

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

GRİ TAHMİNLEME İLE SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ'NDE YATAN HASTA
SAYILARININ TAHMİNİ

Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK
1630227040

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Kenan Oğuzhan ORUÇ

ISPARTA – 2019



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin Adı Soyadı	Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK	
Anabilim Dalı	Ekonometri	
Tez Başlığı	Gri Tahminleme ile Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde Yatan Hasta Sayılarının Tahmini	
Yeni Tez Başlığı ¹ (Eğer değişmesi önerildi ise)	Gri Tahminleme ile Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde Yatan Hasta Sayılarının Tahmini	
<p>Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği hükümleri uyarınca yapılan Yüksek Lisans Tez Savunma Sınavında jürimiz 27/12/2019 tarihinde toplanmış ve yukarıda adı geçen öğrencinin Yüksek Lisans tezi için;</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> OY BİRLİĞİ <input type="checkbox"/> OY ÇOKLUĞU²</p> <p>ile aşağıdaki kararı almıştır.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Yapılan savunma sınavı sonucunda aday başarılı bulunmuş ve tez KABUL edilmiştir. <input type="checkbox"/> Yapılan savunma sınavı sonucunda tezin DÜZELTİLMESİ³ kararlaştırılmıştır. <input type="checkbox"/> Yapılan savunma sınavı sonucunda aday başarısız bulunmuş ve tezinin REDDEDİLMESİ⁴ kararlaştırılmıştır.</p>		
TEZ SINAV JÜRİSİ	Adı Soyadı/Üniversitesi	İmza
Danışman	Doç. Dr. Kenan Oğuzhan ORUÇ	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Fatih DEMİR	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ŞAHİN	
Jüri Üyesi		
Jüri Üyesi		

¹ Tez başlığının DEĞİŞTİRİLMESİ ÖNERİLDİ ise yeni tez başlığı ilgili alana yazılacaktır. Değişme yoksa çizgi (-) konacaktır.

² OY ÇOKLUĞU ile alınan karar için muhalefet gerekçesi raporu eklenmelidir.

³ DÜZELTME kararı için gerekçeli jüri raporu eklenmeli ve raporu tüm üyeler imzalamalıdır.

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİ Madde 28-(4) Tezi hakkında DÜZELTME kararı verilen öğrenci sınav tarihinden itibaren en geç üç ay içinde gereğini yaparak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur.

⁴ Tezi REDDEDİLEN öğrenciler için gerekçeli jüri raporu eklenmeli ve raporu tüm üyeler imzalamalıdır. Tezi reddedilen öğrenci, yeni tez konusu belirler.

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

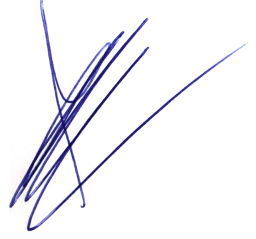
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Gri Tahminleme ile Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi’nde Yatan Hasta Sayılarının Tahmini” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki süreçte bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.

Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK

27/12/2019



(FINDIK BAŞAĞAOĞLU, Ayşe, *Gri Tahminleme ile Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde Yatan Hasta Sayılarının Tahmini*, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2019)

ÖZET

Sağlık hizmetlerine olan talepte sürekli bir artış vardır ve de devamlı gelişim göstermektedir. Bu hizmetleri sunmak için gerekli olan kaynaklar her zaman kısıtlıdır. Sağlık hizmeti sunan birimlerin bu düşünceler ışığı altında hizmetleri aksatmadan sunabilmeleri için ön planlama yapmaları, gelecekte yapılacak veya karşılaşılabilecek problemlere yönelik araştırmalar yapmaları gerekmektedir. Bilimsel yöntemler ile yapılan tahminler bu birimlerin planlamalarına ciddi oranda yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada; gün geçtikçe hasta istatistikleri artmakta olan ve artan talep karşısında alt yapısı yetersiz kalan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nin yatan hasta verileri incelenmiştir. Yöneticilere yatacak olan hasta sayıları ile bir tahmin bilgisi sunmanın, gelecekte gerekli olacak alt yapı değişikliklerinin önceden planlanması ve sağlık hizmetinin aksamadan veya uzun randevu süreleri olmadan gerçekleşmesi açısından yardımcı olacağı düşünülmektedir. Tahminleme sürecinde Ocak 2015-Ağustos 2019 dönemi yataklı servise ait 58 aylık veriler kullanılmış olup; mevsimsel farklılıklar, hareketli ortalamalar ve çarpımsal ayrıştırma, öngörü işlemleri ise gri tahminleme ile yapılmıştır.

2019 Eylül-2021 Aralık dönemini kapsayan 28 ay için öngörü işleminin yapıldığı çalışmada, modelin öngörü başarısı, MAPE başarı kriteri ve tahmin modelinin doğruluğunu belirlemek için iki belirleyici değer olan p ve C parametrelerinin değerleri bağlamında değerlendirilmiştir. Tahmin modelinin, doğruluğunu gösteren p değeri 0.82 ve hata oranını gösteren C değeri 0.46 hesaplanmıştır. MAPE değeri ise %21 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden anlaşılacağı üzere başarılı bir sonuç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tahminleme, Gri Tahminleme, Hareketli Ortalama Çarpımsal Ayrıştırma Modeli, Yataklı Hasta, Isparta

(FINDIK BASAGAOGLU, Ayse, *Number of Inpatient Forecast with Grey Forecasting for Süleyman Demirel University Faculty of Dentistry*, Master's Thesis, Isparta, 2019)

ABSTRACT

There is a steady increase in demand for health care and also shows continuous development. Health services generally have limited resources for providing good maintenance. In order to provide good health services without any disrupting, health service units should make preliminary planning and conduct researches for the future problems. Estimates made by scientific methods will seriously help the planning of these units.

In this study; the data of inpatients of the Faculty of Dentistry of Süleyman Demirel University, which is increasing in patient statistics and whose infrastructure is inadequate due to increasing demand, is examined. It is thought that providing managers with an estimate of the number of patients will help in the planning of future infrastructure changes and health care without interruption or long appointment times. Data for 58 months collected from inpatient service for the period January 2015 - August 2019 is used during the process of estimation. For forecasting processes, seasonal differences are used for moving average multiplicative and decomposition, and forecasting is used for gray estimation method.

In this study, success of the forecasting of 28 months model from 2019 September to 2021 December was evaluated in the context of MAPE success criterion and the values of two determinant values, p and C parameters, to determine the accuracy of the estimation model. The p value which shows the accuracy of the prediction model is 0.82 and the C value showing the error rate is calculated as 0.46. MAPE value was calculated as 21%. As a result of these values, a successful result was obtained from the study.

Key Words: Forecasting, Grey Forecasting, Moving Average Multiplication Decomposition Model, Inpatient, Isparta

İÇİNDEKİLER

TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	x
TABLOLAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÖNSÖZ.....	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TAHMİN

1. TAHMİN.....	4
1.1. TAHMİN VE ÖNEMİ	4
1.2. TAHMİN YÖNTEMLERİ VE İZLENMESİ GEREKEN YOL	4
1.2.1. Nitel (Kalitatif) Tahmin Yöntemleri	5
1.2.1.1. Delphi Yöntem	5
1.2.1.2. Senaryo Analizi	5
1.2.1.3. Uzman Panelleri	6
1.2.1.4. Nominal Grup Yöntemi.....	6
1.2.1.5. Morfolojik Araştırmalar	6
1.2.2. Nicel (Kantitatif) Tahmin Yöntemleri	7
1.2.2.1. İlişkiye Dayalı (Nedensel) Yöntemler	7
1.2.2.1.1. Regresyon Analizi	7
1.2.2.1.2. Korelasyon Metodu	8
1.2.2.2. Zaman Serisi Analiz Yöntemleri.....	9
1.2.2.2.1. Hareketli Ortalamalar Yöntemi.....	9
1.2.2.2.2. Üstel Düzleştirme Yöntemi.....	9

1.2.2.2.3. Box-Jenkins Yöntemi.....	9
1.2.2.2.4. Simülasyon Metodu.....	10
1.2.2.2.5. Gri Sistem Tahminleme Metodu.....	10
1.2.2.3. Yapay Sinir Ağları Metodu.....	11
1.3. TAHMİNLEME ÜZERİNE YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR.....	12

İKİNCİ BÖLÜM

GRİ SİSTEM TEORİSİ

2. GRİ SİSTEM TEORİSİ (GST).....	17
2.1. GRİ SİSTEM TEORİSİ VE GELİŞİMİ.....	17
2.2. GST'İN UYGULAMA ALANLARI.....	19
2.3. GST'İN ARAŞTIRMA ALANLARI.....	19
2.3.1. Gri Tahmin (GT).....	20
2.3.2. Gri Modelleme.....	20
2.3.3. Gri Karar Verme.....	20
2.3.4. Gri İlişki Analizi.....	21
2.3.5. Gri Kontrol.....	21
2.4. GST'İN TEMEL KAVRAMLARI.....	22
2.4.1. Gri Sistem Modellemesi-Gri Sayılar.....	22
2.4.2. Gri Dizilerinin Üretimi.....	22
2.4.3. Gri Diferansiyel Denklem.....	22
2.4.4. GM (N,M) Modeli.....	23
2.5. GT YÖNTEMİ.....	23
2.5.1. Birikim Üretme İşlemi.....	24
2.5.2. Ters Birikim Üretme İşlemi.....	24
2.5.3. GT ve GM (1,1) MODELİ YÖNTEMİ.....	25
2.5.4. Gri Verhulst Modeli.....	27
2.5.5. Yuvarlanan GM (1,1) Modeli.....	28
2.5.6. Model Doğruluğunun-Performansının İncelenmesi.....	28

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
ZAMAN SERİSİ ANALİZİ

3. ZAMAN SERİSİ ANALİZİ	31
3.1. TANIMI VE ÖNEMİ.....	31
3.2. ZAMAN SERİSİ ANALİZİNİN BİLEŞENLERİ.....	31
3.2.1. Trend (T)	32
3.2.2. Mevsimsel Dalganmalar (S).....	32
3.2.3. Konjonktürel- Ekonomik Dalganmalar (C).....	33
3.2.4. Tesadüfî (Rassal-Düzensiz) Hareketler (E)	33
3.3. ZAMAN SERİLERİNDE KULLANILAN TEMEL KAVRAMLAR.....	34
3.3.1. Durağanlık.....	34
3.3.2. Otokovaryans ve Otokorelasyon (ACF) Fonksiyonu.....	34
3.3.3. Kısmi Otokorelasyon (PACF) Fonksiyonu.....	35
3.3.4. Korelogram	35
3.4. ZAMAN SERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	36
3.4.1. Durağan ve Durağan Olmayan Zaman Serileri	36
3.4.2. Sürekli ve Kesikli Zaman Serileri	37
3.4.3. Mevsimsel ve Mevsimsel Olmayan Zaman Serileri	37
3.5. ZAMAN SERİLERİNİN AYRIŞTIRILMASI.....	37
3.5.1. Toplamsal Ayırıştırma Yöntemi.....	39
3.5.2. Çarpımsal Ayırıştırma Yöntemi	41
3.6. MODEL UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI	42

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ VE
SAĞLIK ALANINDA GENEL BİLGİLER**

4. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ VE SAĞLIK ALANINDA GENEL BİLGİLER	44
4.1. SAĞLIK ALANINDAKİ GENEL SIKINTILAR.....	44
4.2. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	44

4.3. DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTELERİNİN GENEL ANESTEZİ İHTİYAÇLARI	46
4.4. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ GENEL ANESTEZİ İMKÂNLARI.....	47
4.5. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ'NDE YATAN HASTA SAYILARININ TAHMİNİ ve ÖNEMİ ..	49

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

5.1. GRİ TAHMİNLEME İLE SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ'NDE YATAN HASTA SAYILARININ TAHMİNİ	51
5.1.1. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin Uygulaması.....	53
5.1.2. Model Performansının İncelenmesi	55
5.1.3. Gelecek 28 Aylık Tahmin Değerleri	56
SONUÇ.....	59
KAYNAKÇA	62
EKLER.....	67
Ek 1. Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız DİŞ Sağlığı Merkezi'nde Yatan Hasta Verileri	67
Ek 2. Çarpımsal Ayrıştırma İle Elde Edilen St Bileşeni Değerleri.....	68
Ek 3. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin için Öngörülen ve Gerçek Değerlerin Karşılaştırılması.....	69
ÖZGEÇMİŞ.....	70

KISALTMALAR DİZİNİ

ACF	: Ardışık Bağımlılık Fonksiyonu- Otokorelasyon, (Auto Correlation Function)
AGO	: Accumulating Generating Operation
AR	: Otoregresif
ARIMA	: Otoregresif Bütünleşik Hareketli Ortalamalar
AR-MA	: Otoregresif Hareketli Ortalamalar
BÜİ	: Birikim Üretme İşlevi
C	: Konjonktürel Dalgalanmalar
E	: Tesadüfi – Rassal – Düzensiz Hareketler
EKK	: En Küçük Kareler yöntemi
GM	: Gri Model
GST	: Gri Sistem Teorisi
GT	: Gri Tahminleme
KÜO	: Kümülatif üreten operatör
MA	: Hareketli Ortalamalar
MAE-MAD	: Mean Absolute Deviation (Ortalama Mutlak Hata- Sapma)
MAPE	: Mean Squared Error (Ortalama Hata Kare)
PACF	: Kısmi Ardışık Bağımlılık Fonksiyonu- Kısmi Otokorelasyon, (Partial Auto Correlation Function)
RMSE	: Root Mean Squared Error (Hata Kare Ortalama Kökü)
S	: Mevsimsel Dalgalanmalar
T	: Trend
TBÜİ	: Ters Birikim Üretme İşlevi
TKO	: Tersine kümülatif operatörü
T-MCGM	: Taylor -Markov Chain Gray Model
YSA	: Yapay sinir ağları

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Gri-Siyah-Beyaz Sistemlerin Kıyaslanması.....	19
Tablo 2. Tahmin Modellerinin Doğruluk Sınıflandırması.	30
Tablo 3. Çarpımsal Ayrıştırma ile Elde Edilen 12 Aylık Mevsimsel Faktör Değerleri .	53
Tablo 4. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin Modeli Diferansiyel Denkleminin Katsayıları Tahmini.....	54
Tablo 5. Çarpımsal Ayrıştırma Yapılarak GM (1,1) Modelinin Uygulanması Sonucu 2019 Eylül-2021 Aralık Dönemi Isparta İlinde Bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde Yatan Hasta Verileri Öngörü Değerleri	57



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Yapay Sinir Ağı Modelinin Genel Görünümü	12
Şekil 2. Olası Trend Gösterimleri	32
Şekil 3. Olası Konjonktürel Dalgalanmaların Gösterimi	33
Şekil 4. Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verileri	51
Şekil 5. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin Tekniği, Gerçek ve Öngörülen Değerlerin Seyri	55
Şekil 6. Çarpımsal Ayrıştırma Yapılarak GM (1,1) Modelinin Tahminlenmesi İle Elde Edilen Öngörü Değerleri (2019 Eylül-2021 Aralık) ve Gerçek Değerlerin (2015 Ocak-2019 Ağustos) Karşılaştırmalı Dağılım Grafiği.....	57

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tezimin yazım aşaması boyunca bilgi ve birikimleriyle her konuda yardımcı olan, desteğini esirgemeyen, beni yönlendiren, değerli zamanını ayırarak çalışmayı sabır ve itina ile inceleyen ve daha özverili çalışmamı sağlayan değerli hocam Doç. Dr. Kenan Oğuzhan ORUÇ'a ve üzerimde emeği geçen bütün hocalarıma (SDÜ-İİBF),

Yüksek lisans tezimin tamamlanabilmesi için gerekli olan veri tabanını benimle paylaşan, Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi Dekanlığı'na ve bütün yetkililerine,

Beni büyüten, yetiştiren, bu günlere getiren, bana en çok güvenen, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve üzerimde en çok emeği olan başta annem, babam, ablam, yeğenlerim ve abime,

Maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve beni motive eden değerli eşim ve canım kızıma çok teşekkür ederim.

Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK
Isparta-2019

GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerin en önemli sorunlarından biri, kaynakların oldukça kısıtlı olmasıdır. Kaynakların zenginleştirilmesi uzun vadeli birtakım önlemleri gerektireceği için, elde bulunanların en etkin bir şekilde kullanılması ancak ülke içindeki her tür sistemin, kendi kaynaklarını en iyi şekilde kullanması ile sağlanabilir. Kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi için sistemik ve planlı çalışma ile ön programlamanın yapılması ile hem daha verimli sonuçlar elde edilebilir, hem de sonuçlar daha sağlıklı alınabilmektedir. Bu türlü verimli çalışmalar için günümüzde birçok araştırma yöntemi kullanılmakta ve kaynaklar en iyi şekilde değerlendirilmektedir. İnsan hayatının her alanında bu şekilde planlamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Yaşayan bir organizma olan insan da hayatının devamlılığı için bu düzenlemelere ihtiyaç duymaktadır.

İnsanların hayatlarını iyi bir şekilde idame etmeleri veya yaşam kalitelerini belirli bir düzeyde tutabilmeleri de ciddi bir planlama ve düzenli bir hizmet akışı ile sağlanabilir. Ayrıca insanların gereksinimleri her geçen zaman diliminde değişmekte ve kat ve kat artmaktadır. İnsan bu gereksinimlerinin bir kısmını karşılasa bile karşılanan gereksinimlerin yerini yeni bazı gereksinimleri alır. Ancak hem toplumun hem de bireylerin sahip olduğu sınırlı kaynakları, sınırsız olan gereksinimlerini karşılamak için yetersizdir. Bunun için hem toplumlar hem de toplumları oluşturan bireyler sınırlı kaynaklarıyla sonsuz olan gereksinimlerinden yalnızca bazılarını karşılayabilirler. Sınırlı kaynaklarını kullanırken de elde edebilecekleri fayda düzeyini maksimum yapmaya çaba gösterirler.

Bireyler, daha iyi sağlık düzeyine sahip olmak ve daha uzun yaşamak istemelerine karşın, sağlık alanındaki kısıtlılıklar giderek daha belirgin hale gelmektedir. Dünyanın hiç bir yerinde hiç bir sağlık politikası istenilen veya gereksinim duyulan bütün sağlık hizmetlerini sağlayamaz. Çünkü sağlık hizmetlerine olan talepte sürekli bir artış vardır ve bu hizmetleri sunmak için gerekli olan kaynaklar her zaman kısıtlıdır. Bu nedenlerden dolayı bu planlamalar devamlı, düzenli ve sistematik güncellemelere ihtiyaç duymaktadır. Sağlık hizmeti sunan birimlerin bu düşünceler ışığı altında ön planlamaları yapmaları gelecekte yapılacak veya karşılaşılabilecek

problemlere yönelik araştırmalar yapmalarına bağlıdır. Bilimsel yöntemler ile yapılan tahminler bu birimlerin planlamalarına ciddi oranda yardımcı olacaktır.

Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi 2014 yılında açılan yataklı servisi ile lokal anestezi altında yapılamayacak tüm işlemleri bünyesinde yapılıır hale getirmiştir. Özellikle diş tedavisi hizmeti alma konusunda ciddi korku yaşayan hastalar, engelli bireyler ve lokal anestezi altında yapılamayacak majör cerrahi işlemler rahatlıkla yapılabilmektedir. Ancak hem nüfusumuzun artması hem de ülke çapında fakültenin hizmetlerinin duyulması hasta sayılarında ciddi artışa neden olmakta, bu da ileriye yönelik planlamaların yapılması gerekliliğini doğurmaktadır. Bundan dolayı fakülteye ve bu şekilde çalışan sağlık kurumlarına öngörülen hasta istatistikleri hakkında bilgi sunulması, yöneticilerin gelecekte gerekli olacak alt yapı değişikliklerinin önceden planlanması ve sağlık hizmetinin aksamadan veya uzun randevu süreleri olmadan gerçekleşmesi açısından yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, bu ihtiyaçtan yola çıkarak Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi için yatacak olan hasta değerlerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde tahmin kavramından yola çıkarak, tahminlemenin önemine değinilmiştir. Ayrıca bu bölümde tahmin yapabilmek için kullanılan çeşitli yöntemlerden ve bu yöntemler üzerine uygulamalar incelenmiştir.

İkinci bölümde çalışmada kullanılan tahminleme yöntemlerinden Gri Tahmin Yönteminin ait olduğu sistem olan Gri Sistem Teorisi incelenmiştir. Sistemin temel kavramları, uygulama alanları, gelişimi ve tarihçesi hakkında bilgilendirmeler yapılmıştır. Bölümün devamında ise; yapılacak tahmin işlemi için seçilmiş olan gri tahmin yöntemi, yöntemde kullanılan tahmin modelleri ve yöntemin uygulanışı ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde zaman serileri analizi hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Ayrıca, zaman serilerini ayrıştırma için kullanılan en yaygın modellerden olan “Toplamsal Ayrıştırma Modeli” ve “Çarpımsal Ayrıştırma Modeli” hakkında bilgi ve bu modellerin uygulama adımları ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Bunların dışında durağan, durağan dışı, kesikli, sürekli, mevsimsel veya mevsimsel olmayan seriler olmak üzere zaman serisi çeşitleri ve zaman serileri analizi ile ilgili kavramlar bu

bölümde ayrıntılı olarak incelenmiştir. Model öngörü başarısını ölçmeye yarayan kriterler ve genel hesap gösterimleri hakkında da bilgi verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde uygulama alanı olan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi ve sağlık alanında genel bilgi ve ihtiyaçları hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca bölümde, Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta sayılarının tahmini ve öneminin gerekliliği ele alınmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde; Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nden elde edilen 2015 Ocak-2019 Ağustos dönemine ait 56 aylık veri grubu kullanılarak, tahminleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Tahminleme işlemi 2019 Eylül-2021 Aralık dönemini kapsayan 28 ay için yapılmış ve çalışmada ele alınan model için de uygulanarak, sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulamada; Microsoft Excel 2010 ve SPSS programları kullanılmıştır.

Son bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

TAHMİN

1. TAHMİN

1.1. TAHMİN VE ÖNEMİ

Tahmin, günümüzdeki ve geçmişteki bilgilerden feyz alarak, gelecekteki olayların olma olasılığı hakkında yapılan bir değerlendirmedir. Tahmin yapılmasının ana nedeni; gelecek meçhuldür ve şu anda alınan birçok kararın etkisinin gelecekte nasıl olacağını bilinememesidir. Bu nedenlerden dolayı, gelecekte olabilecekleri doğru tahmin etmek, karar alma sürecinin verimliliğini arttırmaktadır.

Bugün çevremizde gördüğümüz gelişmelerin, teknolojilerin ya da ürünlerin çoğunu, 10-15 yıl önce adını dahi duymadığımız, hayal bile edemediklerimiz kapsamaktadır. Bu nedenle işletmelerin, yöneticilerin ve bizlerin gelecekteki değişimlere entegre olması ve bunlara hazırlanması gerekmektedir. Gelecekteki değişimlere hazırlanmanın bir yolu da tahmin yapmaktır. Tüm faaliyetler tahminleme yardımı ile ne kadar uygun şekilde planlanır ve örgütlenirse, kontrolleri de o ölçüde kolaylaşacaktır.

Tahmin de esas nokta eldeki bilgilerle geleceğe ilişkin, geliştirilmiş tahmin yöntemlerinden yararlanarak en az hatalı tahminlerde bulunmaktır.

1.2. TAHMİN YÖNTEMLERİ VE İZLENMESİ GEREKEN YOL

İlk olarak tahminin amacı belirlenmeli ki tahminde istenen detay derecesi, tahmin için ayrılacak referans adedi ve arzu edilen doğruluk düzeyi oluşturulabilsin. Tahmin için uygun yöntemin seçilmesinden sonra veriler toplanmaya başlanmalı ve tahmin yapılmalıdır. Bu işlemden sonra, yöntemin uygunluk testi yapılarak yöntemin kullanılabilirliğine karar verilmelidir. Geçerliliği kabul görmüş yöntemle belirlenen tahmin değerleri, planlama nedeniyle kullanıldığında doğru neticeler verecektir (Kobu, 1994: 55).

Tahmin yöntemini seçmeden önce unutulmaması gereken bazı noktalar şöyledir: Temel alanın çok geniş olduğu ve parametrelerin doğrudan hesaplanmadığı vakalarda, istatistiki tahminin yapılması en doğrusudur (Köksal, 1985: 224). Tahmin yöntemlerinin seçilme prosesinde, verilerin karakteristikleri ve tahminin yapılacağı zaman aralığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Tahminin uzun ya da kısa oluşu, arzulanan doğruluk derecesi, verilerin varlığı, yöntemin maliyeti, çalışma için ayrılan bütçe, bu süreçte çalışacak nitelikli personelin varlığı gibi özellikler tahmin metodunun seçimini etkileyebilir (Üreten, 2005: 156).

Tahmin yöntemleri; nitel ve nicel tahmin yöntemleri olmak üzere iki grupta incelenebilir.

1.2.1. Nitel (Kalitatif) Tahmin Yöntemleri

Çalışma ortamı konusunda bilirkişi olan bireylerin yargılarına ve deneyimlerine bağlı olarak nitel tahmin yöntemleri yapılır. Bilgi işleme prosesi bilirkişiler veya jüri üyeleri tarafından yapılmaktadır. Nicel yöntemlere göre daha az kullanılmaktadır. Çünkü beklentileri ifade edip, öznel yargılara dayanmaktadırlar (Çuhadar, 2006: 63-64). Uygulamalarda en çok kullanılan nitel tahmin yöntemleri ve kısaca içerikleri aşağıda verildiği şekildedir.

1.2.1.1. Delphi Yöntem

Delphi yöntemi, geleneksel grup toplantılarının dezavantajlarından kaçınmak ve çeşitli uzman bilgilerinin birlikte değerlendirilebilmesini sağlamak için 1950'lerde bir Amerikan firması olan Rand tarafından geliştirilmiştir (Armstrong ve Green, 2005: 3). Bu teknik ile değişik görüşlere sahip grup üyelerinin görüşlerini empoze etmek ancak bağımsız yargıları korumakla mümkün olmaktadır. Kantitatif değerlendirmelerle birlikte model geliştirme amacı güdülmektedir.

1.2.1.2. Senaryo Analizi

Senaryolar önceden tanımlanmış son bir duruma sebep olan durumların sonucunu detaylı olarak tarif etmek yahut yerine geçebilecek bugünkü seçimlerin

sonuçlarını düşünme çalışmalarıdır. Diğer bir taraftan, senaryo sebep-sonuç proseslerine ve karar noktalarına dikkat çekmek için planlanan olayların varsayımsal dizisidir. Senaryo analizinde meydana çıkabilecek olan pozitif-negatif durumlar, bu olayların meydana çıkmasına sebep olanları önleme, kolaylaştırma ya da engellemede, uygulamaya konulabilecek alternatif çözümler hakkında düşünmeyi doğurur (Murat ve Mısırlı, 2005: 9). Böylece, gelecekle ilgili birbirinden farklı birçok değişik görünüm sunar ve çevresel belirsizlikler karşısında daha donanımlı olunmasına ortam oluşturur.

1.2.1.3. Uzman Panelleri

Yöntem, meydana getirilen bir panel vasıtasıyla azaların ekseriyetinin tasdik etmesiyle sonuca ulaşmayı amaçlar. Metot, panel azalarının bir araya gelerek konu hakkındaki düşüncelerini karşılıklı belirtme ve fikir alışverişinde bulunmasına imkân sunar. Bu sebepten dolayı ana özelliği, grup azalarının birbirleriyle olan etkileşimine dayanır. Çalışmalar, komite toplantıları ve seminer halinde yapılır. Çalışma prosesi, panel azalarının söz konusu durumlardaki fikir birliği ile tamamlanır (Çuhadar, 2006: 68).

1.2.1.4. Nominal Grup Yöntemi

Bu teknikte, konunun bilirkişisi olan azami 7-10 kişi bir araya getirilir ve konuyla ilgili görüşleri önce yazılı olarak alınır. Daha sonrasında görüşler üzerinde tartışma yapılmadan oylama yapılır. Yani iştirakçiler bir grup olarak toplanmalarına ve kurallara uymalarına rağmen, kararlarını bağımsız olarak, tartışma gerektirmeden verirler. Ayrıca sonuçları da yine bağımsız olarak alıp sınıflandırılırlar (Özgür, 2007: 28-29).

1.2.1.5. Morfolojik Araştırmalar

Morfolojik analizler üzerinde çalışılan ürün, servis, strateji gibi her türlü alanın özelliklerinin tek tek sıralanması ile yapılır. Bu yönüyle morfolojik analiz teknikleri birçok problemin çözümünde etkinlik gösterebilir (Akın, 1991: 63).

1.2.2. Nicel (Kantitatif) Tahmin Yöntemleri

Nicel tahmin yöntemleri ise matematiksel modellere dayanan yöntemlerdir. Nicel tahmin yöntemleri, yeterli miktarda sayısal bilginin mevcut olduğu durumlarda kullanılabilir. Nicel tahmin yöntemleri ile tahminde bulunulacağı zaman; geçmişe ait verilerin mevcudiyeti, bu verinin sayısal bir biçimde tanımlanması ve değişkenin geçmişte gösterdiği yapının ileride de devam edeceği düşüncesinin kabul görüyor olması gerekmektedir. Geçmiş gözlem değerleri kullanılarak sürecin oluşmasına katkıda bulunan ilişkiler belirlenir ve bu ilişkilerin geleceği nasıl şekillendireceği tespit edilmeye çalışılır (Es, 2013: 3). Genel olarak ilişkiye dayalı ve zaman serisi yöntemleri olarak iki gruba ayrılan bu yöntemlerin başlıcaları ve kısaca içerikleri aşağıda verildiği gibidir.

1.2.2.1. İlişkiye Dayalı (Nedensel) Yöntemler

İlişkiye dayalı yöntemlerde; tahmini değeri bulunacak değişkenin farklı nedenlerden etkilenebileceği varsayılarak, bağımlı değişkenin etkilendiği diğer etkenler bulunmaya çalışılmakta ve bu etkilerin matematiksel olarak ifade edilmesi hedeflenmektedir. Bu metotlarda bir değişkenin ilerideki değerlerini tahmin etmekten çok, iki ya da daha fazla değişken arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bağımlı değişken ile alakası olan değişken veya değişkenlerin bulunması ve bu alakaya uygun bir formülün bulunması, nedensel yöntemlerin ana amacıdır (Çuhadar, 2006: 69). Bu yöntemler ikiye ayrılmaktadır.

1.2.2.1.1. Regresyon Analizi

İstatistiksel analiz olan regresyon analizi, bir ölçüt değişkeniyle bir ya da birden çok sayıda tahmin değişkenleri arasındaki ilişkiyi sayısal hale dönüştürmede kullanılır. Buradaki amaç değişkenler arasında ilişkinin niteliğini belirlemektir. Tahmin değişkeni olarak bir değişken kullanılırsa basit regresyon, iki veya daha çok değişken kullanılırsa çoklu regresyon analizi olarak isimlendirilir. Her tahmin değişkeninin ölçüt değişkenindeki toplam değişmeye olan katkısının belirlenmesi ve tahmin değişkenlerinin doğrusal kombinasyonunun değerinden hareketle ölçüt değerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır (Çağlar, 2007: 25).

Basit doğrusal regresyon analizinde, iki değişken arasındaki bağı doğrusal olduğu düşünülür. Denklem $y = a + bx$ şeklinde ifade edilir. Tahmin değeri, bağımsız değişkenin değeri yerine koyularak bulunur. Bu denklemdeki a, b değerleri En Küçük Kareler yöntemi (EKK) ile bulunur (Karahana, 2011: 44)

1.2.2.1.2. Korelasyon Metodu

Korelasyon analizinde iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi, bir değişkenin iki değişken ile olan ilişkisini ve bir değişkenin ikiden fazla değişken ile olan ilişkisini analiz etmek ve eğer aralarında ilişki mevcutsa derecesini belirtmek için uygulanan bir istatistiksel metottur (Monks, 1996: 47). Korelasyon yöntemi, değişkenler arasındaki alakanın bildirilmesine yardımcı olmayı ve birbirine benzeyen sonuçları önceden tahmin etmeyi hedeflemektedir. Metodu kullanabilmek için, değerlerden en az birinin parametrik olması gerekmektedir.

Analizin sonucunda ise doğrusal ilişkinin var olup olmadığı değerlendirilir ve eğer varsa bu ilişkinin derecesi korelasyon katsayısı ile hesap edilir. Korelasyon katsayısı r ile ifade edilir. -1 ile +1 arasında değerler alır. r değeri 0,70 ve üzerinde hesaplandığında ileri derecede bir ilişkinin olduğu söylenebilir (Üreten, 2005: 137).

- $r = +1$ ise tam pozitif doğrusal bir ilişki,
- $r = -1$ ise tam negatif doğrusal bir ilişki,
- $r = 0$ ise ilişki yoktur.

İlişkiler korelasyon katsayısının (r) değerine göre, aşağıda belirtildiği gibi sınıflandırılabilir (Tekin, 2009: 242).

- 0.90 ile 1 arasında olduğunda; çok kuvvetli,
- 0.70 ile 0.89 arasında olduğunda; kuvvetli,
- 0.50 ile 0.69 arasında olduğunda; orta,
- 0.30 ile 0.49 arasında olduğunda; düşük,
- ile 0.29 arasında olduğunda; zayıf bir ilişki olduğu ifade edilir.

1.2.2.2. Zaman Serisi Analiz Yöntemleri

Bu yöntemde geçmişteki verilerin zaman içinde gösterdiği düzen baz alınarak, bu verilerle geleceğin tahmin edilmesi amaçlanır (Üreten, 2005: 141). Bir değişken üzerinde düzenli aralıklarla yapılan bir dizi denemelere zaman serileri denir. (Monks, 1996: 40). Zaman serisi analizi bazlı tahmin yöntemlerinden en çok kullanılanları aşağıdaki gibidir.

1.2.2.2.1. Hareketli Ortalamalar Yöntemi

Mevsimsel ve konjonktürel dalgalanmaları ortadan kaldırmak amacıyla kullanılan bu yöntem, genellikle değerleri ani düşüş ve yükseliş gösteren serilerde kullanır. Bundan dolayı bir önceki ve bir sonraki değerler ile ortalama olarak bu alçalma ve yükselmeleri dengeleme imkânı oluşturur. Dikkat edilmesi gereken ise, hareketli ortalamalar trend hesabının doğru olabilmesi için; olayın trendi doğrusal, serideki dalgaların şiddeti ve uzunluğunun aynı olmasını gerektirir.

Hareketli ortalama, her defasında en eski etkeni çıkararak ve yeni etkeni ekleyerek belli sayıdaki döneme ait etkenlerin tekrar tekrar ortalamasının alınmasıyla oluşturulur. Hareketli ortalamalar, verilerdeki değişimlerin düzeltilmesini sağlarlar fakat bir tahmin denklemi yapmazlar ve veri serilerinin son dönemleriyle alakalı tahmini değerlendirirler (Monks, 1996: 42).

1.2.2.2.2. Üstel Düzleştirme Yöntemi

Geçmiş dönem bilgilerine farklı ağırlıklar veren yöntemler topluluğuna üstel düzgünleştirme yöntemleri denir. Verilen ağırlıkların bilgiler eskidikçe üstel bir şekilde azalması üstel terim anlamına gelmektedir. Eski dönem verilerinin geleceğe etkisi, en yakın geçmiş verilerinin geleceğe etkisinden daha azdır. (Çağlar, 2007: 39).

1.2.2.2.3. Box-Jenkins Yöntemi

Box-Jenkins yöntemi doğrusal stokastik, kesikli prosesleri baz alır. Hareketli Ortalama (Moving Average-MA), Otoregresif-Hareketli Ortalama (Autoregressive-Moving Average-ARMA), Bütünlenen Otoregresif-Hareketli Ortalama (Autoregressive

Integrated Moving Average-ARIMA) ve Otoregresif (Auto Regressive-AR) olmak üzere üç farklı Box-Jenkins tahmin modeli vardır. AR(p), MA(q) ve bunların karışımı olan AR-MA (p, q) modelleri durağan proseslere uygulanır. ARIMA (p, d, q) modelleri ise durağan olmayan proseslere uygulanır (Kadılar, 2005: 185).

1.2.2.2.4. Simülasyon Metodu

Simülasyon (benzetim); sistemin mantıksal, matematiksel bir modelinin geliştirilmesi ve bu sistem üzerinde deneyler yapılırken amaçlanan bir reel hayat sisteminin belirli bir zaman diliminde istenilen gerçek karakteristiklerini tahmin etmektir.

Benzetim modelleri, analitik yaklaşımların tersine, kompleks problemlerin çözümünde ve modellenmesinde daha etkin olurlar. Benzetim modellerinde değişkenler arasındaki etkileşimleri gözlemlemek daha basittir. Bilgisayarda geliştirilen modellere reel sistemden toplanan bilgiler aktararak sayısal sonuçlara ulaşmak amaçlanır. Sistemin performans ölçütlerine ait birtakım tahminlerde bulunabilmek için bu sonuçların değerlendirilmesi yapılır (Öztürk, 2007: 73).

Metotun temel amacı, bir reel hayat sistemini girdi ve çıktılarıyla matematiksel olarak tanımlamak, reel sistemi, tasarlanan model üzerinden ifade edip, araştırmak, farklı kararları ve opsiyonları reel sistemde hiçbir farklılık yapmadan deneyebilmek ve gözlemlenen bilgiler dâhilinde, sistem hakkında ön görüşlerde bulunabilmek ve uygulamaya esas olan kararları belirlemektir (Öztürk, 2005: 250).

Geliştirilmiş birçok simülasyon tekniği vardır. Sistem simülasyonu, Monte Carlo simülasyonu, gerçek zamanlı simülasyon, insan - makina simülasyonu, analog bilgisayar simülasyonu vb. bu tekniklerden bazılarıdır.

1.2.2.2.5. Gri Sistem Tahminleme Metodu

Çalışmanın ikinci bölümünde ayrıntılı olarak incelenecek olan Gri Sistem Teorisi (GST) ve beraberinde Gri Tahminleme (GT) metodu 1982 yılında Çin'de Deng Julong tarafından ortaya atılmıştır. Gri sistemde ana fikir belirsiz sistemlerin karakterlerini, sınırlı sayıda bilgi vasıtasıyla tahminlemektir. Bu yöntemde; beyaz, siyah

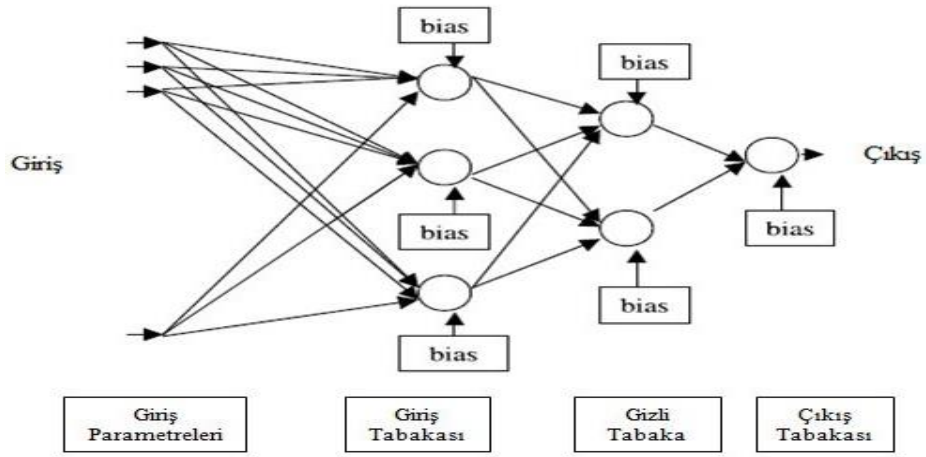
ve gri renkler simge olarak kullanılır. Beyaz renk, belirsizliğin olmadığı kusursuz bilgiyi temsil ederken, siyah renk de karşıt özelliklere sahip bilgiyi simgeler. Bu iki bilgi arasında kalan ve yalnızca sınırlı bilgiye sahip olan bilgiler ise gri rengi temsil eder.

1.2.2.3. Yapay Sinir Ağları Metodu

Yapay sinir ağları (YSA) insan vücudunda bulunan biyolojik sinir ağları ile benzer niteliklere sahip bilgi işleme metodudur. YSA'lar biyolojik sinir ağlarının özelliklerinin incelenmesi sonucunda ortaya konmuş matematiksel modellerdir. Temel varsayımları aşağıdaki gibidir.

- Sisteme gelen bilgi “Nöron” ismi verilen birimlerle işlenir.
- Sinyaller nöronlar arasındaki bağlantılarla ulaştırılır.
- Her bağlantının belirli ağırlığı vardır. YSA’da bağlantıların ağırlıkları iletilen sinyal ile çarpılır.
- Nörona gelen sinyallerin ağırlıklandırılmış toplamı net girdiyi oluşturur. Her nöron çıktı sinyalini belirleyebilmek için gelen sinyallere bir “Harekete Geçme (Activation)” fonksiyonu uygular. Bunlar genellikle doğrusal olmayan fonksiyonlardır (Efendigil, 2008: 181).

YSA teknolojisi, belli bir problemi programlama yerine varolan örnekler üzerinden eğitilerek öğrenir. Ek olarak YSA, alışılmış bilgisayar belleği gibi belli verileri belli yerlerde saklama yerine, öz şeklindeki verileri nöronlar arasındaki bağlantılar üzerindeki ağırlık değerleriyle ağ üzerine dağıtarak saklar. YSA modelinin genel görünümü Şekil 1’de gösterildiği gibidir.



Şekil 1. Yapay Sinir Ağı Modelinin Genel Görünümü

Kaynak: Rajpal vd., 2006: 810

Şekil 1 incelendiğinde model yapısında, girdi katmanı, çıktı katmanı ve gizli katman olmak üzere birbirleriyle bağlantılı sinirlerin yer aldığı üç temel katman yer aldığı görülmektedir. İlk katman yani girdi katmanı, dışarıdan gelen verilerin YSA'ya alınmasını sağlar. Bu sonuçlar istatistikte bağımsız değişkenleri işaret etmektedir. Son katman yani çıktı katmanı verilerin dışarıya aktarılmasını sağlar. Çıktı değişkenleri, istatistikte bağımlı değişkenlere karşılık gelir. Modeldeki diğer katmanlar ise girdi katmanı ile çıktı katmanı arasında lokalize olur ve gizli katman olarak isimlendirilir. Gizli katmanında bulunan nöronların dış ortamla ilişkileri yoktur ve sadece girdi katmanından gelen sinyalleri alarak, çıktı katmanına sinyal iletirler.

1.3. TAHMİNLEME ÜZERİNE YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR

Literatürde pekçok sektörde, farklı yöntemler kullanılarak yapılmış tahminleme çalışmasına ulaşmak mümkündür. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Tseng ve arkadaşlarının (2001) yaptıkları çalışmada mevsimsel zaman serileri için hibrit bir gri model ele alınmıştır. Sunulan hibrit model, hareketli ortalamalara oran yöntemi ile yapılan mevsimsellikten arındırma tekniği ile GM(1,1) gri tahmin modelini birleştirilmiş ve dört farklı metot ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için ortalama mutlak yüzde hata oranları kullanılmış ve önerilen hibrit modelin iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkarılmıştır.

Wang ve arkadaşlarının (2005) yaptıkları çalışmada mevsimsel dalgalanma içeren gözlem serilerinde GT yapmışlardır. Araştırmacılar, mevsimsellik içeren serilerin önce mevsimsellikten arındırılmasını, ardından tahmin yapıldıktan sonra tekrar mevsimsel dalgalanmanın tahmin değerlerine eklenmesi yolunu tercih etmişlerdir. Tahmin için GM (1,1) modeli kullanılmıştır. Karşılaştırma için geleneksel bir yöntem kullanılmış ve tahmin sonuçlarına göre mevsimsel endeks temelli GM (1,1) modelinin diğer karşılaştırma modellerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Ahmed (2005) çalışmasında bir şehir için aylık yük verilerinden yola çıkarak istatistiksel yöntemlerle yük tahmininde bulunmuştur. Bu şehrin enerji tahmini için on adet model kullanılmıştır. Uzun dönemli tahmin modeli olarak üç adet trigonometrik model, bir çarpımsal model ve bir adet çok değişkenli model ele alınmıştır. Çalışma sonunda çarpımsal ayrıştırma yöntemi kullanılan modelin daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur.

Eugenio Fco. Sánchez-Úbeda ve Ana Berzosa (2007), çok yüksek çözünürlüklü bir ayrışma yaklaşımına dayanan ve gün ile orta vadeli (1-3 yıl) tahmin sağlayan yeni bir tahmin modeli üzerinde çalışmışlardır. Önerilen model ile tahmin değerleri üç farklı bileşenin kombinasyonu ile elde edilmiştir. Bunlardan biri zaman serileri trendini yakalamakta, bir diğeri mevsimsellik bileşenine dayalı doğrusal modeli ve üçüncüsü de geçici bir bileşenin açıklayıcı değişkenlerini kullanarak günlük değişimleri tahmin etmektedir. Bu kombinasyon ile de doğruluğu ve verimliliği çok yüksek entegre bir tahminleme elde edildiği gözlemlenmiştir.

Özkara (2009) çalışmasında 2004-2007 yılları için Ankara merkez metropol alanı aylık puant elektrik yük değerlerini kullanmıştır. Puant yük değerleri zaman serisi olarak ele alınmış, bu yüklerin mevsimsel dalgalanmaya sahip olduğu belirlenmiş ve mevsimsel ayrıştırma yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin içerdiği toplamsal ayrıştırma ve çarpımsal ayrıştırma yaklaşımları ayrı ayrı uygulanarak doğrusal regresyon ve GT yöntemi ile mevsimsellikten arındırılan trend serisinin tahmini yapılmıştır. Ardından tahmin edilen trend serisine mevsimsel etki ilave edilmiş ve yük tahmin değerleri elde edilmiştir. Elde edilen tahmin serilerinin hata terimleri analiz edilerek dört ayrı tahmin modelinin geçerliliği irdelenmiş, hata terimleri ile çeşitli

ölçütler hesaplanarak en iyi tahmin modeli seçilmiştir. Seçilen bu model ile 2008 yılı için aylık puant yük tahminleri hesaplanmıştır.

Yılmaz ve Yılmaz (2013) çalışmalarında Türkiye için GT yöntemi kullanılarak 1990-2009 yılları arasındaki CO₂ emisyonları analiz edilip bu veriler ışığında gelecek dönemler için tahminler yapılmıştır. Bu değerler aynı yıllarda gerçekleşen değerler ile karşılaştırılmıştır. GT yönteminin, elde edilen sonuçlar ve hata oranı doğrultusunda, sağlıklı tahminlerde bulunduğunu gösterilmiştir.

Xiaofei ve Renfang (2014) yapmış oldukları çalışmalarındaki temel amaç, Çin'in Hubei eyaletindeki Jingzhou kentindeki kötü huylu tümör hastalarının GT metodundan yararlanarak tahmin etmektir. Bunun için 2002 ile 2007 yılları arasındaki malign tümör hastalarının verileri kullanılmıştır. Çıkan verilere göre de ekonomik kaybı azaltmak ve hayatımızın güvenliğini korumak için kötü huylu tümör oluşumuna ne önlemler alınabileceği üzerinde durulmuştur.

Rathnayaka ve Seneviratna (2014) çalışmalarında, Sri Lanka'nın 1998-2015 arası yıllık elektrik üretimi ve yıllık elektrik tüketimi tahminini yapılmışlardır. Tahminleme için gri tahminleme GM (1,1) ve ARMA (1,1) modelleri kullanılmıştır. Tahminleme de kullanılan modellerin doğruluğu MAD, MSE ve MAPE kriterleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar sonucu GM (1, 1) modelinin ARMA modeline göre daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.

Özüdoğru ve Görener (2015) sağlık sektöründe talep tahmini üzerine bir uygulama yapmışlardır. Özellikle medikal malzeme alımlarının temel bir maliyet kalemi olduğu hastane gibi kurumlarda, stok maliyetlerinin kontrolü için iyi bir talep tahmini yapılması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Ve bu nedenle araştırmalarında Minitab17 istatistik programı kullanarak eldeki verilere zaman serisi yöntemleri uygulayıp, en uygun tahmin yönteminin tespitini amaçlamışlardır.

Yiğit (2015) yapmış olduğu çalışmasında, sağlık kurumlarında serum seti tüketiminin kantitatif tahmin yöntemleri ile analiz edilmesi ve en uygun tahmin modelinin belirlenerek ileriki dönemlere ait serum seti tüketimi tahmininin yapılmasını hedeflemiştir. Çalışmada talep tahmin yöntemlerinden hareketli ortalama, üstel

düzeltilme, Holt- Winters ve doğrusal regresyon tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Tahmin sonuçlarının doğruluğunun tespitinde ortalama mutlak hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata kullanılmıştır. Ayrıca araştırmada serum seti tüketiminde en iyi tahmini veren yöntemi tespit edebilmek için yöntemler arası karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuç olarak hastane yöneticileri ilaç ve tıbbi malzeme ihtiyaç tahmini yaparken kalitatif tahmin yöntemleri yanında mutlaka kantitatif tahmin yöntemlerinden de yararlanması gerektiğine varılmıştır. Böylece tıbbi malzeme ve ilaç ihtiyaçları daha doğru tahmin edilerek hastanenin verimliliği, kârlılığı, finansal performansı ve sürdürülebilirliği üzerinde olumlu etki sağlayabilecektir.

Çelik (2016) çalışmasında Isparta ilinin geleceğe yönelik doğal gaz ihtiyacı belirlenmeye çalışılmıştır. Tahminleme sürecinde Ocak 2010-Nisan 2016 dönemi konut sektörüne ait 76 aylık veriler kullanılmış olup; öngörü işlemleri 3 farklı yöntem ile yapılmaya çalışılmıştır. Araştırmada, GT, Box-Jenkins ve Üstel Düzleştirme Yöntemleri ile mevsimsel farklılıklar dikkate alınarak yapılan öngörü işlemlerinde, elde edilen tahmin değerlerinin dışında, mevsimsel etkiyi hesaplama bakımından farklılık gösteren bu 3 yöntemin yeterliliği de karşılaştırılmıştır. 2016 Mayıs-2017 Aralık dönemini kapsayan 20 ay için öngörü işleminin yapıldığı çalışmada, üç modelin öngörü başarısı RMSE, MSE, MAE-MAD ve MAE başarı kriterleri bağlamında değerlendirilmiştir ve bu değerlendirmeler sonucunda GT en başarılı öngörü sonuçlarını verirken, Box-Jenkins Yöntemi en başarısız sonucu vermiştir.

Duan ve diğerleri (2017) çalışmalarında, Çin'deki tıbbi hizmet talebindeki öngörüğü iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaca ulaşmak için, Taylor Approximation'ı Gray Markov Chain modeli kullanılmaktadır ve Taylor-Markov Chain GM (1,1) (T-MCGM (1,1)) adlı yeni bir model geliştirilmiştir.

Başakın ve arkadaşları (2019) çalışmalarında, GT yöntemi kullanarak İstanbul ilinin yıllık su tüketim değerlerini tahmin etmeye çalışmışlardır. İstanbul ilinin 2005-2013 yılları arasında ölçülmüş su tüketim değerleri modellenmiştir. Modelleme çalışması GT yöntemi ile yapılmıştır. 9 yıllık ölçülmüş İstanbul ili su tüketim değerlerinin ilk 6 yılı ile model oluşturulurken son 3 yıllık değerler ile de tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tahmin yöntemlerinin sonuçları istatistiksel başarı kriterleri yardımıyla test edilmiş ve hidrolojide kullanımının mümkün olduğu gözlemlenmiştir.

Literatür incelendiğinde diş hekimliği fakültelerinde tahminleme üzerine yapılmış bir çalışmaya ulaşılamamaktadır.

Günümüzde diş hekimliği alanında da yataklı servisler yoğun şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle diş hekimi fobisi olan bireylerin, engelli bireylerin, koopere olamayan çocukların ve genel anestezi gerektiren çene cerrahisini ilgilendiren ameliyatların yapılabilmesi için genel anestezi servislerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçtan dolayı fakültelerde yataklı servisler açılmış ve bu servislerde hasta sayıları da gün ve gün artmaya başlaması ile yatak ihtiyaçları da önemli derecede artmaya başlamıştır. Yukarıda belirtilen çalışmalara benzer şekilde bu servislerin ihtiyaçlarını öngörebilmek amacıyla çalışma yapma gereği duyulmuştur. Bu çalışmadaki amaç, Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi yataklı servisi için gelecekte gerekli olacak alt yapı değişikliklerinin önceden planlanması ve sağlık hizmetinin aksamadan veya uzun randevu süreleri olmadan gerçekleşmesine katkıda bulunabilme amacıyla yatacak olan hasta sayıları ile ilgili mevsimsel farklılıklar için hareketli ortalamalar çarpımsal ayrıştırma yöntemi ve öngörü işlemleri için ise gri tahminleme çalışması yaparak bir tahminleme bilgisi sunmaktır.

İKİNCİ BÖLÜM

GRİ SİSTEM TEORİSİ

2. GRİ SİSTEM TEORİSİ (GST)

2.1. GRİ SİSTEM TEORİSİ VE GELİŞİMİ

Gerçekte süre kısıtı, mâli problemler, veri sayısının azlığı, vb. çeşitli sebeplerle bir çok alanda alınan kararlar, yetersiz veya sınırlı sayıda veri kullanılarak sonuca bağlanılmaktadır. Bu şekilde verilen kararlar, kararın ve doğrultusunda yapılan çalışmanın güvenilirliğini zedelemektedir. Özellikle veri sayısının az olması veya verilerin tam değerlerinin bilinmemesi karar verme sürecinde belirsiz karar ortamlarının oluşmasına ortam hazırlamaktadır.

Belirsizlik sebebiyle ortaya çıkabilecek sorunları çözümlmek için olasılık, istatistik ve bulanık mantık yöntemleri sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Belirsizlik durumlarının sayısallaştırılmasını amaçlayan tekniklerden biri olan GST, bu yöntemler arasından özellikle bulanık mantık yaklaşımına alternatif bir çözüm yöntemi olarak ortaya çıkmıştır. Bunun yanı sıra diğer yöntemlerle aynı hedef doğrultusunda yola çıkmış olsa da, onlardan farklı olarak daha küçük gözlem grubu ve daha zayıf bilgilerin olduğu problemleri de kapsamaktadır.

Bu teori doğruluğu belli olmayan bilgileri kullanarak az sayıda ve eksik verilerden bilgi tahminini misyon edinmiştir. Az sayıda ve eksik bilgilerden oluşan veriler çalışma sürecinde kullanılan çeşitli bilgi tahmin teknikleriyle işe yarar ve anlamlı hale gelmektedir. Üretilen ya da var olan verilerin çoğu, uygulama alanlarında belli ve net olmaması bulanık ya da kaba kümelerin kullanılması gerektiğini gösterir. 1960'lı yıllarda, matematiksel ve istatistiksel yöntemler ile sınıflandırılmayan ve anlamlandırılmayan veriler, ilk olarak L. A. Zadeh (1965) tarafından bulanık matematik çalışmalarıyla araştırılmaya başlanmıştır. Zadeh, bulanık kümeleri tanıtırken, kesinliği tam olarak bir kümeye ait olmayan verilerin, aslında net verilerden daha fazla olabileceğini belirtmiştir. Verilerin işlenmesi ve bilgilerin tahminlenmesinde bu bilgi çok önemli çalışmalara öncülük etmiştir. Zadeh'in bu çalışmasından sonra 1980'li

yıllarda Z. Pawlak (1982) tarafından geliştirilen kaba kümeler çalışması da belirsiz ve eksik verilerden bilgi üretimi üzerine yapılmış önemli yaklaşımlardan biridir.

Gri sistem toerisi ilk olarak 1982 yılında, Çinli Prof. Deng Julong'un "The Control Problem of Grey System" (Gri Sistemler ile Kontrol Problemi) isimli çalışmasında kullanılmış ve Deng Julong bu çalışmasıyla GST'ne öncülük yapmıştır. Çalışması Kuzey Hollanda yayıncılık şirketi tarafından "Systems and Control Letter" adlı uluslararası dergide yayımlanmıştır. Aynı yıl içinde Deng'in ilk Çince gri sistem çalışması olan "The Grey Control System", Huazhong Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi'nde yayımlanmıştır (Liu, 2007: 111).

Deng'in yoğun çabası altında ortaya çıkan bu iki yaratıcı çalışmanın yayını ile GST yeni bir konu olarak meydana çıkmıştır. Kısa sürede bu yeni teori, yerli ve yabancı akademik çevrelerde olumlu yönde ilgi görmeye başlamıştır. Birçok ünlü bilim adamı ve uzman tarafından test edilmiş ve desteklenmiştir. GST, birçok Çinli bilim adamının araştırma grubunda konu olmuş ve teori üzerine farklı alanlarda buluşlar, uygulamalar ve araştırmalar yapılmıştır. Özellikle, çeşitli bilimsel alanlarda GST'nin başarılı uygulamalarının olması uluslararası akademik çevrelerde de dikkate değer bulunmuştur.

Şu anda Türkiye, İngiltere, ABD, Almanya, Avustralya, Avusturya, Kanada, Rusya, Tayvan, Japonya, Hong Kong, Birleşmiş Milletler gibi birçok ülke, bölge ve uluslararası organizasyonlarda çok iyi bilinen akademisyenler tarafından bu teori üzerine birçok araştırma ve uygulama yapılmaya devam edilmektedir.

Yöntem ismini renklerin yorumlanmasından almaktadır. Yöntemde adı geçen "gri" renk kavramı bir sistemdeki bilginin tam olarak bilinmediğini ifade ederken, "beyaz" renk bilgiye tam olarak bilindiğini, "siyah" renk ise bilginin bilinmediğini anlamına gelmektedir. Kısmen bilinen ve kısmen bilinmeyen bilgilerin yer aldığı bu sisteme GST denilmektedir. GST açısından siyah-gri-beyaz sistemlerin karşılaştırılması Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Gri-Siyah-Beyaz Sistemlerin Kıyaslanması

	Siyah	Gri	Beyaz
Bilgi Türü	Bilinmiyor	Tamamlanmamış	Biliniyor
Görünüş	Koyu	Gri	Parlak
Süreç	Yeni	Eski Yerine Yeni	Eski
Özellik	Kaos	Karmaşıklık	Düzen
Yöntem	Olumsuz	Geçiş	Olumlu
Tutum	Müsamaha yok	Tolerans	Netlik
Çıkarım	Sonuç Yok	Çoklu Çözüm	Tek Çözüm

Kaynak: Liu - Lin, 2006: 199-228

2.2. GST’NİN UYGULAMA ALANLARI

GST, eksik bilgi ve belirsizlik söz konusu olduğunda anlamlı sonuçlar elde etmek için tercih edilen bir çözüm teorisi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca sistemin birçok avantajının bulunması, sisteme çeşitli alanlarda uygulama şansı vermesinin yanı sıra, sisteme bağlı farklı alt yöntemlerin oluşmasını da sağlamaktadır. GST’nin en yaygın kullanıldığı uygulama alanları şu şekildedir (Aydemir vd., 2013: 187-200):

- Endüstriyel sistemler,
- Yönetim ve organizasyon,
- Sosyal sistemler,
- Eğitim sistemleri,
- Çevre ve Ekolojik Sistemler
- Trafik uygulama sistemleri,
- Ekonomi analizleri,
- Askeri sistemler.

2.3. GST’NİN ARAŞTIRMA ALANLARI

GST; gri tahmin, gri modelleme, gri karar verme, gri ilişki analizi ve gri kontrol olmak üzere beş ana bölüme ayrılmaktadır (Li vd. 2006: 133).

2.3.1. Gri Tahmin (GT)

GT yöntemi, sistem davranışları ile ilgili yeterli miktarda bilginin mevcut olmadığı ve az sayıda bilgiye ulaşılabildiği zamanlarda tatmin edici sonuçlar oluşturabilen bir tahmin yöntemidir.

2.3.2. Gri Modelleme

Yapay bir konsept yardımıyla ayırım şeklindeki eşitliklerin türevlenebilir eşitliklere dönüştürülmesidir. Belirsizliğin ve veri yetersizliğinin olduğu durumlarda, durumsal analiz, tahmin ve karar verme ile sistemin anlaşılması ve yorumlanabilmesine dayanmaktadır. Üç model türü vardır (Wen vd., 2002: 232).

1. **GM (1,1):** Bir grup türevlenebilir eşitliği içine alan zaman serisi tahmin modelidir (Tseng, 2001: 291-302). Tek değişkene sahip birinci dereceden türevlenebilir eşitliklerin oluşturduğu gri modele GM (1,1) modeli denir.
2. **GM (1,N):** N adet değişkene sahip birinci dereceden türevlenebilir eşitliklerin olduğu modele GM (1,N) denir . Dinamik faktör analiz hedefli çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Köse vd, 2010: 299).
3. **GM (0,N):** N adet değişkene sahip ve türev bilgisi istemeyen eşitliklerin olduğu modele GM (0,N) modeli denir. Çok boyutlu korelasyon analizlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Köse vd, 2010: 299).

2.3.3. Gri Karar Verme

Planlanan hedeflere ulaşmak için farklı sonuçlar doğuran değişik stratejiler arasından en uygun olanının kullanılmasıdır. Gri karar vermeyi, geleneksel karar tanımından ayıran nokta, karar vermede kullanılan modellerin gri parametreler içermesi veya karar modelinin bazı gri modellerle bütünleştirilmesidir. Yani karar probleminin çözümünde diğer yöntemlerle bütünleşik olarak GM (1,1) kullanılmasıdır (Köse vd, 2010: 299).

2.3.4. Gri İlişki Analizi

Gri ilişki, belli bir sistem içerisinde iki ana ya da iki alt sistem arasında değişen ilişkinin ölçümünü ifade etmektedir (Feng - Wang, 2000:6). Analiz edilen elemanlar arasındaki benzerlikler ya da farklılıklar gri ilişki olarak adlandırılmaktadır. Sistem; ekonomik, ekolojik, sosyal ve benzeri sistemler birçok faktörü kapsamaktadır. Bu faktörler arasındaki bazı karşılıklı ilişkiler sistemin gelişimini ve yönünü belirlemektedir. Karar vericiler genellikle aşağıdaki sorulara cevap verebilmek için bu faktörlerle ilgilenirler (Liu - Lin, 2006: 11-21).

1. Hangi faktörler diğerlerinden daha önemlidir?
2. Bir sistem için istenilen değişiklikleri sağlayan ve bunun için değiştirilmesi veya geliştirilmesi için faktörler hangileridir?
3. Sistemin geliştirilmesinin geleceği hakkında hangi faktörler daha etki etmektedir?
4. Bir sistemde istenilen gelişimi engelleyen ve kontrol edilmesi gereken faktörler nelerdir?

Gri ilişki analizinde iki faktör arasındaki ilişkinin derecesi, faktörlerin gösterdikleri seyirlerin geometrik olarak karşılaştırılması ile bulunur. Faktörlerin gösterdikleri seyir geometrik olarak birbirine ne kadar çok benzerse aradaki ilişkinin o denli güçlü olduğu söylenebilmektedir.

2.3.5. Gri Kontrol

Gri kontrol, gri parametre değerlerine sahip sistemlerin kontrolü demektir. Sistemin sahip olduğu bilgiler kullanılarak sistemin gelecekte gösterebilecek olduğu davranışlar ortaya çıkarılabilmektedir. Geleceğe ilişkin tahmini bilgilere ulaşıldığında, bu veriler geri besleme olarak kullanılmakta ve yeni kontrol mekanizmaları oluşturulmaktadır. Buradaki amaç sistemin sergilenmesi istenilen davranışlara doğru yönlendirilmesidir (Deng, 1982: 288-294).

2.4. GST'NİN TEMEL KAVRAMLARI

2.4.1. Gri Sistem Modellemesi-Gri Sayılar

Gri sayılar, gri diferansiyel denklemler ve gri cebir ile gri matrisler ve bunların operasyonları gri sistem kuramı alanında kullanılmaktadır. Gri sayılar, değerleri kısmen bilinmeyen ama belirli bir aralık içinde değer alan sayılara denilmektedir. Gri sayılar, üst sınıra ya da alt sınıra veya da her iki sınıra birden sahip olabilirler. Gri cebir, gri diferansiyel denklemler ve gri matrisler; gri katsayılarla sahiptirler (Kayacan, 2006: 26).

2.4.2. Gri Dizilerinin Üretimi

GST'de amaç; mevcut verileri kullanarak sistemin gerçekçi gelişim kurallarının ulaştırılmasıdır (Liu – Lin, 1998: 37). Bu süreç, gri dizi üretimi olarak isimlendirilmektedir. Genellikle beyaz sayılardan oluşan sistemde mevcut veriler, çok karmaşık ve kaotik olsa da, verilerin her zaman bazı gelişim kuralları içerdiği ispat edilmiştir. Gri sistemden rastgele bir şekilde düzgünleştirilmiş veriler elde edilirse, bu sistemin herhangi bir özel karakteristiklerini türetmek daha kolay olmaktadır (Kayacan – Kaynak, 2011: 9500). Başka bir anlatımla gri üretim, düzensiz bilgi seti içerisinde var olan kuralı meydana çıkartma ve bu kuraldan baz alarak sistemin ihtiyaçları için yeni bilgilerin üretilmesidir. Gri üretim, bütün gri aşamalarında yer alan rassallığı azaltarak, sistemin içinde barındırdığı düzeni ortaya çıkarmaya çalışmaktadır (Wen, vd., 1999: 140).

2.4.3. Gri Diferansiyel Denklem

Bir sistemin diferansiyel denklemi elde edildikten sonra, sistemdeki problem çözmek daha kolay hale gelmektedir. Çünkü diferansiyel denklemin elde edilmesi problem hakkında yeterli bilgi sahibi olmayı, probleme dâhil olan değişkenleri belirleyebilmeyi, uygun basitleştirmeler ve varsayımlar yapabilmeyi, kullanılacak fiziksel prensip ve kanunları bilmeyi ve de dikkatli bir analiz yapabilmeyi gerektirmektedir. Diferansiyel denklem şu şekilde ifade edilir (Liu - Lin, 2006: 203):

$$\frac{dx}{dt} + ax=b \quad [1]$$

Bu denklemde $\frac{dx}{dt}$, x fonksiyonunun t bağımsız değişkenine göre türevini; x ise $\frac{dx}{dt}$ 'nin arka plan değerini; a ve b ise parametreleri temsil etmektedir. Diferansiyel denklem bu şekilde üç bölümden oluşmaktadır. Gri diferansiyel denklem ve bu denklemin bölümleri ise aşağıdaki gibidir (Deng, 1989: 13-15):

$$x^0(k) + az^1=b \quad [2]$$

Burada;

$$z^1(k) = 0.5x^1(k)+0.5 x^1(k-1) \quad k=1, 2, \dots, n \quad [3]$$

Bu denklemde $z^1(k)$ arka plan değeri $x^1(k)$ ve $x^1(k-1)$ ise gri türev bileşenleri, a ve b ise parametrelerdir.

2.4.4. GM (N,M) Modeli

Gri sistem kuramında, GM (N,M) gösterimi, n'inci mertebeden bir diferansiyel denklemler ve m tane değişkenli bir model demektir (Saman vd., 2011: 187). Çeşitli gri modellerden söz edildiğinde, geçmişte ve günümüzdeki araştırmacıların bir çoğu, tahminlerdeki hesap etkinliğinden dolayı GM (1,1) modelini yaygın olarak kullanmaktadırlar. Gerçek zamanlı uygulamalarda performanstan sonra en önemli parametre hesap süresidir. Öngörü amacıyla kullanıldıklarında gri modeller, eşdeğer yöntemlere oranla hesaplama süresi açısından daha kolay olan yöntemlerdir.

2.5. GT YÖNTEMİ

GT; belirsiz, yetersiz ve eksik bilgiye sahip olan sistemler ile ilgilenen GST'nin en önemli bölümüdür. Çünkü hem gerçek hayat, hem de GT yönteminde yetersiz ve eksik bilgi hipoteziyle modellemeler yapıp, kararlar alınmaktadır. Bu yöntem ile basit ve küçük bir hesaplama ile gerekli olan tahmin modeli elde edilmektedir (Yılmaz ve Yılmaz, 2013: 143). GT yöntemi üç temel operatöre sahiptir. Bunlar; Kümülatif üreten operatör (KÜO), tersine kümülatif operatörü (TKO) ve gri model (GM) olarak isimlendirilmektedir (Liu - Lin, 2006: 213).

2.5.1. Birikim Üretme İşlemi

Kaotik ve karmaşık bilgilere sahip olduğunda verinin özel karakteristiklerini ya da diğer bir ifadeyle kendine has kurallarını ortaya çıkarmak için Birikim Üretme İşlevi - BÜİ (Accumulating Generating Operation-AGO) kullanılmaktadır. Bu birikim üretme süreci, gri süreçlerin bir beyazlaştırma metodudur.

Bir $X^{(0)}$ negatif olmayan veri serisi ele alalım ve D bir dizi operatörü olsun.

$$X^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)) \quad [4]$$

ve

$$X^{(0)}D = (x^{(0)}(1)d, x^{(0)}(2)d, \dots, x^{(0)}(n)d) \quad [5]$$

Burada D , $X^{(0)}$ serisinin birinci dereceden birikim üretme operatörüdür ve (1-BÜİ) olarak gösterilir. r kez D operatörünün uygulanması ile elde edilen D^r ise $X^{(0)}$ 'ın r 'inci dereceden operatörüdür ve r -BÜİ olarak ifade edilmektedir.

$$X^{(0)}D^r = X^{(r)} = (x^{(r)}(1), x^{(r)}(2), \dots, x^{(r)}(n)) \quad [6]$$

şeklinde formüle edilebilmektedir.

2.5.2. Ters Birikim Üretme İşlemi

Ters Birikim Üretme İşlevi (TBÜİ), birikim üretme işleminden sonra özgün verilere geri dönme işlemidir. Bir $X^{(0)}$ negatif olmayan veri serisi düşünelim ve \bar{D} bir dizi operatörü olsun

$$X^{(1)} = (x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)) \quad [7]$$

$$X^{(1)}\bar{D} = X^{(0)} = (x^{(1)}(1)\bar{d}, x^{(1)}(2)\bar{d}, \dots, x^{(1)}(n)\bar{d}) \quad [8]$$

Burada \bar{D} , $X^{(1)}$ serisinin birinci dereceden ters birikim üretme operatörüdür ve (1-TBÜİ) olarak ifade edilmektedir. r kez \bar{D} operatörünün uygulanması ile elde edilen \bar{D}^r ise $X^{(1)}$ 'in r inci dereceden operatörüdür ve r -TBÜİ olarak ifade edilmektedir.

$$X^{(r)}\bar{D} = X^{(r-1)}\bar{D}^{(r-1)} = (x^{(r-1)}(1), x^{(r-1)}(2), \dots, x^{(r-1)}(n)) \quad [9]$$

şeklinde formüle edilebilmektedir.

2.5.3. GT ve GM (1,1) MODELİ YÖNTEMİ

Gerçek hayat problemlerinde de GT yönteminde de ana özellikleri olarak anılan yetersiz ve eksik bilgi varsayımlarıyla modellemeler yapılır ve kararlar alınır (Akay, 2007: 1671). GT bu teorinin en önemli bölümü olmasıyla beraber birçok disiplinde ileriye yönelik verilerin tahmini için kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Song, 1992: 364). GT yönteminin en çok kullanılan GM (1,1) modelinin adımları aşağıda gösterilmiştir (Liu - Lin, 2006: 205-234; Özkara, 2009: 37-38):

1. Adım: Tek girdili ve tek çıktılı bir sistem olduğunu düşünelim. Bu sistemin çıktılarının zaman dizisi n örneklem büyüklüğüne sahip olan $x^{(0)}$ dizisi olsun. Bu seriye ham veri seti dizisi de denilmektedir.

$$X^{(0)}=(x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)); n \geq 4 \quad [10]$$

2. Adım: Bu diziye BÜİ uygulanarak aşağıdaki monoton artan $x^{(1)}$ dizisi elde edilmektedir.

$$X^{(1)}=(x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)); n \geq 4 \quad [11]$$

Bu serinin matematiksel gösterimi ise şöyledir:

$$X^{(1)}(k)=\sum_{i=1}^k x^{(0)}(i) \quad k=1,2,3, \dots, n \quad [12]$$

3. Adım: Üretilen $x^{(1)}$ dizisinden, bu dizinin ardışık ortalama dizisi olan $Z^{(1)}$ serisi aşağıdaki gibidir:

$$Z^{(1)}=(z^{(1)}(1), z^{(1)}(2), \dots, z^{(1)}(n)) \quad [13]$$

$$Z^{(1)}(k)=0.5x^{(1)}(k) + 0.5x^{(1)}(k-1) \quad k=2,3, \dots, n \quad [14]$$

Eşitlik 14'teki $Z^{(1)}(k)$ serisi ardışık iki verinin ortalamasını gösteren seridir.

4. Adım: GM (1,1) modelinin gri diferansiyel denklemi oluşturulmaktadır.

$$x^{(0)}(k) + az^{(1)}(k)=b \quad k=2,3, \dots, n \quad [15]$$

şeklinde ifade edilmektedir. Eşitlik 15'teki k zaman noktalarını, a gelişme katsayısını, b ise sürücü katsayısını ifade etmektedir (Deng, 1989: 1).

5. Adım: Beyazlaştırma denklemi aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$\frac{dx^{(1)}(k)}{dt} + ax^{(1)}(k)=b \quad [16]$$

6. Adım: Eşitlik 15'te gri diferansiyel denklemde var olan a ve b parametrelerinin hesaplanabilmesi için, EKK yöntemi veya parametrik yöntem kullanılmaktadır. Burada genellikle önerilen EKK yöntemine göre denklemin çözümlenmesidir.

İlk olarak denklemin parametreleri sağ tarafa toplanacak şekilde denklem düzenlenmektedir. Devamında matris formunda yazılmaktadır.

$$x^{(0)}(k) = -az^{(1)}(k) + b \quad k=2,3,\dots,n \quad [17]$$

$$Y = \begin{pmatrix} x^{(0)}(1) \\ x^{(0)}(2) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} -z^{(1)}(1) & 1 \\ -z^{(1)}(2) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -z^{(1)}(n) & 1 \end{pmatrix} \quad \hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \quad [18]$$

Buradan denklem aşağıdaki şeklini almaktadır.

$$Y = B\hat{a} \quad [19]$$

7. Adım: \hat{a} matrisini elde etmek için eşitlik 19'daki eşitliğin her iki tarafı B matrisinin devriği ile çarpılmaktadır.

$$B^T Y = B^T B \hat{a} \quad [20]$$

Bu işlem B matrisini kare matrise çevirmek için yapılmaktadır. Eşitlik 20'nin her iki tarafı $B^T B$ matrisinin tersi $(B^T B)^{-1}$ ile çarpılırsa,

$$(B^T B)^{-1} B^T B Y = \hat{a} \quad [21]$$

$$\hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \text{ ise } \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y \quad [22]$$

elde edilmektedir. Bu işlemin sebebi, bir kare matris tersi ile çarpılırsa birim matrisin elde ediliyor olmasıdır.

8. Adım: Eşitlik 16'da verilen beyazlaştırma denklemine göre $x^{(1)}(k)$ ifadesi bir k zamanı için çözdürülebilmektedir. Elde edilen a ve b değerleri de kullanılarak eşitlik 23 ve 24'teki gri modeller oluşturulabilmektedir.

$$\hat{x}_p^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a} \quad [23]$$

Burada $\hat{x}_p^{(1)}(k+1)$, k+1 zamanı için tahmin edilen x'in birikimli değerini ifade etmektedir.

9. Adım: 8. adımda hesaplanan birikimli tahmin değerlerinin normal değerlerini hesaplanmak istenirse denkleme TBÜİ uygulanabilmektedir.

$$\hat{x}_p^{(0)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} (1 - e^a) \quad [24]$$

GM(1,1) modelinde 'a' parametresi x_p^1 ve x_p^0 'nin gelişim durumlarını gösterdiği için "geliştirme katsayısı" diye isimlendirilmektedir. 'b' parametresi ise verinin geçmiş değerlerinden elde edildiği ve veri içindeki zamanla olmuş veya olabilecek değişimleri yansıttığı için "gri etki miktarı" olarak adlandırılmaktadır (Liu ve Lin, 1998: 37).

2.5.4. Gri Verhulst Modeli

İlk kez Alman biyolog Verhulst tarafından ortaya konulan Verhulst modelinin ana amacı, gerçek bir sistem için tüm geliştirmeyi sınırlandırmaktır. Model doyma bölgesine sahip veya S eğrisi gibi bir çok artan süreçleri tanımlamada etkindir. Gri Verhulst modeli aşağıda gösterildiği gibidir (Wen vd., 2000: 61).

İlk olarak Verhulst modeli gri diferansiyel denklemi oluşturulmaktadır (Kayacan vd., 2007: 222-223).

$$\frac{dx^{(1)}}{dx} + ax^{(1)} = b(x^{(1)})^2 \quad [25]$$

$$x^{(0)}(k) = -az^{(1)}(k) + b(z^{(1)}(k))^2 \quad [26]$$

Sonraki adımlar ise bu modelin gri diferansiyel denklemine bağlı olarak GM (1,1) modelindeki işleyişine göre devam etmektedir. Sonuç olarak elde edilen kümülatif değerleri içeren ve TBÜİ uygulanıp ilkel değerleri gösteren gri Verhulst modelleri 27 ve 28 numaralı eşitliklerde gösterildiği gibi ifade edilmektedir (Çelik, 2016: 31).

$x^{(1)}(t)$ 'in k zamanındaki çözümü:

$$x_p^{(1)}(k+1) = \frac{ax^{(0)}(1)}{bx^{(0)}(1) + (a - bx^{(0)}(1))e^{ak}} \quad [27]$$

$x^{(0)}(t)$ 'in k zamanındaki çözümü:

$$x_p^{(0)}(k) = \frac{ax^{(0)}(1)(a-bx^{(0)}(1))}{[bx^{(0)}(1)+(a-bx^{(0)}(1))e^{a(k-1)}]} * \frac{(1-e^a)e^{a(k-2)}}{[bx^{(0)}(1)+(a-bx^{(0)}(1))e^{a(k-2)}} \quad [28]$$

Eşitlik (28)'de görüldüğü gibi, eğer $a < 0$ ise, o zaman;

$$\lim_{k \rightarrow \infty} x_p^{(1)}(k+1) \rightarrow \frac{a}{b} \quad [29]$$

Bu anlatımdaki $\frac{a}{b}$ değeri, denklem 21'deki tahmin değerini sınırlayan doyma noktasıdır. Buna bağlı olarak da $x_p^{(0)}(k)$ 'nin da doyma noktasıdır (Çelik, 2016: 31).

Bu anlatım aynı zamanda “k” değeri yeterince büyük olduğu zaman $x_p^{(1)}(k+1)$ ve $x_p^{(1)}(k)$ değerlerinin çok yakın olacağını ifade etmektedir. Bu model, gri Verhulst modelinin bu özelliğinden dolayı, doyma bölgesi süreçlerin tahmininde ve tanımlanmasında yaygın kullanılmaktadır (Wen vd., 2000: 61).

2.5.5. Yuvarlanan GM (1,1) Modeli

Yuvarlanan GM (1,1) modeli, GM (1,1) modelini oluşturan dizi verilerinin ilerletilmesine dayanmaktadır. İlerlenen her adımda ilk nokta ikinci noktaya kaymaktadır. O zaman; $x^{(0)}(k)$, $x^{(0)}(k+1)$, $x^{(0)}(k+2)$ ve $x^{(0)}(k+3)$ değerlerini kullanarak, bir sonraki $x^{(0)}(k+4)$ değeri tahmin edilebilmektedir. $x^{(0)}(k+5)$ değerini tahmin edebilmek için $x^{(0)}(k+1)$, $x^{(0)}(k+2)$, $x^{(0)}(k+3)$ ve $x^{(0)}(k+4)$ değerleri kullanılmaktadır. Serinin sonuna kadar bu işlemler sürdürülüp tüm değerler tahmin edilebilmektedir (Çelik, 2016: 31).

Bu model; belli bir ürünün fiyatı, sistemin çıktıları, finansal tabloların trend analizi veya sosyal değişkenler gibi uzun süre devam eden veri dizilerinin tahmininde kullanılmaktadır (Wen 2004:167).

2.5.6. Model Doğruluğunun-Performansının İncelenmesi

GT modelinin performansını değerlendirilmesi için Deng (1986) doğruluk ve hata oranı olarak iki belirleyici ölçüt belirlenmiştir (Köse vd., 2015:85).

Özgün veri setinin herhangi bir k elemanı için tahmin hatası $\varepsilon^{(0)}(k)$ ile belirtilmektedir ve $\hat{x}_p^{(0)}(k)$ tahmin değeri, $x^{(0)}(k)$ gerçek değer olmak üzere aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır (Çelik, 2016: 32):

$$\varepsilon^{(0)}(k) = x^{(0)}(k) - x_p^{(0)}(k) \quad k=1,2,\dots,n \quad [30]$$

Özgün veri setinin herhangi bir k elemanı için hata oranı $\delta^{(0)}(k)$ ile ifade edilip aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır (Çelik, 2016: 32):

$$\delta^{(0)}(k) = \left(\frac{\varepsilon^{(0)}(k)}{x^{(0)}(k)} \right) * 100\% \quad k=2,3,\dots,n \quad [31]$$

Tahmin modelinin doğruluğu ise aşağıda tanımlanan p parametresi ile bulunmaktadır.

$$p = \frac{\sum_{k=2}^n (1 - |\delta^{(0)}(k)|)}{n-1} \quad [32]$$

Tahmin edilen verinin hata ortalaması ve hata kareleri ortalaması sırasıyla ξ ve S_1 simgeleriyle ifade edilmektedir ve aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$\xi = \frac{\sum_{k=1}^n |\varepsilon^{(0)}(k)|}{n} \quad \text{ve} \quad S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (|\varepsilon^{(0)}(k)| - \xi)^2}{n}} \quad [33]$$

Gözlemlenen verinin ortalaması ve hata kareleri ortalaması sırasıyla m ve S_2 simgeleriyle ifade edilmekte ve aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$m = \frac{\sum_{k=1}^n x^{(0)}(k)}{n} \quad \text{ve} \quad S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x^{(0)}(k) - m)^2}{n}} \quad [34]$$

Tahmin modelinin hata oranını veren parametre değeri C ile ifade edilmekte ve aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$C = \frac{S_1}{S_2} \quad [35]$$

Hata oranı ne kadar az olursa tahmin modelinin performansı da o kadar yüksek oranlarda olmaktadır. Tahmin modelinin doğruluğunu belirlemek için iki belirleyici değer olan p ve C parametrelerinin değerlerine göre tahmin modelleri Tablo 2'de belirtilmektedir.

Tablo 2. Tahmin Modellerinin Doğruluk Sınıflandırması.

Sınıflandırma	Parametreler	
	P	C
İyi	>0.95	<0.35
Yeterli	>0.80	<0.50
Sınırdaki	>0.70	<0.65
Yetersiz	≤ 0.70	≥ 0.65

Kaynak: Deng, 1986; Tseng vd., 2001.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ZAMAN SERİSİ ANALİZİ

3. ZAMAN SERİSİ ANALİZİ

3.1. TANIMI VE ÖNEMİ

Bir zaman serisi, herhangi bir olaya ilişkin zaman içinde gözlemlenen ölçümlerin dizisidir. Zaman serisi analizi ise, belli zaman aralıklarında gözlemlenen bir olay hakkında, gözlemlenen serinin yapısını veren stokastik (değişken) süreci modellemeyi ve geçmiş dönemlere ilişkin gözlem değerleri yardımıyla geleceğe yönelik tahminler yapmayı amaç edinmiş bir metottur (Kaynar - Taştan, 2009: 162). Zaman serileri içerisinde birbirini izleyen gözlem değerlerinde zamana göre bağımlılık söz konusudur (Toprak, 2011: 5-6). Bu bağımlılığa "iç bağımlılık" da denir. Bu husus, bir zaman serisini bağımsız gözlem değerlerinden ortaya çıkan serilerden ayıran önemli bir husustur. Çünkü bu husus sayesinde bir zaman serisiyle, geçmiş ve bugünkü değerlere bakılarak geleceği tahmin etme olanağı elde edilir (Bircan, 2003: 50).

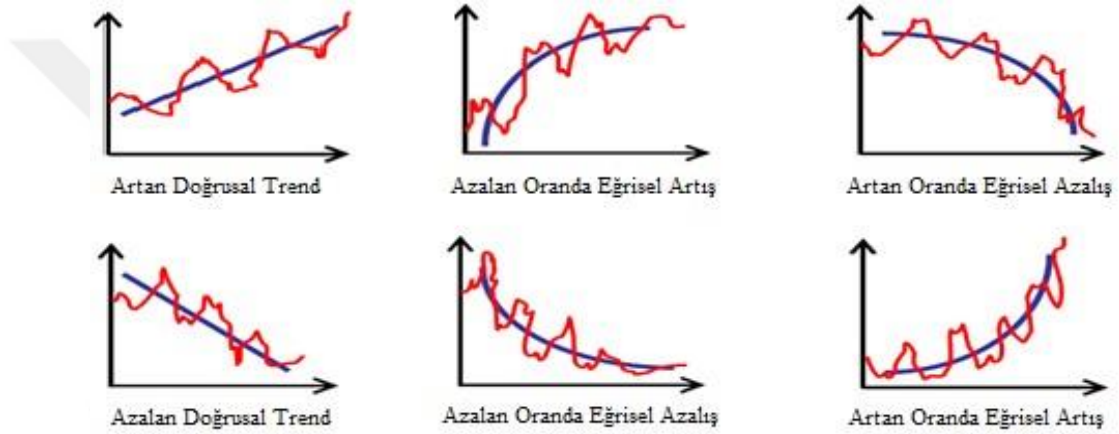
Zaman serisi analizinden; ihracat, ithalat, üretim, tüketim, milli gelir, gibi değerlerin zamana göre değişiminin incelenmesi, gelecek için tahmin edilmesinin yanında demografik, meteorolojik, sosyolojik ve kalite kontrolünde de faydalanılmaktadır. Bu da analizin geleceğe yönelik planlama çalışmaları için ne kadar büyük önem taşıdığını göstermektedir.

3.2. ZAMAN SERİSİ ANALİZİNİN BİLEŞENLERİ

Zaman serileri, "saat, gün, hafta, ay, üç ay ve yıl" gibi zaman birimleri ile sıralanabilir. Belirli bir zaman biriminde bir gözleme ait veriler incelendiğinde bunların birtakım dalgalanmaların etkisi altında kaldığı görülmüştür. Zaman serilerinin bileşenleri olarak tanımlayabileceğimiz bu etkiler sırayla; trend (T), mevsimsel dalgalanmalar (S), konjonktürel dalgalanmalar (C) ve tesadüfî (rassal-düzensiz) hareketler (E) olarak adlandırılır (Ünsal, 1997: 119).

3.2.1. Trend (T)

Trend, uzun bir zaman süreci içinde, zaman serisinin belli bir yönde gösterdiği genel eğilimdir. Trend analizi uzun bir dönem analizini içerdiği için verilerin aylık veya mevsimlik olarak alınmış olması tahminin sonucunu etkilemez. Serinin genel eğiliminin ölçülebilmesi için, ele alınan dönemin 10 yıldan az olmaması uygun bulunmaktadır. Bir serinin trendi doğrusal veya eğrisel olabilir. Ancak trendin önemli bir özelliği her iki durumda da istikrarlı olmasıdır. Trendi etkileyen etkenlere bünyesel faktörler denir (Demirel, 2009: 31). Doğrusal ve eğrisel olarak gerçekleşmesi mümkün olabilecek trend şekillerine örnekler aşağıda verilmiştir.



Şekil 2. Olası Trend Gösterimleri.

Kaynak: Kara, 2009: 8.

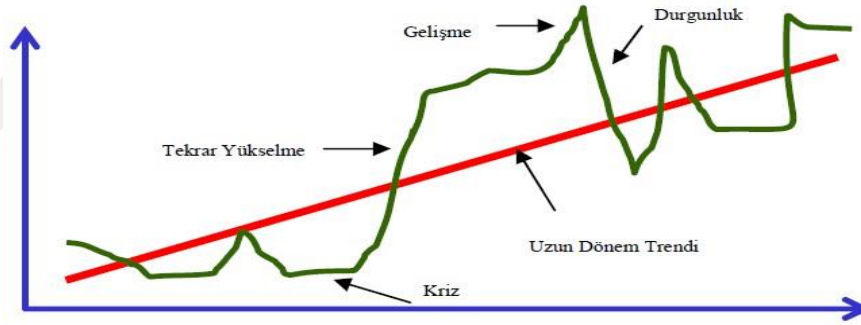
3.2.2. Mevsimsel Dalgalanmalar (S)

Mevsimlik dalgalanmalar, zaman serilerinde kolayca gözlemlenebilen ve sık rastlanan bir etkidir. Periyodik hareketlerde gözlemlenir. Bir yıl ve daha az süre içinde gerçekleşen tam dairesel süreçte mevsim hareketlerinin verilere etkisini anlatır. Bu şu demek oluyor ki; yılın belli dönemlerinde artma eğilimi gösterirken, belli dönemlerinde azalma eğilimi gösterirler. Satış rakamları, sıcaklık göstergeleri, turizm istatistikleri gibi değişkenlere ait verilerde etkisini gözlemlemek mümkündür (Ünsal, 1997: 120).

3.2.3. Konjonktürel- Ekonomik Dalgalanmalar (C)

Eş zamanlı olarak gözlemlenen ve belli bir süreklilik gösteren dalgalanmalara konjonktürel dalgalanma denir. Bu dalgalanmalar mevsimsel dalgalanmalar gibi periyodik hareketler değildir. Aksine konjonktürel dalgalanmalarda ortaya çıkan daralma ve genişleme hareketleri her dalgada farklı gerçekleşip ne kadar süreceği bilinmemektedir (Yıldırım, vd., 2009: 315). İlaveten bu genişleme ve daralma hareketleri sadece bir veya birkaç sektörde değil birçok sektör ve değişikende eş zamanlı olarak gözlemlenebilmektedir. Yani birden fazla makroekonomik değişken aynı dönemde daralarak ve genişleyerek birlikte hareket edebilirler (Yıldırım, vd., 2009: 317).

Herhangi bir sektör veya piyasada meydana gelecek her dalgalanma konjonktürel hareket özelliği taşımamaktadır. Olası konjoktürel dalgalanmaların gösterimi Şekil 3'te verildiği gibidir (Kara, 2009: 9).



Şekil 3. Olası Konjonktürel Dalgalanmaların Gösterimi

Kaynak: Kara, 2009: 9.

3.2.4. Tesadüfî (Rassal-Düzensiz) Hareketler (E)

Zaman serilerinde tesadüfî veya beklenmedik olaylar sonucu meydana gelen hareketler vardır. Sel baskını, deprem, savaş, grev gibi olaylar bu hareketlere örnek olabilecek olaylardan bazılarıdır. Tesadüfî sebeplerden dolayı meydana gelen hareket varsa, uzun dönem için ele alındığında pozitif ve negatif etkiler birbirini götürcektir. Ancak seride beklenmedik olaylar sonucu meydana gelen sıçrama ya da alçalmalar görülüyorsa, bunların analiz dışında bırakılması tercih edilebilir veya literatürde örnekleri bulunan yöntemler ile çözümlenebilir (Kırçıl, 2013: 13).

3.3. ZAMAN SERİLERİNDE KULLANILAN TEMEL KAVRAMLAR

3.3.1. Durağanlık

Ortalamasıyla varyansı zaman içinde değişmeyen ve iki dönem arasındaki ortak varyansı, bu ortak varyansın hesaplandığı döneme değil de yalnızca iki dönem arasındaki uzaklığa bağlı olan olasılıklı sürece durağan süreç adı verilir (Gujarati, 1995: 713). Bir serinin durağanlığının incelenmesi şu gerekçelere dayanmaktadır (Karabulut - Shahinpour, 2013: 351-352).

- Bir serinin durağan olup olmaması onun davranış ve niteliklerini güçlü bir şekilde etkilemektedir. Yani serinin durağan olması, seride yaşanan şokların etkisinde azaltıcı etki oluşturmaktadır.
- Durağan olmayan veri kullanımı sahte regresyona sebep olabilir. Birbiriyle ilgisiz iki değişken zamana bağlı olarak değişse bile, birbirleri üzerinde anlamlı bir regresyon meydana getirebilmektedir. Yani yüksek R^2 ve anlamlı katsayıya sahip olabilirler. Aslında bu iki değişken tam ilgisizdirler. İşte bu duruma sahte regresyon adı verilmektedir.
- İstatistiksel anlamlılık için kullanılan t ve F istatistikleri, eğer regresyon modelinde kullanılan değişkenler durağan değilse, normal t ve F dağılımlarını takip etmeyebilir.

3.3.2. Otokovaryans ve Otokorelasyon (ACF) Fonksiyonu

Tek bir zaman serisi değişkeninin, gecikmeli değerleri arasında birlikte değişimin ölçüsü otokovaryans veya otokorelasyon olarak isimlendirilir. Otokorelasyon katsayılarına, otokovaryans katsayı değerlerinin hesaplanması ile ulaşılabilir. Yani durağan stokastik bir süreç için k gecikmede otokovaryans ve otokorelasyon fonksiyonları sırasıyla şu şekilde hesaplanabilir (Kırçıl, 2013: 18-20).

$$\text{Cov}(\gamma_t, \gamma_{t-1}) = \frac{1}{T} * \sum_{t=1}^{T-k} (\gamma_t - \hat{\gamma}) (\gamma_{t-1} - \hat{\gamma}) = E[(\gamma_t - \mu)(\gamma_{t-k} - \mu)] \quad [36]$$

$$P_k = \frac{E[(\gamma_t - \mu)(\gamma_{t-k} - \mu)]}{\sqrt{E[(\gamma_t - \mu)^2]E[(\gamma_{t-k} - \mu)^2]}} = \frac{\text{Cov}(\gamma_t, \gamma_{t-k})}{\sigma_x^2} \quad [37]$$

Burada t dönemi standart sapması $\sigma_{y_t}^2$ ile t-k dönemi standart sapması $\sigma_{y_{t-k}}^2$ eşit olduğu için ortak sapma σ_y^2 olarak yazılır. Uygulamada otokorelasyon fonksiyonunun tahmini üzerinden işlem yapıldığı için örneklem otokorelasyonu olarak da isimlendirilen P_k fonksiyonu tahmincisi \widehat{P}_k fonksiyonu şu şekilde yazılır:

$$\widehat{P}_k = \frac{\sum_{t=1+k}^T (y_1 - \bar{y})(y_{t-k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^T (y_t - \bar{y})^2} \quad [38]$$

Bu fonksiyonlar model seçim aşamasında uygun MA(q) modelin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Uygun model durağanlık varsayımını sağlar nitelikte olacağı için otokorelasyon fonksiyonundan zaman serilerinin durağanlığının tespitinde de faydalanılmaktadır. İncelenecek zaman serisi durağanlığı sağlıyor ise otokorelasyon katsayıları $(\pm \frac{t_c}{\sqrt{n}})$ limiti içerisinde yer alır.

3.3.3. Kısmi Otokorelasyon (PACF) Fonksiyonu

Kısmi korelasyon, diğer bütün gecikmeli incelemelerin etkisi göz ardı edildikten sonra y değişkeni ile bu değişkenin herhangi bir k gecikmesiyle elde edilen y_{t-k} değişkeni arasındaki ilişkiyi araştırır. Bu ilişkinin derecesini belirleyen katsayıya da kısmi otokorelasyon katsayısı denilmektedir ve φ_{kk} sembolü ile gösterilir. PACF ile otoregresif modellerin AR(p) derecesinin belirlenmesi için kullanılmaktadır (Bircan-Karagöz, 2003:53). ACF gibi yorumlanmakta ve +1 ile -1 arasında değerler almaktadır. PACF katsayıları $\varphi_{11}, \varphi_{22}, \varphi_{33}, \dots, \varphi_{kk}$ kullanılarak PACF şu şekilde çözümlenir (Kırçıl, 2013: 20).

$$\varphi_{kk} = \frac{P_k - \sum_{j=1}^{k-1} \varphi_{k-1,j} P_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \varphi_{k-1,j} P_j} \quad [39]$$

3.3.4. Korelogram

ACF ve PACF değerlerinin belirlenmesi için kullanılan grafik sistemine korelogram denir. Durağan haldeki zaman serisinin ACF ve PACF'lerine bakılarak serinin AR(p) veya MA(q) sürecinden hangisine uyduğu korelogram sayesinde belirlenebilir (Karaman, 2012: 18). ACF değerlerinde sıfırlanma ve azalma düzeyine

bakarak MA modeli derecesi q belirlenirken, PACF değerleri ile de AR modeli derecesi p hakkında yorumlar yapılabilir.

3.4. ZAMAN SERİLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Zaman serileri, durağan ve durağan olmayan, sürekli ve kesikli, mevsimsel ve mevsimsel olmayan zaman serileri olmak üzere üç grupta sınıflandırılır.

3.4.1. Durağan ve Durağan Olmayan Zaman Serileri

Bir zaman serisinin stokastik bir seri olarak ortalaması, varyansı, kovaryansı ve daha yüksek dereceden momentleri, incelenen zaman süresince değişmiyorsa veya seri periyodik dalgalanmalardan arınmışsa bu seriye durağan seri ve bu duruma da durağanlık ismi verilir. Durağanlık serinin istatistiksel olarak dengeye gelmesi olarak da ifade edilir (Bircan-Karagöz, 2003: 50). Bütün zaman değişkenleri t 'ler için durağanlık şartları şu şekilde ifade edilir (Gujarati, 1995: 713):

$$\text{Ortalama: } E(Y_t) = \mu \quad [40]$$

$$\text{Varyans: } \text{var}(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad [41]$$

$$\text{Ortak varyans: } Y_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] \quad k \neq 0 \quad [42]$$

Burada Y_k , k gecikme ile Y_t ve Y_{t+k} arasındaki ortak varyansı ifade eder. Gecikmenin sıfırdan farklı olması bütün koşullarda sabitliğin sağlandığını ve durağanlığın gerçekleştiğini anlatır. Bu tür durağanlık “zayıf durağanlık” olarak isimlendirilir ve çoğu uygulamada yeterli olduğu düşünülmektedir.

Yukarıda verilen durağanlık koşullarının sağlanması ile beraber zaman serisinin dağılımının da sabitlik göstermesi durumunda seri için “tam-güçlü durağanlık” koşulu sağlanmış olmaktadır. Bir diğer durağanlık çeşidi “kesin durağanlık” ise şartların sağlanması ile beraber seri dağılımının normal dağılım göstermesi ile oluşur.

Stokastik sürecin niteliklerinden dolayı zamana bağlı olarak durağan olmayan zaman serileri de meydana gelebilmektedir. Bu tür seriler ise durağanlık şartlarının hiç birini sağlayamamaktadır. Bu şu demek oluyor ki ortalama, varyans ve ortak varyans t zaman değişkene göre hareket etmekte, serinin dağılımı normallik veya sabitlik

varsayımlarına sahip olmayıp artan veya azalan trende sahip olmaktadır. Bu tür serilerin modellenmesi için logaritma alma, fark alma gibi durağanlaştırma işlemleri yapılması gerekmektedir. Zaman serisinin ortalama ve varyansında bir trendin olup olmadığını tespit etmede üzerinde ittifak edilmiş bir metot olmamakla birlikte, veri grafiği incelemenin en kolay yöntemi olduğu ifade edilmektedir (Köse, vd., 2014: 808).

3.4.2. Sürekli ve Kesikli Zaman Serileri

İncelenen gözlemler zaman içerisinde sürekli olarak elde ediliyorsa bu serilere sürekli zaman serileri adı verilir (Atalay, vd., 2012: 222). İncelenen gözlemler belli zaman aralıklarında elde ediliyorsa, bu tür serilere kesikli zaman serileri denir. Bu tür seriler genellikle eşit zaman aralıkları ile elde edilen verilerden oluşur. Günlük, haftalık, aylık ve yıllık zaman dilimlerine göre elde edilen gözlemlerden oluşan seriler kesikli zaman serilerine örnek gösterilebilir (Toprak, 2011: 6).

3.4.3. Mevsimsel ve Mevsimsel Olmayan Zaman Serileri

Bir zaman serisinin belli dönemlerde mevsimsel faktörlerin etkisi altında kalmasıyla mevsimsel zaman serileri meydana gelmektedir. Buradaki faktörlerin yarattığı etkiye mevsimsellik veya mevsimsel değişim olarak isim verilmektedir. Mevsimin etkisi altında olan değişkenler yılın bazı dönemlerinde diğerlerine oranla daha yüksek veya daha düşük değerlere ulaşır.

Genelde mevsimsel etkiler aylık dönemler itibarıyla oluşur. Çünkü yıllık veriler, daha çok günlük, haftalık, aylık veya üç aylık verilerin bütüncül toplamını ya da bu verilerin bir ortalamasını ifade ettiğinden mevsimsellik etkisi pek açık bir şekilde gözlemlenemez. Bir yılın belli dönemlerinde sıcak içeceklerin tüketiminin artması veya azalması, sıcaklık, düşen yağmur miktarı vs. bu tür zaman serilerine örnek oluşturmaktadır (Kara, 2009: 34).

3.5. ZAMAN SERİLERİNİN AYRIŞTIRILMASI

Zaman serileri T, S, C ve E olmak üzere dört bileşene sahiptir. Literatürde bu bileşenlerin biri veya birden fazlasını barındıran zaman serileri ile yapılan uygulamalara

rastlamak mümkündür. Birçok bileşeni bir arada barındıran zaman serileri ile yapılmış analizler incelendiğinde, zaman serisinin zaman içerisinde nasıl bir seyir izlediğini daha net anlamak ve bu seri ile yapılacak analizlerde daha doğru sonuçlara ulaşabilmek için seriye ayrıştırma işleminin uygulandığı gözlemlenmiştir.

Zaman serilerinin gözlenemeyen bileşenler içerdiği ve bu durumda bu bileşenlerin ayrıştırılması gerektiği düşüncesi çok eskiye dayanmaktadır. Zaman serilerini ayrıştırmada kullanılan birçok model seçeneği de mevcuttur. Fakat burada, en eski ve en yaygın modellerden olan “Toplamsal Ayrıştırma Modeli” ve “Çarpımsal Ayrıştırma Modeli” hakkında bilgi verilecektir. Modellerin genel gösterimi sırasıyla eşitlik 43 ve 44’te verilmektedir (Yolsal, 2010: 246).

$$X_t = T_t + C_t + S_t + E_t \quad [43]$$

$$X_t = T_t * C_t * S_t * E_t \quad [44]$$

Burada;

X_t : Zaman serisinin t dönemindeki gözlem değerlerini,

C_t :Zaman serisinin t dönemindeki konjonktür bileşenini,

S_t :Zaman serisinin t dönemindeki mevsimsel bileşenini,

E_t : Zaman serisinin t dönemindeki tesadüfi (rassal) hareketler

bileşenini ifade etmektedir.

Toplamsal ayrıştırma modelinde (eşitlik 43) yazılan bileşenlerden herhangi birinin etkisi yok ise o bileşenin değeri 0 olarak kabul edilmektedir. Toplamsal modellerde mevsimsellik trendden bağımsız olduğu için dalgalanma büyüklüğü zaman içinde değişmemekte, yani sabit kalmaktadır. Çarpımsal ayrıştırma modelinde (eşitlik 44) ise yazılan bileşenlerden herhangi birinin etkisi yok ise o bileşenin değeri 1 olarak kabul edilmektedir. Çarpımsal modele uyan bir serinin mevsimsel dalgalanmasının büyüklüğü serinin trendine bağlı olarak zaman içinde artış ya da azalış göstermektedir (Özkara, 2009: 26).

Bahsedilen iki model için de zaman serilerini mevsim etkisinden arındırma işlemi farklılık göstermektedir. Bu modellerden toplamsal ayrıştırma modelinin

kullanılması durumunda, orijinal serideki diğer bileşenlerin tahmin edilen mevsim bileşenlerinden farkı alınıp mevsimsel düzeltmesi yapılmış seriye ulaşılrken, çarpımsal ayrıştırma modelinin kullanılması durumunda ise orijinal seri tahmin edilen mevsim bileşenlerine oranlanarak mevsimsel düzeltme yapılmaktadır. Tahmin edilen mevsim bileşenlerine ise mevsimsel faktörler adı verilmektedir (Yolsal, 2010: 246-247).

Mevsimsel olarak düzeltilmiş seri ile yapılan tahminler sonucu, mevsimsel etki barındırmayan saf bir seri elde edilecektir. Bu yüzden ayrıştırma modellerinin uygulamasında son olarak arındırılmış halde olan kestirim değerlerine mevsimsel etki faktörleri eklenmektedir. Bu işlem ise toplamsal modelde kestirim değerleri ile mevsimsel faktörlerin toplanması, çarpımsal modelde çarpılması ile gerçekleştirilmektedir. Aşağıda toplamsal ve çarpımsal ayrıştırma yöntemleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgi verilmektedir.

3.5.1. Toplamsal Ayrıştırma Yöntemi

Bir önceki bölümde ifade edildiği üzere toplamsal ayrıştırma yöntemi trende, mevsimselliğe ve hata bileşenine sahip zaman serilerinin modellenmesi için kullanılan modellerden biridir. Bu yöntemdeki model bileşenleri X_t , C_t , S_t , E_t olarak ifade edilebilir. Buradaki hata teriminin rassal olduğu unutulmamalıdır (Kadılar, 2005: 43). Toplamsal ayrıştırma modeli çeşitli adımlardan oluşur. Bunlar şu şekildedir (Kadılar, 2005: 51).

- Serinin merkezi hareketli ortalamaları hesaplanır. Burada hareketli ortalaması alınacak veri sayısının periyot sayısına eşit olması gerekmektedir. Örneğin veriler 7'şer günlük periyotlara sahip ise hareketli ortalama hesabı 7'şer gün için ardı ardına uygulanır. Ancak merkezi hareketli ortalamalar yerine sadece hareketli ortalamalar da alınabilir. Yani eğer periyot sayısı çift bir sayı ise hesaplanacak hareketli ortalamalar serinin medyanına denk gelmekte ve çift sayılı periyotlarda medyan $2n$ veri sayısı olmak üzere birinci n adet veri ile ikinci n adet veri arasında denk gelmektedir. Dolayısı ile hareketli ortalama $2n$ adet verinin ikinci n adetlik bölümündeki verinin ilk elemanının karşısına gelecek şekilde yazılmaktadır. Periyodun medyanı $(n+1)/2$ olacağı için hesaplanan hareketli ortalama medyana denk

gelmektedir ve bundan dolayı da tek sayılı periyotlarda (periyot sayısı n ve n tek sayı) ise bu durum meydana gelmemektedir. Periyot sayısının yani hareketli ortalama alınacak veri sayısının çift olması durumunda hareketli ortalamalar hesaplandıktan sonra ardışık hareketli ortalamalarının ortalaması hesaplanır ve bu değer ardışık hareketli ortalaması hesaplanan hareketli ortalamaların birincisinin karşısına yazılmaktadır. Böylece hesaplanan hareketli ortalamaların yeri konusunda sıkıntı oluşmamaktadır (Makridakis-Wheelwright, 1989: 104).

- Gerçek zaman serisinden merkezi hareketli ortalamalar serisi çıkarılarak serinin mevsimsel bileşeni bulunmaktadır. Buradaki mevsimsel bileşenin içinde hata terimi bulunmaktadır.
- Mevsimsel bileşendeki hata teriminin ortadan kaldırılması amacıyla her bir periyottaki dönemlerin ortalama değerleri hesaplanmaktadır. Örneğin aylık bir seride tüm ayların her birinin ortalama değerleri hesaplanmaktadır. Şöyle ki ilgili her bir ay için o aya ait bir ortalama değeri bulunmaktadır. Sonuç olarak yapılan son ortalama işlemi sonunda periyot sayısı kadar ortalama değeri hesaplanmaktadır. Aylık bir veri için 12 adet, 7 günlük periyot için 7 adet ortalama değeri hesaplanmaktadır.
- Periyotta, yukarıdaki yöntem ile elde edilen dönemlerin ortalamalarının toplamı sıfır olması gerekmektedir. Eğer bu toplam sıfır değil ise bu durumda ortalama değerlerinin ortalaması hesaplanarak, bulunan değer diğer tüm ortalama değerlerinden çıkartılmalıdır. Bu şekilde periyottaki dönemlerin son elde edilen değerleri mevsimsel endeks değerlerini vermektedir. Bu endeks değerleri, gerçek zaman serisinin saf mevsimsel bileşenleri olarak alınmaktadır. Mevsimsel endeks değerlerinin toplamı sıfırdır.
- Orijinal seriden mevsimsel endeks serisi çıkartılarak serinin trend bileşeni bulunmaktadır. Bu trend bileşeni hata terimine sahiptir.
- Doğrusal trende sahip zaman serilerinde trendin sahip olduğu hata terimlerini gidermek için trend bileşeni serisine doğrusal regresyon uygulaması

yapılmaktadır. Bu regresyon sonucu elde edilen tahmin serisi gerçek zaman serisinin saf trend bileşeni olmaktadır.

- Tahmini yapılan regresyon serisine mevsimsel endeks serisi bileşeni eklendiği zaman gerçek zaman serisinin tahmini ortaya çıkmaktadır. Eğer trend, bulunan regresyon denklemi ile geleceğe yönelik uzatılır ve mevsimsel endeksler geleceğe yönelik tahmin edilen trende eklenirse, zaman serisinin gelecekteki değerleri tahminlenmiş olmaktadır.

3.5.2. Çarpımsal Ayrıştırma Yöntemi

Bu yöntem, toplamsal ayrıştırma yönteminden bazı küçük noktalarda ayrılmaktadır. Bu durum, diğer modelin toplam, bu modelin ise çarpım esasına göre değerlendirilmesinden ileri gelmektedir. Uygulama mantığı olarak iki yöntem arasında bir farklılık bulunmamaktadır. Bu yöntem de toplamsal ayrıştırmada olduğu gibi aşağıdaki adımlar izlenerek çözümlenebilmektedir (Kadılar, 2005: 65).

- Zaman serisinin periyodu boyunca hareketli ortalamalar çözümlenir. Bu hesaplama toplamsal ayrıştırma yönteminde yukarıda bahsedilen ilk adımla aynı şekilde uygulanmaktadır.
- Gerçek zaman serisi elde edilen hareketli ortalama değerlerine bölünür, böylelikle her bir döneme karşılık gelen mevsim bileşeni bulunur. Bu mevsimsel bileşenler hata terimine sahiptirler.
- Seriden hata terimini uzaklaştırmak amacı ile elde edilen mevsimsel bileşenlerin toplamsal yöntemde olduğu gibi periyotların her bir dönemlerinin ortalaması alınmaktadır.
- Hesaplanan dönem ortalamalarının ortalaması alınarak her bir dönem ortalaması bu genel ortalamaya bölünmektedir. Bunun sebebi dönem ortalamalarının ortalamasını 1'e eşitlemektir. Ortalamaları 1'e eşit olan bu seri, mevsimsel endeks serisidir ve gerçek zaman serisinin mevsimsel bileşenini oluşturmaktadır.

- Gerçek zaman serisi mevsimsel endeks serisine bölünmektedir ve elde edilen veriler trend serisini vermektedir. Bu trend serisi de içerisinde hata terimini barındırmaktadır.
- Bu trend serisinde mevcut olan hata terimini yok edebilmek ve geleceğe yönelik tahminlerde trendi kullanabilmek için diğer yöntemde olduğu gibi trend serisinin regresyon analizi ile regresyon denklemi bulunmalıdır. Bu regresyon sonucu elde edilen tahmin serisi gerçek zaman serisinin saf trend bileşenini oluşturmaktadır.
- Tahmini yapılan regresyon serisine mevsimsel endeks serisi bileşeni eklendiği zaman gerçek zaman serisinin tahmini elde edilmektedir. Eğer trend, bulunan regresyon denklemi ile geleceğe yönelik uzatılır ve mevsimsel endeksler geleceğe yönelik tahmin edilen trende eklenirse, zaman serisinin gelecekteki değerleri tahmin edilmiş olmaktadır.

Ayrıştırma yöntemlerine bu açıklamalardan sonra bakacak olursak, bu yöntemler zaman serisini önce mevsimsellikten arındırmakta, ardından mevsimselliğin ortadan kaldırıldığı trend bileşenine dayalı olarak bir regresyon tahmini yapmakta, bu trend bileşenine göre geleceğe yönelik tahmin yapmakta ve ardından gelecek için öngörülen trend bileşenlerine zaman serisinin karakteristiğinde bulunan ve analiz sırasında hesaplanan mevsimselliği ekleyerek gelecek için tahminlerde bulunmaktadır.

Trend bileşeninin bir fonksiyon olarak hesaplanmasında en çok tercih edilen regresyon temelli analizdir. Ancak doğrusal olmayan trend de benzer şekilde hesaplanabilmektedir (Wilson - Keating, 1990: 222). Tseng ve arkadaşlarının 2001 yılında yaptıkları çalışmada trend bileşeninin denklemini regresyonla değil GT ile hesaplamış ve bu temel üzerinde tahminde bulunmuşlardır (Tseng, vd., 2001: 297).

3.6. MODEL UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

Uygunluk gösterebilecek aday modeller belirlenip, bu belirlenen kriterler üzerinden değerlendirmeler yapıldıktan sonra hala bir seçim yapılamıyorsa, model öngörüsü başarısını ortaya koyacak başka kriterlere başvurulmalıdır. Model öngörü

başarısını ölçmeye yarayan kriterler ve genel hesap gösterimleri aşağıda verildiği gibidir (Sallehuddin,v.d., 2007: 586).

RMSE: Hata Kare Ortalama Kökü (Root Mean Squared Error)

MAPE: Ortalama Hata Kare (Mean Squared Error)

MAE-MAD: Ortalama Mutlak Hata- Sapma (Mean Absolute Deviation)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{t=1}^n (\gamma_t - \hat{\gamma}_t)^2} \quad [45]$$

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| \frac{\gamma_t - \hat{\gamma}_t}{\gamma_t} \right| * \frac{100}{n} \quad [46]$$

$$MAE-MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|\gamma_t - \hat{\gamma}_t|}{n} \quad [47]$$

Burada;

γ_t :gerçekleşen değeri,

$\hat{\gamma}_t$:öngörülen değeri,

n: öngörülen dönem sayısını

ifade etmektedir. Yukarıdaki formüller ile elde edilen kriter değerleri hangi modelde daha küçük değerler veriyor ise o model en uygun model olarak seçilmelidir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ VE SAĞLIK ALANINDA GENEL BİLGİLER

4. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ VE SAĞLIK ALANINDA GENEL BİLGİLER

4.1. SAĞLIK ALANINDAKİ GENEL SIKINTILAR

Günümüzde dünya nüfusunun devamlı artması, hastalıkların sayısının ve çeşidinin de artmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak tıp alanında akıl almaz hızda gelişmeler yaşanırken, sağlık kurumları da bu gelişmeler sonucunda kendilerini tam donanımlı olarak hazırlama zorunlulukları vardır. Bu nedenlerden dolayı, sağlık kurumları doğruluk oranı yüksek bazı yöntemlerden yararlanarak, gelecek planlamalarını buna göre yapmak istemektedirler.

İnsanlar, sağlık hizmetlerinden daha hızlı ve en etkin şekilde yararlanmak istemelerine karşın, sağlık alanındaki engeller giderek daha baskın hale gelmektedir. Dünyanın hiçbir ülkesinde hiçbir sağlık politikası istenilen veya gereksinim duyulan bütün sağlık hizmetlerini verememektedir. Çünkü sağlık hizmetlerine olan talepte sürekli bir artış yaşanırken, bu hizmetleri sunmak için gerekli olan kaynaklar (bina, araç-gereç, insan gücü, para, zaman, teknoloji, bilgi ve deneyim) her zaman kısıtlı kalmaktadır (Uz, 1998: 65).

4.2. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Diş hekimliği de sağlık sektörünün en önemli branşlarından birisidir. Hasta popülasyonundaki artış bu sektördeki ihtiyaçları da artırmaktadır. Ülkemizdeki çoğu diş hekimliği merkezi yeterli ve gerekli tüm hizmetleri veremediği için, yeni tam donanımlı merkezler kurulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Özellikle engelli bireylerin diş ile ilgili problemlerini, sağlıklı bireyler gibi sorunsuz bir şekilde çözebilmek için özel

donanımlı yani genel anestezi donanımı olan yerlerin oluşturulması gerekmektedir. Sadece engelli bireyler için değil, diş hekimi fobisi olan veya lokal anestezi altında yapılamayacak çeneye ait cerrahi işlemlerin yapılması için de genel anestezi şarttır.

Ülkemizde bu tür hastaların tedavilerinin yapılabildiği ender sağlık kurumlarından birisi de Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'dir. Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi 1995 yılında kurulmuş ve aynı yıl öğrencileri ile eğitimine başlamıştır. Şu anda 22.000 metrekaresel kullanım alanı ile Türkiye'nin en büyük fakülteleri arasındadır. 300'ü aşkın lisans, 80'den fazla doktora öğrencisi ile eğitim ve öğretime ve yılda ortalama 60.000'den fazla hastayı tedavi ederek de sağlık hizmetlerine katkıda bulunmaktadır.

Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nin amacı, hasta memnuniyetini ön planda tutan, yenilikçi ve araştırmacı diş hekimleri yetiştirerek toplumun ağız ve diş sağlığının korunmasına yardımcı olmak ve yaptığı araştırmalarla bilime doğru yönde katkıda bulunmaktır.

Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde teorik eğitimler, alanında uzmanlaşan öğretim üyeleri tarafından verilmektedir. Kliniklerde hasta almadan önce, öğrencilere kazandırılacak el becerisi ve yeteneğin verildiği prelinik dersleri, protez, endodonti ve restoratif diş tedavisi dersleri için ayrı ayrı tahsis edilmiş, modern ve güncel teçhizat ile donatılmış laboratuvarlarda verilmektedir. Bunların dışında hasta üzerindeki tedavi uygulamalarına geçmeden önce, her öğrenci kendisine ait, normal insan ağızını ve vücudunu taklit eden fantom maketlerde pratik eğitimine devam etmektedir.

Fakülte klinikleri, başta Isparta merkez, Antalya, Denizli, Afyon, Burdur ve bu illere bağlı ilçelerde yaşayan vatandaşlar olmak üzere tüm ülkemize, ağız ve diş sağlığı hizmeti vermektedir. Ayrıca 8 klinikte (Endodonti, Ortodonti, Diş Hastalıkları ve Tedavisi, Protetik Diş Tedavisi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi, Çocuk Diş Hekimliği, Periodontoloji ve Ağız Diş ve Çene Radyolojisi) üniversiteye bağlı fakülteler, yüksekokullar, meslek yüksekokulları, enstitüler ve bu okullarımızda eğitim gören yaklaşık 90.000 öğrenci ve görev yapmakta olan akademik personel ile idari personelin bakmakla yükümlü bulunduğu eş, çocuk ve anne-babalarına da, ayrıca ağız ve diş sağlığı hizmeti vermektedir.

Bu doğrultuda Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nin dünyadaki gelişmeleri yakından izleyen, üreten, araştıran, aydın ve ulusal kimlik bilinçli vatansever bireyler yetiştirmek öncelikli amacıdır. Ülkemizin son dönemde parlayan bir yıldızı olan fakültenin genç ve dinamik akademisyenleri, hedeflenen tüm işleri başaracak özgüvene ve heyecana sahiptirler. 2014 yılında açılan yataklı servis ile lokal anestezi altında yapılamayacak tüm işlemler artık fakülte bünyesinde yapılır hale getirilmiştir. Özellikle diş tedavisi hizmeti alma konusunda ciddi sıkıntı yaşayan bireyler rahatlıkla tedavi edilmektedir. Ancak hem nüfusumuzun artması hem de ülke çapında fakültenin hizmetlerinin duyulması hasta sayılarında ciddi artışa neden olmakta bu da ileriye yönelik planlamaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

4.3. DIŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTELERİNİN GENEL ANESTEZİ İHTİYAÇLARI

Ülke nüfusumuzun yüzde 10-12'si yani 6,5-7 milyon engelli, ağız ve diş sağlığı ve bunlarla ilgili tedaviler açısından sorunlar yaşamaktadır. Engelli kişilerde özellikle zihinsel engelli bireylerde, ağız ve diş sağlığı sorunlarıyla başa çıkabilmek özel bilgi ve eğitim gerektirmektedir (Tellioglu, 2019: 823). Herhangi bir diş çürüğünü veya kaybını engelleyici koruyucu hizmetler ve en azından engelli bireylerin bakımı üstlenen kişilerin bilinçlendirilmesi, eğitilmesi özel önem taşımaktadır. Günümüzde, engellilerde genel sağlık problemleri yaşamı etkilediğinden veya daha öne çıktığından, ağız ve diş sağlığı ikinci planda kalmakta ve kişinin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Zihinsel engellilik; gelişimsel dönemde ortaya çıkan, uyumlu davranışlarda görülen yetersizliğe ilaveten genel zeka fonksiyonları açısından normalin altında olma durumudur (Çağırın, 2011: 833). Dünya Sağlık Örgütü dünya nüfusunun %3'ünü zihinsel engelli hastaların oluşturduğunu göstermiştir (Forsyth, 2012: 131). Bu hastalarda diş veya çevre dokuları kaynaklı enfeksiyon riski olasılığı, ağız hijyenin kötü olması ve bağışıklık sistemlerindeki değişikliklerden dolayı sağlıklı bireylere göre daha yüksek oranda görülmektedir. Mental retardasyonlu hastalarda sıklıkla iletişim güçlüğü görülür ki, dental tedaviler ve hatta ağız içi muayene için bile genel anesteziye veya sedasyona gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle bu tip hastaların çoğunun ağız ve dişlere yönelik tedavileri gününbirlik yatışları yapılarak genel anestezi altında

uygulanmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde ve Isparta ilinde engelli hastaların tedavilerine uygun sağlık merkezinin olmaması hem hastaların hem de bu hastaların bakımıyla sorumlu olan hasta yakınlarının hayatlarını daha da zor hale getirmektedir.

Diş hekimliği tedavileri hasta ile tam uyum gerektiren tedavilerdir. Özellikle zihinsel özürli hastalarda bu uyumu yakalamak maalesef mümkün olmamaktadır. Bu tarz sağlık sorunları olan hastaların, özellikle de çocukların diş tedavileri lokal anestezi altında yapılamamakta, hasta tedavi sırasında sabit duramadığı için diş tedavileri yarım kalabilmektedir. Bu nedenle bu hastaların tedavileri genel anestezi veya sedasyon ile gerçekleştirilebilmektedir. Diş hekimliğinde gününbirlik genel anestezi uygulamalarının, tüm tedavilerin tek bir seansta bitirilecek olması, aile ve çocuğun düzeninin daha az etkilenmesi ve daha düşük maliyet gibi avantajları vardır. Öte yandan, zihinsel engelli hastaların önemli bir kısmının başka tıbbi sorunları da vardır ki, bu sorunlar özellikle gününbirlik vaka olarak genel anestezi uygulamalarından sonra komplikasyon görülme riskini arttırabilmektedir (Küçükyavuz, 2002: 13-15). Engelli olguların önemli bir kısmında epilepsi, zayıf motor kontrol ve felç gibi santral sinir sistemi hastalıkları bulunmaktadır. Baş-boyun anatomisinde normalden sapmalar şeklinde izlenen kas ve iskelet anomalileri bulunabilmektedir.

Yukarıda sayılanlara ilaveten, genel anestezi uygulamalarında hasta güvenliğini azaltan omurga deformasyonları, kontraktürler, servikal omur problemleri, kas koordinasyon problemleri, damar yolu açma da güçlükler ve hava yolu açıklığının sağlanmasında güçlükler de görülebilmektedir (Enever, 2000: 120-125).

4.4. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ GENEL ANESTEZİ İMKÂN LARI

Engelli hastaların ağız ve diş tedavilerini yapabilecek alt yapıya sahip Isparta ilinde ve Akdeniz bölgesinde herhangi bir sağlık kuruluşu olmaması, hastaların ve hasta yakınlarının yaşam standartlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Engelli hastaların bakımları bilindiği üzere çok zor olmakta ve bu hastaların bakımlarıyla ilgilenen hasta yakınlarına bu tür sağlık hizmetlerinin verilememesi, onların hayatlarını bir kademe daha zorlaştırmaktadır. Ayrıca 22.000 metrekarelik kullanım alanı ve yetişmiş bilgili kadrosu ile Türkiye'nin en büyük fakülteleri arasında yer alan Süleyman Demirel

Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nin böyle hastaların tedavisine olanak sağlayan genel anestezi ünitesinin bulunmaması, üniversite ve Akdeniz bölgesi açısından olumsuzluk sergilemektedir. Bu sebeplerden ve her gün sayıları artan diş hekimliği fakülteleri arasında farkındalık yaratabilmek ve engelli hastaların daha gelişmiş merkezleri yönlendirilmesini engellemek için genel anestezi imkanının fakülteye kazandırılması öngörülmektedir.

Sağlık Bakanlığı'nın yürüttüğü 'Engelsiz Hastane Projesi' genelgesine istinaden tüm kamu kurumlarının engellilerin rahat hizmet alması için düzenleme yapmalarının gerektiğini belirtilmiş, Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi de bu hedefe ulaşabilmek için genel ameliyathanenin kurulmasını en önemli hedef olarak öne geçirmiştir.

Ameliyathane ortamında genel anestezi ya da sedasyon ile yapılan diş tedavileri Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nin ayrıcalıklı hizmetlerinden bir tanesi olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu ünite sadece engelli bireylere yönelik olmamakla birlikte, bunun yanında çene yüz cerrahisine yönelik diğer işlemlerde konforlu şekilde Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yapılabilmektedir. Böylelikle hasta ve yakınları daha ferah ve konforlu bir ortamda sağlık hizmeti alabilmekte, ameliyat sonrası hasta bakımları daha kolay olabilmekte, zaman ve maliyet kazancı da sağlanabilmektedir.

Sedasyon ve Genel Anestezi ile fakültede yapılabilecek diğer işlemler,

- 4 yaşından küçük çocuklara yönelik diş tedavileri,
- İleri derecede korkusu olan hastaların tedavileri,
- Lokal anestezi ile tek seansta yapılamayacak birden fazla cerrahi işlem yapılacak hastaların tedavileri,
- Travmaya bağlı oluşan çene kırıklarının tedavileri,
- Çenelerde görülen kist ve tümörlerin cerrahi tedavisi,
- Ortodontik cerrahi olarak bilinen çenelerin büyüme bozukluklarına yönelik ameliyatlara yapılabilmektedir.

Bunlarla birlikte Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi bünyesinde açılan ve hali hazırda hastaların tedavi edildiği Akdeniz Bölgesi'nin hatta ülkemizin tek yarık damak dudak kliniğinin (tavşan dudak) bulunması bu tür hastaların Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi bünyesinde ameliyatlarının yapılmasından dolayı diğer merkezlerden hastaneye hasta gelmesine neden olarak Akdeniz Bölgesi'nin sağlık turizmi açısından ön planda olmasını sağlamaktadır. Ayrıca eğitim ve öğretim açısından da bakıldığında, engelli hastalara yaklaşım, bakım ve tedavisi için bilinçli diş hekimleri yetiştirmek fakültenin vizyonunu artırmaktadır.

4.5. SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DIŞ SAĞLIĞI MERKEZİ'NDE YATAN HASTA SAYILARININ TAHMİNİ ve ÖNEMİ

Yukarı da belirtilen tüm bu nedenlerden dolayı fakültenin hasta istatistikleri gün geçtikçe artmakta ve artan talep karşısında alt yapı yetersiz kalmaktadır. Bu konuda fakülteye ve bu şekilde çalışan sağlık kurumlarına öngörülen hasta istatistikleri hakkında bilgi sunmak, yöneticilerin gelecekte gerekli olacak alt yapı değişikliklerinin önceden planlanması ve sağlık hizmetinin aksamadan veya uzun randevu süreleri olmadan gerçekleşmesi açısından yardımcı olacağı düşünülmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

Çalışmada, Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi için 28 aylık (2019 Eylül-2021 Aralık dönemi) yatacak olan hasta değerlerinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek üzere 56 aylık (2015 Ocak-2019 Ağustos dönemine ait) Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verisi kullanılmıştır. Veriler; Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nden elde edilmiştir. Yatan hasta tahmini uygulamasının yapılacağı bu çalışmada uygulama alanı olarak Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi seçilmesinde;

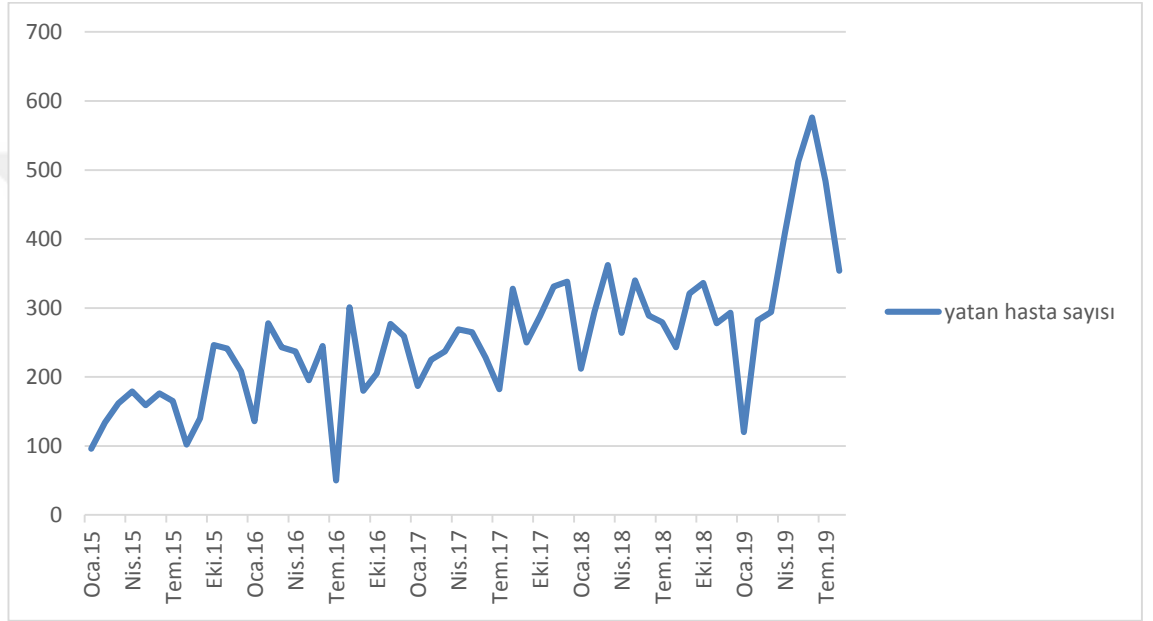
- Yapılan yatırımlardan verimli geri dönüşler alabilmek için yatan hasta tahmininin daha planlı ve programlı olmasına gerek duyulması,
- Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi için daha önce yatan hasta tahmini çalışmasının yapılmamış olması,
- Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta sayıları hakkında gelecek dönemler için alacağı kararlara yardımcı olabilecek nitelikte bir çalışma ortaya koyulmak istenmesi,
- Türkiye'deki diş hekimliği fakültelerinde hasta sayılarını inceleyen tahminleme ile ilgili herhangi bir çalışmaya ulaşılamaması,
- Türkiye'deki diş hekimliği fakültelerinde popüler olmaya başlayan yataklı servis birimleri ve gerekli hasta sayıları hakkında bilgi alabilmek için Türkiye'de bu konuda öncül olan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi yataklı servisi hasta verilerini kullanarak yeni açılacak birimlere planma açısından öncül olmak,

gibi birçok sebep bulunmaktadır.

Çalışmada mevsimsel farklılıklar göz önünde bulundurularak, bu amaca yönelik sonuçlar verebilecek GT ve Mevsimsel Ayırıştırma yöntemlerinden yararlanılmıştır.

5.1. GRİ TAHMİNLEME İLE SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ AĞIZ DİŞ SAĞLIĞI MERKEZİ'NDE YATAN HASTA SAYILARININ TAHMİNİ

Yapılan tahminleme; 56 aylık veri kullanılarak (2015 Ocak-2019 Ağustos), birinci dereceden tek değişkenli zaman serilerinin analizinde kullanılabilen GM (1,1) modeli ile yapılmıştır. Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nden elde edilen yatan hasta verilerinin aylara göre dağılımının grafiğine Şekil 4'te, rakamsal değerlerine ise Ek 1 'de yer verilmiştir.



Şekil 4. Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verileri

Şekil 4 incelendiğinde; Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatırım, alt yapı ve hasta kabullerinin yeni başlaması vs. sebeplerinden dolayı ilk yıllarda gerçekleşen yatan hasta sayılarının daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak 2016 Eylül ayından itibaren bugünkü değerleri temsil edebilecek olmasa da kendi içinde tutarlı bir dağılım yakalamıştır. 2016 Temmuz ve 2019 Ocak aylarındaki hasta sayılarının ciddi oranda düşmesinin sebepleri, ilgili bölümdeki anestezi hekiminin tek olması, buna bağlı olarak hekimin izin döneminde hasta alınamaması ve de temmuz ayında ülkemizde meydana gelen darbe girişimi olarak değerlendirilebilir. Düzenli görülen artışın nedeni, hasta sayısının artmasına bağlı olarak fakültenin adının duyulması ve buna bağlı olarak da işlem yapılan hasta miktarının arttığı görülmektedir. Aylar arasındaki dalgalanmalara neden olarak dış

hekimliği fakültesinde faaliyet gösteren kliniklerin ve hocaların değişimi olabileceği düşünölebilir. Grafikten de anlaşılacağı gibi hasta sayısındaki artma ile fiziki alt yapıda yetersizliklerin oluşabileceği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca tek anestezi uzmanı ile faaliyet göstermenin bazı aylarda ciddi hasta kaybına, buna bağlı olarak da ciddi maddi kayıp getireceği düşünölmektedir. Yataklı servisin ilk açıldığı tarihten itibaren tablo incelendiğinde özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında artan hasta grafiğinin ciddi oranda azaldığı görölmektedir. Buna neden olarak da yine uzun izin dönemlerinin bu tarihler arasında olması gösterebiliriz. Bu konuda da ilgili birimin tedbir alması hem hasta memnuniyeti, hem verilen sağlık hizmetinin aksamaması hem de bunlara ek olarak fakölte gelirinin de düşmesine engel olacaktır.

Grafik üzerinden yapılan incelemeler sonucu zaman serisinin belli bir ortalama etrafında seyir göstermediği, zamana göre artan bir eğilime sahip olduğu açıkça görölmektedir. Ayrıca serideki değerlerin her yılın bazı dönemlerinde ciddi artış ve ciddi azalışlar göstermesi, zaman serisinin mevsimsel etki taşıdığını da kanıtlamaktadır.

Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nden elde edilen yatan hasta verilerinin serisi ile yapılan ön uygulama, literatürdeki benzer uygulama sonuçları incelendiğinde, GM (1,1) modelinin mevsimsel etki barındıran ham seriler ile yapılan tahmin çalışmaları için uygun olmadığını kanıtlayan sonuçlar vermektedir. Yani; mevsimsel dalgalanmaya sahip zaman serileri ile yapılan gri tahmin uygulamaları sonucu elde edilen kestirim değerleri, gerçek veri değerlerinin sahip olduğu trendi yakalayabilirken, mevsimsel dalgalanmayı yakalayamamaktadır. Literatürde yer alan benzer uygulamalarda birçok farklı yöntem ve analizler ile bu probleme çözüm üretilmeye çalışılmış olmasına rağmen, bunu giderebilecek bir gri modelin geliştirilemediği görölmektedir. Ancak GST dışında da çözümler aranmış ve ayrıştırma modelleri, trigonometrik uygulamalar vb. birçok uygulama ile bu probleme çözüm üretildiği görölmektedir. Bu çalışmada ise GM (1,1) modeli kullanılarak, yapılacak öngörülerde daha sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek için hareketli ortalama çarpımsal ayrıştırma modelinden faydalanılmıştır.

Analizi yapılacak Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nden elde edilen yatan hasta verilerinin serisinin; mevsimsel ayrıştırılmış verilerin elde edilmesi bağlamında, SPSS ve Microsoft Excel programlarından

yararlanılmıştır. Yapılan uygulama sonucu elde edilen sonuçlar, grafikler ve bir zaman serisi modelinin öngörü başarısını ortaya koyan MAPE kriteri ve tahmin modelinin doğruluğunu belirlemek için iki belirleyici değer olan p ve C parametrelerinin değerleri yardımı ile değerlendirilip, uygun ayrıştırma modeli tespit edilmiştir.

5.1.1. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin Uygulaması

Microsoft Excel programı yardımı ile çarpımsal ayrıştırma uygulaması yapılarak, S_t bileşeni ve 12 aylık mevsimsel faktör değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu S_t bileşeni değerleri sırasıyla Ek 2 verilmiştir. 12 aylık mevsimsel faktör değerleri ise aşağıdaki Tablo 3'te verildiği gibidir.

Tablo 3. Çarpımsal Ayrıştırma ile Elde Edilen 12 Aylık Mevsimsel Faktör Değerleri

Aylar	Mevsimsel Faktör Değerleri
Ocak	0,644969446
Şubat	1,034189573
Mart	1,122908955
Nisan	1,032176027
Mayıs	1,037833997
Haziran	1,002214717
Temmuz	0,716500658
Ağustos	1,009921328
Eylül	0,909590134
Ekim	1,109711496
Kasım	1,147119787
Aralık	1,07405752

Çarpımsal ayrıştırma ile elde edilen S_t değerleri, GM (1,1) modelindeki $X^{(0)}(k)$ dizisini (Eşitlik 10) temsil etmektedir. Uygulamanın devam eden kısmında ise $X^{(0)}(k)$ dizisine BÜİ uygulanarak $X^{(1)}(k)$ birikimli dizi (Eşitlik 11) elde edilmektedir. Elde edilen birikimli dizi üzerinden GM (1,1) model teorisinde verilen Eşitlik 14'teki ardışık ortalama dizi $Z^{(1)}(k)$ elde edilmekte ve gri diferansiyel denklem (Eşitlik 15) oluşturulmaktadır. Çarpımsal ayrıştırma için de bahsedilen gri tahmin GM (1,1) modeli adımlarının uygulanmasıyla oluşturulan $X^{(1)}(k)$ ve $Z^{(1)}(k)$ dizileri ise Ek 4'de verilmiştir.

Çarpımsal ayrıştırma uygulamasının devamında yine gerekli adımlar izlenerek; $Z^{(1)}(k)$ dizisinin bağımsız değişken, $X^{(0)}(k)$ dizisinin ise bağımlı değişken kabul edildiği diferansiyel denklem (Eşitlik 15) oluşturulmuştur. Sonrasında ise bu denklem literatürde en sık kullanılan yöntemlerden EKK yöntemi ile tahmin edilerek sabit (b) ve trend (a) katsayıları hesaplanmıştır.

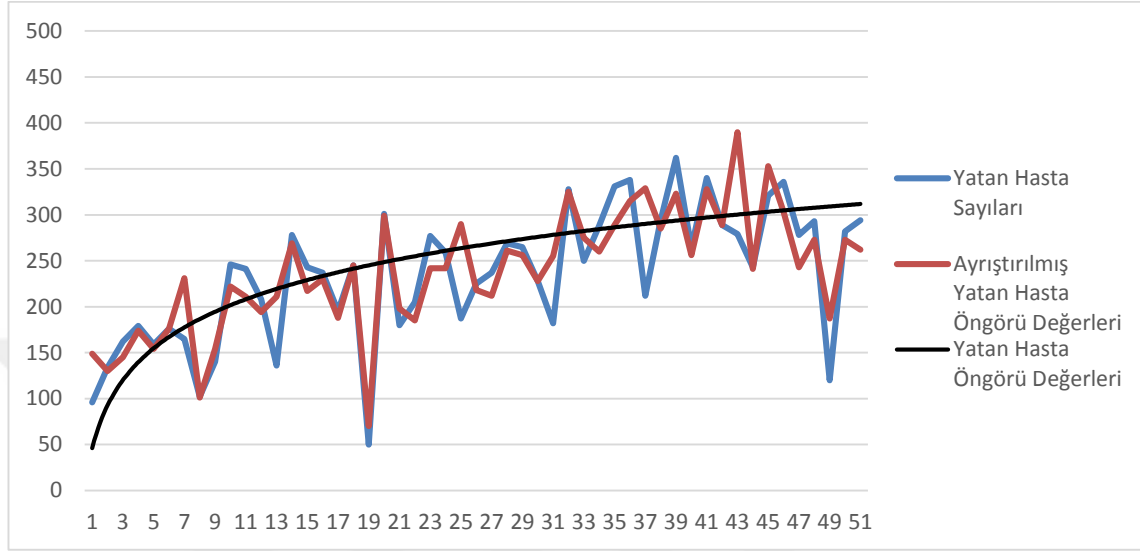
Çarpımsal ayrıştırma uygulanması sonucu oluşturulan GM (1,1) modelinin diferansiyel denkleminin Microsoft Excel programı yardımı ile çözdürülmesi ile edilen katsayı tahmin değerleri Tablo 4'te verildiği gibidir.

Tablo 4. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin Modeli Diferansiyel Denkleminin Katsayıları Tahmini

Değişkenler	b	a
Katsayılar	149,923078	-0,0181491
p Değerleri	5,0842E-12	1,5726E-10

Hesaplanan bu a ve b katsayılarının, Eşitlik 24'te yerine konulması ile ayrıştırılmış ve birikimli olmayan gri tahmin öngörü değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerlerin, çarpımsal ayrıştırma yöntemi ile elde edilen mevsimsel faktörlerle (Tablo 3) çarpılmasıyla ile de orijinal veri setini temsil edebilecek nitelikte, mevsimsel Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nden elde edilen yatan hasta verilerinin öngörü değerlerine ulaşılmıştır.

Çarpımsal ayrıştırma ile gri tahmin yönteminin uygulanması sonucu elde edilen ayrıştırılmış ve mevsimsel yatan hasta verilerinin öngörü değerlerinin, gerçek yatan hasta verileri ile karşılaştırılmasının yapıldığı tablo Ek 3'te verilirken, Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin Tekniği, Gerçek ve Öngörülen Değerlerin Seyri

Şekil 5 incelendiğinde, mevsimsel öngörü serisinin, gerçek seri değerlerinin sahip olduğu dalgalanmayı temsil edebilecek nitelikte olduğu görülmektedir. Fakat grafiklerin doğru yorumlanamama olasılığı ve daha net yargıya ulaşabilmek için modelin uygulama sonuçları başarı kriteri olan MAPE ve tahmin modelinin doğruluğunu gösteren C ve p değerleri ile de değerlendirilmesi yapılmıştır.

5.1.2. Model Performansının İncelenmesi

Özgün veri setinin herhangi bir k elemanı için tahmin hatası olan $\varepsilon^{(0)}(k)$ 'ı $\hat{x}_p^{(0)}(k)$ tahmin değeri ve $x^{(0)}(k)$ gerçek değer kullanılarak (Eşitlik 30)'da gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Uygulamanın devam eden kısmında ise $\varepsilon^{(0)}(k)$ (Eşitlik 31)'de uygulanarak hata oranı $\delta^{(0)}(k)$ hesaplanmıştır. Elde edilen bu hata oranı ise tahmin modelinin doğruluğunu veren (Eşitlik 32)'de yerine konularak p parametresine ulaşılmıştır. 0,78 olarak p parametresi hesaplanmıştır. Ancak 2016 Temmuz ayı (Ülkedeki darbe girişimi, ilgili bölümde anestezi hekiminin tek olması ve hekimin izin

döneminde hasta alınamamasından dolayı bu aylarda ciddi bir düşüş gözlenmiştir.) çıkarılarak hesaplandığı zaman 0,82 olarak hesaplanmıştır. Bu da tablo 2'deki sınıflandırmaya göre modelin yeterli olduğunu göstermektedir.

Tahmin edilen verinin hata ortalaması ve hata kareleri ortalaması sırasıyla ξ ve S_1 değerleri (Eşitlik 33) ve gözlemlenen verinin ortalaması ve hata kareleri ortalaması sırasıyla m ve S_2 (Eşitlik 34)'de gösterildiği gibi hesaplanmıştır. Elde edilen S_1 ve S_2 değerleri (Eşitlik 35)'de gösterildiği gibi uygulanarak tahmin modelinin hata oranını veren parametre değeri olan C , 0,44 olarak hesaplanmıştır. Ancak gene aynı sebepten 2016 Temmuz ayı (Ülkedeki darbe girişimi, ilgili bölümde anestezi hekiminin tek olması ve hekimin izin döneminde hasta alınamamasın dolayı bu ayda ciddi bir düşüş gözlenmiştir.) çıkarılarak hesaplandığı zaman 0,46 olarak hesaplanmıştır. Tablo 2'deki sınıflandırmadan da anlaşılacağı üzere hata oranı ne kadar düşük olursa tahmin modelinin performansı da o denli yüksek olacaktır. Yani modelin performansının yeterli olduğu sonucuna varılabilmektedir.

Model öngörüleme başarı hakkında bir diğer yorum getirebilme imkânı veren MAPE değeri üzerinden çarpımsal ayrıştırma ile gri model uygulama sonuçları incelendiğinde MAPE kriterinin %21 olduğu ve maksimum kabul edilebilir %50 seviyesinin kabul edilebilir seviyenin oldukça altında bir değer izlediği görülmektedir. Bu durumda çarpımsal yöntem ile gri tahmin modelinin, model başarı öngörüsünün güçlü olduğu ve bu model ile yapılan tahminlerin doğru ve geçerli sonuçlar vereceği yargısına varılmaktadır.

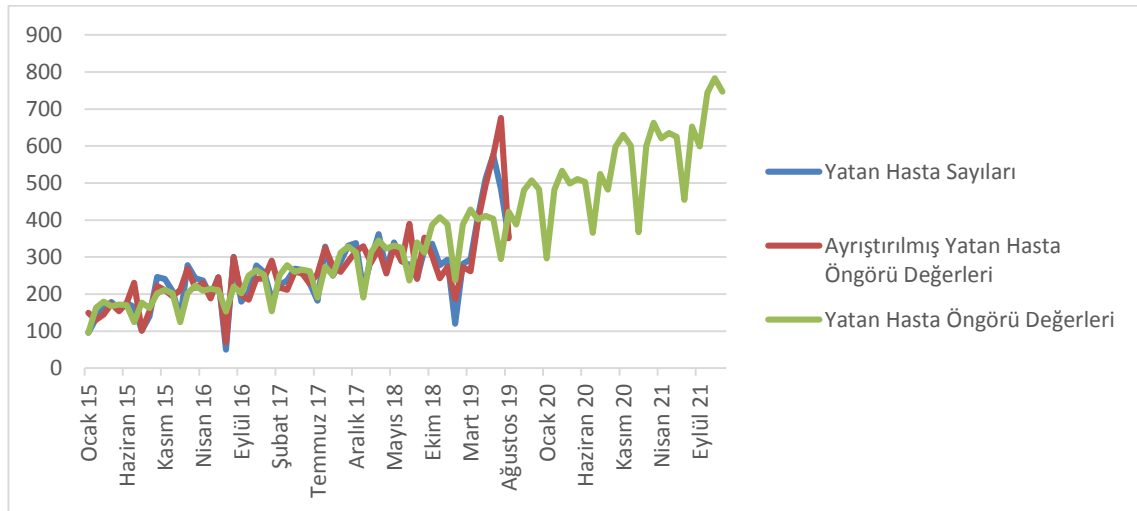
5.1.3. Gelecek 28 Aylık Tahmin Değerleri

Çarpımsal ayrıştırma yapılarak GM (1,1) modelinin uygulanması sonucu; 2019 Eylül-2021 Aralık dönemi için, Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verileri öngörü değerleri Tablo 5'teki gibi tahminlenmiştir.

Tablo 5. Çarpımsal Ayrıştırma Yapılarak GM (1,1) Modelinin Uygulanması Sonucu 2019 Eylül-2021 Aralık Dönemi Isparta İlinde Bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde Yatan Hasta Verileri Öngörü Değerleri

Tarih	Öngörülen Yatan Hasta Verileri	Tarih	Öngörülen Yatan Hasta Verileri	Tarih	Öngörülen Yatan Hasta Verileri
Eylül 2019	388	Temmuz 2020	366	Mayıs 2021	635
Ekim 2019	481	Ağustos 2020	525	Haziran 2021	625
Kasım 2019	507	Eylül 2020	482	Temmuz 2021	455
Aralık 2019	483	Ekim 2020	598	Ağustos 2021	653
Ocak 2020	296	Kasım 2020	630	Eylül 2021	599
Şubat 2020	482	Aralık 2020	601	Ekim 2021	744
Mart 2020	533	Ocak 2021	367	Kasım 2021	783
Nisan 2020	499	Şubat 2021	600	Aralık 2021	747
Mayıs 2020	511	Mart 2021	663		
Haziran 2020	503	Nisan 2021	621		

2015 Ocak-2019 Ağustos dönemi Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verileri ile 2019 Eylül-2021 Aralık dönemi Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verileri öngörü değerlerinin, zamana göre seyrini veren grafik Şekil 6'da verildiği gibidir.



Şekil 6. Çarpımsal Ayrıştırma Yapılarak GM (1,1) Modelinin Tahminlenmesi İle Elde Edilen Öngörü Değerleri (2019 Eylül-2021 Aralık) ve Gerçek Değerlerin (2015 Ocak-2019 Ağustos) Karşılaştırmalı Dağılım Grafiği

Şekil 6'da yer alan dağılım incelendiğinde öngörü değerlerinin gerçek veri değerleri ile tutarlı bir seyir izlediği görülmektedir. Öngörülen değerler de mevsimsel olarak yılların belli dönemlerinde azalma ve artışlar göstermektedir. Bu durumda çarpımsal ayrıştırma kullanılarak GM (1,1) modeli ile yapılan 2019 Eylül-2021 Aralık dönemi Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verilerinin öngörüsünün yeterli ve tutarlı sonuçlar verdiği söylenebilir.



SONUÇ

Günümüzde hasta istatistikleri gün geçtikçe artmakta ve artan talep karşısında sağlık kurumlarının alt yapısı yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı öngörülen hasta istatistikleri hakkında bilgi sunmak, yöneticilerin gelecekte gerekli olacak alt yapı değişikliklerinin önceden planlanması ve sağlık hizmetinin aksamadan veya uzun randevu süreleri olmadan gerçekleşmesi açısından yardımcı olacağı düşünülerek yola çıkılan bu çalışmadan elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir.

Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta tahmin çalışması daha önce yapılmadığı için ve altyapı yatırımlarının da halen devam etmesinden ötürü 2019 Eylül-2021 Aralık dönemi yatacak olan hasta değerlerinin aylık tahmini yapılmaya çalışılmıştır. Çalışmada 2015 Ocak-2019 Ağustos dönemine ait geçmiş Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde yatan hasta verisi kullanılmıştır. Öncelikle mevsimsel farklılıklar için hareketli ortalama çarpımsal ayrıştırma yöntemi ve öngörü işlemleri için ise gri tahminleme yapılmıştır.

Belirlenen veri grubu ve yöntemler ile yapılan analizler sonucu, her yöntem için çalışma amacına en uygun tahmin sonuçlarını verecek model belirlenmiştir. Buna göre gri tahmin yöntemi ile yapılan analizlerde mevsimsel ayrıştırma (hareketli ortalama çarpımsal ayrıştırma modeli) uygulaması yapılmış ardından birinci dereceden tek değişkenli zaman serilerinin analizinde kullanılabilen GM (1,1) tahmin modeli uygulanmıştır. Bu yöntemlerin seçilme sebebi ise gri tahminleme, diğer yöntemlerle aynı hedef doğrultusunda yola çıkmış olsa da, onlardan farklı olarak daha küçük gözlem grubu ve daha zayıf bilgilerin olduğu problemleri de kapsamaktadır. Ayrıca literatürdeki benzer uygulama sonuçları incelendiğinde, GM (1,1) modelinin mevsimsel etki barındıran ham seriler ile yapılan tahmin çalışmaları için uygun olmadığını kanıtlayan sonuçlar vermektedir. Yani; mevsimsel dalgalanmaya sahip zaman serileri ile yapılan gri tahmin uygulamaları sonucu elde edilen kestirim değerleri, gerçek veri değerlerinin sahip olduğu trendi yakalayabilirken, mevsimsel dalgalanmayı yakalayamamaktadır. Bu sebeplerden dolayı da GM (1,1) modeli kullanılarak, yapılacak öngörülerde daha sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek için hareketli ortalama çarpımsal ayrıştırma modelinden faydalanılmıştır.

Tahmin modelinin doğruluğunu belirlemek için iki belirleyici değer olan p ve C parametrelerinin değerleri Tablo 2’de belirtilen sınıflandırmaya göre değerlendirilip modelin performans incelemesi yeterli bulunmuştur. Modelin belirlenmesinin ardından, bir diğer başarı ölçüt kriteri olan MAPE ile de bu desteklenmiş ve başarılı bulunmuştur.

Çalışma sonucunda mevsimsel ayrıştırma ile GM (1,1) modeli, başarı yüzdesi ve kestirim değerleri doğruluğu en yüksek model olarak bulunmuş, bu model ile geleceğe yönelik öngörü uygulaması yapılarak 2019 Eylül-2021 Aralık dönemi Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi’nde yatan hasta için kestirim değerleri elde edilmiştir. Son olarak elde edilen kestirim değerlerinin gerçek veri grubu ile uyumu incelenmiştir. Bu inceleme sonucu Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi için yatacak olan hasta değerlerinin mevsimsel olarak etkileneceği bulgusuna ulaşılmıştır. Ayrıca, aylar arasındaki yatacak olan hasta değerlerindeki dalgalanmalara neden olarak ağız diş sağlığı merkezinde faaliyet gösteren kliniklerin ve hocaların değişimi olabileceği, doktorların uzun izin tarihlerinin ve anestezi hekiminin tek olmasının fazlasıyla etkisinde kaldığı, bu tür uygulamalarda mevsimsel etkinin ayrıştırılmasının veya bu etkiyi barındıran modellerin kullanılmasının bir gereklilik olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Çalışmada ele alınan modelin yatacak olan hasta değerlerinin tahmininde oldukça başarılı sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Bu sebeple; yatacak olan hasta değerlerinin tahmini yapan karar vericilerin tahminleme modellerini karar verme sürecinde yardımcı bir araç olarak kullanmalarının yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Ayrıca çalışmada uygulanan mevsimsel ayrıştırma temelli gri tahmin yaklaşımı, benzer mevsimsellik ve trendin bir arada olduğu zaman serileri için bu çalışmada olduğu gibi mevsimsel etki ayrıştırma ile ortadan kaldırılıp trend bileşenine gri tahmin uygulanabilmesi ve tahmin serisine mevsimsel etkiler ilave edilerek tahmin yapılabilmesi açısından uygun bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Günümüzde diş hekimliği fakültelerinde yataklı servis açılma oranını gün geçtikçe artmaktadır. Bu çalışma yeni açılacak birimler için yöneticilere yol gösterici olacak ve çalışmamızdaki verilere göre yatak hasta dengelerini sağlayabileceklerdir.

Gözlemlenen sonuçlardan da anlaşılacağı gibi hasta sayısındaki artma ile fiziki alt yapıda yetersizliklerin oluşabileceği ortaya çıkmaktadır. Tek anestezi uzmanı ile faaliyet göstermenin bazı aylarda ciddi hasta kaybına, buna bağlı olarak da ciddi maddi kayıp getireceği düşünülmektedir. Yataklı servisin ilk açıldığı tarihten itibaren tablo ve grafiklerde de görüldüğü üzere özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında artan hasta grafiğinin ciddi oranda azaldığı görülmektedir. Buna neden olarak da yine uzun izin dönemlerinin bu tarihler arasında olması gösterebiliriz. Bu konularla ilgili birimin tedbir alması hem hasta memnuniyeti, hem verilen sağlık hizmetinin aksamaması hem de bunlara ek olarak fakülte gelirinin de düşmesine engel olacaktır.

GM (1,1) yöntemi ile yapılan bu çalışmada tek bir veri setinden beslenerek tahmin çalışması yapılmıştır. İleriye yönelik olarak tek bir veri setinden beslenmek yerine, yatan hasta değerlerine etki eden faktörler saptanarak, bu faktörler ışığında GM (1,N) veya çoklu korelasyon yöntemi kullanılabilir ve GM (1,1) model ile çıktıları karşılaştırılabilir. GM ile kullanılan bir çok sezgisel ve stokastik yöntem vardır. Bu yöntemlerle GM yönteminin ilişkili bir biçimde çalışabilecek bir tahmin yöntemi ortaya konularak, hata oranlarındaki gelişmeler incelenebilir ve bu yöntemdeki hata oranları GM tahmin yöntemi ile kıyaslanarak tahminlerin iyileştirilmesi sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Ahmed, S., (2005), "Seasonal models of peak electric load demand", Technological Forecasting and Social Change, S.72 (5), ss. 609-622.
- Akay, D. - Atak, M., (2007), "Grey Prediction With Rolling Mechanism For Electricity Demand Forecasting Of Turkey", Energy, S.32: ss.1670-1675.
- Akın Ahmet, (1991), "Stratejik Karar Verme Teknikleri: Morfolojik Analizler", Akkaya, Sahin. Ekonometri II. İzmir: Anadolu Matbaacılık.
- Armstrong J. Scott - Kesten C. Green, (2005), "Demand Forecasting: Evidence-based Methods", Monash Business School, Eylül, ss.3.
- Atalay, Ahmet- Tortum, Ahmet- Gökdağ, Mahir, (2012), 'Türkiye'de 1977-2006 Yılları Arasında Meydana Gelen Aylık Trafik Kazalarının Zamansal Analizi' Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi C.18. S.3, ss. 221-229.
- Aydemir Erdal - Fevzi Bedir- Gültekin Özdemir, (2013)"Gri Sistem Teorisi ve Uygulamaları: Bilimsel Yazın Taraması", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 18, S. 3, ss. 188.
- Başakın, Eyyup Ensar - Özger, Mehmet – Ünal, Necati Erdem, (2019), 'Gri Tahmin Yöntemi ile İstanbul Su Tüketiminin Modellenmesi', Politeknik Dergisi, S.22(3), ss.755-761.
- Bircan, Hüdaverdi- Karagöz, Yalçın, (2003), 'Box- Jenkins Modelleri İle Aylık Döviz Kuru Tahmini Üzerine Bir Uygulama', Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi C.6. S.2, ss.49-62.
- Çağırın, E.Y. – Efeoğlu, C. – Balcıoğlu, T. – Koca, H., (2011), Mental retarde hastalarda dental tedavi: Retrospektif inceleme. Türkiye Klinikleri J Med Sci; S.31, ss.830-836.
- Çelik, Şeyma, (2016), 'Isparta İli İçin Doğal Gaz Talep Tahmini', Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Çuhadar, Murat, (2006), "Turizm Sektöründe Talep Tahmini İçin Yapay Sinir Ağları Kullanımı ve Diğer Yöntemlerle Karşılaştırmalı Analizi (Antalya İlinin Dış Turizm Talebinde Uygulama)", Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta.
- Demirel, Özkan, (2009), ANFIS ve ARMA Modelleri İle Elektrik Enerjisi Yük Tahmini, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Deng Julong, (1989), "Introduction to Grey System Theory", The Journal of Grey System, S.1, ss.2-3.
- Deng, J.L., (1986), Grey forecasting and decision, Huazhong University of Science and Technology Press.

- Deng, J.L., (1982), "Grey System Fundamental Method", China: Huazhong University of Science and Technology Wuhan.
- Deng, Jo-Long, (1989), "Introduction to Grey System Theory", The Journal of GreySystem, Vol. 1, ss. 1–24.
- Duan ve diğ erleri, (2017), 'Predicting Urban Medical Services Demand in China: An Improved Grey Markov Chain Model by Taylor Approximation', Int. J. Environ. Res. Public Health, S.14(8), ss.883.
- Efendigil, T., (2008). Mü şteri Odaklı Sistemler için Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Çıkarım Tabanlı Karar Destek Sistemi Yaklaşımı, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Enever, G.R.- Nunn, J.H.- Sheehan J.K., (2000), A Comprasion Of Post-Operative Morbidity Following Outpatient Dental Care Under General Anaesthesia İn Paediatric Patinets With And Without Disabilities. Int J Paeditr Dent; S.10, ss.120-125.
- Es Hüseyin Avni, (2013), "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Net Enerji Talep Tahmini", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, ss.3.
- Eugenio Fco., - Sanchez-Ubeda, - Berzosa Ana, (2007), "Modeling and forecasting industrial end-use natural gas consumption", Energy Economics, Elsevier, S.29(4), ss.710-742.
- Feng, C.M - R.T Wang, (2000), 'Performance Evaluation for Airlines Including the Consideration Financial Ratios'; Journal of Air Transport Management, ss.6.
- Forsyth, A.R. vd., (2012), General Anesthesia Time For Dental Cases. Peditr Dent; S.34, ss.129-135.
- Gujarati, Domador N. (1995). Basic Econometrics. 3. Baskı. New York: MC Graw- Hill HigherYayınevi.
- Kadılar Cem, (2005), SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Kara, Tahsin, (2009), Sabit GPS İstasyonlarında Zaman Serileri Analizi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Karabulut, Kerem- Shahinpour, Ali, (2013), 'Türkiye İle İran Arasındaki Ticari İlişkileri Etkileyen İktisadi ve Psikolojik Faktörler', Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi C.17. S.2, ss. 347-360.
- Karahan, M., (2011), İstatistiksel Tahin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları Metodu ile Ürün Talep Tahmini Uygulaması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, ss:44.
- Karaman, Ümran Münire, (2012), Çok Değişkenli Eşiksel Otoresif Modeller Üzerine Bir Çalışma, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Kayacan, Erdal - Kaynak, Okyay (2011), 'Single-Step Ahead Prediction Based On The Principle Of Concatenation Using Grey Predictors' , Journal of Expert Systems with Applications ss. 9499-9505.

- Kayacan, Erdal (2006), Grey Prediction Based Control of a Non- Linear Liquid Level System Using PID Type Fuzzy Controller. Boğaziçi University, Graduate Program in Systems and Control Engineering, İstanbul, ss:26.
- Kaynar, Oğuz - Serkan Taştan, (2009), “Zaman Serisi Analizinde MLP Yapay Sinir Ağları ve ARIMA Modelinin Karşılaştırılması” , Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, , S.33, ss. 162.
- Kırçıl, Meltem, (2013), Box- Jenkins Yöntemi İle Konut Doğal Gaz Talebinin Tahminlenmesi: İzmir İli Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Kobu, Bülent, (1994), Üretim Yönetimi. (8. Baskı). İstanbul: Avcıol Basım-Yayım.
- Köksal, Bilge Aloba (1985), İstatistik Analiz Metotları (3. Baskı). İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Köse, Bayram- Recebli, Ziyaddin- Özkaymak, Mehmet, (2014), ‘Stokastik Modellerle Rüzgâr Hızı Tahmini; Karabük Örneği’ ISITES. Karabük, ss. 806-815.
- Köse, Erkan- Aplak, H. Soner- Kabak, Mehmet, (2015), ‘Yetersiz Veri Ortamında Tahminler İçin Örnek Bir Uygulama: Gri Tahmin Yöntemi’ Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi C.31, S.1, ss. 82-88.
- Köse, Erkan- Erol, Serpil- Temiz, İzzettin, (2010), ‘Grey System Approach for EQQ Models’, Journal of Engineering and Natural Sciences, S.28, ss.298-309.
- Küçükyavuz Z, (2002), Açar E. Diş Hekimliği Fakültesinde Genel Anestezi İle Operasyon Uygulanan Hasta Grubunun Özellikleri. Türkiye Klinikleri J Dental Sci, S.81, ss:13-15.
- Li,GD., YAMAGUCHİ, D. - NAGAI, M., (2006). ‘Application of Grey-Based Rough Decision-Making Approach Too Suppliers Selection’, Journal of Modeling in Management, S.2(2), ss131-142.
- Liu Sifeng - Jeffrey Forrest, (2007), “The Current Developing Status on Grey System Theory”, The Journal of Grey System, ss.111.
- Liu, S.- Lin, Y., (2006), “Grey information: theory and practical applications”, 1. Cilt, Springer, Londra, ss:199-228.
- Liu, Sifeng - Lin Yi, (1998), An Introduction to Grey Systems, IIGSS Academic Publisher, PA, USA.
- Liu, Sifeng - Lin Yi, (2006), Grey Information, Springer, Almanya, ss.503.
- Makridakis Spyros- Wheelwright- Steven C. - Hyndman, Rob J., (1998). Forecasting Methods and Applications (Third Edition). John Wiley & Sons Inc. New York.
- Monks, Joseph G., (1996). İşlemler Yönetimi Teori ve Problemler. (Çeviren: Sevinç Üreten). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Murat, Güven- Mısırlı, Kamuran, (2005), ‘Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Kriz Yönetimi: Çaycuma Örneği’, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi C.1. S.1, ss.1-19.

- Özgür Gülhan, (2007), “Denizli Kobi’lerinde Stratejik Yönetim”, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Özkara, Yücel, (2009), ‘Mevsimsel Ayrıştırma Temelli Gri Tahmin Yöntemi İle Aylık Elektrik Yük Tahmini’ Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Öztürk A., (2005). Yöneylem Araştırması. Bursa, Ekin Kitabevi Yayınları.
- Öztürk M. U., (2007), ‘Üretim Planlamasında Çok Hedefli Doğrusal Hedef Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama’, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.
- Özüdoğru, Göksu – Görener, Ali, (2015), ‘Sağlık Sektöründe Talep Tahmini Üzerine Bir Uygulama’, İstanbul Ticaret Üniveristesi Sosyal Bilimler Dergisi, S.27, ss.37-53.
- Pawlak Z., (1982), “Rough Sets,” International Journal of Computer and Information Sciences, S.11(5), ss.342- 356.
- Rajpal, P.S.- Shishodia, K.S.- Sekhon, G.S., (2006). An artificial neural network for modeling reliability, availability and maintainability of a repairable system. Reliability Engineering and System Safety, S.91, ss.809-819.
- Rathnayaka, R.M. Kapila T. - Seneviratna, D.M Kumudu N., (2014), ‘GM (1, 1) Analysis and Forecasting for Efficient Energy Production and Consumption’, International Journal of Business, Economics and Managment Works S.1, C.1, ss.6-11.
- Sallehuddin, Roselina, vd., (2007) ‘Forecasting Time Series Data Using Hybrid Grey Relational Artificial Neural Network And Auto Regressive İntegrated Moving Average Model’, Neural Network World S.6, ss. 573-605.
- Song, S., (1992), “The application of grey system theory to earthquake prediction in Jiangsu area. Journal of Grey Systems” S.4(4), ss.359–367.
- Tekin, Mahmut, (2009). Üretim Yönetimi Cilt 1 (6. Baskı). Konya: Günay Ofset.
- Tellioglu, Salih, (2019), ‘Türkiye’de Engellilere Yönelik Sosyal Hizmetlerin Ve Politikaların Tarihçesi’, The Journal Of Academic Social Science Yıl:7, Sayı: 88, ss:818-832.
- Toprak, Seçil, (2011), ‘Çok Değişkenli Uyarlamalı Regresyon Eğrileri ve Konik Programlama İle Zaman Serilerinin Modellenmesi’,Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır.
- Tseng, F.M.- Yu, H.C. - Tzeng, G.H., (2001), Applied hybrid grey model to forecast seasonal time series, Technological Forecasting and Social Change, S.67(2), ss.291–302.
- Uz, H., (1998), Sağlık Hizmetleri El Kitabı, Sağlık Ekonomisi, Editörler: Hayran, O., Sur, H., Çevik Matbaası, İstanbul.

- Ünsal, Aydın, (1997), ‘Zaman Serilerinde Regresyon ve Varyans Analizi Yöntemleri İle Mevsimsel Dalgaların Araştırılması ve Bir Uygulama’, Ekonomik Yaklaşım Dergisi C.8. S.26, ss. 119-130.
- Üreten, Sevinç, (2005), Üretim/İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri (5. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Wang, Q., Liao, X., Zhou, Y., Zou, Z., Zhu, J., Peng Y., (2005), “Hybrid grey model to forecast monitoring series with seasonality”, Journal of Central South University of Technology, S.12 (5), ss.623-627.
- Wen, K.L, Y.F. Huang ve F.H Chen, (2002), Grey Prediction Model and Its Applications, CWC:Publisher.
- Wen, K.L.- T.C. Chang - J.H. Wu., (1999), ‘Data Preprocessing on Grey Relational Analysis’, Journal of Grey System, S.11(2), ss:139-141
- Wen, Kun-Li- Chang, T. C.- Chen, F. H.- Chyu, Y. W., (2000), “The Grey Verhulst Model for Population Prediction in Taiwan-Fukien”, The Journal of Grey System, Vol. 12, ss.61–64.
- Wen, Kun-Li, (2004), Grey Systems, Tucson, Yang’s Scientific Press, Vol. 4, USA, ss.167
- Wilson, J., H., Keating, B., (1990), “Business Forecasting”, Richard D. Irwin, Inc., United States of America, ss.216-237.
- Yıldırım, Kemal- Karaman, Doğan- Taşdemir, Murat., (2009), Makroekonomi. 8. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, Hamid – Yılmaz, Mustafa, (2013), ‘Gri Tahmin Yöntemi Kullanılarak Türkiye’nin CO₂ Emisyon Tahmini’, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, S.31, ss.141-148.
- Yolsal, Handan, (2010), ‘Mevsimsel Düzeltmede Kullanılan İstatistikî Yöntemler Üzerine Bir İnceleme’, Öneri Dergisi, ss. 245-257.
- Zadeh. L. A., (1965), “Fuzzy Sets,” Information and control, ss:338-353.

EKLER

Ek 1. Süleyman Demirel Üniversitesi Ağız Diş Sağlığı Merkezi'nde Yatan Hasta Verileri

Tarih	Gerçek Yatan Hasta Sayısı	Tarih	Gerçek Yatan Hasta Sayısı
Ocak 15	96	Mayıs 17	265
Şubat 15	134	Haziran 17	228
Mart 15	162	Temmuz 17	182
Nisan 15	179	Ağustos 17	328
Mayıs 15	159	Eylül 17	250
Haziran 15	176	Ekim 17	288
Temmuz 15	165	Kasım 17	331
Ağustos 15	102	Aralık 17	338
Eylül 15	140	Ocak 18	212
Ekim 15	246	Şubat 18	294
Kasım 15	241	Mart 18	362
Aralık 15	208	Nisan 18	264
Ocak 16	136	Mayıs 18	340
Şubat 16	278	Haziran 18	289
Mart 16	243	Temmuz 18	279
Nisan 16	237	Ağustos 18	243
Mayıs 16	195	Eylül 18	321
Haziran 16	245	Ekim 18	336
Temmuz 16	50	Kasım 18	278
Ağustos 16	301	Aralık 18	293
Eylül 16	180	Ocak 19	120
Ekim 16	205	Şubat 19	282
Kasım 16	277	Mart 19	294
Aralık 16	259	Nisan 19	408
Ocak 17	187	Mayıs 19	512
Şubat 17	225	Haziran 19	576
Mart 17	237	Temmuz 19	484
Nisan 17	269	Ağustos 19	354

Ek 2. Çarpımsal Ayrıştırma İle Elde Edilen St Bileşeni Değerleri

Tarih	St Bileşeni	Tarih	St Bileşeni
Ocak 15	149	Mayıs 17	256
Şubat 15	130	Haziran 17	228
Mart 15	145	Temmuz 17	255
Nisan 15	174	Ağustos 17	325
Mayıs 15	154	Eylül 17	275
Haziran 15	176	Ekim 17	260
Temmuz 15	231	Kasım 17	289
Ağustos 15	101	Aralık 17	315
Eylül 15	154	Ocak 18	329
Ekim 15	222	Şubat 18	285
Kasım 15	211	Mart 18	323
Aralık 15	194	Nisan 18	256
Ocak 16	211	Mayıs 18	328
Şubat 16	269	Haziran 18	289
Mart 16	217	Temmuz 18	390
Nisan 16	230	Ağustos 18	241
Mayıs 16	188	Eylül 18	353
Haziran 16	245	Ekim 18	303
Temmuz 16	70	Kasım 18	243
Ağustos 16	299	Aralık 18	273
Eylül 16	198	Ocak 19	187
Ekim 16	185	Şubat 19	273
Kasım 16	242	Mart 19	262
Aralık 16	242	Nisan 19	396
Ocak 17	290	Mayıs 19	494
Şubat 17	218	Haziran 19	575
Mart 17	212	Temmuz 19	676
Nisan 17	261	Ağustos 19	351

Ek 3. Çarpımsal Ayrıştırma ile Gri Tahmin için Öngörülen ve Gerçek Değerlerin Karşılaştırılması

Tarih	Gerçek	Arındırılmış Öngörülen	Mevsimsel Öngörülen	Tarih	Gerçek	Arındırılmış Öngörülen	Mevsimsel Öngörülen
Ocak 15	96	149	96	Mayıs 17	265	256	266
Şubat 15	134	130	163	Haziran 17	228	228	262
Mart 15	162	145	180	Temmuz 17	182	255	191
Nisan 15	179	174	168	Ağustos 17	328	325	274
Mayıs 15	159	154	172	Eylül 17	250	275	251
Haziran 15	176	176	170	Ekim 17	288	260	312
Temmuz 15	165	231	124	Kasım 17	331	289	328
Ağustos 15	102	101	177	Aralık 17	338	315	313
Eylül 15	140	154	162	Ocak 18	212	329	191
Ekim 15	246	222	202	Şubat 18	294	285	312
Kasım 15	241	211	212	Mart 18	362	323	345
Aralık 15	208	194	202	Nisan 18	264	256	323
Ocak 16	136	211	124	Mayıs 18	340	328	331
Şubat 16	278	269	202	Haziran 18	289	289	325
Mart 16	243	217	223	Temmuz 18	279	390	237
Nisan 16	237	230	209	Ağustos 18	243	241	340
Mayıs 16	195	188	214	Eylül 18	321	353	312
Haziran 16	245	245	211	Ekim 18	336	303	387
Temmuz 16	50	70	153	Kasım 18	278	243	408
Ağustos 16	301	299	220	Aralık 18	293	273	389
Eylül 16	180	198	202	Ocak 19	120	187	238
Ekim 16	205	185	251	Şubat 19	282	273	388
Kasım 16	277	242	264	Mart 19	294	262	429
Aralık 16	259	242	252	Nisan 19	408	396	402
Ocak 17	187	290	154	Mayıs 19	512	494	411
Şubat 17	225	218	251	Haziran 19	576	575	404
Mart 17	237	212	278	Temmuz 19	484	676	295
Nisan 17	269	261	260	Ağustos 19	354	351	423

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Ayşe BAŞAĞAOĞLU FINDIK

Doğum Yeri ve Yılı : ISPARTA/ 14.02.1990

Medeni Hali : Evli

EĞİTİM DURUMU

Lisans : Kadir Has Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Endüstri
Mühendisliği/2009-2013

Lisans : Anadolu Üniversitesi/ Açık Öğretim Fakültesi/ Uluslararası
İlişkiler/2014-

Yüksek Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi/ SBE/ Ekonometri Anabilim Dalı/
Yöneylem Araştırması Bilim Dalı/ 2017

YABANCI DİL(LER) ve DÜZEYİ

İngilizce : İyi Düzeyde

Almanca : Başlangıç

İtalyanca : Orta Düzeyde