

DİNAMİK TALEP MODELLEMESİ İLE FİYAT MANİPÜLASYONLARININ
SAAT KIRILIMINDA KÂRLİLİĞA ETKİSİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ

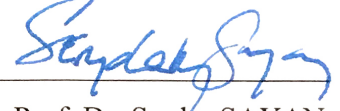
ZELİHA BAĞCI

İŞLETME

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEMMUZ 2018

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm koşulları yerine getirdiğini onaylarım.



Prof. Dr. Serdar SAYAN

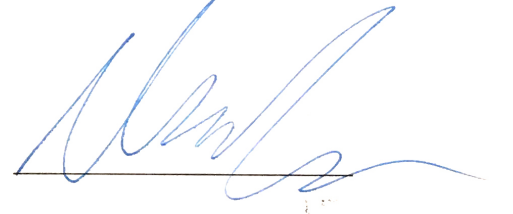
Sosyal Bilimler Enstitüsü

Müdürü

Bu çalışmayı okuduğumu ve çalışmanın kapsam ve içerik olarak Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı'nda bir Yüksek Lisans tezi olabilecek yeterlilikte olduğuna kanaat getirdiğimi onaylıyorum.

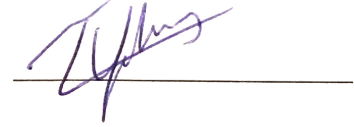
Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Melike METERELLIYOZ KUYZU
(TOBB ETÜ, İşletme)



Tez Jürisi Üyeleri

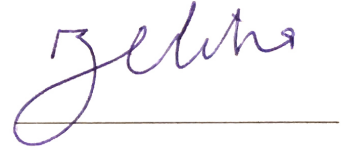
Dr. Öğr. Üyesi Tuba YILMAZ GÖZBAŞI
(Özyeğin Üniversitesi, İşletme)



Dr. Öğr. Üyesi Salih TEKİN
(TOBB ETÜ, Endüstri Mühendisliği)



Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez kapsamında her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Zeliha BAĞCI

ÖZ

Dinamik Talep Modellemesi ile Fiyat Manipülasyonlarının Saat Kırılımında Kârlılığa Etkisi

BAĞCI, Zeliha

Yüksek Lisans, İşletme

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Melike METERELLİYOZ KUYUZU

Türkiye’de havacılık sektörü günden güne gelişmekte ve rekabetçi hale gelmektedir. Son günlerde internet üzerinden alışverişin müşteriler açısından tercih edilir ve erişilebilir hale gelmesi ile online satış kanalı, havayolları açısından maliyet avantajı ve gelir fırsatı oluşturmaktadır. Böylelikle havayolları tarafından A noktasından B noktasına online bilet satın almak isteyen müşteri talebinin doğru tahminlenerek en uygun zamanda müşterinin ödemeye razı olduğu fiyatın gösterilmesi gerekliliği ayrı bir önem kazanmaktadır. Bu çalışmada rekabetçi ve monopol pazarlar için online satış kanalından gelen talebin gelişimi gün, saat ve dakika kırılımında zaman serisi analizi ile incelenmiştir. Aynı zamanda talebin uçuşa ne kadar zaman kala geldiğini etkileyen faktörlerin neler olduğunu regresyon analizi yöntemi ile tartışılmıştır. Analize geçilmeden önce verinin nasıl oluşturulduğu detaylandırılarak açıklanmıştır. Analiz sonucunda, pazara ve zamana göre bölümlendirilerek yapılan talep tahmini için en düşük hata ile veri ile en uyumlu sonucu Basit üssel düzeltme (SES) modeli vermiştir. Regresyon analizinde ise monopol ve oligopol piyasalar için yolcunun bilet alımında uçuşa kalan zamanını etkileyen faktörler arasında yolcunun gördüğü ücret, uçuş süresi, bilet özelliği gibi ortak değişkenler olmakla beraber havayolunun sefer sayısı, rezervasyon yapılan seferin bulunduğu saat aralığı gibi farklılaşan faktörlerin de bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar doğrultusunda havayolu şirketine önerilecek tahmin yönteminin şirketin gelirini artıracakları öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Havacılık, Online Satış, Talep Tahmini, Zamana Bağlı Talep

ABSTRACT

Effect on Profitability of Time Based Price Manipulations with Dynamic Demand
Forecasting

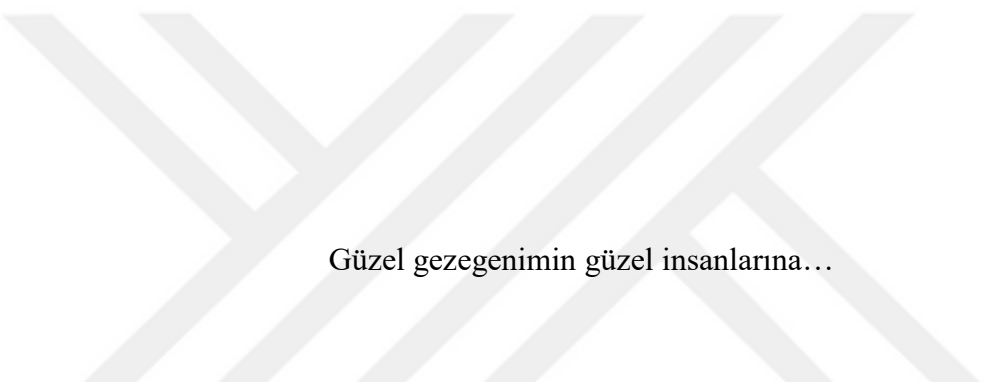
BAĞCI, Zeliha

Master of Arts, Business Administration

Supervisor: Ass. Prof. Melike METERELLIYOZ KUYZU

The aviation sector in Turkey is developing and becoming more competitive day by day. In recent days, since online shopping is preferable and accessible, online sales channels have given cost and revenue opportunities to airlines. Thus, a reliable demand forecast for customers and also offering the right place in accordance with customer's willingness to pay have become more important for airlines. In this study, for competitive and monopoly markets, booking curve from online sales channel is analyzed according to the day, hour and minute of the observed demand with time series analysis. In addition, the factors that affect the demand's time-to-departure is discussed with regression analysis method. Before analysis, data collection procedure and the data itself is explained in detail. As a result, Simple exponential smooting (SES) model gives best fit with minimum error according to time and market based analysis. On the other hand, according to regression analysis, for the monopoly and oligopoly markets, although there are common factors which affect time-to-departure flight such as ticket fare, flight time, ticket types; it is also observed that there are different factors such as number of flights on days of flight, and time interval of booking time. As a result, the factors and the method which are predicted to help increase the company's revenue will be proposed for the airline company.

Keywords: Aviation, Online Sales, Demand Forecast, Time Dependent Demand



Güzel gezegenimin güzel insanlarına...

TEŞEKKÜR SAYFASI

Öncelikle, uzun tez yazma sürecinde bana gösterdiği sabrı ve anlayışı, aynı zamanda bana verdiği motivasyonu ve emekleri için çok değerli tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Melike METERELLİYOZ KUYZU'ya,

Değerli zamanlarını ayırıp tez jürim olmayı kabul ettikleri için Yrd. Doç. Dr. Tuba YILMAZ GÖZBAŞI ve Yrd. Doç. Dr. Salih TEKİN'e

Fikirleri ve değerli paylaşımları için iş arkadaşım Aslı Merve AVCI'ya,

Tez yazma sürecinde yanımda oldukları için sevgili eşime ve aileme,

En çok da tez yazmama izin verdiği için tatlı kızıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

İNTİHAL SAYFASI.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
İTHAF EDİLENLER.....	vi
TEŞEKKÜR SAYFASI	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
BÖLÜM I.....	1
BÖLÜM II.....	5
LİTERATÜR TARAMASI.....	5
BÖLÜM III	13
METODOLOJİ	13
3.1. Verinin Ana Kriterlerinin Belirlenmesi.....	13
3.1.a. Zaman Aralığı Seçimi	14
3.1.b. Pazar Seçimi	15
3.1.c. Satış Kanalı Seçimi	16
3.1.d. Verinin Kapsadığı Zaman.....	17
3.2. Verinin Oluşturulması	17
3.2.a. Online Talep Verisi.....	18
3.2.b. Online Seyahat Verisi	22
3.2.c. Online Talep Dakika Verisi	24
3.2.d. Rakip Fiyat Verisi	25
3.3. Veri Başlıkları	27
3.4. Verinin Görselleştirilmesi	31
3.5. Analiz Öncesi Düzenlemeler.....	35
3.6. Analiz Metodu	36
3.6.a. Senaryo 1 için Uygulanan Zaman Serisi Modelleri	37

3.6.a.i. Hareketli Ortalamalar Modelleri (MA).....	38
3.6.a.ii. Basit Üssel Düzeltme Modeli (Simple Exponential Smoothing).....	38
3.6.a.iii. İkili Üssel Düzeltme Modeli (Double Exponential Smoothing).....	38
3.6.a.iv. AR, MA, ARMA ve ARIMA Modelleri	39
3.6.b. Senaryo 2 için Uygulanan Regresyon Analizi Modeli	40
3.6.b.i. Regresyon Modeli	41
3.6.c. Hata Analizi	42
3.6.c.i. Ortalama Mutlak Hata (MAD):.....	43
3.6.c.ii. Ortalama Hata Kareleri (MSD):.....	43
3.6.c.iii. Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (MAPE):.....	43
BÖLÜM IV	45
BULGULAR.....	45
4.1. Senaryo 1: Zaman Serisi ile Talep Tahmini	45
4.1.a. Pazara Göre Talebin Modellenmesi	45
4.1.b. Zamana Göre Talebin Modellenmesi	49
4.2. Senaryo 2: Regresyon ile Talep Tahmini	52
BÖLÜM V	58
TARTIŞMA VE SONUÇ	58
KAYNAKÇA.....	60
EKLER.....	63
Ek-1 Monopol Piyasalar için Tahmin Grafikleri.....	63
Ek-2 Oligopol Piyasalar için Tahmin Grafikleri	69
Ek-3 Toplam Piyasalar için Tahmin Grafikleri	76
Ek-4 Zamana Göre Tahmin Grafikleri	84

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Havayollarında tutulan uçuş işlem kaydına ait bir kesit (Littlewood 2005)	11
Tablo 3.1. Toplam Talebin Gelişimi	14
Tablo 3.2. Veri Başlık İçerikleri.....	28
Tablo 4.1. Farklı Pazarlar için Zaman Serisi Analizi Sonuçları.....	47
Tablo 4.2. Farklı Zaman Aralıkları için Zaman Serisi Analizi Sonuçları	50
Tablo 4.3. Monopol Piyasalar için Regresyon Analizi Sonuçları	52
Tablo 4.4. Oligopol Piyasalar için Regresyon Analizi Sonuçları.....	55

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Yolcunun Bilet Alımından Uçuşuna Kadar Olan Adımları.....	18
Şekil 3.2. Farklı Pazarlar için Talebin Zamana Bağlı Değişimi	32
Şekil 3.3.Saat Bazlı Talebin Zamana Bağlı Değişimi (2-8 gün)	33
Şekil 3.4. Dakika Bazlı Talebin Zamana Bağlı Değişimi(0-1 gün).....	34



KISALTMALAR LİSTESİ

AR	: Autoregressive (Oto regresif)
ARIMA	: Autoregressive Integrated Moving Average (Oto regresif Entegre Hareketli Ortalama)
ARMA	: Autoregressive Moving Average (Oto regresif ve Hareketli Ortalama)
DES	: Double Exponential Smoothing (İkili Üssel Düzeltme)
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
EMSR-a	: Expected Marginal Seat Revenue - a (Beklenen Marjinal Koltuk Getirisi - a)
EMSR-b	: Expected Marginal Seat Revenue - b (Beklenen Marjinal Koltuk Getirisi - b)
GMT	: Greenwich Mean Time (Global Saat)
ICAO	: International Civil Aviation Organization (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü)
LMT	: Local Mean Time (Yerel Saat)
MA	: Moving Average (Kayar Ortalama)
MAD	: Mean Absolute Deviation (Ortalama Mutlak Hata)
MAPE	: Mean Absolute Percentage Error (Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi)
MONO	: Monopol
MSD	: Mean Squared Deviation (Ortalama Hata Kareleri)
OLI	: Oligopol
RM	: Revenue Management (Gelir Yönetimi)
SES	: Simple Exponential Smoothing (Basit Üssel Düzeltme)
TL	: Turkish Lira (Türk Lirası)

BÖLÜM I

GİRİŞ

Kârlılık amacı güden her şirkette olduğu gibi, havayolu şirketleri için de potansiyel müşterilerin satın alım trendleri önem taşımaktadır. Bu bağlamda, havayolu şirketinin potansiyel yolcuların uçuş araması yaptıkları saatte onlar için en uygun olan ücretin sunulması ve dolayısıyla onların ödemeye razı olduğu fiyatın düşünülmesi satışların artmasında etkili olmaktadır. Özellikle günümüzde online satış kanallarının kullanımının arttığı düşünüldüğünde, müşterilerin ödemeye razı oldukları fiyatın göz önünde bulundurulması online platformda da önemlidir. Aksi takdirde, online satış kanalında görülen yüksek ücretli uçak biletleri potansiyel müşteriler için caydırıcı olabilmekte ve müşteri kaybına neden olabilmektedir. Bunu önlemek için bu tez kapsamında, gelmekte olan dinamik yapıdaki talebin doğru tahmin edilmesi ve talebin zamanına etki eden faktörlerin bulunması üzerine bir çalışma yapılacaktır. Dolayısıyla, bu tez kapsamında, şirketin gelir yönetimi birimi için faydalı olabilecek biçimde online kanaldaki müşteri talebinin yüksek olduğu saatlerde doğru müşteriye, doğru zamanda doğru kanalla doğru fiyatın gösterilmesi amacıyla ücret değişikliği yapması önerisi sunulacaktır.

Bu tezin amacı Türkiye’de bir havayolu şirketi için faaliyet gösterdiği farklı pazarlarda gün, saat ve dakika kırılımında online talep gelişimini ve talebin geliş zamanını etkileyen faktörleri tahmin etmeye çalışmaktır. Şirketin gelir yönetimi uygulayarak fiyatlaması bireylerin satın alma kararını etkilemektedir. Şirket gelir yönetimi yaparken yolcuları uçuşa kalan gün bazında farklı ücret göstererek

ayrıştırılmaya çalışılmaktadır. X noktasından Y noktasına taşıma hizmeti satılırken zamana bağılı olarak farklı fiyatlar gösterilmektedir. Bu durumda zamana bağılı olarak belirli bir tarihteki bir seferin kısıtlı sayıdaki koltuğunun fiyatı değişmektedir. Genel olarak da uçuşa kalan gün azaldıkça yani zaman geçtikçe koltuğun fiyatı artmaktadır. Birçok malda bu durumun tam tersi geçerlidir. Örneğin genel olarak tekstil ya da teknoloji ürünleri ilk satışa çıktığında fiyatları yüksek ve tüketiciler daha yüksek fiyatlar ödemeye razı iken bir uçak seferi tarifeli olarak ilk satışa açıldığı zaman, fiyatları düşük ve çok ileri tarihler için planları net olamayabileceği ve değişebileceği için tüketiciler yüksek fiyatlar ödemeye razı değillerdur. Uçuşa kalan gün azaldıkça farklı fiyat segmentlerindeki yolcular rezervasyon yaptırmaya başlayacaklardır. Kampanya dönemleri gibi yolcu çekme politikaları ile erken gelen yani uçuşa belli bir süre önce gelen rezervasyonların miktarını artırılabilirler. Özellikle uçuşa çok uzun süre kala uçak seferlerinin belirli oranda rezervasyon almış olması havayolu için farklı fiyat politikalarını denemek için fırsat oluşturmaktadır. Uçuşa kalan gün azaldıkça genel olarak rezervasyonlar ve fiyatlar artmakta, yolcular netleşen ya da son dakika gelişen seyahat planları için daha yüksek miktarlar ödemeye razı olabilmektedir. Özellikle tatil ve iş seyahati için uçak bileti satın alan yolcuların uçak bileti satın alma tarihleri uçuşa kalan gün anlamında farklılaşabilmektedir. İş seyahati gerçekleştirecek yolcular düşünüldüğünde varılmak istenen yere en hızlı ulaşımı sağlayacak ulaşım araçlarından biri olan uçağın seçilmek istenmesi ve uçuşa saatler hatta dakikalar kala bilet alınması olası bir durumdur. Bu durum bilet fiyatlarının uçuşa kalan süreye göre sadece günlük veya saatlik değişmesini değil dakikalık da olsa değişmesinin talebi etkileyebileceğini göstermektedir. Rezervasyon gelişiminin yüksek olduğu saate göre fiyatlama yapılması ve bireylere vermeye razı oldukları fiyatın zamanında gösterilmesi şirket için ekstra gelir kaynağı oluşturacaktır. Tatil

yolcuları ise çok daha önceden uygun fiyatlara rezervasyon yaptırabilmektedir.

Havayolu şirketi açısından özellikle rekabet olan pazarlarda uçuş günü yaklaştıkça seferlerin doluluğu erken rezervasyonların etkisi ile belirli bir seviyenin üstünde olduğundan yüksek gelir elde etme olasılığını artırmaktadır. Online satış kanalını kullanan müşterilerin fiyat duyarlılıklarının yüksek olduğu düşünüldüğünde şirketin toplam gelirini maksimum yapacak fiyatların satış kanalında doğru zamanlanması daha da önem kazanmaktadır. Çalışmada yer alan iç hatlar pazarında faaliyet gösteren şirket için de doluluk oranının ve birim gelirin artması gelir potansiyeli oluşturmaktadır. Doluluk oranının artması tanımı gereği yolcu sayısının artması ile sağlanacaktır. Yolcu sayısı ve gelir artışı için de doğru kanaldan doğru müşteriye doğru zamanda doğru fiyatı vermenin önemi artmaktadır. Bu da ancak doğru tahminleme ile mümkün olacaktır. Bu tez kapsamında da farklı tahmin yöntemlerinin doğruluğu, değişik pazarlar için zamana bağlı talep tahmini ve talebin geldiği zamanı etkileyen faktörler için tartışılacaktır.

Tezin amacı kapsamında geçmiş veriye bakılarak online satış kanalından hangi fiyattan ne zaman rezervasyon geldiği göz önüne alınarak talep tahminlemesi yapılacaktır. Bu tahminleme yapılırken zaman serisi ve regresyon modellemesinden yararlanılacaktır.

Bölüm II’de gelir yönetimi, fiyatlama, online satış ve tahmin yöntemleri ile ilgili literatür incelenecektir. Bölüm III’de verinin hangi kriterlere göre belirlendiği, verilerin oluşturulması, veri başlıkları, veri oluşturulurken kullanılan varsayımlar ve verideki düzenlemeler ile birlikte verinin analiz metodu anlatılacaktır. Bölüm IV’te verilerin analizi sonucu elde edilen bulgulara değinilecektir. Verilerin analizi iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada havayolu yolcularının uçuşlarına kalan zamana göre talep eğrisi oluşturulmaya çalışılacaktır. Uçuşa sekiz günden fazla süre varsa

günlük olarak, sekiz gün ile iki gün arasında süre var ise saat olarak, uçuşa bir günlük bir süre ile uçuş günü ise dakika olarak gelen talep incelenecektir. Bu süre kısıtlımlarının nasıl belirlendiği detaylı olarak anlatılacaktır. İkinci aşamada ise talebin geliş zamanını etkileyen faktörler regresyon yardımıyla tahmin edilmeye çalışılacaktır. Bağımsız değişkenler anlamlılık düzeylerine göre değerlendirilecek ve modeli açıklayamayan değişkenler regresyondan çıkarılacaktır. Bu tahmin ile rezervasyonlarının ne zaman geleceğini öngören havayolu şirketi için fiyat değişikliği ve gelir artırma fırsatı oluşacaktır.

Araştırmadan elde edilecek pratik yarar Türkiye'deki bir havayolu şirketinin gelir yönetimi birimine fiyat manipülasyonlarını hangi zaman diliminde yapmasının kârlı olacağı bilgisidir. Daha önceden gün, saat, dakika bazlı rezervasyon gelişimine göre çalışma şirket özelinde yapılmamıştır. Teorinin uygulamaya uyarlanması açısından da bu çalışma önem kazanmaktadır.

BÖLÜM II

LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde gelir yönetimi, fiyatlandırma, online satış ve tahmin yöntemleri ile ilgili literatür incelenmiştir. İlk olarak otelcilik sektöründe karşımıza çıkan gelir yönetimi kavramı daha sonraları havayolları için de kullanılmaya başlanmıştır. Otelcilik sektöründe gelir yönetimi ile ilgili Talluri ve van Ryzin'ın "Theory and Practice of Revenue Management" kitabı bu alandaki sıklıkla referans gösterilen başucu kitabı hükmündedir (Talluri ve van Ryzin 2004). Gelir yönetimi ile ilgili farklı tanımlamalar bulunsa da genel olarak aynı ürünü değişen zamanlarda farklı fiyatlardan sunmak olarak ifade edilmektedir (Wollmer 1992). Bu genel tanımdan da anlaşılacağı üzere gelir yönetiminin temeli fiyat farklılaştırmasına dayanmaktadır. Belobaba'ya göre havayolları fiyat farklılaştırması ile fiyat duyarlılığı, talep esnekliği ve vermeye razı oldukları ücret farklı olan müşterileri farklı talep segmentlerine ayırarak toplam gelirlerini maksimize etmeye çalışmaktadırlar (P. Belobaba 2009).

Gelir yönetimi, her ücret seviyesi için kaç tane koltuğun ayrılması gerektiğine aşamalı karar verme süreci iken fiyatlandırma ise kalkış ve varış noktaları için çeşitli servis olanakları ve kısıtlamalarıyla bu ücret seviyelerine karar verme sürecini ifade etmektedir. Uçak bileti fiyatları kalkış ve varış noktalarının hacmine ve karakteristiğine, seyahatin amacına, talebin fiyat esnekliğine, havayolu arzına ve rekabetin doğasına göre belirlenmektedir (P. Belobaba 2009). Havayolu şirketlerinin aynı ürün için sundukları her bir farklı ücret seviyesi için çeşitli adlandırmaları mevcuttur. Havayolları biletler için fiyat seviyelerini A, K, H, M, X gibi harflerle birbirinden ayırtmakta ve bu harflere farklı fiyat düzeyleri atamaktadırlar. Bu

harfler, havacılık sektöründe rezervasyon sınıfı olarak belirtilmektedir. Gelir yönetimi yapan havayolu şirketleri, fiyat farklılaştırmasını rezervasyon sınıfları ile gerçekleştirmektedir (Feng ve Xiao 2000). Başka bir ifade ile havayolları tarafından yolcuya yansıtılan fiyat artırılmak ya da azaltılmak (örneğin, 60 liradan 120 liraya çıkarmak ya da 120 liradan 60 liraya indirmek) istenildiğinde rezervasyon sınıfları revize edilmektedir. Bu durum yolcu açısından düşük sınıf kapalı iken üst sınıftan satın almak (buy-up) ya da yüksek sınıf açırken indirim nedeniyle düşük sınıfın açılması ve düşük sınıftan satın almak (buy-down) ile sonuçlanabilmektedir (Talluri ve van Ryzin 2004). Boyd ve Kallesen'in 2004 yılındaki çalışmalarına göre rezervasyon sınıflarına atanan kapasite, talebin yapısının gelire (yieldable) veya fiyata (pricable) göre olmasına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Gelire göre talep yaklaşımında yolcuların fiyatı en yüksek biletlere olan talebi için tahmine odaklanılırken fiyata göre talep yaklaşımında ise yolcuların en düşük fiyatlı biletlere olan talebi için tahmine odaklanılmaktadır (Boyd ve Kallesen 2004). Diğer bir görüşe göre ise (Kotrba 2011),

Gelire göre talep modelinde "Bu bilet ücretleri ile ne kadar fazla gelir elde edebilirim?" sorusu sorulurken,

Fiyata göre talep modelinde ise "Hangi ücretler ile en fazla gelir elde edebilirim?" sorusu sorulur.

Gelire göre talep modelinde her bir rezervasyon sınıfı için geliri maksimize edecek kapasite ataması ile tahmin yapılmakta ancak talep tahminine tanımı gereği en üst sınıftan başlanmaktadır. Belobaba gelir yönetiminin özellikle optimizasyon ve tahmin kısmına değinirken geliştirdiği beklenen marjinal koltuk getirisi-a (EMSR-a) ve beklenen marjinal koltuk getirisi-b (EMSR-b) modelleri ile gelire göre talep yaklaşımına göre literatüre katkıda bulunmuştur (P. P. Belobaba 1989). Bu modeller

anlaşılabilirliği ve kullanılabilirliği nedeniyle gelir yönetimi sistemleri tarafından da sıklıkla kullanılmaktadır (Poelt 2009).

Havayolları her bir rezervasyon sınıfı için ücret talep etmektedir ve bu ücretler için çeşitli sınıflandırmaları mevcuttur. Rezervasyon sınıfları kendi aralarında gruplanarak farklı ücret tiplerinde yolcuya en baştan sunulmaktadır. Bu tez kapsamında ele alınan şirket için rezervasyon sınıfları ücret tipine göre promosyon ve esnek olarak sınıflandırılmış ve analize dâhil edilmiştir. Havayolu bu sınıflandırmaya göre ücret tiplerinde farklılık oluşturarak, rezervasyon veya biletleme için süre kısıtlaması (advance purchase), ücret sınıflarının birbiri ile kombinasyonu, iptal, iade, değişiklik, biletlemeye rağmen uçuşa gelinmemesi (no-show) durumlarını ayırıştırabilmekte ve her bir durum için farklı ücretler talep edebilmektedir. Dolayısıyla ücret tiplerine göre uygulanan bu tür kısıtlar yolcu tercihleri üzerinde etkili olmaktadır. Örneğin, uçuş tarihi net olmayan bir yolcu, ücreti daha düşük olmasına rağmen tarih olarak kısıtlı olan, satışa açık en düşük sınıftan rezervasyon yaptırmak yerine kuralları ve uçuş tarihi daha esnek olan uçuşu almaya ve buna daha yüksek bir ücret ödemeye razı olabilmektedir. Bu durumda, Belobaba'nın EMSR-a ve EMSR-b modellerindeki talebin en düşük ücretten en yükseğe doğru kademeli bir şekilde artırımlı olarak geleceği ve her bir rezervasyon sınıfının talebinin ayrı olduğu varsayımının aslında yolcu davranışı açısından çok da makul olmadığı görülmektedir (P. P. Belobaba 1989). Çünkü ücret tek başına en belirleyici etken olmayabilir. Belobaba'nın talep tahmin modellerinin aksine Lautenbacher ve Stidham, 1999 yılında kullandıkları rastlantısal talep gelişi ile dinamik fiyatlandırma yönteminde talebin artırımlı geldiği varsayımının doğru olmadığını savunmuştur (Lautenbacher ve Stidham 1999). Aynı zamanda havayolları için fiyat farklılaştırmasını yapmanın ücret özelliklerinin birbiri ile iç içe geçtiği, havayolunun sunduğu en düşük fiyatlı uçuşu bulmanın da zaman ve efor gibi

maliyetleri olduğu ve tüketicinin faydasının tam olarak ölçülmeyeceği nedenleriyle güç olabileceği tartışılmaktadır (Varian 1989). Bu çalışmalar göz önünde bulundurularak yapılan bu analizde talebin artımlı geleceği ve her bir rezervasyon sınıfının talebinin ayrı olduğu varsayımı kullanılmamış gerçekteşen talep, gün, saat, dakika ve ücret kırılımında gerçek veriden ölçülmüştür. Aynı zamanda bu tezin regresyon analizi kısmında rezervasyon sınıfının karşılık geldiği ücret ile birlikte, biletin esnek ya da promosyon olma özelliğinin yolcunun talebinin uçuşa ne kadar zaman kala geldiğine etkisi tartışılmıştır.

Piyasaların çeşidi ile fiyatlama arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Giaume ile Guillou 'nün Avrupa havacılık sektöründe gelir yönetimi ile yapılan fiyat farklılaştırmasının piyasadaki gücün nasıl etkilediği ile ilgili yaptığı çalışmaya göre piyasa yoğunluğu (concentration) uçak bileti fiyatlarını satın alma duyarlılığını pozitif etkilemektedir (Giaume ve Guillou 2004). Buradaki piyasadaki yoğunluk, pazar payındaki eşitsizlik olarak ölçülmüştür. Dolayısıyla, piyasadaki yoğunluk fiyat farklılaştırması ile ters orantılıdır. Hazledine'in 2005 yılındaki çalışması da Giaume ve Guillou'nun çalışmasını destekler niteliktedir. Hazledine'e göre rakiplerin sayısı arttıkça fiyat farklılaştırmasının derecesi azalmaktadır. Ayrıca ek olarak Hazledine, sunduğu lineer model ile fiyat farklılaştırmasının müşteriler tarafından uçak biletine ödenen ortalama fiyatı değiştirmediğini ifade etmektedir (Hazledine 2005).

Bu tez kapsamında da Türkiye havacılık sektöründe iç hatlar piyasasında monopol ve oligopol pazarlardaki konsantrasyon farklılıkları nedeniyle talebin gelişiminin nasıl olacağı ve talebin uçuşa ne kadar zaman kala gerçekteşeceğini etkileyen faktörler incelenmiş fiyat da bu faktörlere dâhil edilmiştir. Özellikle iç hatlar piyasasındaki

oligopol pazarlarda rakibin etkisinin de çalışmaya dâhil edilmesi ile bu tez alanındaki birçok çalışmadan farklılaşmaktadır.

Havacılık sektöründe gelir yönetimi tahmin modelleri özellikle koltuk kapasite değerlerini, uçuş sınıflarını, satış noktalarını ya da geliri maksimize eden rezervasyon eğrilerini tahminlemek için kullanılabilmektedir (Moller, Romisch ve Weber 2008). Tahmin yöntemleri, uzun vadede stratejik, orta vadede taktik ve kısa vadede operasyonel kararları etkilediğinden havayolu taşımacılığının en kritik alanlardan biridir (Wickham 1995). Gelir yönetimi yapısal bazlı, fiyat bazlı ve miktar bazlı planlama ile talep yönetim kararlarının alınması ile yakından ilişkilidir (Talluri, ve diğerleri 2009). Havacılık sektöründe gelir yönetiminde kullanılan tahmin yöntemlerinin doğruluğundaki %10 artışın, geliri %3'e kadar artırabileceği öngörülmektedir (Weatherford ve Kimes 2003). Literatürde birçok çalışmada tahmin yöntemleri birlikte ya da ayrı ayrı karşılaştırılmaktadır. Örneğin Weatherford ve Kimes çalışmalarında zaman serisi, erken rezervasyon gibi birçok tahmin yöntemi analizlerinin hatalarını karşılaştırmıştır (Weatherford ve Kimes 2003). Yine benzer olarak Pereira otellerin günlük talebini son gerçekleşen talep ile tahminlerken karşılaştırma yapmıştır (Pereira 2016). Bu tez kapsamında da veri analiz edilirken tahmin yöntemlerinden zaman serisi analizi ve regresyon analizi kullanılmıştır. Zaman serisi analizinde Weatherford ve Kimes çalışmalarına benzer olarak modellerin hataları karşılaştırılmıştır (Weatherford ve Kimes 2003). Zaman serisi analizi zaman ve piyasa bazlı yapılmıştır. Yukarıdaki çalışmalarda tahmin günlük gelen talep üzerinden yapılırken bu tezde ise talebin gelişimi gün, saat ve dakika olarak zamana göre farklılaştırılarak analiz edilmiştir. Dolayısıyla zaman serisi ile rezervasyon eğrisi çıkarılması ve talep tahmininde bulunulması konusunda birçok çalışma bulunmakta iken uçuşa kalan saat ve dakika kırılımında da analiz yapılması bu çalışmayı diğer

çalışmalardan ayırtmaktadır. Talep tahmininde uçuşa kalan zamanın belirli zaman dilimlerine bölünerek talep tahmini yapılması dinamik talep tahminlemeye farklı bir yaklaşımdır. Uçuşa kısa süre kaldığında yüksek rezervasyon sınıflarından satış yapılması ve saat ve dakika hassasiyetinde zaman serisi ile talebin doğru tahminlenmesi gelir potansiyeli oluşturması bakımından da bu tez önem taşımaktadır.

Bu tez kapsamında kullanılan oligopol ve monopol piyasalar için talep yaklaşımı da bu tezi diğer çalışmalardan ayırtmaktadır.

Piga ve Bachis online satış kanalı üzerinden havayollarının gösterdikleri fiyatın karakteristiğini geleneksel ve düşük maliyetli havayolu şirketleri için incelemiştir. Özellikle uçuşa dört hafta kala fiyatların değişkenliğinin arttığını ve geleneksel havayolu şirketlerinin uçuşa iki hafta kala düşük maliyetli havayolu şirketlerine göre daha düşük fiyat gösterebileceğini göstermiştir (Piga ve Bachis 2007). Bu tez kapsamında da farklı pazarlar için havayollarının gösterdiği fiyatların regresyon analizi ile rezervasyonların geliş zamanına etkisi Piga ve Bachis'in 2007'deki çalışmalarında olduğu gibi incelenmiştir. Ancak farklı olarak zaman olarak uçuşa sadece gün kala değil; dakika kala gelen talebin üzerindeki fiyat etkisi ile birlikte bilet özelliği, rakip fiyatı ve rakip sefer sayısı gibi başka etkiler de tartışılmıştır.

Havayolları için tahmin geçmiş veriye ait tutulan kayıtlar ile yapılmaktadır. Littlewood tahmin ile ilgili çalışmasında rezervasyon sisteminde tutulan uçuş bazlı yolcu kayıtları ile ilgili geçmiş işlem kaydına ait Tablo 2.1.'deki veri kesitini paylaşmıştır (Littlewood 2005).

Uçuşa Kalan Gün	Zaman	Kod	Kalkış Noktası	İniş Noktası	Sınıf	Satış	PNR No.	Bilet
170	1110	10	JFK	LHR	Y	2	161	
144	1093	10	JFK	LHR	Y	2	71	
115	1199	10	JFK	LHR	Y	1	59	
110	1219	20	JFK	LHR	Y	2	161	
95	894	20	JFK	LHR	Y	2	71	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	
0	1140	20	JFK	LHR	Y	1	131	YTH
0	1158	10	JFK	LHR	Y	1	116	
0	1216	40	JFK	LHR	Y	1	61	
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1250	12	JFK	LHR	Y	2	120	RED
-	-	70	JFK	LHR	Y	123	0	
-	-	70	JFK	LHR	F	11	0	

Kod	Bilet
10=Rezervasyon	YTH=Genç
20=İptal	RED=İndirim Oranı
40=No-show	
12=Stand-by	
70=Ayrılmış Yük	

Tablo 2.1. Havayollarında tutulan uçuş işlem kaydına ait bir kesit (Littlewood 2005)

Bu tez kapsamında Littlewood'un 2005 yılındaki çalışmasına benzer şekilde tahmin havayolu şirketinden elde edilen geçmiş veriler ile yapılmıştır. Ancak geçmişe ait veri Littlewood, 2005'ten farklı olarak tek bir kaynaktan değil çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler bir araya getirilerek oluşturulmuştur. Bir araya getirilen veri Tablo 2.1.'deki uçuşa kalan gün gibi ortak başlıklar içermekle beraber, varış, kalkış noktası başlıklarının güzergah başlığı altında birleştirilmesi gibi benzer başlıklar da içermektedir (Littlewood 2005). Aynı zamanda bu tezde tamamen farklılaşan başlıklar da bulunmaktadır.

Havayollarında tutulan kayıtların doğru olması ve analize doğru bir şekilde sokulması ayrı bir öneme sahiptir. Veri madenciliği genel olarak yüzlerce hatta milyonlarca sütun girdisi olan büyük verinin içindeki düzensizlikleri fark edilmesini konu olarak almaktadır (Ionescu, Gwiggner ve Kliewer 2016). Bu tez kapsamında da, havayolundan elde edilen veri, bir bilim olarak veri bilimi alanında incelenmiştir. Verinin toplanma, ayrıştırma, sınıflandırma aşamaları detaylandırılmıştır. Veri madenciliği yaklaşımında olduğu gibi farklı kaynaklardan elde edilen verilerden birbirleri ile aralarında tutarsızlıklar olanlar tespit edilmeye çalışılmış bunlar analize dâhil edilmemiştir. Bu tez Türkiye’de bu alanda yapılan ilk uygulama olması bakımından da önem taşımaktadır.

BÖLÜM III

METODOLOJİ

Bu bölümde çalışmada kullanılacak veri, veriyi analiz yöntemleri ve bunlara ilişkin kavramlar açıklanmaktadır. Altı genel başlık altında ele alınmıştır: Verinin Ana Kriterlerinin Belirlenmesi, Verinin Oluşturulması, Veri Başlıkları, Verinin Görselleştirilmesi, Analiz Öncesi Düzeltmeler ve Verilerin Analiz Metodu. Verinin ana kriterlerinin belirlenmesi için zaman aralığı, pazar, satış kanalı seçiminin nasıl yapıldığı açıklanmış, veri çekilme sıklığı belirlendikten sonra veri başlıklarının belirlenmesi ve verinin oluşturulması aşamaları anlatılmıştır. Verinin oluşturulması aşamasında ise online talep verisi, online seyahat verisi, online talep dakika verisi ve rakip fiyat verisinden yararlanılmıştır. Analiz öncesi verilerin bir araya getirilmesinde yapılan varsayımlar ve verideki düzenlemeler Bölüm 3.5.'te ele alınmıştır.

Bölüm 3.6.'da ise veri analizi için kullanılan istatistiksel metotlardan zaman serisi ve regresyon modelleri açıklanmıştır. Farklı senaryolar ve veriler için neden zaman serisi ve regresyon analizi metodunun seçildiği özellikleriyle birlikte açıklanmıştır.

3.1. Verinin Ana Kriterlerinin Belirlenmesi

Bu tez kapsamında örneklem, Türkiye havayolu taşımacılığı pazarında hizmet verilen monopol ve oligopol pazarlar olarak belirlenmiştir. Bu amaçla aşağıdaki kriterler doğrultusunda bu şirkete ait online talep verileri toplanmıştır. Elde edilen veri, uçuş numarası, uçuş rotası gibi kategorik ve fiyat bilgisi, tarih gibi nümerik değişkenler içermektedir. Bu çalışma ile seçilen örneklem, Türkiye'de havacılık sektöründe uçuşa kalan zaman ve farklı pazarlar için online talep ile ilgili genel bilgiye ulaşmamız

konusunda yol gösterici olacaktır. Bu çalışma kapsamında analiz edilmek istenen online talep, zaman ve pazar ayrımlarında aşağıdaki kriterlere göre seçilmiştir.

3.1.a. Zaman Aralığı Seçimi

Talep tahmininde bulunulacak yıl için örneklem belirlemek amacıyla seferlerin kalkışına kalan gün sayısına göre bir önceki yıl gerçekleşen toplam talebin değişimi aylık bazda incelenmiştir.

Aylar	Aylara Göre Gelen Taleplerin Yüzdesi										
	1	2	6	16	24	37	44	67	76	91	100
Ocak	1	2	6	16	24	37	44	67	76	91	100
Şubat	0	1	4	12	19	32	40	63	73	90	100
Mart	0	1	3	9	15	28	36	61	71	89	100
Nisan	0	2	5	16	24	37	44	66	75	90	100
Mayıs	1	4	8	19	26	39	46	67	76	91	100
Haziran	2	4	9	19	26	39	46	67	77	91	100
Temmuz	3	6	11	21	31	45	52	71	79	92	100
Ağustos	2	4	8	18	25	39	47	66	75	91	100
Eylül	2	3	7	19	29	45	53	71	78	92	100
Ekim	1	3	6	15	22	36	44	64	73	91	100
Kasım	1	1	3	10	16	30	38	60	71	90	100
Aralık	1	1	3	10	16	29	37	59	69	89	100
Yıllık Ortalama	1	3	6	15	23	36	44	65	75	91	100
	120	90	60	30	20	10	7	3	2	1	0
	Seferin Kalkışına Kalan Gün										

Tablo 3.1. Toplam Talebin Gelişimi

Tablo 3.1.'e göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Yıllık ortalamaya en yakın olan aylar Nisan ve Mayıs aylarıdır. Genelleme yapabilmek amacıyla talep tahmini için örneklem bu aylardan seçilmiştir.
- Yıl ortalamasında seferlerin kalkışına dört ay kala Tablo 3.1.'deki ifadesiyle 120 gün önce %1'lik bir talep gözlemlenmiştir. Bu nedenle uçuş tarihleri için Nisan ve Mayıs ayları incelenirken, tahmin için kullanılacak talep verisi, bu dört aylık süre göz önünde bulundurularak Ocak ayı itibarıyla toplanmaya başlanmıştır.

• Tablo 3.1.'de görüldüğü üzere, toplam talebin büyük bir çoğunluğunu oluşturan %56'lük kısmı seferlere bir hafta kala gerçekleşmektedir. Bu durumun, doğru talep tahminlemesi ile bireylerin ödemeye razı olduğu fiyatın uçuştan bir hafta önceki dönemlerde gösterilememesinden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmüştür. Aynı zamanda toplam rezervasyonun büyük bir bölümünün uçuşa bu kadar az zaman kala gerçekleşmesinin şirket geliri açısından risk oluşturduğu göz önüne alınarak doğru talep tahmini yapmayı amaçlayan böyle bir çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışma ile talep tahmininde bulunmanın şirket politikalarını etkileyeceği ve bu doğrultuda yapılan talep tahmininin şirket geliri açısından iyileştirme sağlayacağı öngörülmektedir.

3.1.b. Pazar Seçimi

İncelenen havayolu şirketinin faaliyet gösterdiği $X>Y>X$ rotası monopol piyasalardan, $Z>Y>Z$ ve $T>S>T$ rotaları oligopol piyasalardan olmak üzere toplam üç uçuş rotası seçilmiştir. Monopol piyasa ile kastedilen o uçuş rotasında tek havayolu şirketi olmasıdır. Monopol ve oligopol piyasa ifadeleri kullanılırken karayolu, demiryolu ve denizyolu gibi ikame seyahat seçenekleri göz ardı edilmiştir. Faaliyet gösterdiği bazı piyasalarda tek el durumunda olan şirket, bazılarında ise rekabet içerisindedir. Şirket, rekabet ettiği piyasaların bir kısmında pazar üstünlüğüne sahiptir. Şirketin tek el olduğu piyasalar arasından belirlenen $X>Y>X$ rotası, frekans sayısı en yüksek olduğu için seçilmiştir. Frekans sayısı, X noktasından Y noktasına uçuş gerçekleştiren havayolu şirketlerinin günlük ya da haftalık bazda farklı saatlerde sundukları arz miktarını ifade etmektedir. Seçilen oligopol piyasalardan $Z>Y>Z$ rotasında, şirketin pazarda üstünlüğü bulunmakta iken; $T>S>T$ rotasında rakiplerin üstünlüğü bulunmaktadır. Pazardaki üstünlük, belirtilen rota için arz edilen frekans

sayısı ve pazar payı dikkate alınarak belirlenmiştir. Rekabetçi piyasalarda doğru talep tahmini ile doğru fiyatlama yapmanın şirket geliri ve pazar payı açısından önemi büyüktür. Tekel ve rekabetçi piyasalar için pazarların bu şekilde seçilmesinin sebebi; şirket için doğru bir genelleme yapabilmektir.

3.1.c. Satış Kanalı Seçimi

Şirketin uçak bileti satış kanalları; çağrı merkezleri, acenteler, satış ofisleri ve şirketin kendi internet sitesidir. Bu satış kanalları arasında şirket için maliyeti en düşük ve gelir potansiyeli yüksek olan şirketin kendi internet sitesidir. Ayrıca şirket, koltuk seçimi, fazla bagaj, uçuş sonrası servis hizmeti (shuttle) gibi yan gelirlerini de kendi internet sitesinden daha kolay bir şekilde potansiyel müşterisine ulaştırabilmektedir. Böylece yan gelirler de şirket için bir satış kanalı olan kendi internet sitesini daha avantajlı bir konuma getirmektedir. Son günlerde özellikle düşük maliyetli havayolu şirketleri için maliyet avantajı ve gelir potansiyeli oluşturması açısından online satış kanalı daha da popüler hale gelmiştir. Online satış kanalı sadece düşük maliyetli havayolu şirketleri için değil servis taşıyıcılar için de önem arz etmektedir. Nitekim iç hatlar piyasasında en büyük pazar payına sahip havayolu şirketi yöneticisinin bu yöndeki yolcuya doğrudan online satılan biletin, toplamın %16'sı düzeyinde olduğu ve altı yıl içerisinde bu oranı en az %40'a çıkarmayı planladıkları yönündeki açıklaması da bunu destekler niteliktedir (Munyar 2017). Dolayısıyla online satış kanalından gelen talebin doğru tahminlenmesinin şirket için daha yüksek gelir potansiyeli oluşturacağı düşünüldüğü ve online satışın giderek artan önemi göz önünde bulundurularak bu tez kapsamında analiz için şirketin kendi internet sitesine gelen talepleri içeren veriler kullanılmıştır. İnternet sitesi üzerinden gelen talebin gün ve dakika olarak ne zaman geldiği bilgisi göz önüne alınarak şirketin kendi internet

sitesinde uygun fiyatın gösterilmesi amaçlanmıştır. Düşük maliyetli havayolu şirketinin hedefleri arasında bulunan internet satış oranının artırılması açısından da bu çalışma önem taşımaktadır.

3.1.d. Verinin Kapsadığı Zaman

Gelir yönetimi için tahmin, iki zaman değişkeni içerdiği için geleneksel tahmin yöntemlerinden farklılaşmaktadır. Wickham'a göre bu iki zaman değişkeni, rezervasyonun gerçekleştiği zaman ve tüketimin gerçekleştiği zamandır (Wickham 1995). Bu tez kapsamında rezervasyonun gerçekleştiği zaman için "1 Ocak ve sonrası", tüketimin gerçekleştiği zaman için ise "uçuş tarihi" ifadesi kullanılmış ve "1 Nisan – 31 Mayıs" tarihleri arasındaki uçuşlar ele alınmıştır. Nisan ve Mayıs ayları için online satış kanalından rezervasyonun gerçekleştiği dakika bilgisi elde edilmiştir.

3.2. Verinin Oluşturulması

Bu tez kapsamında online olarak gelen talebin gelişimini ve dakika kırılımında uçuşa kalan zamanı etkileyen faktörleri tahmin için kullanılmak üzere farklı kaynaklardan gerçek veriler elde edilmiştir. Bu veriler yolculara ait özel bir bilgi içermemektedir. Aynı zamanda havayolu şirketinden elde edilen gerçek veriler bazı yöntemlerle manipüle edilerek kullanılmıştır. Farklı kaynaklardan dört farklı veri elde edilmiş ve bu veriler bir araya getirilerek analiz için kullanılacak ana veri oluşturulmuştur.

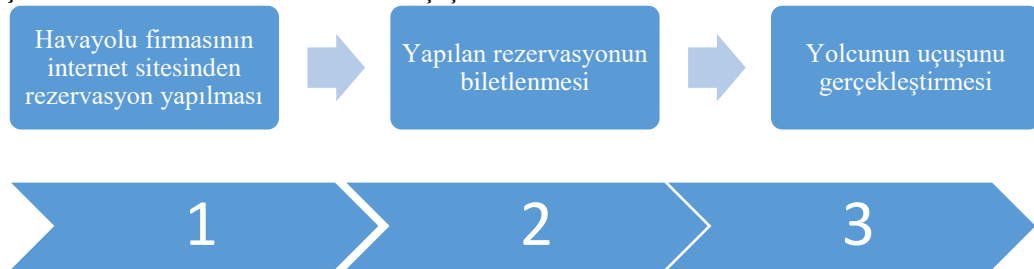
3.2.a. Online Talep Verisi

Online talep verisi, talep olarak gelen yolcular sırasıyla kayıtlamak üzere verinin toplandığı tarih, incelenmek istenen tarih aralığı, uçuşun rotası, uçuş rotasının ilk şehri, dış (varış) şehri, rezervasyondaki ilk uçuş tarihi, rezervasyondaki son uçuş tarihi, rezervasyon oluşturulma tarihi, rezervasyon sınıfı, yolcuya yansıyan ücret, rezervasyonun gerçekleştiği satış kanalı ve rezervasyonun durumu (normal, iade, değişiklik) başlıklarında toplanmıştır.

Veri, Ocak ayından itibaren, analiz edilmek istenen yıl için tarih aralığı 1 Ocak - 31 Mayıs seçilerek günlük olarak toplanmıştır. Tablo 3.1.'de görüldüğü üzere rezervasyonların büyük bölümünün uçuştan önceki üç ay içerisinde gerçekleştiği göz önüne alınarak Nisan ve Mayıs ayları için online talep verisinin Ocak ayından itibaren toplanmasına karar verilmiştir. Ancak Ocak ayından itibaren toplanmaya başlayan veri yalnızca Nisan ve Mayıs ayını içermeyeceğinden önce tüm rezervasyonlar dâhil edilmiş, daha sonra Ocak ayından itibaren gerçekleşen bu tüm rezervasyonlar içerisinde analiz edilmek istenen Nisan ve Mayıs ayına ait olanlar filtrelenmiştir.

Yolcunun online bilet talebindeki rezervasyondan uçuşuna kadar olan bu çalışma için geçerli adımları Şekil 3.1.'de belirtilmiştir:

Şekil 3.1. Yolcunun Bilet Alımından Uçuşuna Kadar Olan Adımları



Şekil 3.1.'de ilk adımda görüldüğü üzere bu tez kapsamında havayolu şirketinin internet sitesi verileri kullanıldığından rezervasyonun gerçekleştiği satış kanalı internet olarak filtrelenmiştir. Yapılan analizde bir uçuş için gelen rezervasyonun talep olarak sayılabilmesi için Şekil 3.1.'de görüldüğü üzere ikinci aşamada biletlenmesi

gerekmektedir. Veride rezervasyonun gerçekleştiği ve rezervasyon üzerinde değişiklik yapan satış kanalı ayrı ayrı bulunmaktadır. İnternet satış kanalından gerçekleşen rezervasyonlar ağrı merkezi ya da satış ofisleri tarafından değişikliğe uğrayabilmektedir. Bu değişiklikler rezervasyonun biletlenmesi, rezervasyon iptali veya alternatif uçuşa konfirme edilme olabilmektedir. Burada biletlemeye dönüşmüş rezervasyonun gerçekleştiği satış kanalı internet olarak filtrelenmiş, biletlemeyi gerçekleştiren satış kanalında ise değişiklik yapılmamıştır.

Uçuş rotası, yolcunun seyahat etmek istediği tüm noktaları içeren kayıttır. Bu tez kapsamında ele alınan uçuş rotası tek yön (one-way) seyahat, gidiş-dönüş (round-trip) seyahat, kalkış ve varış noktaları yahut da dinlenme noktaları farklı olan dönüş yolculuğu olan açık çene (open-jaw) seyahat veya aktarmalı seyahat şeklinde olabilmektedir. Gidiş-dönüş seyahat eğer yolculuğuun başlangıç ve bitiş noktası aynı ise simetrik (round symmetric), herhangi biri farklı ise asimetrik (round asymmetric) olarak ifade edilmektedir. Açık ene yolculuklarda seyahat planının içerisinde kalkış ve varış noktaları dışında devam edilen ya da dönüşe geçilen (turn around) şehirde kesinti olması (arunk - arrival unknown) gerekmektedir. Uçuş rotasının çeşidi tek yön yolculuktan bilet fiyatı ve ücret kuralı yönünden farklılaştığı için de önem kazanmaktadır. Örneğin, kesintili yolculuklarda kalkış ve varış noktaları yahut da dinlenme noktaları aynı ülkede ya da aynı Uluslararası Hava Taşımacılığu Birliğu (IATA) bölgesinde olmasına göre ücret kuralı değişmektedir. Uçuş rotasının çeşidi, çalışmanın regresyon analizi kısmına dâhil edilmiştir. Analize dâhil etmek için rotaların yazı karakterinin uzunluğuuna bakılmıştır. Örneğin, X şehrinden Y şehrine uçuş gidiş dönüş uçuş yolculuk $X>Y>X$ şeklinde ifade ediliyorsa karakter sayısı beş olan uçuşlar gidiş dönüş yolculukları içermektedir varsayımı yapılmıştır. Bu varsayımla uçuş rotası tek yön, gidiş dönüş ya da çoklu uçuş olarak sadeleştirilmiştir.

Daha sonraki çalışmalar için daha detaylı bir analiz ile uçuş rotasının çeşidi daha da ayrıştırılıp (örneğin simetrik uçuş olması gibi) analize dâhil edilebilecektir.

Bu tez kapsamında yolcunun analizde seçilen uçuş segmenti için ödediği miktar ile birlikte tüm segmentler için ödediği toplam miktar da dikkate alınmıştır. Yolcunun analiz için seçilen segmentler dışında uçuş rotasında bulunan tüm noktalar için ödediği toplam miktar da talebi etkilemektedir. Yolcunun bilet için ödediği toplam miktar bilgisi online talep verisinde bulunmaktadır. Bu veri tüm bilet için ödenen toplam miktarın talebi etkilediği düşüncesiyle toplulaştırılan veriye eklenerek bu tez kapsamında incelemiş ve regresyon analizi kısmına dâhil edilmiştir.

Uçuş rotasının içerisindeki kalkış ve varış şehirleri bulunan ikili kayıtlar uçuş segmenti olarak ifade edilmektedir. Örneğin, Ankara'dan Berlin'e İstanbul aktarmalı giden bir yolcu için Ankara-İstanbul-Berlin uçuş rotası iken, bu uçuş rotasının içerisinde bulunan Ankara-İstanbul uçuşu ve İstanbul-Berlin uçuşu birer uçuş segmentidir. Bu tez kapsamında analizi sadeleştirmek adına uçuşlarının ilk segmentini Nisan ve Mayıs aylarında gerçekleştirmiş yolcuların Ocak-Mayıs ayları arasında yaptıkları online talebe ait veriler incelenmiştir. Verinin çekildiği haliyle uçuş segmenti verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle uçuş rotası verisinden uçuş segmenti başlığı oluşturulmuştur. Çalışma için uçuş segmentleri incelenmiş ve analiz edilecek segmentler ($X>Y$, $Y>X$, $Z>Y$, $Y>Z$, $T>S$, $S>T$) filtrelenerek yolcuların tek yön yolculuk yaptıkları varsayılmıştır.

Yolcunun seyahat ettiği ilk şehir, seyahatin başladığı şehirdir. Yolcunun seyahat ettiği dış şehir ise, yolcunun ulaşmak istediği son nokta ya da gidiş-dönüş biletleri için dönüş geçtiği nokta olarak ifade edilmektedir. Verideki yolcunun seyahat ettiği şehirler uçuş rotasını ifade etmekte olup analize "Guzergah" değişkeni olarak eklenmiştir.

Veride bulunan diğ er bileş en ise ücret bileş enidir. Yolcu açısından bakıld ığında ücret, belli bir uçuş planı için ödeyeceğ i miktarı ifade ederken havayolu firması açısından yolcu servis ücreti, biletleme servis bedeli, yakıt harcı gibi bileş enleri de iç ermektedir. Ücret bileş enlerinden yolcu servis ücreti, her bir uçuş segmentinin baş langıç noktasında yolcunun ödemesi gereken havalimanı meydan vergisini ifade etmektedir. Bu verginin miktarı her yıl Devlet Hava Meydanları İş letmesi (DHMI)'nin bünyesinde yayımlanan DHMI Havalimanı Ücret Tarifeleri kitapç ığ ının Yolcu Servis Tarifesi baş lığ ı altında yer almaktadır. Kitapç ığ a göre, “havalimanlarında giden yolculara ‘terminalerde verilen hizmet ve sağ lanan kolaylıklar karş ılığ ı’ beher giden yolcudan gidiş yönüne İç Hat – Dış Hat Yolcu Servis Ücreti alınır ve hava yolu taşıyıcıları tarafından DHMI'ye ödenir” (Devlet Hava Meydanları İş letmesi 2016). Söz konusu kitapç ıkta yolcuların aktarma süresine bağ lı olarak vergi farklılaşt ırması ş u şekilde yer almaktadır (Devlet Hava Meydanları İş letmesi 2016):

Yolcuların bağ lantılı uçuş larında, ara noktadaki duraklama yapılan havalimanlarında 24 saatlik duraklama (stop over) süresini aş mayan yolculardan gidiş yönüne göre “Transit / Transfer Yolcu Servis Ücreti olarak, söz konusu havalimanına iliş kin 2.a. ve 2.b. Tablolarındaki Yolcu Servis Ücretinin 1/3'ü alınır. 24 saatlik duraklama süresini aş an yolculardan ise Yolcu Servis Ücretinin tamamı alınır.

Bu tez kapsamında yer alan vergiler için, 2016 yılı havalimanı ücret tarifeleri esas alınmış tır. Transfer yolcular için ise analiz, eğer sorgulanan uçuş segmenti uçuş rotasının iç erisinde bulunuyorsa sadece bu segment için ödenen miktar dikkate alınarak yapılmış tır.

Çalış mada, yukarıda bahsi geç en ücret ayrıntıları dikkate alınarak havayolu taşıyıcısının kasasına giren net gelir yerine yolcunun talebini etkileyen fiyatın

kendisine yansıyan ücret olduğu düşünülerek talep tahmini yolcunun seçeceği bilet türü için (esnek, promosyon vs.) rezervasyon sınıfına ödeyeceği ücret üzerinden yapılmış ve “bilet fiyatı” değişkeni ile analize dâhil edilmiştir. Havayolu açısından ise rezervasyon sınıfına ve kurallarına göre değişen ücret tipi, yolcuya sağladığı imkânlar bakımından ürün farklılaştırması oluşturduğundan ilave gelir için fırsat oluşturabilmektedir. Uçuşa kalan dakika kırılımında yapılan regresyon analizi çıktıları havayolunun ücret tipini uçuşa kalan süre ile değiştirerek ilave gelir elde etmesi için olanak sağlayacaktır. Örneğin, uçuşa bir saat kala gelen talebin zaten uçmaya kararlı olduğu düşünülerek düşük ücret sınıfları ve dolayısıyla promosyon ücret tipleri bu zaman aralığında gösterilmeyecektir.

Rezervasyonlar seçilirken biletlemeye dönüşenler filtrelenmiş, ödeme süresi dolduğu için iptal olan kayıtlar ise analize dâhil edilmemiştir.

3.2.b. Online Seyahat Verisi

Online seyahat verisi, verinin toplandığı tarih, incelenmek istenen tarih aralığı, biletin satıldığı satış kanalı, biletin rotası, bilet rotasının ilk şehri, dış şehri, son şehri, biletin satış tarihi, uçuş segmentinin kalkış tarihi, bilet üzerindeki rezervasyon sınıfı, uçuş numarası, uçuş segmenti, bilet fiyatı toplam ve uçuşu gerçekleştiren yolcu sayısı başlıklarında toplanmıştır.

Verinin incelenmek istenen tarih aralığı 1 Nisan - 31 Mayıs olarak seçilerek, bu tarihlerde yapılan uçuşlara ait veriler günlük olarak toplanmıştır. Bu veride yer alan biletin satıldığı satış kanalı, bilet rotasının ilk ve dış şehri, uçuş segmenti, biletin üzerindeki rezervasyon sınıfı, online talep verisi ile ortak başlıklar olup online talep verisi ve online seyahat verisi birleştirilirken bu başlıklardan faydalanılmıştır. Bu başlıklar online talep verisinde biletlenen satışlar üzerinden sorgulanırken online

seyahat verisinde uçuş gerçekleştikten sonra bilet üzerinden sorgulanmıştır. Sorgu zamanındaki bu fark nedeniyle karşılaştırılan veride tutarsızlıklar olası durumunda Bölüm 3.5.'te bahsedilen varsayımlar ile veri düzeltilmiştir.

Biletin satış tarihi ve uçuş segmentinin kalkış tarihi gün, ay ve yıl olarak belirtilmiştir. Uçuş segmenti kalkış tarihi ile kastedilen uçuş segmentinin içerisinde yer alan ilk şehirden yolculuğun başladığı tarihtir. Online talep verisindeki biletin ilk uçuş tarihi ile uçuş segmentinin kalkış tarihi aynı ifadeyi içermektedir.

Uçuş numarası, havayolu şirketine ait kod ve numaradan oluşur. Aynı gün içerisinde aynı uçuş numarasına ait iki sefer bulunamaz. Bu veri uçuşun kalkış saatinin belirlenebilmesi için kullanılmıştır. Sefer numarası manipüle edilerek analiz edilecek veriye eklenmiştir. Uçuş saati hem yolcunun ilk seyahati için hem de segment için uçuşa kalan saatin belirlenmesinde kullanıldığı için önemlidir.

Bilet fiyatı (toplam) yolcunun bilet için ödediği miktarı belirtmektedir. Bu miktar online talep verisinden farklı olarak sadece analiz için seçilen segment için bilet fiyatıdır. Uçuş rotasının seyahat şekline göre (tek yön, gidiş-dönüş) bilet için ödenen toplam miktar değişebilmektedir. Tüm bu nedenlerle bu tez kapsamında analiz için kullanılacak ana veri, hem online talep verisindeki yolcunun gördüğü tüm bilet fiyatını hem de seyahat verisindeki segment için belirtilen bilet fiyatını ayrı sütunlar halinde içermektedir.

Online seyahat verisinde analiz edilecek veride talep olarak gelen her yolcu, ayrı birer satır olarak tutulmuştur. Her bir rezervasyon birden fazla yolcu içerebileceğini için online talep verisindeki satırların içeriği açılarak her bir yolcu ayrı satırlar haline getirilmiştir. Böylece verinin herbir satırındaki yolcu sayısı bir kişi olacak şekilde veri düzenlenmiştir. Aynı anda talep olarak birden fazla yolcu gelse bile her bir yolcunun tercih ettiği uçuş rotasında tercih ettiği her bir uçuş segmenti için talebin ayrı ayrı

geldiği varsayılmıştır. Dolayısıyla Şekil 3.1.'de görülen yolcunun rezervasyondan bilet alana kadar gerçekleştirdiği işlem basamaklarından “yapılan rezervasyonun biletlenmesi” ve “yolcunun uçuşunu gerçekleştirmesi” aşamaları için online talep ve seyahat verisi her iki verideki ortak başlıklar sabit tutularak birleştirilmiştir.

3.2.c. Online Talep Dakika Verisi

Online talep dakika verisi, satış noktası Türkiye olan internet verileri olup talebin geldiği tarih ve saati, talebin geldiği haftanın günü, talepteki ilk uçuşun kalkış tarihi, kalkış saati, satış sınıfı, uçuş numarası ve seyahat rotasının segmenti başlıklarında toplanmıştır. Bu veri online talep verisine göre dakika detayı içerdiğinden önem taşımaktadır. Bu verideki online talep verisinde olmayan diğer başlık ise talep edilen ilk uçuşun kalkış saatidir. Bu veri ile uçuşların tarifesi de edinilebilmiştir. Aynı zamanda talebin tam olarak uçuşa ne kadar gün, saat ve dakika kala gerçekleştiği de bulunabilmiştir. Online talep verisine yolcunun seyahat planı, seyahat planının ilk Őehrine ek olarak dış Şehri, biletin son uçuş tarihi ve özellikle toplam bilet fiyatı bilgisini içerdiği için başvurulmuştur. Online seyahat verisine ise özellikle her bir kaydı birer yolcuya indirgediği ve yolcu seyahat planının son Őehrini içerdiği için ihtiyaç duyulmuştur. Dolayısıyla ana hatlarıyla analiz edilecek veri oluşturulurken online talep verisinden yola çıkılmış, bu verideki sıralanmış yolcular, online uçuş verisindeki bilet fiyatı gibi ilave bilgilere göre detaylandırılmış ve online talep dakika verisindeki dakika bilgisi ile birleştirilmiştir. En son olarak ise rakip verisi eklenmiştir. İlerleyen başlıkta rakip verisinin nasıl ilave edildiği açıklanmıştır.

Online talep dakika verisi, “1 Ocak – 31 Mayıs” tarihleri arasında havayolu Şirketinin internet sitesi üzerinden yapılan rezervasyonları içermektedir. Bu veride diğer verilerde olmayan başlıklardan talebin geldiği saat ve ilk uçuşun kalkış saati

Greenwich Mean Time (GMT) olarak tutulmaktadır. GMT, Greenwich zamanı demek olup Greenwich'e göre tutulan küresel saati ifade etmektedir. Local Mean Time (LMT) ise yerel saati belirtmektedir (Devlet Hava Meydanları İşletmesi 2011) . LMT'ye göre GMT yaz tarifesinde üç saat, kış tarifesinde ise iki saat geridedir. Bu bilgiler ışığında zaman verileri çekildikten sonra yerel saat olarak düzenlenmiştir. Bu düzenlemede 21:00'den sonra olan seferlerin tarihi bir sonraki güne aktarılmıştır. Talebin geldiği gün Pazartesi gününden Pazar gününe kadar metin olarak tutulmuştur. Regresyon analizi kısmında talebin geldiği günün uçuşa kalan zamanı nasıl etkilediğinin analizi için bu bilgi gereklidir.

3.2.d. Rakip Fiyat Verisi

Rakip fiyat verisi, belirlenen sorgu saatlerinde rakibin internet sitesinden elde edilen bilet fiyatlarını içermektedir. Bu veri, uçuş rotası, uçuş segmenti, uçuşun kalkış ve varış saati, uçuşun kalkış saatinin bulunduğu zaman aralığı, taşıyıcı, uçuş numarası, gün, ay ve yıl olarak uçuş tarihi, uçuşun yıl içindeki haftası, haftanın günü, fiyat, sorgu tarihi, sorgu saati, uçuşa kalan gün başlıklarında çekilmiştir. Analiz edilmek istenen havayolu şirketinin seferlerinin kalkış saatinin bulunduğu zaman aralığında kaç tane rakip seferi bulunduğu ve bu zaman aralığında gösterdiği fiyat bilgisi bu veriden elde edilmiştir. Veri, uçuş tarihi "1 Nisan – 31 Mayıs" arası olan rakip seferleri için Ocak ayından itibaren uçuşa 1 ay kalaya kadar toplanmıştır. Uçuşa bir ay kala ise günde altı kez belirlenen sorgu sıklıkları doğrultusunda veri çekilmiştir. Özellikle son dakika fiyatlarının doğru analiz edilebilmesi için verinin çekildiği sorgu saatleri uçuşların tarifesine göre belirlenmiştir.

İncelenen dönem için Y pazarında rakip ve havayolu şirketinin pazarda arz ettikleri sefer sayılarının bölüşümü 34 rakip 66 incelenen havayolu olacak şekildedir. Seferin

kalkışına son bir ay kala her gün için aynı saat diliminde rakibin gösterdiği ortalama fiyat verisi mevcuttur. Ancak seferin kalkışına bir aydan daha uzun bir süre bulunuyorsa fiyat verisi eldeki verilerle ortalama alınarak oluşturulmuştur. İncelenen dönem için Z pazarında rakip ve havayolu şirketinin pazarda arz ettikleri sefer sayılarının bölüşümü 61 rakip 39 incelenen havayolu olacak şekildedir.



3.3. Veri Başlıkları

Bölüm 3.2.’deki veri kaynaklarından oluşturulan ana veri Tablo 3.2.’deki başlıkları içeren 29 sütundan ve 110.172 satırdan oluşmaktadır.

Veri Başlıkları	Örnek	Açıklama
Ucustarihi(ilk)	27.05.2016	Talebe ait ilk uçuşun tarihi alınmıştır.
Ucustarihi(Son)	01.06.2016	Talebe ait son uçuşun tarihi alınmıştır. GMT’ye göre tutulmuştur.
Guzergah	X>Y>X	Yolcunun uğradığı kalkış ve varış destinasyonlarının bütünü ifade eder. Uçuş rotası olarak da ifade edilmektedir.
UcusSaati(ilk)	21:10:00	Uçuş numarasına ait tarife bilgisidir. Lokal saat olarak tutulmuştur.
SatinAlmaTarihi	17.05.2016	GMT’ye göre tutulmuştur.
UcusTarihi(Seg)	31.05.2016	Segmente ait uçuş tarihidir. Yerel saat olarak tutulmuştur.
UcusNumarasi(Seg)	1234	Uçuşun numarasını ifade eder.
UcusSegmenti	X>Y	Yolcunun uğradığı ikili kalkış varış noktalarını ifade eder.
BiletFiyati	100	Yolcunun belirtilen segment için ödediği miktarı ifade eder(₺).
BiletFiyati(Toplam)	250	Yolcunun tüm bilet için ödediği miktarı ifade eder(₺).
YolcuSayisi	1	Bebek yolcular analizden hariç tutulmuştur.
RezervasyonTarihi	16.05.2016	Rezervasyonun yapıldığı tarihi ifade eder.
RezervasyonSaati	00:34:00	Lokal saat olarak tutulmuştur.
UcusaKalanGun	15	Ucustarihi(ilk) ile RezervasyonTarihi’nin arasındaki farkı gün olarak ifade eder.
UcusaKalanGun_d	14,9	Ondalık sayı olarak belirtilmiştir. Rezervasyon saati ve uçuş saati dikkate alınarak uçuşa kalan gün düzenlenmiştir.
SaatFarkiNegatif/Pozitif	-	Saat farkı rezervasyon saati uçuş saatinden mutlak değer olarak daha büyükse negatif olarak alınmıştır.
SaatFarki	03:24	Rezervasyon saati ile uçuş saati arasındaki farkı saat:dakika olarak belirtir.
UcusaKalanDakika	21396	“SaatFarki” değişkeni dakikaya çevrilerek oluşturulmuştur.
UcusaKalanSaat	2	Uçuşa kalan saat değişkeni oluşturulurken saat farkı değişkeni aşağıya yuvarlanmıştır.
YolcununGorduguUcret	160	İnternette tek yön uçuş için bilet fiyatıdır (₺).
RakipUcret	150	Rakibin uçuş saati ile aynı saat aralığı içerisinde gösterdiği ücreti ifade eder (₺).
RakipSeferSayisi	1	Rakibin uçuş saati ile aynı saat aralığı içerisindeki sefer sayısını ifade eder.

SaatAraligi(IU)	21:00-00:00	Günün saatlerinin 00:00-06:00;06:00-09:00;09:00-12:00;12:00-17:00;17:00-21:00;21:00-00:00 şeklinde beş saat dilimine bölündüğü aralıklardır. UcusSaati(ilk) değişkeninin bulunduğu aralıktır.
SaatAraligi(Rez)	0000-0600	RezervasyonSaati değişkeninin bulunduğu saat aralığıdır.
BiletOzellik	esnek	Biletin iptal, iade ve değişiklik kurallarını içeren promosyon ve esnek olma özelliğidir.
UcusCesidi	tek yön	Biletin gidiş dönüş veya tek yön olma özelliğinin ölçüldüğü kayıttır.
HaftaninGunu(IU)	5	Uçuş tarihinin haftanın günü olarak ifade edilmesidir.
HaftaninGunu(Rez)	1	Rezervasyon tarihinin haftanın günü olarak ifade edilmesidir.
SeferSayisi	5	İncelenen rotalar için aynı gün içerisindeki rakibe ait olmayan sefer sayısını ifade eder.
UcusSuresi	01:40	Saat dakika formatında havada kalınan süreyi belirtir.

Tablo 3.2. Veri Başlık İçerikleri

Tablo 3.2.'deki veri başlıkları için aşağıdaki varsayımlar ve düzenlemeler yapılmıştır.

YolcuSayisi:

- Tüm uçuşlar için segment bazlı her yolculuk için talep birer yolcu olarak sayılmıştır. Örneğin, iki kişi aynı tarih için gidiş dönüş yolculuk yapıyorsa birinci yolcunun ilk yolculuğu, birinci yolcunun ikinci yolculuğu, ikinci yolcunun ilk yolculuğu, ikinci yolcunun ikinci yolculuğu ayrı birer yolcu olarak belirtilmiş ve yolcu sayısı dört olarak alınmıştır.

RakipSeferSayisi:

- Rakip verisi analiz edilen hem $X > Y$ hem $Y > X$ segmentini içeriyorsa analiz ilk segment için yapılmıştır.
- Uçuşa kalan gün ve uçuşa kalan saat başlıkları rakip verisi ile örtüşebilmesi için “UcusaKalanGun(Segment)” ve “SaatFarki(Segment)” olarak ayrıca düzenlenmiştir. Bu düzenleme için “UcusTarihi(Seg)” ve “UcusNumarasi(Seg)” değişkenleri

kullanılmıştır. “UcusNumarasi(Seg)” değişkeninden tarife bilgisi kullanılarak segment için uçuş saati verisi oluşturulmuştur. “UcusaKalanGun(Segment)” değişkeninin verisi segmente ait ilk uçuş tarihinden rezervasyon tarihi çıkarılarak oluşturulmuştur.

- Haftanın günü ve saat aralığı birleştirilerek “HG-SA” yardımcı değişkeni oluşturulmuştur. Bu değişken yolcunun rezervasyon yaptırdığı gün saat için aynı aralığında rakip sefer sayısının belirlenmesinde kullanılmıştır.
- Excel’deki “Düşey ara fonksiyonu” ile veri gelmeyen tarihler için tarife bilgisi kontrol edilerek rakip sefer sayısı 0 olarak belirlenmiştir (Microsoft 2013).
- Rakip verisinde, ana veriye “RakipSeferSayisi”, “RakipUcret” değişkenlerini entegre edebilmek için “UcusTarihi_SaatAraligi” ortak değişkeni oluşturulmuştur. Bu değişken, rakip verisinde, rakip uçuş tarihi ve uçuş saatinin denk geldiği saat aralığı verilerinin birleşimi olarak belirlenmiştir. Ana veride de “UcusTarihi(Segment)” ve “SaatAraligi” değişkenleri birleştirilerek oluşturulmuştur. “RakipSeferSayisi” değişkeni için yeni oluşturulan “UcusTarihi_SaatAraligi” ortak değişkeni aynı uçuş tarihinde aynı saat aralığına düşen rakip sefer sayısını ana veri ile ilişkilendirerek belirlemek için kullanılmıştır. Örneğin Y>Z segmenti için aynı saat dilimindeki sefer sayısı 0,1,2,5 şeklinde belirlenmiştir.
- “RakipSeferSayisi” değişkeninin elde edilemediği günler için rakip seferlerinden haftalık davranış çıkartılarak veriye eklenmiştir. Haftalık davranış oluşturulurken haftanın o günü gerçekleşen sefer sayılarının ortalaması alınarak yukarı yuvarlanmıştır. Ancak o güne özel olarak sefer iptal edilmiş ya da başka bir sebeple icra edilmemiş olabileceği düşünülerek veri gelmeyen günler için rakibin tarifesi incelenmiştir.

- Rakip verisindeki 24:00 verileri ana veri ile uyumlu olabilmesi için 00:00 formatına dönüştürülmüştür.
- “RakipSeferSayisi” değişkeni 0 değerini alıyorsa, ilgili segmentte rakibin olduğu ancak ilgili saat aralığında rakibin sefer icra etmediği ifade edilmiştir. Bu değişken, boşluk olarak ifade ediliyor ise rakibin olmadığı anlamına gelmektedir.

RakipUcret:

- “RakipUcret” değişkeni için “UcusTarihi_SaatAraligi” değişkeni ile aynı uçuş tarihinde aynı saat aralığına düşen rakip seferlerinin fiyatlarının ortalaması alınarak belirlenmiştir.
- Aynı saat dilimine düşen rakip fiyatının elde edilemediği veriler için rakibin aynı tarih için sefere aynı gün kala tüm seferlerinde gösterdiği ücretin ortalaması alınmıştır. Eğer gün olarak da bu bilgiye ulaşılamıyorsa rakibin aynı tarih için bir önceki gün ya da bir sonraki gün gösterdiği ücret dikkate alınmıştır. Bu şekilde aranılan tarihin bir ay önce ya da bir ay sonra komşuluğuna kadar veriler en yakın tarihe ait rakip fiyat verisi elde edilmeye çalışılmıştır.
- Ortalama değerlerin tamsayı çıkmaması durumunda yukarı yuvarlama fonksiyonu kullanılmıştır.
- “UcusTarihi_SaatAraligi” değişkeni için “UcusTarihi” tek yön, gidiş dönüş ya da çoklu uçuş yolculukları için rakibin bulunduğu segmentin tarihi değil güzergâha ait ilk uçuşa ait uçuş tarihi olarak alınmıştır. Yolcunun satın alma davranışında segmente ait uçuş tarihi değil ilk uçuşuna kalan gün etkili olacağı düşünülerek bu varsayımda bulunulmuştur. Rakibe ait fiyatı da segmente ait tarih için gösterilen fiyat değil yolcunun güzergâhındaki ilk uçuş tarihinde rakibin gösterdiği fiyat belirlenmektedir.
- Çoklu uçuş durumunda ise rakibin bulunduğu segment için fiyat ilk segment Nisan ve Mayıs ayları içerisinde değilse belirlenememiştir.

Ucustarihi(İlk):

- Yirmi yolcu için ilk uçuş tarihine ait veri elde edilememiştir. Bu verilerden on beş yolcunun ilk uçuşunun, analiz edilen ilk segment ile aynı olduğu belirlenmiş ve “Ucustarihi(İlk)” değişkeni yerine “UcusTarihi(Segment)” değişkeni kullanılmıştır. Dört yolcunun ise gidiş dönüş yolculuk yaptığı ve gidiş yolculuğunun uçuşa ait ilk yolculuk olduğu belirlenerek gidiş yolculuğuna ait veri kullanılmıştır. Bir yolcunun ise ilk uçuş tarihine ait veri, en yüksek ücretten bilet satın aldığı için uçuş günü olarak varsayılmıştır.

- Lokal saate göre düzenlenen uçuş tarihi belirtilmiştir.

Ucustarihi(Son):

- GMT’ye göre düzenlenen tarihtir. Ülkemiz yaz tarifesinde +3 saat dilimini kullanıldığından uçuş saati 2:59:00’dan önceki seferler için uçuş tarihi bir önceki gün olarak ifade edilmiştir.

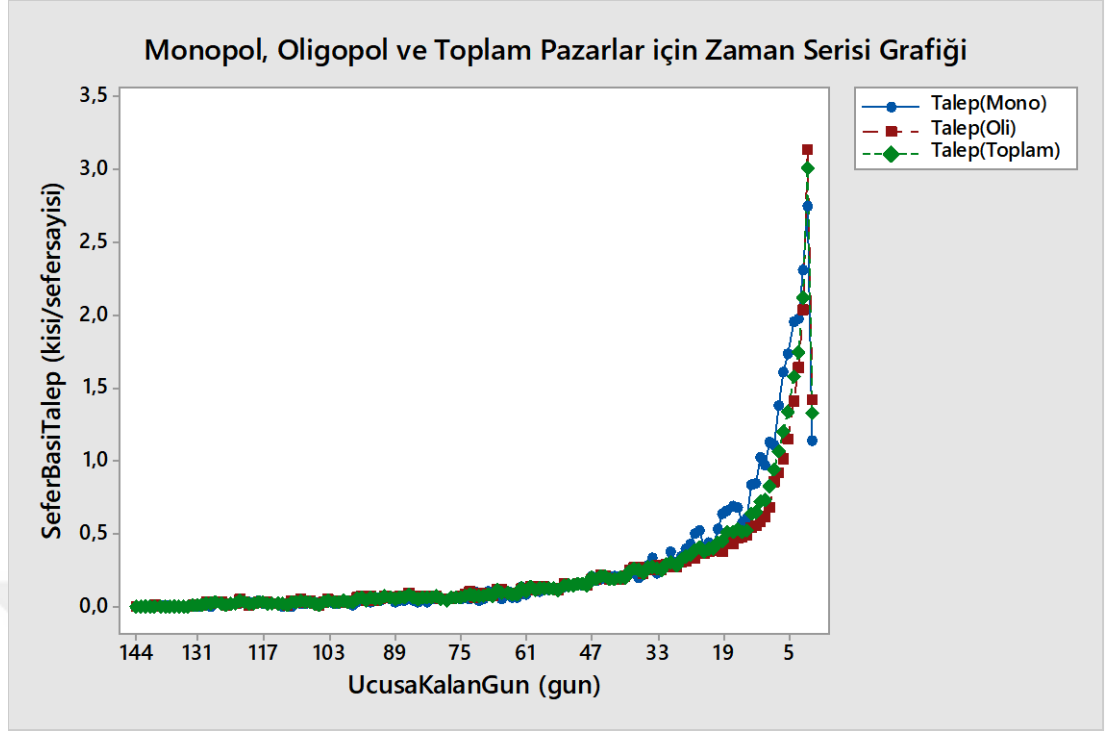
SaatAraligi:

- Bu tez kapsamında talep ilk uçuşa geldiğinden ilk uçuşun kalkış saatinin saat diliminin talebin geliş zamanını etkileyip etkilemediği regresyon analizi ile incelenmiştir.

3.4. Verinin Görselleştirilmesi

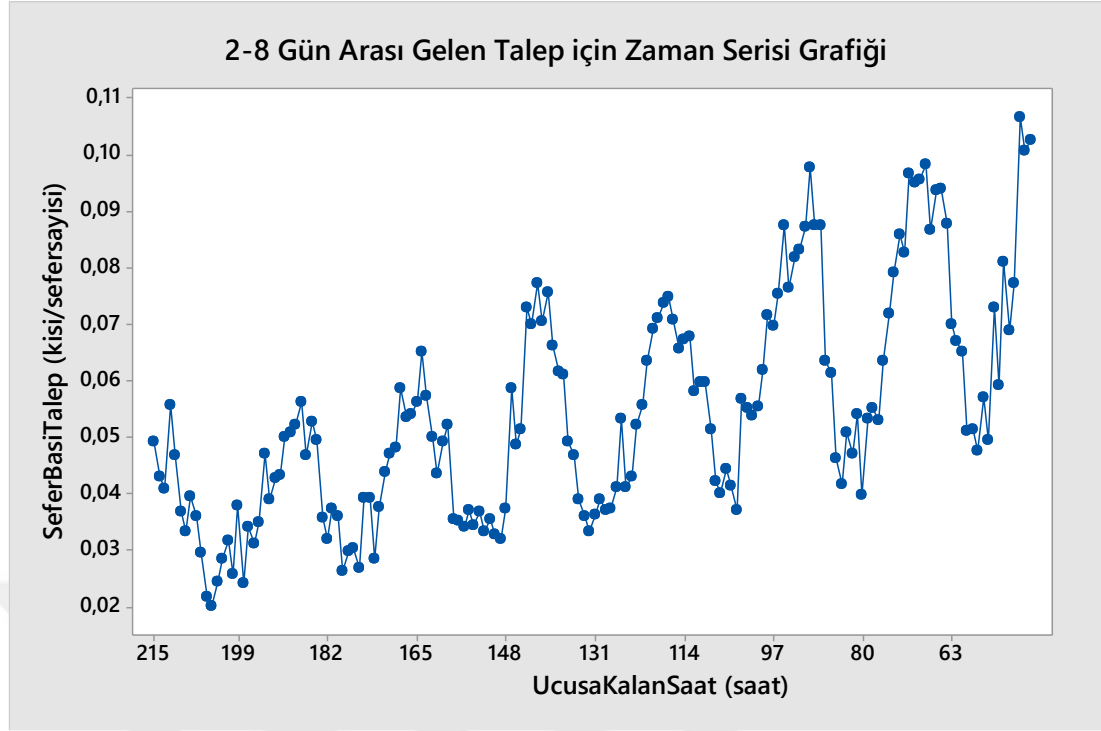
Bu bölümde Bölüm 3.1. ve Bölüm 3.2.’deki ölçütlere göre elde edilen veriye ait genel grafikler sunulmuştur. Farklı pazarlar için her bir uçuşa kalan gün için sefer başına ortalamalar alınarak oluşturulan rezervasyon eğrilerinin genel karakteristikleri görsel olarak paylaşılmıştır. Uçuşa kalan süre 2-8 gün iken frekansın günlük olarak, 0-1 gün iken frekansın dakikalık olarak belirlendiği zaman serisi grafikleri incelenmiştir.

Şekil 3.2. Farklı Pazarlar için Talebin Zamana Bağlı Değişimi



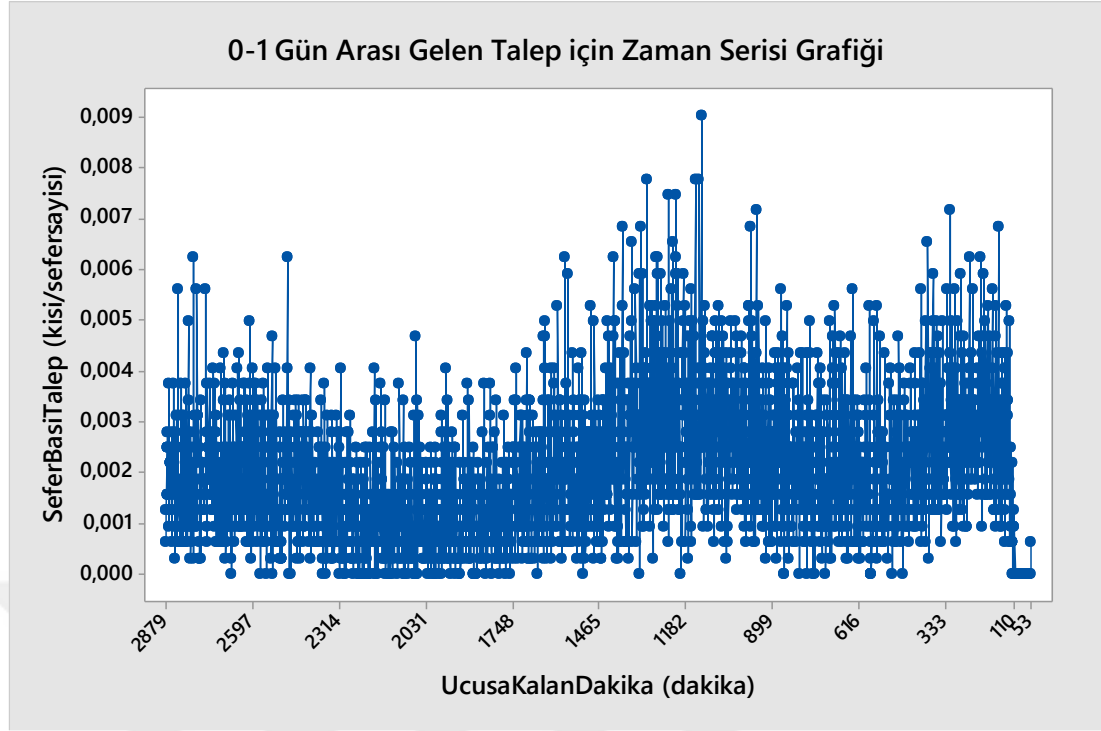
Her uçuş başına günlük olarak gelen talep için zaman serisi Şekil 3.2.'de gösterilmektedir. Uçuş günü yaklaştıkça tüm pazarlar için talep üssel olarak artan bir trend ile hareket etmektedir. Farklı pazarlar için uçuşa 120 gün kalana kadar gelen talepte belirgin farklılaşma olmazken 120 gün ile 20 gün arasında oligopol pazarlar için sefer başı daha fazla talep oluştuğu görülmüştür. Son 20 gün ise monopol pazarlar için sefer başı talep farklılaşmaya başlamış ve son hafta belirgin bir şekilde ayrılmıştır. Uçuş günü, genel olarak talep düşmekte ve uçuşa 1 gün kala ve uçuş günü rekabet olan pazarlar, monopol pazarlara göre daha fazla rezervasyon almaktadır. Uçuşa kalan zamana göre farklılaşan bu durumları ayrıntılı incelemek için 0-1 gün arası, 2-8 gün arası ve 8-144 gün arası farklı pazarlar için sırasıyla dakika, saat ve gün olarak ayrıca incelenmiştir.

Şekil 3.3.Saat Bazlı Talebin Zamana Bağlı Değişimi (2-8 gün)



Şekil 3.3.'de uçuşa 2-8 gün kala toplam piyasalarda tüm yolculara ait saatlik incelenen veri için sefer başı ortalama yolcu sayısının gelişimi görülmektedir. Zaman serisi uçuşa kalan saat azaldıkça artan bir trende sahiptir ve sezonsallık göze çarpmaktadır. Bu durum uçuşa 12 saat kala, öğlen seferlerine olan talep düşerken akşam saatlerindeki seferlere talebin artmasından kaynaklanmaktadır. Öğlen 12:00-18:00 saatleri arasındaki seferler için uçuşa 12 saat kala bilet satın alacak müşteriler için zaman geceye denk gelmekte ve bilet satın alımı oldukça düşmektedir. Bu durum her 24 saatte 1 tekrarlanmaktadır. Havayolu şirketine talepte saate bağımlı oluşan döngüsel davranışı dikkate alan bir gelir yönetimi sistemi önerilecektir. Bu tez kapsamında da veri gece ve gündüz oluşan sezonsallıktan arındırılmıştır.

Şekil 3.4. Dakika Bazlı Talebin Zamana Bağlı Değişimi(0-1 gün)



Şekil 3.4.'de uçuşa kalan zaman 0-1 gün iken dakika kırılımında gelen talebin yapısı görülmektedir. Talep belirgin bir trend içermemekle beraber sezonsallık içermektedir. Uçuş günü gelen talep için uçuşa kalan zaman 0 olarak alınmış ve uçuşa en yakın 53 dakika kala talep gözlemlenmiştir. Saatlik verideki günlük tekrarlanan sezonsallık, dakikalık veride de 1440 dakikada 1 gözlemlenmekle beraber uçuş günü rezervasyon kısıtından dolayı döngü tamamlanamamıştır. Bu nedenle veri sezonsallıktan arındırmak anlamlı sonuçlar vermemiştir. Talep dakikalık olarak incelendiğinde uçuşa 53 dakika kala ile 390 dakika arasında (yaklaşık 6,5 saat) talebin yoğun olarak gözlemlendiği görülmektedir. Bu sonuç doğrultusunda havayolu şirketine uçuşa çok az zaman kala dakikalık gelen talebi dikkate alan bir gelir yönetimi sistemi önerilecektir.

3.5. Analiz Öncesi Düzenlemeler

- Online talep verisinde iade ve değişiklik olan rezervasyonlar analize dâhil edilmemiştir.
- Online talep verisinde olup seyahat verisinde olmayan kayıtlar iade veya değişiklik yapıldığı varsayılarak talep tahmininde kullanılacak veriden çıkartılmıştır.
- Rezervasyonu iptal eden, uçuş rotası veya uçuş tarihi değiştiren yolcular veriden ayıklanmıştır.
- Uçuşa gelmemiş yolcular, sefer kapasitesinin üzerinde satış (overbooking) nedeni ile uçağa alınamayan yolcular analize dâhil edilmemiştir.
- 2126 veri bebek yolcuya aittir. Bu yolcuların ebeveyn ile beraber seyahat ettiği ve özerk ya da iradi bir seçimle değil, ebeveyne bağlı olarak uçuş gerçekleştirdiği düşünülerek talep verisinden çıkarılmıştır.
- 479 kayıтта değişiklik bulunmaktadır. Tarife değişikliği nedeniyle ya da parkur veya tarih değişikliği nedeniyle rezervasyon değişikliği yapılmıştır. Bu kayıtların ilk uçuş tarihi segmente ait uçuş tarihinden daha önce görünmektedir. Bu kayıtlar için ilk uçuş tarihinin segmente ait uçuş tarihi ile aynı olduğu varsayılmıştır. Uçuşa kalan gün değerleri de değişiklik sonrası revize edilmiştir.
- Rezervasyon değişikliği sonucunda Nisan ve Mayıs aylarına rezervasyon gerçekleşiyorsa bu veriler analize dâhil edilmiştir.
- İlk uçuş tarihi segment uçuş tarihinden daha büyük olacak şekilde rezervasyonlarında değişiklik olan yolcular (40 yolcu) analizden çıkarılmıştır.
- GMT'ye göre 1 Haziran'a geçen uçuşlar silinmiştir.
- Rakibe ait "RakipSeferSayisi", "RakipUcret" değişkenleri için rakibin bulunduğu ilk segment Nisan veya Mayıs ayları içerisinde değilse fiyat, segmentin tarihine göre belirlenmiştir. Ancak yolcunun satın alma davranışını etkileyen rakibin fiyatı ilgili

segment için gösterilen değil yolcunun güzergâhındaki ilk uçuş tarihinde gösterdiği fiyata göre belirlenmektedir.

- Rakip verisi segment bazında elde edilebilmiştir. Aynı güzergâhı seçen yolcu için bilete ödenen toplam fiyat bilgisi elde edilememiştir. Talep aynı bilet için toplu ödenen miktardan da etkilenmektedir. Çalışmanın bu bilgi ile tekrarlanması daha doğru sonuç elde edilmesini sağlayacaktır.

- Bu çalışma için Nisan ve Mayıs aylarında düzensiz davranış oluşturma potansiyeli taşıyan 23 Nisan ve 1 Mayıs tarihleri hafta sonuna denk geldiği için tahmin modeline uyacağı varsayılarak analize dâhil edilmiştir. 19 Mayıs tarihinin ise hafta ortasında düzensizlik oluşturmadığı gözlemlenerek diğer tarihlerle birlikte modellenmiştir.

3.6. Analiz Metodu

Bu bölümde bu çalışma kapsamında analiz için kullanılacak tahmin yöntemlerinin genel özellikleri ve varsayımlarından bahsedilmiştir. Tahmin modellerinde hata analizi için kullanılan farklı tanımlamalar verilmiştir. Aşağıda bu çalışmada yöntemsel olarak ele alınan iki senaryodan bahsedilmiş, bu senaryolarda kullanılacak zaman serisi ve regresyon analizi metotları açıklanmıştır.

1. İlk senaryoda tüm seferler için ortalama rezervasyon eğrisi çıkarılmıştır. Ortalama rezervasyon eğrisi için uçuşa kalan her gün bazında ortalama talep ile ayrı bir veri seti oluşturulmuştur. Ortalama çıkarılan rezervasyon eğrisi için zaman serisi modellemesi ile tahmin yapılmaya çalışılmıştır. Daha sonra rezervasyon eğrisi market ve zamana göre ayrı ayrı modellenmiştir. Zamana göre modelleme yapılırken sefere kalan gün sayısı zaman aralıklarına bölünmüştür. 0-1 gün arasındaki seferler dakika olarak, 2-8 gün arası seferler saat olarak, 9 ve daha fazla süre olan seferler günlük olarak zaman

serisi analizine sokulmuştur. Markete göre modelleme ise monopol ve oligopol pazarlar için yapılmıştır.

2. İkinci senaryoda uçuşa ne kadar zaman kala rezervasyon geldiğini inceleyen regresyon analizi yapılmıştır. Bağımlı değişken olan uçuşa kalan zamanı etkileyen faktörler incelenmeye çalışılmıştır.

3.6.a. Senaryo 1 için Uygulanan Zaman Serisi Modelleri

Shumway ve Stoffer'a göre literatürde zaman serisi analizine yaklaşımlar zaman bazlı ve frekans bazlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Shumway ve Stoffer 2017). Zaman bazlı yaklaşıma göre gecikme(lag)li ilişkilerin araştırılması daha önemlidir ve bu yaklaşımda bugün olanın yarının nasıl olacağını nasıl etkilediği araştırılmaktadır. Frekans bazlı yaklaşımda ise döngülerin araştırılması örneğin genişleme ve daralma periyotları boyunca ekonomik döngünün ne olacağı incelenmektedir. Bu tez kapsamında yapılan zaman serisi analizinde her iki yaklaşıma göre de serinin karakteristiği incelenmiştir. Zaman bazlı yaklaşım ileride açıklanacak otoregresif (AR), otoregresif ve hareketli ortalama (ARMA) ve otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) modellerinde parametre tespiti için kullanılırken frekans bazlı yaklaşım ise özellikle saat kırılımlı incelenen zaman serilerinde ele alınmıştır.

Bu tez kapsamında zaman serisi analizi yapılmadan önce zaman serilerinin durağanlık (stationarity) varsayımı ile analiz yapılmıştır. Durağanlık verinin geçmişteki davranışı ile gelecekteki davranışı tutarlı olduğu ve değişmediğini ifade etmektedir (Jonathan ve Kung-Sik 2008).

Bu tez kapsamında ele alınan zaman serileri ile tahmin yöntemleri aşağıda belirtilmiştir.

3.6.a.i. Hareketli Ortalamalar Modelleri (MA)

Uygulamada oldukça popüler olan bu yöntemde geçmişteki son verilerin ortalaması alınır. Burada kaç verinin ortalamasının alınacağı önemlidir. Az sayıda verinin seçilmesi durumunda tahmin çok değişken, çok sayıda verinin seçilmesi ise çok durağan olacaktır. Verideki örüntüye göre seçilecek veri sayısına karar verilmelidir (Bodea ve Ferguson 2014). Aşağıda “t+1” zamanı için k’nıncı dereceden hareketli ortalama tahmin değerinin (MA(k)) nasıl hesaplanacağı verilmiştir (Makridakis, Wheelwright ve Hyndman 1997):

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t Y_t \quad (3.1)$$

(3.1) deki k, ortalaması alınacak veri sayısını, F_{t+1} , t+1 zamanı tahmin değerini ve Y_t ise t zamanı için gerçekleşen değeri ifade eder.

3.6.a.ii. Basit Üssel Düzeltme Modeli (Simple Exponential Smoothing)

Basit üssel düzeltme (SES) modeli trend ve sezonsallık bulunmayan veriler için uygundur. Bu yöntemde en son gerçekleşen gözlem değeri bir önceki tahmin hatası ile ağırlıklandırılarak toplanır. Aşağıda “t+1” zamanı için tahmin değerinin nasıl hesaplanacağı verilmiştir (Makridakis, Wheelwright ve Hyndman 1997):

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t, \quad \alpha \in [0,1] \quad (3.2)$$

(3.2)’deki F_t , t dönemi için tahmin değerini, α , son gerçekleşen gözlem değerine verilen ağırlığı ifade etmektedir.

3.6.a.iii. İkili Üssel Düzeltme Modeli (Double Exponential Smoothing)

Holt, 1957 yılında trend içeren veriler için basit üssel düzeltme modelini ikili üssel düzeltme (DES) modeli olarak genelleştirir. DES modeli sezonsallık içermeyen veri için uygundur. Bu modelde öncelikle trend içeren tahmin hesaplanır (3.3) ve ardından

tahmin edilen trend ile yeni tahmin oluşturulur (3.4) (Makridakis, Wheelwright ve Hyndman 1997).

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}), \quad (3.3)$$

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) b_{t-1}, \quad (3.4)$$

$$F_{t+1} = L_t + b_t m, \quad \alpha, \beta \in [0,1] \quad (3.5)$$

(3.3), (3.4) ve (3.5)'deki L_t , t dönemi için trend içermeyen tahmin değerini, b_t , t dönemi için trend tahmin değerini, β , trend içermeyen tahmin değerinin ağırlığını, m tahminde bulunulacak zamanın kaç dönem sonra olduğunu ifade etmektedir.

3.6.a.iv. AR, MA, ARMA ve ARIMA Modelleri

Zaman serisinin tahmin değeri, serinin geçmişteki değerleri ile regresyon modeli oluşturularak ifade ediliyorsa AR model olarak adlandırılmaktadır. Serinin kendi değerleri ile regresyon modeli oluşturulduğundan AR ifadesi kullanılmaktadır. Denklem (3.10)'daki gibi ifade edilmektedir (Makridakis, Wheelwright ve Hyndman 1997):

$$Y_t = b_0 + b_1 Y_{t-1} + b_2 Y_{t-2} + \dots + b_p Y_{t-p} + e_t \quad (3.10)$$

(3.10)'daki e_t , hata terimini, b_p , zaman serisinin gözlem değerlerinin ağırlıklarının p'inci dereceye kadar devam ettiğini ifade etmektedir.

MA modeli, geçmişteki hataları açıklayıcı değişken olarak kullanan zaman serisi modelidir. Art arda gelen hata terimlerinin bağımlı ilişkilerine bağlı ve hareketli ortalamalarından oluşan bir model olduğu için MA olarak adlandırılmıştır. t dönemi için tahmin değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır (Makridakis, Wheelwright ve Hyndman 1997):

$$Y_t = b_0 + b_1 e_{t-1} + b_2 e_{t-2} + \dots + b_q e_{t-q} + e_t \quad (3.11)$$

(3.11)'deki b_q , hata terimlerinin ağırlıklarının q'uncu dereceye kadar devam ettiğini ifade etmektedir.

AR modeller MA modelleri ile birlikte daha genel kullanışlı zaman serisi modeli olan ARMA modelini oluştururlar. Ancak ARMA modelleri veri durağan durumda olduğunda kullanılabilir. Bu nedenle, eğer zaman serileri farkı alınarak durağan hale getiriliyorsa ARIMA modeli uygulanmaktadır. Sezonsal olmayan ARIMA modellerinin genel notasyonu ARIMA(p,d,q) şeklinde olup p AR bölümü için dereceyi, d farklanma derecesini, q ise MA bölümü için dereceyi ifade etmektedir. p ve q değerleri hata terimlerinin otokorelasyon fonksiyonu ve kısmi otokorelasyon fonksiyonu grafiklerinde belirlenen anlamlılık değerleri göz önüne alınarak atanır. Yapılan bu işlem ile hatalar arasında korelasyon devam ediyorsa p ve q değerleri artırılır. Otokorelasyon fonksiyonu zaman serisinin gözlem değerleri arasındaki korelasyonu ölçer ve gözlem değerleri arasındaki fark k iken aşağıdaki şekilde hesaplanır (Makridakis, Wheelwright ve Hyndman 1997):

$$\gamma_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (3.12)$$

(3.12)'deki \bar{Y} zaman serisindeki gözlemlerin ortalamasını ifade etmektedir.

3.6.b. Senaryo 2 için Uygulanan Regresyon Analizi Modeli

Regresyon analizi, sebep sonuç ilişkisi kurmaya yönelik kullanılmaktadır. Bu çalışmada yolcunun uçuşa ne kadar zaman kala rezervasyon yaptırdığını etkileyen faktörlerin neler olduğu lineer regresyon modeli ile tahminlenmeye çalışılmıştır.

3.6.b.i. Regresyon Modeli

Bu tez kapsamında birinci dereceden ikiden fazla açıklayıcı değişken içeren regresyon modeli ele alınmıştır. $p - 1$ açıklayıcı değişken içeren regresyon modeli aşağıdaki şekilde tanımlanır (Neter, Nachtsheim ve Kutner 2004):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_{p-1} X_{i,p-1} + e_i \quad (3.13)$$

(3.13)'deki β_j 'ler katsayıları, $X_{i,p}$ 'ler açıklayıcı değişkenleri, i 'ler açıklayıcı değişkenlerin tahminde bulunulacak dönemi belirten indislerini ve j 'ler katsayıların indislerini ifade etmektedir. (3.13)'deki regresyon modeli için tahmin aşağıdaki şekilde ifade edilir (Neter, Nachtsheim ve Kutner 2004):

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_{i1} + b_2 X_{i2} + \dots + b_{p-1} X_{i,p-1} + e_i \quad (3.14)$$

(3.14)'deki b katsayıları geçmiş verilerden tahminlenerek hesaplanır. Hata kareleri toplamı (SSE) ve toplam kareler toplamı (SSTO) aşağıda verilmiştir (Neter, Nachtsheim ve Kutner 2004):

$$SSE = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

$$SSTO = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$$

Modelin varyansının açıklayıcılığını ölçen R^2 katsayısı aşağıdaki şekilde hesaplanır (Neter, Nachtsheim ve Kutner 2004):

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SSTO}, \quad 0 \leq R^2 \leq 1$$

Açıklayıcı değişken sayısı arttıkça R^2 değeri de artacağından değişken sayısına göre ayarlanmış $adj R^2$ katsayısı ise aşağıda belirtilmiştir (Neter, Nachtsheim ve Kutner 2004):

$$adj R^2 = 1 - \frac{\frac{SSE}{n-p}}{\frac{SSTO}{n-1}}, \quad (3.18)$$

(3.18)'deki n toplam gözlem sayısını, p değişken sayısını ifade etmektedir.

Bu tez kapsamında regresyon analizi sonucu Minitab® Statistical Software yazılımının sunduğu regresyon katsayıları (coefficients) tablosu olarak paylaşılmıştır. Bu tabloda katsayılar açıklayıcı değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki büyüklük ve yön olarak ilişkiyi ifade etmektedir. Katsayıların standart sapması (SE coef) aynı populyondan tekrar tekrar örneklem seçilmesi durumunda katsayılar arasındaki değişkenliği tahmin etmektedir. Katsayılar ve katsayıların standart sapması arasındaki oranın ölçüsü t-değeri (t-value) olarak ifade edilmektedir. P-değeri (p-value) ise değişkenlerin istatistiksel etkisini reddetme ya da reddedememe olasılığının bir ölçüsüdür. Varyans enflasyon faktörü (VIF) herhangi bir değişkenin diğer açıklayıcı değişkenler ile korelasyonunun göstergesidir ve çoklu eşdoğrusallığın ölçüsüdür. VIF 5'ten büyük olursa çoklu eşdoğrusallık vardır denir ve bu değişken modelden çıkarılır (Minitab Inc. 2010).

3.6.c. Hata Analizi

Tahmin edilen değerler ile gerçekleşen değerler arasındaki fark hata ya da kalıntı olarak ifade edilmektedir. Hata analizi model ile en uyumlu sonucu veren tahmini belirlemek için yapılmaktadır. Literatürde birçok hata çeşidi bulunmakla beraber bu çalışmada modelleri karşılaştırmak için Minitab® Statistical Software yazılımındaki Ortalama Mutlak Hata (MAD), Ortalama Hata Kareleri (MSD) ve Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (MAPE) kullanılmıştır. Bu hata türlerinin tanımları aşağıda belirtilmiştir (Minitab Inc. 2010).

3.6.c.i. Ortalama Mutlak Hata (MAD):

Gerçekleşen değer ile tahmin değerlerinin yüzdesel farkının mutlak değerlerinin ortalaması olarak tanımlanır. Matematiksel olarak aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n} \quad (3.19)$$

(3.19)'da \hat{y}_t tahmin değerini, y_t gözlem değerini, t zamanı ve n gözlem sayısını ifade etmektedir. Bu değişim ölçüsü gözlem değerlerinin aritmetik ortalamadan ne kadar saptığını göstermesi açısından değişkenlik hakkında bilgi içerir.

3.6.c.ii. Ortalama Hata Kareleri (MSD):

Gerçekleşen değerler ile tahminleri arasındaki hata oranını belirlemek için kullanılır. Bu değerinin sıfır olması oluşturulan modelin tahmin değerleriyle tam olarak örtüşmesi demektir. (3.20)'de belirtildiği şekilde hesaplanır:

$$\frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|^2}{n} \quad (3.20)$$

3.6.c.iii. Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi (MAPE):

Gerçekleşen değer ile tahmin değerlerinin yüzdesel farkının mutlak değerlerinin ortalaması olarak tanımlanır. Matematiksel olarak (3.21)'de belirtildiği şekilde hesaplanır:

$$\frac{\sum |y_t - \hat{y}_t| / y_t}{n} * \%100, \quad y_t \neq 0 \quad (3.21)$$

MAPE, MSD ve MAD'e göre ölçekten bağımsız olduğu ve standart sapmanın yüksek olduğu durumlarda yüzdesel olarak fikir verdiği için tercih edilmektedir. Weatherford ve Kinnes çalışmalarında herhangi bir tarihte bir otel odasına gerçekleşen rezervasyon (y_t), 0 olduğu zaman MAPE sonsuz çıkacağı için araştırmacıya sağlıksız bir sonuç vereceğini belirtmiştir (Weatherford ve Kimes 2003). Bu çalışmada da

kullanılacak zaman serisi analizinde talep sıfıra eşit olduğunda başka bir ifade ile seçilen iki zaman arasında rezervasyon sayısı değişmediğinde MAPE tanımsız olmaktadır. Bu nedenle talebin sıfır olduğu noktalar MAPE hesaplanırken hata analizine dâhil edilmemiştir.



BÖLÜM IV

BULGULAR

Bu bölümde Bölüm III' te bahsedilen senaryolar için Minitab® Statistical Software yazılımı ile elde edilen tahmin yöntemlerine ait bulgular hata analizleri ile birlikte tartışılacaktır. Tüm bulgulara ait grafikler ise Ekler bölümünde paylaşılmıştır.

4.1. Senaryo 1: Zaman Serisi ile Talep Tahmini

Uçuşa kalan süreye göre toplanan veriler için zaman serisi analizi ile tahminde bulunulmuştur. Sefer başına ortalama günlük gelen rezervasyon için tahmin değerleri atanmıştır. En düşük hata ile en iyi tahmini veren günlük değerler kümüle olarak toplulaştırılarak farklı senaryolar için optimum rezervasyon eğrileri çıkarılmıştır.

4.1.a. Pazara Göre Talebin Modellenmesi

Bu bölümde farklı pazarlar için belirlenen zaman serisi modelleri analiz edilmiştir. Bu analiz her bir uçuşa kalan gün için ortalama alınarak oluşturulan talep veri setine uygulanmıştır. Dolayısıyla sefer başına ortalama talep verileri ile oluşturulan rezervasyon eğrileri için zaman serisi analizleri hataları ile irdelenmiştir. Farklı pazarlar için hatalara göre zaman serisi modellerinin sonuçları aşağıda paylaşılmıştır:

Pazar Çeşidi	Zaman Serisi	Parametre Değerleri	Hata Ölçüleri			Tahmin Değerleri		
			MAPE	MAD	MSD	Tahmin	Alt	Üst
Monopol	MA	n=2	27,959	0,049	0,022	1,945	1,657	2,232
	MA	n=3	26,673	0,054	0,021	2,07	1,783	2,356
	MA	n=7	29,952	0,073	0,033	1,929	1,571	2,287
	SES	$\alpha=0,05$	47,481	0,137	0,103	0,993	0,657	1,33
	SES	$\alpha=0,2$	30,65	0,074	0,034	1,737	1,557	1,918
	SES	$\alpha=0,60$	27,644	0,049	0,021	1,69	1,569	1,811
	SES	$\alpha=0,95$	32,042	0,046	0,023	1,218	1,104	1,331
	DES	$\alpha=0,32, \gamma=0,04$	135,85	0,063	0,023	2,002	1,847	2,156
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,05$	53,252	0,048	0,024	1,235	1,117	1,352
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,02$	51,522	0,048	0,024	1,235	1,117	1,353
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,01$	49,96	0,048	0,024	1,231	1,112	1,35
	ARIMA	p=0, d=1, q=2	29,426	0,245	0,02	2,492	2,212	2,772
	ARIMA	p=1, d=1, q=0	28,991	0,05	0,021	2,135	1,848	2,422
Oligopol	MA	n=2	23,448	0,045	0,026	2,283	1,967	2,598
	MA	n=3	23,449	0,048	0,027	2,201	1,881	2,522
	MA	n=7	22,738	0,061	0,042	1,69	1,29	2,09
	SES	$\alpha=0,05$	42,634	0,113	0,09	0,818	0,542	1,094
	SES	$\alpha=0,2$	25,821	0,061	0,041	1,603	1,454	1,752
	SES	$\alpha=0,57$	24,16	0,046	0,027	1,915	1,803	2,026
	SES	$\alpha=0,95$	26,721	0,043	0,031	1,509	1,404	1,613
	DES	$\alpha=0,14, \gamma=0,14$	408,233	0,063	0,036	1,803	1,649	1,958
	DES	$\alpha=0,05, \gamma=0,95$	564,135	0,075	0,035	1,993	1,808	2,177
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,05$	116,353	0,043	0,032	1,552	1,446	1,658
	DES	$\alpha=0,33, \gamma=0,01$	94,928	0,044	0,031	1,525	1,417	1,632
	DES_ExpTrend	$\alpha=0,33, \gamma=0,0001$	61,28	0,051	0,023	2,345	0,672	4,055
	ARIMA	p=1, d=1, q=0	25,3	0,046	0,025	2,741	2,431	3,052

Toplam	MA	n=2	21,617	0,043	0,023	2,176	1,878	2,474
	MA	n=3	21,082	0,047	0,023	2,16	1,861	2,458
	MA	n=7	21,535	0,063	0,037	1,765	1,39	2,141
	SES	$\alpha=0,05$	43,144	0,12	0,091	0,873	0,578	1,168
	SES	$\alpha=0,2$	23,718	0,064	0,037	1,645	1,489	1,801
	SES	$\alpha=0,56$	20,539	0,044	0,024	1,858	1,75	1,966
	SES	$\alpha=0,95$	22,012	0,04	0,027	1,417	1,319	1,515
	DES	$\alpha=0,13, \gamma=0,13$	477,915	0,067	0,032	1,831	1,667	1,995
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,50$	212,177	0,041	0,038	0,962	0,862	1,061
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,05$	154,904	0,041	0,028	1,452	1,352	1,551
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,02$	136,74	0,041	0,028	1,439	1,338	1,541
	DES	$\alpha=0,95, \gamma=0,01$	130,909	0,042	0,027	1,432	1,33	1,534
	ARIMA	p=1, d=1, q=0	260,39	0,045	0,022	2,744	2,452	3,036

Tablo 4.1. Farklı Pazarlar için Zaman Serisi Analizi Sonuçları

Tablo 4.1.'deki analiz sonuçlarına göre monopol piyasalar için MA, SES ve ARIMA modelleri sırasıyla MAPE, MAD ve MSD' e göre ana veriye en iyi fit eden tahminleri vermiştir. İncelenen tüm hata türlerini minimize eden model ise α katsayısı optimal olarak belirlenen SES modelidir. SES modeli için optimum parametre değerinin $\alpha= 0,6 > 0,5$ olması seviye için tahmin modelinin yeterli olduğunu ve bu model trendi de içerdiği için DES modeli ile trend için ayrı bir tahmin değeri atamaya gerek bulunmadığını ifade etmektedir. Aynı zamanda tahmin değerinin son gerçekleşen değere bağımlılığının yüksek olmakla beraber geçmiş değerlere de bağımlılığının bulunduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla havayolu şirketine monopol piyasalar için tavsiye edilen tahmin modeli 0,6 parametre değeri ile SES modelidir.

Oligopol piyasalar için ise MA, SES ve DES modelleri ana veriyle uyumlu tahminleri vermiştir. Tüm hata ölçüleri ortak olarak incelendiğinde ise SES modeli en düşük hata ile sonuç vermiştir. SES modelinin parametre değerinin 0,57 olması monopol piyasalarda olduğu gibi trendi içerdiğini ve geçmişte gerçekleşen talep

değerlerine de ağırlık verdiğini ifade etmektedir. Oligopol piyasalar için α değerinin monopol piyasalara göre daha düşük olması uçuşa kalan zaman azaldıkça artan talebin miktarının geçmiş değerlerden farklılaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu sonuç, monopol piyasalarla karşılaştırıldığında oligopol piyasalar için tahmin değerinin geçmiş verilere bağımlılığının monopol piyasalara göre daha düşük olduğunu ifade etmektedir. Oligopol piyasalar için uçuşa kalan zaman azaldıkça talep, monopol piyasalara göre daha çok farklılaşmaktadır. Dolayısıyla oligopol piyasaların aksine monopol piyasalarda uçuşa daha fazla zaman kala talebi öngörmek mümkündür. Bu durum oligopol piyasalarda talebin daha kırılğan yapıda olduğunu doğru tahminlemenin öneminin gelen talebi olumlu etkilediğini doğrulamaktadır. Oligopol piyasalar için 0,57 parametre katsayısı ile SES modeli önerilecektir.

Tüm pazarlar toplam olarak incelendiğinde ise MAPE ve MAD'nin en düşük olduğu model SES modelleri iken ARIMA(1,1,0) modeli MSD'e göre en düşük hatayı vermiştir. Toplam pazarlar için tüm hatalar kendi içerisinde tutarlı olarak incelendiğinde ise SES modelinin 0,56 parametre değeri ile veri ile uyumlu sonuçlar vermiştir. Toplam piyasalar için bu sonuç, monopol ve oligopol piyasalarda veri ile en uyumlu sonucun SES modeli olması ile örtüşmektedir.

Uygulamada güvenilirliği, kullanılabilirliği ve anlaşılabilirliğinin nedeniyle tercih edilen SES modellerinin elimizdeki veride de tüm piyasalar için en iyi sonuçları vermesi beklentilerimizle tutarlıdır. Aynı zamanda monopol ve oligopol piyasalar için trendi de dikkate alan yaklaşık olarak 0,6 parametre değerini alması da bu sonucun tüm piyasalar için tutarlı olduğunu göstermektedir. Sonuçlar doğrultusunda havayolu firmasının faaliyet gösterdiği tüm piyasalar için 0,6 parametre değeri ile SES modellemesi ile tahmin sunan bir sistem önerilecektir.

4.1.b. Zamana Göre Talebin Modellenmesi

Bu bölümde uçuşa kalan süre, farklı zaman aralıkları için dakikalık, saatlik ve günlük olarak analiz edilmiştir. Zamana göre bölümlendirme 0-1 gün, 2-8 gün ve 8-144 gün olarak yapılmıştır. Bölüm 4.1.a.'da 0-144 gün için toplam pazarlar için yapılan zaman serisi analizi 8-144 gün arasını kapsadığından bu başlık altında tekrar paylaşılmamıştır. 0-1 gün için dakika kırılımında incelenen veri sezonsallık içermekle beraber sezon uzunluğu (1440 dakika) incelenen dönem (2879 dakika) için çok büyük olduğundan veriyi sezonsallıktan arındırmak anlamlı sonuçlar vermemiştir. Bu nedenle dakikalık veri sezonsallıktan arındırılmadan analiz edilmiştir. 2-8 gün arasında saatlik olarak gelen rezervasyon verisi ise sezonsallık içerdiğinden sezonsallıktan arındırılarak tahmin uygulanmıştır. Bir sonraki dönem için tahmin değerleri ilgili sezon katsayıları ile çarpılarak verilmiştir. Uçuşa kalan süreye göre zaman serisi analizi sonuçları aşağıda paylaşılmıştır:

Zaman Aralığı	Zaman Serisi	Parametre Değerleri	Hata Ölçüleri			Tahmin		
			MAPE	MAD	MSD	Tahmin	Alt	Üst
0-1 Gün (Dakika)	MA	n=2	80,325	0,0011	0	0,0003	-0,0025	0,0031
	MA	n=3	76,850	0,0010	0	0,0002	-0,0024	0,0028
	MA	n=7	72,830	0,0010	0	0,0001	-0,0023	0,0025
	SES	$\alpha=0,05$	70,219	0,0009	0	0,0002	-0,0021	0,0024
	SES	$\alpha=0,2$	71,958	0,0009	0	0,0001	-0,0022	0,0024
	SES	$\alpha=0,047$	70,224	0,0009	0	0,0002	-0,0021	0,0024
	SES	$\alpha=0,95$	89,527	0,0012	0	0,0006	-0,0025	0,0036
	DES	$\alpha=0,04,$ $\gamma=0,0005$	70,349	0,0009	0	0,0002	-0,0020	0,0025
	DES	$\alpha=0,05,$ $\gamma=0,05$	71,066	0,0009	0	-0,0006	-0,0028	0,0017
	DES	$\alpha=0,02,$ $\gamma=0,02$	70,417	0,0009	0	-0,0002	-0,0024	0,0021
	DES	$\alpha=0,2,$ $\gamma=0,02$	72,293	0,0009	0	0,0000	-0,0023	0,0023
	ARIMA	p=1, d=1 , q=2	70,059	0,0009	0	0,0001	-0,0022	0,0024
2-8 Gün (Saat)	MA	n=2	13,090	0,0066	0,0001	0,1016	0,0848	0,1185
	MA	n=3	14,326	0,0073	0,0001	0,1033	0,0846	0,1220
	MA	n=7	22,317	0,0116	0,0002	0,0852	0,0576	0,1128
	SES	$\alpha=0,05$	23,977	0,0127	0,0002	0,0738	0,0428	0,1048
	SES	$\alpha=0,9$	12,527	0,0063	0,0001	0,1024	0,0870	0,1178
	SES	$\alpha=0,85$	12,496	0,0063	0,0001	0,1023	0,0869	0,1177
	SES	$\alpha=0,95$	12,570	0,0063	0,0001	0,1025	0,0870	0,1180
	DES	$\alpha=0,85,$ $\gamma=0,02$	12,851	0,0064	0,0001	0,1033	0,0875	0,1190
	DES	$\alpha=0,9,$ $\gamma=0,01$	12,739	0,0064	0,0001	0,1030	0,0874	0,1186
	DES	$\alpha=0,80,$ $\gamma=0,05$	12,826	0,0064	0,0001	0,1041	0,0884	0,1198
	DES	$\alpha=0,95,$ $\gamma=0,01$	12,791	0,0064	0,0001	0,1030	0,0873	0,1187
	ARIMA	p=1, d=1 , q=2	25,786	0,0152	0,0000	0,1051	0,0906	0,1196

Tablo 4.2. Farklı Zaman Aralıkları için Zaman Serisi Analizi Sonuçları

Tablo 4.2.'deki analiz sonuçları Tablo 4.1'deki sonuçlar ile örtüşmektedir. Farklı uçuşa kalan zaman aralıkları için SES modeli incelenen tüm hata türlerini minimize eden sonucu vermiştir.

Uçuşa kalan zaman 0-1 gün iken, dakikalık veriye uygulanan ARIMA modeli MAPE'ı minimize etse de α katsayısı optimal olarak belirlenen SES modeli veriye en uygun sonucu vermiştir. SES modeli için $\alpha=0,047$ olması ana verinin trend içermediğini ifade etmektedir. Uçuşa kalan zaman 0-1 gün iken $\alpha=0,047$ olması tahmin değerinin son tahminlenen talepten çok farklılaştığını ve trendin bulunmadığını ifade etmektedir. Bu durum 0-1 gün arası gelen talebi dakikalık inceleyerek tahminde bulunmanın tutarlı olduğunu ifade etmektedir.

2-8 gün arası uçuşa saatlik gelen rezervasyonlar için ARIMA modeli MSD'yi minimize etmekle beraber diğer tüm hata türleri birlikte incelendiğinde $\alpha=0,85$ değeri ile SES modeli veriye en uyumlu sonucu vermiştir. Saatlik veri için α değerinin 0,85 olması tahmin değerinin son tahmin değerine bağımlılığının yüksek olduğunu ifade etmektedir. Bu sonuç, uçuşa kalan süre 0-1 gün olması durumunda incelenen dakikalık veriden oldukça farklılaşmaktadır. Parametre değerlerinin bu derecede farklılaşması ve dolayısıyla zaman serilerindeki bu davranış değişikliği zamana göre dakika kırılımı yapmanın makul olduğunu ifade etmektedir.

4.2. Senaryo 2: Regresyon ile Talep Tahmini

Regresyon analizi için açıklanan değişken olarak uçuşa kalan zaman seçilmiştir. Uçuşa kalan zaman dakikalık olarak ele alınmış farklı pazarlar için uçuşa kalan zamanı etkileyen faktörlere ait analiz sonuçları aşağıda paylaşılmıştır:

Pazar Çeşidi	Değişkenler	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Monopol	Sabit Terim	-150892	7949	-18,98	0		
	YolcununGorduguUcret	-70,74	2,21	-31,98	0	2,21	
	SeferSayısı	2903	123	23,6	0	1,93	
	UcusSuresi	768803	98665	7,79	0	1,15	
	SaatAraligi(Seg)						
		0900-1200	2664	566	4,7	0	1,52
		1200-1700	3262	443	7,37	0	1,86
		1700-2100	-236	544	-0,43	0,664	1,56
		2100-0000	-15447	720	-21,44	0	1,5
	BiletOzellik						
		ozel	-12172	1034	-11,77	0	1,38
		promosyon	14804	468	31,62	0	2
	HaftaninGunu(IU)						
		2	-243	657	-0,37	0,711	1,99
		3	9239	644	14,35	0	1,81
		4	1873	626	2,99	0,003	1,8
		5	10541	596	17,67	0	1,79
		6	1452	646	2,25	0,025	1,94
		7	1326	599	2,21	0,027	1,98
	HaftaninGunu(Rez)						
		2	4521	524	8,62	0	1,61
		3	1996	542	3,68	0	1,56
		4	1579	561	2,81	0,005	1,51
		5	726	546	1,33	0,183	1,56
		6	7186	656	10,96	0	1,34
		7	9720	686	14,18	0	1,3
	YolculukTuru						
		GD	-624	487	-1,28	0,2	2,24
		TY	-15954	546	-29,24	0	2,29
		SSE=31310,5	R ² =0,1966	adj R ² =0,1961			

Tablo 4.3. Monopol Piyasalar için Regresyon Analizi Sonuçları

Monopol piyasalar için Tablo 4.3.'te yapılan regresyon sonuçları incelendiğinde yolcunun gördüğü ücret arttıkça uçuşa kalan zaman azalmaktadır. Bu durum gelir

yönetimi gereği uçuş zamanı yaklaştıkça ücretin artması nedeniyle tutarlıdır. Sefer sayısı ise uçuşa kalan zaman aynı yönlü ilişkiye sahip çıkmıştır. Yani sefer sayısı arttıkça uçuşa kalan zaman da artmaktadır. Bu durum sefer sayısı uçuşlar gerçekleştikçe başka bir ifade ile uçuşa kalan zaman azaldıkça azalacağından beklentilerimizle tutarlıdır. Uçuş süresi de uçuşa kalan zamanı doğru orantılı olarak etkilemektedir. Dolayısıyla uçuş süresi fazla olan seferler için uçuşa daha fazla zaman kala rezervasyon geldiği sonucuna varılarak havayoluna bu uçuşlar için internet satış kanalında en uygun zamanda en uygun ücretin gösterilmesinin uçuş süresi kısa olan uçuşlara göre öneminin büyük olduğu iletilecektir. Yolcunun uçmak istediği saat aralıklarının uçuşa kalan zamana etkisi birbirinden farklılaşmıştır. Örneğin, 21:00'den sonra gerçekleşen akşam uçuşları uçuşa kalan zamanı azaltmakta iken sabah uçuşları uçuşa kalan zamanı artırmaktadır. Bu nedenle havayolu şirketine akşam uçuşları için talebin uçuşun kalkışına göre daha erken dönemlerde geldiği ve sabah uçuşları için bu durumun tersi olduğu bilgisi verilecektir. Bilet özelliği ise uçuşa kalan zamanı promosyon olması durumunda artırmaktadır. Bu durum özellikle kampanyaların ve kampanyalı sınıfların uçuşa çok uzun zaman kala yapılması nedeniyle tutarlıdır. Sefer satışa ilk açıldığında genellikle promosyon sınıflardan satışa başlamaktadır. Bilet özelliğinin özel olması durumunda ise uçuşa kalan zaman azalmaktadır. Bu sonuç özel biletlerin özellikle uçuşa çok kısa süre kala geldiğini ifade etmektedir. Yolcunun rezervasyon gerçekleştirdiği ilk uçuş tarihinin Salı dışında bir güne denk gelmesi uçuşa kalan zamanı artırmaktadır. Özellikle Cuma ve Çarşamba gününe gelmesi uçuşa kalan zamanı daha da artırmaktadır. Bu bulgu Cuma ve Çarşamba günü olan seferlere talebin uçuşa daha uzun süre kala geleceğini dolayısıyla fiyat ayarlamasının bu öngörüyle yapılmasını önermektedir. Rezervasyonun gerçekleştiği gün incelendiğinde ise Cuma günü dışındaki günler arttıkça uçuşa kalan zaman artmaktadır. Ağırlık olarak

incelendiğinde ise hafta sonu günleri arttığında uçuşa kalan süre daha da artmaktadır. Bu durum uçuşa daha uzun zaman kala özellikle hafta sonu rezervasyon yaptırıldığını ifade etmektedir. Yolculuk türünün tek yön olması ise uçuşa kalan zamanı azaltmaktadır. Bu sonuç uçuşa kalan zaman azaldıkça tek yön yolculukların arttığını ifade etmektedir. Havayolu şirketine uçuşa uzun zaman kala gidiş dönüş kampanyalar yapılarak talebin daha uzun süre önce öngörülebileceği önerisi sunulacaktır. Tüm değerlendirmeler, belirlenen açıklayıcı değişkenlerin katsayıları, $p < 0,05$ kriteri incelenerek istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları sonucuna göre yapılmıştır. Aynı zamanda regresyon modelinde $VIF > 5$ kriteri dikkate alınarak birbirleri ile ilişkili değişkenler modelden çıkarılmış ve çoklu eş doğrusallık kontrol edilmiştir. Örneğin, yolcunun bilet için ödediği toplam miktar bilet fiyatı ile ilişkili çıktığı için modele dâhil edilmemiştir.

Monopol piyasalar için regresyon modelinde Tablo 4.3.'deki değişkenler ile varyansın yaklaşık %20'sini açıklanmaktadır. Bu çalışma kapsamında Tablo 3.2.'deki açıklayıcı değişkenlere ait veriler elde edilebilmiştir. Modele anlamlı yeni açıklayıcı değişkenler eklenmesi modelin açıklanan varyansını artıracaktır.

Pazar Çeşidi	Değişkenler		Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Oligopol	Sabit Terim		7466	1316	5,67	0		
	YolcununGorduguUcret		-92,75	2,2	-42,16	0	2,86	
	RakipUcret		-86,38	2,96	-29,19	0	1,68	
	RakipSeferSayisi		4547	215	21,19	0	1,47	
	UcusSuresi		783788	17303	45,3	0	1,48	
	SaatAraligi(Seg)							
		0900-1200		4177	510	8,19	0	1,29
		1200-1700		-6296	362	-17,4	0	1,69
		1700-2100		519	336	1,55	0,122	1,39
		2100-0000		-13141	443	-29,65	0	1,23
	BiletOzellik							
		ozel		-14622	692	-21,12	0	1,62
		promosyon		23401	369	63,37	0	2,19
	HaftaninGunu(IU)							
		2		-123	663	-0,19	0,853	3,14
		3		7640	686	11,13	0	3,41
		4		6465	649	9,95	0	3,63
		5		10391	601	17,3	0	3,84
		6		4157	620	6,71	0	3,84
		7		921	646	1,42	0,154	2,56
	HaftaninGunu(Rez)							
		2		-13	415	-0,03	0,976	1,66
		3		-1302	422	-3,08	0,002	1,63
		4		-2714	432	-6,28	0	1,6
		5		-1396	440	-3,17	0,002	1,57
		6		1020	489	2,08	0,037	1,42
		7		4985	488	10,22	0	1,42
	HaftaninGunu(Seg)							
		2		-4088	623	-6,57	0	2,85
		3		-8578	670	-12,8	0	3
		4		-7134	649	-10,99	0	2,96
		5		1008	590	1,71	0,088	2,92
		6		772	580	1,33	0,183	3,15
		7		16828	551	30,53	0	2,91
	YolculukTuru							
		GD		-1062	487	-2,18	0,029	3,88
		TY		-1240	513	-24,19	0	4
		2						
		SSE=32727,7	R ² =0,3574	adj R ² =0,3571				

Tablo 4.4. Oligopol Piyasalar için Regresyon Analizi Sonuçları

Oligopol piyasalar için Tablo 4.4.'teki regresyon sonuçları incelendiğinde yolcunun gördüğü ücret ve rakibin ücreti arttıkça uçuşa kalan zaman azalmaktadır. Uçuş zamanı yaklaştıkça havayolu şirketi ve rakip daha yüksek ücretler göstermekte ancak rakibin ücreti havayolu şirketine göre uçuşa zamanı yaklaştıkça büyüklük olarak daha az artmaktadır. Rakip sefer sayısı ise monopol piyasalardaki sefer sayısı değişkeni ile aynı doğrultuda uçuşa kalan zaman ile doğru orantıya sahip çıkmıştır. Bu durumda rakip sefer sayısı arttıkça uçuşa kalan zaman da artmaktadır. Rakibin sefer sayısının uçuşa uzun zaman kala yüksek olması, rakibe ait uçuşlar henüz gerçekleşmediğinden mantıklıdır. Uçuş süresi monopol piyasalarda olduğu gibi uçuşa kalan zamanı aynı yönlü olarak etkilemektedir. Oligopol piyasalar için de uçuş süresi uzun uçuşlarda daha erken rezervasyon geldiği göz önüne alınarak fiyatlandırma yapılmalıdır. Uçuşun gerçekleştiği saat aralıkları incelendiğinde 9:00-12:00 arası seferler arttıkça uçuşa kalan zamanı artarken 12:00-17:00 ve 21:00-00:00 saat dilimindeki seferler arttıkça uçuşa kalan zaman azalmaktadır. Bu durumda rekabet olan seferlerde sabah saatlerine olan talep uçuşa uzun zaman kala daha fazla iken öğle saatlerindeki seferlere olan talep uçuşa kalan zaman azaldıkça artmaktadır. Bilet özelliği monopol piyasalarda olduğu gibi promosyon ise uçuşa kalan zamanı artırırken özel ise azaltmaktadır. Yolcunun seyahat rotasında bulunan ilk uçuşunun haftanın günü olarak Salı dışında bir gün gerçekleşiyorsa uçuşa kalan zaman artmaktadır. Monopol piyasalarda olduğu gibi Cuma günü gerçekleşen seferlere olan talep uçuşa daha uzun zaman kala daha fazladır. Cuma günü pazar çeşidinden bağımsız olarak uçuşa olan zaman fazla iken uçak seferlerine olan talep fazla olmaktadır. Yolcuların rezervasyon yaptıkları gün incelendiğinde ise Pazar günü sayısı arttıkça uçuşa kalan zaman diğer günlerden farklı olarak belirgin bir şekilde sefere olan zaman artmaktadır. İnternet üzerinden rekabet olan seferlerde erken rezervasyon yatan yolcular genellikle Pazar günü

rezervasyonlarını gerçekleştirmektedir. Yolculuk türünün tek yön veya gidiş dönüş olması ise uçuşa kalan zamanı azaltmaktadır. Bununla birlikte yolculuk eğer tek yön ise gidiş dönüş yolculuğa göre uçuşa kalan zamanı daha çok azaltmaktadır. Bu sonuca göre rekabet olan pazarlarda yolcular uçuş zamanı yaklaştıkça daha çok tek yön bilet almaya başlamaktadır. Rekabet olan pazarlarda açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişki $VIF > 5$ kriteri ile değerlendirilmiş birbirleri ile ilişkili değişkenler modele dâhil edilmemiştir. Aynı zamanda oligopol piyasalar için açıklayıcı değişkenlere ait katsayıların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı $p < 0,05$ kriteri göz önünde bulundurularak incelenmiştir.

Oligopol piyasalar için modelin açıklayıcılığı monopol piyasalara göre çok daha yüksek çıkmıştır. Oligopol piyasalar için Regresyon modelinin varyansın %36'sını açıklaması uçuşa kalan zamanı etkileyen faktörlere ait sonucun daha güvenilir olduğunu ifade etmektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında talep tahmini yapmak isteyen bir şirket için hangi türden bir tahminlemenin yapılacağı, hangisinin daha yakın sonuç vereceği farklı pazarlarda ve rakip verileri de eklenerek analiz edilmiştir. Analizler talebin gelişiminin zamana bağlı farklılaşması nedeniyle zamana göre bölümlendirilerek ele alınmıştır. Uçuşa kalan zaman sadece gün yerine farklı zaman aralıkları için saat ve dakika kırılımında incelendiğinde veri ile daha uyumlu sonuçlar elde edilmiştir. İleriki çalışmalarda sadece 2-8 gün arası değil tüm zaman aralığı saat kırılımında incelenerek sonuçlar karşılaştırılabilir. Bu çalışmada zamana göre bölümlendirme pratikte gözlemlenen değerlere göre yapılmıştır. Daha sonraki çalışmalar için zaman serisi ile tahmin, zaman serisi ile regresyon analizi ile yapılarak yapısal değişikliğin belirlenen zaman aralıklarında olup olmadığı ya da hangi zaman aralıklarında olması gerektiği incelenebilir. Zaman serisi analizi ile rekabet olan ve olmayan pazarlar ayrıştırıldığında minimum hatayı veren veri ile en uyumlu sonuç birbirine yakın çıkmıştır. Bu durum elde edilen sonucun tüm pazarlar için genellenebileceğini ifade etmektedir. Regresyon analizinde ise pazar çeşidine göre yapılan analiz sonucuna göre rekabet olan pazarlarda modelin açıklayıcılığı daha yüksek çıkmıştır. Bu durumun modelin açıklayıcı değişken sayısının oligopol pazarlarda daha fazla olmasından kaynaklandığı öngörülmüştür. Monopol piyasalar için de anlamlı açıklayıcı değişkenler bulunarak modele eklendiğinde modelin açıklayıcılığı artacaktır.

Oligopol rotalar için ise havayolunun konsantrasyon seviyesi farklı seçilmiş, ancak rekabet dolayısıyla pazardaki baskınlık seviyesi için bu ilişkinin olup olmadığı incelenmek üzere daha sonraki çalışmalara bırakılmıştır.

Havayollarının veri gizliliği nedeniyle gerçek verilerini paylaşmak istememeleri, çalışmada verilerin manipüle edilmesi zorunluluğunu doğurmuştur. Bu çalışma genel fotoğraf ile ilgili bilgi vermesine rağmen manipüle edilmemiş verilerle tekrarlanması çalışmanın doğruluğunu artıracaktır.

Verilerin daha önceki dönemlere ait politika ve pazar şartlarına ait olması nedeniyle çalışmanın güncel veriler ile tekrarlanması daha doğru sonuçlar verecektir. Daha sonraki çalışmalar için talebin incelendiği zaman diliminin artırılması çalışmanın daha kapsamlı ve genel sonuçlar vermesi sağlanacaktır. Aynı zamanda ileride yapılacak çalışmalarda fiyat değişikliği yapılan saatin toplam gelen rezervasyonları nasıl etkilediğinin incelendiği ikinci bir regresyon modeli ortaya konularak da çalışmanın kapsamı genişletilebilecektir. Bu tez pratikte bir değer üretmesi bakımından da aynı alandaki sonraki çalışmalara örnek teşkil edecektir.

KAYNAKÇA

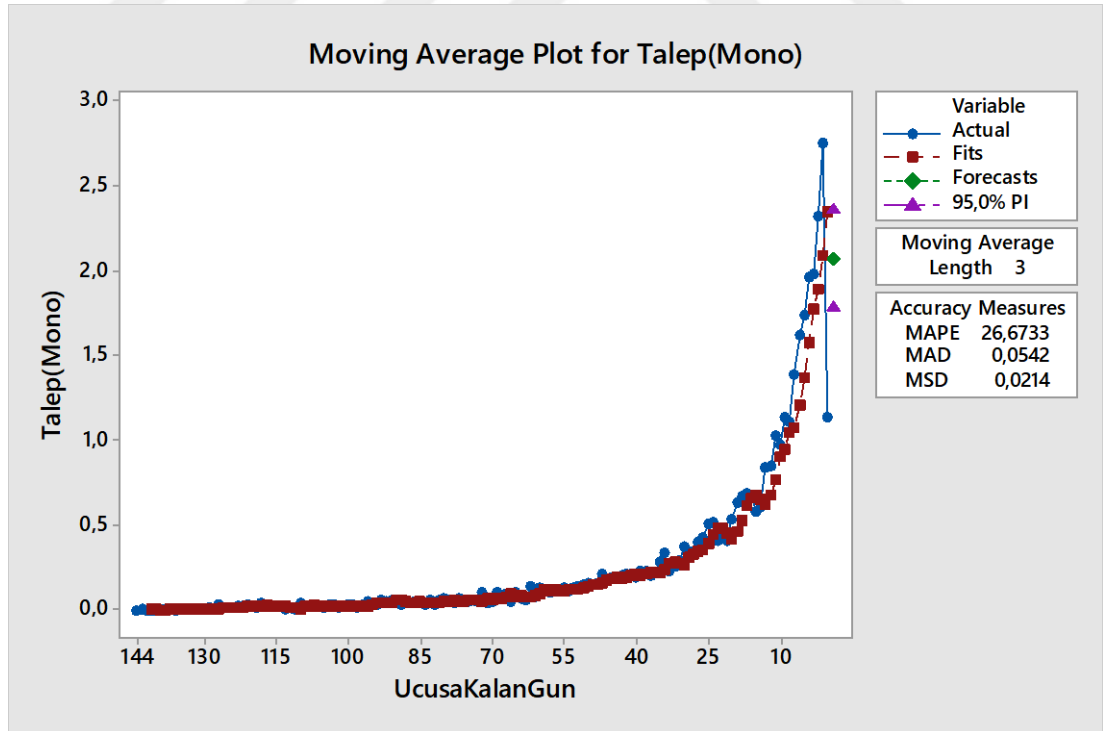
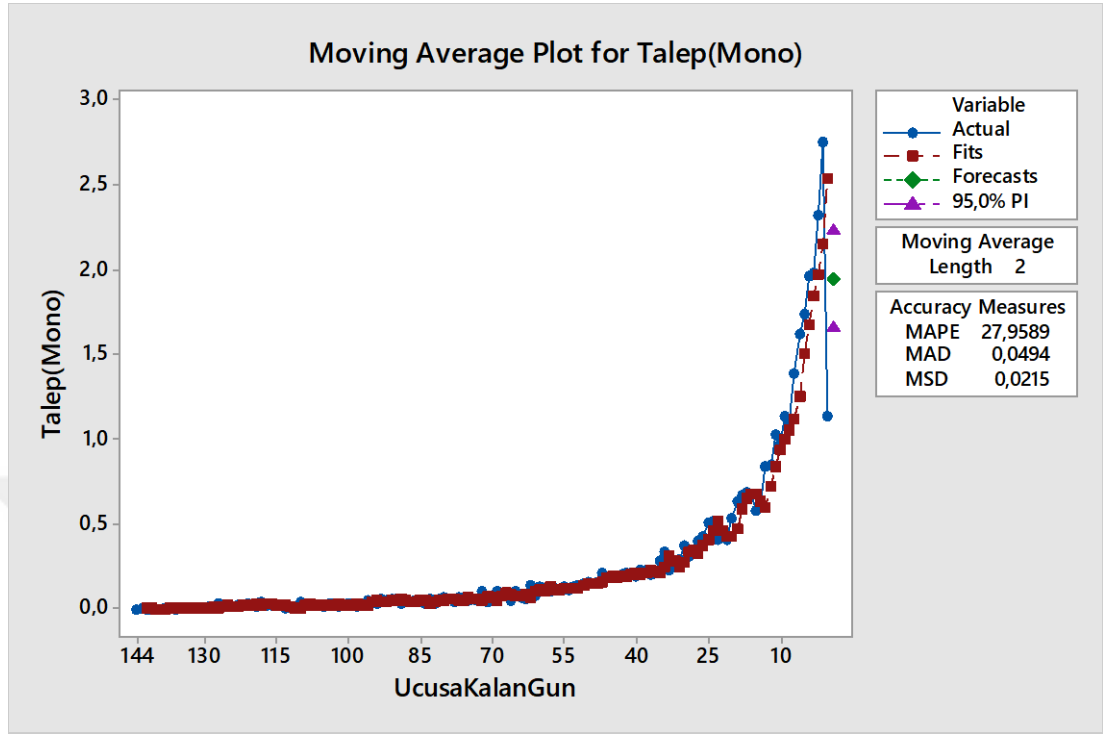
- "A comparison of forecasting methods for hotel revenue management." *International Journal of Forecasting*, 2003: 401-415.
- Belobaba, Peter. "Fundamentals of pricing and revenue management." In *The Global Airline Industry*, by Peter Belobaba, Amedeo Odoni and Cynthia Barnhart, 73. John Wiley & Sons, 2009.
- Belobaba, Peter P. "Application of a Probabilistic Decision Model to Airline." *Operations Research* 37, no. 2 (1989): 183-197.
- Bodea, Tudor, and Mark Ferguson. *Segmentation, Revenue Management and Pricing Analytics*. Routledge, 2014.
- Boer, Sanne V. de, Richard Freling, and Nanda Piersma. "Mathematical programming for network revenue management revisited." *European Journal of Operational Research*, 2002: p72, 2 p.
- Boyd, E. Andrew, and Royce Kallesen. "The science of revenue management when passengers purchase the lowest available fare." *Journal of Revenue & Pricing Management*, 2004: 171-177.
- Brueckner, Jan K. "Network Structure and Airline Scheduling." *Journal of Industrial Economics*, 2004: 291-312.
- Brumelle, S.L, and J. I McGill. "Airline Seat Allocation with Multiple Nested Fare." *Operations Research*, no. 41 (1993): 127-137.
- Chen, S, G Gallego, MZF Li, and B Lin. "Optimal seat allocation for two-flight problems with a flexible demand segment." *European Journal of Operational Research*, 2010: 897-908.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi. *2016 DHMİ Havalimanı Ücret Tarifeleri*. Pazarlama ve Ücret Dairesi Başkanlığı, 2016, 9-10.
- Devlet Hava Meydanları İşletmesi. *Havacılık Terimleri Sözlüğü*. Ankara: APK Daire Başkanlığı, 2011.
- Fageda, Xavier, and Ricardo Flores-Fillol. "On The Optimal Distribution Of Traffic Of Network Airlines." *European Economic Review*, 2012: 1164-1179.
- Farnum, N.R., and L.W. Stanton. "Quantitative Forecasting Methods." 1989.
- Feng, Youyi, and Baichun Xiao. "Optimal Policies of Yield Management with Multiple Predetermined Prices." *Operations Research*, 2000: 332 - 343.
- Giaume, Stephanie, and Sarah Guillou. "Price discrimination and concentration in European airline markets." *Journal of Air Transport Management*, 2004: 305-310.

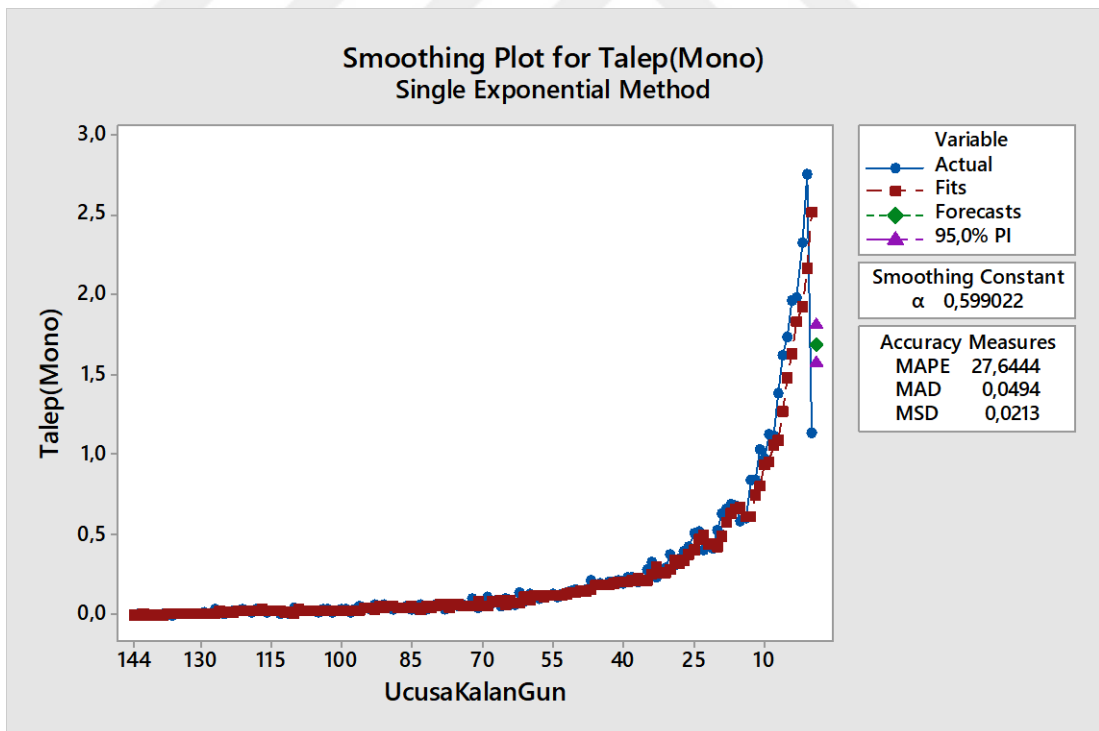
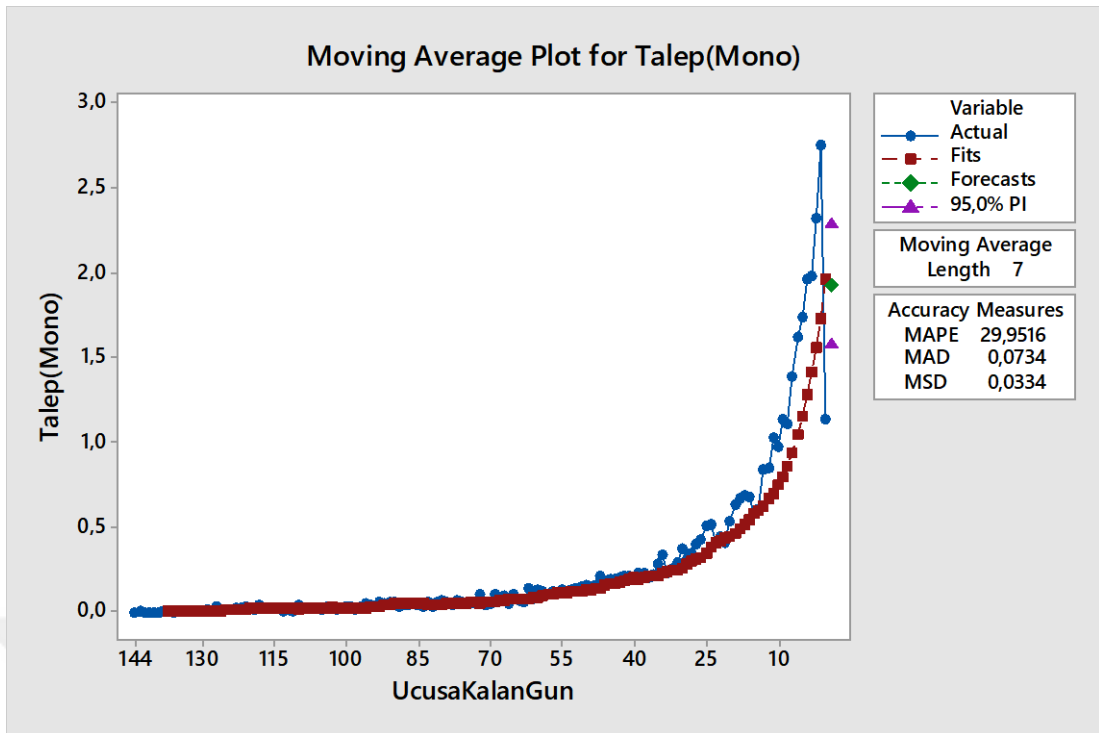
- Gillen, David, and Tim Hazledine. "The New Price Discrimination and Pricing in Airline Markets: Implications for Competition and Antitrust." *XIV Pan-American Conference of Traffic & Transportation Engineering*. Las Palmas de Gran Canaria, 2006.
- Hazledine, Tim. "Oligopoly and Price Discrimination: theory and application to airline." Mart 2005.
- Ionescu, L., C. Gwiggner, and N. Kliewer. "Data Analysis of Delays in Airline Networks." *Business & Information Systems Engineering*, 2016: 119-133.
- Jonathan, D. Cryer, and Chan Kung-Sik. *Time Series Analysis With Applications in R*. New York: Springer Science Business Media, 2008.
- Kotrba, Bill. "Yieldable Versus Priceable – What Does It Mean and Who Cares?" *Hotel Business Review*, 11 20, 2011.
- Lai, Kin-Keung, and Wan-Lung Ng. "A stochastic approach to hotel revenue optimization." *Computers and Operations Research*, 2005: 1059-1072.
- Lautenbacher, Conrad J, and Shaler Stidham. "The Underlying Markov Decision Process in the Single-Leg Airline Yield-Management Problem." *Transportation Science*, 1999: 136-146.
- Littlewood, Ken. "Special Issue Papers: Forecasting and control of passenger bookings." *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2005: 111-123.
- Makridakis, Spyros G., Steven C. Wheelwright, and Rob J. Hyndman. *Forecasting Methods and Applications*. Wiley, 1997.
- Microsoft. *Microsoft Office "Düşey ara işlevi"*. 2013. <https://support.office.com/tr-tr/article/d%C3%9C%C5%9Eeyara-i%C5%9Flevi-0bbc8083-26fe-4963-8ab8-93a18ad188a1> (accessed 03 14, 2018).
- Minitab Inc. "Coefficients table for Fit Regression Model." *Minitab 17 Support*. Minitab Inc, 2010.
- . "What are MAPE, MAD, and MSD?" *Getting Started with Minitab 17*. Minitab Inc., 2010.
- Moller, Andris, Werner Romisch, and Klaus Weber. "Airline Network Revenue Management by Multistage Stochastic Programming." *Computational Management Science*, 2008: 355-77.
- Munyar, Vahap. "Hintli'ye uçak mutfağı sattı, Pakistan'a koltuk satışını kıl payı kaçırdı." *Hürriyet*, 4 24, 2017.
- Neter, John, Christopher J. Nachtsheim, and Michael H. Kutner. *Applied Linear Regression Models*. New York: McGraw-Hill, 2004.
- Pereira, Luis Nobre. "An introduction to helpful forecasting methods for hotel revenue management." *International Journal of Hospitality Management*, 2016: 13-23.

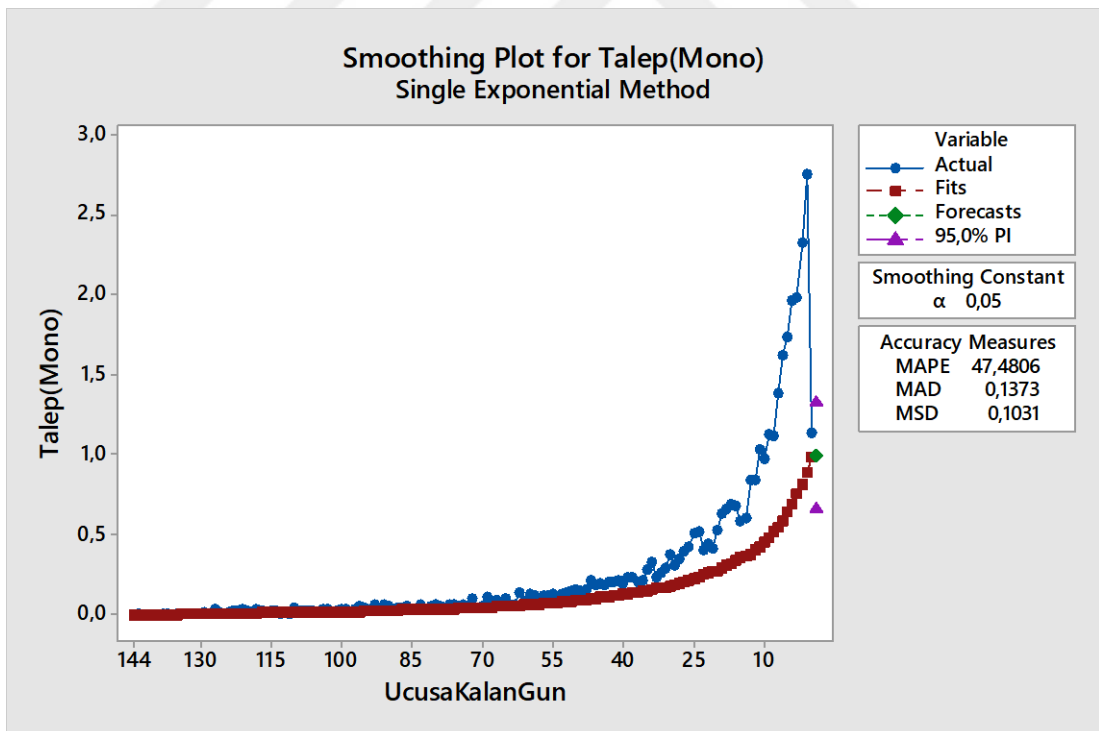
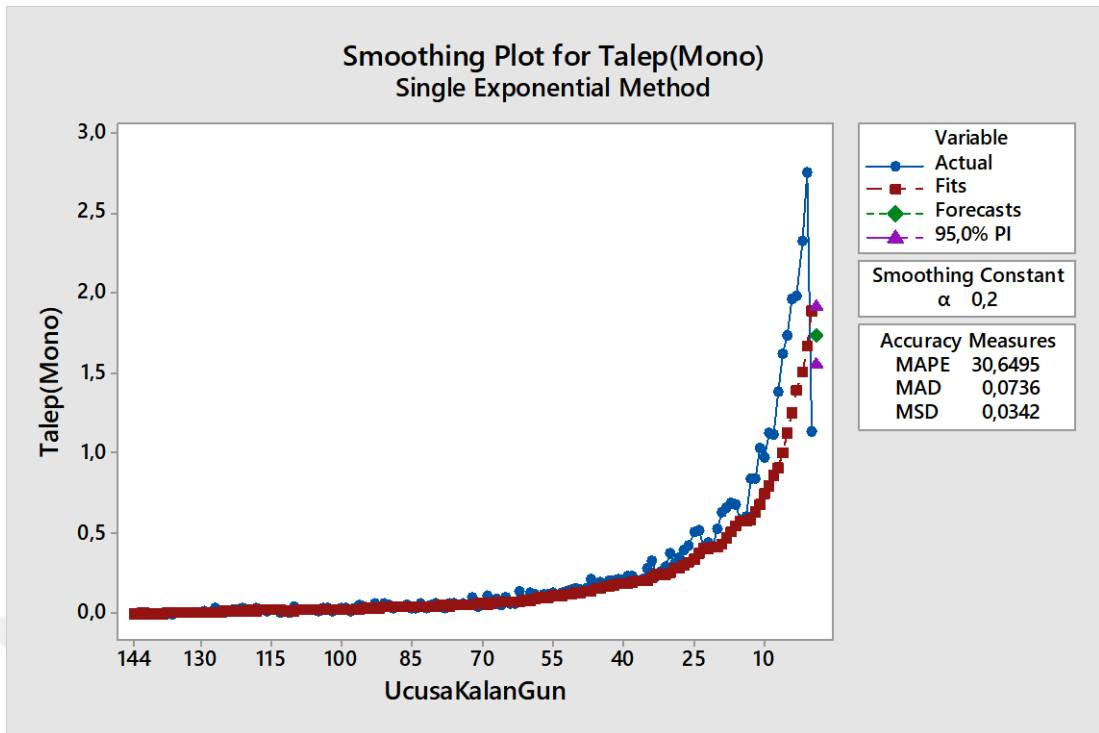
- Piga, Claudio A., and Enrico Bachis. *Pricing strategies by European traditional and low cost airlines: or, when is it the best time to book on line?* Vol. 2, in *The Economics of Airline Institutions, Operations and Marketing*, by Darin Lee, 319-43. Amsterdam: Elsevier Science Ltd., 2007.
- Poelt, Stefan. "Practical Pricing and the Airline Industry." In *The Global Airline Industry*, by Peter Belobaba, Amedeo Odoni and Cynthia Barnhart, 198. John Wiley & Sons, 2009.
- Richard T. Carson, Tolga Cenesizoglu, Roger Parker. "Forecasting (aggregate) demand for US commercial air travel." *International Journal of Forecasting*, 2011: 923-941.
- Shumway, Robert H., and David S. Stoffer. *Time Series Analysis and Its Applications With R Examples*. 4. Springer International Publishing, 2017.
- Talluri, Kalyan T, Itir Z Karaesmen, Garrett J van Ryzin, and Gustavo J Vulcano. "Revenue management: Models and methods." *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC)*. IEEE, 2009. 148-161.
- Talluri, Kalyan, and Garrett van Ryzin. "Revenue Management under a General Discrete Choice Model of Consumer Behavior." *Institute for Operations Research and the Management Sciences*, 2004: 15-33.
- . *The Theory and Practice of Revenue Management*. Springer US, 2004.
- Varian, Hal R. "Price discrimination." In *Handbook of Industrial Organization*, by Hal R. Varian, 597-654. 1989.
- Weatherford, Larry R., and Sheryl E. Kimes. "A Comparison of Forecasting Methods for Hotel Revenue Management." *International Journal of Forecasting*, 2003: 401-415.
- Wickham, Richard Robert. *Evaluation of Forecasting Techniques for Short-Term Demand of Air Transportation Master Thesis*. Massachusetts Institute of Technology, Jun 1995.
- Wollmer, Richard D. "An Airline Seat Management Model for a Single Leg Route When Lower Fare Classes Book First ." *Operations Research*, 1992: 26 - 37 .

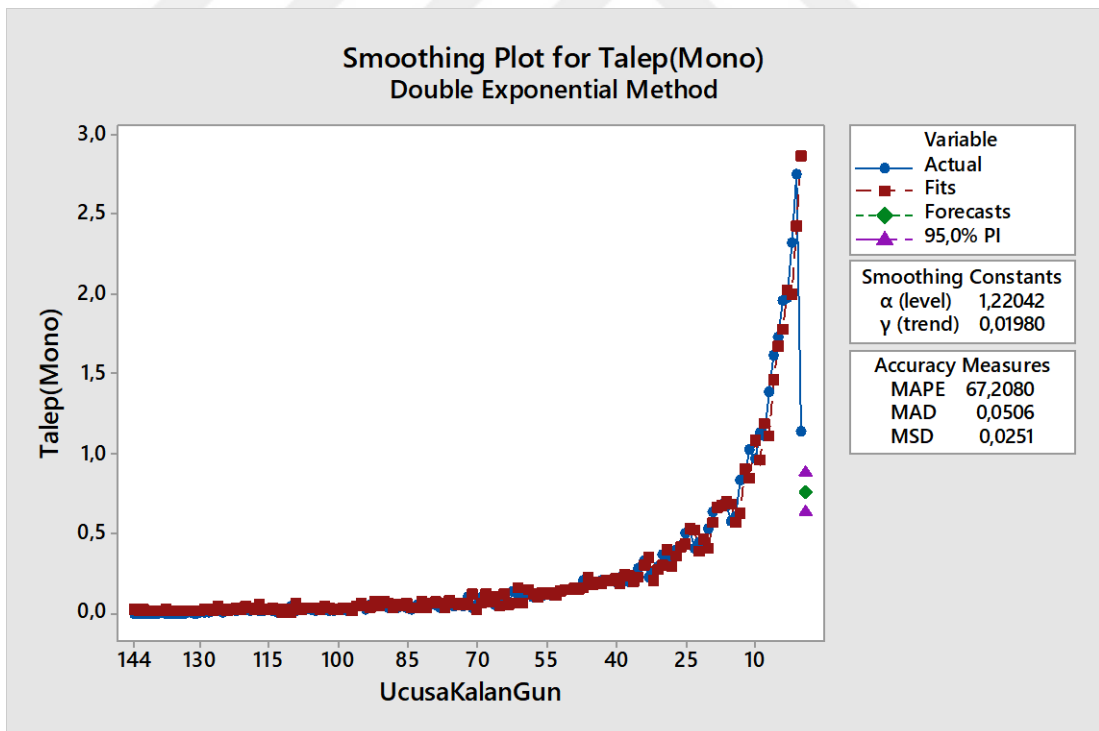
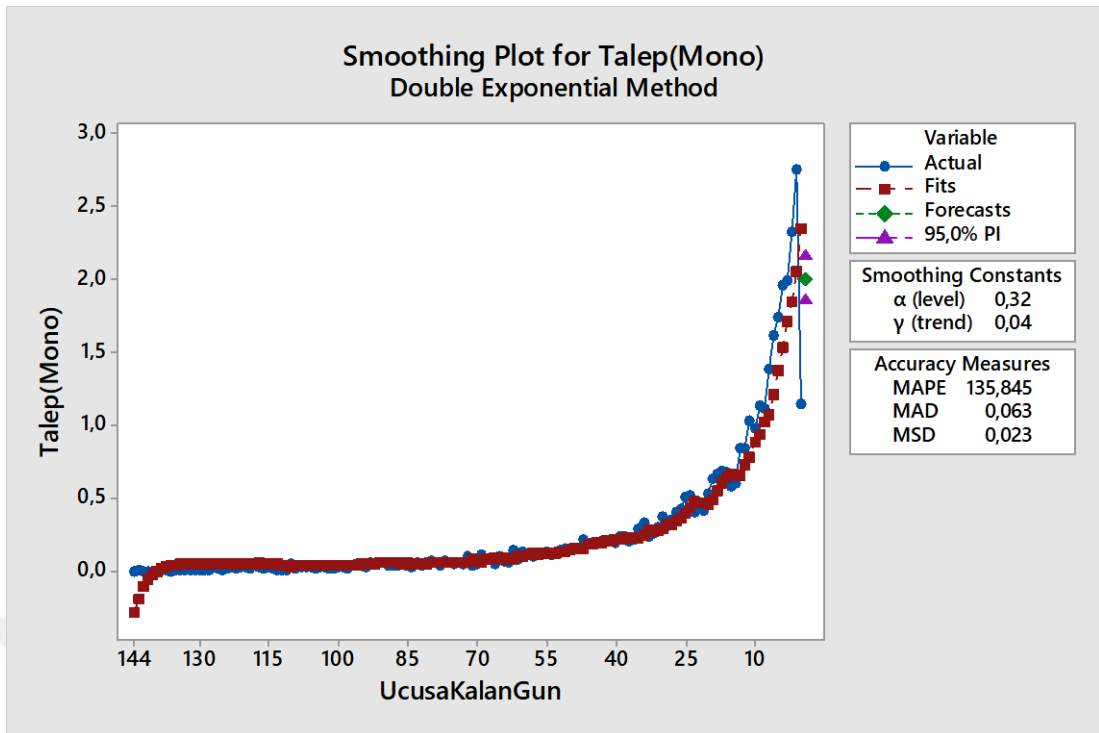
EKLER

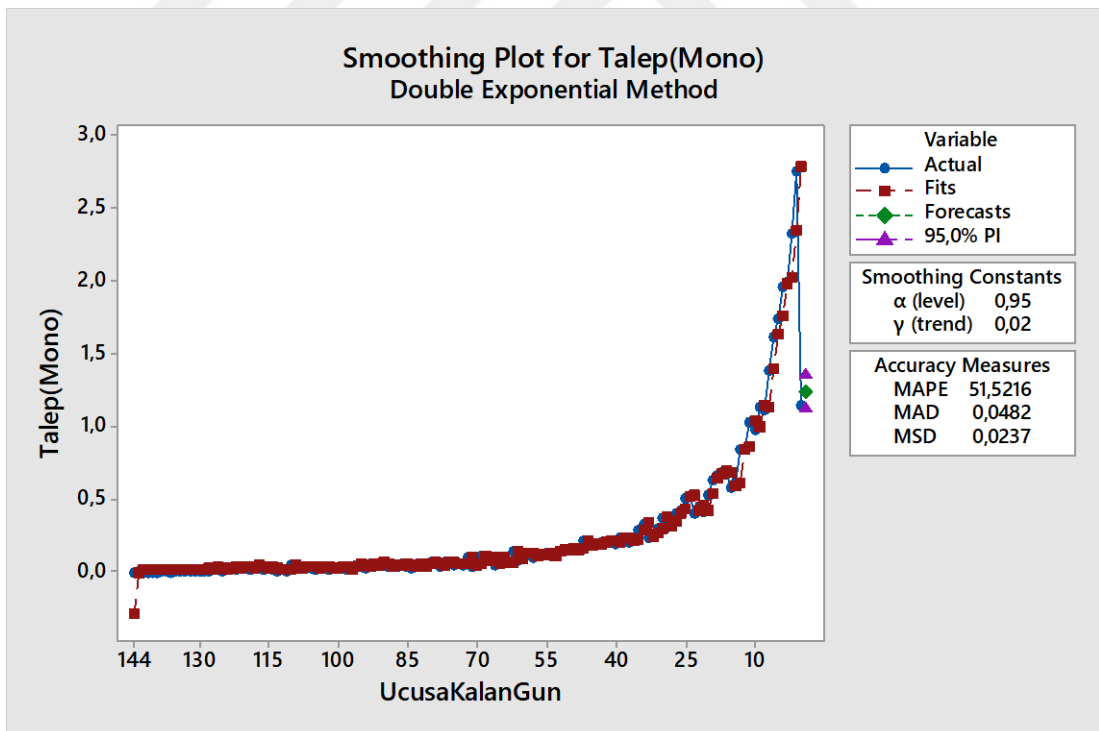
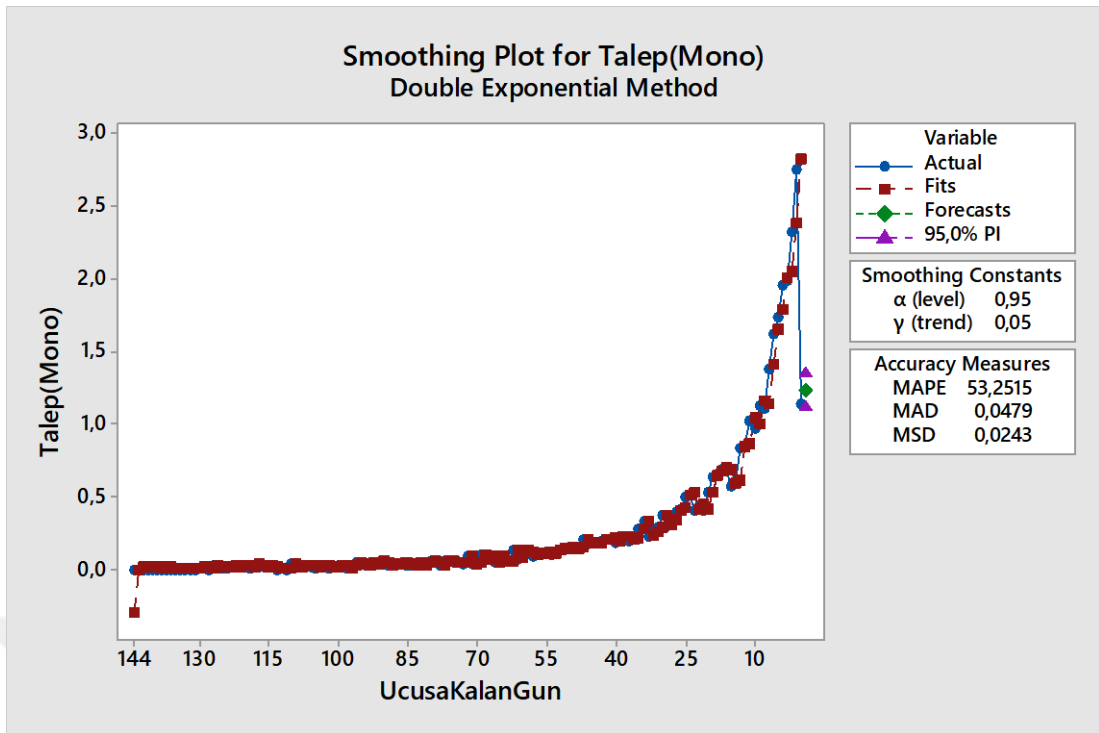
Ek-1 Monopol Piyasalar için Tahmin Grafikleri



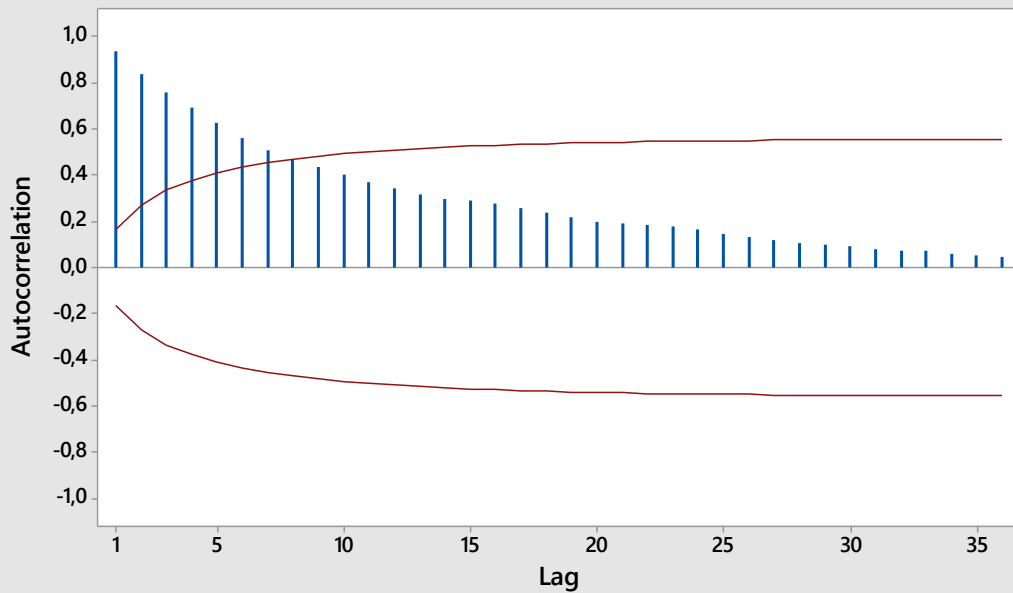




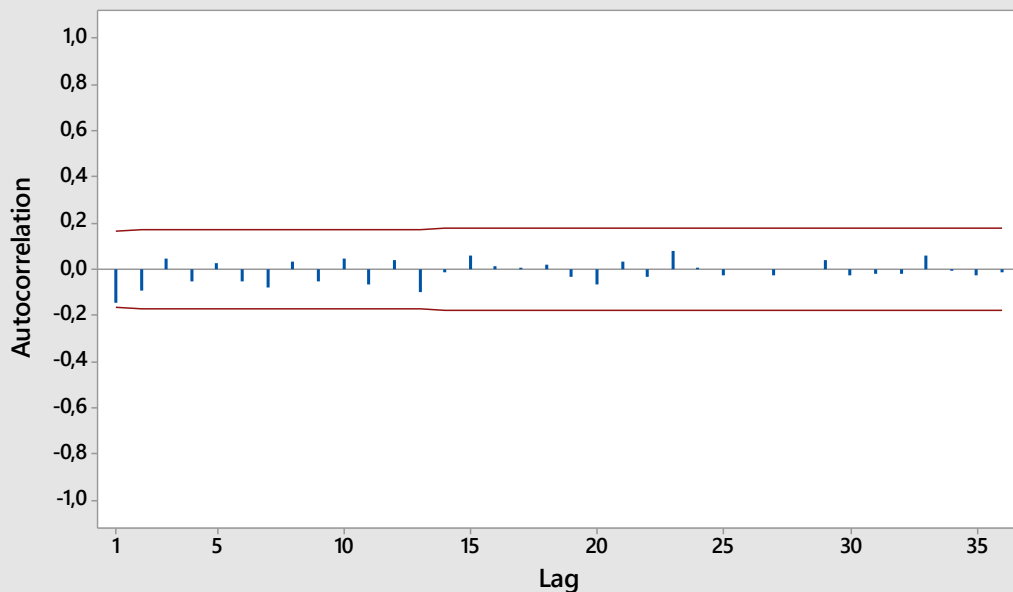




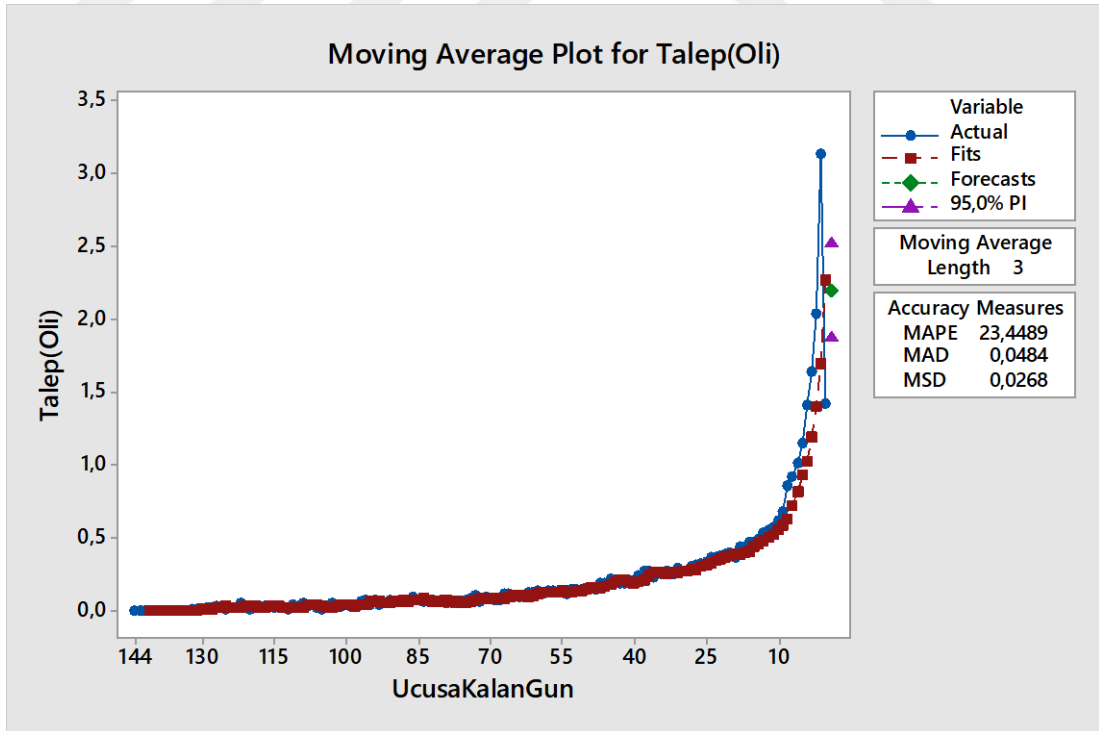
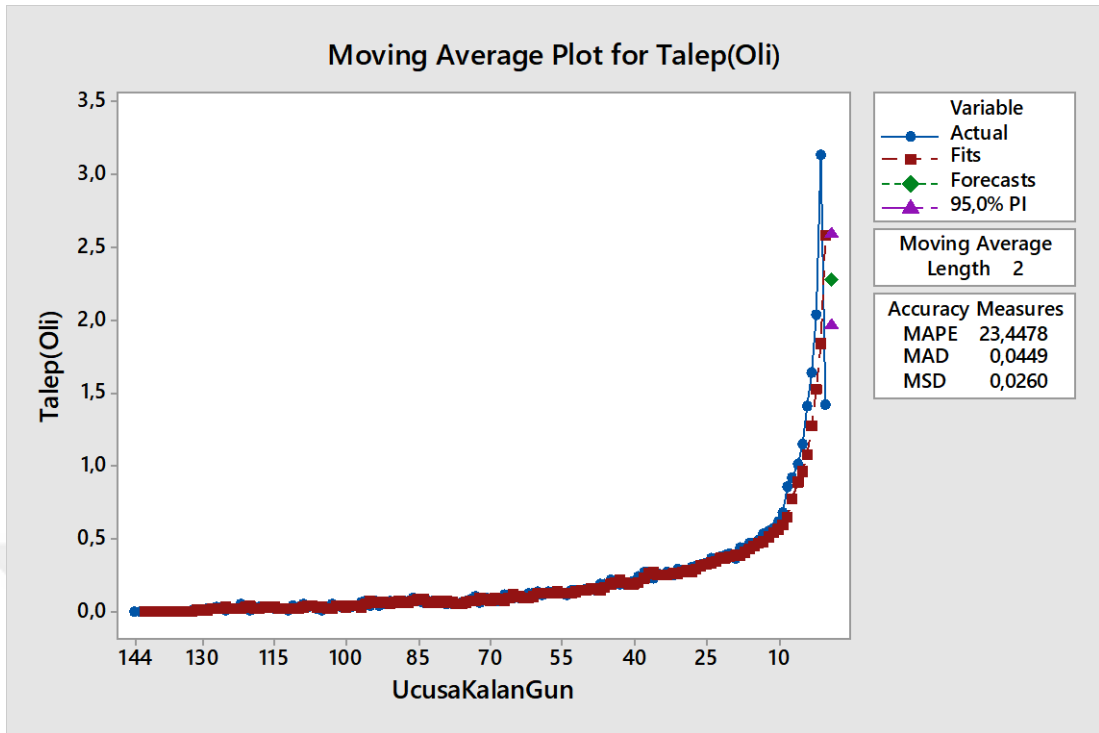
Autocorrelation Function for Talep(Mono)
(with 5% significance limits for the autocorrelations)

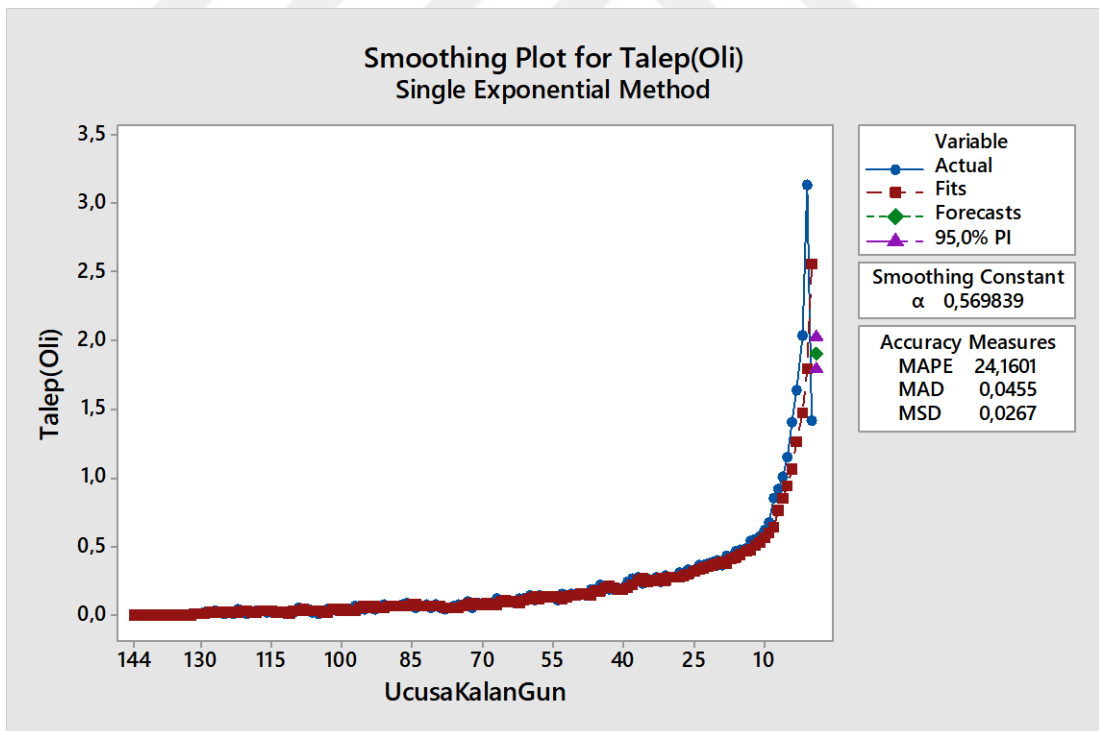
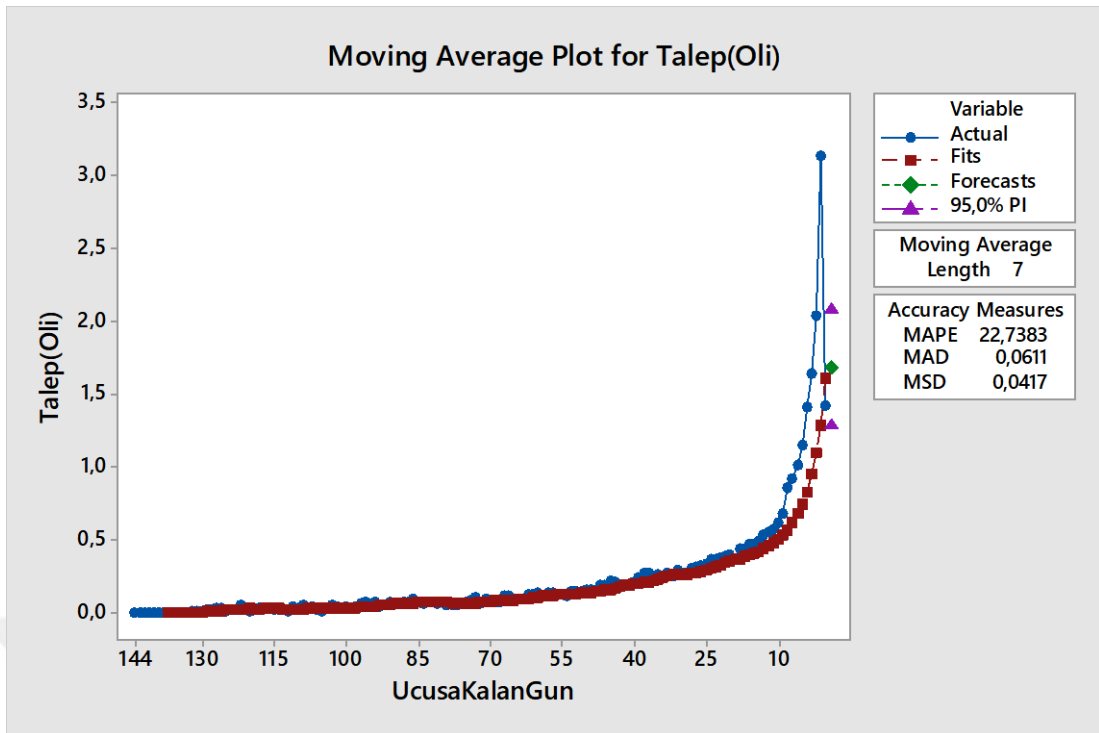


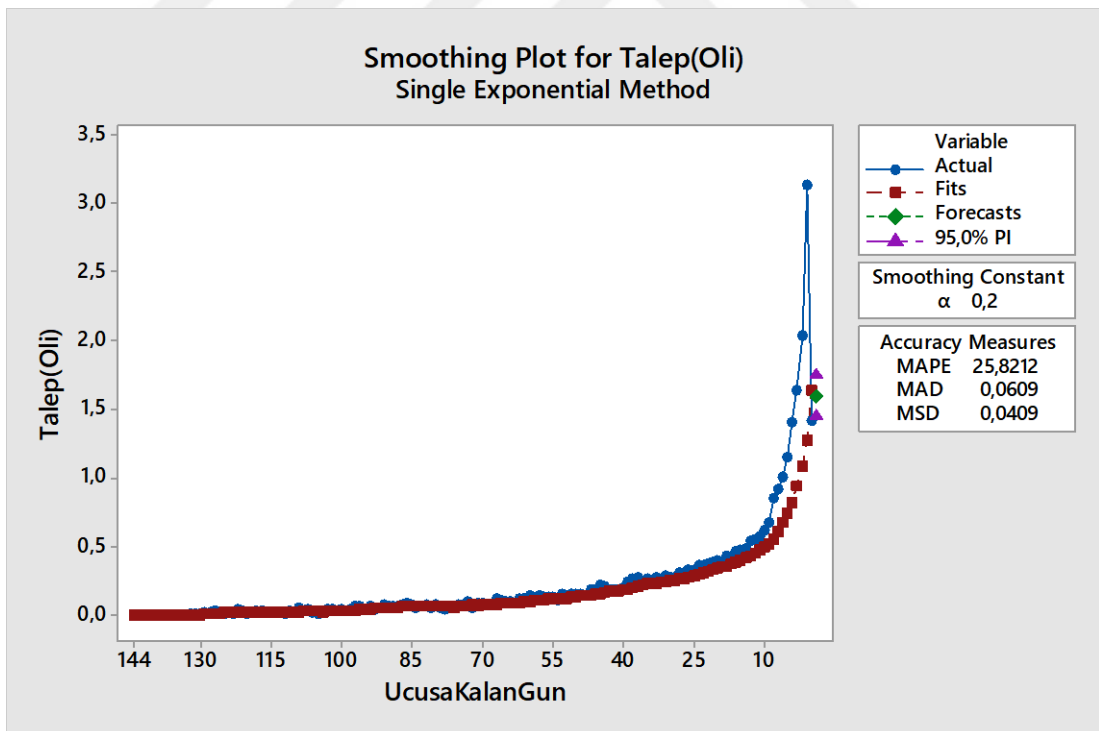
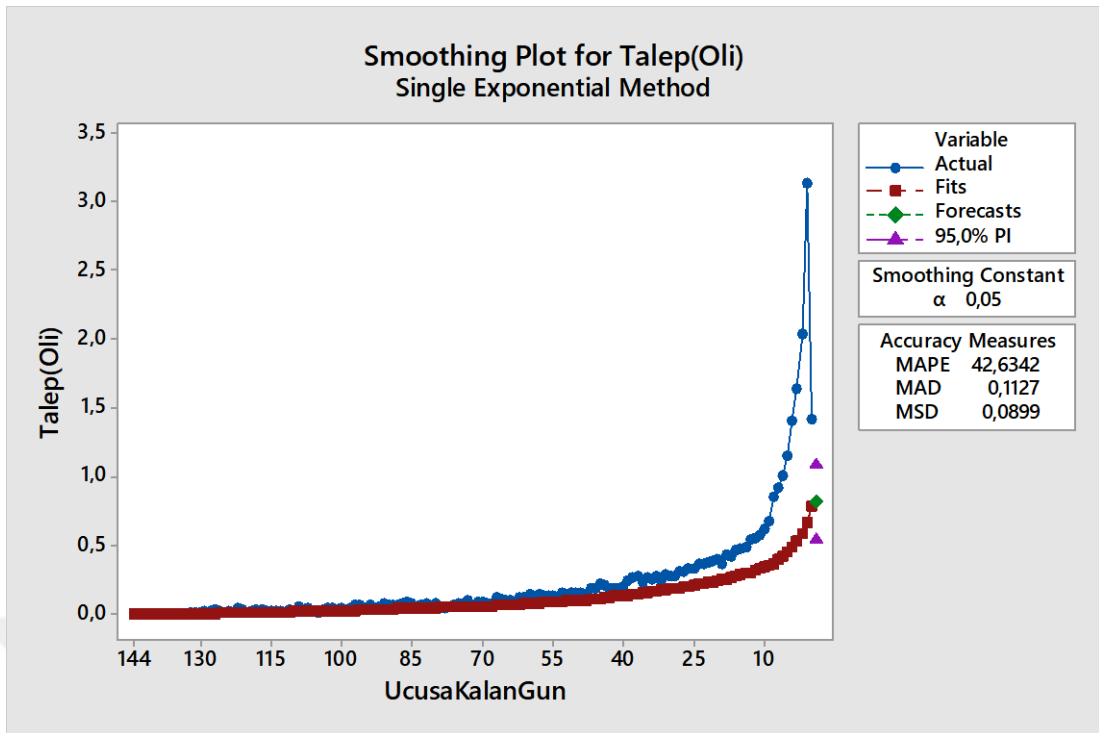
Autocorrelation Function for d_1_mono
(with 5% significance limits for the autocorrelations)

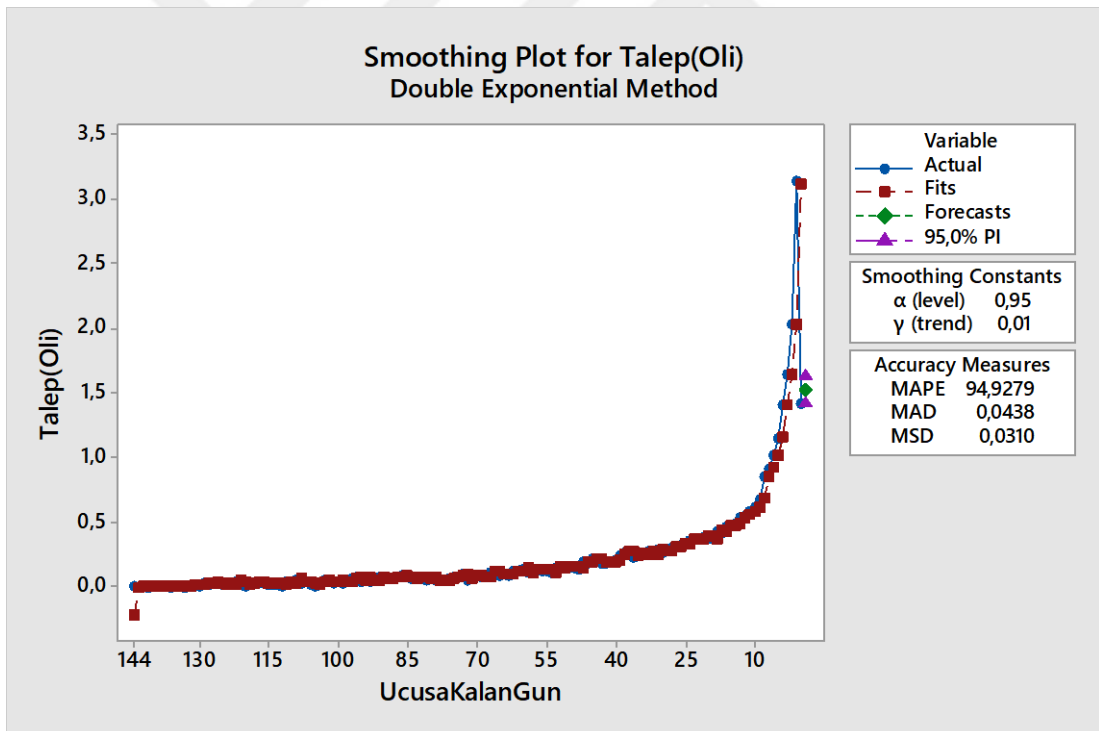
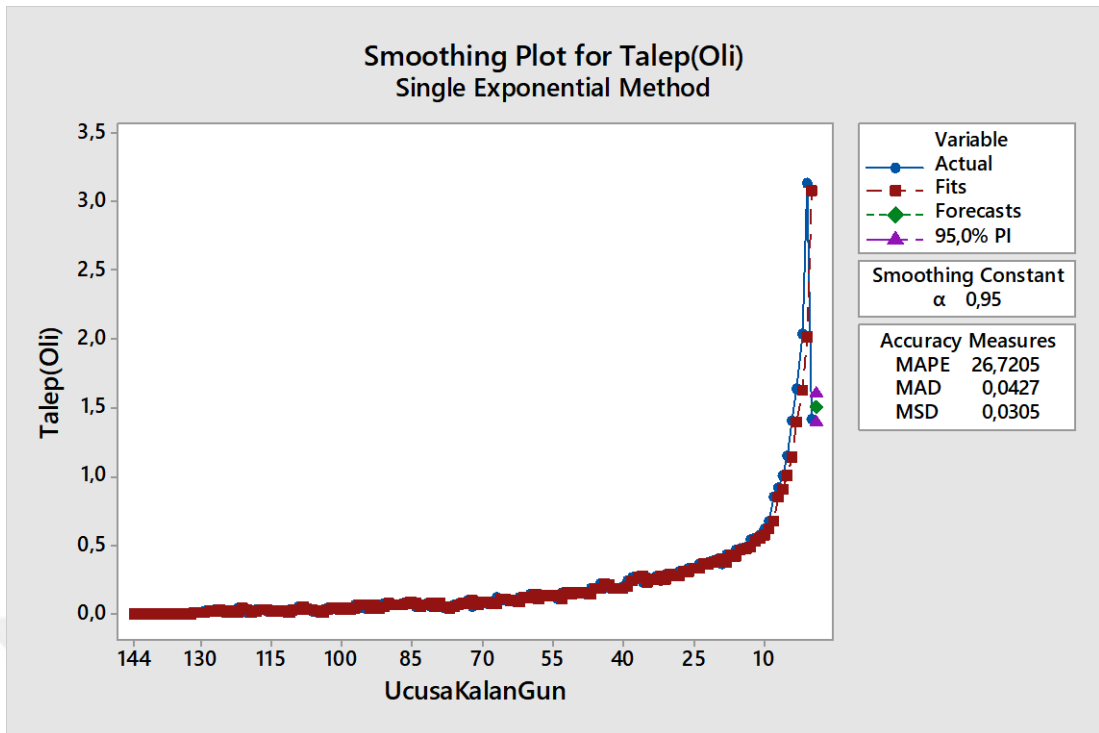


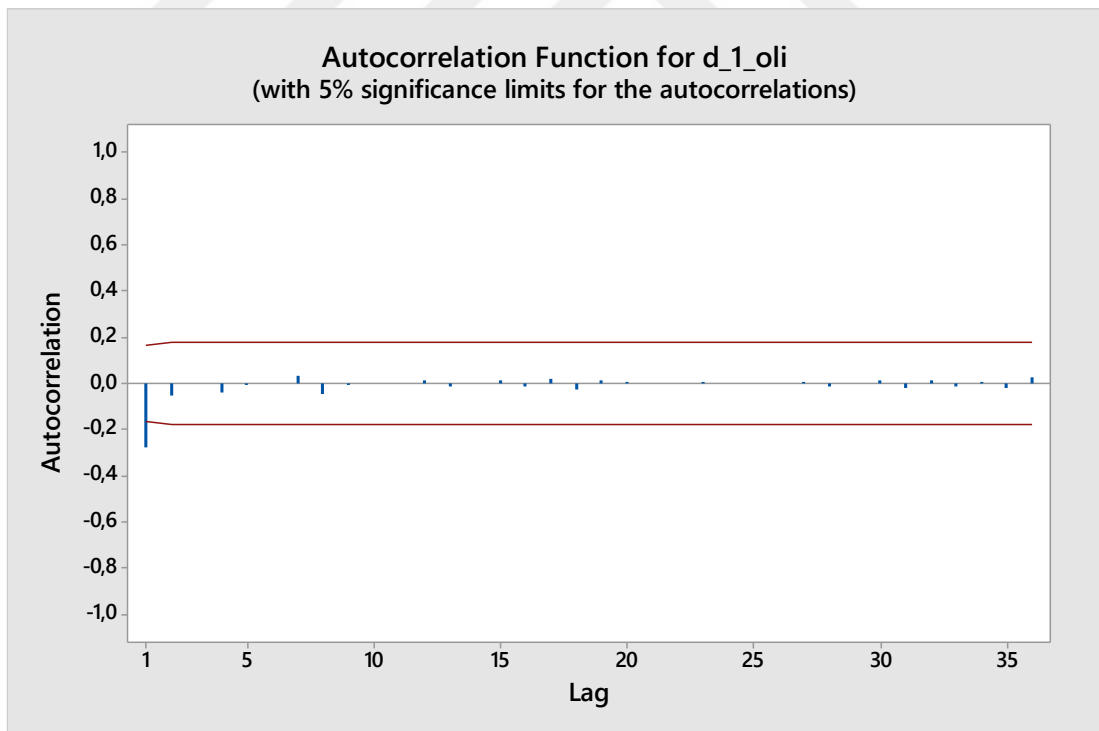
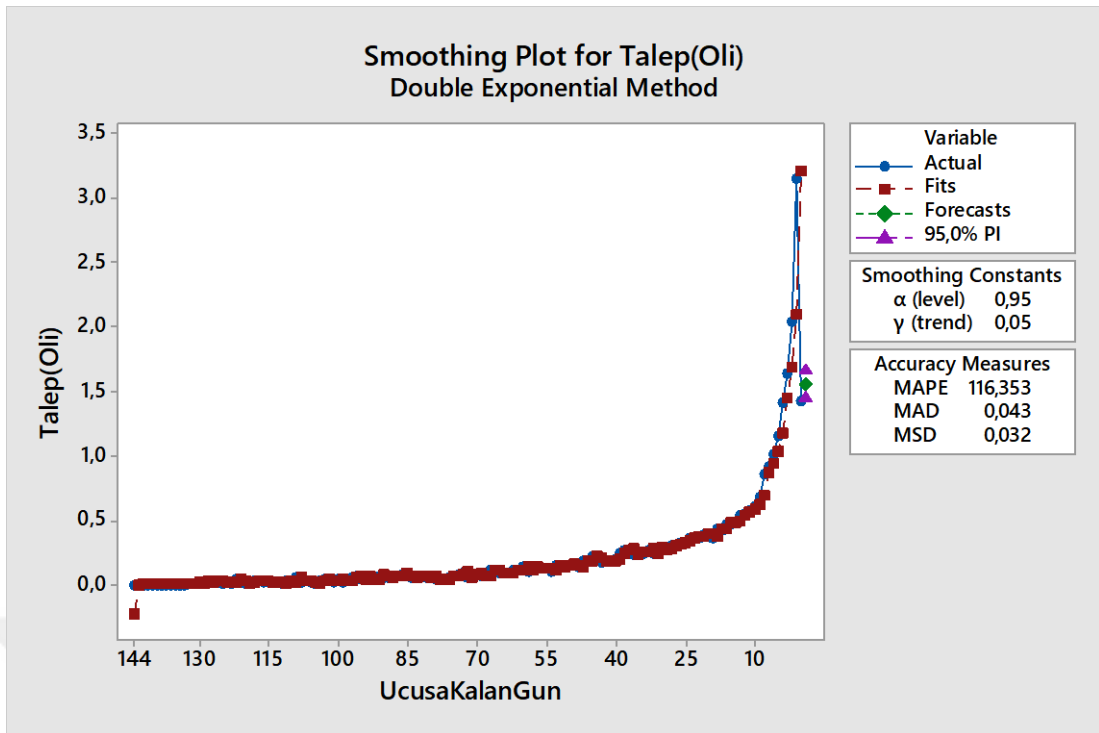
Ek-2 Oligopol Piyasalar için Tahmin Grafikleri



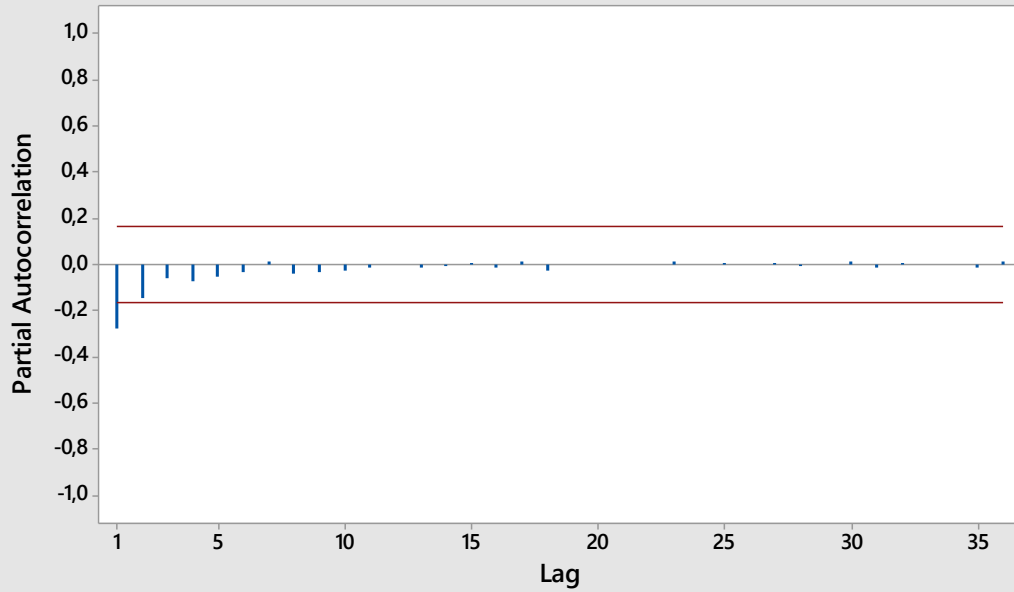




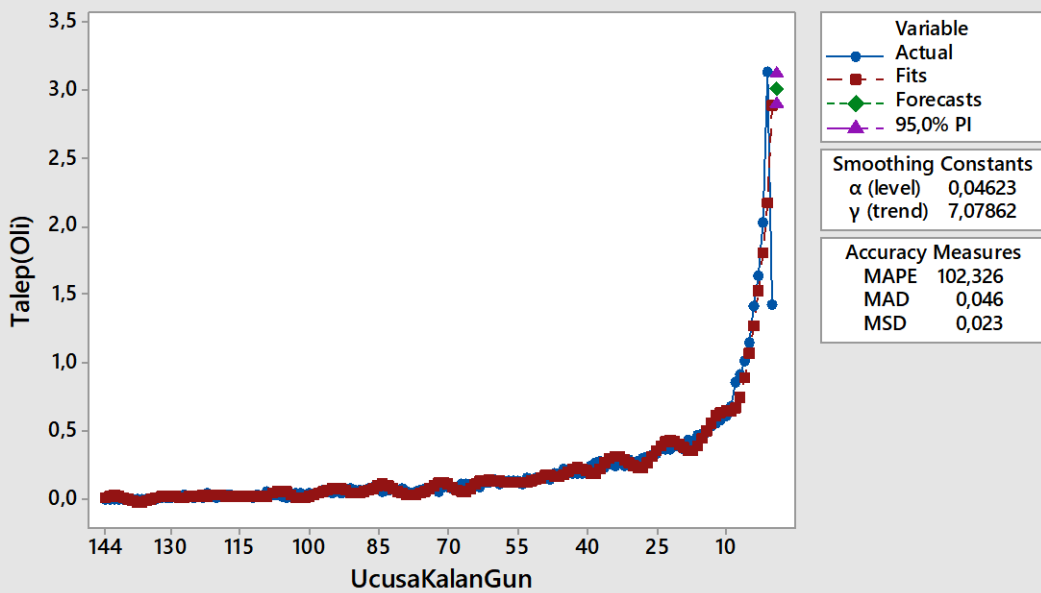




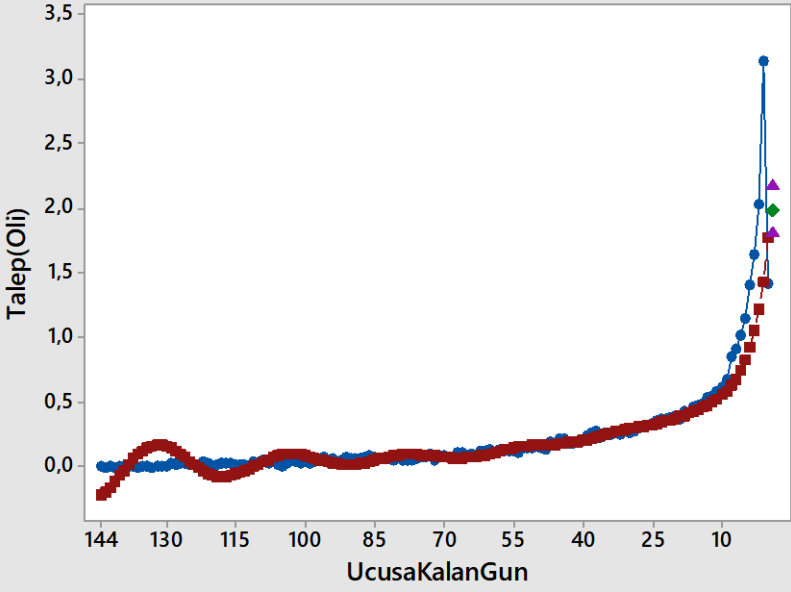
Partial Autocorrelation Function for d_1_oli
(with 5% significance limits for the partial autocorrelations)



Smoothing Plot for Talep(Oli)
Double Exponential Method



Smoothing Plot for Talep(Oli)
Double Exponential Method

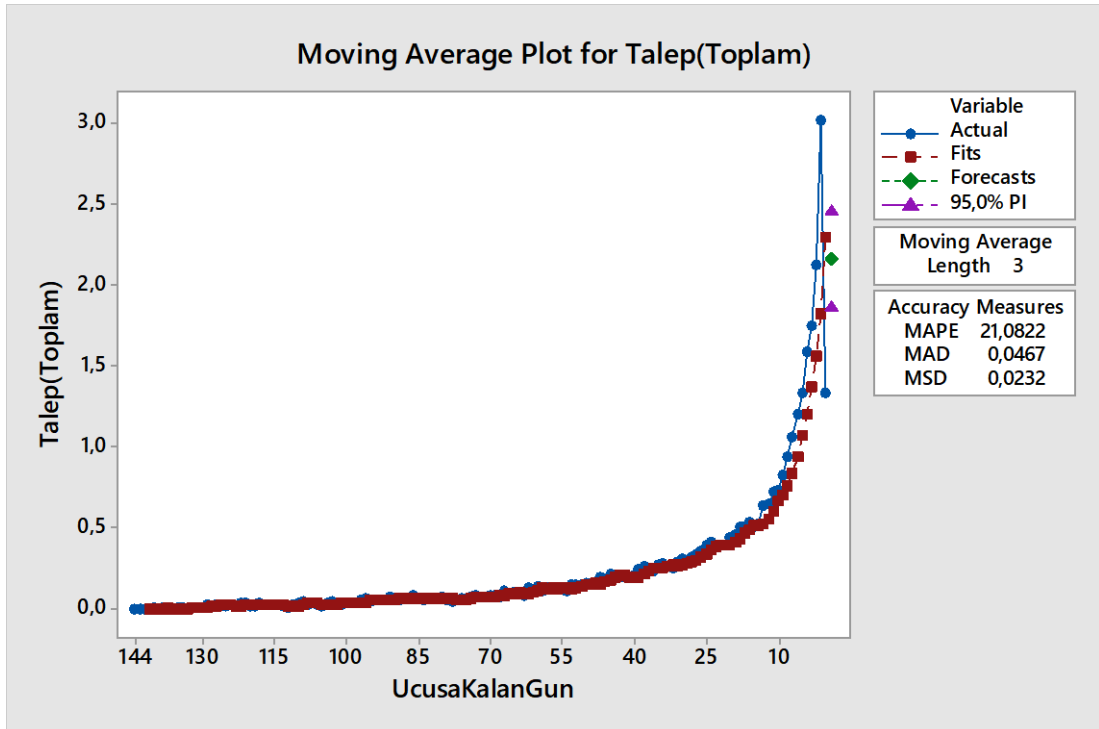
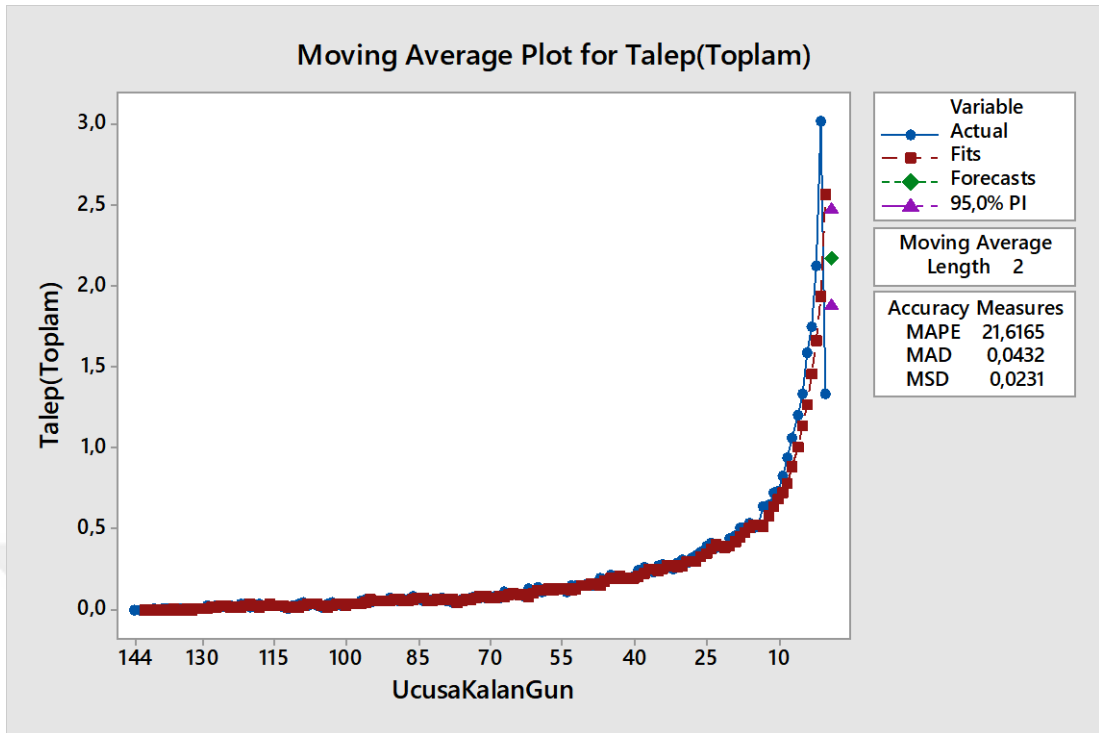


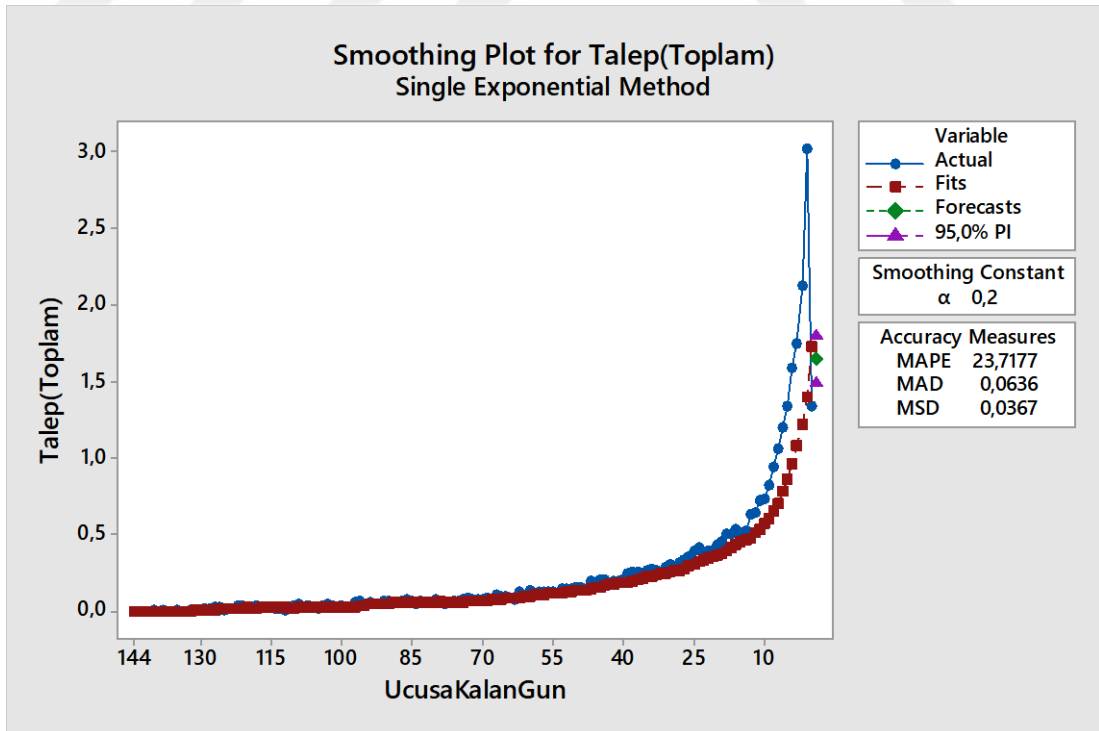
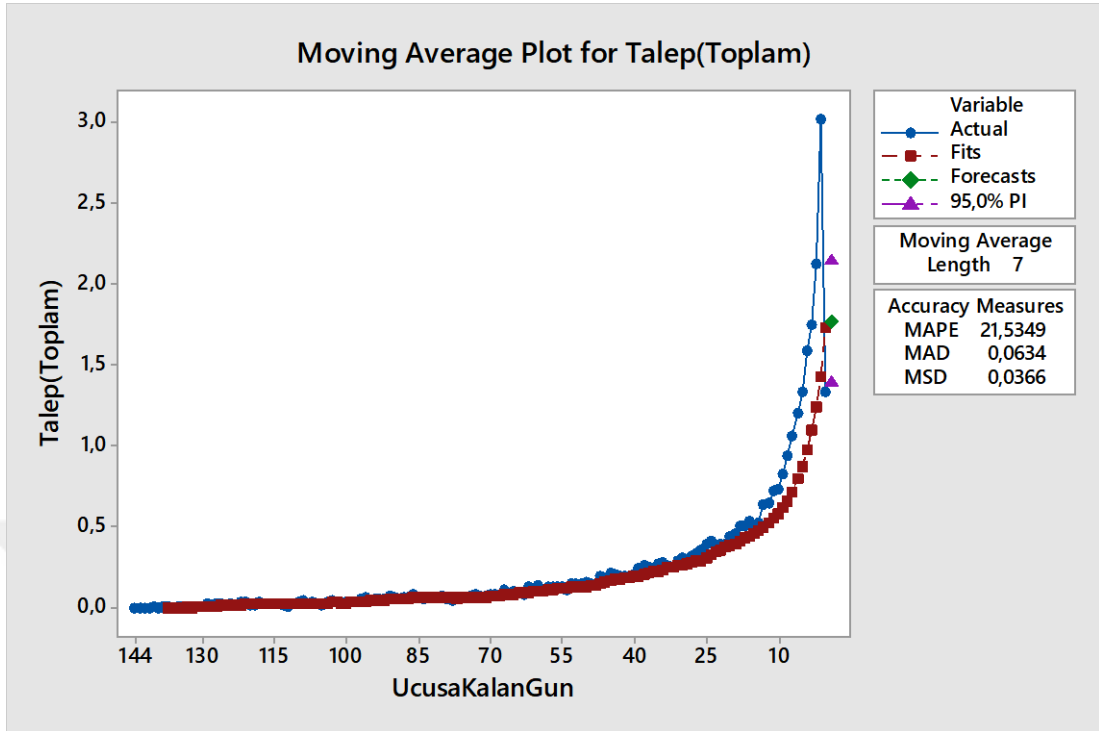
Variable	
Actual	Blue line with circles
Fits	Red dashed line with squares
Forecasts	Green dashed line with diamonds
95,0% PI	Purple dashed line with triangles

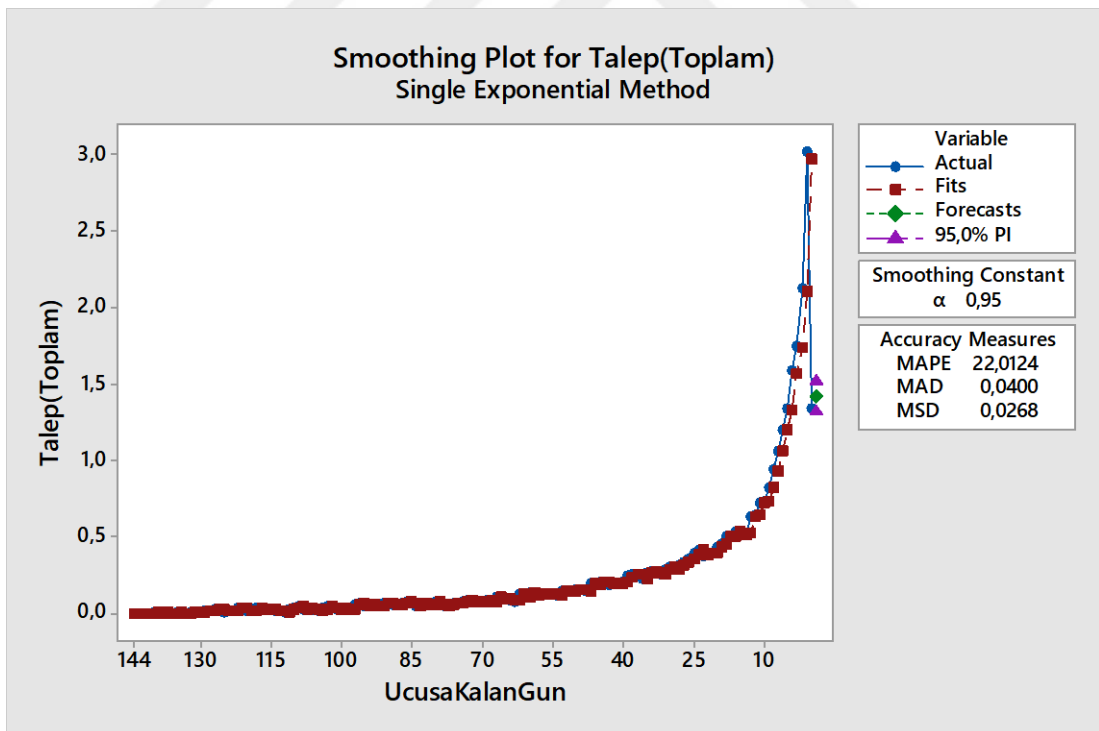
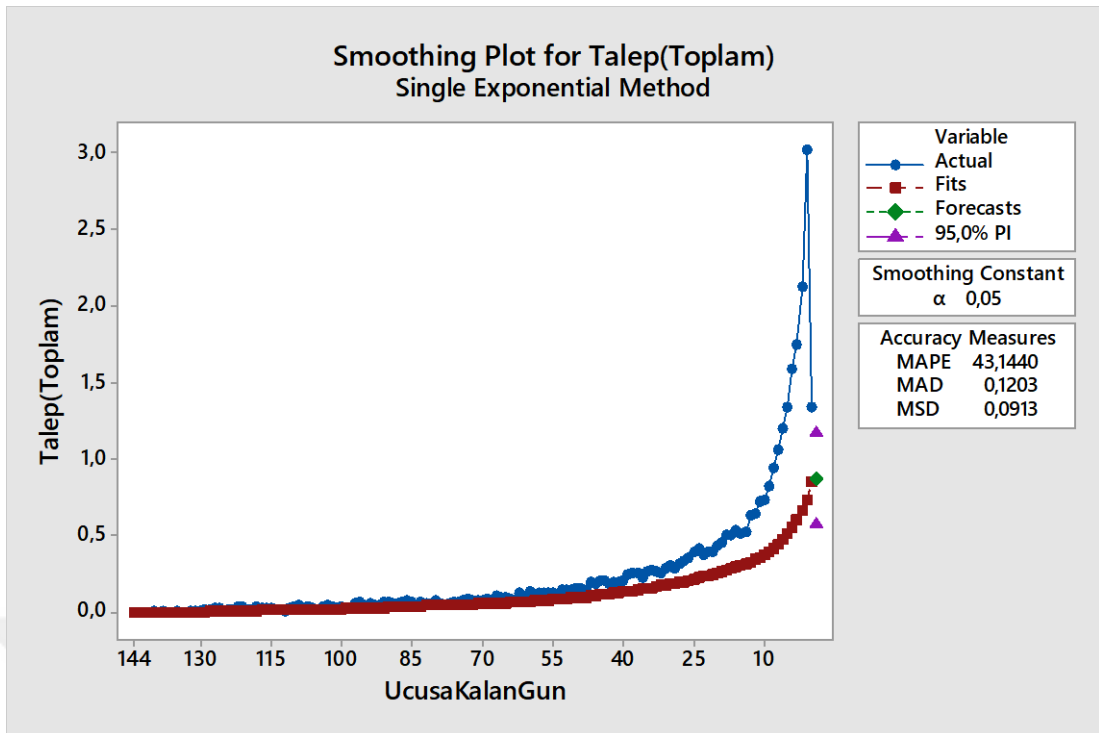
Smoothing Constants	
α (level)	0,05
γ (trend)	0,95

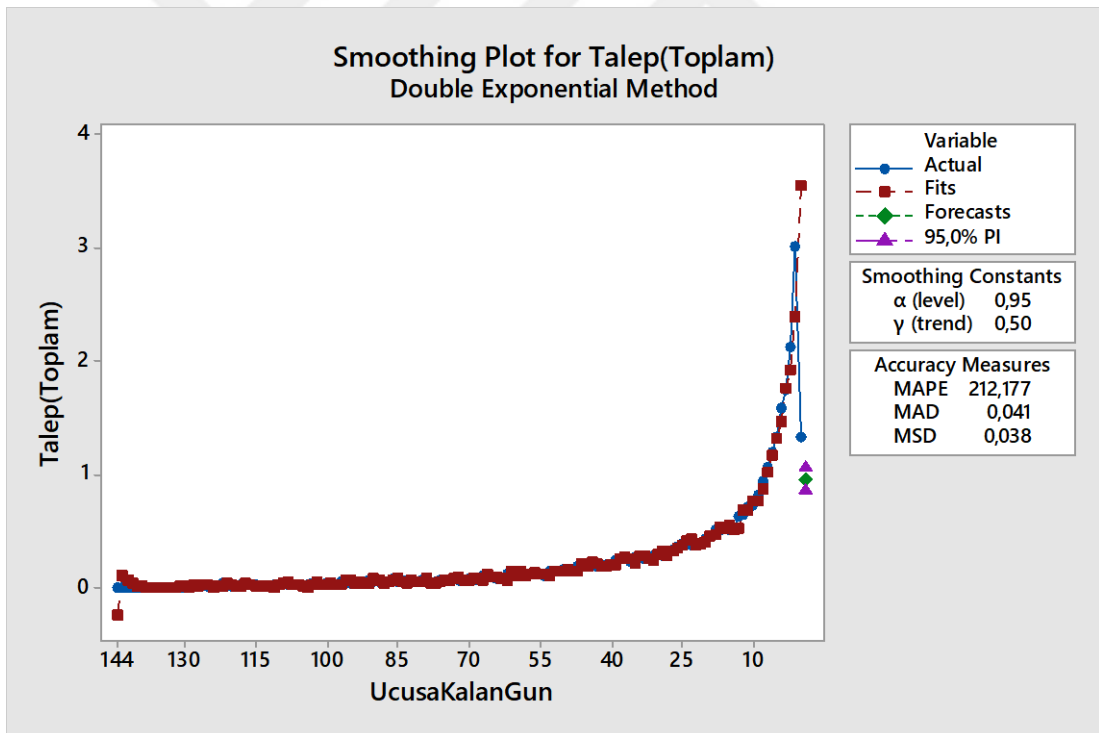
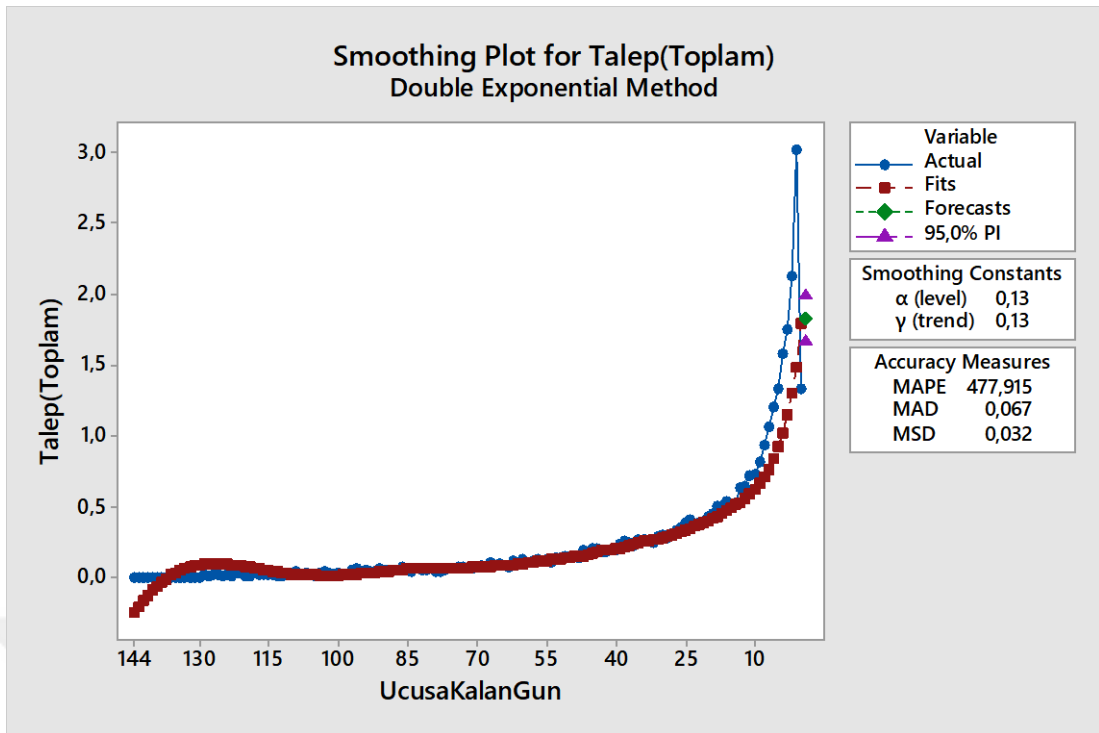
Accuracy Measures	
MAPE	564,135
MAD	0,075
MSD	0,035

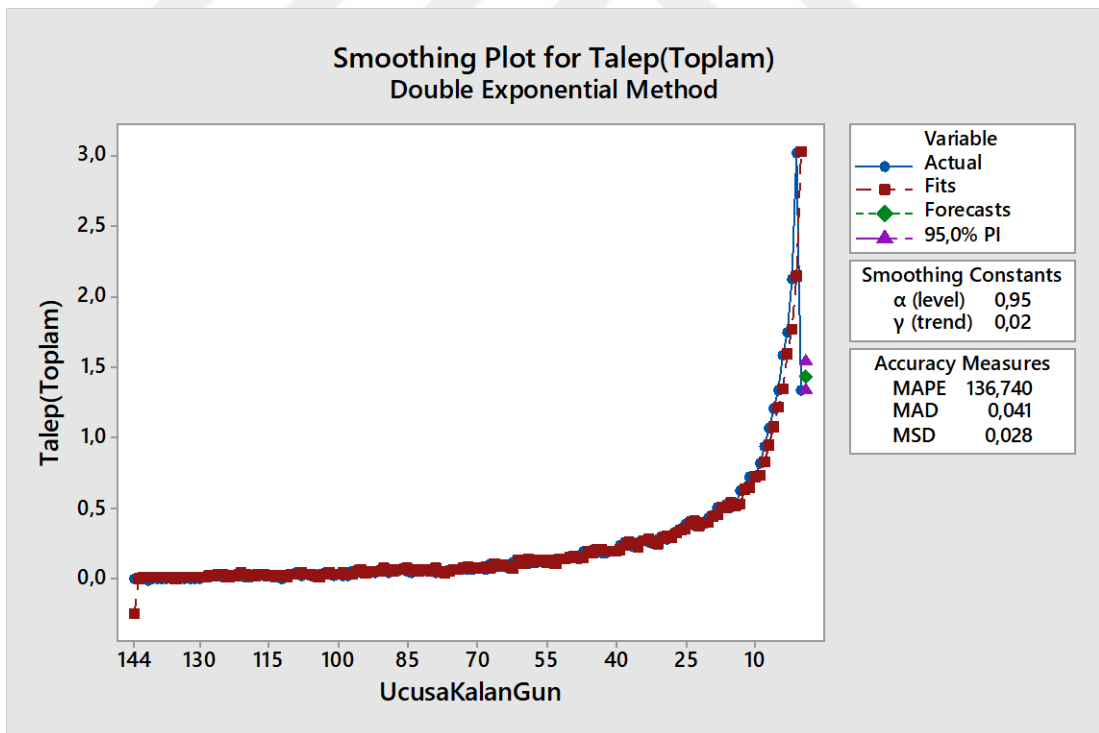
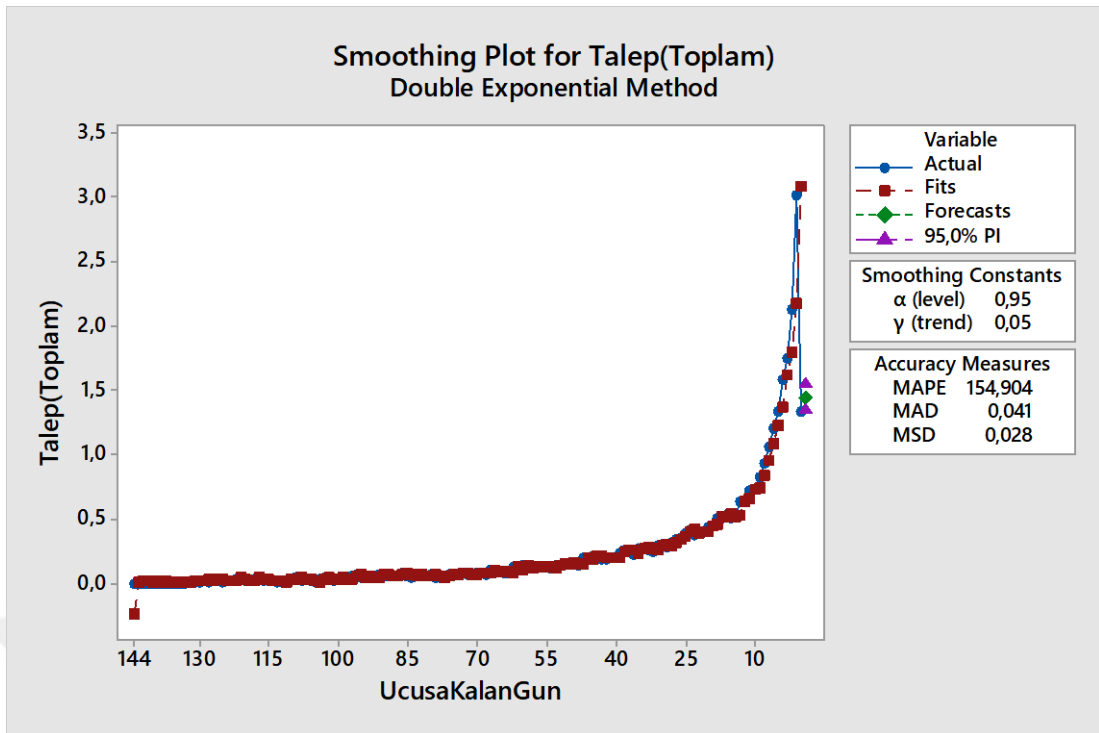
Ek-3 Toplam Piyasalar için Tahmin Grafikleri

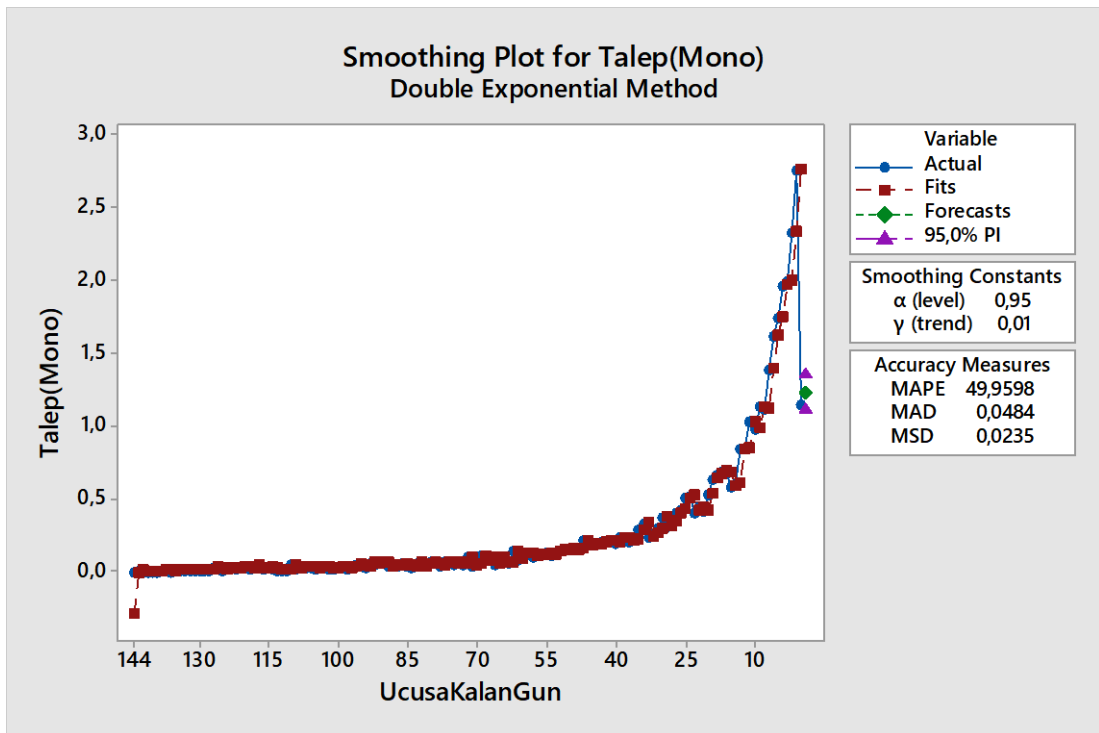
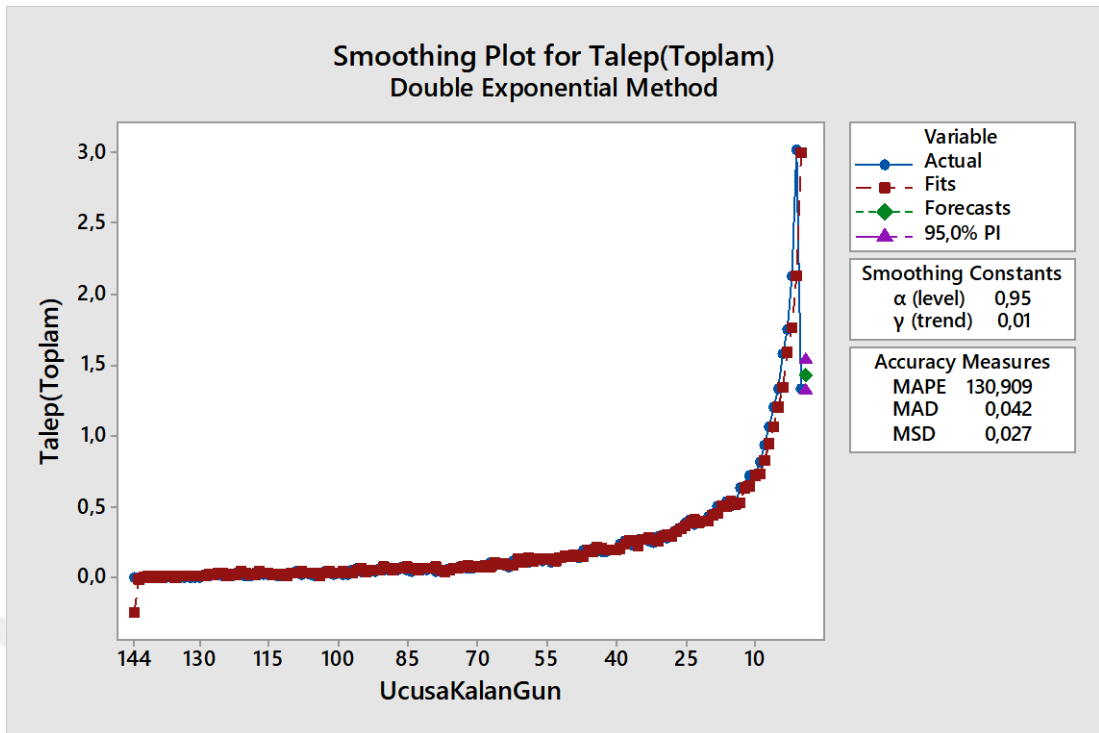




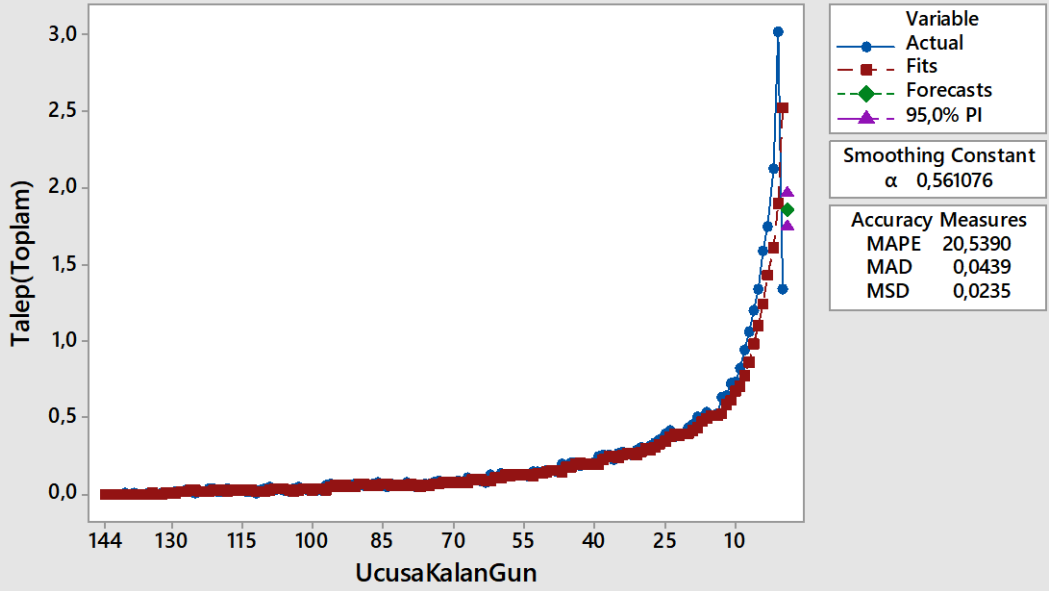




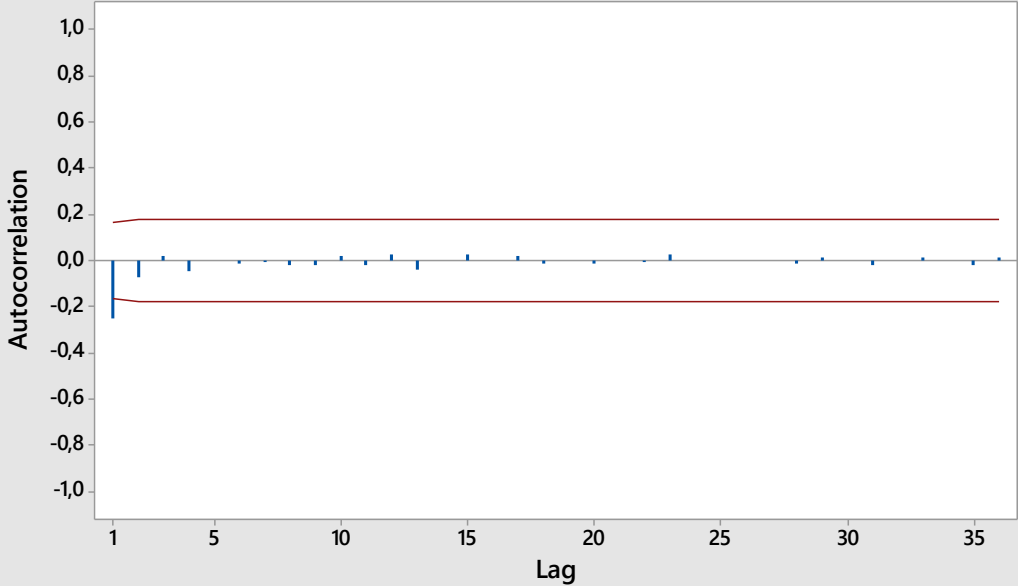




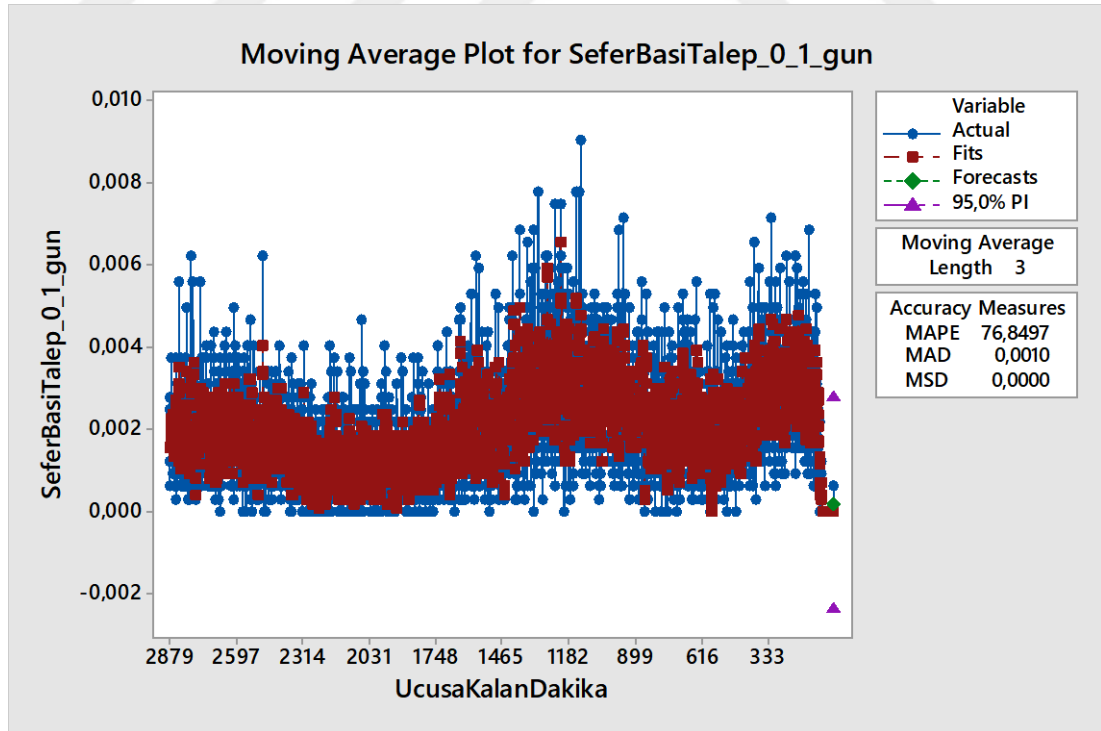
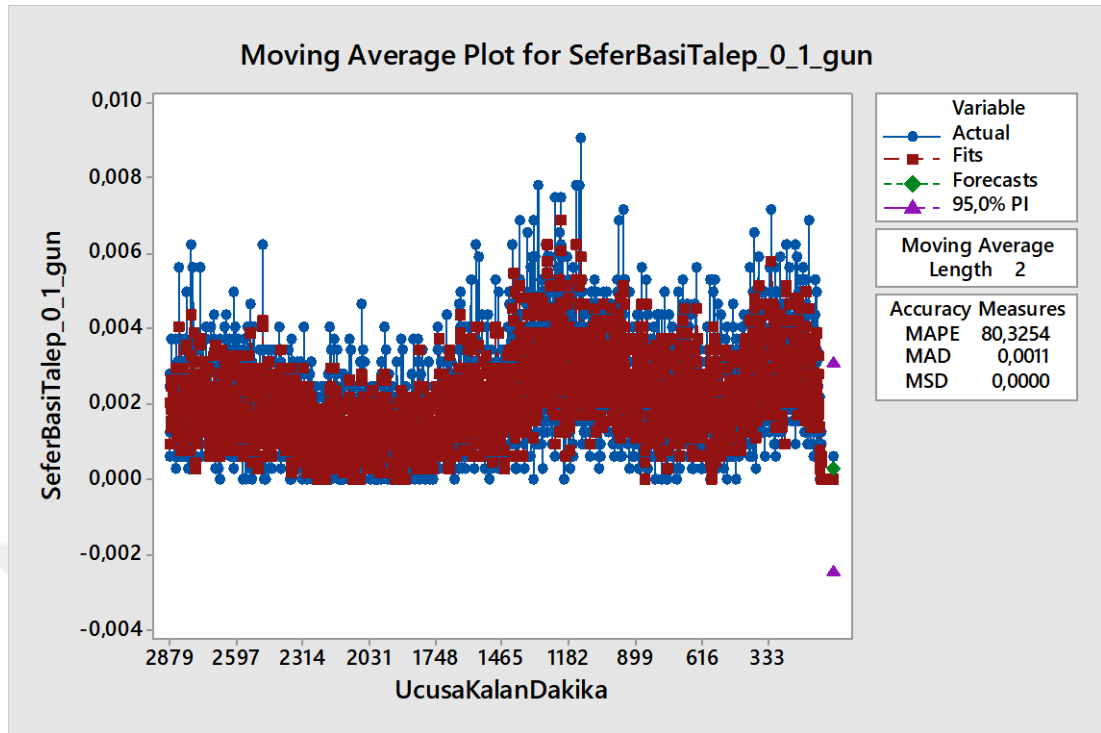
Smoothing Plot for Talep(Toplam) Single Exponential Method

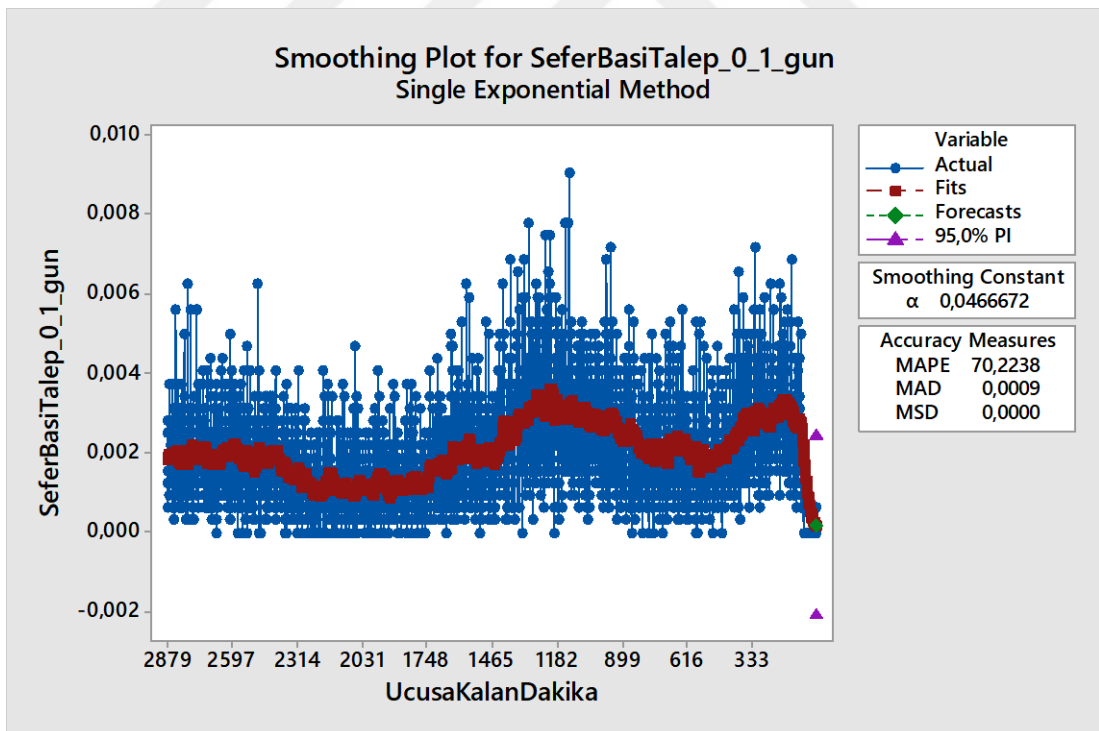
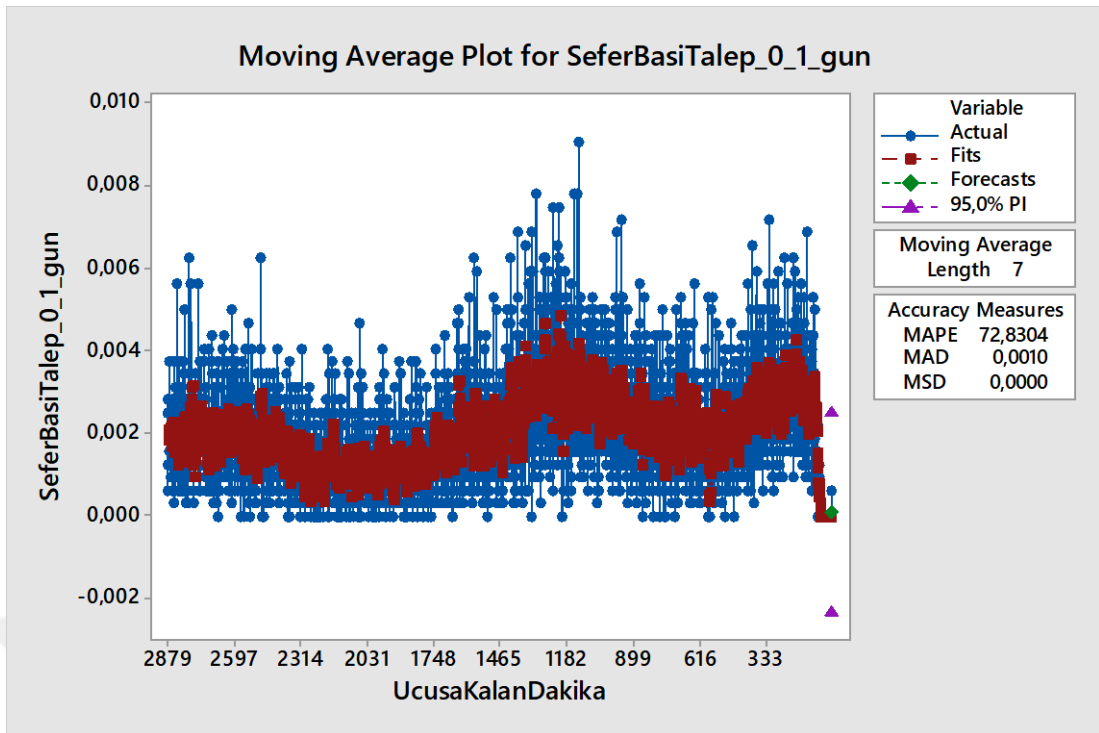


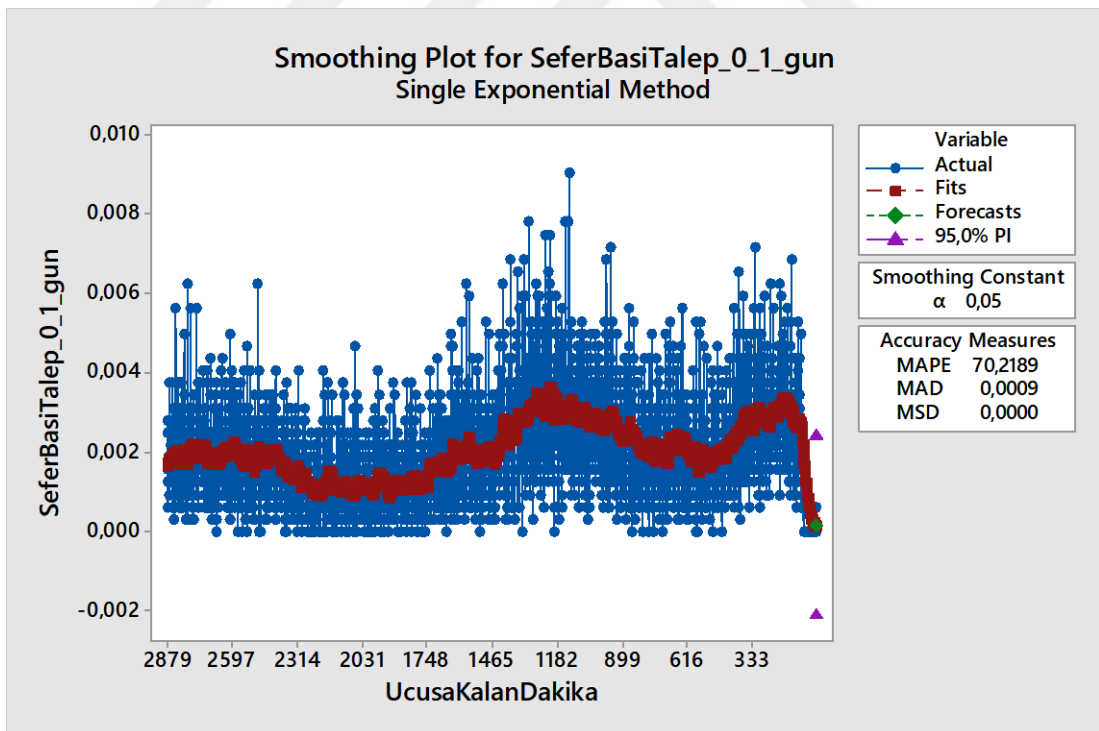
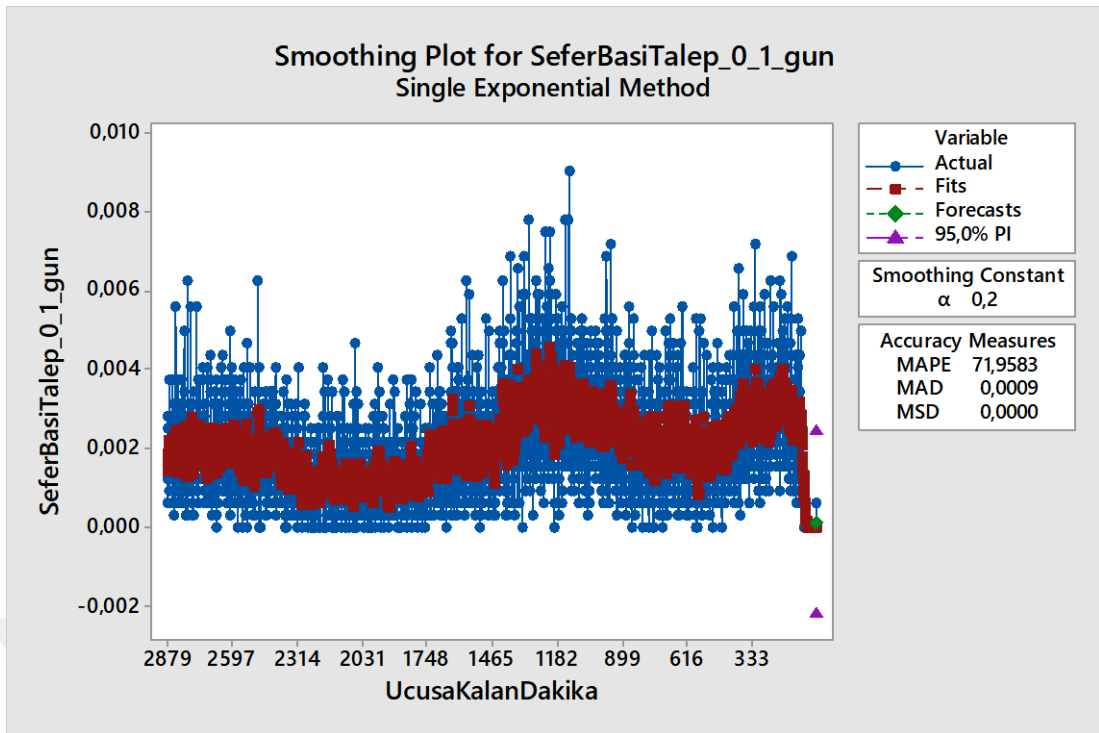
Autocorrelation Function for d_1_toplam
(with 5% significance limits for the autocorrelations)

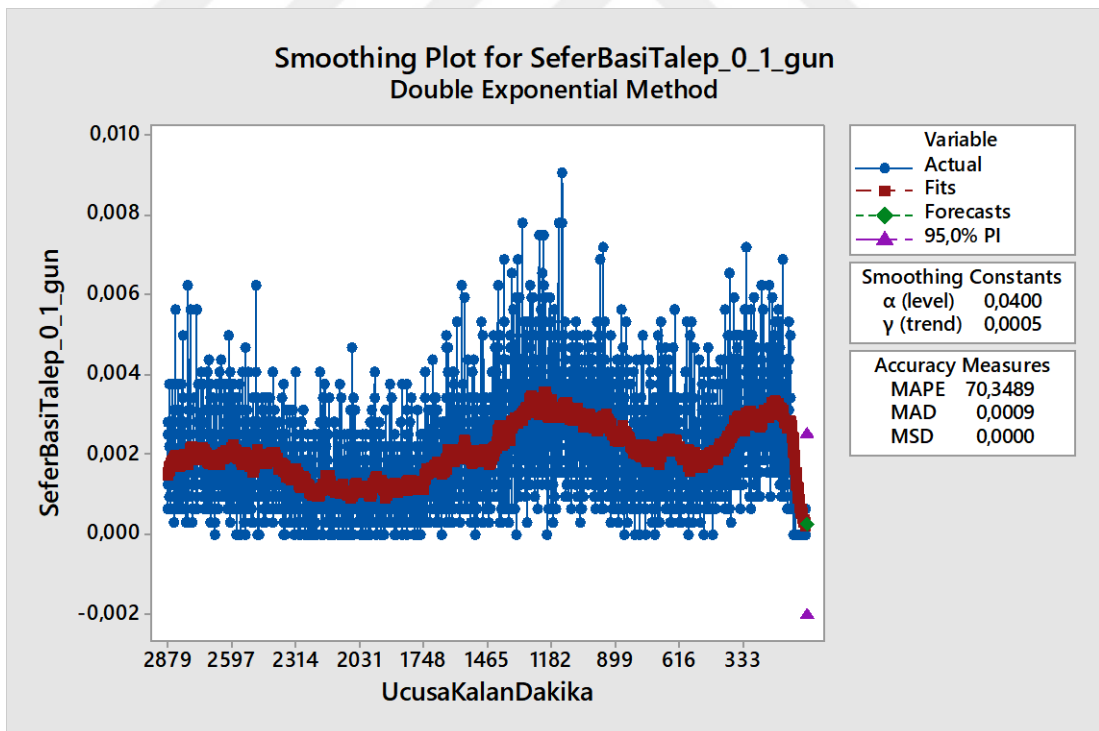
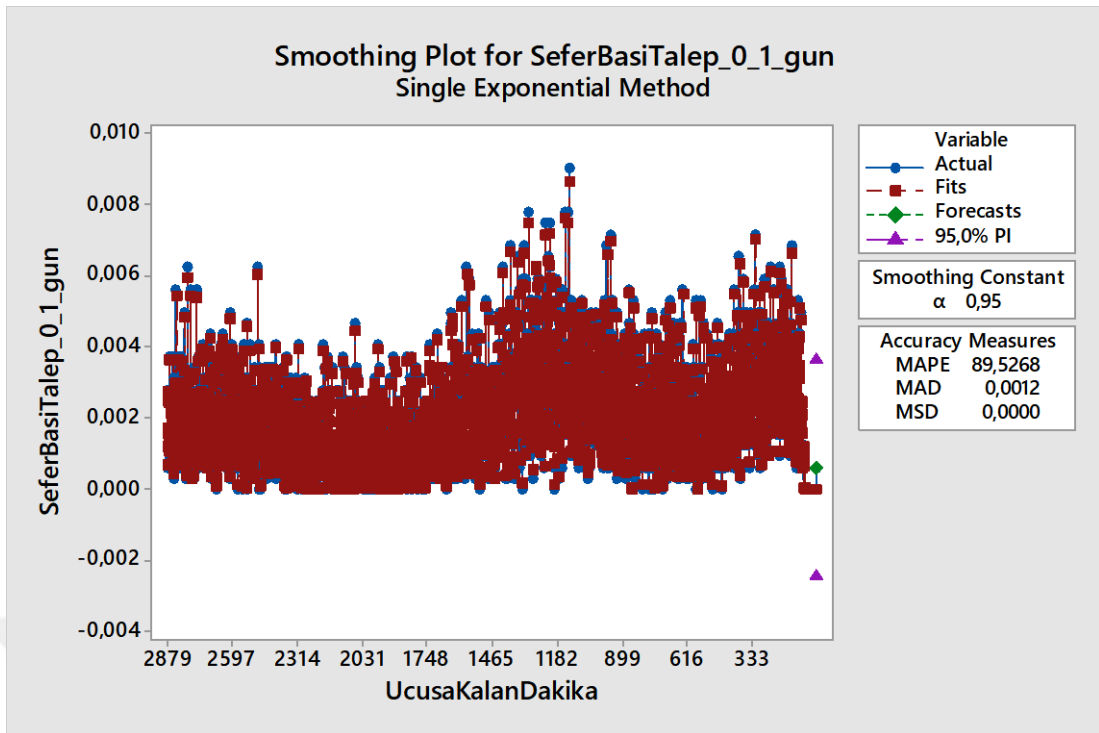


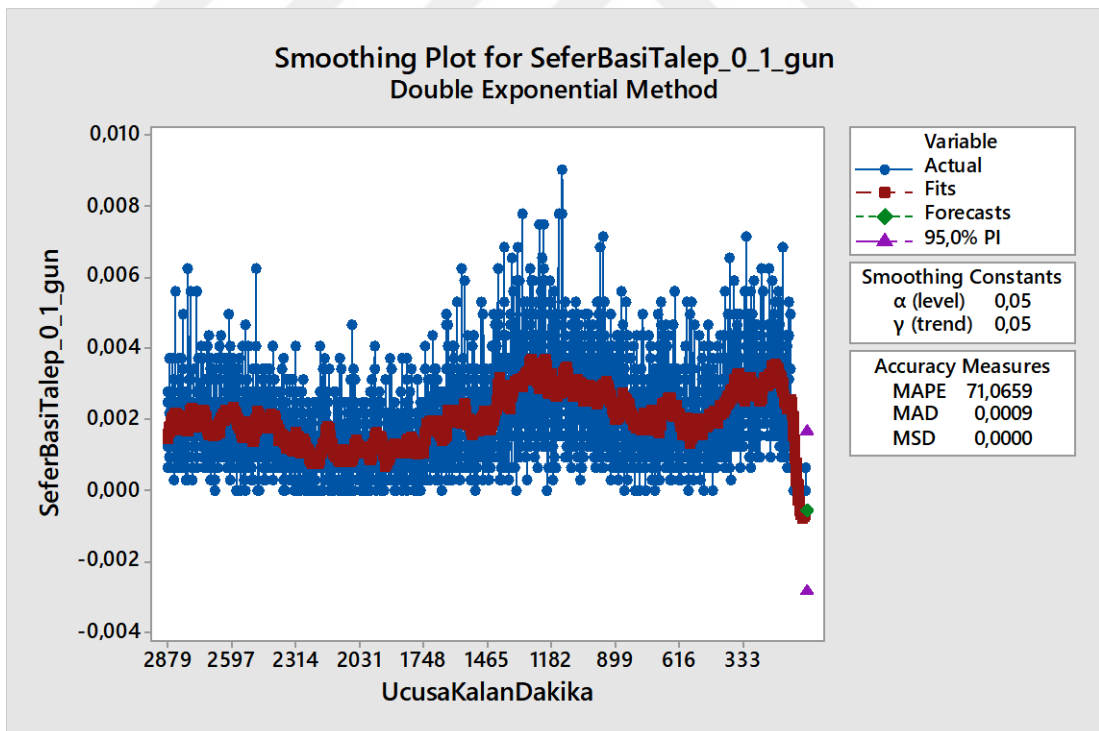
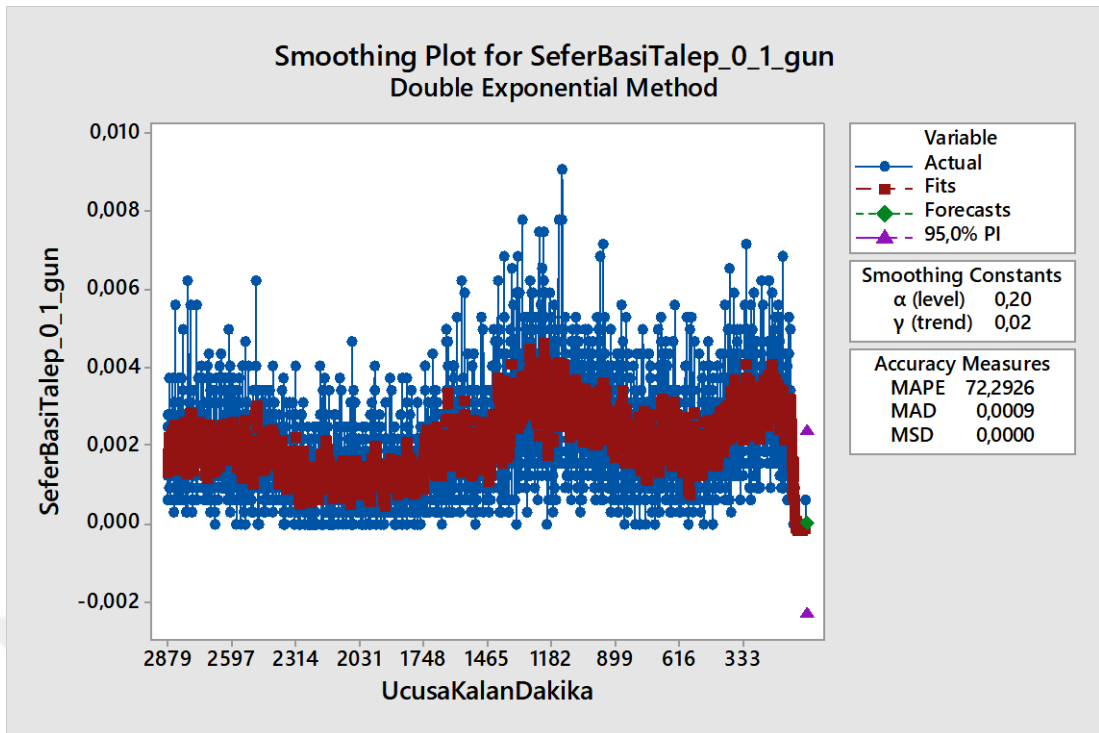
Ek-4 Zamana Göre Tahmin Grafikleri

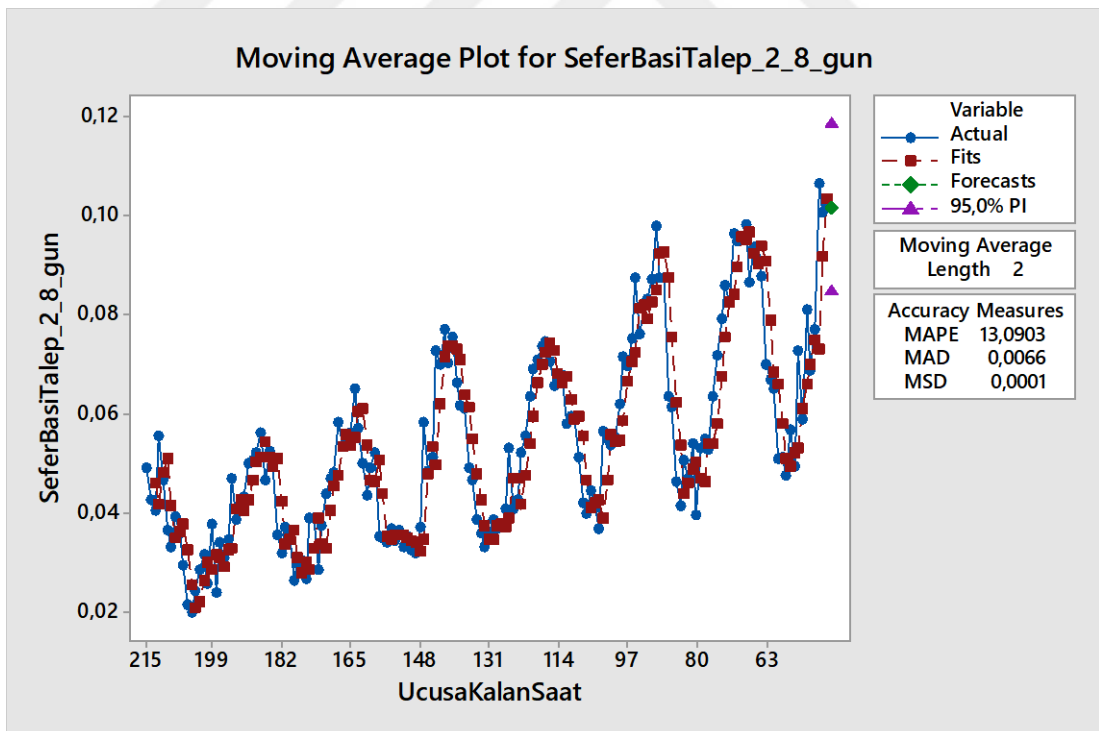
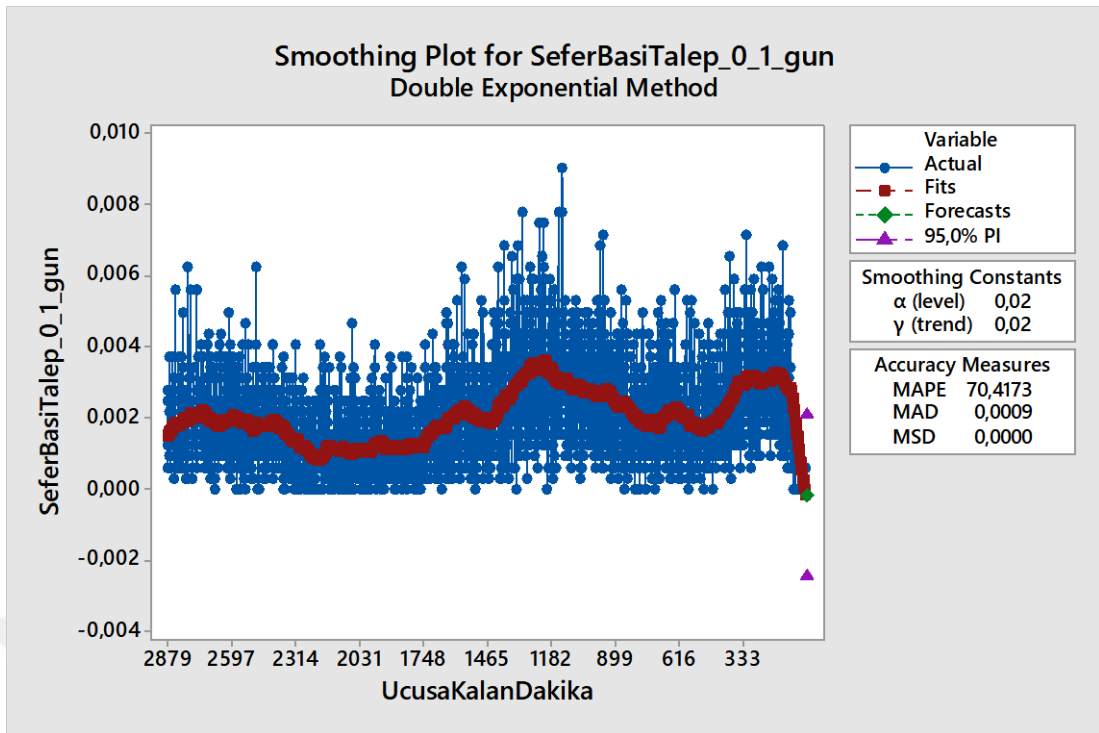


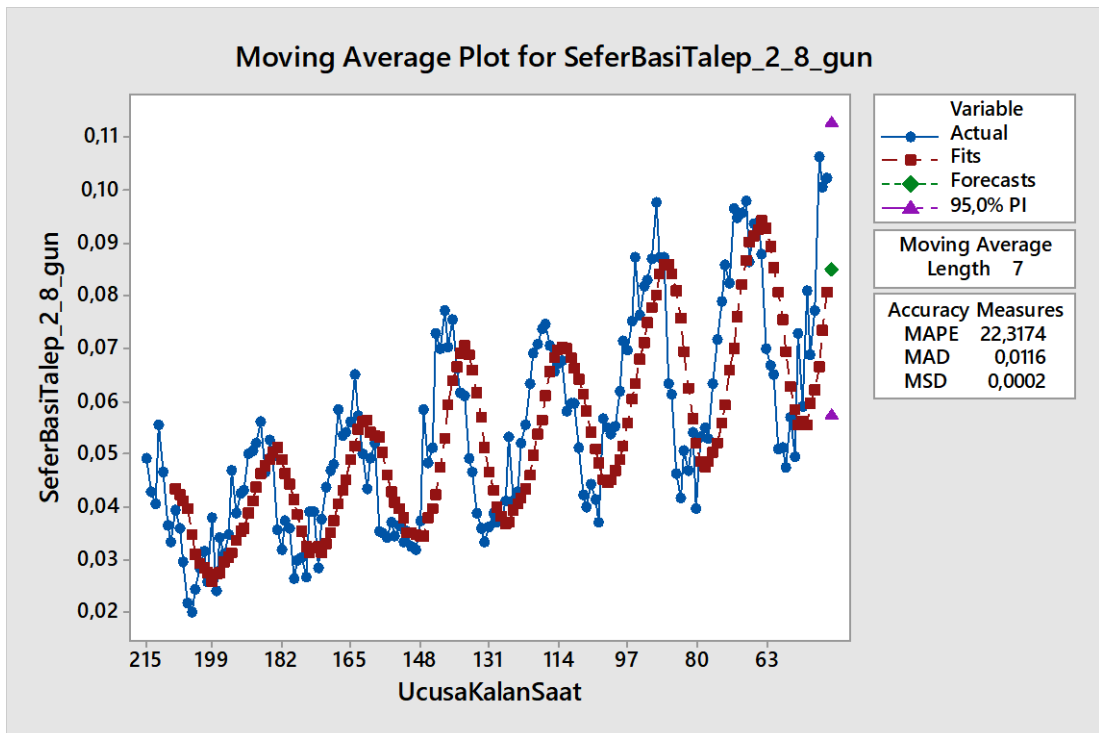
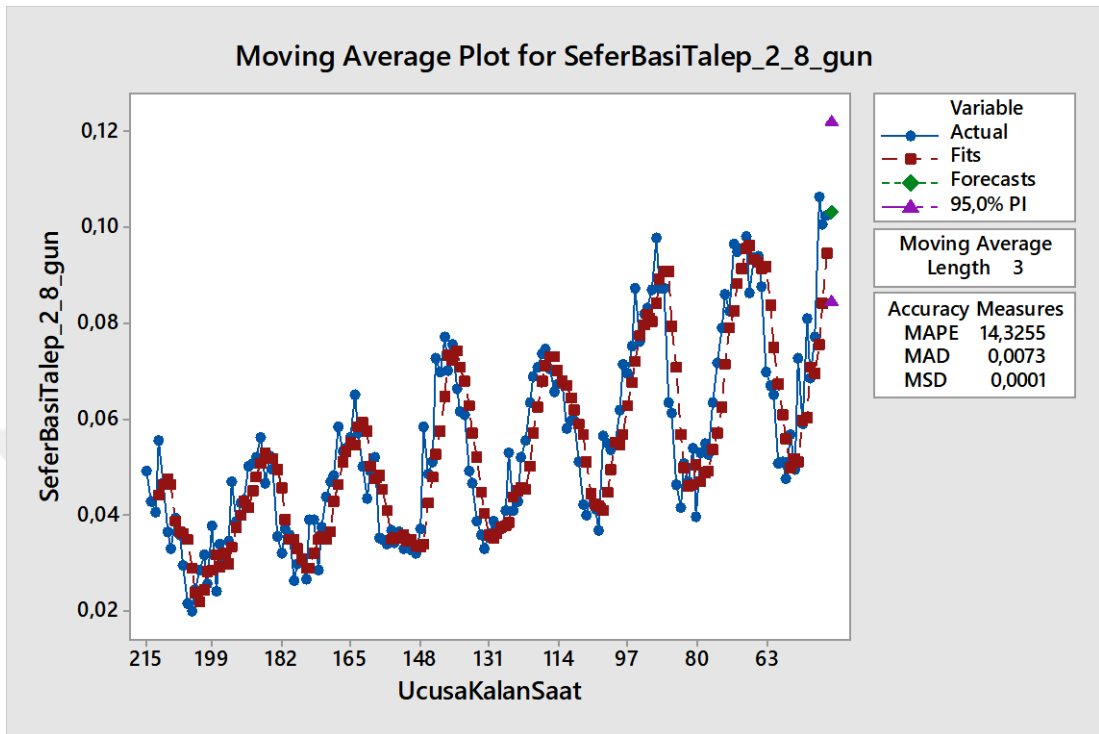


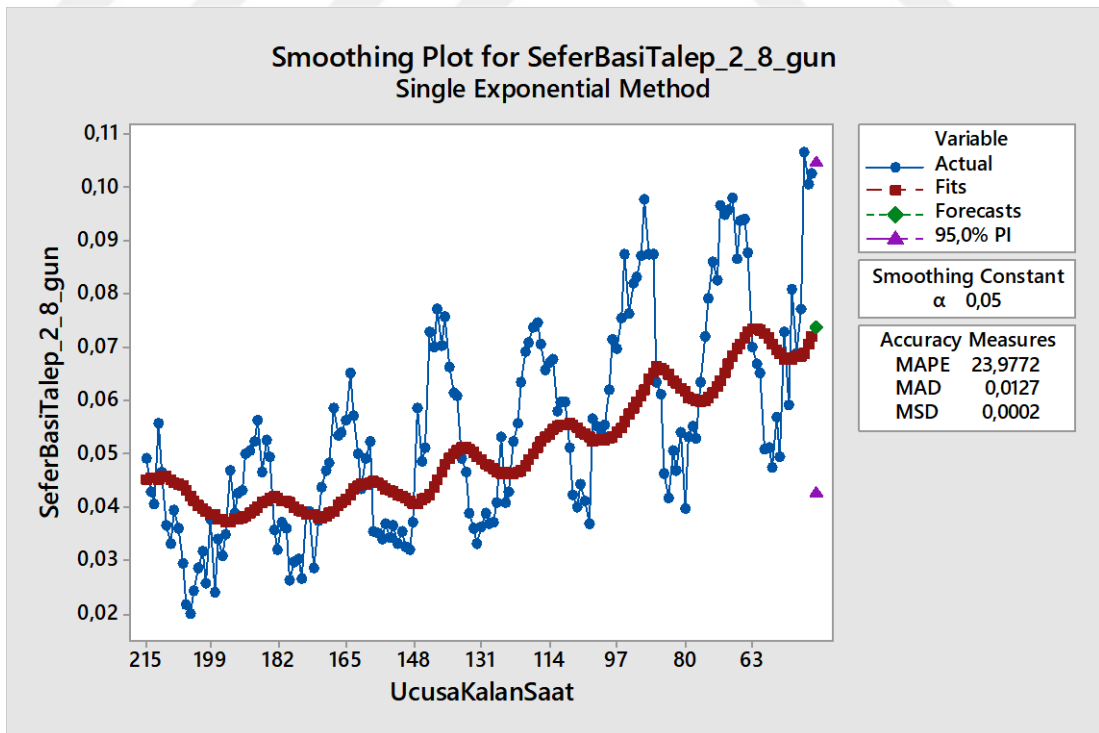
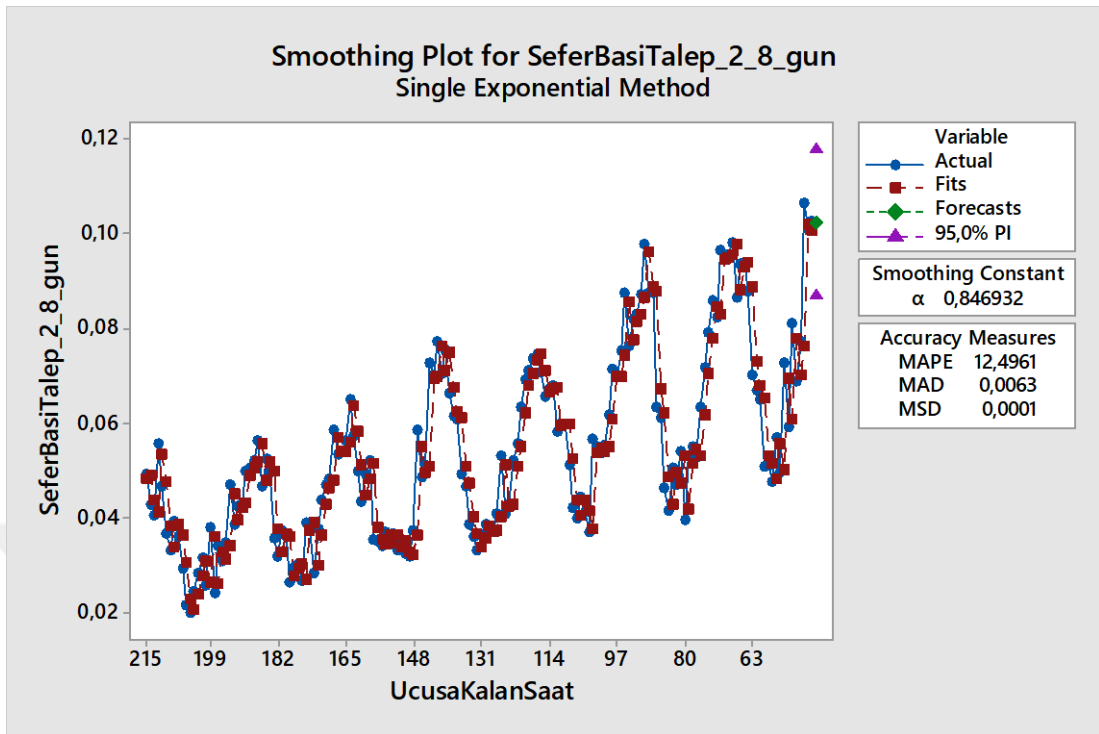


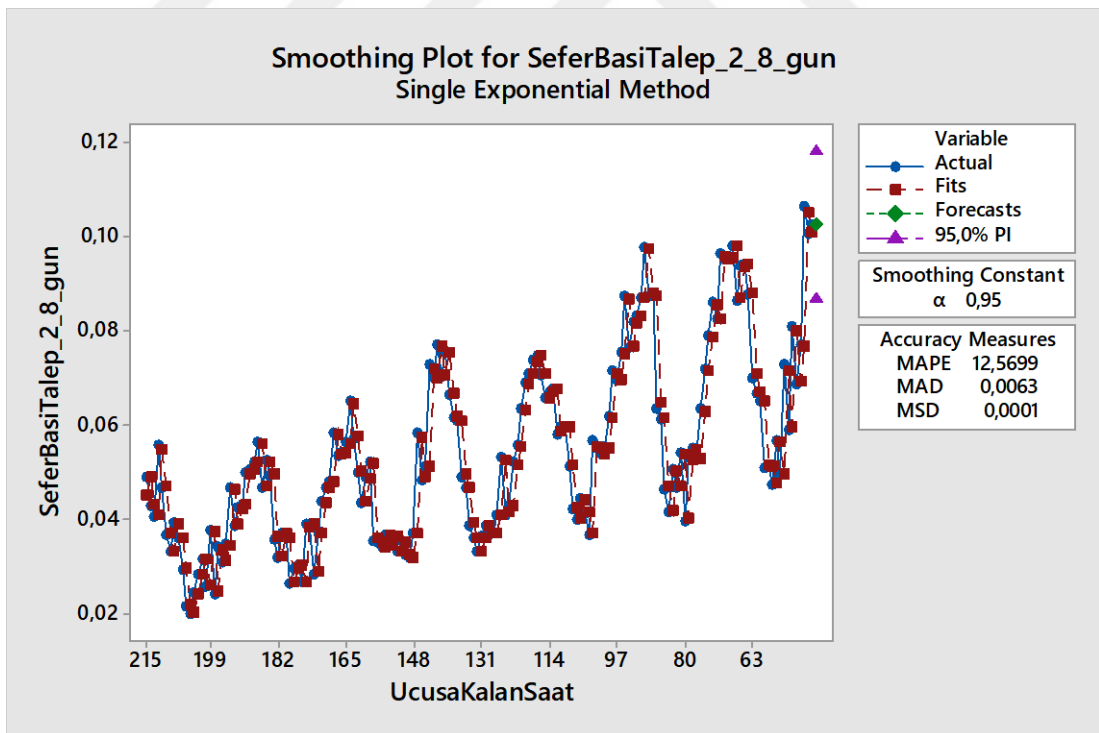
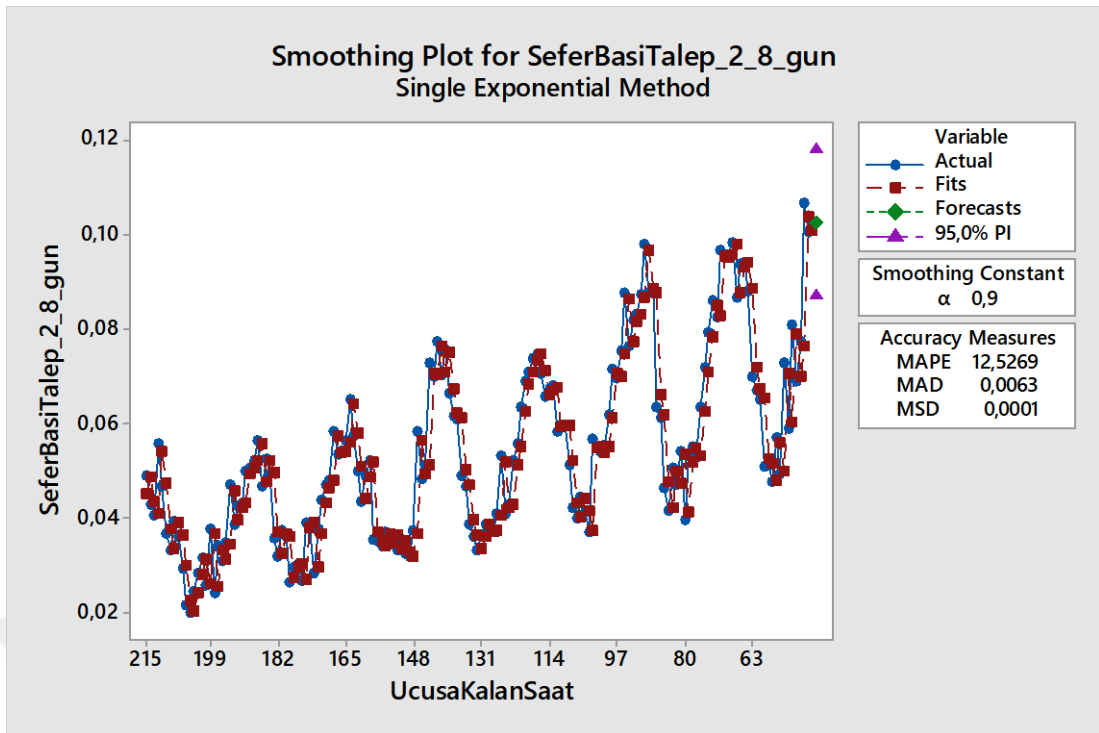


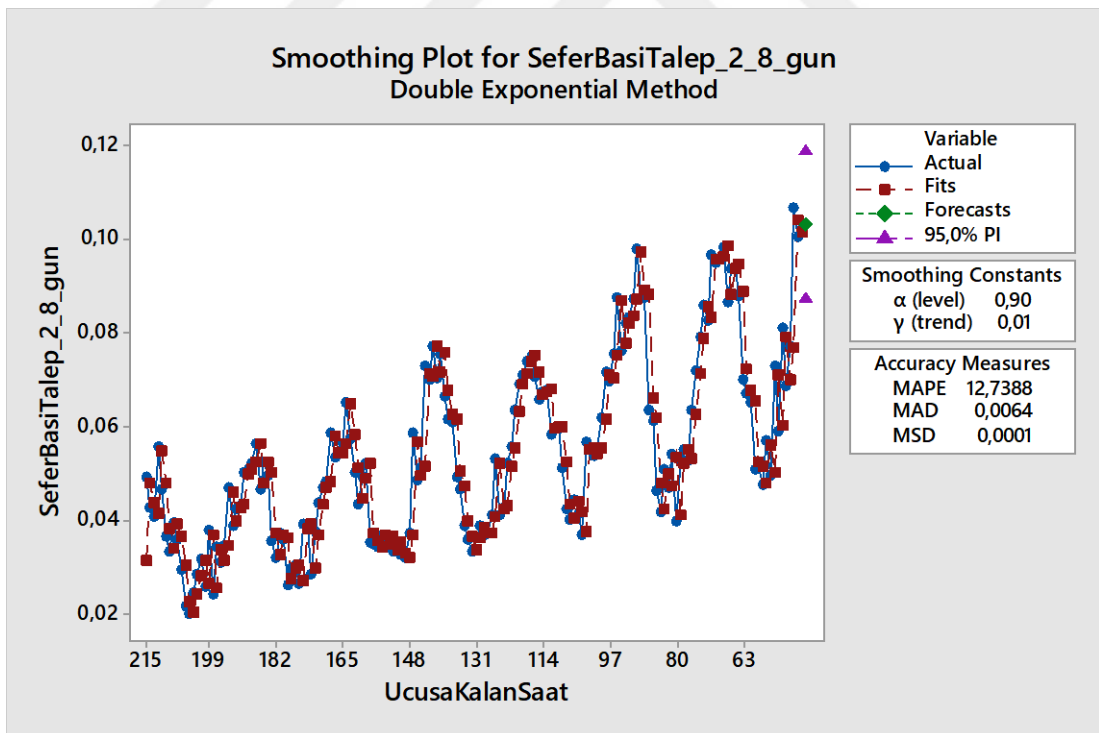
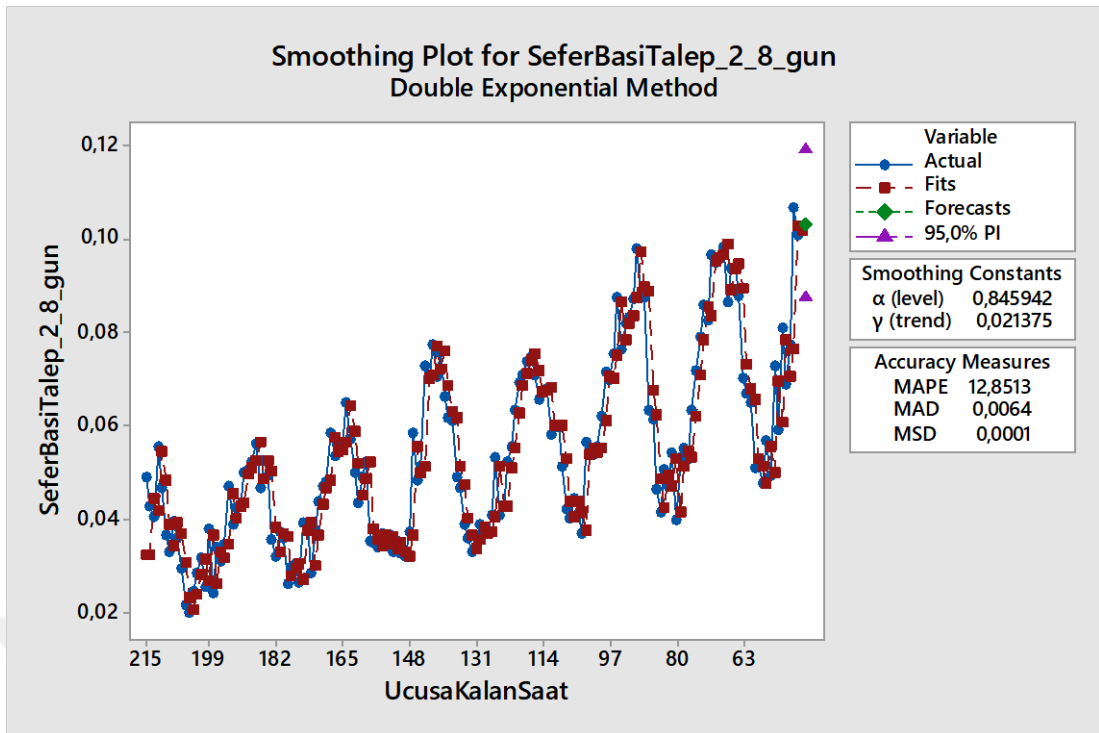


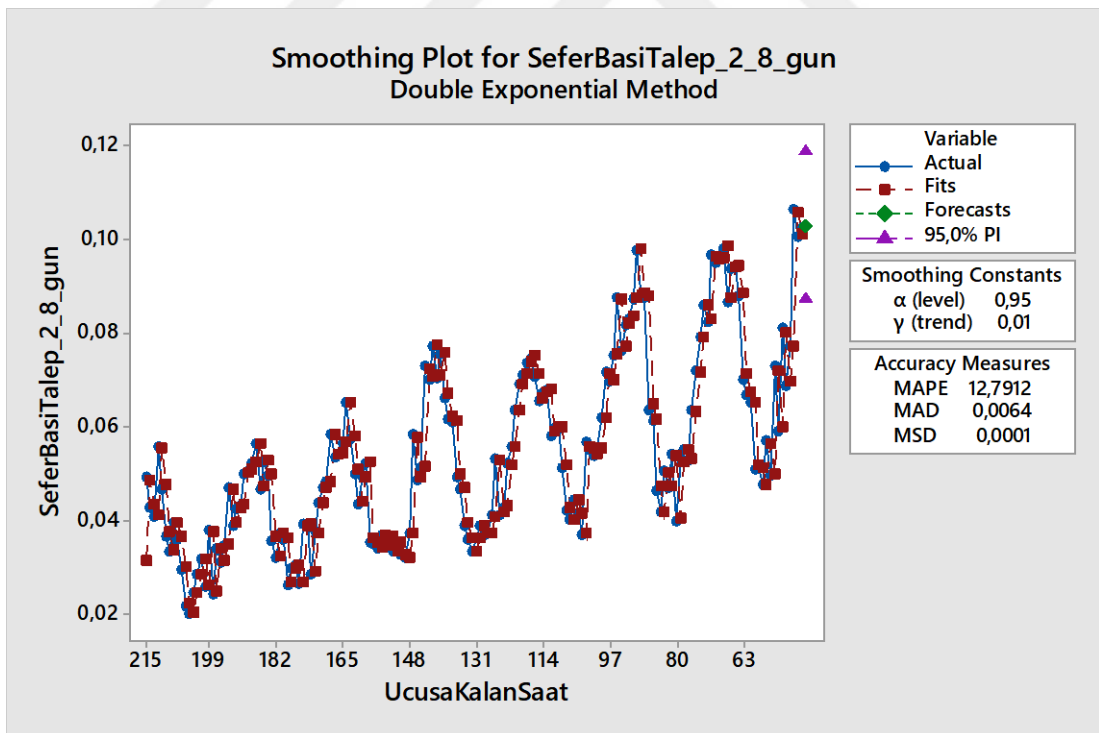
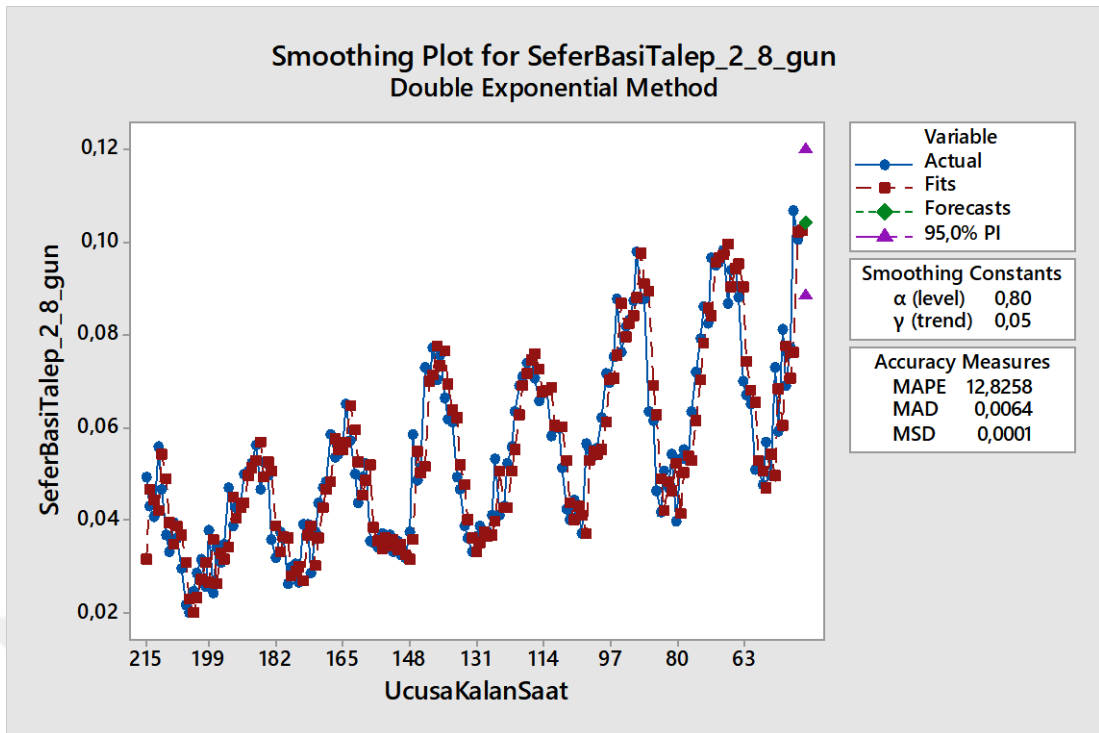




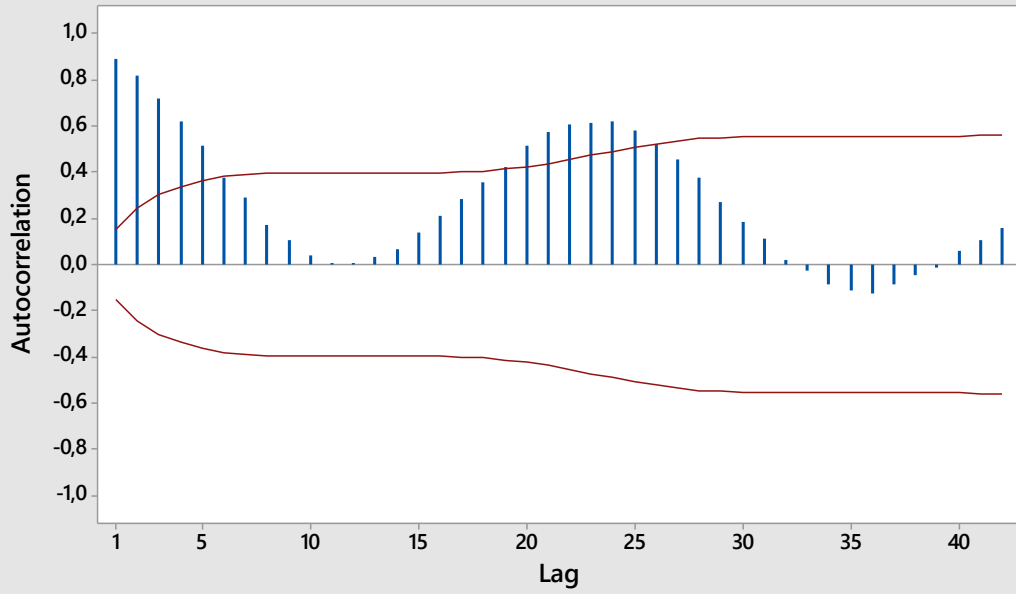








Autocorrelation Function for SeferBasiTalep_2_8_gun
(with 5% significance limits for the autocorrelations)



Partial Autocorrelation Function for SeferBasiTalep_2_8_gun
(with 5% significance limits for the partial autocorrelations)

