

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZAMAN SERİLERİ ANALİZİNDE HODRİCK PRESCOTT FİLTRESİNİN  
YERİ VE TÜRKİYE’NİN GSYH VERİLERİ İÇİN UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Hamit GÜLLÜCE**

**İstatistik Anabilim Dalı**

**2015  
SAMSUN**





T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



İSTATİSTİK ANABİLİM DALI

ZAMAN SERİLERİ ANALİZİNDE HODRICK PRESCOTT FİLTRESİNİN  
YERİ VE TÜRKİYE'NİN GSYH VERİLERİ İÇİN UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hamit GÜLLÜCE  
(10210054)

İstatistik Anabilim Dalı

Tezin Savunma Tarihi: ..../..../.....

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Vedide Rezan USLU



**Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**İstatistik Anabilim Dalında**  
**Hamit GÜLLÜCE tarafından hazırlanan**

**ZAMAN SERİLERİ ANALİZİNDE HODRICK PRESCOTT FİLTRESİNİN**  
**YERİ VE TÜRKİYE’NİN GSYH VERİLERİ İÇİN UYGULAMASI**

**başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 26/02/2015 tarihinde yapılan sınav ile**  
**YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Başkan : Doç. Dr. Erol EĞRİOĞLU**  
Marmara Üniversitesi



**Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Vedide Rezan USLU**  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



**Yrd. Doç. Dr. Elif BULUT**  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi



.../.../.....

**Prof. Dr. Hüseyin DEMİR**

**Enstitü Müdürü**



## ÖNSÖZ

Öncelikle, beni bugünlere getirerek eğitimimde özveri ve desteklerini bir an olsun esirgemeyen kıymetli aileme şükranlarımı sunarım.

Ve çalışmamda yardımlarını ve tecrübelerini benden esirgemeyen çok kıymetli hocalarım ile sevgili tez danışmanım Doç. Dr. Vedide Rezan USLU 'ya sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca, Yapısal Bütçe Analizi eğitimlerinde yer almamı teşvik ederek çalışmamın çıkış noktası olan filtreyi ve parametreyi tanımamı sağlayan Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü, Genel Müdür Yardımcısı Sayın Hakan AY 'a teşekkürü borç bilirim.

.../.../2015

Hamit GÜLLÜCE  
İstatistikçi



## İÇİNDEKİLER

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>11</b>
1.1 Literatür Araştırması.....	12
<b>2. ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ</b> .....	<b>15</b>
2.1 Zaman Serilerini Etkileyen Unsurlar .....	16
2.1.1 Temel Faktörler.....	16
2.1.2 Yanıltıcı Etkiler:.....	21
2.2 Farklı Yapılarda Zaman Serileri Örnekleri .....	21
2.3 Zaman Serisi Modelleme Süreci.....	22
<b>3. DÜZLEŞTİRME YÖNTEMLERİ</b> .....	<b>25</b>
3.1 Hareketli Ortalamalar Yöntemi .....	26
3.1.1 Basit Hareketli Ortalama.....	27
3.1.2 Merkezi Hareketli Ortalama.....	27
3.1.3 İkili Hareketli Ortalama .....	28
3.1.4 Ağırlıklı Hareketli Ortalama .....	28
3.2 Üstel Düzleştirme Yöntemleri .....	29
3.2.1 Mevsimsel Olmayan Düzleştirme Yöntemleri.....	29
3.2.2 Mevsimsel Düzleştirme Yöntemleri .....	30
<b>4. HP FİLTRESİ</b> .....	<b>31</b>
4.1 Giriş .....	31
4.2 HP Filtresinin Yapısı ve Önemi.....	32



4.2.1	HP Filtresinin Yapısı.....	33
4.2.2	HP Filtresinin Önemi .....	33
4.3	Temel Kavramlar .....	34
4.3.1	İş Çevrimleri .....	35
4.3.2	Durağanlık.....	36
4.3.3	Rastsal Yürüyüş Süreci .....	36
4.4	HP Filtresine Benzer Yaklaşımlar .....	37
4.4.1	Baxter-King Filtresi .....	37
4.4.2	Christiano-Fitzgerald Filtresi .....	38
4.5	Tahminin Doğruluk Ölçütleri .....	39
<b>5.</b>	<b>UYGULAMA .....</b>	<b>41</b>
5.1	Materyal.....	41
5.2	Metot.....	42
<b>6.</b>	<b>SONUÇ .....</b>	<b>56</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>64</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Bir hanenin geçmiş 20 yıldaki ortalama elektrik tüketimi.....	16
Şekil 2.2 Trend Türleri .....	17
Şekil 2.3 Bir sınıftaki 20 öğrencinin çeyrek yıllık eğitim harcamaları toplamı.....	19
Şekil 2.4 Siyasi ve Ekonomik Güvensizliğe İlişkin Bir Kamuoyu Endeksi (%).....	20
Şekil 4.1 E-Views programında HP filtresi .....	34
Şekil 4.2 İş çevrimlerinin genel yapısı.....	35
Şekil 6.1 $\lambda=100$ değeri için HP Filtresi.....	47
Şekil 6.2 $\lambda=1600$ değeri için HP Filtresi.....	47
Şekil 6.3 $\lambda=19$ değeri için HP Filtresi.....	48
Şekil 6.4 $\lambda=98$ değeri için HP Filtresi.....	48
Şekil 6.5 Çeyreklik verilerde $\lambda$ değerleri için HP Filtresi Döngüsel Kısım.....	52



## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge 5.1</b> Türkiye Yıllık GSYH Verileri (Milyon \$).....	45
<b>Çizelge 5.2</b> Türkiye Çeyreklik GSYH Verileri (Milyon TL) .....	46
<b>Çizelge 5.3</b> Farklı $\lambda$ Değerleri için Hesaplanan HP Filtresi Çıktıları .....	50
<b>Çizelge 5.4</b> MAPE Değerleri .....	53
<b>Çizelge 5.5</b> MdAPE Değerleri .....	53
<b>Çizelge 5.6</b> BK Filtresi için MAPE ve MdAPE Değerleri .....	54
<b>Çizelge 5.7</b> CF Filtresi için MAPE ve MdAPE Değerleri .....	54
<b>Çizelge 5.8</b> BK ve CF Filtreleri ile Elde Edilen Seriler .....	55



## KISALTMALAR

<b>SNA</b>	: Ulusal Hesaplar Sistemi
<b>ESA95</b>	: Avrupa Hesaplar Sistemi
<b>BM</b>	: Birleşmiş Milletler
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>HP</b>	: Hodrick-Prescott
<b>BK</b>	: Baxter-King
<b>CF</b>	: Christiano-Fitzgerald
<b>İMKB</b>	: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
<b>NBER</b>	: National Breau of Economic Research
<b>BP</b>	: Band-Pass
<b>MAPE</b>	: Mean Absolute Percentage Error
<b>MdAPE</b>	: Median Absolute Percentage Error
<b>MSE</b>	: Mean Square Error
<b>MdAE</b>	: Median Absolute Error
<b>MAE</b>	: Mean Absolute Error
<b>RMSPE</b>	: Root Mean Square Percentage Error
<b>RMdSPE</b>	: Root Median Square Percentage Error



## ZAMAN SERİLERİ ANALİZİNDE HODRİCK PRESCOTT FİLTRESİNİN YERİ VE TÜRKİYE’NİN GSYH VERİLERİ İÇİN UYGULAMASI

### ÖZET

Bu çalışmada, Zaman Serisi Analizine ilişkin temel açıklamalar ile Zaman Serisi Analizindeki zaman serisi bileşenleri ve zaman serisi düzgünleştirme yöntemleri tanıtılmıştır. Ayrıca çalışmamızda, literatürde bir zaman serisi bileşeni ayrıştırma yöntemi olan Hodrick Prescott yöntemi çeşitli açılardan incelenerek yöntemde yer alan düzgünleştirme parametresinin seçimi üzerine karşılaştırma analizi yapılmaktadır.

HP filtresi kısaltmasıyla anılan Hodrick Prescott yöntemi, İş Çevrimleri Analizinde konjonktürel dalgalanmalardan arındırılma işlemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ayrıca, istatistiksel bir yöntem olan filtre içerisinde yer alan düzgünleştirme parametresinin tahmin edilmesi ülkemiz için yapılan makroekonomik çalışmalarda önem arz etmektedir. Ancak, bahsedilen parametre değeri, farklı ülkelerin ekonomik verileriyle hesaplandığından ülkemiz verileri için doğru parametre değerinin araştırması devam etmektedir. Bu ihtiyaç göz önünde bulundurularak bu çalışmada Türkiye örneği için yapılan HP Filtresi düzgünleştirme parametresi tahminlerine ilişkin yeni yorumlar getirilmiştir. Ayrıca çalışmamızda, literatürde yer alan bazı benzer filtreleme yöntemleri ile HP Filtresi arasında bir karşılaştırma da yapılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Zaman Serileri Analizi; İş Çevrimi; HP filtresi; Düzgünleştirme Parametresi.



## **THE HODRICK PRESCOTT FILTER IN TIME SERIES ANALYSIS AND THE APPLICATION TO GDP DATA OF TURKEY**

### **ABSTRACT**

The basic definitions related with Time Series Analysis, the components of time series and smoothing methods used in time series analysis have been introduced in this study. The main goal of this study, in fact, is to discuss Hodrick Prescott Filter, which is a decomposition method for the components of a time series, in a variety perspective and to present a comparative study on the choice of the smoothing parameter in the method.

Hodrick Prescott Method, referred to by the abbreviation HP, is often used to decontaminate the time series from the conjectural cycles in Business Cycles analysis. It is an essential issue to estimate the smoothing parameter in the macroeconomic analyses in our country. However, it can be problematic or unrealistic for our country data to use the proposed values for this smoothing parameter since have been calculated for the different growth countries data. That means there is a need to adjust this parameter. Regarding this need, we present new interpretations on the estimated parameter of HP filter for the case of Turkey. In addition to this work we provided a comparative results between HP and some similar filtering methods proposed in literature

**Keywords:** Time Series Analysis; Econometric Business Cycles; HP filter; The Smoothing Parameter.







## 1. GİRİŞ

Irmak debisi, radyo frekansları, ekonomide ve borsada zaman içerisindeki değişimler, elektromanyetik alanlar, tayf analizleri, döngüsel düzensizlik içeren marjinal dağılımlar, gökyüzü ve astronomiyle ilgili olaylar, hava durumları, tıbbi cihazlar, sinirsel hareketler ve organların çalışması gibi birçok alanda zamana bağlı yapılan ölçümlerin oluşturduğu gözlem serileri Zaman serileri olarak adlandırılır. Devlet bütçeleri ve birtakım stabilizatörler aracılığıyla bütçe gelirleri ve bütçe harcamaları ölçümleri de zaman serisi özelliği taşımaktadır. Özünde karmaşık bir problem olan devlet bütçesi belirleme sürecine ilişkin uluslararası ekonomi kuruluşlarının teşviyle ve süreç içerisinde oluşan akademik ihtiyaçlarla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Bu ihtiyaçlar neticesinde ortaya çıkan tek değişkenli veri analiz yöntemleri, genel olarak bir serideki değişimleri; tren, mevsimsellik, konjonktür ve rastsallık gibi bileşenlere ayırtmaktadır. Bu bileşenlerin birbiriyle etkileşimleri ile zaman içerisinde zaman serisi problemlerinin daha iyi anlaşılması için bir takım varsayımlar ortaya atılmıştır.

Zaman serileri, sözü edilen bileşenleri nedeniyle, bileşenler arasındaki etkileşimler çözümlenmeden bir anlam ifade etmezler. En basit anlamda, bir zaman serisi çözümlemesi, incelenen zaman serisinin zaman içerisindeki davranışını ortaya çıkarmak hedefini taşımaktadır. Zaman serilerinin davranışını açıklamak için, serilerin rastsal bileşenlerinin yanında diğer bileşenlerden hangilerinin etkisinde olduğunu belirlemek ve modellemek bir amaçtır. Zaman serisi çözümlemesinin ikinci önemli amacı ise öngörü yapmaktır. Bu amaç, hesaplanan serinin gelecek dönemlerine ilişkin öngörü çalışmalarını da kapsamaktadır.

Zaman serisi analizi yöntemleri, incelenen zaman serisinin davranışı üzerine kurulu birtakım varsayımları gerektirir. Dolayısıyla bir zaman serisi probleminin sonraki aşamaları için verilere trend ve mevsimsellikten arındırma işlemleri uygulanarak daha mantıklı çözümler aranabilir.

Öncelikle çalışmamızda zaman serisini ve zaman serisinin özelliklerini tanıtmak ve açıklamak gerekmektedir. Ayrıca zaman serisi bileşenlerini tanıtarak bu

bileşenlerin özelliklerini vermek faydalı olacaktır. Gerekli açıklamalardan sonra ise asıl amacımız bir tek değişkenli zaman serisi bileşenleri ayırma yöntemi olan Hodrick ve Prescott (1981,1997) tarafından geliştirilen yöntemi tanıtmak ve literatürde yer alan benzer zaman serisi ayrıştırma yöntemleriyle bu yöntemi karşılaştırmaktır. Ayrıca Hodrick-Prescott Filtresi (HP Filtresi) olarak anılan bu yöntemin yapısında yer alan düzgülleştirme parametresine değinerek bu parametrenin sebep olduğu ölçüm zorluğunu giderecek çözümler aramaktır. Edindiğimiz bilgilerin, filtreyi anlamak ve filtre yapısının zaman serisi analizleri içerisindeki yerini açıklamak açısından yararlı olacağını umuyoruz. Ülkemizin GSYH verilerini kullanarak yaptığımız karşılaştırmalar ışığında, literatürde geniş yer bulan ve ekonomik çevrelerde geçerliliği tartışılmaz olan HP Filtresini tanımak ve özelliklerini anlamak mümkün olacaktır.

### **1.1 Literatür Araştırması**

Fiili üretimi temsil eden gayri safi yurtiçi hasıla serisi iktisadi teoriden bağımsız olarak kalıcı ve geçici bileşenlerine ayrılmaktadır. Bu ayrıştırmada kullanılan istatistiksel yöntemler tek değişkenli yöntemler olup, en yaygın olarak başvuru alan yöntemler Hodrick-Prescott (1997), Baxter-King (1999), Christiano-Fitzgerald (2003), filtreleridir. Bu yöntemlerin en önemli üstünlüğü çok sayıda değişkene ilişkin veriye ihtiyaç duyan yapısal yöntemlerin aksine sadece gerçekleşen üretim verilerine ihtiyaç duymasıdır. Aralarında HP filtresi uygulama kolaylığı nedeniyle yazında çok yaygın olarak kullanılmasına rağmen potansiyel üretim tahmin sonuçları, kullanılan düzeltme parametresinin seçimine karşı son derece duyarlıdır. Saraçoğlu (2014) bu yöntemleri tanıtmış ve yöntemlere yapılan eleştirileri ele almıştır.

HP Filtresini doğru anlamak adına Neoklasik Büyüme Teorisi olarak adlandırılan gözlemler üzerindeki sınırlamalardan oluşan sistematik sapmalara bakılmadığıdır. Lucas (1981) kapitalist ekonomik çevrelerin tekrarlanan dalgalanmalarından elde edilen ekonomi verileri ve onların uzun vadeli büyümelerine bu açıdan incelemiştir. Ayrıca, daha önceleri sadece Keynes Teorisinde bahsedilen bu gibi dalgalanmalar, Lucas'ın (1981) eşitlik teorisiyle ve uzlaştırma denemeleriyle birleştirilmeye çalışılmış olup ekonomik çevrelerde bu bakış açısı gitgide önem kazanmıştır. HP filtresi de, yani Robert J. Hodrick ve Edward C. Prescott'un çalışmaları da, 1981 yılında çıkardıkları ilk çalışmayı temel

olarak zaman içinde gelişmiş, yıllar içerisinde bu teoriye ilave Tablolar eklenerek 1997 çalışması ortaya çıkmıştır.

Avrupa Birliği (AB) ya da G8 ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde konjktür dalgalanmalarının birbirlerine benzediği ve daralma dönemlerinin daha hafif geçtiği gözlenmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde ise konjktür dalgalanmaları açısından durum heterojen bir yapı arz etmektedir. Elbette böyle bir ülke olan ülkemiz için de bu durumdan söz edebiliriz. Literatürde ülkemiz ekonomik verilerine ilişkin konjktür dalgalanmalarını inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların birçoğu eski adıyla örneğin İMKB Endeksi, Sanayi Üretim Endeksi, Reel Kesim Üretim Endeksi gibi serilerle yapılmış çalışmalardır. Daha ziyade burada söz ettiğimiz çalışmalarda HP filtresi bir amaç değil araç özelliği taşımaktadır. Makroekonomimizin bütüncül özellik gösteren serileri ile Alp ve diğ. (2011) HP Filtresi bünyesindeki düzgünleştirme parametresinin tahminini yapmıştır. İktisadi ve istatistiksel iki yaklaşımın kullanıldığı bu çalışma, çalışmamızın çıkış noktalarından biri olmuştur. İktisadi olarak Pedersen (2001) çalışmasında düzgünleştirme parametresi tahmini yapılmıştır. Daha sonraları aynı konuda istatistiksel bir yöntem olarak ise Dermoune (2008) bir yöntem geliştirmiştir. Alp ve diğ. (2011) çalışmalarında bu iki yöntemi kullanmışlardır.

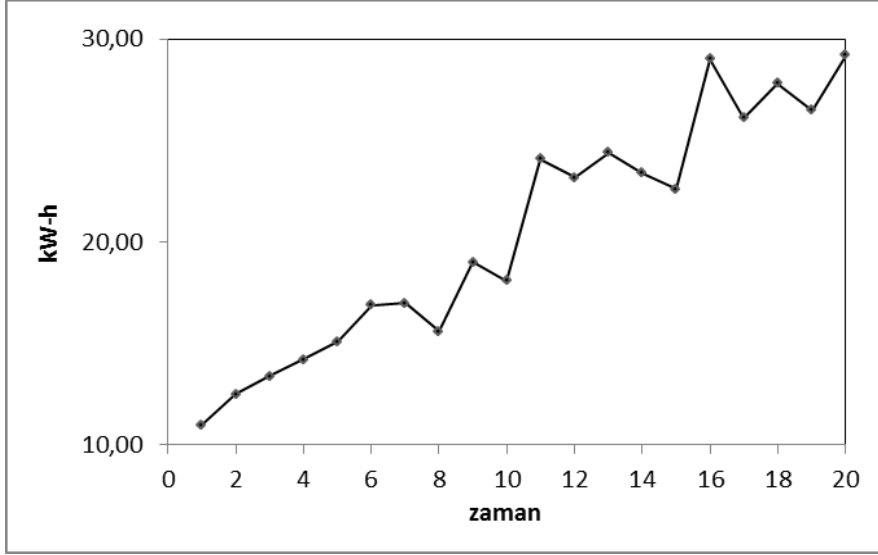


## 2. ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ

Zaman değişkenine ilişkin bir değişken hakkında, elde edilen gözlem değerlerini zamana göre sıralanmış olarak gösteren serilere Zaman Serisi denir. Bu tanım genel bir tanımdır. Zaman serilerini konu alan pek çok çalışmada, serilerin gözlem değerlerinin eşit aralıklı zaman noktalarında elde edilmiş olduğu görülmektedir. Eşit aralıklı zaman noktaları, günlük (günlük hava sıcaklığında olduğu gibi), aylık (aylık satış miktarlarında olduğu gibi) ve yıllık (yıllık ihracat tutarlarında olduğu gibi) olabilir. Zaman serisi çözümlerinde zaman değişkeni genellikle  $t = 1, 2, \dots, n$  ile ifade edilmektedir. Buna göre bir zaman serisi, eşit aralıklı zaman dilimlerinde değişkeniyle ilgili elde edilen  $y_1, y_2, \dots, y_t, \dots, y_n$  gözlem değerlerini zamana göre sıralanmış olarak gösteren seri olarak tanımlanır. Bu tanım Kesikli Zaman Serisi tanımı olarak bilinir. Ayrıca zaman serileri, zaman değişkenine göre isimlendirilir. Gözlem değerleri zaman değişkeninin aylara göre elde edilmişse “aylık zaman serisi” zaman değişkeni yıllara göre elde edilmişse “yıllık zaman serisi” adı verilir.

Genel itibariyle zaman serileri iki biçimde oluşturulur: birincisinde ilgilenilen zamana bağlı değişkenin, belirlenen eşit zaman aralıkları ile almış olduğu değerlerin, toplamı ya da ortalaması alınır. Yani örneğin; 1999 yılına ilişkin elektrik sarfiyatı 136.261.987 kW-h olan elektrik harcaması 01 Ocak 1999 - 31 Aralık 1999 zaman diliminde yapılmış sarfiyatı gösterir. İkinci tür zaman serisinde ise ilgilenilen zamana bağlı değişkenin belirlenen eşit zaman aralıklarında bir tek ölçümü yapılır. Örneğin; bir bankanın aylık vadesiz mevduatını gösteren değerler, ayların son işgünü itibariyle bankanın vadesiz mevduat hesabındaki bakiyeleri gösterir.

Zaman serilerinin genel gösterimi ise genelde kartezyen koordinatı dediğimiz basit grafikte gösterilir. Grafiğin yatay ekseninde zaman değişkenini ya da bu şıklara karşı gelen kodları, dikey eksenindeyse ise Y gözlem değerleri yer alır. Belirlenen eşit aralıklı t zaman noktaları  $t = 1, 2, \dots, n$  ile bu zaman dizisine göre eşleşen y değişkeninin aldığı  $y_1, y_2, \dots, y_t, \dots, y_n$  gözlem değerlerini gösteren kartezyen koordinat sistemi üzerindeki şekle Zaman Serisi Grafiği adı verilir.



**Şekil 2.1** Bir hanenin geçmiş 20 yıldaki ortalama elektrik tüketimi

Grafikteki noktaların oluşturduğu şekle bakarak, zaman değişkeniyle elektrik tüketimi değişkeni arasındaki ilişkiyi kısmen betimlemek mümkündür. Özetle, zaman serisi grafiklerini inceleyerek açıklanmaya çalışılan serinin temel bileşenlerinden hangilerinin seriyi etkilediğini görsel olarak belirlemek mümkündür (Yüzer ve diğ., 2003).

## 2.1 Zaman Serilerini Etkileyen Unsurlar

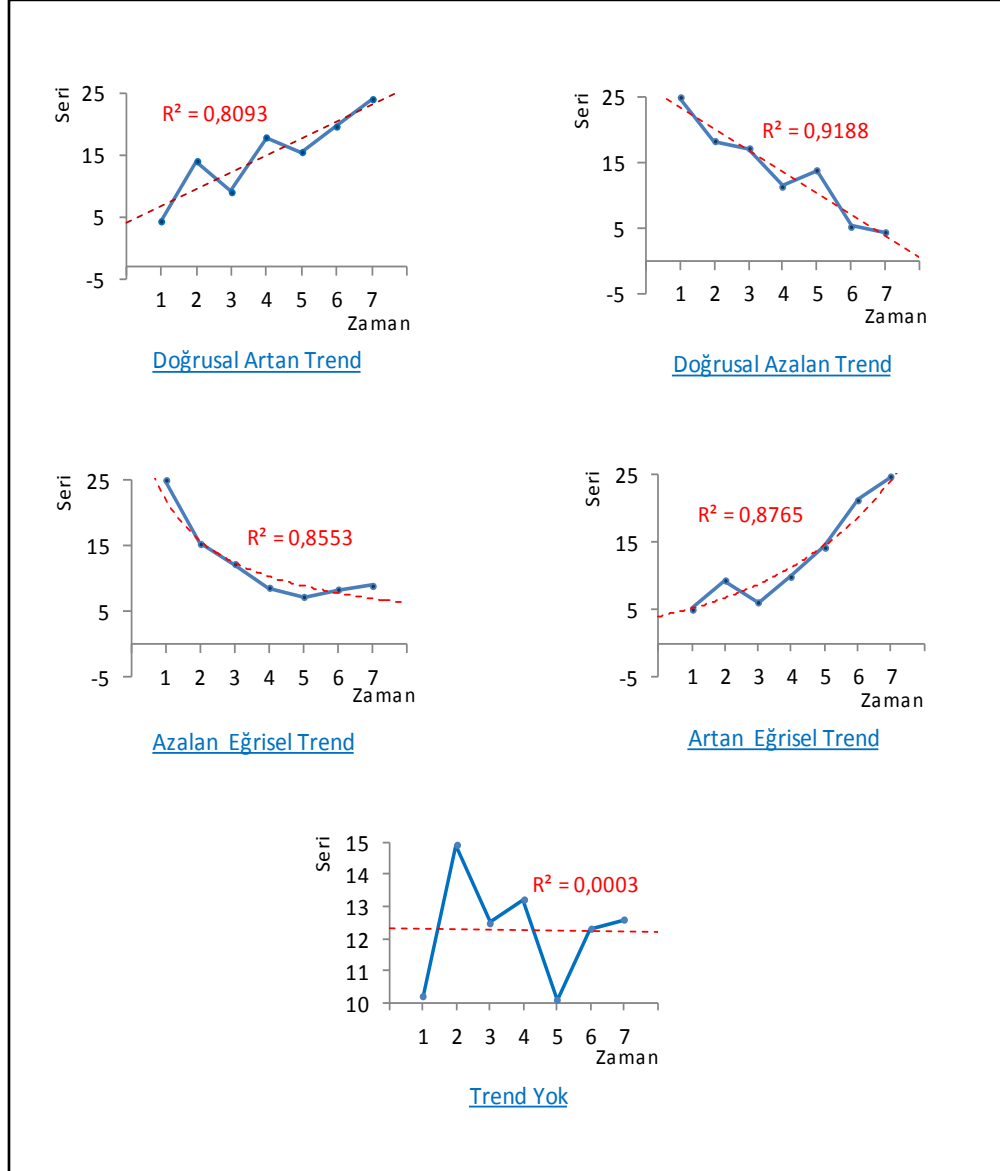
Zaman serilerini etkileyen faktörler, Temel Faktörler ile bunların dışında Yanıltıcı Etkiler başlıkları altında ele alınabilir.

### 2.1.1 Temel faktörler

Zaman serilerinin gözlem değerlerinde zamana bağlı olarak azalma ya da artma gözlenebilir. Ekonomik, sosyal, psikolojik gibi çeşitli nedenlerle, gözlem değerleri üzerinde etkili olan yön ve şiddet unsurlarının farklı olmasından ileri gelen bu değişimler; (T) Trend, (M) Mevsimsellik, (K) Konjonktür ve (R) Rastsallık olarak sayılabilir. Bu değişmelere genel olarak Zaman Serisi Bileşenleri ya da Temel Faktörler adı verilir. Zaman serileri üzerinde etkili olabilen bu bileşenlerin tanımları aşağıda sırasıyla verilmektedir.

**(T)Trend Bileşeni:** Trend, zaman serisinin uzun dönemde artış ya da azalış yönündeki genel eğilimini yansıtan bir değişim biçimidir. Bu değişim genel olarak, demografik ölçümlerde, coğrafi dağılımlarda, kişi başına gelir hesaplamalarında, teknolojik gelişmelerde, tüketici zevk ve alışkanlıklarındaki değişmelerde ve fiyat

değişmelerinde sıklıkla gözlenir. Trendi ortaya çıkaran etkilerin şiddetine bağlı olarak zaman serisi trendi zaman içerisinde aynı kalmaz. Trend Şekil 2.1 'de gösterildiği gibi doğrusal yahut eğrisel davranış gösterebilir. Şekil 2.2 'deki grafikler sık rastlanan trendler olmakla birlikte daha ziyade Doğrusal Trend uygulamada sık karşılaşılan türdür.



Şekil 2.1 Trend Türleri

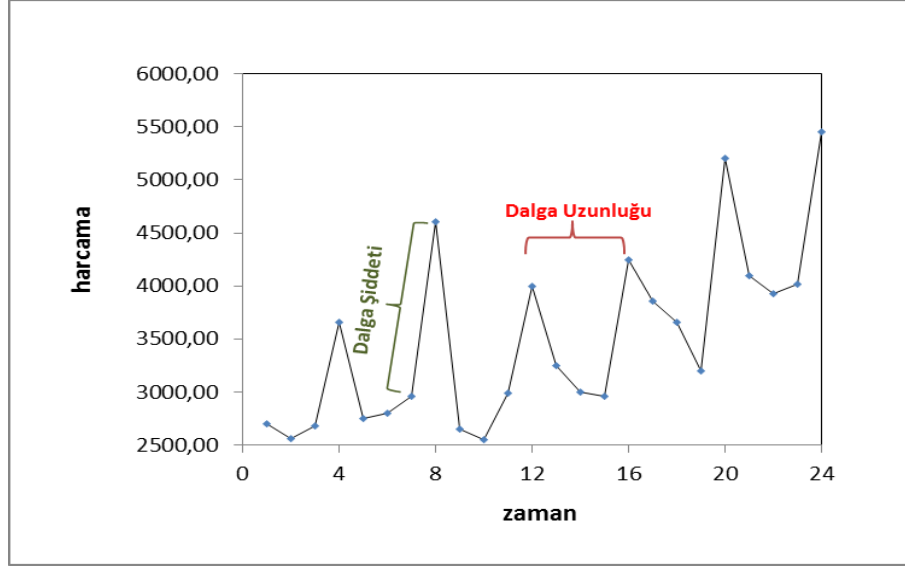
İncelenen serinin belirlenen dönemde doğrusal ya da eğri şeklinde artıp-azalması gözleniyorsa serinin uygun doğru ya da eğri ile gösterilmesi gerekir. Bu sayede seriye en uygun gösterimi bularak yaygın olarak kullanılan trend modelleri incelenebilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

Eğri tipinin belirlenmesine ilişkin bir çok model olmakla birlikte doğrusal trend modelleri dışındaki modeller: özünde doğrusal modeller olan; Kuadratik Model ve Kübik Model ile doğrusallaştırılamayan modeller olan; Logistik Model ( S- Eğrisi) ve Gompertz Eğrisi Modeli olmak üzere sınıflanan başlıca modelleme yöntemleridir.

**(M) Mevsimsel Bileşen:** Birçok zaman serisi belirli dönemlerde mevsimsel faktörlerin etkisi altında bulunabilir. Mevsimsel Değişmeler genellikle dış etki ve zamanla yakın ilişkilidir. Dış etkiler dediğimiz unsurlar iklim ya da veriye ilişkin geleneklerdir. Örneğin; ülkemiz deniz turizmi için önemli bir ülke olduğundan yaz mevsiminde ülkemize gelen yabancı turist sayısı artarken kış mevsiminde azalır; işe gidiş ve işten dönüş saatlerinde şehir içi toplu taşıma araçlarında yolcu sayıları artar, diğer saatlerde azalır. Cumartesi ve pazar günleri tatil günü olduğu için büyük alışveriş merkezlerinin satışları artar, hafta içi günlerde azalır. Mevsimsel etkiler, bir toplamı yansıtan zaman serisi verilerinde açık olarak gözlenemez. Örneğin yıllık verilerde daha ziyade aylık veya üçer aylık verilerin toplamı yansıtıldığında mevsimsel değişim açık olmayacaktır.

Birbirini takip eden mevsimsel değişmelerin tepe noktaları arasındaki zaman aralığına dalga boyu ya da dalga uzunluğu denir. Mevsimsel değişmelerde dalga boyları hemen hemen eşittir. Şekil 2.3 'teki grafik incelendiğinde  $L=4$  çeyrek yıllık dalga boylarından oluşan bir seri görülür. Eğer verimiz aylık olsaydı  $L=12$ , yıllık olsaydı  $L=1$  olacaktı. Burada dalga boyundan yola çıkarak mevsimsel değişmelerde periyodik olarak tekrar meydana gelen hareketlere döngüsel özelliğe sahip hareketlerdir diyebiliriz. Bir mevsimsel değişmenin maksimum ve minimum noktaları arasındaki farka ise dalga şiddeti denildiğini Şekil 2.3 'teki gösterimle görüyoruz. Mevsimsel değişmelerde dalga şiddeti her dalga boyunda aynı ya da farklı olabilir. Eğer bir zaman serisindeki mevsimsel değişmelerinin dalga şiddetleri trend etkisinin belirlediği genel eğilimden bağımsızsa, bu serinin, eşit mevsimsel dalga şiddetine sahip mevsimsel değişme gösterdiği, bağımlıyla eşit olmayan dalga şiddetine sahip mevsimsel değişme gösterdiği söylenir (Yüzer ve diğ. , 2003).

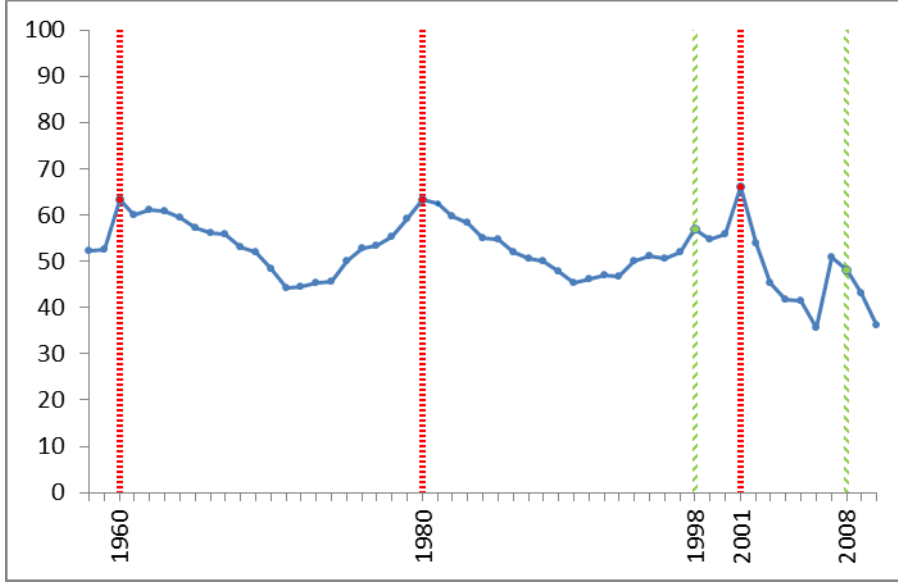
Mevsimsel değişmelerin dalga uzunluğunun ve dalga şiddetinin doğru olarak belirlenmesi, zaman serisi çözümlenmelerinde en önemli konulardandır. Çünkü; bu durum, çözümlenme amacıyla kullanılan yöntem türünün ve model tipinin belirlenmesine etki eder. Mevsimsel değişmeler düzenli değişmeler olduğundan, herhangi bir zaman dönemi için etkileri daha kolay tahmin edilir.



Şekil 2.2 Bir sınıftaki 20 öğrencinin çeyrek yıllık eğitim harcamaları toplamı

**(K) Konjunktürel Bileşen:** Ekonomi gibi değişen faktörlere bağlı alanlarda alanlarıyla ilgili değişkenlerde genellikle, sabit oranda artış ya da azalış görülmez. İki ile on yıl ya da daha fazla yıl zaman aralıklarıyla, herhangi bir dönemde, artma ya da azalma şeklinde tekrarlanabilen değişimler gözlenir. Konjunktürel değişme adı verilen bu değişmelerin etkisini açıklayan bileşene “konjunktürel bileşen” denir.

Konjontürel hareketler daha çok ekonominin veya sektörlerin refah ya da durgunluk dönemlerini içeren değişimlerdir. Refah dönemlerinde yatırımlar, üretimler, gelirler, satışlar gibi ekonomik göstergeler bir süre için artış gösterir ve durgunluk döneminde tekrar canlanmalarla periyodik olmayan dalgalanmalar ortaya çıkar. Ülkemizde yaşanan 2001 ekonomi krizi ile pek çok ekonomi ve iş çevresiyle ilgilideğişkenler azalan ya da artan değerler alma eğilimine girmiştir. Ekonomi yatırımları azalmış, girişimler durmuş, üretim kısırlığı yaşanarak, gelirler oldukça azalmıştır. Özetle ekonomi durgunluk dönemine girmiştir. Bu eğilim alınan çok yönlü tedbirlerle azaltılmaya çalışılmıştır. Halen dahi uzun vadeli sektörel etkileri devam eden bu durum, yeniden yatırımlarda, üretimde ve gelirdede artışlara yol açarak, pek çok değişkenin zaman içindeki değerlerinde artışlara ya da tam tersi etkiyle azalışlara uzun süre sebep olmaktadır. Ancak, unutulmamalıdır ki, uzun bir zaman dilimi içinde, herhangi bir zamanda, benzer ya da başka türlü bir krizle karşılaşılabilir. Bir konjunktur etkisi kendisinden önceki ya da sonraki konjunktur etkisinden etkilenebilir. Bu değişimlere örnek olarak konjunktürel değişim gösteren bir grafik Şekil 2.4 'te gösterilmiştir (Yüzer ve diğ., 2003).



**Şekil 2.3** Siyasi ve Ekonomik Güvensizliğe İlişkin Bir Kamuoyu Endeksi (%)

Konjunktürel bileşenin açıkladığı değişimler, genellikle periyodik olmayan ancak döngüsel değişimlerdir. Bu değişimler, değişkenler üzerinde aynı şiddette olmasa da aynı yönde etki ederler. Baran'a (2010) göre, konjunktürün artma yönündeki etkisi, trendin artış eğilimini hızlandırır. Buna karşılık, konjunktürün azalma etkisi trendin artış hızını yavaşlatır, hatta tamamen durdurabilir. Konjunktürel değişimler genel itibariyle ekonomik değişkenlerde net olarak görülsede sadece ekonomik değişimlerde meydana gelmesi gerekmez. Örneğin; iklim koşullarındaki değişimler, tarım ürünlerinin üretim miktarlarında konjunktürel değişimler gösterebilir. Yine moda ile ilgili değişimler, örneğin belirli bir ürünün satışları üzerinde döngüsel değişimler oluşturabilir. Anne-babaların zamanındaki kıyafetlerinin tekrar moda olması ve her neslin anne-babasının gençliğindeki kıyafetlere benzer kıyafetler giymesi konjunktürel değişimlere güzel bir örnektir. Örneğin, 2000'li yılların başlarında yeniden moda olan geniş paçalı pantolonların satış grafiğini düşünebiliriz.

Konjunktürel hareketlerin ortaya çıkış nedenlerini ve dönemleri açıklayan çok sayıda çalışma olmasına rağmen ortak sonuçlar üretilmemiştir. Ancak bu çalışmalar yapıldığı konulara önemli katkılar sağlamıştır. Mevsimsel ve Konjunktürel kalıplar arasında benzerlik görülmesine karşın periyotların ve konjunktür hacminin genişliği mevsimselliğe nazaran fazla değişkendir. Konjunktürel değişim düzenli periyotlara sahip olmadığından yorumlanmasının zor olması muhtemeldir. Ayrıca dalgalanmaların değişim noktalarını kestirmek de güçtür (Sevüktekin ve Nargeleçkenler, 2005).

**(R) Rastsal Bileşen:** Zaman serilerinde beklenmedik rastgele değişimlere “rastsal değişme” adı verilir. Literatürde “düzensizlik” ismiyle de rastlanabilir. Rastsal değişmeler, düzensiz tekrar eden olayların zaman serisine etkisiyle oluşan değişmeler olup örneğin; deprem, siyasal karışıklıklar, savaş, grev ve lokavt, rakip firmaların politikalarındaki değişiklikler gibi etkiler, rastsal değişmelere neden olur denebilir. Özetle, Rastsal Değişmeleri açıklayan bu bileşen, zaman serileri üzerindeki trend, konjonktürel bileşen ve mevsimsel bileşen etkisi arındırıldıktan sonra geriye kalan etkiyi açıklamaktadır.

### **2.1.2 Takvim etkisi**

Bazı aylık zaman serileri gözlemlerin günlük toplamından oluşabilir. Böyle bir değişkenin ay içinde almış olduğu değerlerin toplamı ayların gün sayılarının 28, 29, 30 ve 31 olması nedeniyle ya da tatil günlerinin hesaplama katılmaması nedeniyle, gün sayısının farklı olmasından etkilenmektedir. Bu durum, zaman serilerinde seri gözlemlendiğinde mevsimsel değişmeler varmış izlenimi yaratacağından, zaman serilerini etkileyen önemli bir yanıtıcı faktör olacaktır. Böyle başkaca yanıtıcı faktörler de bulunabilir. Zaman serisi gözlenirken bu gibi etkilerin olup olmadığına da dikkat edilmelidir. Varsa düzeltme katsayısı ya da yöntemi serilere uygulanarak bu etki mutlaka giderilmelidir.

## **2.2 Farklı Yapılarda Zaman Serileri Örnekleri**

Zaman serileri olarak adlandırdığımız veri yapısı sağlık, ekonomi, eğitim, mühendislik gibi alanlarda görülmektedir.

**1)Ekonomik Zaman serileri:** Ekonomik verilerin birçoğu zaman serilerinden ibarettir. Örneğin günlük hisse senedi fiyatları, aylık enflasyon oranları, yıllık ortalama gelirler, aylık, üç aylık ve yıllık faiz hadleri firmaların aylık satış rakamları sektörel üretim miktarları, yıllık istihdam oranları, yıllık işsizlik, sosyal güvenlik verileri dönemlere göre birçok zaman serisi verisini içerir.

**2) İşletme Zaman Serileri:** İşletmelerin pazar analizleri konusunda zaman serileri önemli yararlar sağlar. Genel anlamda ekonomik verilere benzeyen bu veriler işletme politikası ve ön raporlamalarda kullanılır.

**3) Fiziksel Zaman Serileri:** Fen bilimlerinde özellikle meteoroloji, denizcilik ve coğrafya gibi alanlarda zaman serisi örnekleri görülür. Yağmur, sıcaklık, nem gibi gözlemlerde sürekli ölçümlerin değerlendirilmesi için zaman serisi analizi kullanılır.

**4) Demografik Zaman Serileri:** Genellikle nüfus çalışmaları da zaman serileri kullanımına açıktır. Yıllar itibarıyla nüfus artışı, doğum, ölüm gibi verilere etki eden faktörlerin değerlendirilmesi açısından bu konuda zaman serilerine çok sık yer verilir.

**5) Süreç Kontrolü:** Süreç kontrolünde ele alınan bir probleme ilişkin elde edilen bulguların hedeflere yakınlığı açısından değerlendirilmesinde yine zaman serileri bileşenleri görülebilir. Hedeften sapmalarla birlikte zaman serisi özellikleri gözlenerek kalite kontrol gibi problemlerin çözümü sağlanır.

**6) İkili Süreç Verileri:** Bu tip veriler zaman serilerinin özel bir tipi olup 0 yada 1 değerleriyle ifade edilen teknolojik çalışma verileridir. Genelde elektronik alanda kullanılır. Açma kapama düğmelerinin çalışma prensipleri başlıkta örnek olarak göz önüne alınabilir.

**7) Nokta Süreç Verileri:** Farklı bir tür zaman serisi de dönem içerisinde rastsal olarak ortaya çıkmış olan dizilerdir. Örneğin bir aracın yıl içerisinde belirli arızalarından oluşan bakım, onarım gibi veriler içeren serilere de nokta süreç verisi denilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

## 2.3 Zaman Serisi Modelleme Süreci

Gözlem değerlerinde rastsal değişimlerin yanı sıra hangi zaman serisi bileşeninin etkili olduğunu saptamak için zaman serisini çözümlemek; yani bir zaman serisi modeli oluşturmak gerekir. Bir zaman serisi için en uygun modelin belirlenmesi ileriki dönem değerlerinin öngörü performansı açısından önemlidir. Zira zaman serisi modelleme sürecinin en önemli aşamalarından biri seri hakkında öngörü elde etmektir. Bu aşamada model oluşturmakla birlikte gözlem değerleri arasında bir iç bağımlılık var mı onu araştırılır ve bu sayede seride değişimlere neden olan etkilerin devamlılığını gözlenebilir. Zaman serilerinde doğal olarak geçmiş gözlem değerlerinden gelecek dönem tahminleri elde edilir. Zaman serileri çözümlemelerini bağımsız gözlem ile yapılan çözümlemelerden ayıran özellik; zaman serisinin öngörü elde etmenin yanında etki ayıklama işlemini de yürütmesidir. Karar verme ve planlama faaliyetlerinde sıklıkla kullanılan zaman serileri, gerçekleşen durumların değerlendirilmesi ve gelecekte aynı tür verilerin oluşmasında aynı etkilerin

belirleyici olup olmayacağı tartışmaları yapabilmeyi sağlar. Gelişen dünyada kompleks, işlevsel, kalabalık veri grupları oluşmuş ve bu verileri küçük büyük birçok faktör etkiler olmuştur. Etkileşimli sorunların çözümünde zaman serileri önemli bir konu haline gelmiş birçok bileşen zaman serileri modellemeleri aracılığıyla ayıklanır olmuştur (Yüzer ve diğ. , 2003).

Zaman serisi analizinin ve modellenmesi için iki farklı yaklaşım söz konusudur. Birincisi tek bir seriye ait gözlemlerin dinamik veya zamana bağlı yapısını anlamaya çalışmak anlamına gelen tek değişkenli zaman serisi analizleri olarak adlandırılır. İkincisi ise iki veya daha fazla seri arasında özelleştirme, geciktirme ve geri besleme ilişkilerini ortaya koymak anlamına gelen çok değişkenli zaman serisi analizleridir. Hangi zaman serisi analizini kullanırsak kullanalım bir zaman serisi analizinin ekonometrik model gibi  $Y_t$  değişkenini sadece  $X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{nt}$  değişkenlerinin bir fonksiyonu gibi düşünmek yanlış olur. Zaman serisi modeli  $Y_t$  gibi bir değişkenin davranışlarını kendi geçmiş değerlerindeki gelişimlerle açıklamaya çalışır ve zaman içerisindeki değişimini etüt eder (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

Model araştırma işlemi trend analizi ile başlar sırasıyla mevsimsel hareketler ve düzensiz hareketler arındırılarak seriyi temiz bir seri haline getirmek amaçlanır. Bir zaman serisi modeli kabaca:

Zaman Serisi = f{Trend, Konjonktür, Mevsimsellik, Rastsallık} bileşenlerinden oluşur. Bunları temsil edecek şekilde zaman serisini:

$$Y_t = \{ T_t, M_t, K_t, R_t \} \quad (2.1)$$

şeklinde yazacak olursak bütün etkilerin olduğu toplamsal yahut çarpımsal modeller:

$$Y_t = T_t + M_t + K_t + R_t \quad (2.2)$$

$$Y_t = T_t M_t K_t R_t \quad (2.3)$$

şeklinde ifade edilir. Burada zaman serisinde  $R_t$  yerine  $e_t$  gibi bir stokastik değişken konulduğunda yukarıda ifade ettiğimiz gibi trend, konjonktür ve mevsimsellik olmak üzere üç bileşenden oluştuğu varsayılan serinin  $e_t$  ile tanımlanan rastsallığın (düzensiz hareketlerin) temiz dizi sağlanana dek ayrıştırma işlemine devam edilir. Örneğin mevsimsel etkinin görülmediği veya önemsizmediği bir denklem ele alalım

trend ve konjonktür bileşeninin etkisine bağlı olarak sırasıyla toplam ve çarpım modelleri:

$$Y_t = T_t + K_t + e_t \quad (2.4)$$

$$Y_t = T_t K_t e_t \quad (2.5)$$

şeklinde ifade edilebilir.

Unutulmamalıdır ki zaman serileri analizi serilere yapılan etkilerin yanında serilerin ortaya çıkış süreçlerinin de bir analizidir. Seriyi meydana getiren ampirik çalışmalarda zaman serileri durağan olarak kabul edilir. Bu durumda zaman serileri analizleri durağan olmayan serilerin durağan hale getirilmesine ilişkin de çok sayıda yöntem içerir. Ekonomik zaman serilerinde genellikle iç ilişkiler (otokorelasyonlar) olduğundan, eğer zaman serilerine ilişkin regresyon işlemleri yapılacaksa bağımsızlık varsayımlarına dayanan ekonometrik ve istatistiksel modeller geçerliliğini koruyamaz. Bu durumlarda zaman serileri için inşa edilmiş olan çeşitli modellere ihtiyaç duyulur (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

### 3. DÜZLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

Bir seriyi rastsal dalgalanmalardan ve/veya mevsimsellikten arındırmak için yahut bu bileşenlerin etkisini azaltmak için çeşitli işlemler uygulanır. Durağan olsun ya da durağan olmasın zaman serileri için oluşturulan modeller özelliklerine göre çeşitli çözüm yöntemleri içerir. Genel olarak düzleştirme yöntemleri denilen bu yöntemler serilerin asıl görünümünü açıklamaya yarar. Bazı serilerde mevsimsel etkinin güçlü olması trendi ve konjonktürün görülmesini engeller. Daha karmaşık hale gelen böyle seriler mevsim etkisinden arındırıldığında dalgalanmalar net olarak görülecek ve benzer nitelikte başka seriler ele alındığında mevsimselliğin her seriye farklı ölçülerde etki ettiği görülecektir.

Düzleştirme yöntemleri genel olarak Hareketli Ortalama Yöntemi ve Üstel Düzleştirme yöntemi olarak ikiye ayrılırken, zaman içinde yöntem sayısı genişlemiş ve yöntemler aşağıdaki gibi sıralanır olmuştur.

#### I) Hareketli Ortalamalar Yöntemi

- a) Basit Hareketli Ortalama
- b) Merkezi Hareketli Ortalama
- c) İkili Hareketli Ortalama
- d) Ağırlıklı Hareketli Ortalama

#### II) Üstel Düzleştirme Yöntemleri

- A) Mevsimsel Olmayan Düzleştirme Yöntemleri
  - a) Basit Üstel Düzleştirme
  - b) Brown'ın İkili Üstel Düzleştirme
  - c) Holt'un İkili Üstel Düzleştirme
  - d) Brown'ın Üçlü Üstel Düzleştirme
  - e) Brown'ın Bir Parametrelili Kuadratik Düzleştirme
  - f) Holt'un İki Parametrelili Doğrusal Üstel Düzleştirme
  - g) Yavaşlayan Trend Üstel Düzleştirme
- B) Mevsimsel Düzleştirme Yöntemleri
  - a) Winters'ın Üçlü Üstel Düzleştirme Yöntemi
    - 1) Toplamsal Mevsimsellik Durumunda

2) Çarpımsal Mevsimsellik Durumunda

b) Yavaşlayan Trend Mevsimsel Üstel Düzleştirme

1) Toplamsal Mevsimsellik Durumunda

2)Çarpımsal Mevsimsellik Durumunda

Yukarıdaki yöntemler zaman serilerindeki geçmiş verilerin ortalamalarını alarak rastsallıktan uzaklaştırmakta ve gözlenen dalgalanmaları azaltıp ya da ihtiyaca göre sıfırlayıp seri davranışını daha anlaşılır hale getirmektedir. Bu da bize serinin gelecek tahminlerinde daha güvenilir sonuçlar üretmemizi sağlar (Akgül, 2003).

### 3.1 Hareketli Ortalamalar Yöntemi

Hareketli Ortalamalar Yöntemi mevsimsel ve rastsal bileşenlerin etkisinden arındırmak ve zaman serileri üzerinde genel eğilim elde etmek için ortaya atılan istatistiksel bir yaklaşımdır. Burada amaç, yöntemin adından da anlaşılacağı üzere, serideki son birkaç dönemin ortalamasını alarak rastsal değişimler üzerindeki etkiyi düzeltmek ve böylelikle öngöründe bulunmaktır. Ayrıca, bu ortalamalar serinin mevsimsel ve konjonktürel bileşenlerinin ayarlanmasına olanak sağlar. Hareketli ortalamaların uygulanacağı seride mevsim etkisi ve düzensiz dalgalanmalar gözlemlendiğinde hareketli ortalamalar yönteminin sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için zaman serisinde rastsallığın olmaması gerekir. Unutulmaması gereken husus buradaki zaman serisinin bileşenlerini tek tek belirlemek değil sadece mevsimsellik ve rastsallığı seriden arındırmaya çalışmaktır. Hareketli Ortalama Modeliyle serinin rastsal ve konjonktürel bileşenlerinden arınmış halini bulmak esastır.

Hareketli Ortalama Modelinin hesaplanması kabaca önceki  $n$  değerlerin ortalaması alınarak yapılır. Her yeni gözlem elde edildiğinde eski değerlerin hesaplanmadan çıkarılması ve yeni değerlerin ortalamaya katılması ile yeni ortalama değeri hesaplanır. Böylece  $n$  sabit kalır. Bu modellerde verinin sabit olduğu veya ortalama etrafında rastsal hareket ettiği varsayılır. Anılan değerler verinin düzeltilmesiyle belirlenir. Hesaplama kullanılan  $n$  sayısı arttıkça veriden daha çok rastsallık yok edilir.  $n$  sayısı seçilirken ise, zaman serisinin önemli dalgalanmaları kaybetmemesi ve çok veri kaybı yaşanmaması durumları göz önüne alınmalıdır. Seçimlik olan  $n$  sayısı araştırmacının mahiyetine göre değişiklik gösterebilir. Yöntemde optimum yanılma payı sağlayan  $n$  sayısı deneme yanılma ile bulunur.

$$F_{t+1} = Y_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-(n-1)}}{n} \quad (3.1)$$

Denklemlerle ifade edilen gelecek dönemin öngörüsünde serinin yeni ortalaması olarak yer almaktadır.  $Y_t$  ifadesi t+1 döneminde yapılan öngörü değerini,  $Y_t$  gerçek değeri, ve n zaman dönemini gösterir. Ayrıca bir önceki dönemle de ilgili olarak aşağıdaki denklem ile ifade edilir. Burada  $F_t$  önceki öngörü değerini  $Y_{t-n}$  ise geçmiş dönem değerini göstermektedir.

$$F_{t+1} = \frac{Y_t}{n} - \frac{Y_{t-n}}{n} + F_t \quad (3.2)$$

Mevsim ve/veya trend bileşenine sahip bir veride Hareketli Ortalama Yöntemleri zaman dönemi büyük ise daha az kesin öngörü sağlar. Küçük ise genel olarak öngörü daha kesindir diyebiliriz (Akgül, 2003).

### 3.1.1 Basit hareketli ortalama

Basit Hareketli Ortalama Modeli, seride baştan gözlem kaybına yol açarak (3.1) denklemi ile gösterilen genel hareketli ortalama denklemi ile hesaplanır. n dönem sayısını belirlerken, dönem sayısının geniş olması, seriyi daha düz yaparken küçük olması düzleştirme açısından zayıftır. n değerinin geniş olması demek, ortalama alınacak zaman döneminin daha uzun olması ve serbestlik derecesinde kayıp anlamına gelir. Bununla birlikte önemli dalgalardan da yok olması gibi sorunlarla karşı karşıya kalabileceğimizi söyler. Bu yöntem daha önce de ifade edildiği gibi sadece serideki düzensiz bileşeni ortadan kaldırma amacı taşır. Verideki trendi, mevsimselliği yahut konjonktürü modelleme amacı gütmeyiz. Basit Hareketli Ortalama, serinin bir sabit ya da bir ortalama etrafında rastsal hareket ettiğini varsayar ve ortalamadaki dönem sayısı arttıkça, veride daha çok rastsallık ortadan kalkacağı için bu davranış gözlenmiş olur (Akgül, 2003).

### 3.1.2 Merkezi hareketli ortalama

Ortalama temeline dayanan Merkezi Hareketli Ortalama, yaklaşım olarak daha kesin sonuçlar elde etmek için hareketli ortalama değerleri ortalamasını merkezileştirir. Basit Hareketli Ortalama Yönteminden farkı kullanılan gözlemlerin seçimiyle önceki değerlere ait verileri de kullanmasıdır.

$$MHO_t = \frac{Y_{t+(\frac{n-1}{2})} + \dots + Y_{t+1} + Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-(\frac{n-1}{2})}}{n} \quad (3.3)$$

$Y_t$  n sayıda gözlemin ortalamasındaki değer olmak üzere Merkezi Hareketli Ortalama yaklaşımının ortaya çıkış nedeni hareketli ortalamadaki terim sayısının çift olmasıdır. Hareketli ortalama terim sayısı tek olduğunda  $\frac{n+1}{2}$  değeri ortadaki değer olurken terim sayısı çift olduğunda dönemler arası bir yere denk gelmektedir. Örneğin n=8 olduğunda dördüncü dönem ile beşinci dönem arasında kalan Merkezi Hareketli Ortalama iki basamakta hesaplandığı için İkili Hareketli Ortalama adıyla da anılır (Akgül, 2003).

### 3.1.3 İkili hareketli ortalama

Merkezi Hareketli Ortalamanın çift dönemler için modifikasyonu olan İkili Hareketli Ortalama Yöntemi merkezileşme için hesaplanan iki denklem aşağıdaki gibidir. Daha sonra aşağıda denklemleri gösterilen bu iki hareketli ortalamasının ortalaması alınarak baştan ve sondan n/2'lik veri kaybıyla orijinal serinin karşı gelen dönemlerinde merkezileştirme yapılmış olur (Akgül, 2003).

$$HO_1 = \frac{Y_{t+(\frac{n}{2})} + \dots + Y_{t+1} + Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-(\frac{n}{2})}}{n} \quad (3.4)$$

$$HO_2 = \frac{Y_{t+(\frac{n}{2})} + \dots + Y_{t+1} + Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-(\frac{n}{2})}}{n} \quad (3.5)$$

### 3.1.4 Ağırlıklı hareketli ortalama

Basit Hareketli Ortalamada olduğu gibi yeni bir değer eklendiğinde en son değer hesaplamadan çıkarılmakta ve hesaplama sabit n değeriyle yapılmaktadır. Ağırlıklı Hareketli Ortalama Modelinde ağırlığın büyüklüğü ya da hacmi ile ilgili varsayımlar yapılır ve bu varsayımlar yapılırken yeni verilere eski verilerden daha çok ağırlık verilir. Bu sayede ileriye görmek kolaylaşır. Ağırlığı belirlemek ve uygun n değerini belirlemek ve ağırlıkların biçimi değiştiğinde n değerine bağlı çözümlerin de değişecek olması en uygunluk sorununu ortaya çıkarır. Ayrıca hem ağırlığı hem de n değerini değiştirmenin gerektiği tek değişkenli Box ve Jenkins veya ARIMA modelleri de vardır. Bu yöntemlerle modeli belirlemek ve değerlendirmek için detaylı bilgi ve bilgisayar paket programlarına da ihtiyaç duyulur (Akgül, 2003).

### 3.2 Üstel Düzleştirme Yöntemleri

Hareketli Ortalamalar yöntemleri arasında öngörude bulunmak açısından özellikle Ağırlıklı Hareketli Ortalama yöntemi etkilidir. Ağırlıklı Hareketli Ortalama yönteminde verilerin her birinde farklı ağırlık kullanarak belirli hedeflere uygun yöntemler elde edilirken farklı bir düzleştirme tekniği olan Üstel Düzleştirme Yaklaşımı da ortaya çıkmıştır.

Yöntemde temel mantık geçmiş veya cari değerlere pozitif gelecek değerlere ise sıfır değeri verilmesidir. Ayrıca Üstel Düzleştirme Yöntemleri tahmin ve öngöruları daima gözden geçiren bir yaklaşım olup serideki dalgalanmaları azaltarak seriye hakim davranışı açığa çıkarmaktadır. Basitliği ve teknik bilgiye ihtiyaç duymaması açısından üstün olan bu yöntem, kısa dönemde başarılı sonuçlar veren trend ve mevsimselliğin varlığını da göz önüne alan, farklı yaklaşımlarla literatürde sık tercih edilen yöntemlerden olmuştur. Üstel Düzleştirme Yöntemlerinde zaman içerisinde trend ve mevsimsellik varsayımlarına göre çok çeşitli yaklaşımlar benimsenmiştir. Temel gösterim olarak Üstel Düzleştirme Yöntemleri (3.6) denkleminde ifade edilir.

$$\mu_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\mu_{t-1} \quad (3.6)$$

Burada  $\mu_t$  cari düzeyi,  $Y_t$  cari gözlemlerinin ağırlıklı ortalaması,  $\mu_{t-1}$  ise önceki düzeyi ifade etmektedir.  $\alpha$  ağırlığı düzleştirme sabitidir ve yazında bu denklem Basit Üstel Düzleştirme Yöntemi olarak geçer (Akgül, 2003).

#### 3.2.1 Mevsimsel Olmayan Düzleştirme Yöntemleri

Mevsim etkilerini karşılaştırmak üzere oluşturulan modellerde, Mevsimsel Ayarlamalı Düzleştirme Yöntemlerle yapılan modellerin aksine mevsim etkisini arındırarak model kurmak amaçlanır. Öncelikle bunun için, Mevsim Endeksi denilen çarpımsal ayrıştırma sayısı hesaplanır. Daha sonra Deterministik Mevsimsellik denilen bileşenin varlığı araştırılır. Regresyon fonksiyonundaki katsayılara bakılarak her fonksiyonun tüm katsayılarıyla her bir mevsim etkisinde değişip değişmemesine göre basit kukla değişkeni yaklaşımı ya da çarpımsal kukla yaklaşımı kullanılır. Mevsimsellik Endeksi Yaklaşımları olarak da bilinen ve zaman zaman regresyon modellerinin avantajlarıyla dönüştürülen Mevsimsellikten Olmayan Düzleştirme Yöntemleri cari satış, üretim, ürün başına emek saati, üretim planlaması, muhasebe,

finans, perakende satışlar gibi ekonomik alanlarda mevsimsellikten arındırılan serilerle çok sık kullanılır (Akgül,2003).

### **3.2.2 Mevsimsel Düzleştirme Yöntemleri**

Zaman serileri için mevsimselliği, Mevsimsel Bileşen adıyla Zaman Serilerinin Bileşenleri başlığı altında açıklamıştık. Trend ve mevsimsellik bileşenine sahip bir serinin özelliklerini kapsayacak modelin başarısı bu bileşenleri göz ardı eden yahut yeterince açıklayamayan bir modele göre oldukça yüksektir. Mevsimsel etki taşıyan modellerde tamamıyla mevsimsel etkiden arındırılmış bir seri istenmeyebilir. Bu durum mevsimselliği model içerisinde arındırılmaktan öte daha önemli bir bileşen haline getirir.

Genel olarak serinin düzeltilen mevsimsellik etkisi ile biçiminin bozulmaması için mevsimselliği içeren kukla değişkenleri modele eklenmektedir. Mevsimsellik için geçerli olan bu husus serinin trendi için de geçerli olabilir. Bu bağlamda kukla değişkenlerinin kullanımı ilk olarak Deterministik Trend ve Deterministik Mevsimsellik tanımları ile ortaya çıkmıştır. Bu iki bileşen bazı yöntemlerde tek bir bileşen olarak birlikte de kullanılmaktadır. Literatürde çeşitli araştırmalar neticesinde mevsimsel araştırmanın modelleme içerisinde yapılmasının daha iyi sonuçlar üreteceği konusunda yaklaşımlar ortaya atılmıştır. Ve bu yöntemler modeldeki serilerden mevsimselliği tamamen arındırmayı amaçlamazlar (Akgül, 2003).

## 4. HP FİLTRESİ

### 4.1 Giriş

Zaman serisi analizlerinde, tahmin yapılacak yönteme göre, ilgilenilen seriyi bir takım bileşenlere ayıran yahut bu seri içerisinde bazı bileşenleri optimize eden çeşitli yöntemler vardır. Bu yöntemler eldeki serileri, sonraki adımlarda uygulanacak tahmin yöntemi için daha iyi hale getirirler demiştik. Bir önceki bölümde kısaca değindiğimiz yöntemler genel olarak bir serideki değişimleri, trend, mevsimsellik, konjunktür ve rastsallık gibi bileşenler üzerinden hareket ederek sonrasında belirlenecek model hipotezleri için istenilen biçimlere getirmekteydi. İşte bahsi geçen bu kısımların özelliklerine ve birbirleri arasındaki etkileşimlerine göre analiz yapılırken bazı varsayımlarda bulunmak gerektiği gibi ele alınacak ayrıştırma yöntemine ilişkin de bir takım ön açıklamalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin, bir serinin mevsimsel kısmı deterministik ya da stokastik veya toplam ya da çarpım şeklinde olabilir. Ayrıca analiz yapacağımız seride düşük frekans etkileri, otoregresif etkiler, otokorelasyon problemleri, durağanlık gibi birçok problem de görülebilmektedir. Böyle bir serinin öncelikle zaman içerisinde davranışını anlamak için deterministik yapılar, stokastik süreçler gibi birçok kavramı anlamak gerekecektir

Çalışmamızda ele alınacak yöntem ise zaman serisi bileşenlerini filtreleme yöntemlerinden biridir. Ekonometrik çalışmalarda geniş yer bulmaktadır. Robert J. Hodrick ve Nobel Ödüllü Ekonometri yazarı Edward C. Prescott'un ilk olarak 1980 yılında ortaya attığı ve literatürde HP Filtresi olarak adlandırılan bu yöntemi açıklayarak Türkiye GSYH verilerine uygulamadan önce, konuya ilişkin ön bilgiler ve benzer zaman serisi ayrıştırma yöntemlerine alt başlıklarda değineceğiz. HP Filtresi yönteminin ortaya çıkış nedeni ve varsayımları için gerekli olan açıklamalar yani içerisinde uzun dönem verilerinin, ekonometrik teoriler içerisindeki ihtiyaçların, seri üzerindeki etkilerin ve varsayımların neler olduğu konusu hiç şüphesiz çalışmamız için öncelik gerektirmektedir.

Robert J. Hodrick ve Edward C. Prescott soğuk savaş sonrasında ve körfez savaşı sonrasında, Amerikan ekonomisinin değişimini incelerken, düzgün değişenlerin toplamı olan bir trend bileşeni ile konjonktürel bileşene sahip bir prosedür bulmuşlardır. Bu prosedürün zaman serilerinin ortak hareketlerine ilişkin doğal yapıyı irdelerken bulduklarını ve bu hareketlerin yavaş değişen trend bileşenine ilişkin ortak hareketten daha farklı olduğunu öne sürmüşlerdir. Aslında öncelikli amaçları iş çevrimi olarak adlandırılan ekonomik dalgalanmalara ilişkin özellikleri açıklığa kavuşturmak olan Robert J. Hodrick ve Edward C. Prescott, araştırmalarında ABD savaş sonrası ekonomisi için çeyrek yıllık verilerini kullanarak, bahse konu olan zaman serisinde dalgalanmalar üzerinde çalışmışlardır. Bu dalgalanmalar, çok hızlı değişen demografik (nüfusa ilişkin) ve teknolojik gelişmeler ile kişi başına gelirden uzun vadeli değişimler üreten sermaye stoku değişimleri üzerine olmuştur.

#### **4.2 HP Filtresinin Yapısı ve Önemi**

HP Filtresinden önceki Neoklasik Yaklaşımlara göre veri üretme süreci analizin uygulanması için gerekli olan bir olasılıksal model belirlemeye izin vermiyordu. Dolayısıyla, zaman içerisinde bu filtreyle daha ihtiyatlı davranarak sadece ekonomik teoriyle desteklenen eski yaklaşımlara istatistiksel bir bakış açısı kazandırılmıştır. Büyüme teorisinin ilkelerine dayanan hipotez, ekonomik verilerin büyüme bileşeniyle düzgün değişirken, bu anlamda bozulma işlemi başlığı altında makroekonomik veriler için yeni bir optimizasyon denklemi elde edilmiştir. Makroekonomik hareketlerin konjonktür bileşeni seri ile mukayese edildiğinde farklı hareketler izler. Düşünüldüğünde bir makroekonomik verilerin içerisindeki alt kalemler ya da etmenler ana kalem kadar konjonktürel etkilerden etkilenmeye bilir. Örneğin kişi başına milli gelir üzerindeki enflasyonist etki, çalışan ücretleri üzerindeki etkiden daha uzun sürebilir. Ya da istihdam bir ekonomik krizden uzun süre etkileniyor olarak gözlemlenirken istihdamın içerisinde bir alt kalem gibi düşünülen ve istihdamı etkileyen kamu sermaye transferleri için bu olumsuz etki kısa süreli olabilir. Ve aralarındaki korelasyon incelendiğinde bu iki kalem aslında olduğundan daha az ilişkili sanılabilir. İşte tam olarak HP Filtresinin çıkış noktası da ABD GSYH verileri üzerinde benzer etkiye sahip ücretler, faiz oranları, nominal yahut reel nakit dengesi etkileri olmuştur. Elbette literatürde konuya ilişkin birçok

ekonometrik yahut iktisadi yöntem vardır. Çalışmamızdaki amaç GSYH verilerini iktisadi açıdan incelemek değil, artık ekonomik alanlar dışında da kullanımına sıkça rastlanan HP Filtresinin çalışma prensibini anlamaktır (Yüksel, 2001; Alper ve Aruoba, 2001).

#### 4.2.1 HP Filtresinin yapısı

HP Filtresi, uzun vadeli trend serilerini uygun bir şekilde bileşenlere ayıran bir filtreleme yöntemidir. Bu filtre, konjöntür ve trend etkileri görülen seriler için kullanılmaktadır. Özellikle, veri içerisindeki konjöntürel kısımları ayıklama konusunda uygulama kolaylığı sağlar. Bu özelliği açısından HP Filtresi literatürde sıklıkla tercih edilen bir yöntem olmakla birlikte, veri kaybına ve hesaplama yapılacak veride değişikliklere yol açmama özelliği gibi önemli avantajlara da sahiptir. HP Filtresi, gerek filtrenin ortaya çıkış sebebi olan İş Çevrimi Analizleri konusunda gerekse konjöntür verileriyle ilgilenen diğer bilimsel alanlarda en çok kullanılan veri filtreleme yöntemlerinden biri olmuştur. Ayrıca Yüksek Geçirgen Filtre olarak bilinmektedir.

Hodrick ve Prescott (1980) çalışmalarında bu filtreyi;  $y_t$  zaman serisi,  $g_t$  gözlenemeyen trend terimi, ve  $c_t$  konjöntür terimi olarak ifade etmiştir.  $y_t = c_t + g_t$  olarak ifade edilen denklemde  $t$  zamanı göstermektedir.  $c_t = y_t - g_t$  ifadesiyle  $g_t$  ve  $c_t$  bileşenleri ile aşağıdaki minimizasyon problemi  $t = 1, \dots, T$  olmak üzere aşağıda gösterilmektedir.

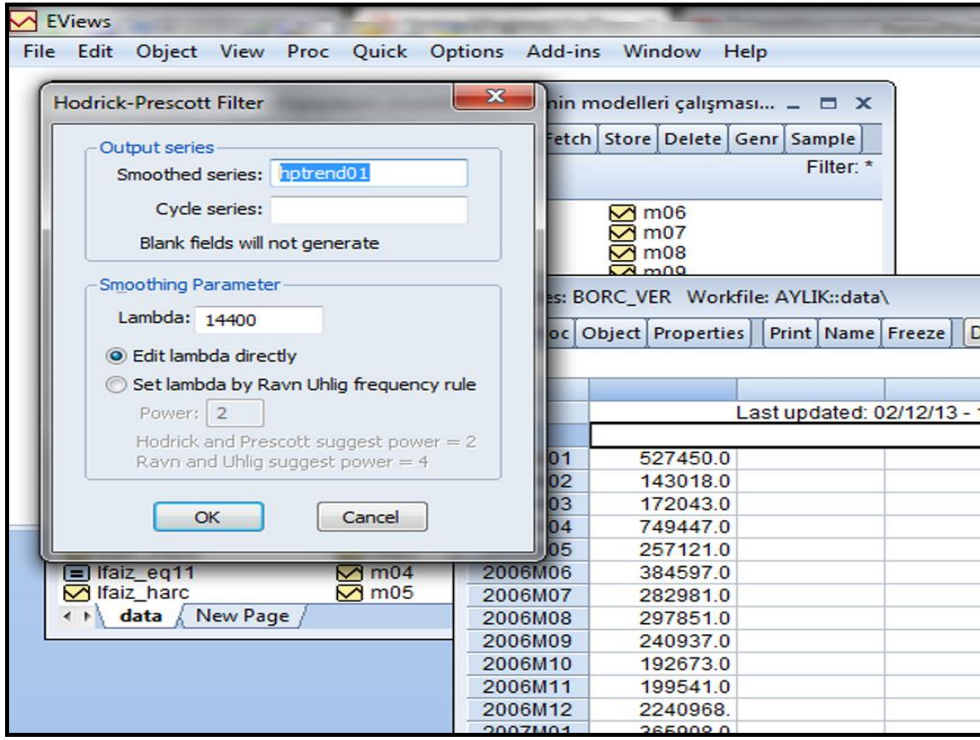
$$\min_{g_t} \left\{ \sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(g_{t+1} + g_t) - (g_t - g_{t-1})]^2 \right\} \quad (4.1)$$

Burada  $\lambda$  parametresi  $g_t$  büyüme terimine ilişkin düzgünleştirme parametresidir (Yüksel, 2001).

#### 4.2.2 HP Filtresinin önemi

Ülkemizde yapılan birçok çalışmada; örneğin hicri takvimden miladi takvime tarihlerin çevrilmesinde ve bu tarihlerin tahmininde deterministik mevsimsellik kullanıldığı gibi, tahmin edilen tatillerin borsaya ve iş çevrimlerine etkilerini belirlemek için de trend analiz çalışmalarından sıkça yararlanılmaktadır. İş çevrimleri modellemelerinde görüldüğü gibi bu tahminlerde de trendlerin dalgalanmaları ve tepe noktalarının belirlenme güçlüğü göze çarpmaktadır. Bu

çalışmalarda asıl amaç, serilerin dairesel ve düzensiz parçalarında kalıntı deterministik mevsimselliğin varlığının incelenmesi olmuştur.



şekil 4.1 E-Views programında HP filtresi

Ekonometri bilimiyle ilgilenen çevrelerde çok sık kullanılan bir analiz programı olan E-views programında HP analizi için bulunan diyalog penceresi şekil 4.1’ de görülmektedir. Bu yöntemin kullanım alanına ilişkin yalnızca ekonomik analizlerde değil, dış etkilerin oldukça önemli olduğu sağlık, ilaç sektörü, doğal afetler, uzay bilimi gibi rastsal süreçlerinin takibinin büyük önem arz ettiği birçok bilim dalında ve çeşitli uzmanlık alanlarında yaygın biçimde kullanıldığını söyleyebiliriz.

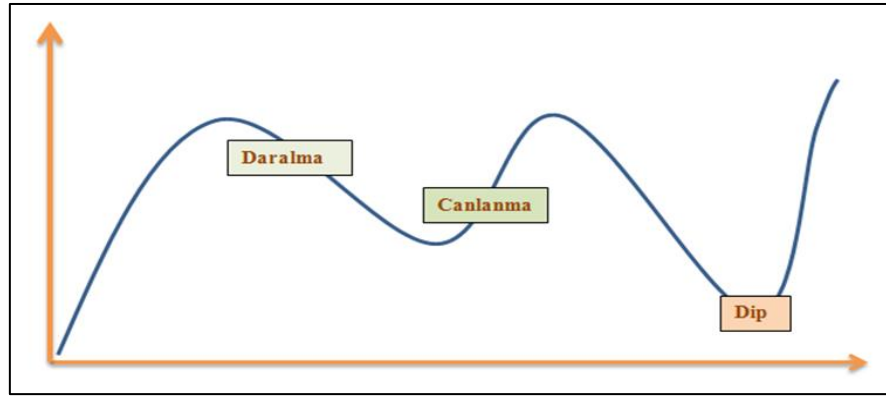
### 4.3 Temel Kavramlar

Gerek HP Filtresini gerekse filtrenin içerisinde yer alan düzgünleştirme parametresini doğru anlamak adına bir takım zaman serisi kavramlarını açıklamak gerekmektedir. Bu anlamda ilk akla gelen kavramlar: İş evrimleri, Durağanlık, Rastsal Yürüyüş Süreci olmuştur.

### 4.3.1 İş çevrimleri

İş Çevrimi; İş Döngüsü, Ekonomik Döngü veya Konjonktür Devresi olarak adlandırılan, ekonomik aktivite veya üretimde birkaç ay veya yılı aşan ekonomik dalgalanmaları belirtmek için kullanılan bir makro iktisat terimidir. Döngü ya da çevrim olarak adlandırılmasına karşın bu dalgalanmalar mekanik, fiziksel veya periyodik değildir. Makroekonomik verilerdeki dalgalanmalar, uzun süreli büyüme trendleri esnasında meydana gelir; hızlı ekonomik büyüme dönemleri ile durgunluk veya gerileme dönemleri arasındaki zamana bağlı değişimler gösterir ve genelde gayri safi yurtiçi hasıla yahut gayri safi yurtiçi hasıla içerisinde yer alan çeşitli büyüme oranları kullanılarak ölçülmektedir (Alacahan, 2012).

Ekonomik aktivitelerdeki birbirine bağlı dalgalanmalar devamlılık göstermektedir. Çevrimler üzerindeki ekonomik serilerin birlikte hareketliliği söz konusudur ve aktivitelerin ortalama ve trend değerlerinden sapmalar önemli bir zaman almaktadır. İş çevrimlerindeki genişleme ve daralma arasındaki değişimleri anlamak yavaş olmakta ve bu tahmin güçlüğü ekonominin tamamına yayılmaktadır (Alacahan, 2012).



Şekil 4.2 İş çevrimlerinin genel yapısı

Ekonomik faaliyetlerde düzenli halde görülen, fakat süre uzunluğu ve derinliği değişebilen dalgalanmalar iş çevrimi olarak ifade edilir. Bu dalgalanma, bir tepe noktasından diğerine gerçekleşen dip noktadan bir sonraki dibe şeklindeki evrelerinin tamamını kapsamaktadır. İş çevrimleri analizinde ilk aşama, incelenecek zaman serisinin, trendinin ayrıştırılarak durağan hale getirilmesidir. Mevsimsel etkilerden arındırılmış zaman serilerinin bileşenlerine ayrıştırılması için çeşitli yöntemler geliştirilmişse de iş çevrimlerinin belirlenmesinde en fazla kullanılan teknik, Hodrick-Prescott (1980) tarafından geliştirilen filtredir (Parasız ve Bildirici, 2014).

### 4.3.2 Durağanlık

Bir zaman serisinin eğer ortalamasında sistematik bir değişme yoksa yani zaman serisi trend yapmıyorsa ve düzenli periyodik değişmeler ortaya çıkmıyorsa bu seriye durağandır denir. Durağan bir sürecin özellikleri zaman boyunca değişmemektedir. Böyle bir süreçte iki dönem arasında hesaplanan varyans ve kovaryans hesaplandığı döneme değil yalnızca iki dönem arası uzaklığa bağlıdır. Zaman serilerinde olasılık teorilerinin önemli bir kısmı durağan zaman serileri ile ilgilidir. Durağan dışı zaman serilerini de durağan hale dönüştüren analizlere yoğun ihtiyaç duyulur. Zaman serisi modellerini geliştirebilmek için belirli bir stokastik sürecin zamana bağlı olarak değişip değişmediğinin bilinmesi gerekir. Diyebiliriz ki seri durağan dışı ise serinin geçmiş ve gelecek değerlerini basit bir modelde göstermek zordur fakat durağan olan seri için geçmiş değerlerden çıkarım yapabilecek sabit katsayılı bir denklem ile süreç modeli elde edilebilir. Durağan süreçler için olan yaklaşım genel olarak bir değişkenin başka bir değişkenle ilişkisini durağan bir yapıyla tek denklemlerle regresyona dökmektir. Eğer yapısal ilişki zamanla değişiyorsa elbette basit bir regresyon denklemi ihtiyaçları karşılamayacaktır.

Başka bir ifadeyle zaman serilerinin sabit bir ortalama etrafında dağılmaması veya stokastik sürecin özelliklerinin zamana bağlı olarak değişmesi ile durağan olmayan zaman serileri ortaya çıkar. Bu tür serilerin durağan hale getirilmesi için ise trend ve mevsimsellikten arındırma işlemleri yapılır. Zayıf durağanlık kriterleri olarak kabul edilen aşağıdaki üç kıstas durağanlığı belirlemek için önemlidir.

- 1) Ortalama  $E(Y_t) = \mu_y$  bütün t'ler için sabit ise
- 2) Varyans  $Var(Y_t) = \sigma_y^2$  bütün t'ler için sabit ise
- 3) Kovaryans  $Cov(Y_t, Y_{t+k}) = \gamma_k$  bütün t'ler için sabit ve  $k \neq 0$  ise

Yukarıdaki şartların sağlanması halinde eğer dağılım da zaman içerisinde değişmiyorsa güçlü durağanlıktan söz edilebilir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2005).

### 4.3.3 Rastsal Yürüyüş Süreci

Bu kuram Paul H. Cootner (1964) tarafından yazılan "The Random Character of Stock Market Prices" isimli kitapta piyasa analizlerine ilişkin yaklaşımla ortaya çıkmıştır. Rastsal Yürüyüş Kuramı (Random Walk), fiyatların kendi gerçek değerleri etrafında rastlantısal olarak salındığını savunan bir etkili piyasa hipotezine dayanır.

Kuram aynı zamanda, piyasayı bozabilecek herhangi bir girişime karşı takip edilebilecek en iyi piyasa stratejileri ele alır.(URL-1)

Genel itibariyle kuram zaman içerisinde ekonomi çevreleri dışına taşarak geniş kullanım alanları bulmuştur. Bizim çalışmamız açısından önemi ise ele alacağımız ve GSYH verilerindeki çevrimsel etkileri açıklamaya çalışacağımız yöntemi anlamak adına benzer diğer trend ve konjonktür etkisi ayıklama yöntemleri için önem arz etmesidir. Durağan-dışı bir süreç olan rastsal yürüyüş süreci zaman içerisinde gelişerek Kayan Rastsal Yürüyüş Süreci adı altında kesme terimi denilen bir değer ile ifade edilmiştir. En genel ifadesiyle literatürde zaman içerisinde birçok tartışmaya ve çalışmaya yol açan filtre aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$X_t = \mu + X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

$\mu$  : temiz dizi olan kesme terimi,  $\varepsilon_t$  temiz dizi olan hatadır. Bu sürece Kayan Rastsal Süreç denmesinin sebebi ise katsayısının pozitif ya da negatif işaretine göre zaman serisi  $X_t$  'nin aşağıya yahut yukarıya doğru hareketidir. Rastsal yürüyüş süreci durağan dışı bir süreç olduğundan durağanlık özelliğinin irdelenmesi de çalışmamızda kullanacağımız düzleştirici filtreler için önemlidir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2003).

#### 4.4 HP Filtresine Benzer Yaklaşımlar

Yazında HP Filtresi ile birlikte anılan ve zaman serilerinin konjonktür bileşeniyle ilgilenilen bazı yöntemler mevcuttur. Bu yaklaşımlardan bazıları aşağıda kısaca tanıtılmaktadır.

##### 4.4.1 Baxter-King Filtresi

Amerika Birleşik Devletleri, Ulusal Ekonomik Araştırma Bürosunun (National Bureau of Economic Research, NBER) verdiği tanımda, iş çevrimleri dalgalanmaları en kısa 6 en uzun 32 çeyreklik uzunluğundadır. Bu tanıma temel alan Baxter ve King'in (1999) 6 ile 32 çeyreklik uzunluğundaki periyodik hareketleri gözlemlemek ve seriden ayıklamak için bir bant geçiş (Band-Pass, BP) yaklaşımı tasarlamışlardır. Bu bant geçiş filtresi aslında merkezi hareketli ortalama yöntemi olup aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$g_t = \sum_{i=-K}^K a_i * y_{t-i} \quad (4.3)$$

Burada  $g_t$  büyüme terimi,  $a_i$  öncül ve gecikme veri noktalarına atanan ağırlıkları ve  $K$  ise gecikmeyi gösterir. Baxter ve King (1999) simetrik hareketli ortalama yöntemi üzerinde durup ağırlıkları  $i = 1, 2, \dots, K$  olmak üzere  $a_i = a_{-i}$  dir. Trendi elimine edebilmek için simetrik hareketli ortalama ağırlıkları toplamı sıfırdır.

$$\sum_{i=-K}^K a_i \quad (4.4)$$

Genel notasyonu  $BP_{K(p,q)}$  olan BP filtresinde çevrimler verilen  $K$  gecikmesi için  $p$  ve  $q$  arasında değişmektedir. Örneğin,  $BP_{12(6,32)}$  ifadesi çevrimin 6 ile 32 çeyrek büyüklüğü arasında ve gecikmenin çeyreklik veriler için 12 olduğunu gösterir. Baxter ve King (1999)  $K$  için 12 veya daha büyük gecikmeleri önermektedir. BP Filtresine atıf olarak E-views programının ilgili diyalog kutusunda 12 değeri araştırmacılara önerilir (Yüksel, 2001).

#### 4.4.2 Christiano-Fitzgerald Filtresi

CF kısaltmasıyla Rastsal Yürüyüş Süreci özelliği gösterilen filtre, Baxter-King (BK) Filtresiyle aynı prensiplere dayanan bir düzgünleştirme filtresidir. Bahsi geçen iki filtrede de zaman serisi bileşenlerini ayıklamayı formüller (Yüksel, 2001).

Bu ayıklama filtresinin doğru yöntem olabilmesi için probleme konu olan zaman serisi sonsuz uzunlukta ve/sürekli olmalıdır. Ancak gerçek yaşam zaman serilerinin bu özelliklere sahip olması çok az rastlanan bir durumdur. CF her bir veri noktasında filtreleme hesabı için bütün bir seriyi kullanmaktadır. CF filtresinin avantajı BK filtresine göre daha uzun dönem zaman serisi üzerinde çalışmasıdır. Ayrıca uzun dönemde optimal filtreye yakınsar ve BK'nın üzerinde performans gösterir (Nilsson ve Gyomai, 2011).

CF filtresi genel olarak bahsettiğimiz gibi uzun vadede filtrenin optimal filtreye yaklaşmasını aşağıdaki denklemlerle sağlamaktadır.

$$c_t = B_0 y_t + B_1 y_{t+1} + \dots + B_{T-1-t} y_{T-1} + \bar{B}_{T-t} y_T + B_1 y_{t-1} + \dots + B_{t-2} y_2 + \bar{B}_{T-t} y_1 \quad (4.5)$$

$$B_j = \frac{\sin(jb) - (ja)}{\pi j}, j \geq 1 \text{ ve } B_0 = \frac{b-a}{\pi}, a = \frac{2\pi}{p_u}, b = \frac{2\pi}{p_l} \quad (4.6)$$

$$B_k = -\frac{1}{2} B_0 - \sum_{j=1}^{k-1} B_j \quad (4.7)$$

Burada  $p_u$  ve  $p_l$  parametreleri kesim noktalarının ay cinsinden uzunluklarıdır.  $p_l$ 'den daha uzun ve  $p_u$ 'dan kısa olan dalgalanmalar, dalgalanma terimi olan  $c_t$  içerisinde korunmaktadır (Nilsson ve Gyomai, 2011).

#### 4.5 Tahminin Doğruluk Ölçütleri

Çalışmamızda, HP Filtresinin, farklı düzleştirme parametrelerinin kendi arasındaki performansları ile HP Filtresinin, diğer benzer düzleştirme yöntemleri olan BK ve CF Filtreleri ile arasındaki farklarını irdelemek için Tahminin Doğruluk Ölçütlerine başvurulmuştur.

Zaman serileri analizinde elde edilen öngörülerin doğruluklarını gösteren ölçütler zaman serileri analizinin en önemli aşamasını oluştururlar. Bu ölçütler hesaplama tekniklerine göre farklı başlık altında incelenirler. Bu ölçütlere kısaca aşağıda değinilmektedir. Bu ölçütler tanıtılırken  $Y_t$  gerçek zaman serisidir ve  $t = 1, 2, \dots, T$  'dir (Shcherbakov ve diğ., 2013).

**Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error):** Literatüre sadık kalmak kaydıyla MAE olarak tanımlanan bu ölçüt, gerçek gözlem değeri ile tahmin değeri arasında hataların mutlak değerlerinin ortalamasıdır. Formül olarak:

$$MAE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (4.7)$$

şeklinde gösterilir. Burada  $Y_t$  zaman serisinin  $t$  zaman dilimindeki gerçek gözlenen değerini  $\hat{Y}_t$  ise aynı zaman diliminde elde edilen tahmin değerleridir.

**Mutlak Hata Medyanı (Median Absolute Error) :** Literatürde MdAE olarak gösterimi vardır.

$$MdAE = \text{medyan} |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (4.8)$$

olarak hesaplanır.

**Hata Kareler Ortalaması (Mean Square Error):** Hata kareler ortalaması olarak bilinen bu ölçüt:

$$MSE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (4.9)$$

ile hesaplanır. Çalışmalarda da genellikle kare köklü hali kullanılır.

Yukarıda tanımlanan ölçütler değişkenin ölçeceğinden fazlaca etkilenmektedir. Zaman serisi verisi içerisinde aykırı gözlem var ise oldukça olumsuz etkilenirler. Aşağıda tanıtılacak olan ölçütler ise yukarıda bahsettiğimiz bu iki duruma karşı

hassasiyeti az olan ölçütlerdir ki, bu çalışmada da uygulama esnasında gözlemlenecek aykırı değerlerden korunmak amacı ile tercih edilmiştir.

**Ortalama Mutlak Yüzelik Hata (Mean Absolute Percentage Error):**

MAPE ile temsil edilmektedir.

$$MAPE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T 100. \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} = \quad (4.10)$$

ile hesaplanır.

**Mutlak Yüzelik Hata Medyanı (Median Absolute Percentage Error):**

MdAPE ile sembolize edilir. MAPE'ye göre aykırı değere karşı daha dayanıklıdır.

$$MdAPE = 100. \text{medyan} \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \quad (4.11)$$

**Yüzelik Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Percentage Error):** RMSPE ile temsil edilir. Gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$RMSPE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T 100. \left( \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \right)^2 \quad (4.12)$$

**Yüzelik Hata Kareler Medyanının Karekökü (Root Median Square Percentage Error):** Benzer şekilde son olarak tanıtılabileceğimiz ölçüt RMdSPE ile temsil edilir ve temsilden anlaşılacağı üzere,

$$RMdSPE = 100. \text{medyan} \left( \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} \right)^2 \quad (4.13)$$

şeklinde ifade edilir.

Bu kısımda bahsedilen ölçütlerin de bir takım dezavantajları mevcuttur. Örneğin zaman serisi gözlemleri arasında sıfır gözlenirse, denklemde sıfıra denklemlerde sıfıra bölünme durumu ortaya çıkar. Ayrıca, veri serisinde aşırı uç değer olması durumunda denklemler olumsuz etkilenmektedir.

Bu çalışmada uygulamaya konu olan saman serisi HP Filtresinden geçtikten sonra elde edilen trend bileşeninin zaman serisini temsil etme gücünü değerlendirebilmek için MAPE ve MdAPE ölçütleri kullanılmaktadır. Tüm  $\lambda$  değerleri için ilgili sonuçlar elde edildikten sonra trend bileşeninin temsil gücünün değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bir ileriki aşamada ise yine bir değerlendirme olarak her bir  $\lambda$  için HP trend bileşenine trend analizi uygulanarak elde edilen hatalar üzerinden bahsi geçen ölçütler değerlendirilmektedir.

## 5. UYGULAMA

### 5.1 Materyal

Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYH), belirli bir dönem içinde, yurt içinde üretilmiş nihai mal ve hizmetlerin toplam piyasa değeridir. Örneğin, Türkiye için GSYH, Türkiye'de bir yıl içinde üretilen tüm mal ve hizmetlerin değerini ifade eder. Ya da bir yıl içinde Türkiye'de üretilen mal ve hizmetlere yapılan harcamaların, yani tüketim, yatırım ve kamu harcamalarının toplamı olarak düşünülebilir. Gayrisafi denilmesinin nedeni, aşınmayı ve eskimeyi dikkate almamasıdır. Özetle, GSYH verileri genellikle bir ülkenin toplam ekonomik varlığının bir ölçütü olarak kullanılmaktadır.

Türkiye'de GSYH hesaplamalarını yapan yegâne yetkili kurum Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), GSYH hesaplamasını yaparken Birleşmiş Milletlerin yıllar içinde oluşturduğu sınıflandırma kalemlerini yani Ulusal Hesaplar Sistemi (SNA) sınıflamasını kullanmaktadır. Ayrıca bu istatistikleri, Avrupa Hesaplar Sistemi'ne (ESA95) uygun olarak hazırlamaktadır. Bunlar ülkelerin verilerinin karşılaştırılabilir olması açısından kullanılan standartlar olup GSYH hesaplama işinin ne kadar detaylı, kapsamlı ve karmaşık bir iş olduğunu anlamak için Birleşmiş Milletler'in (BM) Ulusal Hesaplar Sistemi'ne bakmak yeterlidir. 600-700 sayfalık oldukça yorucu hesaplar içeren bu çalışmalarda elbette GSYH verilerine etki eden sayısız kalem vardır. Ve GSYH verilerini çeşitli açılardan etkileyen bu etmenler, konjunktür etkileri üzerine araştırma yapmak için çok uygundur. GSYH verilerine ilişkin uluslararası düzeyde sayılamayacak kadar çok yöntem geliştirilmiştir. Gerek iktisadi gerek istatistikî olan bu yaklaşımlar GSYH üzerindeki etkileri araştırdığı gibi doğrudan GSYH gelişimini tahmin etmek üzerine de olmaktadır (Aydınolat, 2014).

GSYH verileri, bilindiği gibi ülkemizde TÜİK tarafından yıllık ve çeyrek yıllık olarak açıklanmaktadır. HP filtresinin yapısını anlamak adına çalışmamızda kullandığımız GSYH verileri ise hem çeyrek yıllık hem de yıllık veriler olmuştur.

Daha önceki bölümlerde belirttiğimiz gibi HP filtresindeki  $\lambda$  düzgünleştirme katsayısı aylık, çeyreklik ve yıllık veriler için değişmektedir. Ancak filtre yapısına uygun uzunlukta veri bulmak çeşitli nedenlerle zor olmaktadır. GSYH için belirlenen baz yılları uzun veri bulmak açısından bizi zorlamaktadır. 1998 yılı baz alınarak

açıklanan bugünkü GSYH verileri 1998 yılından geriye gitmemektedir. Bu konuda oluşan ihtiyaçlar neticesinde TÜİK, geçmiş yıllara ilişkin GSYH verilerini 1920'li yıllara kadar 1998 bazlı olarak uyumlaştırmış ve araştırmacılar için yaklaşık 90 tane yıllık veri elde edilmiştir. Fakat yapılan çalışma ancak yıllık GSYH verileri içerdiği için, çeyrek yıllar itibarıyla aynı bazlı GSYH verilerini ancak 1998 yılından sonrası için bulabiliyoruz. Ekonomik çevrelerce kabul gören ve hali hazırda kullanımda olan GSYH verileriyle araştırma yapmak çalışmamızın geçerliliği açısından önemlidir. Bu sebeple elde edilen eski dönem çeyreklik verileri bazı yıllarının farklılığı nedeniyle kullanılmamaktadır. Elde edilen bulgular ve çevrim biçimlerini anlamak adına veri azlığı takdir olunacağı üzere karşılaştırmaları güçleştirmektedir. Çalışmamızda kullandığımız seriler, harcama yöntemi ile hesaplanan cari GSYH verileridir. TÜİK'in açıkladığı yıllık ve çeyreklik 1998 bazında GSYH verileri Çizelge 5.1'de verilmiştir.

## 5.2 Metot

Daha önceki bölümde CF ve BK Filtrelerinin trend analiz işlemleri neticesinde hesaplama yaptığımız verilerde veri kaybına neden olduğunu söylemiştik. Bu nedenle CF Filtresi ve BK Filtresi için hesaplamalar yapmaya geçmeden önce, bu filtreleri GSYH verileri için karşılaştıracığımız HP Filtresinin analizini yapmak ve HP Filtresi için uygun  $\lambda$  parametresini seçmek doğru olacaktır. Ayrıca analiz uygulanacak verilerimizi çeyreklik mi yoksa yıllık mı seçileceği konusunda (veri kaybı, aykırı değerlerin varlığı, TÜİK'in açıkladığı GSYH serilerinin bahsettiğimiz yöntemlerin karşılaştırılmasına uygunluğu gibi) bazı nedenler bizim için önemlidir.

$\lambda$  parametresi tespitinde, ABD ekonomisinin dinamiklerine ve reflekslerine göre geliştirilmiş bir parametrenin gelişen ya da geri kalmış ülke verileri için aynen kullanılması, gerçeği yansıtmayan hesaplama problemlerine neden olacaktır. Bu çerçevede, ülkemiz ekonomisi için yapılan az sayılı çalışmada, çeşitli yöntemlerle,  $\lambda$  parametresi değeri elde edilmeye çalışılmıştır. Ülkemizde olduğu gibi diğer gelişmekte olan ülkelerde de araştırmacılar bu katsayının tahminine önem vererek kendi ülkelerinin ekonomik dinamiklerine uygun bir katsayı üretmeye çalışmaktadırlar. Örneğin, literatürde gelişmiş ülkelerin çeyrek yıllık veriler için daha ziyade  $\lambda=1600$  değeri ya da bu değere yakın değerler kabul edilirken, gelişmekte olan ülkeler için bu çevrim uzunluğunun daha kısa olması gerektiği vurgulanmıştır.

HP filtresinde bu parametrenin ülkemiz için hesaplanmamış olan değerini kullanmak; rejim değişikliği ve yapısal kırılmalar sonucu ekonomik zaman serisi eğilimlerindeki oynaklığı doğru değerlendirememek anlamına gelir. Bu yüzden analiz sonuçlarının hatalara maruz kalacağı düşünülmüş ve ülkemizde de konuyla ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır.

Alp, Başkaya, Kılınç ve Yüksel (2011) çalışmalarında optimal  $\lambda$  değerini, 1600'den çok daha küçük bir parametre olarak bulmuşlardır. Bahsi geçen çalışmada çeyrek yıllık zaman serileri için Pedersen (2001) yöntemiyle  $\lambda$  değerini 98 olarak tahmin etmişlerdir. Yine aynı çalışmada bu parametreyi Dermoune (2008) yöntemiyle ise  $\lambda=19$  olarak tahmin etmişlerdir. Ancak, burada HP filtresinin önemli bir özelliği olan  $\lambda$  değerinin sıfıra yaklaştığında hesaplanan serinin HP Filtresinden önceki asıl zaman serisine yaklaşılabileceği durumu göz ardı edilmemelidir. Ülkemiz ekonomik verilerinde kriz dönemlerinin etkisi yadsınamaz olduğundan şüphesiz ekonomik analizlerde bu etkinin yüksek olması beklenir. Dolayısıyla konjontür etkisinin çok fazla arındırılmaması da ülkemiz verileri için vazgeçilemeyen bir durum olmuştur. Böylece, sağlıklı bir öngörü elde edebilmek için, HP filtresinin başarısından daha ziyade esas zaman serisine hoş görülebilir miktarda yakın zaman serileri oluşturmak gerekmektedir. Elbette bu ihtiyaç, HP filtresi kullanıldıktan sonra ileriki safhalarda kullanılacak ekonometrik yahut iktisadi modellerin başarısı içindir. Zaten HP filtresinin, konjontür bileşeni ayrıştırma yöntemleri arasında tek önemli negatif özelliği  $\lambda$  düzgünleştirme katsayısının belirlenmesi sorunu olmuştur (Alp ve diğ., 2011; Alacahan, 2012).

Türkiye GSYH verileri Çizelge 5.1'de gösterilmektedir. Şekil 5.1 'de ise yıllık veriler için hesaplanan HP grafiklerini görmekteyiz. Grafikte yeşil renkteki dalgalanma HP Filtresi ile konjontür bileşenidir. Bu sonuçlar Türkiye GSYH verileri için ABD ekonomisi GSYH verileri için hesaplanmış  $\lambda=100$  parametresi kullanılarak oluşturulmuştur. Açık şekilde görüleceği üzere grafikte konjontür bileşeni, geçmiş yıllara ait çok az dalgalanma içermektedir. Daha açık bir ifadeyle, 1929 ekonomik krizinin etkisi konjontürde hemen hemen hiç görünmezken 1945 ve 1954 krizlerinin etkileri de nispeten zayıftır. Oysa grafikte 2001 ve 2009 krizine ait kırılmaları net şekilde gözlemleyebiliriz. Bu basit ekonomik yorumun yanı sıra Türkiye yıllık GSYH verileri için yazında hesaplanmış bir  $\lambda$  parametresi de yoktur. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda Çizelge 5.2'deki çeyreklik GSYH verilerini kullanmak daha doğru olmaktadır.

Çizelge 5.1 'deki çeyrek yıllık GSYH verilerini incelediğimizde ekonomik olarak tarım sektörünün ve turizm sektörünün dönemlik etkilerinin var olduğunu görmekteyiz. Özellikle yılın üçüncü çeyreğinde meydana gelen tarımsal üretim, hizmet satışları, bayındırlık ve imar faaliyetleri gibi faaliyetler GSYH verilerinde dönemlik dalgalanmalara yol açmaktadır. Bu ekonomik yorum, mevsimsel etkilerden arındırmayı gerektirdiğine vurgu yapmakta olduğundan SPSS programı aracılığıyla bitiş noktaları 0,5 değeri ile ağırlıklandırılmış Çarpımsal Model (Additive) kullanarak mevsimsellikten arındırdığımız serilerimize HP Filtresi uygulanmıştır. Konjonktür devresini bu sayede daha açık şekilde yorumlayabiliriz.

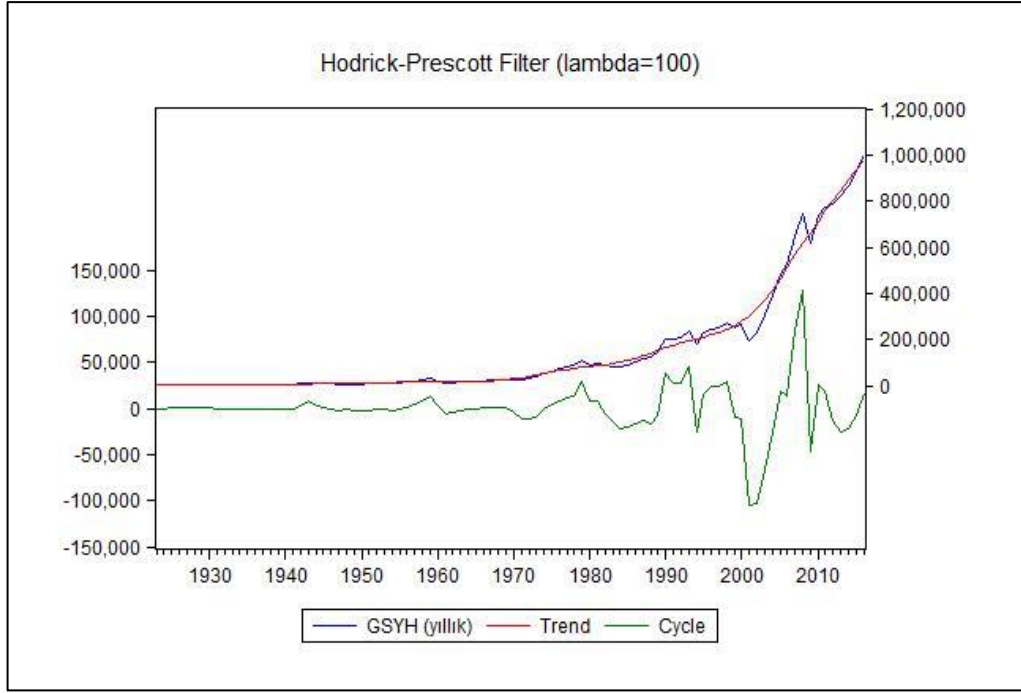
Çeyrek yıllık ABD GSYH verileri için düzgünleştirme parametresinin  $\lambda=1600$  olduğu bilinmektedir. Türkiye GSYH verilerimizle elde edilen HP Filtresinin grafiği, ABD verileri için hesaplanan bu düzgünleştirme değeriyle Şekil 5.2 'de gösterilmektedir. Ayrıca, literatürde yer alan Alp ve diğ.'nin (2011) buldukları (Pedersen Yöntemiyle  $\lambda=98$  ve Dermoune Yöntemiyle  $\lambda=19$ ) parametre değerleriyle de çizilen grafikler ise Şekil 5.3 ve Şekil 5.4 'te gösterilmektedir.

**Çizelge 5.1** Türkiye Yıllık GSYH Verileri (Milyon \$)

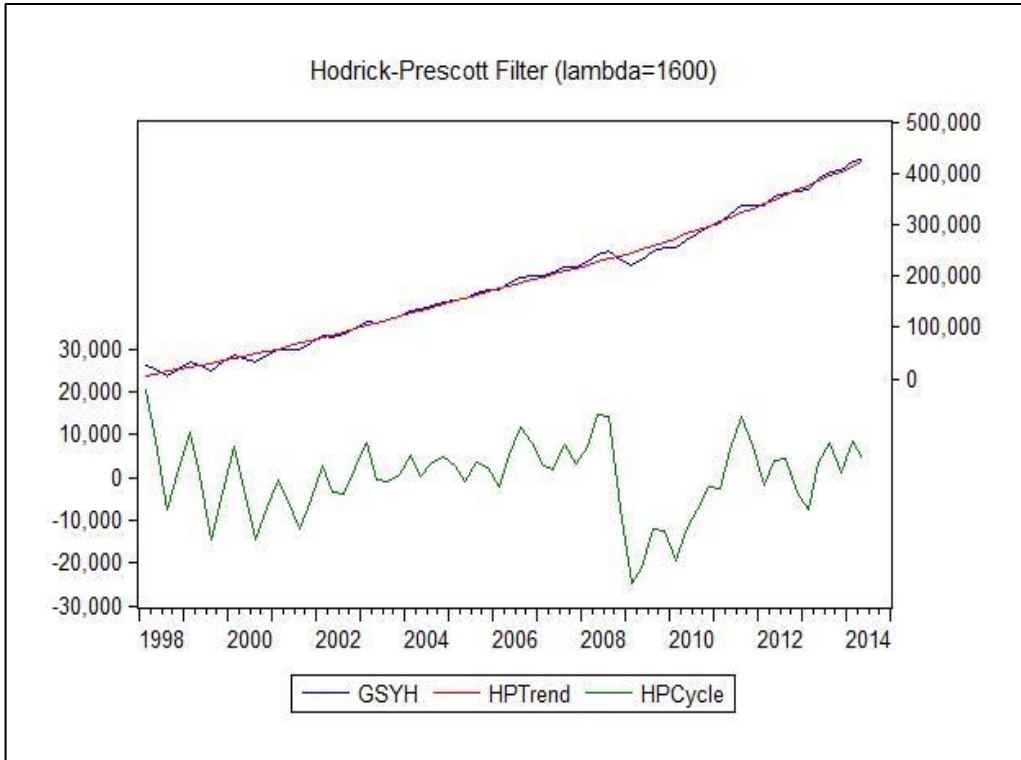
Yıllar	GSYH (Milyon \$)	Yıllar	GSYH (Milyon \$)	Yıllar	GSYH (Milyon \$)
1923	1117	1954	11164	1985	89263
1924	1417	1955	13422	1986	100873
1925	1815	1956	15484	1987	115097
1926	1957	1957	20619	1988	121667
1927	1746	1958	24583	1989	142635
1928	1619	1959	30716	1990	200555
1929	2065	1960	19478	1991	200502
1930	1571	1961	10789	1992	210584
1931	1394	1962	12527	1993	238377
1932	1165	1963	14485	1994	176955
1933	1359	1964	15397	1995	225941
1934	1456	1965	16475	1996	243412
1935	1556	1966	19564	1997	253706
1936	2000	1967	21809	1998	270947
1937	2132	1968	24197	1999	247544
1938	2945	1969	27040	2000	265384
1939	3118	1970	25307	2001	196736
1940	3634	1971	22637	2002	230494
1941	4528	1972	28652	2003	304901
1942	9357	1973	36082	2004	390387
1943	13906	1974	49746	2005	481497
1944	10078	1975	62227	2006	526429
1945	8252	1976	71224	2007	648754
1946	7200	1977	81468	2008	742094
1947	5280	1978	89073	2009	616703
1948	6641	1979	108837	2010	734929
1949	6349	1980	90679	2011	773980
1950	6779	1981	94642	2012	786283
1951	8178	1982	85354	2013	820012
1952	9395	1983	81134	2014	867301
1953	10934	1984	78825	2015	927556
				2016	996245

**Çizelge 5.2** Türkiye Çeyreklik GSYH Verileri (Milyon TL)

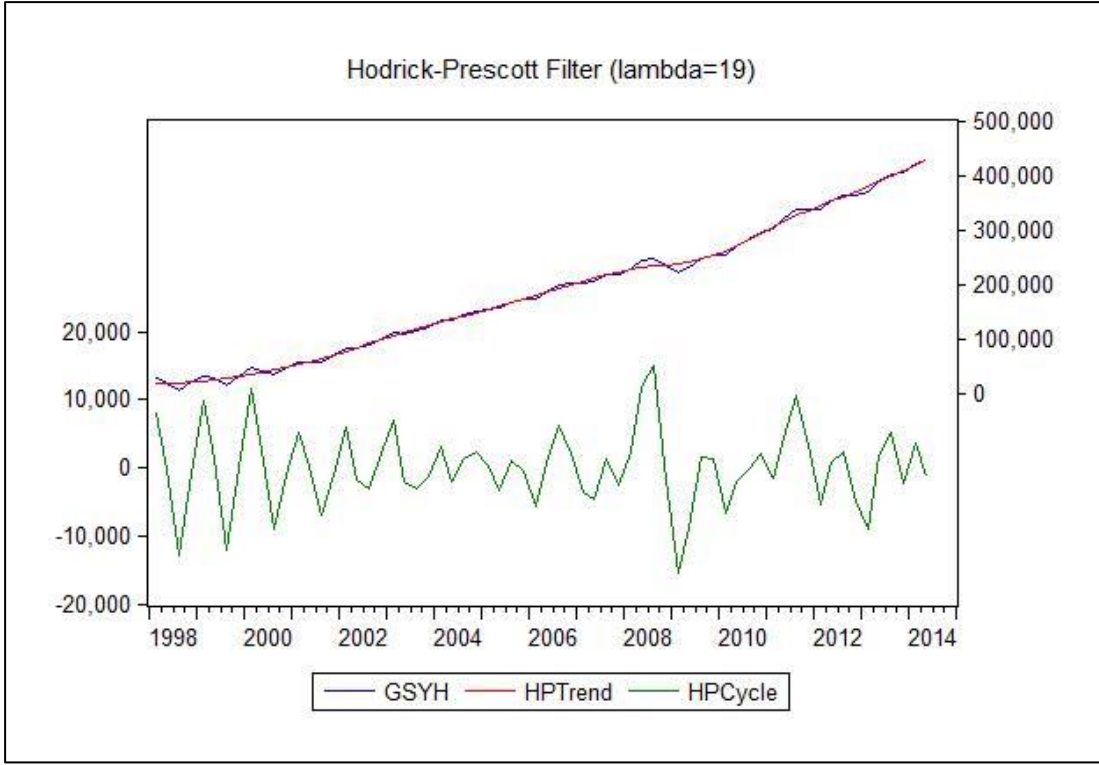
Çeyrek Yıl	GSYH Çeyreklik (Milyon TL)	Çeyrek Yıl	GSYH Çeyreklik (Milyon TL)
1998-1	13216	2006-1	160073
1998-2	15629	2006-2	183652
1998-3	20852	2006-3	213295
1998-4	20506	2006-4	201371
1999-1	19275	2007-1	187951
1999-2	23401	2007-2	203280
1999-3	30162	2007-3	232257
1999-4	31758	2007-4	219691
2000-1	33363	2008-1	215606
2000-2	38345	2008-2	239363
2000-3	48241	2008-3	262392
2000-4	46709	2008-4	233173
2001-1	44417	2009-1	207926
2001-2	55123	2009-2	228572
2001-3	71044	2009-3	261710
2001-4	69640	2009-4	254350
2002-1	69461	2010-1	241026
2002-2	78985	2010-2	265997
2002-3	101975	2010-3	295996
2002-4	100054	2010-4	295781
2003-1	98040	2011-1	289905
2003-2	105709	2011-2	317392
2003-3	128512	2011-3	351173
2003-4	122519	2011-4	339243
2004-1	119502	2012-1	325184
2004-2	130999	2012-2	350161
2004-3	157690	2012-3	377042
2004-4	150842	2012-4	364412
2005-1	141086	2013-1	355687
2005-2	153764	2013-2	386373
2005-3	181572	2013-3	417223
2005-4	172510	2013-4	405898
		2014-1	408429
		2014-2	423921



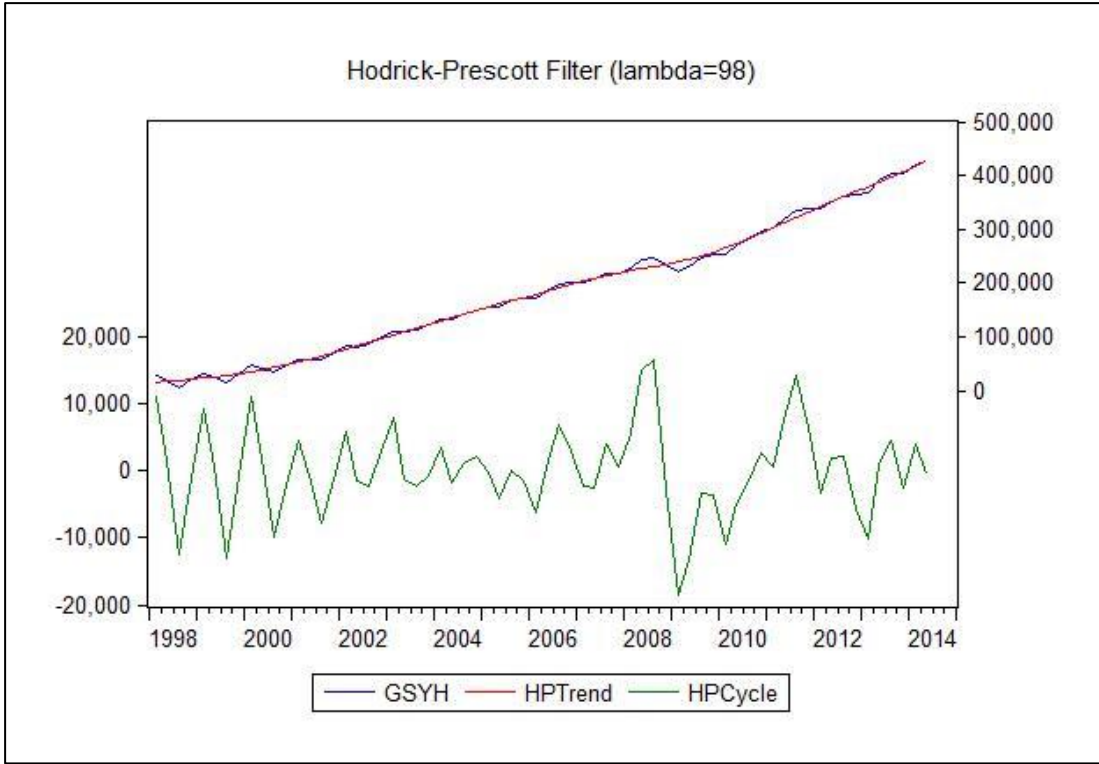
Şekil 5.1  $\lambda=100$  değeri için HP Filtresi



Şekil 5.2  $\lambda=1600$  değeri için HP Filtresi



Şekil 5.3  $\lambda=19$  değeri için HP Filtresi



Şekil 5.4  $\lambda=98$  değeri için HP Filtresi

GSYH verilerimize Yüksel ve diğerlerinin (2011) bulduğu  $\lambda$  katsayıları ekonomik açıdan yorumlamaya çalıştığımızda 2001 ve 2009 krizi etkilerini yıllık verilere nazaran çeyreklik verilerde daha az konjonktürel değişim görmekteyiz. Bu durum ekonomik açıdan bize çeyreklik GSYH verilerimizin HP Filtresinin yapısına daha uygun karakterde olduğunu göstermektedir. Farklı  $\lambda$  değerleri için hesaplanmış konjonktür serileri kutu-bıyık diyagramıyla istatistiksel farklılıkları ortaya konmuş olup bu grafikler Şekil 5.5 de sunulmaktadır. Örneğin bu grafiklerde, filtreleme işlemi sonrasında elde edilen konjonktür serilerindeki tepe ve dip noktaları arasındaki mesafelerin küçüldüğünü söyleyebiliriz.

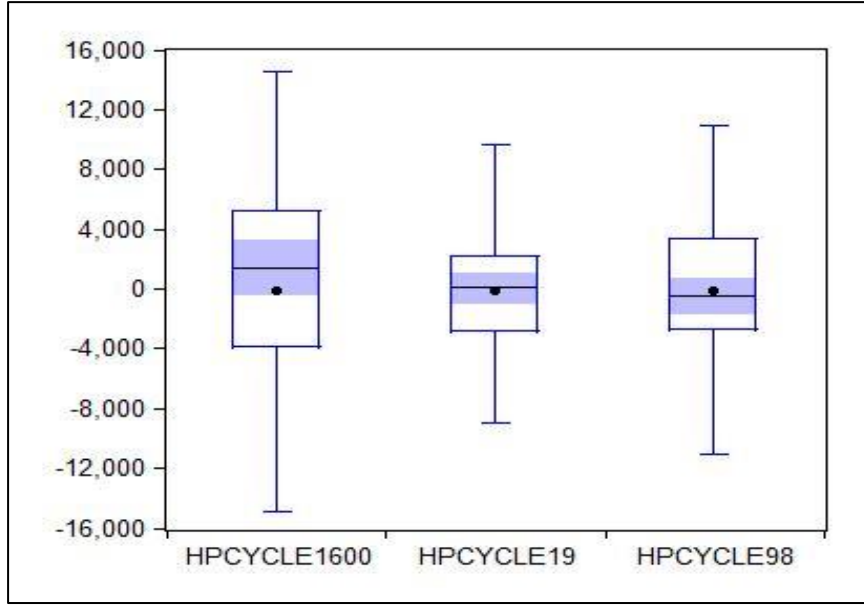
Orijinal zaman serisi, farklı düzgünleştirme parametreleri ile elde edilen konjonktür serilerinden arındırıldıktan sonra, geriye kalan trend bileşeni davranışları açısından karşılaştırabilir. Özetle, çeyreklik zaman serisi ile çalışacağımızı belirledikten sonraki aşamada farklı  $\lambda$  değerleri için HP Filtresiyle hesaplanmış olan trend bileşenlerini karşılaştırabiliriz. Farklı  $\lambda$  değerleri için hesaplanan konjonktür ve trend bileşenleri serileri Çizelge 5.3'te gösterilmektedir.

**Çizelge 5.3** Farklı  $\lambda$  Değerleri için Hesaplanan HP Filtresi Çıktıları

	GSYH ÇEYREKLİK (Mev. Etk. Arındırılmış)	$\lambda=1600$	$\lambda=1600$	$\lambda=19$	$\lambda=19$	$\lambda=98$	$\lambda=98$
		TREND	CYCLE	TREND	CYCLE	TREND	CYCLE
1998Q1	26153	5690	20463	18189	7964	15126	11027
1998Q2	18240	9688	8552	18398	-158	16847	1393
1998Q3	6104	13699	-7595	19027	-12923	18681	-12577
1998Q4	19703	17741	1962	20485	-782	20753	-1050
1999Q1	32212	21827	10385	22504	9708	23064	9148
1999Q2	26012	25973	39	24773	1239	25600	412
1999Q3	15414	30198	-14784	27493	-12079	28442	-13028
1999Q4	30955	34524	-3569	30929	26	31676	-721
2000Q1	46300	38963	7337	34711	11589	35253	11047
2000Q2	40956	43525	-2569	38471	2485	39120	1836
2000Q3	33493	48224	-14731	42449	-8956	43333	-9840
2000Q4	45906	53073	-7167	47018	-1112	47969	-2063
2001Q1	57354	58074	-720	52078	5276	53005	4349
2001Q2	57734	63228	-5494	57472	262	58394	-660
2001Q3	56296	68532	-12236	63318	-7022	64136	-7840
2001Q4	68837	73981	-5144	69751	-914	70224	-1387
2002Q1	82398	79564	2834	76534	5864	76571	5827
2002Q2	81596	85263	-3667	83383	-1787	83074	-1478
2002Q3	87227	91066	-3839	90323	-3096	89693	-2466
2002Q4	99251	96956	2295	97284	1967	96368	2883
2003Q1	110977	102913	8064	104034	6943	103019	7958
2003Q2	108320	108922	-602	110444	-2124	109593	-1273
2003Q3	113764	114969	-1205	116750	-2986	116117	-2353
2003Q4	121716	121042	674	123076	-1360	122606	-890
2004Q1	132439	127127	5312	129390	3049	129053	3386
2004Q2	133610	133213	397	135588	-1978	135439	-1829
2004Q3	142942	139288	3654	141727	1215	141781	1161
2004Q4	150039	145344	4695	147758	2281	148078	1962
2005Q1	154023	151373	2650	153699	324	154338	-315
2005Q2	156375	157372	-997	159684	-3309	160592	-4217
2005Q3	166824	163338	3486	165867	957	166867	-43
2005Q4	171707	169267	2440	172229	-522	173147	-1440
2006Q1	173010	175159	-2149	178797	-5787	179414	-6404
2006Q2	186263	181015	5248	185574	689	185637	626
2006Q3	198547	186833	11714	192258	6289	191720	6827
2006Q4	200568	192616	7952	198582	1986	197572	2997
2007Q1	200888	198375	2513	204611	-3723	203172	-2284
2007Q2	205891	204123	1768	210515	-4623	208530	-2639

**Çizelge 5.3** Farklı  $\lambda$  Değerleri için Hesaplanan HP Filtresi Çıktıları (Devamı)

	GSYH ÇEYREKLİK (Mev. Etk. Arındırılmış)	$\lambda=1600$	$\lambda=1600$	$\lambda=19$	$\lambda=19$	$\lambda=98$	$\lambda=98$
		TREND	CYCLE	TREND	CYCLE	TREND	CYCLE
2007Q3	217509	209877	7632	216266	1243	213633	3876
2007Q4	218888	215654	3234	221595	-2707	218441	447
2008Q1	228543	221478	7065	226298	2245	222952	5591
2008Q2	241974	227372	14602	230027	11948	227170	14804
2008Q3	247644	233364	14280	232553	15091	231156	16488
2008Q4	232370	239493	-7123	234277	-1907	235123	-2753
2009Q1	220863	245806	-24942	236392	-15529	239449	-18586
2009Q2	231183	252344	-21161	239993	-8810	244488	-13305
2009Q3	246962	259134	-12172	245356	1606	250401	-3438
2009Q4	253547	266190	-12643	252295	1252	257214	-3667
2010Q1	253963	273518	-19555	260706	-6743	264921	-10958
2010Q2	268608	281115	-12507	270553	-1945	273474	-4866
2010Q3	281248	288968	-7720	281444	-196	282716	-1468
2010Q4	294978	297054	-2076	292886	2092	292439	2539
2011Q1	302842	305347	-2505	304374	-1532	302422	420
2011Q2	320003	313817	6186	315514	4489	312467	7536
2011Q3	336425	322436	13989	325831	10594	322383	14042
2011Q4	338440	331178	7262	335087	3353	332054	6386
2012Q1	338121	340025	-1904	343602	-5481	341508	-3387
2012Q2	352772	348964	3808	351870	902	350839	1933
2012Q3	362294	357983	4311	360098	2196	360105	2189
2012Q4	363609	367069	-3460	368542	-4933	369384	-5775
2013Q1	368624	376214	-7590	377572	-8948	378778	-10154
2013Q2	388984	385407	3577	387297	1687	388327	657
2013Q3	402475	394632	7843	397359	5116	397971	4504
2013Q4	405095	403875	1220	407484	-2389	407654	-2559
2014Q1	421366	413129	8237	417672	3694	417366	4000
2014Q2	426532	422386	4146	427793	-1261	427073	-541



**Şekil 5.5**  $\lambda$  değerleri için HP Filtresi Döngüsel Kısmı Kutu-bıyık Grafiği

Elde edilen konjonktür verileri üzerinden yapılacak yorum bize ekonomik olarak kırılmaları ve kriz dönemlerini tespit etmekte yardımcı olur. Ancak kriz etkisini kabaca görmek bize  $\lambda$  parametresini seçmek açısından kısmen bir avantaj sağlamaktadır. Hangi  $\lambda$  değerinin gerçek serimiz açısından uygun olacağı, yani HP Filtresi işleminden sonra elde edilen trend serisinin daha sonraki aşamada yapılacak olan analizler için uygun olup olmadığı sorusu akla gelmektedir. Bunun için literatürde yer alan üç farklı  $\lambda$  düzgünleştirme katsayısıyla yapılan HP filtresi çıktılarını karşılaştırmak ve elde edilen HP filtresi çıktısının GSYH verilerimize uyumlu olup olmadığını anlamak gerekmektedir. Bu sayede  $\lambda$  katsayımıza dair gerçekçi ve rasyonel bir tespit elde edebiliriz.  $\lambda$  katsayısını tespit etmek üzere literatürde yer alan Tahmin Hatası Ölçümleri tekniklerinden bazılarını kullanacağımızı söylemiştik. Öncelikle HP Filtresi ile elde edilen trendin gerçek zaman serisini temsil etme gücü bakımından değerlendirmek üzere farklı  $\lambda$  değerleri için uygunluk ölçütü olarak yorumlayabileceğimiz MAPE ve MdAPE değerleri hesaplanmaktadır. Bir sonraki aşamada ise HP Filtresi aracılığıyla elde edilen trend bileşenine trend analizi uygulanarak MAPE ve MdAPE değerleri hesaplanmıştır. Tüm elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4 ve 5.5 'te sunulmuştur.

.Mevsimsellikten arındırılmış GSYH serilerine MAPE yaklaşımı uyguladığımızda, işleme giren GSYH serimize en uyumlu düzgünleştirme parametresi, Alp ve diğ.'nin (2011) Dermoune Yöntemiyle bulduğu  $\lambda=19$  değeri olmuştur. HP Filtresinin düzgünleştirme parametresine dair özelliği olan parametre

değeri küçüldükçe hesaplanan trend serileri gerçek seriye yaklaşıacaktır varsayımı da bu sayede doğrulanmaktadır. İlgili seri için hesaplanan MAPE değerleri aşağıda sunulmuştur.

**Çizelge 5.4** MAPE Değerleri

	$\lambda=1600$	$\lambda=19$	$\lambda=98$
HP Trend	10,1	8,2	8,8
Trend Analizi	19,7	15,6	16,0

Aynı serileri hata kriterleri cinsinden değerlendirmek için MdAPE değerleri hesaplanmıştır. Bulgular ise Çizelge 5.5 'te sunulmuştur.

**Çizelge 5.5** MdAPE Değerleri

	$\lambda=1600$	$\lambda=19$	$\lambda=98$
HP Trend	3,1	1,6	1,8
Trend Analizi	4,9	4,6	5,0

Çizelgelerden görüldüğü üzere, HP Filtresi ile elde edilen serilere Trend Analizi uygulanarak MAPE ve MdAPE değerlerine ilişkin getirdiğimiz yorum doğrulanmıştır. Özetle, trend analizi ile de parametre değerleri arasında en uygun parametre değeri yine  $\lambda=19$  değeri olmaktadır.

Literatürde, tartışmaya yol açan  $\lambda$  değerinin belirlenmesi konusunda bu Tahmin Doğruluk Ölçütleri yanında birçok yöntem vardır. Elbette hali hazırda HP filtresinden elde edilen bileşenlerle  $\lambda$  değerlerinin başarısını ölçen yöntemler arasında karmaşık simülasyon yöntemleri ve Dermoune ve Pedersen Yöntemleri gibi gerek istatistiksel gerekse iktisadi bir çok yaklaşım mevcuttur. Çalışmamızda HP filtresi ile farklı  $\lambda$ 'lar için MAPE ve MdAPE'lerle yorum getirmek bahsedilen karmaşık yöntemlere nazaran daha basit olsa da elde edilen  $\lambda$ 'ların doğruluğunu sınamak açısından faydalı olmaktadır.

Burada MAPE ve MdAPE Ölçütlerini kullanmak, sadece HP Yöntemi için doğru  $\lambda$ 'yı seçmenin yanı sıra HP Filtresiyle elde edilen seriler ile farklı filtreleme yöntemlerinden elde edilen serileri karşılaştırmayı sağlayabilir. Daha önce de bahsettiğimiz gibi HP Yönteminden elde edilen seriyi, BK Filtresi ve CF Filtresi ile üretilen serilerle filtreleme yaptığımız GSHY serisine uygunluk bakımından Yüzde Tahmin Hataları Yöntemleri aracılığıyla, karşılaştırmak mümkündür. Bu amaçla Çeyrek Yıllık GSYH verilerimiz için E-Views programı aracılığıyla ürettiğimiz BK ve CF Yöntemleriyle elde edilen seriler Çizelge 5.8 'de gösterilmiştir. Bu değerler ile

hesaplanmış MAPE ve MdAPE değerleri ise Çizelge 5.6 ve 5.7 'de sunulmuştur. Bilindiği üzere Bant Geçiş Filtresi olarak geçen BK Filtresi için gecikme katsayısı da önem taşımaktadır. Ayrıca BK Filtresinin bir bakıma devamı olan ve daha uzun seriler için daha hassas sonuçlar üreten CF Filtresinin BK gibi simetrik versiyonu için bu gecikmeler önemlidir. Literatürde BK ve CF Filtresine ilişkin uygun gecikme aralığı 6 ila 32 dönem arası olarak belirlenmiştir. Türkiye GSYH verileri için bu gecikmeyi trend üzerinde gözlemlediğimizde gecikmenin E-Views programında bize önerilen Lag=12 değeri ya da bu değerden daha düşük bir değer olabileceğini umuyoruz.

**Çizelge 5.6** BK Filtresi için MAPE ve MdAPE Değerleri

	MAPE	MdAPE
BK Filtresi K=12	3,4	2,0
BK Filtresi K=9	3,1	1,8
BK Filtresi K=6	2,8	1,7

Ayrıca CF Filtresinin veri kaybına yol açmama özelliğiyle geliştirilmiş bir versiyonu olan Asimetrik CF Filtresi için de hesaplanmıştır.

**Çizelge 5.7** CF Filtresi için MAPE ve MdAPE Değerleri

	MAPE	MdAPE
CF Filtresi (simetrik) Lag=6	16,0	16,6
CF Filtresi (simetrik) Lag=9	6,8	7,9
CF Filtresi (simetrik) Lag=12	19,2	17,5
CF Filtresi (asimetrik)	23,1	13,3

Çizelge 5.8 BK ve CF Filtreleri ile Elde Edilen Seriler

	BK Filtresi K=12	BK Filtresi K=9	BK Filtresi K=6	CF Filtresi (simetrik) Lag=6	CF Filtresi (simetrik) Lag=9	CF Filtresi (simetrik) Lag=12	CF Filtresi (asimetrik)
1998Q1							14575
1998Q2							2096
1998Q3							-12402
1998Q4							2617
1999Q1							19356
1999Q2							17226
1999Q3			17788	12591			8090
1999Q4			32516	26908			22800
2000Q1			47623	41519			37876
2000Q2		43974	42509	35588	40515		35568
2000Q3		36835	35708	27970	33072		34413
2000Q4		50331	49246	40864	46183		53469
2001Q1	64714	62987	61736	52557	58414	75093	68658
2001Q2	65021	63387	62256	51984	58423	76134	69252
2001Q3	63038	60631	60070	48756	55296	75003	66902
2001Q4	74189	72033	71601	59478	66256	87138	80321
2002Q1	85932	84903	84196	71125	78635	99798	97004
2002Q2	83399	82791	81917	67696	76057	98113	99072
2002Q3	87391	86198	85880	70532	79034	103068	104425
2002Q4	97987	96852	96965	80624	89218	114731	112833
2003Q1	109137	109024	109104	91652	100879	126852	120584
2003Q2	107105	107619	107631	88957	98973	125776	116927
2003Q3	113718	113705	114044	94260	104584	133465	124590
2003Q4	122213	121607	122218	101470	112007	143102	134545
2004Q1	132410	132446	132632	110774	122307	154358	143035
2004Q2	132426	133140	132889	109930	122461	155388	137108
2004Q3	140831	141284	141233	117314	130115	164885	138207
2004Q4	148028	148350	148378	123477	136685	173192	140803
2005Q1	153423	153882	153941	127865	141724	179679	145488
2005Q2	158055	158344	158191	130984	145695	185401	150279
2005Q3	170175	169366	169682	141443	156269	198655	159611
2005Q4	174577	173851	173935	144739	160255	204049	157684
2006Q1	172825	173707	173488	143198	159578	203128	149714
2006Q2	182066	184863	184365	153086	170211	213190	157085
2006Q3	192055	194963	195375	163073	179896	224126	170146
2006Q4	195130	197126	198390	164942	181697	228156	177437
2007Q1	198642	199888	201478	166840	184091	232571	182083
2007Q2	205729	206753	208047	172555	190554	240589	186862

**Çizelge 5.8** BK ve CF Filtreleri ile Elde Edilen Seriler (Devamı)

	BK Filtresi K=12	BK Filtresi K=9	BK Filtresi K=6	CF Filtresi (simetrik) Lag=6	CF Filtresi (simetrik) Lag=9	CF Filtresi (simetrik) Lag=12	CF Filtresi (asimetrik)
2007Q3	215761	216476	217468	181336	199864	251630	195189
2007Q4	212403	212386	213204	176314	195369	249310	195250
2008Q1	217728	216850	217245	179565	199409	255678	209512
2008Q2	231294	229679	229638	191240	211784	270379	233108
2008Q3	243407	241420	240412	201318	223018	283722	250891
2008Q4	238860	235796	234336	194360	216910	280347	246692
2009Q1	237313	233486	231697	190739	214096	279937	245287
2009Q2	252531	249155	247010	205044	229201	296383	266348
2009Q3	267843	265014	262902	219841	244488	312898	293115
2009Q4	271185	268367	266351	222099	247292	317367	307245
2010Q1	268170	265447	263413	217930	243810	315500	307778
2010Q2	280217	277928	275639	228973	255695	328832	315329
2010Q3	290542	287782	285721	237677	264989	340500	319066
2010Q4	300833	296744	295590	245827	273424	352073	328140
2011Q1	303449	298964	298729	247257	275057	356072	336134
2011Q2	315113	311981	312219	259228	287368	369089	351815
2011Q3		327229	327455	272964	301851		357662
2011Q4		331367	331329	275079	305199		339653
2012Q1		334578	334952	276958	307664		318842
2012Q2			354097	294489			323233
2012Q3			367300	306045			333452
2012Q4			370057	307190			332744
2013Q1							314432
2013Q2							284600
2013Q3							240020
2013Q4							213255
2014Q1							259512
2014Q2							355234

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İlk bölümlerinde Zaman Serisi Analizlerinin genel özelliklerinin anlatıldığı çalışmamızın, sonraki bölümlerinde Hodrick-Prescott Filtresi adıyla anılan filtre ve bu filtreye benzer çalışma prensiplerine sahip Bant Geçiş Filtreleri açıklanmıştır.

Uygulama Bölümünde ise öncelikle E-Views programı aracılığıyla HP Filtresinin ürettiği seriler çeşitli açılardan yorumlanmıştır. Ülkemiz GSYH verileriyle yapılan uygulamalarda yöntemin filtreye giren seriyi yapısal ve devresel kısım olarak ikiye ayırdığı görülmüştür. Trend Serisi ve Konjonktürel Seri diye adlandırdığımız bu seriler, öncelikle hesaplamaya aldığımız GSYH serisinin mevsimsel etkileri açısından irdelenmiştir. Çeyrek yıllık ve yıllık olmak üzere karşılaştırmalı olarak incelenen GSYH serilerinden çeyrek yıllık seriler veri yapısına uygunluk açısından çalışmamıza daha uygun bulunmuştur. Daha sonra bu çeyreklik GSYH verileri ile HP Filtresinin düzgünleştirme parametresinden geçirilmiştir. Düzgünleştirme parametresi için ise literatürde yer alan bir tahmin çalışması çerçeve alınmıştır. Alp ve diğ.'nin(2011) ortaya attığı bu çalışmada farklı yöntemlerle elde düzgünleştirme parametresi; 19 ve 98 olarak tahmin edilmişti. ABD ekonomisi için hesaplanan ve E-views programının bize önerdiği parametre değeri ise bilindiği gibi 1600 idi.

Çalışmamızda, ülkemiz GSYH verileri için uygun parametre değeri Tahmin Doğruluk Ölçütleri olarak adlandırılan yöntemlerden ikisi ile seçilmiştir. MAPE ve MdAPE ile yapılan bu seçimde Alp ve diğ.'nin (2011) da çalışmalarında varsaydığı gibi ülkemiz için hesaplanacak bir düzgünleştirme parametresinin 1600'den çok daha küçük olacağı anlaşılmıştır. Gerek MAPE yöntemiyle gerekse MdAPE yöntemiyle de en düşük değerlere sahip olan parametre değeri;  $\lambda=19$  olmuştur. Ayrıca bu seçim, farklı parametre değerleri için Çizelge 5.4 ve 5.5 'te gösterilmiştir. Tablolardan anlaşılacağı üzere HP Filtresinin farklı parametre değerleriyle hesaplanan trend serileri için MAPE ve MdAPE değerleri hesaplanmaktadır. Bu parametrelerden MAPE ve MdAPE değerlerinden en küçüğüne sahip olan  $\lambda=19$  değeri, diğer parametre değerleri arasında HP Filtresine giren esas GSYH serimize en uygun parametre değeri olmuştur. Elbette burada dikkat edilmesi gereken husus, HP

Filtresinin temel varsayımlarından biri olan  $\lambda$  değerinin gereğinden fazla (sıfıra yaklaşacak kadar) küçülmesinin serideki konjonktür etkisini çok az arındırması anlamına geleceği konusudur. Bunun için bir kıstas olarak, konjonktür etkisinin gereğinden fazla ya da az arındırılmaması adına, en azından Çizelge 5.4'teki MAPE değerlerinin, önceden belirlediğimiz bir hata değerinin altına düşmemesi gerektiğini de savunabiliriz.

Çalışmamızda, HP Filtresini farklı açıdan değerlendirdiğimiz başka bir konu ise bu filtrenin kendisi gibi filtreleme özelliği taşıyan Bant Geçiş Filtrelerine nazaran nasıl bir davranışta olduğu konusuydu. Literatürde yer alan ve önceki bölümlerde açıklanan BK ve CF Filtrelerine ilişkin, MAPE ve MdAPE değerleri irdelenmiş hangi yöntemle yapılacak bir arındırmanın elimizdeki veri yapısına daha uygun olacağı araştırılmıştır.

BK ve CF Filtrelerine ilişkin elde edilen bulgular ise Çizelge 5.6 ve 5.7 'de gösterilmektedir. Ancak BK ve CF Filtrelerinde oluşan veri kayıplarının yani gecikme katsayılarının varlığı bu yöntemleri HP Filtresine nazaran zayıf kılmaktaydı. Ayrıca CF Filtresi de daha uzun dönemli veriler için daha uygun sonuçlar üretmekteydi. HP Filtresine ilişkin  $\lambda=19$  parametre değeri ile hesaplanan MAPE=8,2 değeri ve MdAPE=1,6 değeri ile BK ve CF Filtrelerine ilişkin çeşitli gecikmeler ile hesapladığımız MAPE ve MdAPE değerlerini karşılaştırdığımızda bazı bulgular elde edilmiştir.

Öncelikle, BK Filtresinin farklı gecikmeleri için hesaplanmış MdAPE' lere göre (en küçüğü 1,7 olmak üzere) HP Filtresinin  $\lambda=19$  parametresi ile elde edilmiş çıktılarında hesaplanan MdAPE=1,6 değeri daha küçüktür. Bu durum, HP Filtresinin,  $\lambda=19$  parametresi ile, BK Filtresine nazaran GSYH gözlem değerlerimize daha uygun bir filtreleme yöntemi olduğu anlamına gelmektedir. Daha önce de bahsettiğimiz gibi CF Filtresi de BK Filtresi gibi bir Bant Geçiş Filtresi olup daha geniş serilerle çalışmaktaydı. Ayrıca, CF Filtresine göre de MdAPE değerleri açısından BK Filtresi ile benzer bir durum söz konusudur.

MAPE değerlerine göre ise, HP Filtresi MAPE değerinin özellikle seri uzunluğuna uygunluk gösteren BK Filtresine göre zayıf gözükmesinin sebebi BK Filtresinin gecikme değeri sebebiyle oluşan veri kayıplarından kaynaklanmaktadır. Daha açık bir ifade ile, HP Filtresinin MAPE değerlerinin, BK Filtresine ve asimetrik CF Filtresine göre hesaplanmış MAPE değerlerinden büyük olmasının sebebi: diğer

filtrelerin sahip olduğu gecikme katsayıdır. BK ve asimetrik CF Filtrelerinde gecikme katsayısı çözüme giren serimizi veri kaybına uğratarak bazı verileri hesaplama dışında tutmaktadır.

Bu sebeplerle, MAPE değeri diğeri filtrelerde HP Filtresine nazaran daha düşük çıkmıştır. HP Filtresinin  $\lambda=19$  parametresinin performansı, MAPE değeri açısından yazında yer alan benzer filtreleme yöntemlerine göre bahsettiğimiz gecikmeler dolayısıyla zayıf gözükmektedir. Ancak, MdAPE değeriyle yaptığımız karşılaştırmalar neticesinde,  $\lambda=19$  parametre değerinin Türkiye GSYH verileri için uygunluğunu savunabilmekteyiz. Parametre değerinin bu olumlu performansı ile çalışmamızda kullandığımız MAPE ve MdAPE ölçütlerinin HP Filtresinin parametre performansını değerlendirmek açısından faydalı olduğu düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Alacahan N.D., 2012, Türkiye Ekonomisinde İş Çevrimleri Kuramı (1998-2011): Hodrick-Prescott Filtresi, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt: 10, Sayı: 20, ss./-28
- Alp H., Başkaya Y. S., Kılınç M. ve Yüksel C. , 2011, Türkiye İçin Hodrick-Prescott Filtresi Düzgünleştirme Parametresi Tahmini, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Sayı: 2011-03
- Akgül I., 2003, Zaman Serilerinin Analizi ve Arima Modelleri, Der Yayınları, Yayın No:342 ; Geleneksel Zaman Serisi Yöntemleri, Der Yayınları, Yayın No:343
- Aruoba S.B. Alper C. E., 2001, Makroekonomik Verilerin Mevsimsellikten Arındırılması: Türkiye'deki Uygulamalı Araştırmacılara Dikkat Notu, *İMKB Dergisi* Yıl 5 Sayı 18 ISSN:1301-1650
- Aydınoat E., 2014, 10 Soruda GSYH'nın Kısa Ama Şefkatli Tarihi, Bahçeşehir Üniversitesi İktisat Ders Notları URL:<http://neaydinonat.com/>
- Baran G., 2010, Turizmde Talep Tahmini: Türkiye 'de Turizm Talebinin Zaman Serileri İle Tahmini Kültür ve Turizm Bakanlığı Uzmanlık Tezi URL:<http://aregem.kulturturizm.gov.tr/Eklenti/31142,gokhanbaranpdf.pdf?0>
- Baum C., 2006, Time Series Filtering Techniques in Stata, Department of Economics, Boston College URL:[http://www.stata.com/meeting/5nasug/TSTFiltering\\_beamer.pdf](http://www.stata.com/meeting/5nasug/TSTFiltering_beamer.pdf)
- Beveridge S., Nelson C. R. , 1981, A New Approach to decomposition of Economic Time Series into Permanent and Transitory Components with Particular Attention to Measurement of the Business Cycle, *Journal of Monetary Economics* 7, 151-174 North Holland Publishing Company
- Dermoune, A., Djehiche, B. ve N. Rahmania (2008): Consistent Estimators of the Smoothing Parameter in the Hodrick-Prescott Filter , *J.Japan Statist. Soc.* 38(2).
- Hodrick, R.J. ve E.C. Prescott (1980): Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation, Carnegie-Mellon University Working Paper, No. 451.



- Hodrick R. J. ,Prescott E. C. ,1997, Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation, Journal of Money, Credit and Banking, Vol. 29, No. 1,pp. 1-16  
Published by: Blackwell Publishing Stable  
URL:<http://www.jstor.org/stable/2953682> Accessed: 10/07/2009 11:45
- Nilsson R., Gyomai G., 2011, Cycle Extraction: A Comparison of the Phase-Average Trend Method, the Hodrick-Prescott and Christiano-Fitzgerald Filters, OECD Statistics Working Papers, 2011/04, OECD Publishing.  
URL:<http://dx.doi.org/10.1787/5kg9srt7f8g0-en>
- Parasız İ., Bildirici M., 2014, Modern Konjonktür Teorileri, Konjonktürel Dalga Tahminleri ve Konjonktürel Dalgalanmalar Tarihi, E – kitap  
URL:[http://www.researchgate.net/publication/265165228\\_MODERN\\_KONJONKTR\\_TEORLER\\_KONJONKTREL\\_DALGA\\_TAHMNLER\\_KONJONKTREL\\_DALGALANMALAR\\_TARH2](http://www.researchgate.net/publication/265165228_MODERN_KONJONKTR_TEORLER_KONJONKTREL_DALGA_TAHMNLER_KONJONKTREL_DALGALANMALAR_TARH2)
- Pedersen, T.M. (2001): “The Hodrick–Prescott Filter, the Slutsky Effect, and the Distortionary Effect of Filters”, Journal of Economic Dynamics and Control, 25 (8), sf. 1081– 1101.
- Saracoglu B. , Yigit O. Kocak N. A. , 2014. Türkiye İçin Çıktı Açığı Tahmininde Alternatif Yöntemler Business and Economics Research Journal, Volume 5 Number 3 2014, pp. 43-65 ISSN: 1309-2448 [www.berjournal.com](http://www.berjournal.com)
- Sevüktekin M., Nargeleçekenler M., 2005, Nobel Basımevi Yayın No:770, Teknik Yayınları Dizi No:61,1. Basım
- Shcherbakov M.V. , Brebels A. , Shcherbakova N. L. , Tyukov A. P. , Janovsky T. A. , Kamaev V. A. , 2013. A Survey of Forecast Error Measures , World Applied Sciences Journal 24 , 171-176 ISSN 1818-4952, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia
- URL-1:  
[http://www.turkcebilgi.com/rastlant%C4%B1sal\\_y%C3%BCr%C3%BCy%C3%BC%C5%9F\\_kuram%C4%B1\\_%28random\\_walk\\_theory%29#bilgi](http://www.turkcebilgi.com/rastlant%C4%B1sal_y%C3%BCr%C3%BCy%C3%BC%C5%9F_kuram%C4%B1_%28random_walk_theory%29#bilgi)  
Bağlantı Tarihi:14/12/2014
- Yüksel E. , 2001, A Comparative Performance Analysis for The Commonly Used Time Series Filters in Economics: Hodrick-Prescott Versus Baxter-King, Department of Economics Bilkent University a Master’s Thesis
- Yüzer A.F., Ağaoğlu E., Tatlıgil H., Özmen A., Şıklar E., 2003, Anadolu Üniversitesi Uzaktan Eğitim İstatistik Ders Kitabı, Anadolu Üniversitesi Yayın no:1448, Açık Öğretim Fakültesi Yayını No:771

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Hamit GÜLLÜCE

**Doğum Tarihi ve Yeri:** 21/ 07/ 1986 – Gökşun

**Adres:** Maliye Bakanlığı BÜMKO Kat:3

**e-posta:** [hamitg@bumko.gov.tr](mailto:hamitg@bumko.gov.tr)

**Lisans:** KTÜ – İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri

