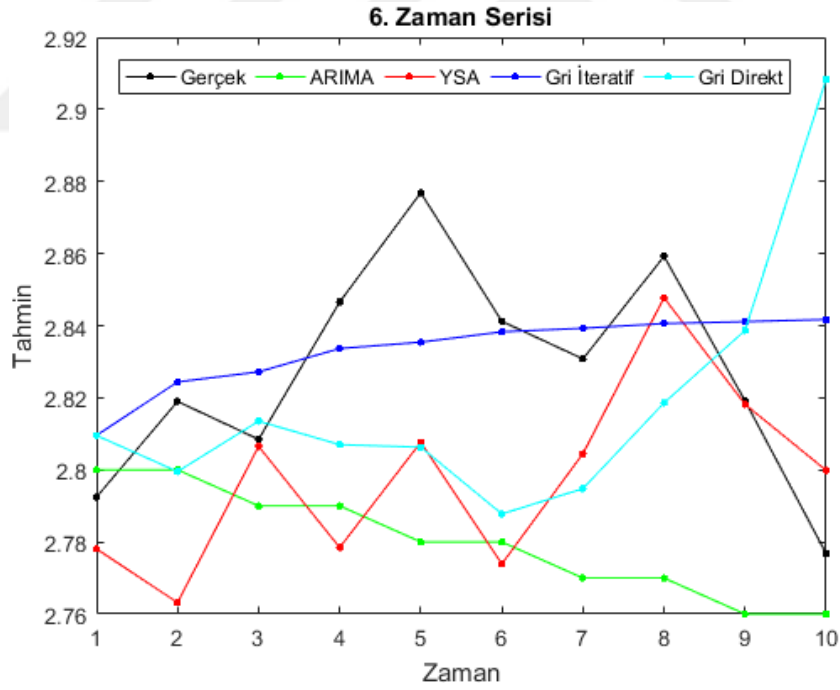
Ek Şekil 3. 3.Zaman serisinin tahmin grafiği



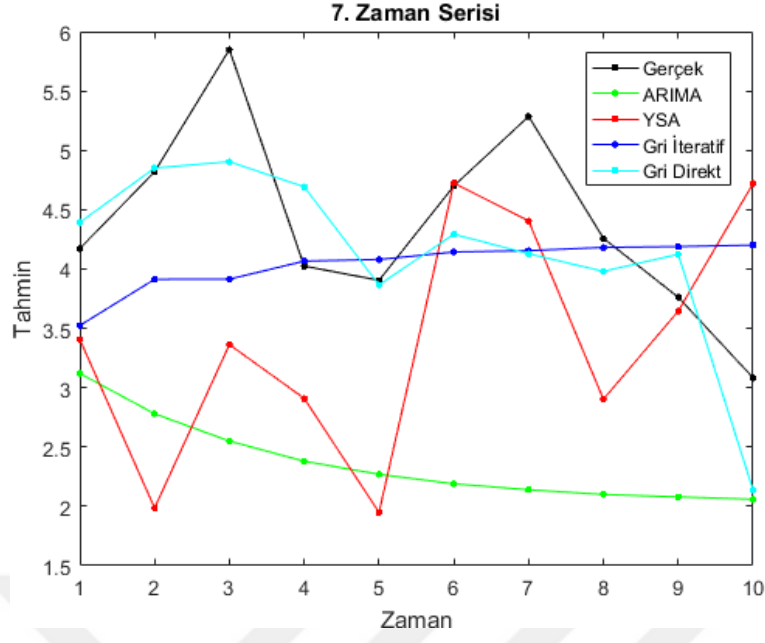
Ek Şekil 4. 4. Zaman serisinin tahmin grafiği



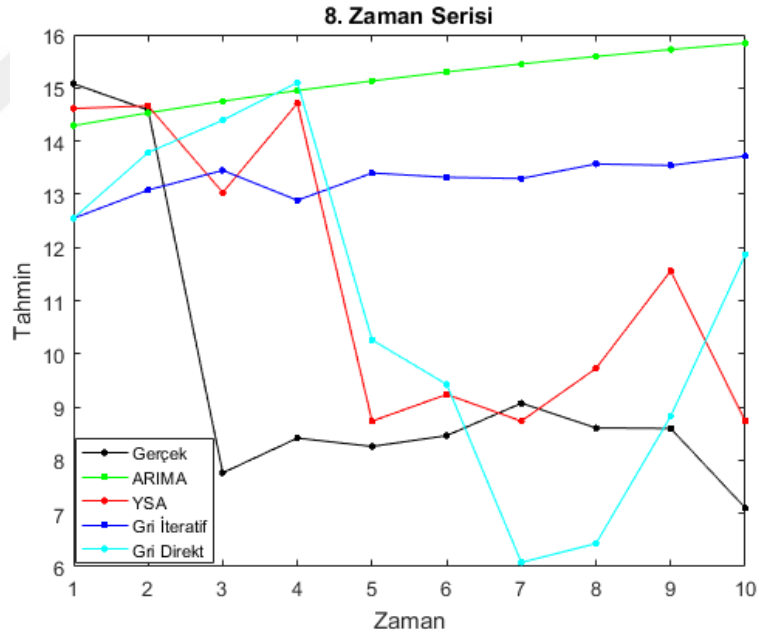
Ek Şekil 5. 5. Zaman serisinin tahmin grafiği



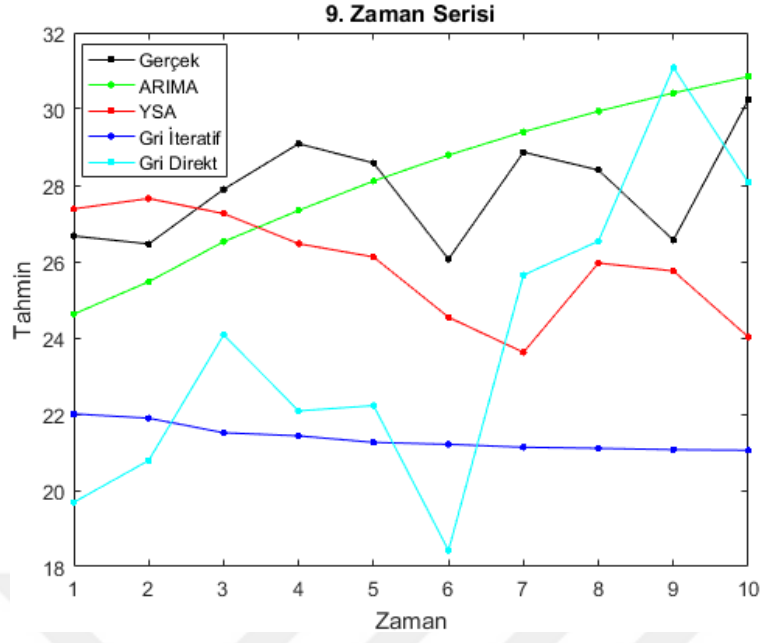
Ek Şekil 6. 6. Zaman serisinin tahmin grafiği



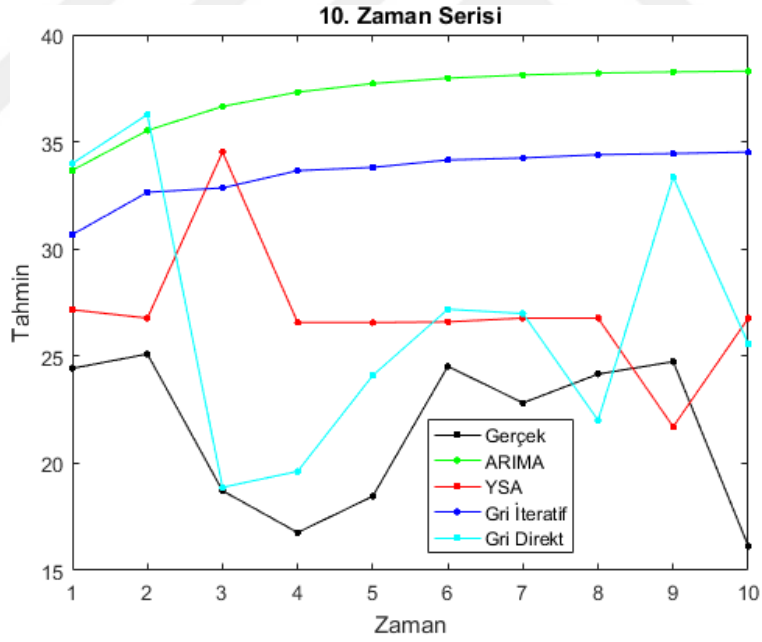
Ek Şekil 7. 7. Zaman serisinin tahmin grafiği



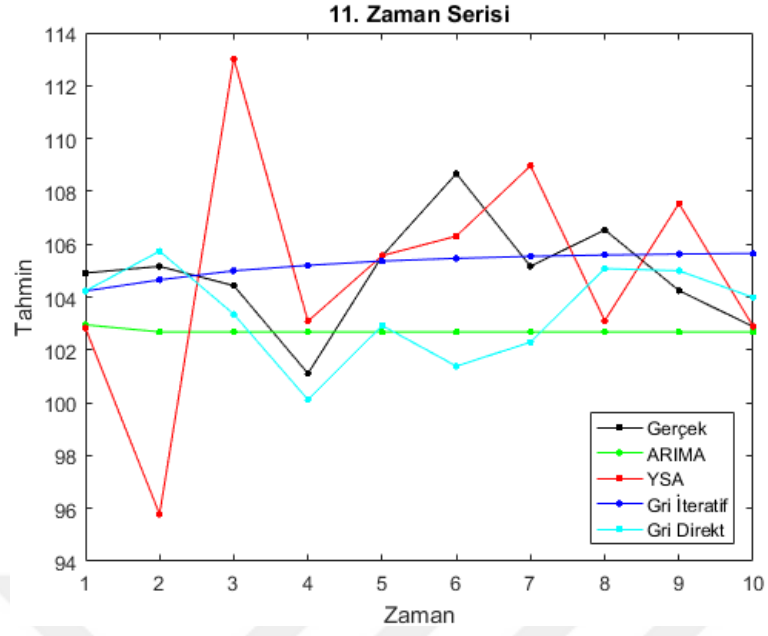
Ek Şekil 8. 8. Zaman serisinin tahmin grafiği



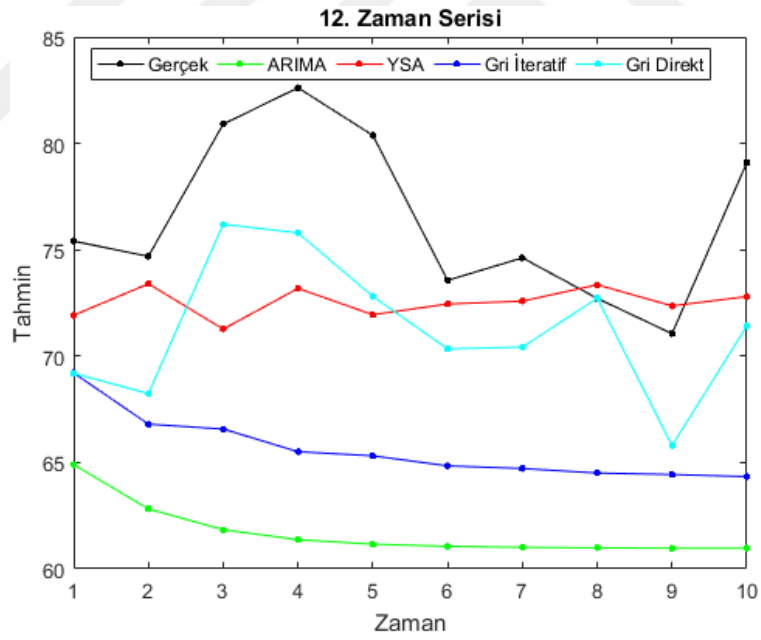
Ek Şekil 9. 9. Zaman serisinin tahmin grafiği



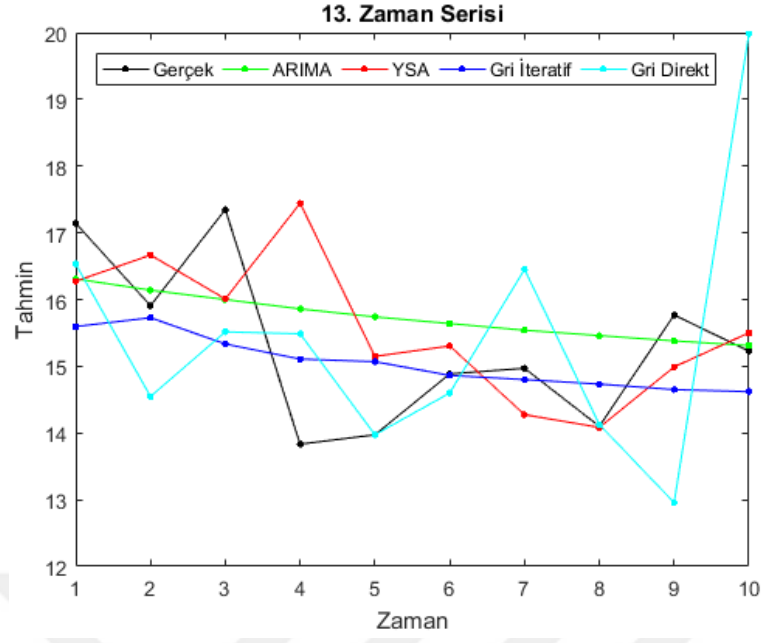
Ek Şekil 10. 10. Zaman serisinin tahmin grafiği



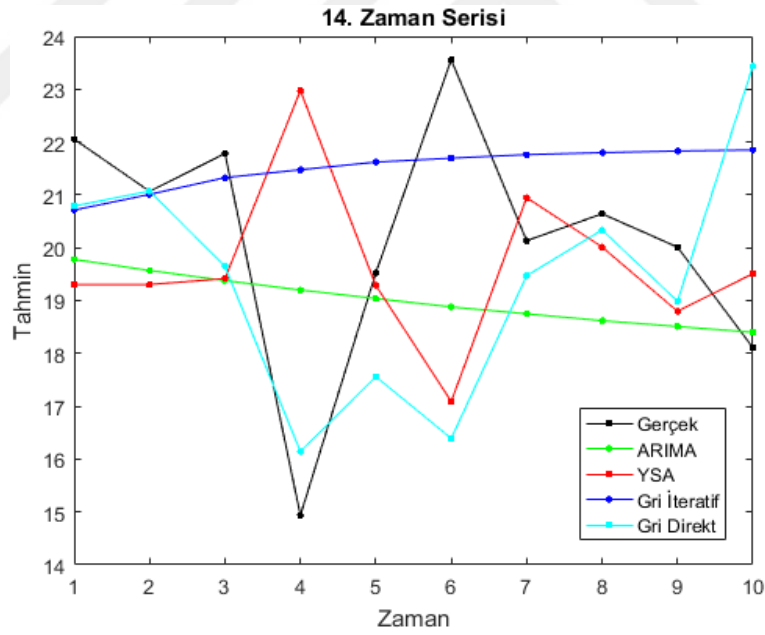
Ek Şekil 11. 11. Zaman serisinin tahmin grafiği



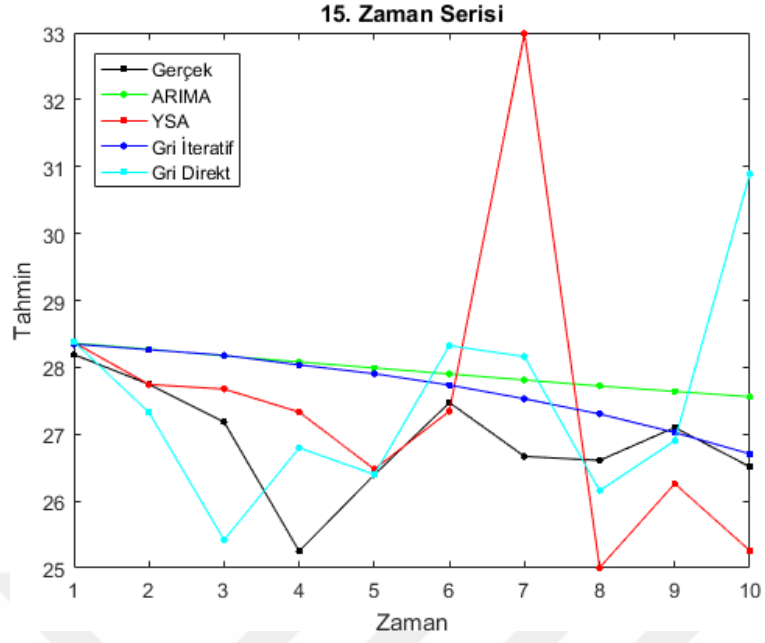
Ek Şekil 12. 12. Zaman serisinin tahmin grafiği



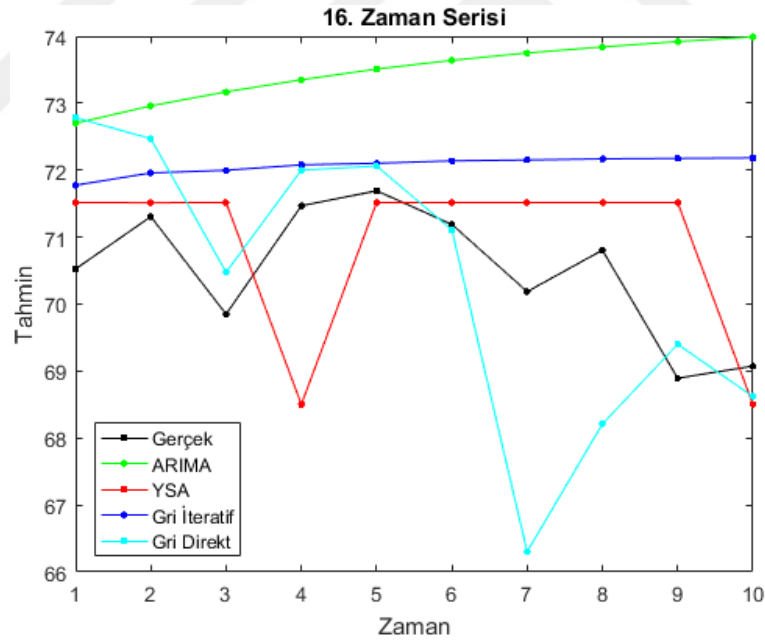
Ek Şekil 13. 13. Zaman serisinin tahmin grafiği



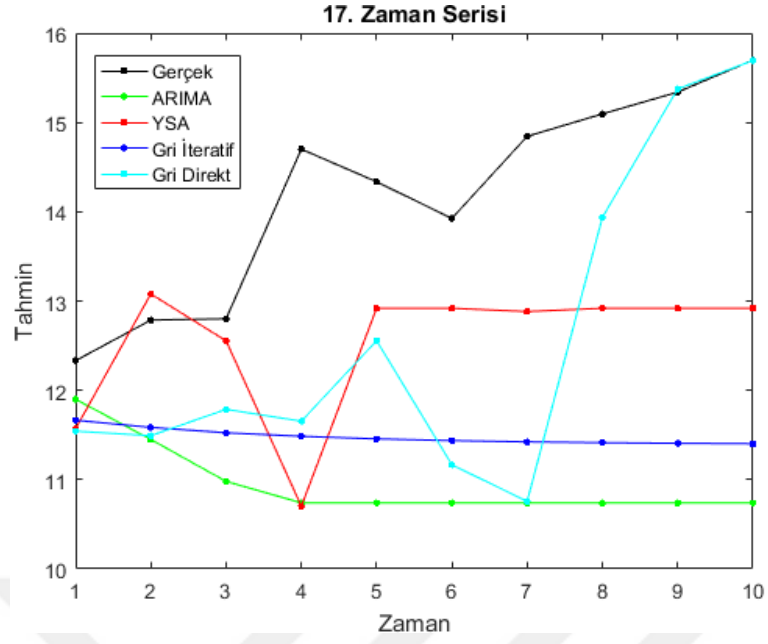
Ek Şekil 14. 14. Zaman serisinin tahmin grafiği



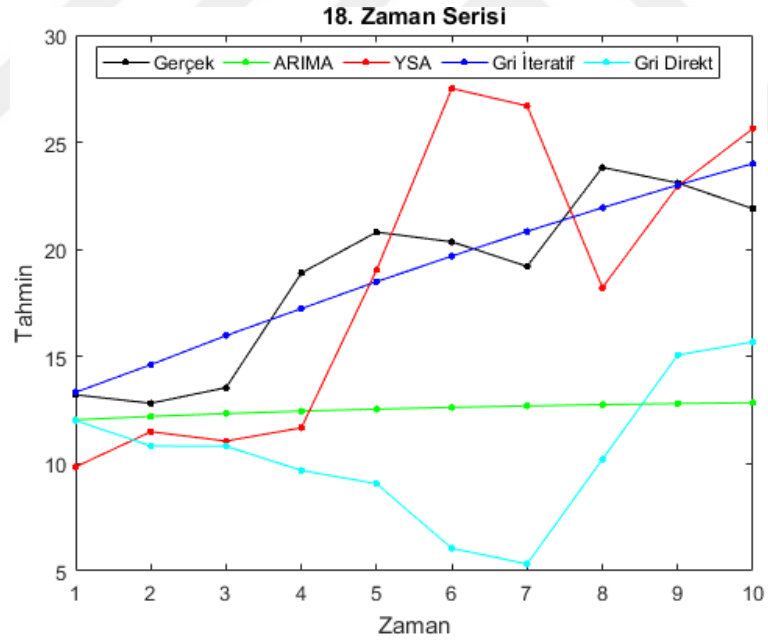
Ek Şekil 15. 15. Zaman serisinin tahmin grafiği



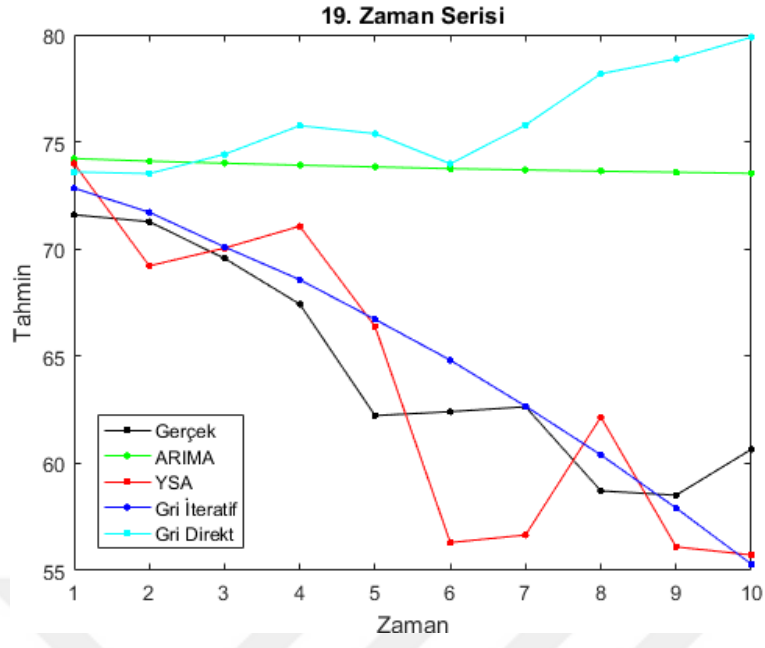
Ek Şekil 16. 16. Zaman serisinin tahmin grafiği



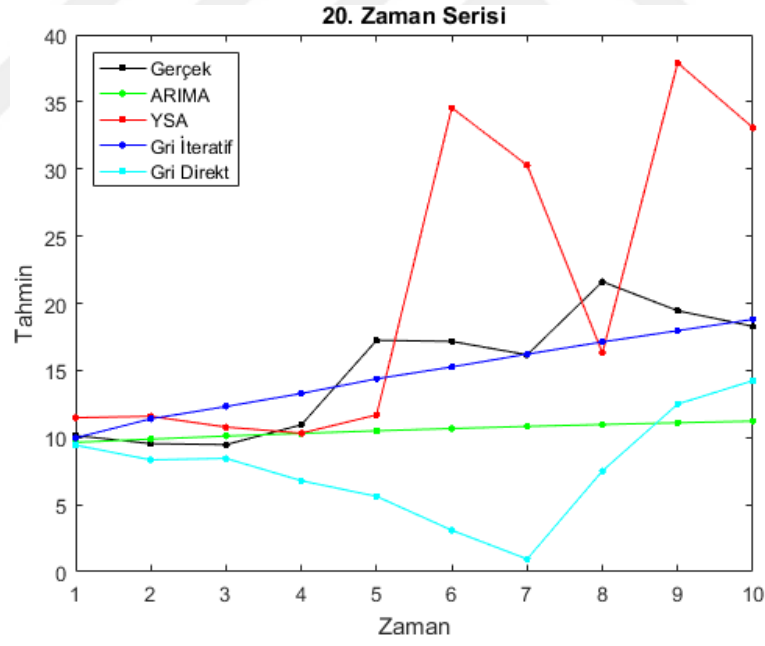
Ek Şekil 17. 17. Zaman serisinin tahmin grafiği



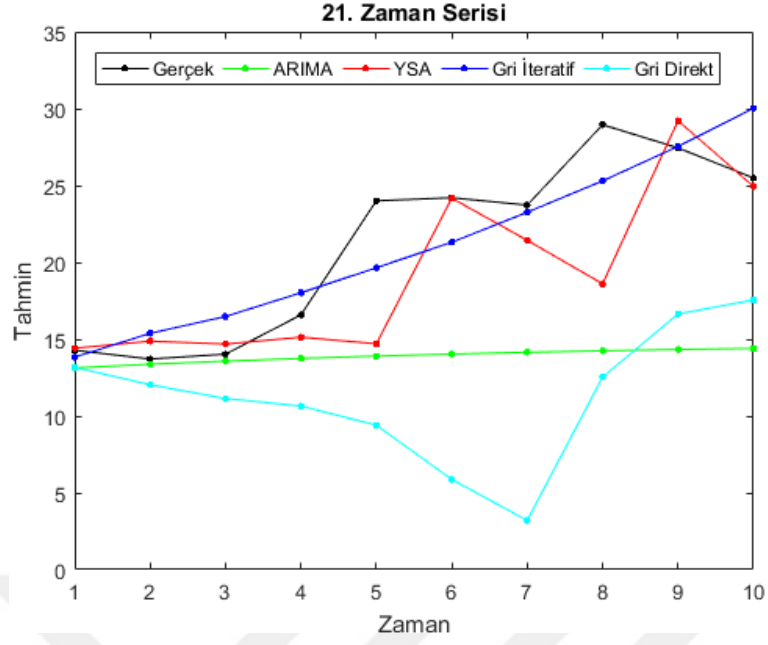
Ek Şekil 18. 18. Zaman serisinin tahmin grafiği



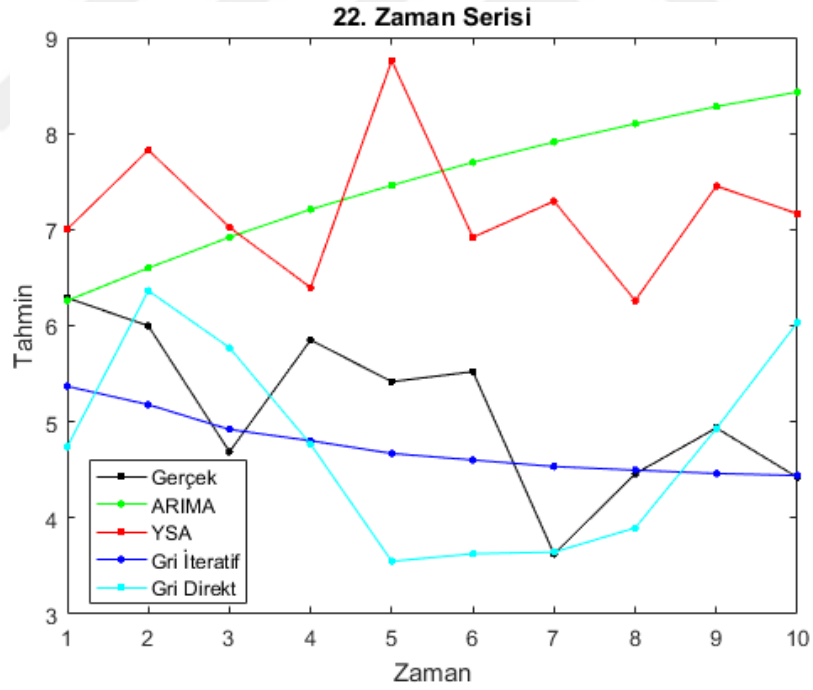
Ek Şekil 19. 19. Zaman serisinin tahmin grafiği



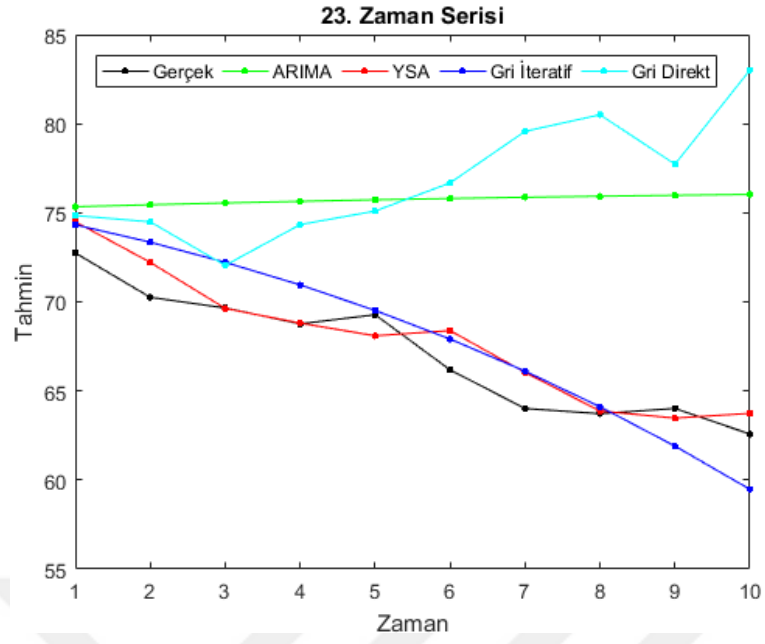
Ek Şekil 20. 20. Zaman serisinin tahmin grafiği



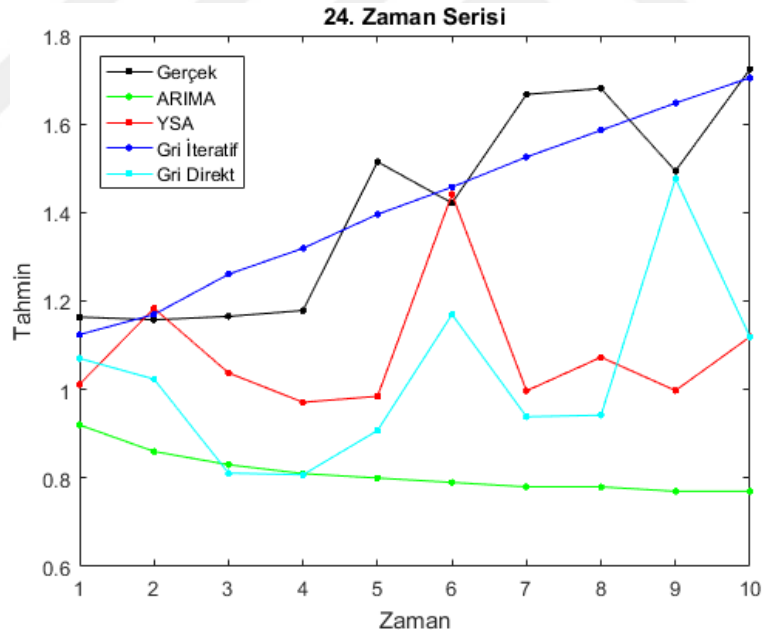
Ek Şekil 21. 21. Zaman serisinin tahmin grafiği



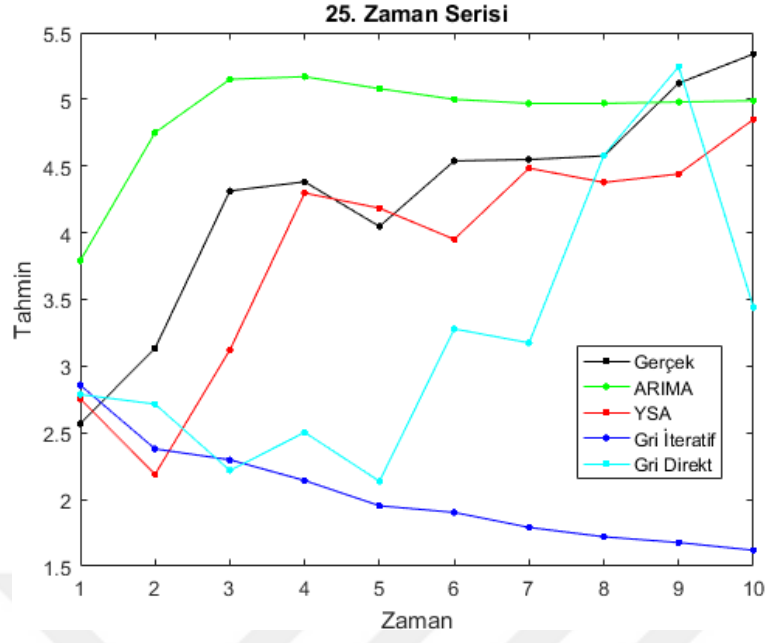
Ek Şekil 22. 22. Zaman serisinin tahmin grafiği



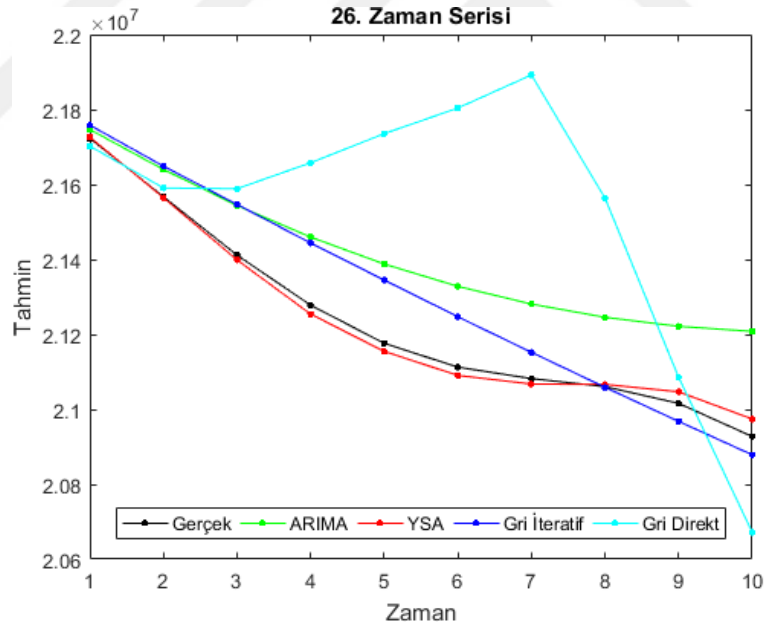
Ek Şekil 23. 23. Zaman serisinin tahmin grafiği



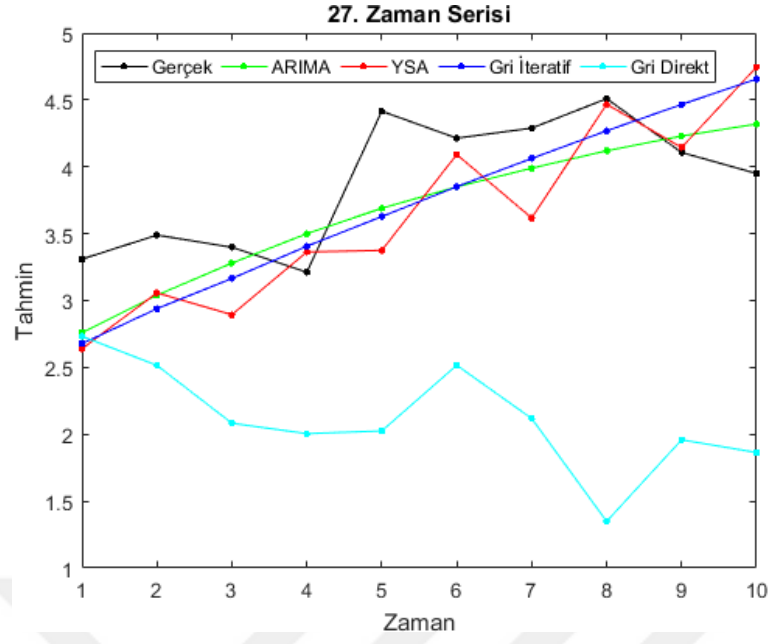
Ek Şekil 24. 24. Zaman serisinin tahmin grafiği



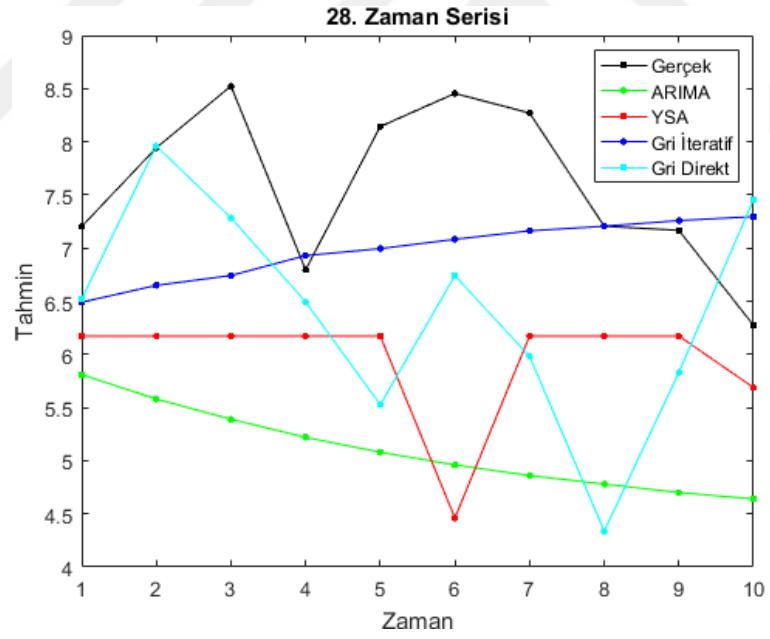
Ek Şekil 25. 25. Zaman serisinin tahmin grafiği



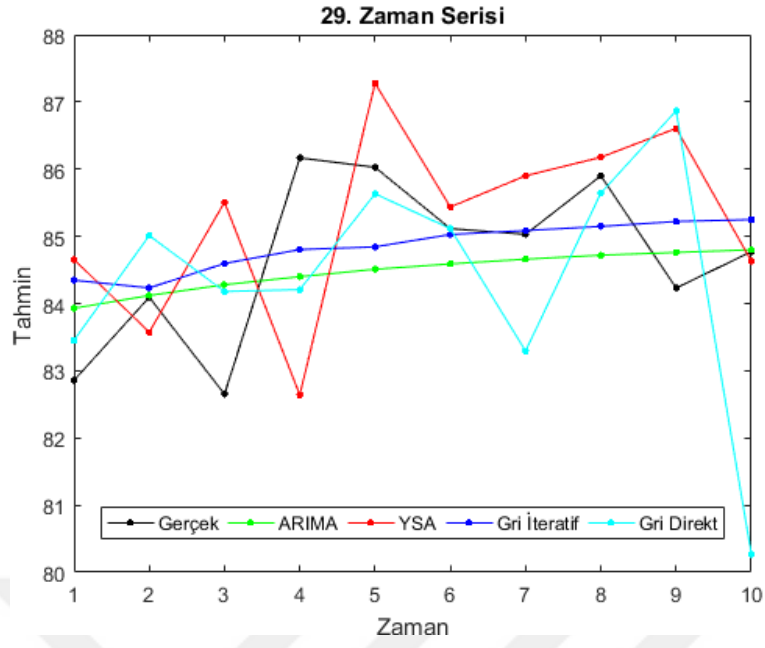
Ek Şekil 26. 26. Zaman serisinin tahmin grafiği



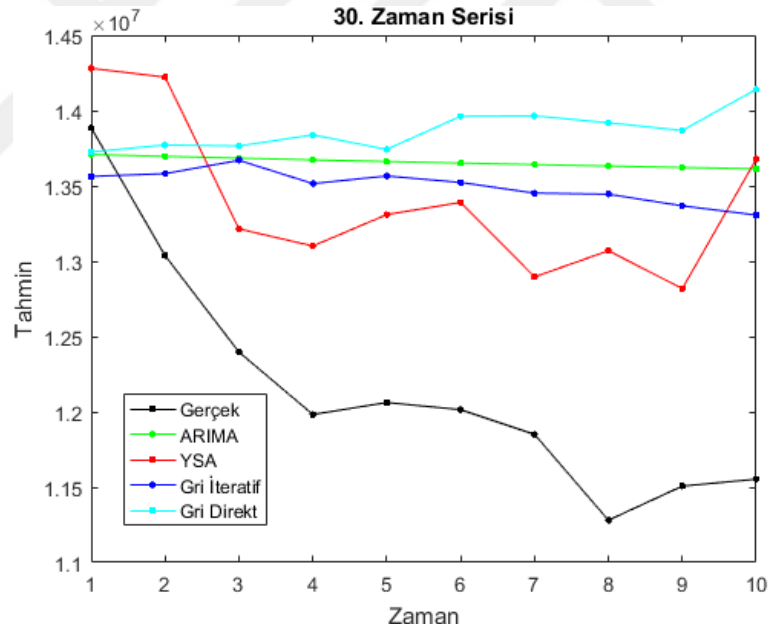
Ek Şekil 27. 27. Zaman serisinin tahmin grafiği



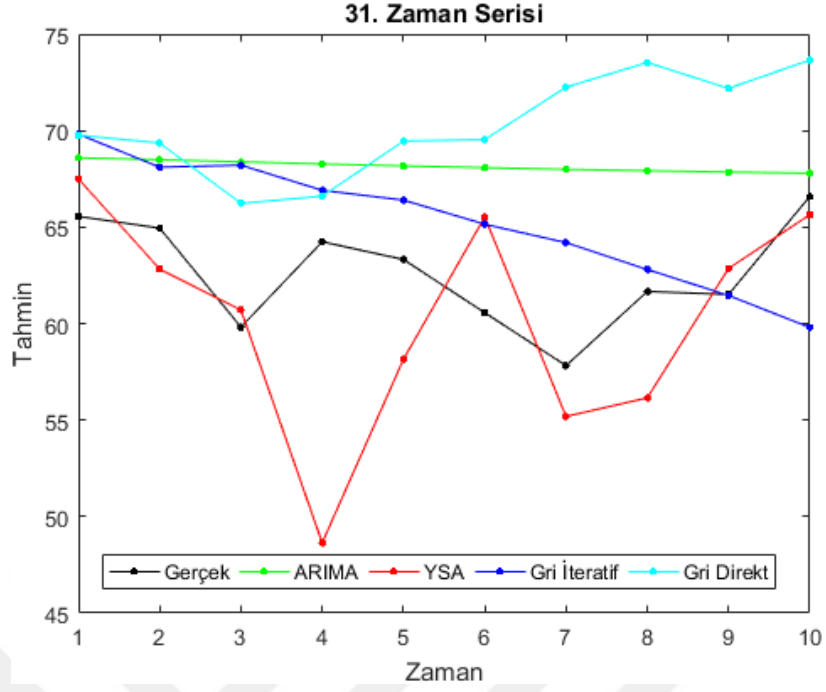
Ek Şekil 28. 28. Zaman serisinin tahmin grafiği



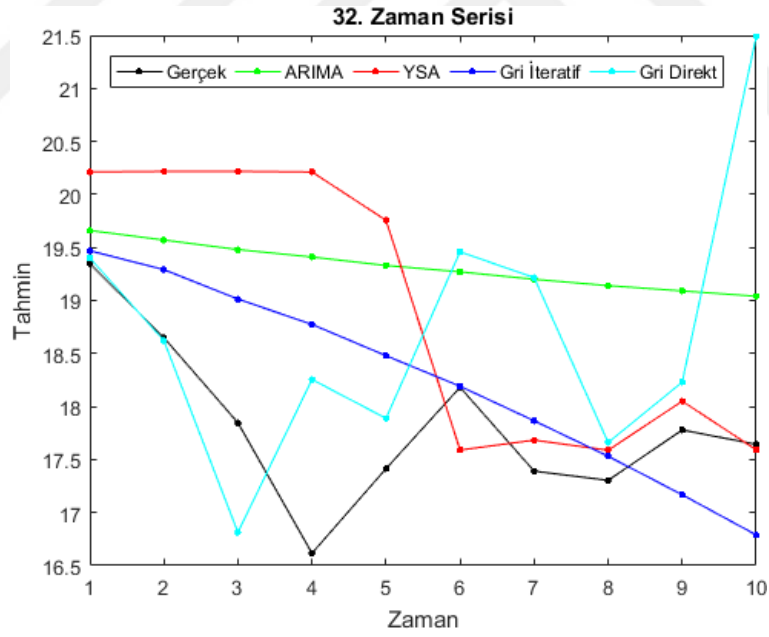
Ek Şekil 29. 29. Zaman serisinin tahmin grafiği



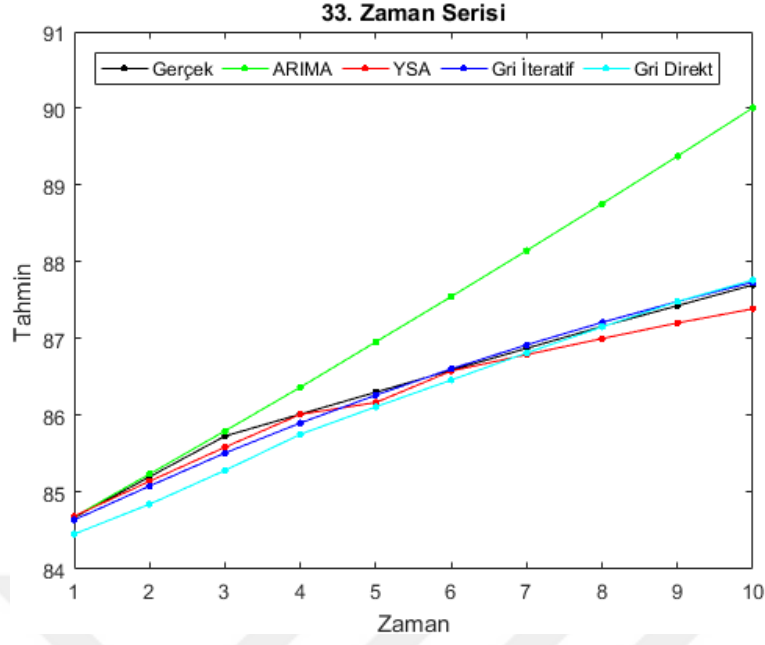
Ek Şekil 30. 30. Zaman serisinin tahmin grafiği



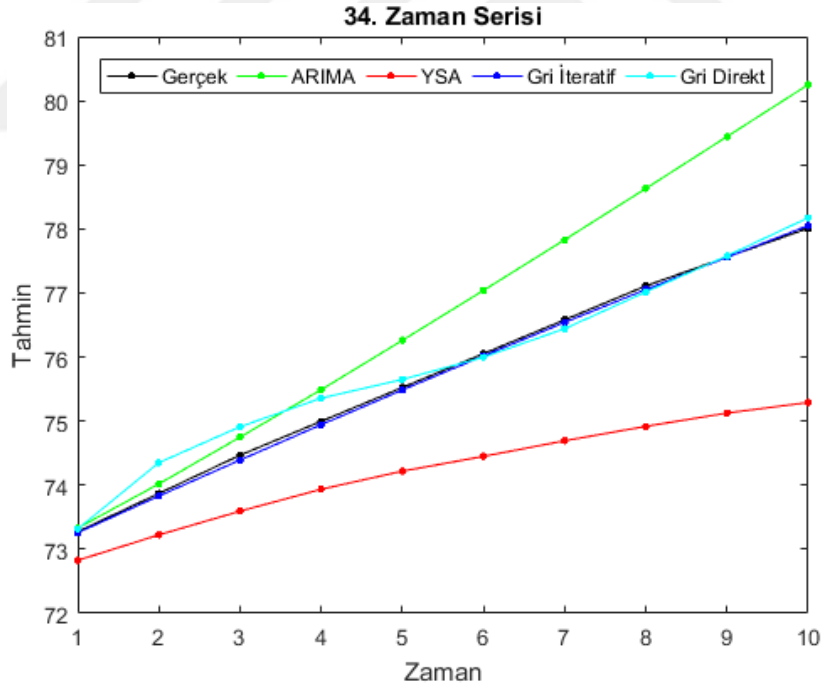
Ek Şekil 31. 31. Zaman serisinin tahmin grafiği



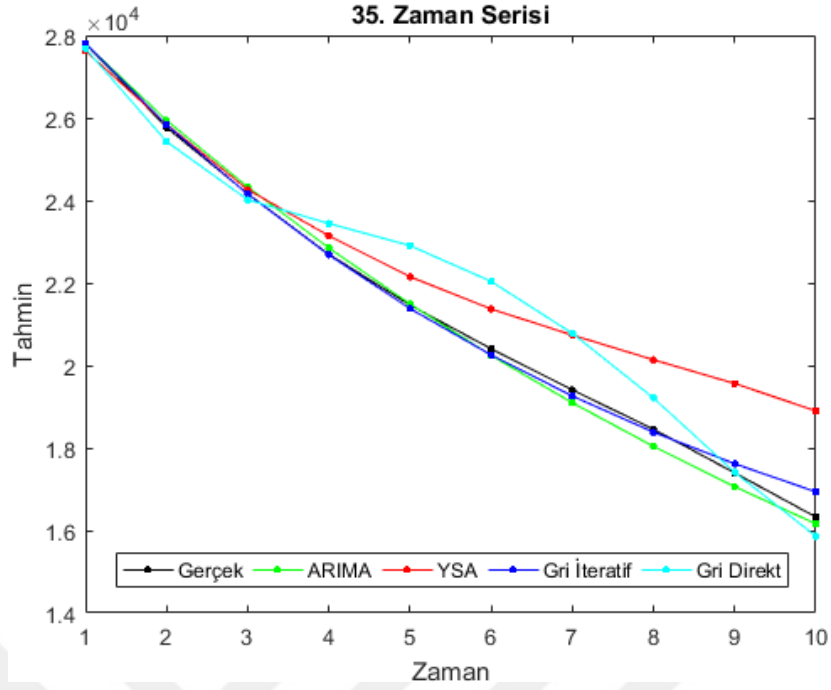
Ek Şekil 32. 32. Zaman serisinin tahmin grafiği



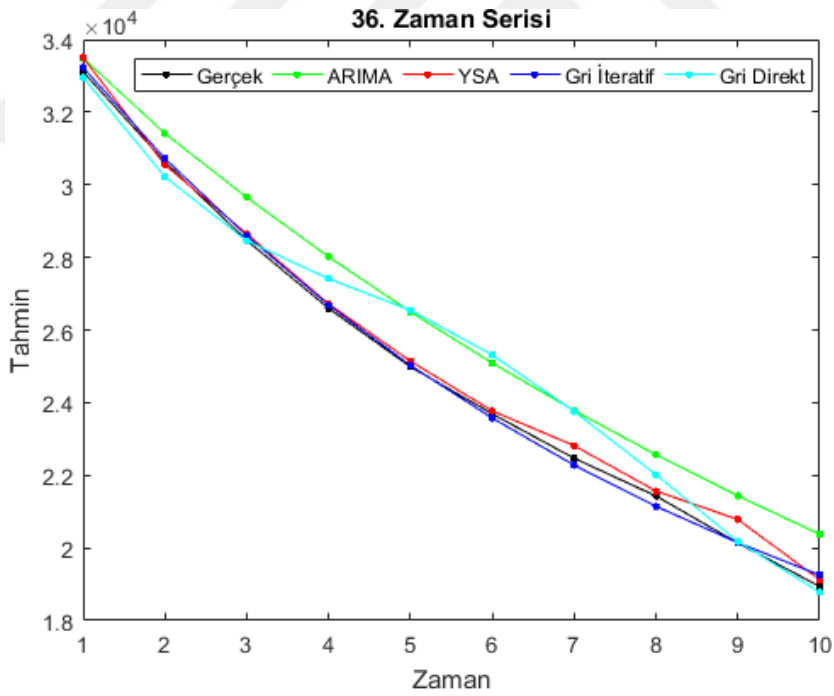
Ek Şekil 33. 33. Zaman serisinin tahmin grafiği



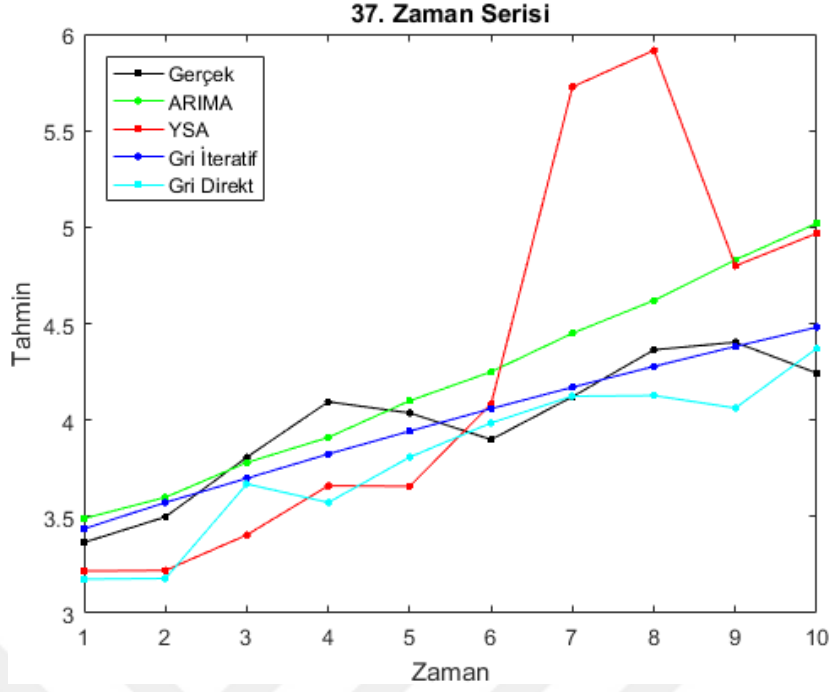
Ek Şekil 34. 34. Zaman serisinin tahmin grafiği



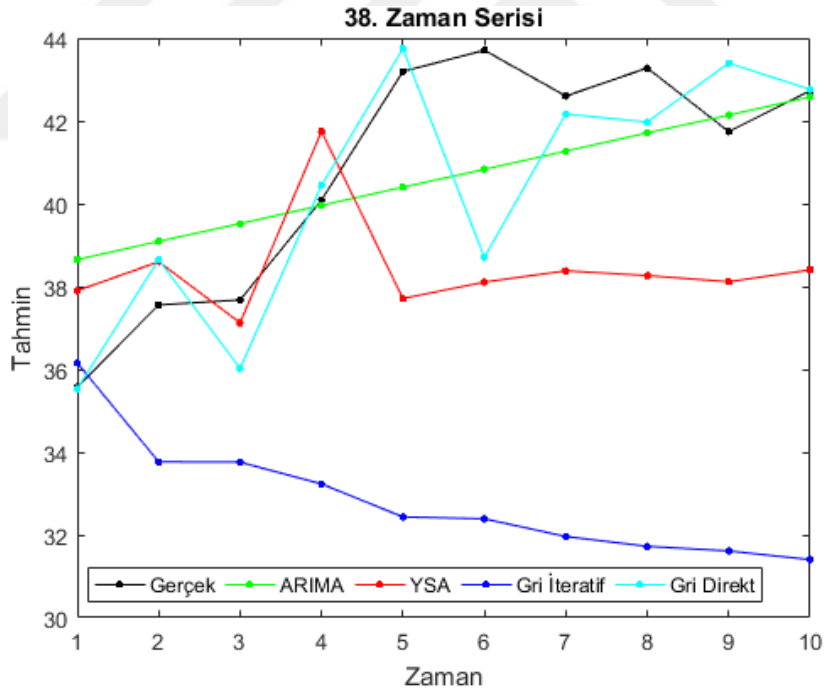
Ek Şekil 35. 35. Zaman serisinin tahmin grafiği



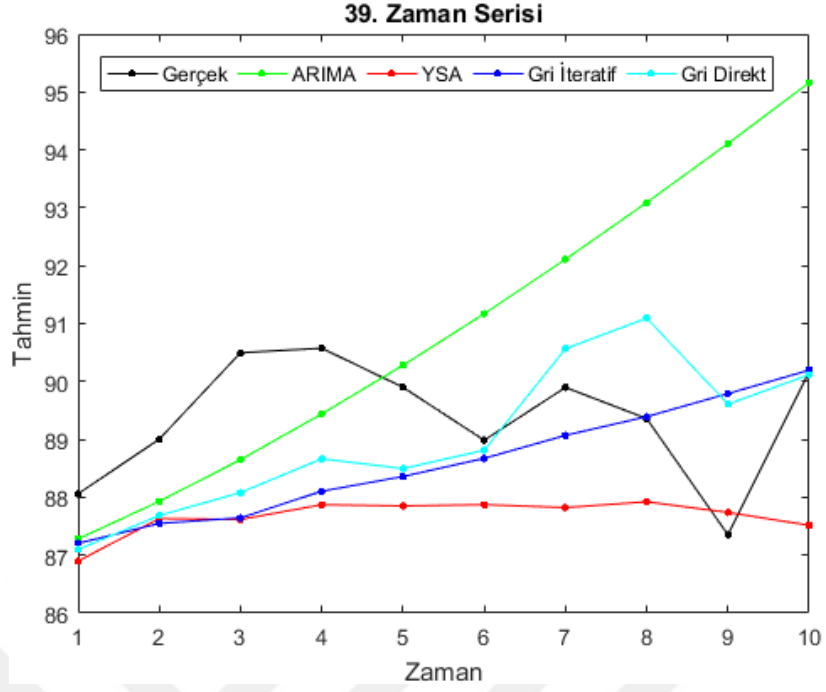
Ek Şekil 36. 36. Zaman serisinin tahmin grafiği



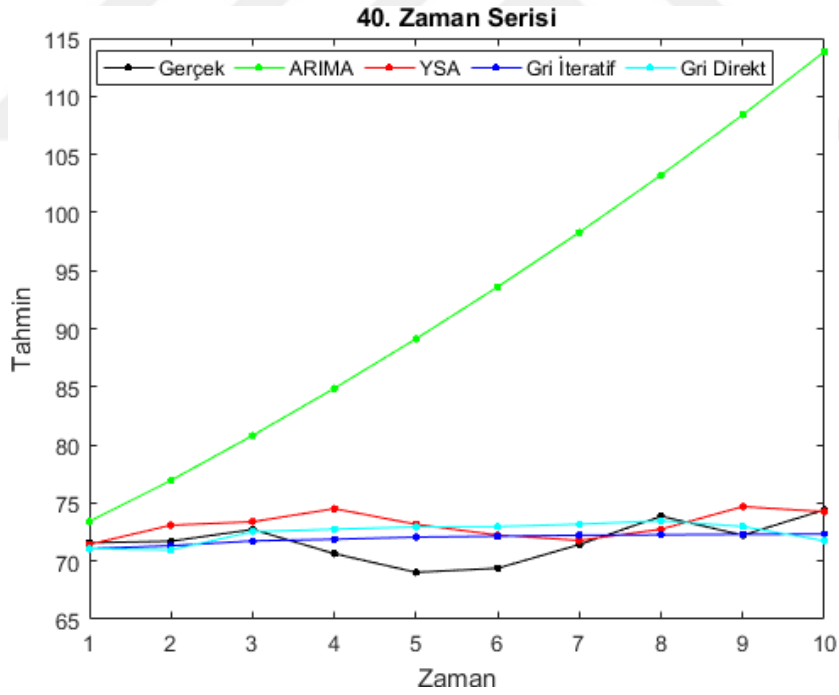
Ek Şekil 37. 37. Zaman serisinin tahmin grafiği



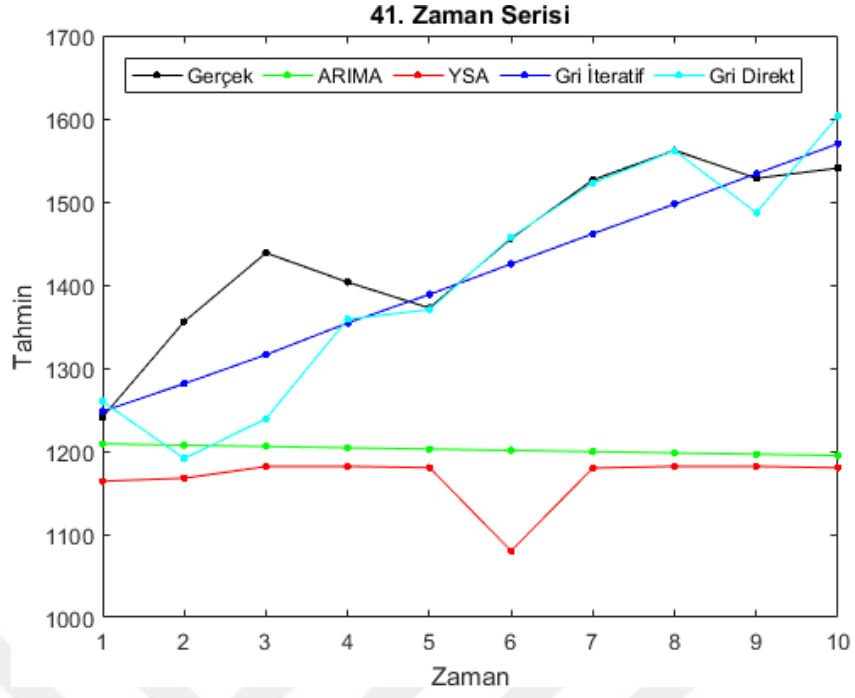
Ek Şekil 38. 38. Zaman serisinin tahmin grafiği



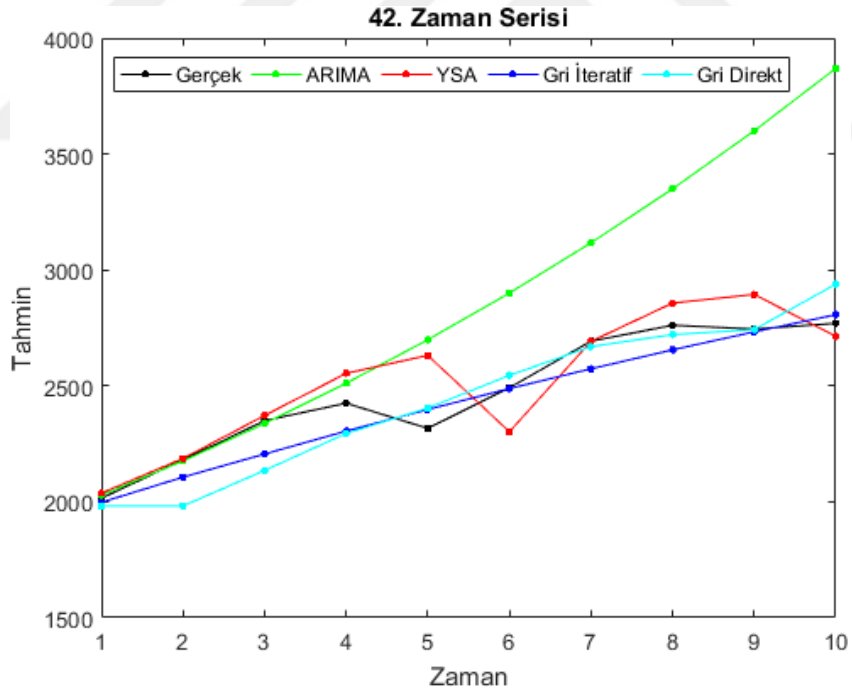
Ek Şekil 39. 39. Zaman serisinin tahmin grafiği



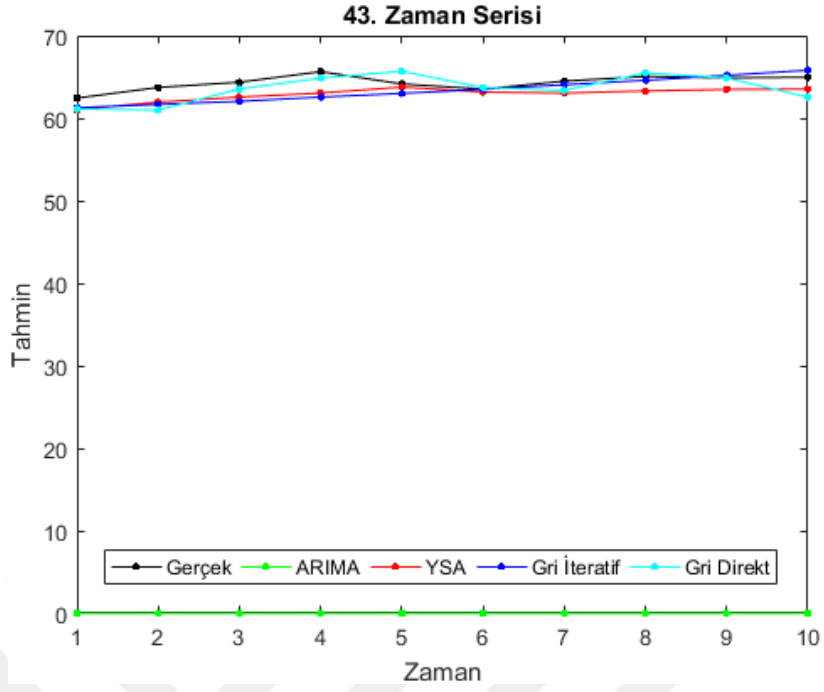
Ek Şekil 40. 40. Zaman serisinin tahmin grafiği



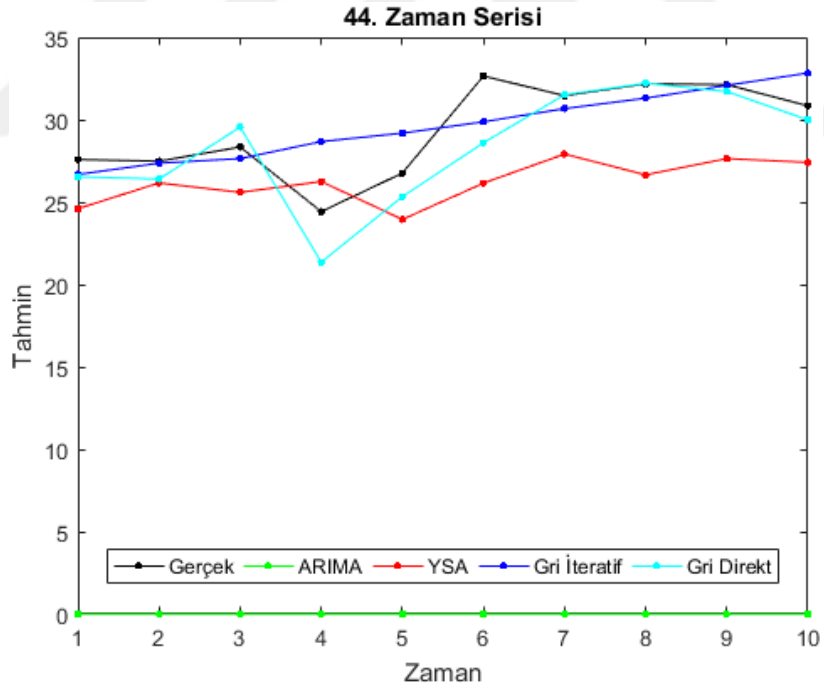
Ek Şekil 41. 41. Zaman serisinin tahmin grafiği



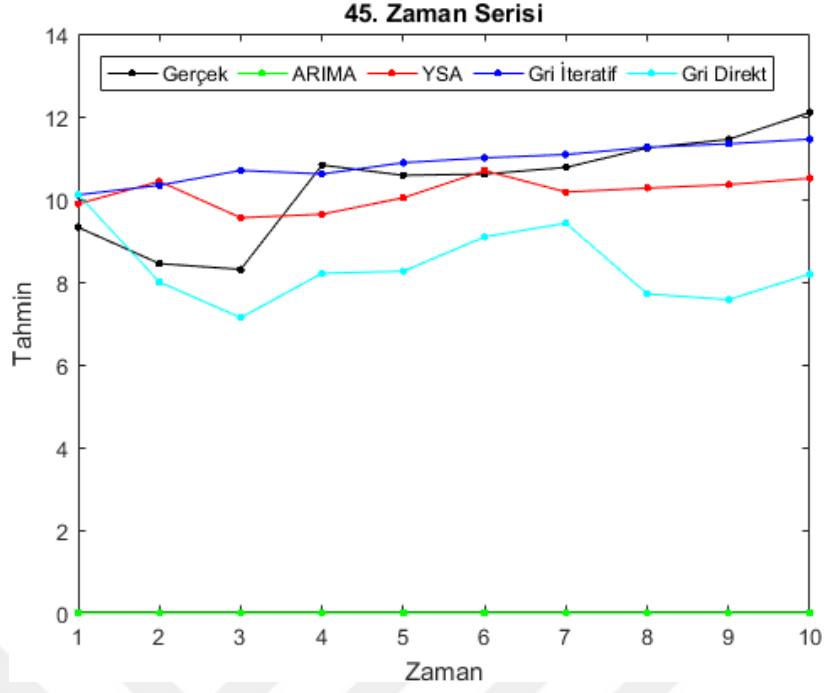
Ek Şekil 42. 42. Zaman serisinin tahmin grafiği



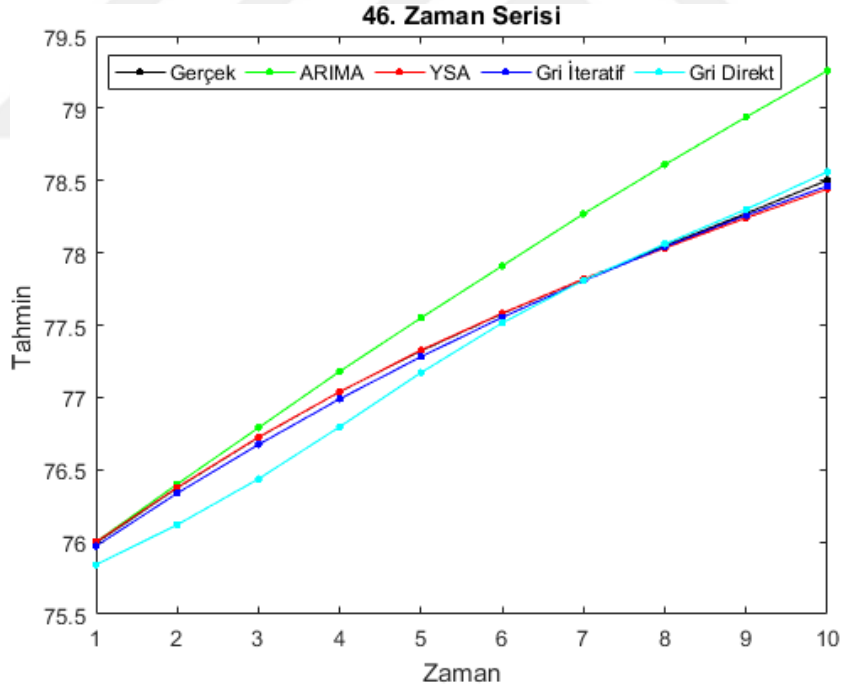
Ek Şekil 43. 43. Zaman serisinin tahmin grafiği



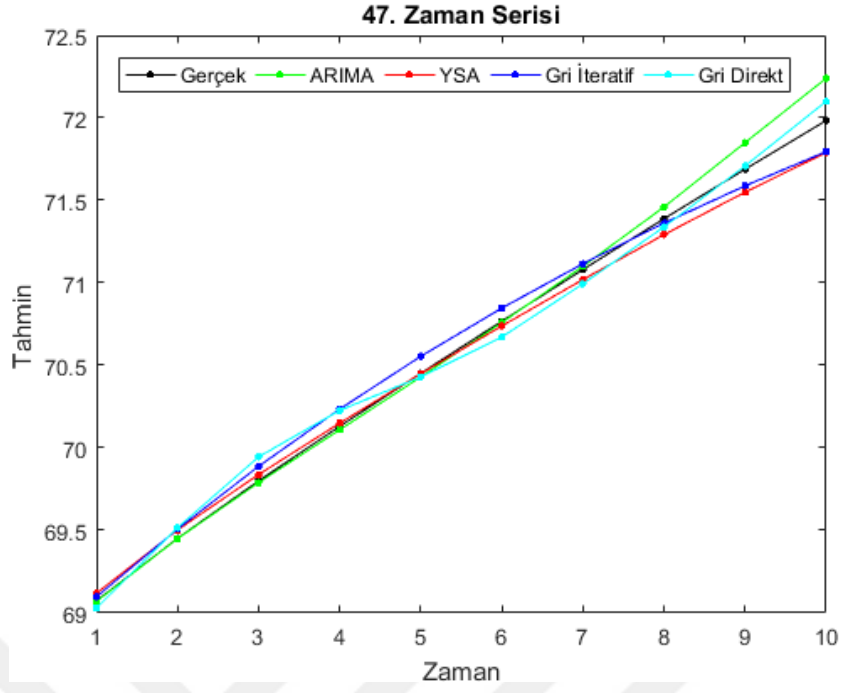
Ek Şekil 44. 44. Zaman serisinin tahmin grafiği



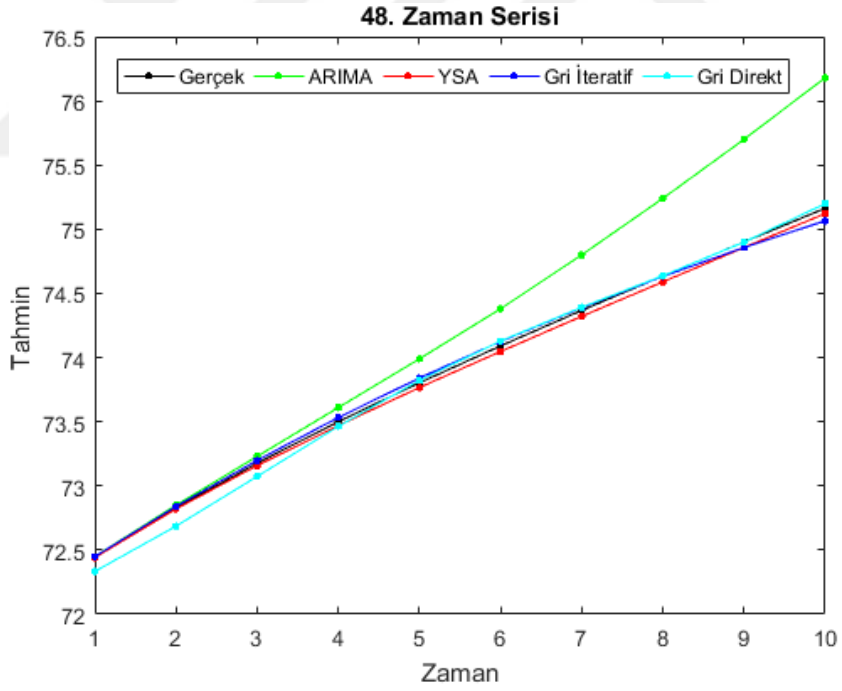
Ek Şekil 45. 45. Zaman serisinin tahmin grafiği



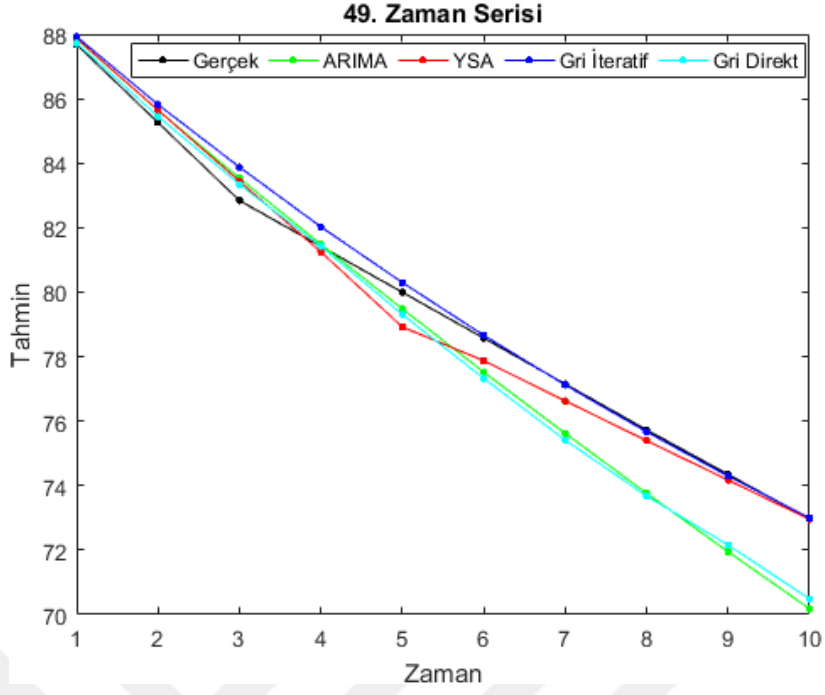
Ek Şekil 46. 46. Zaman serisinin tahmin grafiği



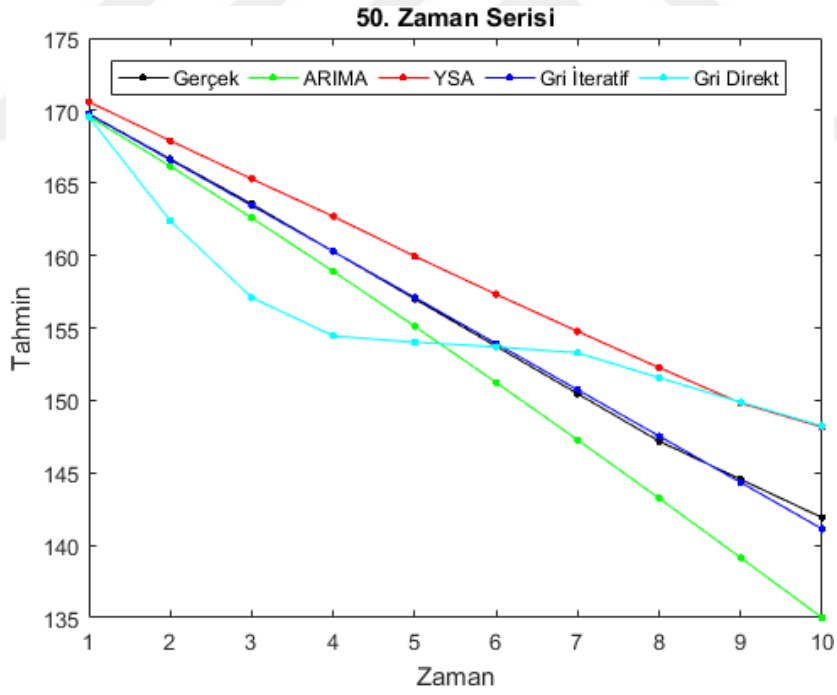
Ek Şekil 47. 47. Zaman serisinin tahmin grafiği



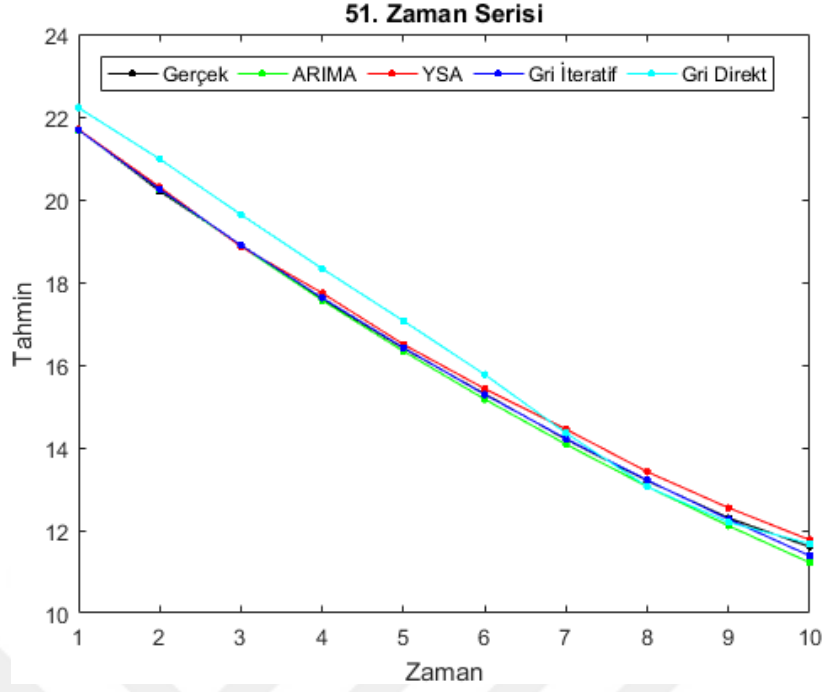
Ek Şekil 48. 48. Zaman serisinin tahmin grafiği



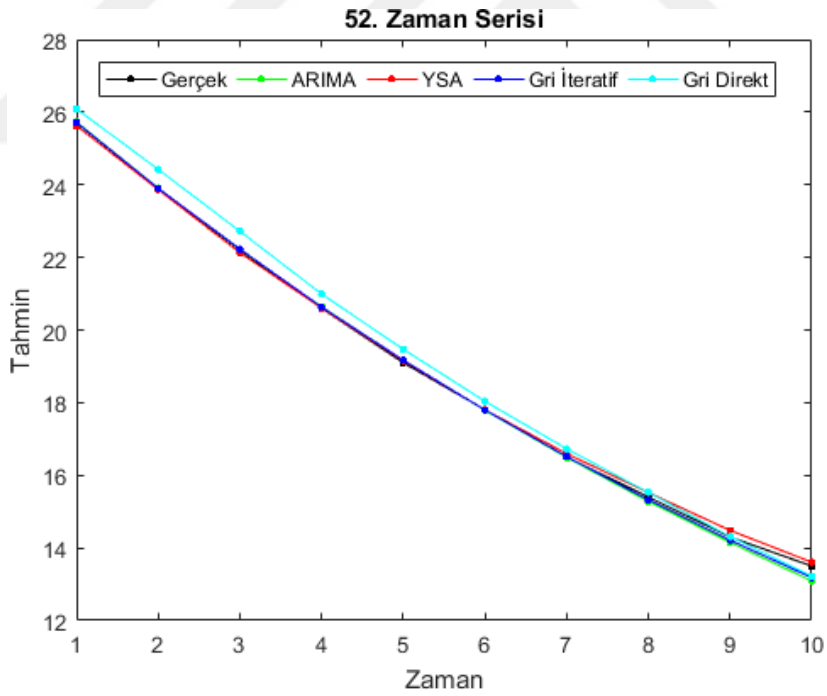
Ek Şekil 49. 49. Zaman serisinin tahmin grafiği



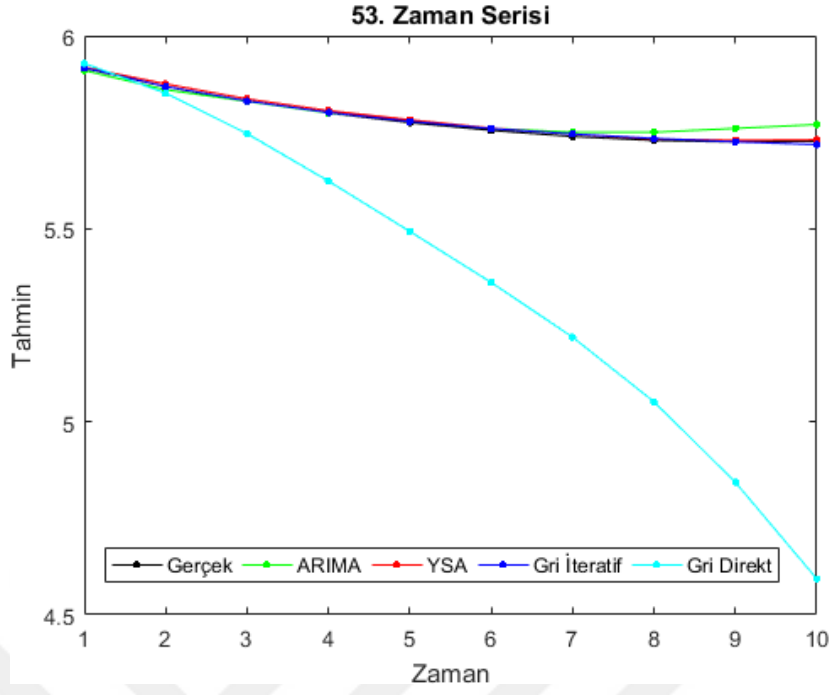
Ek Şekil 50. 50. Zaman serisinin tahmin grafiği



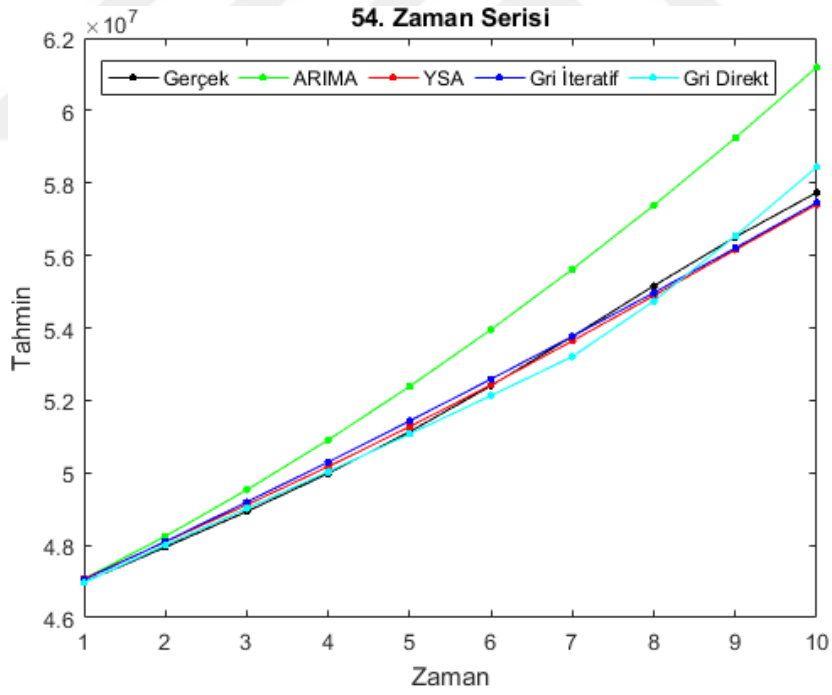
Ek Şekil 51. 51. Zaman serisinin tahmin grafiği



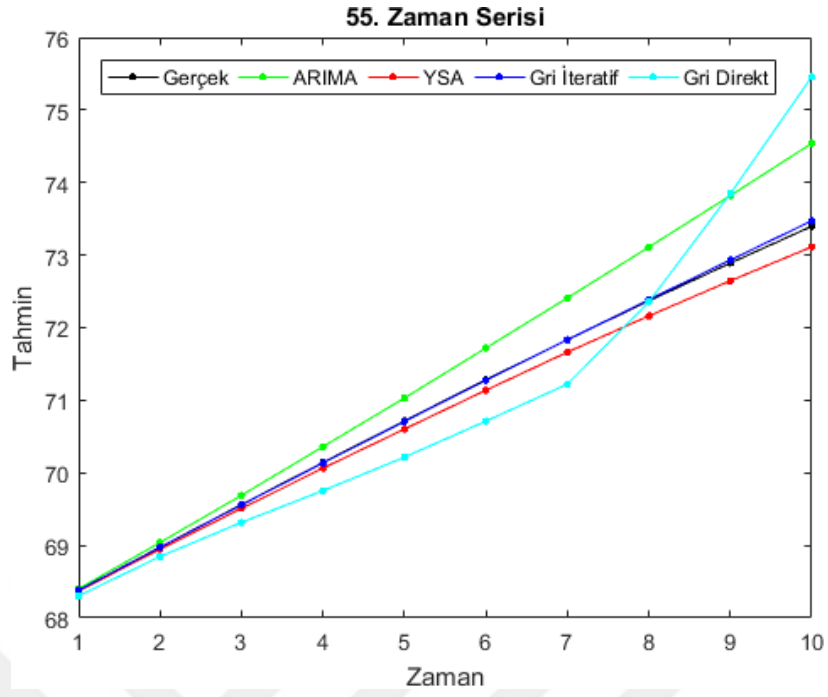
Ek Şekil 52. 52. Zaman serisinin tahmin grafiği



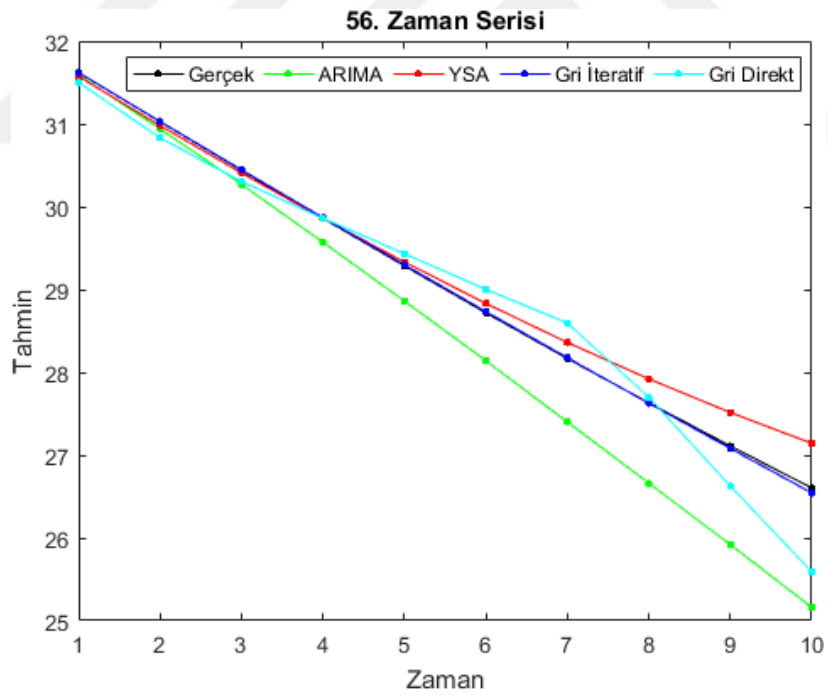
Ek Şekil 53. 53. Zaman serisinin tahmin grafiği



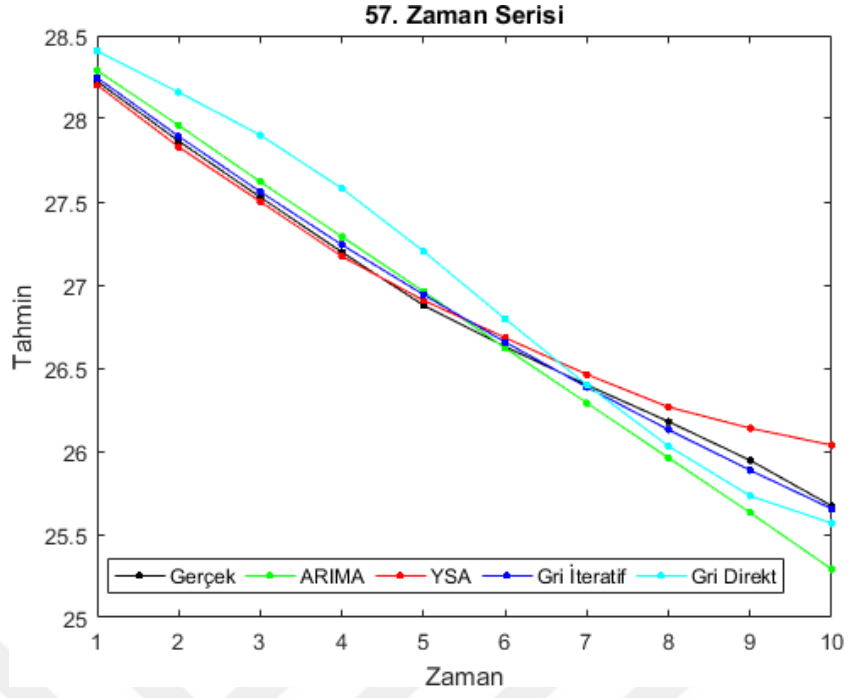
Ek Şekil 54. 54. Zaman serisinin tahmin grafiği



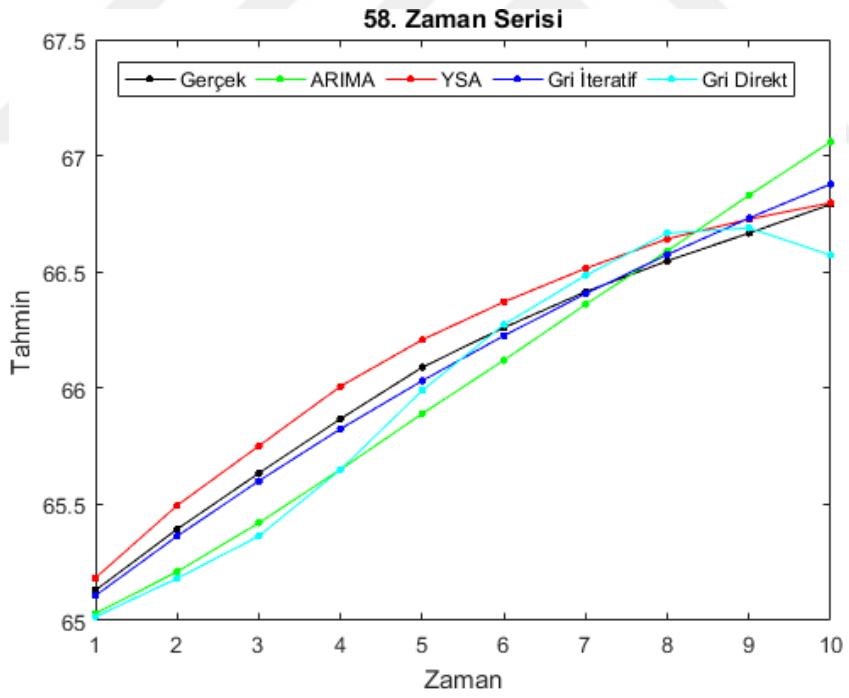
Ek Şekil 55. 55. Zaman serisinin tahmin grafiği



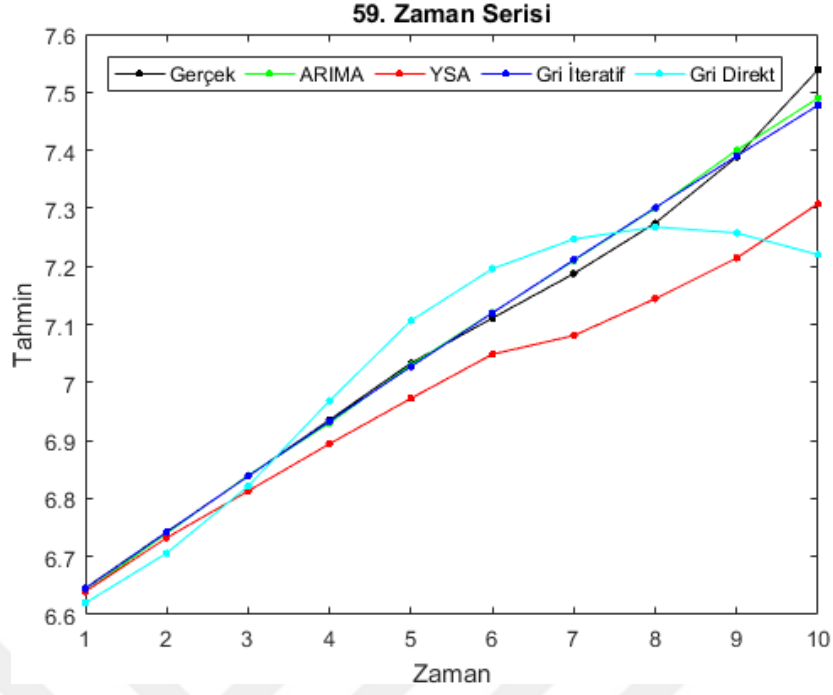
Ek Şekil 56. 56. Zaman serisinin tahmin grafiği



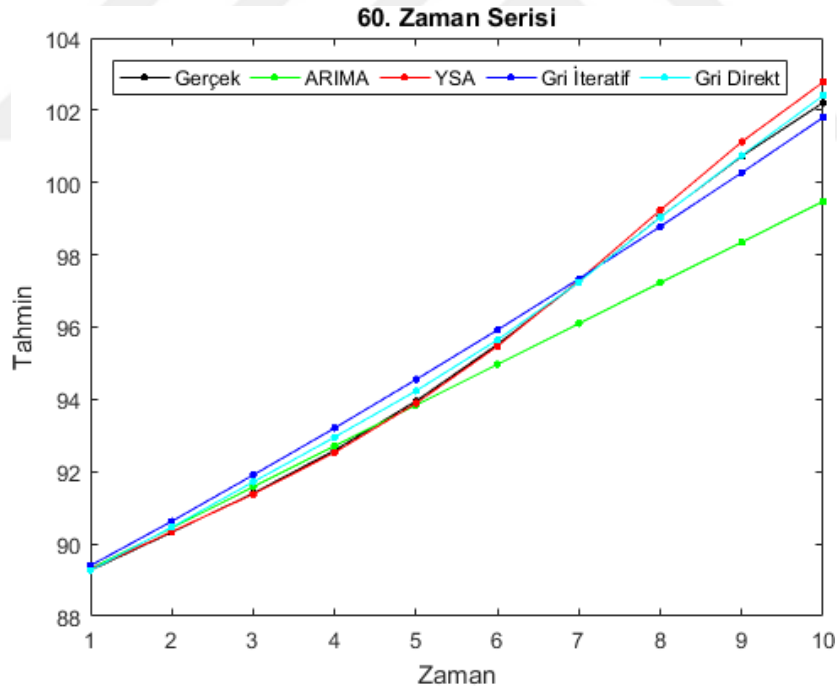
Ek Şekil 57. 57. Zaman serisinin tahmin grafiği



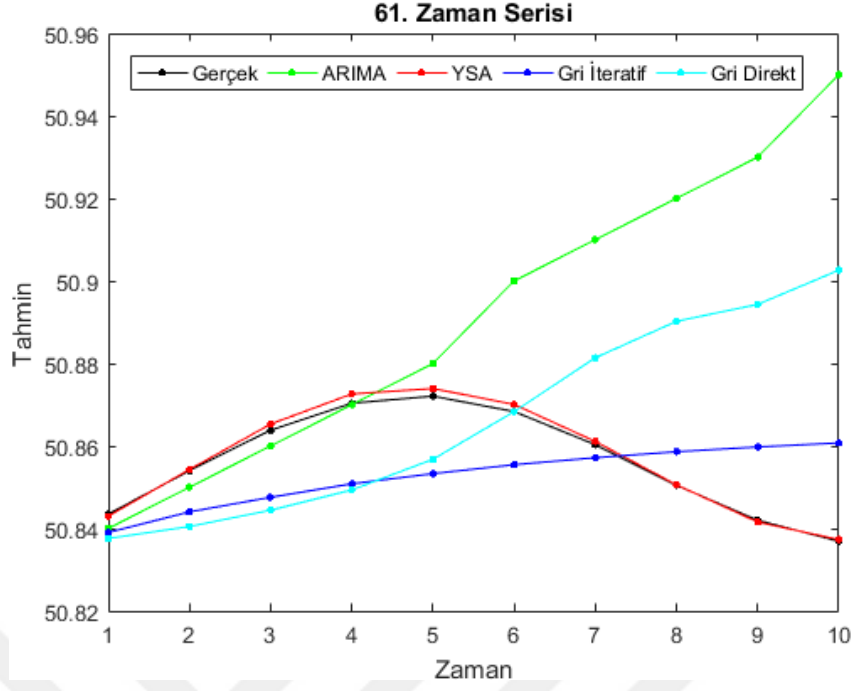
Ek Şekil 58. 58. Zaman serisinin tahmin grafiği



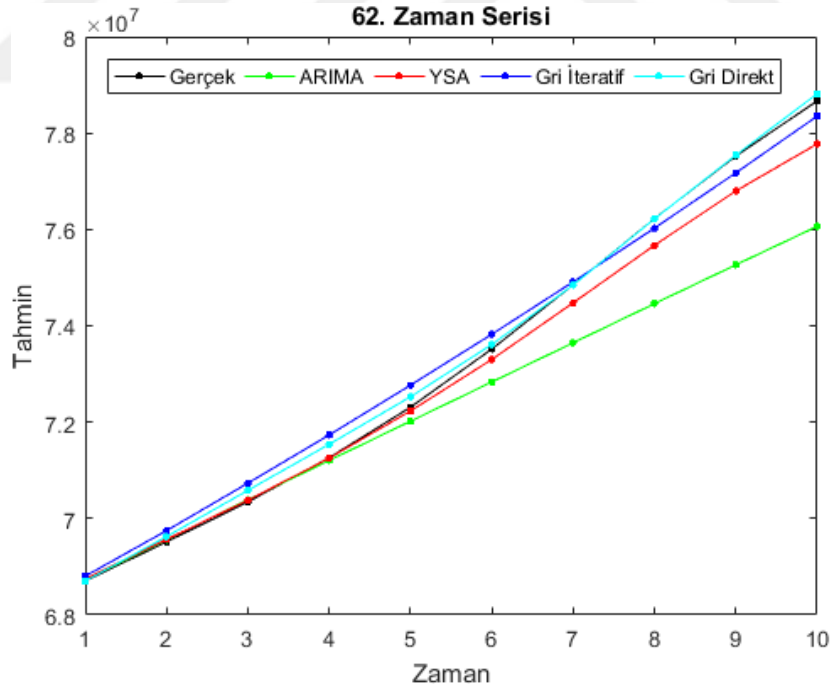
Ek Şekil 59. 59. Zaman serisinin tahmin grafiği



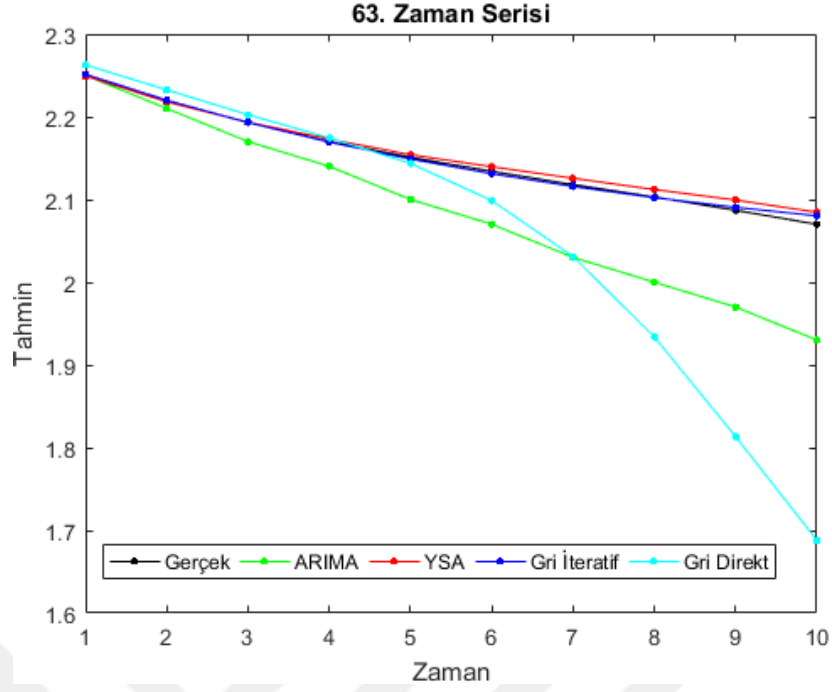
Ek Şekil 60. 60. Zaman serisinin tahmin grafiği



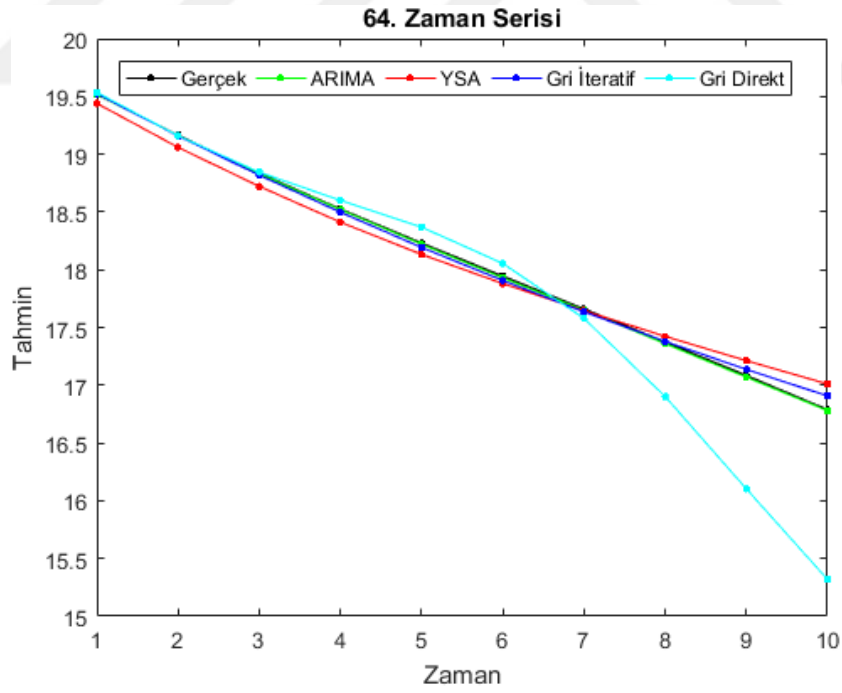
Ek Şekil 61. 61. Zaman serisinin tahmin grafiği



Ek Şekil 62. 62. Zaman serisinin tahmin grafiği



Ek Şekil 63. 63. Zaman serisinin tahmin grafiği



Ek Şekil 64. 64. Zaman serisinin tahmin grafiği

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet ALÇI 02.01.1994 tarihinde Kayseride doğdu. 1999-2007 yılları arasında Şükrü Malaz İlköğretim Okulunda eğitim gördü. 2007 senesinde kazandığı Nuh Mehmet Baldöktü Anadolu Lisesinden 2011 yılında mezun olurken girdiği üniversite sınavları ile Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü kazanarak üniversite hayatına başladı. 2014 yılında lisans eğitimini tamamlayıp aynı üniversitede Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında lisansüstü eğitimine devam etti. 2015 Şubat ayında akademik elemanı olduğu Karadeniz Teknik Üniversitesinin Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalına yatay geçiş yaparak eğitim öğretim hayatını Trabzonda devam ettirdi. Araştırma Görevlisi Ahmet ALÇI iyi seviyede İngilizce bilmektedir.