

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ:
TÜRKİYE’DE GSYH, İŞSİZLİK VE ENFLASYON
İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Eda YALÇIN KAYACAN

Danışman
Prof. Dr. Şenay ÜÇDOĞRUK BİRECİKLİ

İZMİR-2018

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum **“Gözlenemeyen Bileşen Modelleri: Türkiye’de GSYH, İşsizlik ve Enflasyon İlişkisinin İncelenmesi”** adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih: .. /.. /....

Eda YALÇIN KAYACAN

İmza:

ÖZET¹
Doktora Tezi
Gözlenemeyen Bileşen Modelleri: Türkiye’de GSYH, İşsizlik ve Enflasyon
İlişkisinin İncelenmesi
Eda YALÇIN KAYACAN

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ekonometri Anabilim Dalı
Ekonometri Programı

Gözlenemeyen bileşen modelleri; serilerin önemli özelliklerini temsil eden trend, konjonktürel, mevsimsel ve düzensiz bileşenler gibi gözlenemeyen bileşenler açısından doğrudan formülize edilen modellerdir. Söz konusu modellerin başlıca avantajları; mevcut gözlenen değişkenleri kullanarak potansiyel çıktı, çıktı açığı, doğal işsizlik oranı gibi gözlenemeyen bileşenleri elde etmek ve serilerin orijinalliklerini koruyarak tahminleme yapmaktır.

Çalışmanın esas amacı; gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak temel makroekonomik değişkenleri bileşenleri açısından incelemek ve ekonomik karar vericiler için önemli olan ancak gözlenemeyen değişkenleri tahmin etmektir. Bu amaç doğrultusunda; ekonomik sistemdeki temel makroekonomik değişkenlerden GSYH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla), işsizlik ve enflasyon; gözlenemeyen bileşen model kalıpları ve dayandığı istatistiksel teoriler kullanılarak bileşenlerine göre incelenmiştir. Elde edilen çıktı açığı, potansiyel çıktı ve doğal işsizlik oranı değişkenleri kullanılarak Okun yasası ve Phillips eğrisi tahminleri yapılmıştır. GSYH hesaplamalarında 2016:Q2 döneminden sonra baz yılı 2009 olarak

¹ Tez çalışmalarım, Roma Tor Vergata Üniversitesi’nde Prof. Dr. Tommaso Proietti danışmanlığında yürütülmek üzere Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından verilen 2214-A Yurt Dışı Doktora Sırası Araştırma Burs Programı kapsamında desteklenmiştir. Verdiği burstan dolayı TÜBİTAK’a teşekkürlerimi sunarım.

belirlenmiş ve sabit fiyatlarla hesaplamanın yerini zincirleme hacim endeksi almıştır. Seçilen baz yılının, ABD’de 2008 yılında başlayan küresel krizin Türkiye ekonomisi üzerindeki etkilerini taşıdığı, doğru baz yılı olmadığı ve sonraki yıllardaki değerleri etkilediği düşünülmektedir (Eğilmez, 2016: 1). Söz konusu husus dikkate alınarak, analizlerde 1998:Q1-2016:Q2 dönemi için Türkiye GSYH, işsizlik ve enflasyon verileri kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlarla, GSYH değişkeni gözlenemeyen bileşenleri açısından değerlendirilmiş, çıktı açığı ve potansiyel çıktıya ait bulgular yorumlanmıştır. Okun katsayısı teorik beklentiye uygun elde edilirken, Türkiye için Phillips eğrisinin geçerli olmadığı bulgusu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gözlenemeyen Bileşen Modelleri, Durum Uzay Modelleri, Kalman Filtresi, GSYH, İşsizlik.

ABSTRACT²

Doctor of Philosophy (PhD)

**Unobserved Components Models: The Investigation of Relationship GDP,
Unemployment and Inflation In Turkey**

Eda YALÇIN KAYACAN

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Econometrics

Econometrics Program

Unobservable component models are models that are directly formulated in terms of unobservable components such as trend, cyclical, seasonal, and irregular components that represent important features of the series. The main advantages of these models are to obtain unobservable components such as potential output, output gap and natural unemployment rate using existing observed variables and to estimate by preserving the originality of the series.

The main purpose of the study is to examine key macroeconomic variables in terms of their components using unobservable component models and to estimate variables that are not observable but important for economic decision makers. In line with the aim of study, economic macroeconomic variables such as GDP, unemployment and inflation has been examined in terms of its components using unobserved component model methods and statistical theories on which they are based. The Okun Law and the Phillips Curve estimates were made using the output gap, potential output and natural unemployment rate variables obtained from the so-called methods. In the GDP calculations, the base year is set as 2009 after 2016: Q2 period and the chained volume index is taken at the place of calculation with

² My thesis studying was supported by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) within the scope of 2214-A Foreign Research Fellowship during PhD Program for the purpose of being conducted at University of Rome Tor Vergata, with advise from Prof. Tommaso Proietti. I would like to thank TUBITAK for the scholarships granted.

fixed prices. The selected base year, the global financial crisis that began in 2008 in the United States carry the impact on Turkey's economy. Therefore, it is thought that it is not the correct base year and it is effective for values in the next year (Eğilmez, 2016: 1). In view of these considerations, GDP, unemployment and inflation data for Turkey analysis was performed using the related methods for 1998:Q1-2016:Q2 period.

With the results obtained, GDP is evaluated in terms of the components of the change, and findings related to output gap and potential output are interpreted. It is found that Okun coefficient satisfied theoretical expectations and the Phillips Curve for Turkey is not valid.

Key Words: Unobservable Component Models, State Space Models, Kalman Filter, GDP, Unemployment

GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ: TÜRKİYE’DE GSYH, İŞSİZLİK VE ENFLASYON İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	xi
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

GSYH, İŞSİZLİK VE ENFLASYON

1.1. GSYH	4
1.2. İŞSİZLİK	6
1.3. ENFLASYON	7
1.4. GSYH, İŞSİZLİK VE ENFLASYON ARASINDAKİ İLİŞKİLER	10
1.4.1. İktisadi Dalgalanmalar	10
1.4.2. Okun Yasası	14
1.4.3. Phillips Eğrisi	15

İKİNCİ BÖLÜM-

GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ

2.1. GÖZLENEMEYEN BİLEŞENLER	19
2.1.1. Trend Bileşeni	19
2.1.2. Mevsimsel Bileşen	20
2.1.3. Konjonktürel Bileşen	21
2.1.4. Düzensiz Bileşen	22
2.2. GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ	22
2.3. GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ METODOLOJİSİ	24
2.3.1. Durağanlık Kavramı	24
2.3.1.1. Durağan Süreçler	25
2.3.1.2. Durağan olmayan Süreçler	26
2.3.2. Durum Uzay Modelleri	27
2.3.2.1. Durağan Stokastik Süreçlerin Durum Uzay Gösterimi	28
2.3.3. Kalman Filtresi	29
2.3.4. Gözlenemeyen Bileşen Modelleri	35
2.3.4.1. Trend Bileşeni İçin Gözlenemeyen Bileşen Modelleri	36
2.3.4.1.1. Yerel Düzey Modeli	36
2.3.4.1.2. Yerel Doğrusal Trend Modeli	41
2.3.4.2. Konjonktürel Dalgalanmalar İçin Gözlenemeyen Bileşen Modelleri	46
2.3.4.2.1. Konjonktür Artı Gürültü Modeli	46
2.3.4.2.2. Trend Artı Konjonktür Modeli	48
2.3.4.2.3. Konjonktürel Trend	48
2.3.5. Gözlenemeyen Bileşen Modellerinin Durum Uzay Gösterimi	48
2.3.6. Tanısal Testler	51
2.3.6.1. Hataların Normal Dağılımının Sınanması	51
2.3.6.2. Hataların Sabit Varyanslılığının Sınanması	52

2.3.6.3. Hatalarda Otokorelasyonun Sınanması	52
2.3.7. Model Seçim Kriterleri	52
2.3.8. İyi Uyumun Değerlendirilmesi	53

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ UYGULAMALARI

3.1. LİTERATÜR TARAMASI	56
3.2. ARAŞTIRMANIN KONUSU VE AMACI	61
3.3. TÜRKİYE İÇİN GSYH’NİN GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ	63
3.4. TÜRKİYE İÇİN ÇIKTI AÇTIĞININ GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ	86
3.5. TÜRKİYE İÇİN İŞSİZLİĞİN GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ	95
3.6. TÜRKİYE İÇİN ENFLASYONUN GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ	100
SONUÇ VE ÖNERİLER	104
KAYNAKÇA	109

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AIC	Akaike Bilgi Kriteri
AICc	Düzeltilmiş Akaike Bilgi Kriteri
BIC	Bayesyen Bilgi Kriteri
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HQ	Hannan-Quinn Bilgi Kriteri
MMSE	Minimum Ortalama Kare Tahminlerini
NAIRU	Enflasyonu Hızlandırmayan İşsizlik Oranı
PEV	Öngörü Hata Varyansı
s.	Sayfa No

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Doğal İşsizlik Oranı ve Tam İstihdam İlişkisi	s.7
Tablo 2: Durum Uzay Modelinin Bileşenleri	s.28
Tablo 3: Trend ve Düzensiz Bileşen Modellerinin Varyansları	s.45
Tablo 4: Trend ve Düzensiz Bileşen Modellerin için Modeller	s.45
Tablo 5: Model 1 Tahmin Sonuçları	s.63
Tablo 6: Model 2 Tahmin Sonuçları	s.64
Tablo 7: Model 3 Tahmin Sonuçları	s.65
Tablo 8: Model 4 Tahmin Sonuçları	s.67
Tablo 9: Model 5 Tahmin Sonuçları	s.68
Tablo 10: Model 6 Tahmin Sonuçları	s.69
Tablo 11: Model 7 Tahmin Sonuçları	s.71
Tablo 12: Model 8 Tahmin Sonuçları	s.72
Tablo 13: Model 9 Tahmin Sonuçları	s.73
Tablo 14: Model 10 Tahmin Sonuçları	s.74
Tablo 15: Model 11 Tahmin Sonuçları	s.76
Tablo 16: Model 12 Tahmin Sonuçları	s.78
Tablo 17: Model 13 Tahmin Sonuçları	s.79
Tablo 18: Model 14 Tahmin Sonuçları	s.80
Tablo 19: Model Seçim Kriterleri	s.82
Tablo 20: Anlamlı Modellere Ait Tahmin Sonuçları	s.84
Tablo 21: Model Bileşenleri	s.86
Tablo 22: Model Tahmin Sonuçları	s.91
Tablo 23: GSYH ve İşsizlik İçin Model Tahmin Sonuçları	s.95
Tablo 24: GSYH ve İşsizlik Oranına Ait Gözlenemeyen Bileşenlerin Varyansları	s.97
Tablo 25: Şokların Karşılıklı Korelasyonları	s.97
Tablo 26: Enflasyon Tahmin Sonuçları	s.99
Tablo 27: Phillips Eğrisi Tahmin Sonuçları	s.102

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Talep ve Maliyet Enflasyonu	s.9
Şekil 2: İktisadi Dalgalanmalar	s.11
Şekil 3: Gerçek Çıktı, Potansiyel Çıktı ve Çıktı Açığı İlişkisi	s.12
Şekil 4: İktisadi Sistematik Dalgalanmalar	s.13
Şekil 5: Phillips Eğrisi (İlk şekli)	s.17
Şekil 6: Kısa ve Uzun Dönemde Phillips Eğrisi	s.18
Şekil 7: Trend Bileşeni	s.20
Şekil 8: Mevsimsel Bileşen	s.21
Şekil 9: Konjonktürel Bileşen	s.21
Şekil 10: Düzensiz Bileşen	s.22
Şekil 11: Kalman Filtresinin Evreleri	s.31
Şekil 12: Kalman Filtresi Yinelemeleri: Zaman ve Ölçüm Güncellemeleri	s.31
Şekil 13: Model 1 Bileşenleri Grafiği	s.63
Şekil 14: Model 2 Bileşenleri Grafiği	s.65
Şekil 15: Model 3 Bileşenleri Grafiği	s.66
Şekil 16: Model 4 Bileşenleri Grafiği	s.68
Şekil 17: Model 5 Bileşenleri Grafiği	s.69
Şekil 18: Model 6 Bileşenleri Grafiği	s.70
Şekil 19: Model 7 Bileşenleri Grafiği	s.71
Şekil 20: Model 8 Bileşenleri Grafiği	s.72
Şekil 21: Model 9 Bileşenleri Grafiği	s.74
Şekil 22: Model 10 Bileşenleri Grafiği	s.76
Şekil 23: Model 11 Bileşenleri Grafiği	s.77
Şekil 24: Model 12 Bileşenleri Grafiği	s.78
Şekil 25: Model 13 Bileşenleri Grafiği	s.79
Şekil 26: Model 14 Bileşenleri Grafiği	s.81
Şekil 27: Reel GSYH ve Mevsimsel Düzeltilmiş GSYH	s.87

Şekil 28: GSYH ve Potansiyel Çıktı (Model 15)	s.88
Şekil 29: Çıktı Açığı (Model 15)	s.88
Şekil 30: GSYH ve Potansiyel Çıktı (Model 16)	s.89
Şekil 31: Çıktı Açığı (Model 16)	s.90
Şekil 32: Çıktı Açıkları (Model 15- Model 16)	s.90
Şekil 33: GSYH Tahmini (Model 15)	s.92
Şekil 34: GSYH Tahmini (Model 16)	s.93
Şekil 35: İşsizlik Bileşenleri	s.96
Şekil 36: İşsizlik-Potansiyel İşsizlik-Doğal İşsizlik	s.96
Şekil 37: Geçici Bileşenlerin İlişkileri	s.98
Şekil 38: Enflasyonun Bileşenleri	s.100
Şekil 39: Enflasyon ve İşsizlik İlişkisi	s.101

GİRİŞ

Klasik zaman serisi yöntemlerinde analizlere başlamadan önce, seriler mevsimsellikten arındırılarak ve durağanlaştırılarak gerçek değerlerinden uzaklaştırılmaktadır. Gözlenemeyen bileşen modelleri ya da diğer bir ismiyle yapısal zaman serisi modelleri; serilerin önemli özelliklerini temsil eden trend, konjonktürel, mevsimsel ve düzensiz bileşenleri açısından doğrudan formülize edilen modellerdir. Serilerin durağanlığının analizlerde gerekli olmaması, klasik zaman serisi yöntemlerine kıyasla büyük avantaj sağlamaktadır. Gözlenemeyen bileşen modelleri, serileri önemli bileşenlerine ayırmaktadır. Fakat aynı zamanda geçmiş gözlemleri kullanarak gelecek dönem değerlerini de tahminlemektedir (Proietti, 2002: 1).

Söz konusu modeller; trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz bileşenler durum uzayı formunda ifade edilerek analize başlamaktadır. Gözlenemeyen bileşenli dinamik bir sistemin durum uzay formunda temsili analizlere güç vermektedir. Model bileşenlerinin durum uzay formunda temsil edilmesiyle; veri setinde eksik değerlerin varlığı, verilerin farklı periyodik frekanslardan oluşması ve sapan gözlemlerin varlığı gibi sorunların üstesinden gelinebilmektedir (Koopman, 2011: 20).

Durum uzay formunda ifade edilen bileşenlerin tahminlenmesi, Kalman filtresi olarak isimlendirilen ve geçmiş gözlemlere dayanan durum vektörünün minimum ortalama kare tahminlerini hesaplayan yinelemeli algoritmaya dayanmaktadır. ARIMA modelleri yapısal zaman serisi modellerinin gelişiminde çok önemli bir role sahip olmasına rağmen; gözlenemeyen bileşen modellerinin gelişmesine Kalman (1960) tarafından geliştirilen filtre büyük katkı sağlamıştır.

Tezin özgün değeri gözlenemeyen bileşen modellerine; durum uzayı formuna taşıdığı farklı bileşenlerle oluşturulmuş model kalıplarıyla, Kalman filtresini kullanarak; hem veri setindeki gözlenemeyen bileşenlerin hareketlerinin gözlemlenmesini hem de trend, konjonktürel ya da mevsimsel etkileri içeren gerçek serilerle tahminleme yapılabilmesini sağlamaktadır.

Söz konusu modellerinin çalışmamıza getirdiği önemli bir katkısı da, ayırıştırma ve mevcut gözlenen değişkenleri kullanarak; potansiyel çıktı, çıktı açığı, doğal işsizlik

oranı gibi gözlenemeyen bileşenleri elde etmektir. Söz konusu modeller kullanılarak, gözlenemeyen değişkenlerin tahminlendiği başka çalışmalar mevcuttur. Ancak bu değişkenlerin teorileriyle birlikte anlatıldığı ve üçünün birlikte tahminlendiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışma gözlenemeyen bileşen modelleri teorisini kapsamlı olarak inceleyerek, temel makroekonomik değişkenleri bileşenleriyle ifade etmeyi ve ekonomik karar vericiler için önemli olan ancak gözlenemeyen değişkenleri tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Serileri mevsimselliğinden, trend ve konjonktürel etkisinden ayıran çeşitli istatistiki filtreler ve ayrıştırma teknikleri olmasına rağmen (Hodrick-Prescott, Baxter- King, TRAMO/SEATS...vs.) ; tüm bileşenleri açısından aynı anda ayrıştırma sağlayan tek yöntem gözlenemeyen bileşen modelleridir. Dolayısıyla, diğer filtre ve ayrıştırma yöntemleriyle kıyaslandığında söz konusu yöntem; serinin tüm bileşenleri açısından ifade edilerek orjinalliğini korumasına ve her bir bileşenine ayrı ayrı ekonomik yorum getirilebilmesine imkan sağlamaktadır.

Çalışmada, gözlenemeyen bileşen model kalıpları ve ilgili istatistiksel teoriler, ekonomik sistemde temel makroekonomik değişkenler olan GSYH, işsizlik ve enflasyon verileri kullanılarak incelenmektedir. Söz konusu değişkenler, temel makroekonomik değişkenler olması ve birlikte hareketleriyle tanımlanan iktisadi dalgalanmalar, Phillips eğrisi ve Okun yasası gibi teorilerin gözlenemeyen bileşenlerle açıklanıyor olması sebepleriyle tercih edilmiştir. Türkiye’de yapılan çalışmalara bakıldığında Ögünç ve Ece (2004), Türkiye için potansiyel çıktı tahminlerini gözlenen değişkenlerdeki bilgiyi kullanarak tek değişkenli ve iki değişkenli gözlenemeyen bileşen model kalıplarıyla çalışmışlar ve tek değişkenli yaklaşımla , gerçek çıktıyı zamana göre değişen potansiyel büyüme oranı, rassal yürüyüş süreci izleyen potansiyel çıktı ve durağan çıktı açığına ayırmışlardır. Çalışmamızda ise kriz etkisini taşıyan müdahale değişkeninin yer alması birinci farklılığımızdır. Özbek ve Özlale (2005), 1988-2003 dönemleri Türkiye için çıktı açığı ve çıktı açığı-enflasyon arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 1994 ve 2001 yıllarında yaşanan iki önemli ekonomik krizi ve beraberinde gelen resesyonları yakaladığını göstermişlerdir. Enflasyon ve çıktı açığı arasındaki ilişkinin pozitif olmadığı ve bu

sonucun hem Phillips eğrisi hem de talep yanlı dinamiklerin Türkiye'deki enflasyonun belirleyicileri olduğu şeklindeki yaygın görüşe karşı olduğunu ifade etmişlerdir. Tezimizdeki ikinci farklılık Phillips eğrisi farklı model spesifikasyonlarıyla tahminlenmiştir. Us (2014), Phillips eğrisi denklemini esas alarak Türkiye için enflasyonu hızlandırmayan işsizlik oranını (NAIRU) tahminlemiştir. NAIRU serisinin ekonomideki önemli dönüm noktalarını yakaladığı ve gerçekleşen işsizlik serisine göre kriz dönemlerinde daha sert tepkiler verdiği bulgusunu elde etmiştir. Tezimizde üçüncü farklılık, tek değişkenli yöntemlerle elde edilen gözlenemeyen bileşenlerin kullanılarak Phillips eğrisi tahminlenmesi, enflasyon ve işsizliğe ait kalıcı – geçici bileşen ilişkilerin incelenmesidir. Tüm dünyada yapılan, Kotia(2013), Islas ve Cortez(2013), Kastrati(2014) ve literatür taramasında yer alan diğer çalışmaları birlikte değerlendirdiğimizde; tezimiz klasik zaman serileriyle çalışmayıp, gözlenemeyen bileşen modelleriyle veri kaybı olmadan, orijinalliklerini koruyarak GSYH, işsizlik ve enflasyonu birlikte ele alan ve değerlendiren tek çalışmadır. Bu da tezin orijinallliğini ve farklılığını ortaya çıkarmaktadır.

Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümünde GSYH, işsizlik ve enflasyon kavramları genel hatlarıyla incelenmektedir. Ekonomik istikrarın sağlanmasında; düşük enflasyon ve işsizlik oranı ile yüksek çıktı oranına sahip olmak temel hedeflerdir. Hedeflerde yer alan GSYH, işsizlik ve enflasyon kavramları ise birbiriyle çatışabilen ve doğru anlaşılması gereken değişkenlerdir. Bu bölümde söz konusu değişkenlerle ilgili kavramların yanı sıra, birbirleriyle ilişkilerini tanımlayan iktisadi dalgalanmalar, Okun yasası ve Phillips eğrisi gibi iktisadi konulara yer verilmektedir.

İkinci bölüm, üç alt başlıktan oluşmaktadır. İlk bölüm, gözlenemeyen bileşenlerin tanıtılmasıyla başlamaktadır. Trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz bileşenin tanımlanmasının ardından ikinci alt başlığa geçilmektedir. Bu bölümde, gözlenemeyen bileşen modellerinin tarihi gelişimi incelenmektedir. Üçüncü alt bölümde, gözlenemeyen bileşen modellerine ait yöntemler yer almaktadır. İlk olarak, zaman serilerindeki durağanlık kavramı incelenmektedir. Durağan ve durağan dışı süreçler tanımlandıktan sonra, gözlenemeyen bileşen modelleri analizlerinin ilk basamağı olan durum uzay

modelleri anlatılmaktadır. Durum uzay formunda temsil edilen denklemlerin çözüm basamağını ifade eden Kalman filtresi detaylı bir şekilde incelenmektedir. Ardından, gözlenemeyen bileşen modellerine ait model kalıpları tanımlanmaktadır. Trend ve konjonktürel bileşen için tanımlanan model kalıplarının sağlaması gereken tanınal testler, model seçim kriterleri ve iyi uyumun değerlendirilmesi anlatılarak ikinci bölüm tamamlanmaktadır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, literatür taraması ve söz konusu yöntemleri kullanarak yapılan dört farklı analiz yer almaktadır. İlk olarak GSYH, gözlenemeyen bileşen model kalıplarıyla incelenmektedir. GSYH'nın, gözlenemeyen bileşenleriyle tanımlanmasının ardından, ikinci olarak çıktı açığı ve potansiyel çıktı tahminleri yapılmaktadır.

İzleyen adımda büyüme ve işsizlik ilişkisini ortaya koyan Okun yasası kapsamında, büyüme ve işsizlik değişkenleri incelenip, Okun katsayısı hesaplanmaktadır. Katsayının tahminlenmesinde, gözlenemeyen potansiyel çıktı ve doğal işsizlik oranı verileri kullanılmaktadır. Söz konusu modellerin kullanılarak Okun katsayısının tahminlenmesi literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

Son olarak Türkiye işsizlik ve enflasyon değişkenleri bileşenleri açısından incelenmiştir. Elde edilen gözlenemeyen bileşenler, üç farklı modelle tanımlanıp Philips eğrisi tahminlenmektedir. Phillips eğrisi tahmininde; çıktı açığı ve doğal işsizlik oranı gibi gözlenemeyen bileşenlerin var olması sebebiyle bu tahminin elde edilmesi çalışma açısından önem arz etmektedir.

Üçüncü bölümün ardından sonuç ve öneriler başlığına yer verilerek, çalışma boyunca elde edilen sonuçlar değerlendirilip politika yorumlarında bulunmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

GSYH, İŞSİZLİK VE ENFLASYON

Ekonomik bir sistemde; neler kimler için üretilmeli? Ne kadar ve nasıl üretilmeli? Enflasyon ve işsizlik ne kadar olmalı? Verimli üretim kapasitesine ulaşmak mümkün müdür? gibi temel sorulara cevaplar aranmaktadır. Toplam çıktı, toplam istihdam, fiyat seviyesi, ekonomik büyüme oranı gibi kavramlar yukarıdaki sorulara verilen cevapları oluşturan önemli ekonomik göstergelerdir (Lipsey ve diğerleri, 1987:6–7).

Ekonomik sistemin başarısını değerlendirmede başvurulacak temel göstergeler mevcuttur. Bunlar etkisini uzun vadede gösteren büyüme oranı ve kısa vadede hissedilen enflasyon ve işsizlik oranıdır (Yıldırım ve diğerleri, 2014:21). Devlet, istikrarı sağlayabilmek için politika kararlarını alırken; düşük enflasyon ve işsizlik ile yüksek çıktıya sahip olmaya yönelik adımlar atmaktadır. Hedeflenen kararlarda yer alan büyüme, işsizlik ve enflasyon değerleri birbirleri ile çatışabilen ve makroekonomiyi doğru anlamayı gerektiren kavramlardır (Case ve diğerleri, 2012:98).

Çalışmanın birinci bölümünde temel makroekonomik göstergeler olan GSYH, işsizlik ve enflasyon kavramları genel hatlarıyla incelenmektedir. Söz konusu değişkenlere ait incelemelerin ardından; değişkenlerin birbiriyle ilişkilerini ifade eden iktisadi dalgalanmalar, Okun yasası ve Phillips eğrisi konuları hakkında bilgi verilmektedir.

1.1. GSYH

Nominal gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH), bir ülke sınırları içerisinde yaşayan, ülkenin hem kendi vatandaşları hem de diğer ülke vatandaşlarının belirli bir yıl içerisinde ürettiği nihai malların, o yıla ait piyasa fiyatları cinsinden değeri şeklinde tanımlanmaktadır (Ünsal, 2009: 6). GSYH, ekonomik sistemde belli bir dönemdeki yerleşik üreticilerin ürettiği toplam mal ve hizmetlerin üretim değerlerinden, onları üretmek için kullanılan girdiler toplamalarının çıkarılmasıyla bulunan Gayri safi milli hasıladan (GSMH); yurtdışından elde edilen girişimci gelirleri, yurtdışındaki

faaliyetlerden elde edilen kar transferleri ve mali yatırımlardan elde edilen faiz gelirleri, işçi dövizleri gibi net dış alem faktör gelirlerinin düşülmesiyle hesaplanmaktadır (Eğilmez ve Kumcu, 2004: 25).

Üretim miktarlarının ve piyasa fiyatlarının değişmesi nominal GSYH değerini yıldan yıla değiştirmektedir. Belirli bir yılda ülke sınırları içerisinde üretilen nihai malların baz yıldaki piyasa fiyatları üzerinden değerini gösteren reel GSYH, üretimde dönemler arasında meydana gelen değişimin gerçek parasal değerini ölçme imkanı vermektedir (Ünsal, 2009: 10).

Ekonomik sistemde makro düzeyde, hem çıktının hem de gelirin ölçüsü olan GSYH, verimliliğin ve genel refah düzeyinin genel bir göstergesidir. GSYH verileri yaşam standartlarının tahminlenmesi, ekonomik büyümenin ölçülmesi ve ekonominin resesyon ya da genişleme döneminde olduğunun tespit edilmesi olmak üzere üç amaç için kullanılmaktadır (Mateer ve Coppock, 2014: 586).

Ekonomik büyüme, reel GSYH değerleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Üretimde kullanılan üretim faktörlerinin miktarının ve etkinliğinin artması reel GSYH'nın dolayısıyla büyümenin artmasının temel kaynaklarını oluşturmaktadır. Büyüme hızı (1) nolu modelde yer alan eşitlikle hesaplanmaktadır (Yıldırım ve Özer, 2013: 18).

$$\text{büyüme hızı} = ((\text{reel GSYH}_t - \text{reel GSYH}_{t-1}) / \text{reel GSYH}_{t-1}) \quad (1)$$

GSYH'nın ölçülmesinde, üretilen malların kalitesinin zamanla iyileşmesi, ev halkının kendileri için yaptığı üretimlerin ekonomik sistemdeki rolü ve kayıt altında alınamayan kayıtdışı ekonomi faaliyetleri ölçülemediği ve milli gelir hesaplarına dahil edilemediği için bazı güçlükler bulunmaktadır (Ertek, 2008: 41).

GSYH; toplamsal olarak üretim, gelir ve harcama yaklaşımı olmak üzere üç ölçme yöntemiyle hesaplanmaktadır. Belirli yılda bir ülkedeki nihai malları almak için yapılan harcamalar, hükümet harcamaları, tüketim, brüt yatırım ve net ihracatın toplamı toplam harcama yaklaşımıyla ifade edilmektedir (Ünsal, 2009: 44). Toplam gelir yaklaşımıyla GSYH; ücret, rant, faiz, kar, dolaylı vergiler ve amortismanların toplanmasıyla elde edilmektedir (Yıldırım ve Şıklar, 2013: 15). Firmaların ürettikleri tüm mal ve hizmetlerin miktarının fiyatlarıyla çarpılıp, çarpım değerlerinin toplanarak

dönem üretim değerine ulaşılmasıyla da toplam üretim yaklaşımına göre GSYH elde edilmektedir.

1.2. İŞSİZLİK

Ekonominin kötüleşmesine ve insanların zarar görmelerine neden olan işsizlik kavramı sosyal ve politik açıdan büyük öneme sahiptir. İşsizlik oranını, ekonomik sistemde çalışmak istediği halde iş bulamayan işgücünün, çalışabilir işgücü toplamına oranı şeklinde ifade etmek mümkündür (Yıldırım ve diğerleri, 2014: 21). Çalışan ve çalışmayan kişilerin toplamı işgücünü ifade etmek üzere, işsizlik oranı (2) nolu modelde yer alan eşitlik ile hesaplanmaktadır (Lipsey ve diğerleri, 1987: 464).

$$\text{işsizlik oranı} = (\text{işsiz sayısı} / \text{işgücü}) * 100 \quad (2)$$

İşsizlik; geçici, yapısal ve konjonktürel işsizlik olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Geçici işsizlik, ilk kez işe başlamak üzere iş arama ve iş değiştirmek için tekrar iş arama döneminde görülen işsizlik türüdür. Ekonomide yapısal değişimlerin ortaya çıkması sonucu bazı iş türlerinin ortadan kalkması ve işsizlerin yaratılmış olan yeni iş gruplarına niteliklerinin uymaması sebebiyle ortaya çıkan işsizlik türü yapısal işsizlik olarak ifade edilmektedir (Yıldırım ve Özer, 2013: 182). Ekonomi tam istihdamda iken yapısal işsizlik ile geçici işsizliğin toplamı doğal işsizlik olarak ifade edilmektedir. Konjonktürel işsizlik ise ekonomik sistemde varlığı sorun yaratan, konjonktürlerin neden olduğu ve talep yetersizliğinden kaynaklanan işsizlik türüdür. İşsizlik oranından doğal işsizlik oranının çıkarılması ile elde edilmektedir.

Doğal işsizlik oranı, ekonomik çıktı ve konjonktürel işsizlik düzeyinin; sağlıklı, durgun ve genişleme dönemlerindeki ekonomilerdeki durumlarına ilişkin değerleri Tablo 1’de özetlenmiştir. Sağlıklı ekonomik sistemde işsizlik oranı, doğal işsizlik oranına eşitken; ekonomik çıktı, tam istihdam çıktı düzeyine eşittir ve konjonktürel işsizlik sıfırdır. Durgunluk döneminde, işsizliğin doğal işsizlik oranından daha yüksek olduğu görülürken, konjonktürel işsizlik de sıfırdan büyüktür. Genişleme döneminde ise; işsizlik oranı, doğal işsizlik oranından düşük ve konjonktürel işsizlik düzeyi sıfırdan küçüktür.

Tablo 1: Doğal İşsizlik Oranı ve Tam İstihdam İlişkisi

İlişkili Kavramlar	Sağlıklı Ekonomi	Durgunluk	Genişleme
İşsizlik oranı (u) ve doğal işsizlik oranı (u*)	$u = u^*$	$u > u^*$	$u < u^*$
Ekonomik çıktı (Y) ve tam istihdam çıktı (Y*)	$Y = Y^*$	$Y < Y^*$	$Y > Y^*$
Konjonktürel işsizlik düzeyi (cu)	$cu = 0$	$cu > 0$	$cu < 0$

Kaynak: Mateer ve Coppock, 2014: 628

İşsizliği ortaya çıkaran başlıca hususlar; aktif nüfus artışı ile istihdam genişlemesi arasındaki dengesizlik, değişen ekonomik ve teknolojik koşullara rağmen yeni istihdam olanaklarının gelişmemesi, kişilere iş piyasasına uygun eğitimlerin verilmemesi, istihdam artıracak yatırımların olmaması ve ekonomik krizlerin etkisiyle birçok işyerinin kapanması şeklinde ifade edilmektedir (Sürücü, 2014: 35).

İşsizliğin hem kişisel hem de toplumsal maliyetleri bulunmaktadır. İşsizliğin başlıca maliyetleri, işsiz kişinin kendisine olan finansal maliyetleri, sosyal çevresine olan maliyetleri, vergi gelirleri ve kar kayıpları gibi topluma karşı olan maliyetleri ve suç işleme oranının artması şeklindeki sosyal maliyetleridir (Çakmak, 2004: 49).

Toplumsal ve ekonomik sistemde çözülmesi gereken sorun olan işsizliğin kişiler üzerinde yarattığı maddi kaybı gidermek amacıyla pasif ve aktif önlemler alınmaktadır. İşsizlik sigortası ve işsizlik yardımı olarak yapılan uygulamalar pasif önlemleri oluştururken; işsiz bireyler için beceri kazandırmaya yönelik eğitimler verme, iş bulma ve girişimcileri yeni istihdam alanlarına yönlendirme gibi istihdamı arttırmayı ve korumayı amaçlayan uygulamalar aktif önlemler olarak ifade edilmektedir (Sürücü, 2014: 38).

1.3. ENFLASYON

Enflasyon, ekonomik bir sistemde, fiyatlar genel düzeyinde ortaya çıkan sürekli artış olarak tanımlanmaktadır (Eğilmez ve Kumcu, 2004: 266). Ekonomik sistemde; üretimde kayba neden olduğu için işsizlik, enflasyona kıyasla daha ciddi bir sorun olarak düşünülmektedir. Ancak enflasyon, ekonomide işsizlik gibi önemli

problemlerden birini ifade etmektedir. Enflasyon, sabit gelirlilerin alım gücünü düşürerek bireylere; nisbi fiyat yapısını bozup piyasa işleyişini çarpıtarak da sisteme zarar vermektedir (Yıldırım ve diğerleri, 2014: 27). Bu nedenle merkez bankası, enflasyon hedeflemesi yaparak enflasyonu kontrol altına alıp istikrarı sağlamaya ve korumaya çalışmaktadır (Mishkin, 2000: 18).

Fiyat seviyesindeki değişimler paranın satın alma gücü ya da paranın değeri ile ilgili olan kavramlardır. Paranın satın alma gücü ile fiyat seviyesi arasında negatif yönde bir ilişki mevcuttur. Fiyatlar genel düzeyindeki artış olarak ifade edilen enflasyon, paranın değerini düşürmektedir. Bu nedende ekonomik sistemdeki rolü büyüktür (Lipsey ve diğerleri, 1987: 463).

Fiyat endeksi, geniş bir mal ve hizmet grubundan hesaplanan bir sayısal endeks olmak üzere enflasyon oranı; bir dönemden diğerine belirli fiyat endeksindeki artışın yüzdesel oranı olarak hesaplanmaktadır. P_t mevcut dönem fiyat seviyesi ve P_s geçmiş döneme ait fiyat seviyesini göstermek üzere, enflasyon oranı (3) nolu modelde yer alan eşitlikle hesaplanmaktadır (Lipsey ve diğerleri, 1987: 460).

$$\text{enflasyon oranı} = ((P_t - P_s)/P_s) * 100 \quad (3)$$

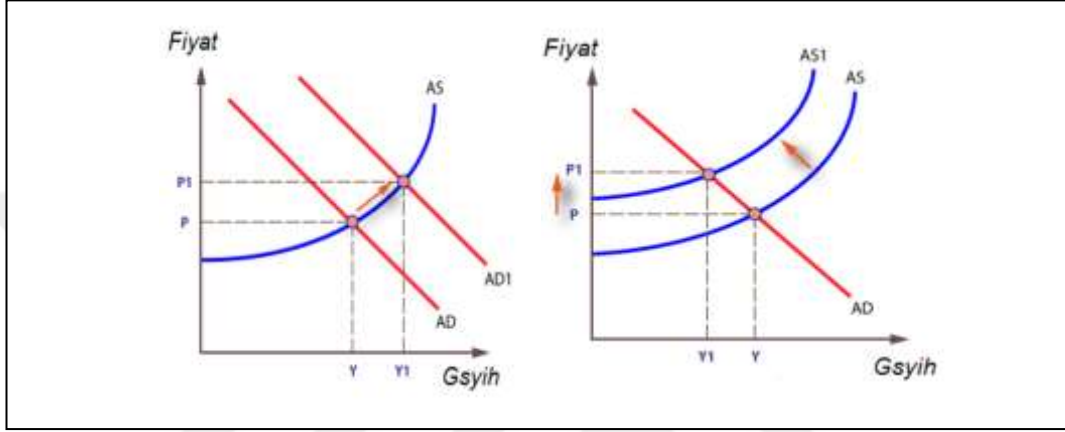
Yıllık enflasyon değeri dikkate alınarak enflasyon, sahip olduğu hıza göre sürünen enflasyon, dörtlü enflasyon ve hiper enflasyon olarak tanımlanmaktadır. Enflasyon tek haneli ise sürünen, %25-%80 gibi iki haneli değerlere sahip ise dörtlü enflasyon olarak tanımlanırken, aylık enflasyonun bir yıl boyunca %50'leri aştığı durum ise hiper tansiyon olarak ifade edilmektedir (Ünsal, 2009: 101).

Enflasyon kaynağına göre, talep eğrisinin (AD) sağa kayması ve arz eğrisinin (AS) sola kaymasıyla ortaya çıkan; talep enflasyonu ve maliyet enflasyonu olarak, ikiye ayrılmaktadır (Eğilmez ve Kumcu, 2004: 267). Şekil 1'de, talep eğrisinin sağa kaymasıyla ortaya çıkan talep enflasyonu ve arz eğrisinin sola kaymasıyla ortaya çıkan maliyet enflasyonuna ait grafikler yer almaktadır. Üretilen mal ve hizmetin talebi karşılayamadığı, arzın talebe cevap veremediği durum talep enflasyonunu yaratırken, girdi maliyetlerinin yükselmesi ya da vergi yükünün artması gibi sebeplerle azalan arzın fiyat düzeyini yükseltmesi maliyet enflasyonunu ortaya çıkarmaktadır.

Enflasyonu ortaya çıkaran faktörleri sıralamak gerekirse; tüketicilerin çok harcama yapıyorken üreticilerin üretim seviyelerinin aynı hızda olmaması, para

arzının artması, enflasyon beklentileri ve ekonomide arz yönlü daralma ya da maliyetlerde artış durumunda talep düşmüyorken üretim miktarında düşüş olması şeklindedir (TCMB, 2004: 5).

Şekil 1: Talep ve Maliyet Enflasyonu



Kaynak: Ceylan, 2014 (erişim tarihi:21.02.2018).

Gelir dağılımındaki bozulmaya ek olarak enflasyonun büyüme ve işsizlik üzerinde de maliyeti söz konusudur. Yüksek enflasyon oranı, üretim ve verimliliği olumsuz etkilediği için düşük ekonomik büyüme ortaya çıkmaktadır. Düşük ve dengesiz büyümenin varlığı ise işgücü piyasasını etkilemektedir.

Ekonomik sistemdeki iki temel amaç düşük enflasyon ve düşük işsizliktir. Ancak bunlar, birbirleriyle çatışan kavramlardır. Ekonomik karar vericiler, para ya da mali politikayı kullanarak toplam talebi genişlettiklerinde, daha yüksek çıktı ve daha yüksek fiyat seviyesi yaratırken daha düşük işsizlik oranı da sağlamaktadır. Ancak daha yüksek fiyat düzeyi, daha yüksek enflasyonu ifade etmektedir. Dolayısıyla, karar vericiler kısa dönemde toplam arz eğrisini kullanarak işsizliği azalttığında, enflasyonu arttırmaktadır. Tersisi durum da söz konusudur. Toplam talep azaltılarak enflasyon düşürüldüğünde, işsizlik arttırılmaktadır. Enflasyon ile işsizlik arasındaki kısa dönem arz eğrisinin reflekslerini yansıtan bu ilişki Phillips eğrisi olarak adlandırılmaktadır (Mankiw, 2010: 388).

Enflasyon ile mücadele politikaları talep yanlı ve arz yanlı politikalar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Toplam talebi etkileyen maliye ve para politikaları talep

yanlı politikalar iken; toplam arzı etkileyen tek el gücünü önlemeye ve verimliliği arttırmaya yönelik uygulamalar arz yanlı politikalar dır (Çakmak, 2004: 71).

Ekonomide fiyat istikrarı sağlandığında gelir dağılımının bozulması önlenebilmektedir. Yatırımcı ve tüketiciler sağlıklı kararlar verebileceğinden ülkenin kaynakları verimli kullanılabilmekte ve büyüme potansiyeli arttırılabilmektedir (TCMB, 2013: 9).

1.4. GSYH, İŞSİZLİK VE ENFLASYON ARASINDAKİ İLİŞKİLER

1.4.1. İktisadi Dalgalanmalar

Makroekonomi teorisinin merkez konularından biri olan iktisadi dalgalanmalar makroekonomik performansı ölçen GSYH, işsizlik ve enflasyon arasındaki karmaşık ilişkiyi anlamının başlangıç noktasını ifade etmektedir.

Ekonomik karar vericiler sistemdeki işsizliğin doğal işsizlik seviyesinde ve enflasyonun düşük olmasını isterken ekonomi sabit bir şekilde bu beklentileri göstermez ve dalgalanmalar gösterir. Reel GSYH'nın zaman içinde sürekli artması iktisadi büyüme anlamına gelmektedir. Reel GSYH'nın, büyüme trendi etrafındaki periyodik, düzenli olmayan ve birbirini izleyen genişleme-daralma biçiminde hareketlerine iktisadi dalgalanmalar denilmektedir (Yıldırım ve diğerleri, 2014: 22). Çıktı ve istihdam arasındaki kısa dönemdeki bu iktisadi dalgalanmalar, ekonomistler tarafından iş çevrimleri olarak da adlandırılmaktadır (Mankiw, 2010: 257).

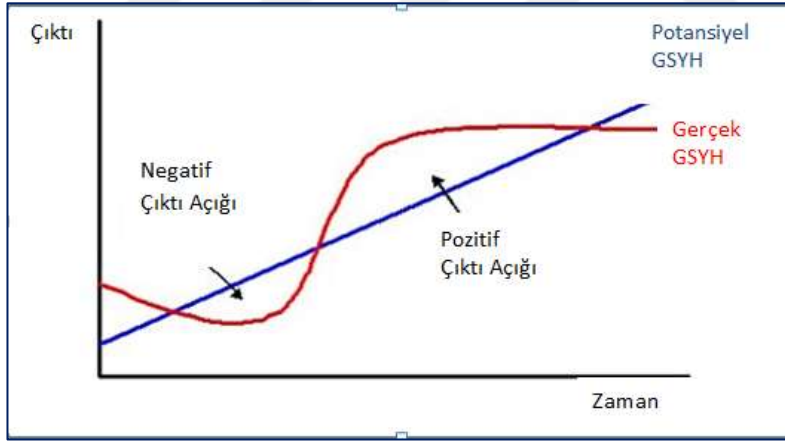
Reel ya da gerçek GSYH, kalıcı ve geçici olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Kalıcı GSYH, potansiyel GSYH ya da trend olarak isimlendirilirken, geçici kısım konjonktürel bileşen ile ilgilidir. Genişleme ve daralma evreleri, potansiyel GSYH'nın yörüngesinde gerçekleşmektedir.

Trend çevresinde genişleme ve daralma olarak ortaya çıkan iktisadi dalgalanmalar sadece bir değişkende değil bütün ekonomide ortaya çıkabilmektedir. Ancak, toplam ekonomik faaliyetlerin neredeyse tamamını tek değişken olarak izleme imkanı veren reel GSYH değişkeniyle iktisadi dalgalanmalar incelenebilmektedir.

hacmi bu trendin etrafında dalgalanma göstermektedir. Trend, üretim faktörlerinin miktar ve niteliğindeki gelişmelere bağlıyken, dalgalanmalar üretim faktörlerinin istihdamındaki değişimleri yansıtmaktadır.

Genişleme döneminde istihdam düzeyi artarken, daralma döneminde düşmektedir. Yani genişlemede fiili üretim potansiyel çıktının üzerindeyken, daralmada fiili üretim tam istihdamın altına düşmektedir. Bu kavram çıktı açığı ifade etmektedir. Zaman boyunca fiili üretimin trendden sapmasını gösteren çıktı açığı, Y gerçek GSYH ve Y^* potansiyel GSYH olmak üzere $(Y - Y^*)$ olarak tanımlandığında; daralma döneminde negatif, genişleme döneminde pozitiftir (Yıldırım ve diğerleri, 2014: 23). Şekil 3’de gerçek çıktı, potansiyel çıktı ve çıktı açığı ilişkisi yer almaktadır. Potansiyel çıktının, gerçek çıktıdan fazla olduğu durumda negatif çıktı açığı oluşurken, gerçek çıktının potansiyel çıktıyı aştığı dönemde pozitif çıktı açığı ortaya çıkmaktadır.

Şekil 3: Gerçek Çıktı, Potansiyel Çıktı ve Çıktı Açığı İlişkisi



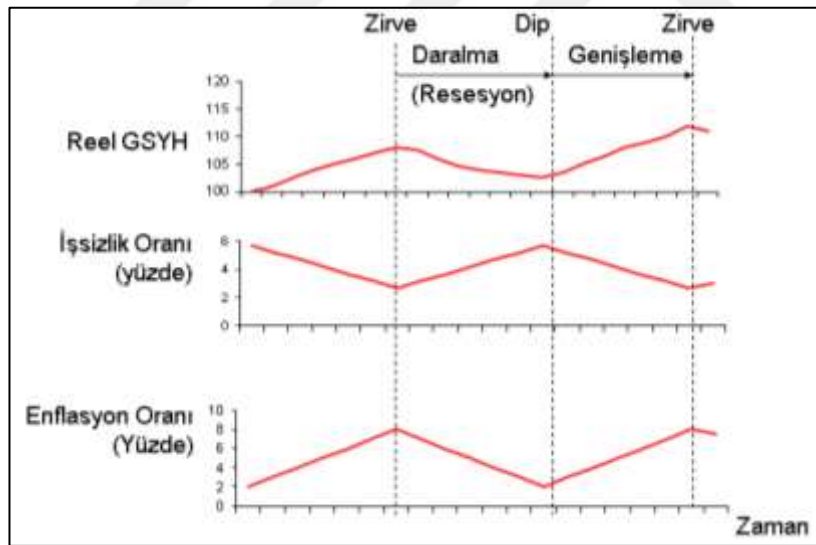
Kaynak: Bjornland, 2005: 91.

Çıktı açığının varlığı, ekonominin tam istihdam kapasitesinin altında olduğunu, işsizliğin bulunduğunu ve sermaye kapasitesinin eksik kullanıldığını göstermektedir. İşgücünün tam istihdam seviyesi üstünde çalıştığı, doğal işsizlik oranının düştüğü durum ise çıktı fazlası kavramını ifade etmektedir. Pozitif çıktı açığı, artan talep yönlü enflasyonist baskının varlığını göstermektedir (Bocutoğlu, 2012: 542).

İktisadi dalgalanmaların daralma evresinde işsizlik oranı yükselirken genişleme evresinde düşmektedir. İşsizlik oranının en düşük olduğu nokta genellikle

zirveden önceyken, en yüksek olduğu nokta ise dipten hemen sonra görülmektedir. Daralma dönemlerinde enflasyonun durumu incelendiğinde; gerçekleşen çıktı miktarındaki azalma nedeniyle, enflasyon oranının azalma, genişleme evresinde ise gerçekleşen çıktı zirveye yaklaştığından enflasyon oranında artış ortaya çıkmaktadır. Daralma dönemlerinde azalan enflasyonun, toparlanma süreçlerinin başında azalmasının devam etmesi hemen artışa geçmemesi nedeniyle enflasyon döngüsü, iş çevrimleriyle tam olarak denk gelmemektedir. İktisadi dalgalanma döngüsü içerisinde temel üç makroekonomik değişkenin durumu özetlenirse; genişleme dönemindeyken büyümenin pozitif, işsizlik oranının doğal oranın altında ve enflasyonun hızlanmakta olduğu görülmektedir. Ekonomi daralırken ise büyüme negatif, işsizlik doğal oranın üstünde ve enflasyon düşmektedir. Şekil 4, temel üç makro iktisadi değişkenin daralma ve genişleme evrelerindeki hareketlerini sergilemektedir.

Şekil 4: İktisadi Sistematik Dalgalanmalar



Kaynak: Lidderdale, 2018: 4.

İktisadi dalgalanmaları hareketlerinin yönüne göre; konjonktürle aynı, konjonktüre karşı ve konjonktürsüz olarak üç grupta incelemek mümkündür. Konjonktürel dalgalanmalar arz ve talep şokları olmak üzere iki şok sebebiyle ortaya çıkmaktadır. Ekonominin üretim yönünü etkileyen arz şokları; teknolojik gelişmeler, iklimsel değişimlere veya doğal afetler gibi nedenlerle ortaya çıkıyorken, ekonominin

talep yönünü etkileyen talep şokları, makro iktisadi kararlardan kaynaklanan politika şokları ve ekonomik beklentilerden ortaya çıkan talep şoklarından meydana gelmektedir (Yıldırım ve diğerleri, 2013: 230).

Zamana göre ise iş çevrimleri; eşanlı, gecikmeli ve öncü olarak üç türdür. Eşanlı konjonktürde, çevrim, zirve ve dipler aynı anda ortaya çıkmaktadır. Gecikmeli konjonktürde, zirveler ve dipler birkaç ay sonra ortaya çıkarken öncü konjonktürlerde zirveler ve dipler çevrimden önce meydana gelmektedir (Mateer ve Coppock, 2014: 37).

Ekonominin tamamında etkisi hissedilen iktisadi dalgalanmalar makro iktisadın temel konusu olmakla birlikte Klasik ve Keynesyen iktisatçılar tarafından farklı değerlendirilmektedir. Klasikler, konjonktür dalgalarını önlemede kamu müdahalelerine sıcak bakmazken, Keynesyen iktisatçılar dalgaların etkisini hafifletme için maliye ve para politikalarıyla müdahaleye sıcak bakmaktadırlar (Bocutoğlu, 2012: 539).

İktisadi dalgalanmalar, makroekonomik değişkenler arasındaki tutarlı ilişkileri gösterdiğinden bu değişkenler genellikle düzenlidir. Söz konusu değişkenlerin arasında belirgin olan bazı ilişkiler vardır. İktisadi yasalarla incelenen bu ilişkilerden; çıktı ve işsizlik arasındaki ilişki Okun yasası ile tanımlanırken, enflasyon ve işsizlik arasındaki ilişki Phillips eğrisi ile tanımlanmaktadır. İlerleyen bölümlerde sırasıyla Okun yasası ve Phillips eğrisi tanıtılmaktadır.

1.4.2. Okun Yasası

İşsizliğin maliyetleri sosyal maliyet ve iktisadi maliyet olarak ayrılır. İktisadi maliyetin işsizlik oranı doğal işsizlik oranına eşitken; üretilecek potansiyel GSYH ve gerçek GSYH arasındaki fark çıktı açığı ile ölçülmektedir (Yıldırım ve diğerleri, 2013: 187). Potansiyel GSYH, doğal işsizlik oranına karşılık gelen GSYH'dır. Ekonomik sistemde işsizlik oranının, doğal işsizlik oranından yüksek olması kaynakların tam olarak kullanmadığını ve negatif çıktı açığının ortaya çıktığını ifade etmektedir (Ünsal, 2009: 94).

İktisadi dalgalanmalar, iş gücü piyasalarındaki koşullarla da tanımlanmaktadır. İşsizlik ile reel GSYH arasındaki ilişki incelendiğinde, istihdam edilen işçiler mal ve hizmet üreterek GSYH'da artışa destek olurken, işsizlerin katkısı yoktur. Dolayısıyla işsizlik oranındaki artışın reel GSYH'da azalışla bağlantılı olduğunu ifade etmek mümkündür (Mankiw, 2010: 261). Okun (1962) tarafından, işsizlik ile GSYH arasındaki bu negatif ilişki Okun yasası olarak tanımlanmıştır.

Arthur Okun, 1948–1960 yılları için Amerika verilerini kullanarak, büyüme ile işsizlik arasındaki ilişkiyi incelemiş ve reel büyüme oranı yüksek iken işsizlik oranının düşük, reel büyüme oranı düşük iken ise işsizlik oranının yüksek olduğu bulgusunu elde etmiştir.

Okun(1962)'e göre, reel gelirin %2.25 oranının üzerinde meydana gelen her %1'lik artış işsizlik oranını %0.5 azaltmaktadır. Okun katsayısının %3'den daha büyük bir değer almasının nedeni daralma döneminde şirketlerin önce çalışma saatlerini daha sonra işçileri azaltması ve cesareti kırılan işçilerin çalışmaya devam etmesidir (Kaya, 2018: 3).

Potansiyel çıktı (Y^*), çıktının reel büyüme oranı (Y), gerçekleşen işsizlik (u), doğal işsizlik (u^*) ve ücretlerin işsizliğe olan duyarlılığı (α) olmak üzere Okun yasası'nın matematiksel gösterimi (4) nolu eşitlikte yer almaktadır (Yıldırım ve diğerleri, 2014: 25).

$$((Y - Y^*)/Y^*) = -\alpha(u - u^*) \quad (4)$$

İktisadi dalgalanmalar sürecinde, ekonomi zirvedeyken büyüme normalden daha hızlıdır ve işsizlik oranı azalmaktadır. Ekonomi daralma evresinde iken, firmalar çalışan sayılarını ve çalışma saatlerini azalttıkları için istihdam çıktıdan daha yavaş düşüş göstermektedir. Ekonomi toparlanmaya başladığında ise firmalar daha fazla çalışana ihtiyaç duymadan çıktılarını artırabildiklerinden çıktı, işsizlikten daha fazla dalgalanmaktadır.

1.4.3. Phillips Eğrisi

Phillips eğrisi analizi, işsizlik ve enflasyon arasında kısa dönemde değiş tokuş ilişkisinin var olduğunu, yani işsizlik oranı artarsa enflasyon oranının azalacağını ifade

etmektedir. Uzun dönemde ise böyle bir ilişkinin olmadığını yani işsizlik oranındaki değişimlerin enflasyon oranını etkilemediğini ortaya koymaktadır (Bocutoğlu, 2012: 110).

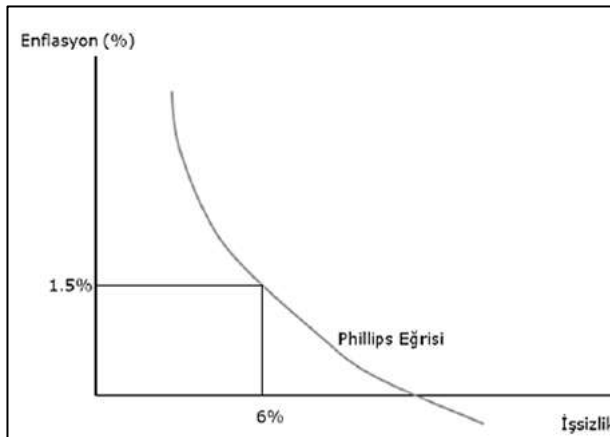
İşsizlik oranı düşük ve emeğe olan talebin yüksek olması durumunda, firmaların en verimli emeği çekebilmek için ücret oranlarını hızlı bir şekilde arttırmaları beklenirken; işsizlik oranının yüksek ve emek talebinin düşük olduğu durumda ücretlerde yavaş düşme meydana gelmektedir. İşsizlik ve ücretler arasındaki ilişkinin doğrusal olmamasını bu şekilde açıklamak mümkündür (Phillips, 1958: 283).

Lipsey (1960), parasal ücretler ve emeğe yönelik talep fazlası arasında doğrusal yönde pozitif ilişki bulunduğunu, işsizlik ve emeğe yönelik talep fazlası arasında ise negatif yönde doğrusal olmayan ilişki bulunduğunu varsayarak Phillips'in çalışmasına destek sağlamıştır.

Phillips'in ilk çalışmaları enflasyon ile çıktı açığı ilişkisini araştırmaya yönelik olmasına rağmen, o yıllarda çıktı açığı verileri işsizlik verileri kadar yeterli olmadığı için ücret enflasyonu ile işsizlik ilişkisini incelemiştir (Tunay, 2010: 4). Samuelson ve Solow (1960), işsizlik ile parasal ücretlerdeki değişim ilişkisini gösteren Phillips eğrisini, işsizlik ile enflasyon oranı arasındaki ilişkiyi temsil edecek şekilde değiştirmiştir.

Şekil 5'de, "devlet işsizliği düşürmek istiyorsa bir miktar yüksek enflasyona katlanacaktır" gerekliliğini ifade eden Phillips eğrisinin ilk hali yer almaktadır.

Şekil 5: Phillips Eğrisi (İlk şekli)

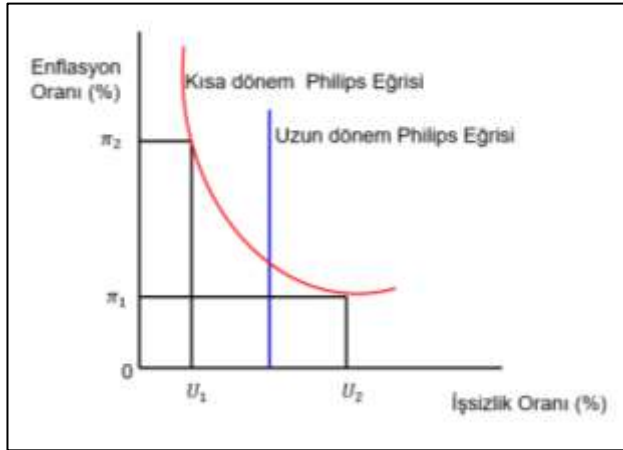


Kaynak: Eryugur, 2010: 17.

Stagflasyon kavramının ortaya çıkmasıyla Phillips eğrisi kapsamında yeni teoriler ortaya atılmıştır. Friedman (1968) ve Phelps (1968) birbirlerinden bağımsız olarak, Phillips eğrisine kısa ve uzun dönem için farklılık getirerek, kısa dönemde enflasyon ile işsizlik arasında ilişki bulunurken, uzun dönemde ilişkinin olmadığını ifade ettikleri Uyumcu Beklentiler Hipotezine dayalı ilk teoriyi ortaya atmışlardır. Monetarist görüşü temsil eden, Uyumcu Beklentilere dayalı Phillips eğrisi'nde, kısa dönem Phillips eğrisi, orijinal Phillips eğrisi ile aynıdır. Uzun dönemde beklenen ve gerçekleşen enflasyon birbirine eşit olduğundan, uzun dönemde Phillips eğrisi dikey duruma geçmektedir. Kısa ve uzun dönem ayrımının olduğu Uyumcu Beklentilere dayalı Phillips eğrisi, Şekil 6'da yer almaktadır.

İkinci teori Lucas (1972) tarafından geliştirilen ve uyumcu beklentiler hipotezine karşı rasyonel beklentileri dikkate alan teoridir. Bu teori, rasyonel beklentiler altında oluşturulan enflasyon ve istihdam teorileri olarak da ifade edilmektedir. Rasyonel beklentilerle birlikte fiyat ve ücret esnekliğini de benimseyen söz konusu teoriye göre Philips eğrisi, kısa ve uzun dönem için yatay eksene dik konumda ve doğal işsizlik düzeyindedir.

Şekil 6: Kısa ve Uzun Dönemde Phillips Eğrisi



Kaynak: Lidderdale, 2018: 4.

Yeni Keynesyen Phillips eğrisi, üçüncü teoriyi temsil etmektedir. Yeni Keynesyenler tarafından, nominal ücret ve fiyat yapışkanlıklarının söz konusu olduğu bu teoride; Monetarist görüşte olduğu gibi kısa dönemde işsizlikle enflasyon arasında

ters yönlü ilişki söz konusudur. Histeresiz etkisini kabul edenler dışındaki Yeni Keynesyenlere göre ise uzun dönemde Phillips eğrisi doğal işsizlik oranında yatay eksene diktir.

Son teoriyi temsil eden Post Keynesyen görüşe göre ise hem kısa hem de uzun dönemde Philips eğrisi dış bükey şeklindedir ve işsizlik ile enflasyon arasında ters yönlü ilişki söz konusudur.



İKİNCİ BÖLÜM

GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ

Ekonomik sistemde zaman serilerinin gelecekte göstereceği performansı başarıyla tahminlemek önemlidir. Tahminlerin yapılabilmesi için zaman serisinin bileşenlerine ayırıştırma yöntemi başvurulmuş bir tekniktir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 5).

Klasik zaman serisi analizlerinde çalışmalara, serilerin mevsimselliklerinden arındırılmasıyla ya da trendsizleştirilerek durağan hale getirilmesiyle başlanır. Tezimizin konusu olan gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemlerde serinin içerdiği bileşenlerin etkisi dikkate alınarak model tahmini yapılmaktadır.

İkinci bölüm tezin metodoloji bölümünü içermekte olup üç alt başlık içermektedir. İlk olarak; trend, mevsimsel, konjonktür ve düzensiz gözlenemeyen bileşenleri tanımlanmaktadır. İkinci olarak, söz konusu modellere ait tarihi gelişim incelenmektedir. Son bölümde gözlenemeyen bileşen modellerinin dayandığı model ve istatistikî teorilere yer verilmektedir. Sırasıyla; zaman serilerinde durağanlık kavramı, durum uzay modelleri teorisi, Kalman filtresi ve gözlenemeyen bileşen model kalıpları sırasıyla anlatılmaktadır. Modellere ait öngörü hatalarının sağlanması gereken tanısal testler, model seçim kriterleri ve iyi uyumun değerlendirilmesi incelenerek ilgili bölüm tamamlanmaktadır.

2.1. GÖZLENEMEYEN BİLEŞENLER

Bir zaman serisi, toplamsal ve çarpımsal trend (T), mevsimsel (S), konjonktürel (C) ve düzensiz bileşen (I) olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır.

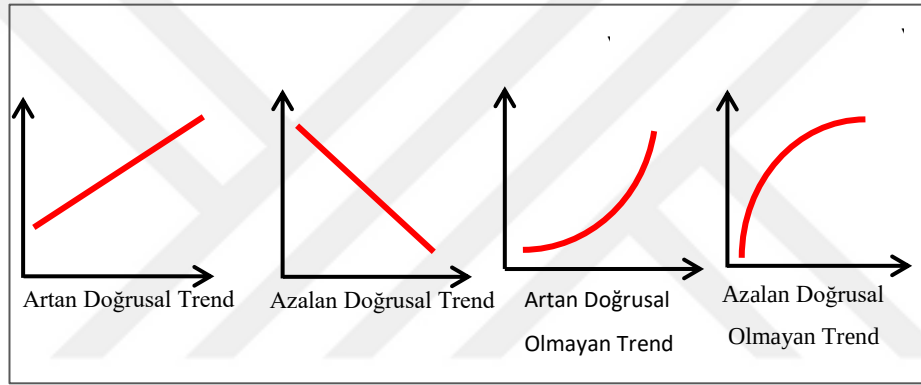
2.1.1. Trend Bileşeni

Trend; zamana göre gözlemlenen bir değişkenin uzun dönemde gösterdiği artış veya azalış şeklindeki eğilim olarak tanımlanmaktadır. Zamanın rassal olan ve

olmayan fonksiyonları olarak trend sırasıyla deterministik ve stokastik trend şeklinde ikiye ayrılmaktadır (Stock ve Watson, 2011: 561).

Trend bileşeni, serilerin ortalaması gibidir ve uzun dönemdeki hareketi gösterdiği için yaklaşık 15 ile 18 yıllık periyota ihtiyaç duymaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 13). Trend bileşeni doğrusal ya da doğrusal olmayan yapıda olabilmektedir. Doğrusal ve doğrusal olmayan artan - azalan trend örnekleri Şekil 7’de yer almaktadır.

Şekil 7: Trend Bileşeni



Kaynak: Gerbing, 2016: 2.

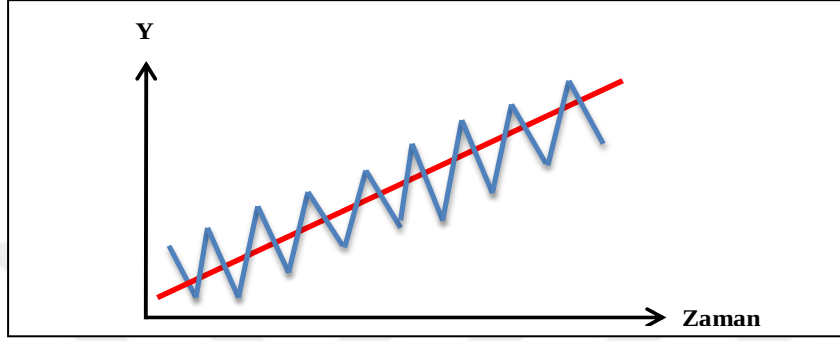
2.1.2. Mevsimsel Bileşen

Mevsimsel bileşen; yıllar, mevsimler, aylar, günler gibi birbirini izleyen zaman noktalarındaki zaman serisi gözlem değerlerindeki artma ve azalma şeklinde görülen düzenli değişimlerdir. Mevsimsel bileşen belirli aralıklarla tekrar eden salınım göstermektedir. Zaman serilerinde iklimler, insanların alışkanlıkları, özel günler ve bayramlar, bazı dönemlerde uygulanan indirimler mevsimselliği ortaya çıkarmaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 10).

Serilerdeki mevsimsellik etkisi arındırılarak, farklı zaman noktalarındaki değerler güvenle karşılaştırılabilir, kısa dönem dalgalanmaları anlaşılabilir ve kısa dönem tahminleri yapılabilir (Tüzen, 2012: 9).

Mevsimsellik, deterministlik ve stokastik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Periyodik hareketler izleyen mevsimsel bileşene ait grafik, Şekil 8’de yer almaktadır.

Şekil 8: Mevsimsel Bileşen



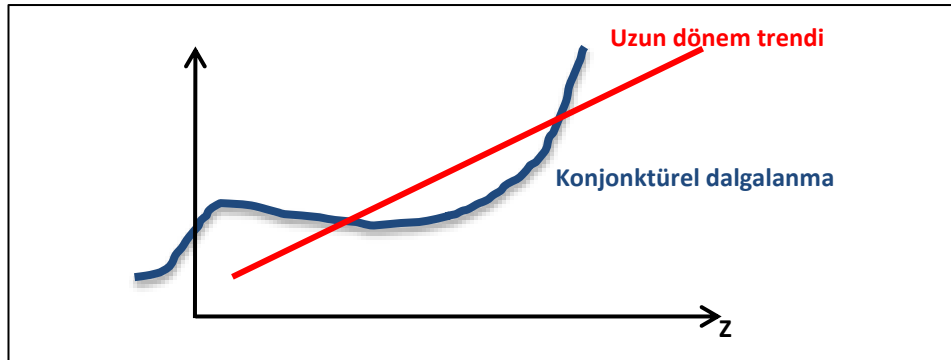
Kaynak: Gerbing 2016: 3.

2.1.3. Konjonktürel Bileşen

Konjonktürel dalgalanmalar, ekonominin genişleme ve depresyon dönemlerindeki değişimleri içermektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 10).

Konjonktürel değişimler, mevsimsel hareketlerden farklı olarak düzenli ve periyodik değildir (Sevüktekin ve Nargileçekenler, 2005: 12). Şekil 9’da konjonktürel bileşene ait grafik yer almaktadır.

Şekil 9: Konjonktürel Bileşen



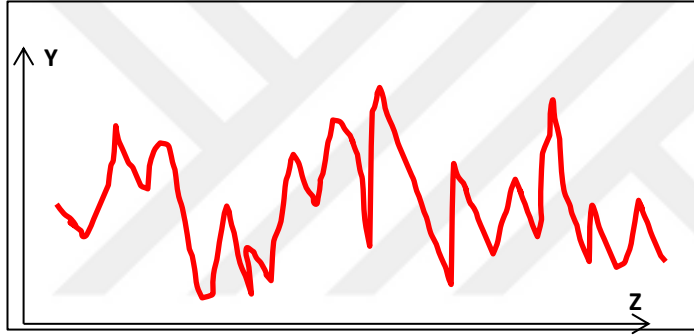
Kaynak: Gerbing 2016:3.

2.1.4. Düzensiz Bileşen

Düzensiz bileşen önceden tahmin edilemeyen sosyal ve ekonomik nedenlerden ortaya çıkmaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 10).

Doğal afetler, grevler gibi ekonomide ortaya çıkan ani değişimlerden kaynaklanan düzensiz bileşen; zaman serisindeki trend, konjonktürel ve mevsimsel bileşenler arındırıldığında seride kalan değişimler olarak tanımlanmaktadır. Şekil 10'da düzensiz bileşene ait grafik yer almaktadır.

Şekil 10: Düzensiz Bileşen



2.2. GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİNİN TARİHİ GELİŞİMİ

Zaman serilerinin varlığı, yıldızların ve gezegenlerin pozisyonlarına bağlı olarak astronomik olayları tahmin etmeye çalışan Babil devletine kadar dayanmaktadır. Babillilerin, zaman serilerinin tahminleme sürecinde izledikleri, serilerin birbirinden bağımsız ancak doğrudan gözlenemeyen sonlu bileşene ayırmanın mümkünlüğü yaklaşımı, 19. Yüzyılın ortalarında ekonomistler tarafından kabul görmeye başlamıştır (Kirschgässner ve Wolters, 2007: 3). Persons (1919) tarafından zaman serileri; trend, konjonktürel bileşen, mevsimsel bileşen ve bunların hiçbirine ait olmayan artıklar olarak bileşenlerine ayrıştırılmıştır.

Zaman serilerindeki gelişmeler, döngüsel özelliklere sahip ekonomik zaman serilerinin; ağırlıklandırılmış ya da ağırlıklandırılmamış toplamalarını ya da farklarını alarak pür random süreçlerin elde edilebileceğini ileri süren Yule (1927) ve Slutsky

(1937) ile devam etmiştir. Otoregresif Süreç (AR), ilk olarak Yule (1927) ile ortaya atılmış, Slutsky (1937) tarafından Hareketli Ortalama (MA) süreci geliştirilmiştir. Walker (1931) tarafından otoregresif modeli, ikiden fazla geçmiş dönem değeri kullanılarak genelleştirmiştir. Wold (1938), AR ve MA süreçlerini geliştirerek Otoregresif Hareketli Ortalama sürecini (ARMA) oluşturmuştur.

Holt (1957), Brown (1959), Winters (1960) ve Brown (1963) üstel düzleştirme yöntemleriyle yapmış oldukları çalışmalarla literatüre önemli katkılar sağlamış ve gözlenemeyen bileşen modellerinin temelini oluşturmuşlardır.

Holt (1957), mevsimsel dalgalanma göstermeyen ve trend içeren seriler için düzleştirme yöntemlerini ortaya koyarken; Winters (1960) düzleştirme yöntemini geliştirerek, trend ve mevsimsel bileşen etkisine sahip serilerin tahminlenmesini sağlamıştır. Brown (1963), üstel ağırlıklandırılmış hareketli ortalama yöntemini genelleştirip, en küçük kareler yöntemine indirgeyerek uyarlama yapmıştır.

Muth (1960) tarafından tanıtılan rassal yürüyüş artı gürültü (random walk plus noise) modeli ve buna eğim katsayısı ekleyerek Nerlove ve Wage (1964) tarafından geliştirilen modeller en basit gözlenemeyen bileşen modelleri örnekleridir.

ARIMA modelleri zaman serisi modellerinin gelişiminde çok önemli bir role sahip olmasına rağmen; gözlenemeyen bileşen modellerinin gelişmesine Kalman (1960) tarafından geliştirilen filtre büyük katkı sağlamıştır.

Kalman filtresinin potansiyeli, ekonometrik ve istatistiksel problemler için 1970'lerde keşfedilmeye başlanmıştır. Rosenberg (1973), zamana göre değişen parametreler üzerine yaptığı çalışmayla ekonomi alanındaki ilk çalışmayı literatüre sunmuştur.

Box ve Jenkins (1976), zaman serilerini tahminlemede ARMA(p,q) sürecine; teşhis, tanı ve tahmin süreci olarak ifade ettikleri farklı bir yaklaşım getirmişlerdir.

Harison ve Stevens (1976), gözlenemeyen bileşen modelleri alanındaki çalışmalarına devam etmişlerdir. Kalman filtresiyle belirli parametrelere ait ön bilgileri kullanarak Bayesian yaklaşıma uygun çalışma ortaya koymuşlardır.

Nerlove, Grether ve Carvalho (1979)'nun çeşitli veri setlerine uyarlayarak gözlenemeyen bileşen modellerini inceledikleri çalışmaları, Kalman filtresi kullanılmamasına rağmen söz konusu modellere ait önemli öncü bir eserdir.

Gözlenemeyen bileşen modelleriyle ilgili çalışmalar 1980'lerden itibaren önem kazanmış ve Koopman, Harvey, Doornik ve Shephard (1996) tarafından geliştirilen STAMP programı sayesinde daha kolay hesaplanır hale gelmiştir. Young (1984), Harvey (1985), West ve Harrison (1989), Harvey (1989), Jones (1993), Kitagawa ve Gersch (1996) teorisinin gelişmesine katkı sağlayan önemli eserlerdir.

2.3. GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ METODOLOJİSİ

2.3.1. Durağanlık Kavramı

Ekonomik zaman serilerinde; trend, konjonktürel ve mevsimsel bileşenlere ait hareketleri serinin durağanlığına engel olmaktadır. Zamana bağlı olarak değişmeyen tahminlenebilen deterministik trend ve tahminlenemeyen stokastik trendin varlığı serinin durağanlığını bozmaktadır.

Zaman serisinin ortalamasının ve varyansının zaman içerisinde değişmemesi ve düzenli periyodik değişimler göstermemesi serinin durağan olduğunu ifade etmektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2010: 57).

Sabit koşulsuz ortalama ve varyansa sahip ve kovaryansı hesaplandığı döneme bağlı değilken iki dönemin arasındaki uzaklığa bağlı olan serinin izlediği süreç zayıf durağan olarak adlandırılmaktadır. Zayıf durağanlık ve normal dağılımlılık söz konusu olduğunda ise süreç güçlü durağan olarak tanımlanmaktadır (Enders, 2003: 118).

Seriler durağan olmadıklarında otokorelasyonlar önemli ölçüde sıfırdan sapmaktadırlar. Durağan olmayan zaman serileriyle çalışmak sahte regresyon sorununa da neden olmaktadır (Granger ve Newbold, 1974: 117). Bununla birlikte, durağan bir zaman serisinde gelen şokların etkisi geçici iken, seri durağan değilse şoklar kalıcı etki göstermektedir. Bu nedenle seriler durağan değilse gelecek dönemlerle ilgili değerlendirmeler yapılamamaktadır.

Durağan bir süreç (5) nolu denklem siteminde yer alan özellikleri taşımaktadır (Tüm t değerleri için).

$$\left. \begin{aligned} E(Y_t) &= \mu \\ \text{Var}(Y_t) &= \sigma^2 \\ \text{Cov}(Y_t, Y_{t+k}) &= \gamma_k \quad (k \neq 0) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Serilerin durağanlığının değerlendirilmesinde; serilere ait grafiklerin incelenmesi, otokorolesyon ve kısmi otokorelasyon katsayı anlamlılıklarını ve korelogramlarının incelenmesi ve birim kök testleri ile sınanması kullanılan yöntemleri oluşturmaktadır.

2.3.1.1. Durağan Süreçler

En bilinen ve basit durağan süreç, beyaz gürültü, pür rassal süreç ya da temiz dizi gibi çeşitli isimler alan (6), (7) ve (8) nolu eşitliklerdeki özelliklere sahip olan süreçtir (Tüm t değerleri için) (Chatfield, 1995: 32).

$$E(e_t) = 0 \quad (6)$$

$$\text{Var}(e_t) = \sigma^2 \quad (7)$$

$$\text{Cov}(e_t, e_{t+k}) = 0 \quad (k \neq 0) \quad (8)$$

e_t kesikli beyaz gürültü süreci olmak üzere; Y_t zaman serisinin, önceki dönemdeki değerleri $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3} \dots$ ve rassal kalıntıyla açıklandığı p. dereceden Otoregresif Süreç (AR(p)) olarak tanımlanmaktadır. $\sum \Phi_i < 1$ olduğunda AR(p) süreci de durağandır (Chatfield, 1995: 35).

(9) nolu modelde AR(p) sürecinin modeli yer almaktadır.

$$Y_t = \delta + \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (9)$$

e_t kesikli beyaz gürültü süreci olmak üzere; Y_t zaman serisi, mevcut ve önceki dönemlerdeki hata terimleriyle modellendiğinde Hareketli Ortalama Süreci (MA (q)) olarak tanımlanmaktadır. MA(q) süreci de $\sum \theta_i < 1$ durumunda durağandır (Chatfield, 1995: 33).

MA(q) süreci (10) nolu modelde tanımlanmaktadır.

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (10)$$

e_t kesikli beyaz gürültü süreci olmak üzere, Y_t zaman serisinin AR(p) ve MA(q) süreçleriyle birlikte modellendiği süreç Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci

(ARMA(p,q)) olarak adlandırılmaktadır. (11) nolu modelde yer alan ARMA(p,q) süreci de durağan süreçler arasında yer almaktadır (Chatfield, 1995: 39).

$$Y_t = \delta + \Phi_1 Y_{t-1} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (11)$$

Y_t serisi durağan değil ve d. dereceden farkı alınarak durağan X_t serisi elde edildiği ($X_t = {}^d\Delta Y_t$) durumda; X_t serisi ARMA(p,q) süreci izliyorsa; Y_t , (p,d,q). dereceden otoregresif bütünleşik hareketli ortalama süreci izlemektedir. Y_t 'nin izlediği ARIMA(p,d,q) süreci de durağan süreç olarak ifade edilmektedir (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 186).

Box-Jenkins (1976) yaklaşımı, zaman serilerine tahminlemede kullanılan ARIMA modelleri ile eşdeğer anlamda kullanılmaktadır. Box- Jenkins yaklaşımı sırasıyla; serilerde durağanlığa ulaşıncaya kadar farkının alınması ve durağanlaştırılması, deneme niteliğinde modelin tanımlanması ve tahminlenmesi, tahmin edilen modelin tanımlayıcı istatistiklerle kontrollerinin yapılması, uygun modele ulaşıldığında ön raporlamanın yapılması adımlarından oluşmaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 79).

2.3.1.2. Durağan Olmayan Süreçler

Birinci dereceden en basit durağan olmayan rassal süreç olarak ifade edilen pür rassal süreç (12) nolu denklemde yer almaktadır (Tsay, 2005: 72).

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t \quad (12)$$

Zaman trendleri de serilerinin durağan olmamasına neden olmaktadır. (t) bir zaman trendi ve $e_t \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$ olmak üzere; trendlerin durağandışıllığa neden olduğu modeller (13), (14) ve (15) nolu denklemlerde yer almaktadır (Sevüktekin ve Çınar, 2014: 73–77).

$$Y_t = \alpha + Y_{t-1} + e_t \quad (\alpha \neq 0) \quad (\text{Stokastik trend}) \quad (13)$$

$$Y_t = \alpha + \beta t + e_t \quad (\alpha \neq 0) \quad (\text{Deterministik trend}) \quad (14)$$

$$Y_t = \alpha + \beta t + Y_{t-1} + e_t \quad (\alpha \neq 0) \quad (\text{Deterministik ve Stokastik trend}) \quad (15)$$

2.3.2. Durum Uzak Modelleri

Gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemlerle zaman serilerini analiz edebilmek için model bileşenlerinin durum uzayı formunda ifade edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte durum uzay yaklaşımı, zamana göre değişen regresyon katsayıları ve çok değişkenli modellerde de rahatlıkla kullanılabilir (Commandeur ve Koopman, 2009: 133-134).

Model bileşenlerinin durum uzay formunda temsil edilmesiyle; veri setinde eksik değerlerin varlığı, verilerin farklı periyodik frekanslardan oluşması ve sapan gözlemlerin varlığı gibi sorunların üstesinden gelinebilmektedir (Koopman, 2011: 20).

Gözlenemeyen bileşenli dinamik bir sistemin durum uzay formunda temsili analizlere güç vermektedir. Durum uzay modelleri, değişen katsayılı regresyon modelleri, otoregresif bütünleşik hareketli ortalama süreçleri (ARIMA) ve gözlenemeyen bileşen modelleri de dahil olmak üzere tüm doğrusal ve pek çok doğrusal olmayan zaman serisi modellerini ile kullanılabilir (Mergner, 2009: 17).

Durum uzay modeli, gözlenemeyen değişkenlerin dinamiklerini tanımlayan durum denklemi ve gözlenen-gözlenemeyen değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayan gözlem denklemi olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. Ölçüm denklemi, gözlem; durum denklemi ise geçiş denklemi olarak isimlendirilebilir (Mergner, 2009: 19).

Durum uzay modellerini temsil eden ölçüm ve durum denklemleri sırasıyla (16) ve (17) nolu modellerde yer almaktadır (Durbin ve Koopman, 2012: 43).

$$y_t = Z_t \alpha_t + \varepsilon_t \quad (16)$$

$$\alpha_{t+1} = T_t \alpha_t + R_t \eta_t \quad (17)$$

$\varepsilon_t \sim N(0, H_t)$, $\eta_t \sim N(0, Q_t)$ ve $t = 1, 2, \dots, n$, olmak üzere durum uzay formunda yer alan değişkenler ve boyutları Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2: Durum Uzay Modelinin Bileşenleri

Değişkenler	Karakteristikleri	Boyutları
y_t	Gözlem vektörü	$p \times 1$
α_t	Durum vektörü (gözlenemeyen)	$m \times 1$
ε_t	Şoklar	$p \times 1$
H	Şoklar	$r \times 1$
Z_t	Sistem Matrisi	$p \times m$
T_t	Sistem Matrisi	$m \times m$
R_t	Sistem Matrisi	$m \times r$
H_t	Sistem Matrisi	$p \times p$
Q_t	Sistem Matrisi	$r \times r$

2.3.2.1. Durağan Stokastik Süreçlerin Durum Uzay Gösterimi

Box-Jenkins yaklaşımıyla yapılan analizler ve durum uzay formuna dayanan yöntemler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Box-Jenkins yaklaşımında trend ve mevsimsel etkiler seriden kaldırıldıktan sonra analize başlanırken, durum uzay yaklaşımı serinin tüm dinamiklerinin aynı anda incelenmesi için zaman serilerinin ayrıştırılmasını sağlamaktadır. ARIMA metodolojisine göre seriler durağanlaştırıldıktan sonra tahminleme yapılabilirken, durum uzay modellerinde serilerin durağanlığı önemli değildir (Commandeur ve Koopman, 2007: 133).

Durağan AR(p), MA(q) ve ARMA(p,q) süreçlerine ait durum ve gözlem denklemlerinden oluşan durum uzay gösterimleri sırasıyla (18), (19) ve (20) nolu denklemlerde yer almaktadır (Mikusheva, 2003: 10), (Hyndman, 2017: 9).

(9) nolu denklemde yer alan AR(p) süreci dikkate alınarak;

Durum denklemleri:

$$\alpha_t = \begin{bmatrix} Y_{t-1} \\ Y_{t-2} \\ \vdots \\ Y_{t-p+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi_1 & \dots & \dots & \dots & \varphi_p \\ 1 & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix} \alpha_{t-1} + \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (18)$$

Gözlem denklemleri:

$$Y_t = [1 \ 0 \ \dots \ 0] \alpha_t$$

(10) nolu denklemde yer alan MA(q) süreci dikkate alınarak;

Durum denklemi:

$$\alpha_t = \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ \varepsilon_{t-1} \\ \varepsilon_{t-2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{t-q} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & 0 & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \alpha_{t-1} + \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (19)$$

Gözlem denklemi:

$$Y_t = [1 \quad \theta_1 \quad \theta_2 \quad \cdots \quad \theta_q] \begin{bmatrix} \varepsilon_t \\ \varepsilon_{t-1} \\ \varepsilon_{t-2} \\ \vdots \\ \varepsilon_{t-q} \end{bmatrix}$$

(11) nolu denklemde yer alan ARMA(p,q) süreci dikkate alınarak;

Durum denklemi:

$$\alpha_t = \begin{bmatrix} \varphi_1 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \varphi_2 & 0 & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ \varphi_{r-1} & 0 & \cdots & 0 & 1 \\ \varphi_r & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix} \alpha_{t-1} + \begin{bmatrix} 1 \\ \theta_1 \\ \vdots \\ \theta_{r-1} \end{bmatrix} \varepsilon_t \quad (20)$$

Gözlem denklemi:

$$Y_t = [1 \ 0 \ \dots \ 0] \alpha_t.$$

2.3.3. Kalman Filtresi

Gözlenemeyen bileşen modelleri ile tahminleme yapabilmek için, gözlenemeyen bileşenleri temsil edildikleri durum uzay formuna taşımak gerekmektedir (Harvey ve Shephard, 1993: 261).

α_t durum vektörünün, $y_1, y_2 \dots y_t$ gözlemlerinin kullanılarak tahmin edilmesi durum uzay modellerinde çözülmesi istenen problemi ifade etmektedir. Problemin çözümü, Kalman (1960) tarafından geliştirilen yinelemeli tahmin yöntemi Kalman filtresiyle sağlanmaktadır (Özbek, 2017: 1).

Kalman filtresi, geçmiş gözlemlere dayanan durum vektörünün minimum ortalama kare tahminlerini (MMSE) hesaplayan yinelemeli bir algoritmadır (Harvey ve Koopman, 2009: 72).

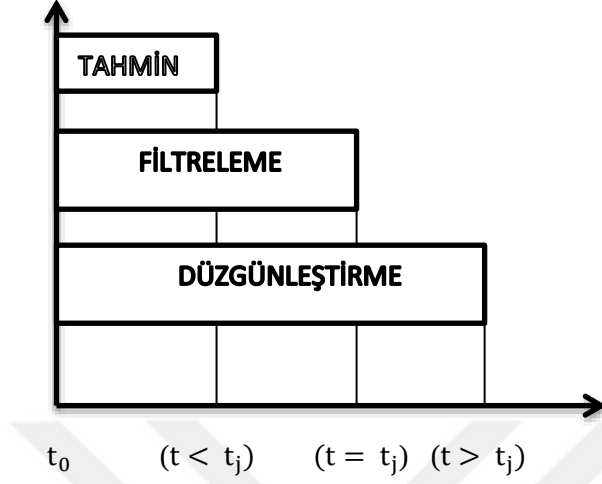
Kalman filtresinin tahminleme sırasında mümkün olan yapısal kırılmaların etkisinden uzaklaşması avantajı olarak görülürken, başlangıç değerlerini kullanarak tahminlemelere başlaması olumsuz yönü olarak düşünülmektedir (Jalles, 2009: 27-28).

Kalman filtresi, bir tahmin edicidir (Çayiroğlu, 2012: 2). İki tahmin sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bunların ilki; t zamanına kadar mevcut olan bilgiyi kullanan ve tek yönlü olarak kabul edilen filtrelenmiş tahmindir. Diğeri ise; iki yönlü olarak T zamanına kadar mevcut olan tüm bilgiyi kullanan (diğer bir deyişle t zamanında durum için hesaplanan gelecek bilgisini de) düzgünleştirilmiş tahmindir (Öğünç, 2006: 20).

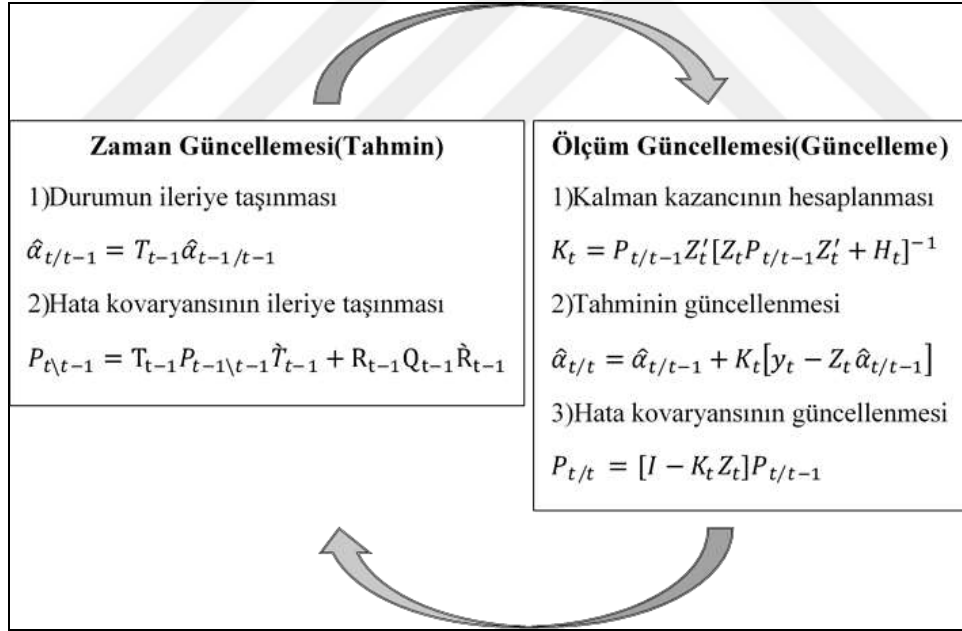
Kalman filtresi; tahmin, filtreleme ve düzgünleştirme olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Herhangi bir t zamanında $t < t_j$ koşuluyla; sistemin önceki özelliklerini kullanarak t_j anındaki durum değişkenlerinin hesaplanması evresi tahmin olarak tanımlanmaktadır. Herhangi bir t zamanında $t = t_j$ koşuluyla, t_j anındaki durum değişkenlerinin t_j zamanındaki ölçütlerin kullanılarak hesaplanması filtreleme evresini oluşturmaktadır. Herhangi bir t zamanında $t > t_j$ koşuluyla, t_j anındaki durum değişkenlerinin, t_j anındaki ölçütlerle birlikte hesaplanması evresi ise düzgünleştirme (yumuşatma) evresi olarak tanımlanmaktadır. Evrelerin şematik görünümü Şekil 11’de yer almaktadır.

Kalman filtresi, zaman ve ölçüm güncellemesi olmak üzere yapısal olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Zaman güncellemesi, m durum ve hata kovaryansının kestirimlerini bir adım sonraya taşıırken, ölçümün güncellenmesi yapılan öngörüü düzelterek gerçek ölçüme yaklaştırmakta ve filtrelenmiş durum vektörü elde etmektedir (Sancakdar, 2002: 38). Zaman ve ölçüm güncellemelerine ait adımlar Şekil 12’de yer almaktadır.

Şekil 11: Kalman Filtresinin Evreleri



Şekil 12: Kalman Filtresi Yinelemeleri: Zaman ve Ölçüm Güncellemeleri



Kaynak: Ögünç, 2006: 22.

(16) ve (17) nolu denklemlerde ifade edilen durum uzay formu dikkate alınarak, Kalman filtresinin matematiksel olarak elde edilmesine $\alpha_0 \sim N(\bar{\alpha}_0, P_0)$ başlangıç değeriyle başlanmaktadır (Özbek, 2017: 5-10).

$Y_t = \{y_0, y_1, \dots, y_t\}$ gözlemleri bilindiğinde α_t 'nin en iyi tahminini belirlemeye çalıştığımız filtreleme probleminde α_t tahmini ve hata kovaryansı sırasıyla (21) ve (22) nolu denklemlerde yer almaktadır.

$$\hat{\alpha}_{t/t} = E[\alpha_t / y_0, y_1, \dots, y_t] = E[\alpha_t / Y_t] \quad (21)$$

$$P_{t/t} = E[(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t})(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t})' / Y_t] \quad (22)$$

$Y_{t-1} = \{y_0, y_1, \dots, y_{t-1}\}$ gözlemleri verildiğinde α_t durumunun tahmini ve hata kovaryansı sırasıyla (23) ve (24) nolu denklemlerde yer aldığı gibi ifade edilmektedir.

$$\hat{\alpha}_{t/t-1} = E[\alpha_t / y_0, \dots, y_{t-1}] = E[\alpha_t / Y_{t-1}] \quad (23)$$

$$P_{t/t-1} = E[(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})' / Y_{t-1}] \quad (24)$$

(23) ve (24) nolu denklemleri elde edebilmek için t-1 anında α_{t-1} durumunun, $\hat{\alpha}_{t-1/t-1}$ tahminin bilindiği kabul edilmektedir ve $\hat{\alpha}_{t/t-1}$ belirlenmeye çalışılmaktadır.

$$\alpha_t = T_{t-1}\alpha_{t-1} + R_{t-1}\eta_{t-1} \quad (25)$$

Durum denklemi (25) nolu denklemde ifade edildiği gibi alınarak, η_{t-1} rasgele vektörünün $\varepsilon_t, \eta_{t-2}, \dots, \eta_0$ rasgele vektörlerinden; α_0 başlangıç durumunun $y_0, y_1, \dots, y_{t-1}$ vektörlerinden bağımsız olduğu göz önüne alındığında (26) nolu denklemdeki durum geçerli olduğunda (27) nolu denklem elde edilmiştir.

$$E[\eta_{t-1} / Y_{t-1}] = 0 \quad (26)$$

$$\hat{\alpha}_{t/t-1} = E[\alpha_t / Y_{t-1}] = T_{t-1}E[\alpha_{t-1} / Y_{t-1}] + R_{t-1}E[\eta_{t-1} / Y_{t-1}] = T_{t-1}\hat{\alpha}_{t-1/t-1} \quad (27)$$

Hata vektörü $\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1}$; $y_0, y_1, \dots, y_{t-1}$ gözlemlerinden bağımsız olduğu için, bir adım sonraki öngörünün hata kovaryans matrisi (28) nolu denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$P_{t/t-1} = E[(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})' / Y_{t-1}] = E[(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})'] \quad (28)$$

Bir adım sonrası öngörü hatası (29) nolu eşitlikteki gibi yazılabildiğinden ve (30) ve (31) nolu denklemlerdeki ifadeler geçerli olduğundan hatanın kovaryans matrisi (32) nolu denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1} = T_{t-1}(\alpha_{t-1} - \hat{\alpha}_{t-1/t-1}) + R_{t-1}\eta_{t-1} \quad (29)$$

$$E[\alpha_{t-1} / \hat{\eta}_{t-1}] = 0 \quad (30)$$

$$E[\hat{\alpha}_{t-1/t-1} \hat{\eta}_{t-1} / Y_{t-1}] = 0 \quad (31)$$

$$P_{t/t-1} = T_{t-1}P_{t-1/t-1}\hat{T}_{t-1} + R_{t-1}Q_{t-1}\hat{R}_{t-1} \quad (32)$$

$Y_t = \{y_0, y_1, \dots, y_t\}$ gözlemleri verildiğinde α_t durumunun tahminin belirlenmesi için $f(\alpha_t/y_t)$ koşullu olasılık yoğunluk fonksiyonunun belirlenmesi gerekmektedir. Koşullu olasılık yoğunluk fonksiyonu, (33) nolu denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$f(\alpha_t/y_t) = f(\alpha_t/Y_{t-1}, y_t) = f(\alpha_t, Y_{t-1}, y_t) / f(Y_{t-1}, y_t) = f(y_t/\alpha_t, Y_{t-1}) * [f(\alpha_t/Y_{t-1}) / f(y_t/Y_{t-1})] \quad (33)$$

$y_t = Z_t\alpha_t + \varepsilon_t$ eşitliği ve α_t vektörünün $y_0, y_1, \dots, y_t$ gözlemlerinden bağımsız olduğu göz önüne alındığında; ε_t, α_0 ve $\eta_0, \eta_1, \dots, \eta_{t-2}$ vektörlerinden bağımsız $f(y_t/\alpha_t, Y_{t-1}) = f(y_t/\alpha_t)$ elde edilmektedir. Böylece koşullu olasılık yoğunluk fonksiyonu (34) nolu denklemdeki gibi ifade edilebilmektedir.

$$f(\alpha_t/Y_t) = [(f(y_t/\alpha_t)f(\alpha_t/Y_{t-1})) / f(y_t/Y_{t-1})] \quad (34)$$

(35) ve (36) nolu eşitliklerde yer alan hata terimi varsayımlarından (37) nolu denklik elde edileceği için durum vektörünün koşullu dağılımı (38) nolu denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$E(\varepsilon_t/\alpha_t) = 0 \quad (35)$$

$$E(y_t/\alpha_t) = Z_t\alpha_t \quad (36)$$

$$E[(y_t - Z_t\alpha_t)(y_t - Z_t\alpha_t)'] = E[\varepsilon_t\varepsilon_t'] = H_t \quad (37)$$

$$f(y_t/\alpha_t) = K * \exp(-\frac{1}{2}(y_t - Z_t\alpha_t)'H_t^{-1}(y_t - Z_t\alpha_t)) \quad (38)$$

Başlangıç durumunun normal dağılıma sahip olmasından dolayı $f(\alpha_t/Y_{t-1})$ önsel dağılımını (39), $f(\alpha_t/Y_t)$ sonsal dağılımı (40) nolu denklemdeki gibi tanımlanmaktadır.

$$f(\alpha_t/Y_{t-1}) = K' * \exp(-\frac{1}{2}(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})'P_{t/t-1}^{-1}(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})) \quad (39)$$

$$f(\alpha_t \setminus Y_t) = K'' * \exp[-\frac{1}{2}((y_t - Z_t\alpha_t)'H_t^{-1}(y_t - Z_t\alpha_t) + (\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})'P_{t/t-1}^{-1}(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1}))] \quad (40)$$

(40) nolu denklemde yer alan; K, K' ve K'' normalleştirme sabitlerini ifade etmektedir. Dağılımın logaritması alınıp α_t vektörüne göre türevi alınıp sıfıra eşitlendiğinde (41), α_t vektörüne göre çözülerek yerine $\hat{\alpha}_t$ alındığında (42) nolu denklemler elde edilmektedir.

$$Z_t'H_t^{-1}(y_t - Z_t\alpha_t) - P_{t/t-1}^{-1}(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1}) = 0 \quad (41)$$

$$[Z_t' H_t^{-1} Z_t + P_{t|t-1}^{-1}]^{-1} \hat{\alpha}_{t|t-1} = Z_t' H_t^{-1} y_t + P_{t|t-1}^{-1} \hat{\alpha}_{t|t-1} \quad (42)$$

(42) nolu eşitliğin sağ tarafına $Z_t' H_t^{-1} Z_t \hat{\alpha}_{t|t-1}$ eklenip çıkartıldığında (43) nolu denklem elde edilmektedir.

$$\hat{\alpha}_{t/t} = \hat{\alpha}_{t/t-1} + [Z_t' H_t^{-1} Z_t + P_{t/t-1}^{-1}]^{-1} Z_t' H_t^{-1} (y_t - Z_t \alpha_t) \quad (43)$$

(44) nolu eşitlik dikkate alınıp gözlem eşitliği kullanılarak (45) nolu denklem elde edilmektedir.

$$\hat{\alpha}_{t/t} = [Z_t' H_t^{-1} Z_t + P_{t|t-1}^{-1}]^{-1} [Z_t' H_t^{-1} \alpha_t + P_{t|t-1}^{-1} \hat{\alpha}_{t/t-1}] \quad (44)$$

$$\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t} = \alpha_t - [Z_t' H_t^{-1} Z_t + P_{t|t-1}^{-1}]^{-1} [Z_t' H_t^{-1} Z_t \alpha_t + Z_t' H_t^{-1} \varepsilon_t + P_{t|t-1}^{-1} \hat{\alpha}_{t/t-1}] \quad (45)$$

(45) nolu denklemdeki ifadenin sağ tarafına $P_{t|t-1}^{-1} \hat{\alpha}_{t/t-1}$ eklenip çıkarıldığında (46) nolu denklem elde edilmektedir. (46) nolu eşitlik kullanılarak (47) nolu denkleme ulaşılmaktadır.

$$\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t} = \alpha_t - [Z_t' H_t^{-1} Z_t + P_{t/t-1}^{-1}]^{-1} [Z_t' H_t^{-1} \varepsilon_t - P_{t/t-1}^{-1} (\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})] \quad (46)$$

$$\begin{aligned} P_{t/t-1} &= E[(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})(\alpha_t - \hat{\alpha}_{t/t-1})'] = [Z_t' H_t^{-1} Z_t + P_{t/t-1}^{-1}]^{-1} \\ &= [Z_t' H_t^{-1} Z_t + P_{t/t-1}^{-1}]^{-1} = P_{t/t-1} - P_{t/t-1} Z_t' [Z_t P_{t/t-1} Z_t']^{-1} Z_t P_{t/t-1} \end{aligned} \quad (47)$$

(47) nolu denklemden hareketle (48) nolu tanımlama yapıldığında (49) nolu denkleme ulaşılmaktadır.

$$K_t = P_{t/t-1} Z_t' [Z_t P_{t/t-1} Z_t' + H_t]^{-1} \quad (48)$$

$$\hat{\alpha}_{t/t} = \hat{\alpha}_{t/t-1} + K_t [y_t - Z_t \hat{\alpha}_{t/t-1}] \quad (49)$$

Elde edilen denkliklerden hareketle Kalman filtresi; $P_{0/-1} = P_0$ ve $\alpha_{0/-1} = \alpha_0$ başlangıç değerlerine bağlı olarak (50-54) denklemleriyle özetlenebilmektedir.

$$\hat{\alpha}_{t/t-1} = T_{t-1} \hat{\alpha}_{t-1/t-1} \quad (50)$$

$$\hat{\alpha}_{t/t} = \hat{\alpha}_{t/t-1} + K_t [y_t - Z_t \hat{\alpha}_{t/t-1}] \quad (51)$$

$$K_t = P_{t/t-1} Z_t' [Z_t P_{t/t-1} Z_t' + H_t]^{-1} \text{ (Kalman kazanç matrisi)} \quad (52)$$

$$P_{t/t} = [I - K_t Z_t] P_{t/t-1} \quad (53)$$

$$P_{t/t-1} = T_{t-1} P_{t-1/t-1} \hat{T}_{t-1} + R_{t-1} Q_{t-1} \hat{R}_{t-1} \quad (54)$$

Kalman filtresi ile tahminleme yaparken sırasıyla izlenecek adımları (1-9) maddelerinde yer aldığı gibi özetlemek mümkündür (Mikusheva, 2016: 20).

- 1) Verilen tüm y_{t-1} geçmiş gözlemlerinden y_t ve α_t 'nin koşullu dağılımları oluşturulmalıdır. Dağılımlar normal ise, $y_{t|t-1}$ ve $\alpha_{t|t-1}$ koşullu ortalama ve varyansları hesaplanmalıdır.

- 2) $\{y_1, \dots, y_t\}$ 'nin olabilirliği hesaplanmalıdır.
- 3) $y_t, \alpha_t/Y_t$ 'nin verilen tüm gözlemlerinden α_t 'nın dağılımı oluşturulmalıdır.
- 4) Hatalar normal dağılımlı olmasa bile y_{t-1} ile verilen y_t 'nin en iyi doğrusal tahmini $y_{t|t-1}$ hesaplanmalıdır.
- 5) Durum uzay formunda, durumun değerlendirilmesini tanımlayan durum denklemi $F(\alpha_t/\alpha_{t-1}, Y_{t-1})$ oluşturulmalıdır.
- 6) Durum uzay formunda, ilgili durum değişkenleriyle ölçülen değişkenlerin nasıl tanımlandığını gösteren gözlem denklemi $F(y_t/\alpha_t, Y_{t-1})$ oluşturulmalıdır.
- 7) Durum uzay formunda ifade edilen durum denklemi ve gözlem denklemi $(y_1, y_2, \dots, y_t)$ gözlenen değişkenlerinin birleşik olabilirliklerini yazmaya izin vermektedir. Bu sayede olabilirlik fonksiyonu için $f(y_t/Y_{t-1})$ bulunmalıdır.
- 8) $f(y_t/Y_{t-1})$ bulunması üç adımla tamamlanmaktadır. Süreç filtreleme olarak tanımlanmaktadır.

1.Adım: (Tahmin denklemi):

$$f(\alpha_t/Y_{t-1}) = \int f(\alpha_t/\alpha_{t-1}, Y_{t-1})f(\alpha_{t-1}/Y_{t-1})d\alpha_{t-1} \quad (55)$$

2.Adım:(Güncelleme denklemi):

$$f(\alpha_t/Y_t) = (f(y_t/\alpha_t, Y_{t-1})f(\alpha_t/Y_{t-1}))/f(y_t/Y_{t-1}) \quad (56)$$

3.Adım:

$$f(y_t/Y_{t-1}) = \int f(y_t/\alpha_t, Y_{t-1})f(\alpha_t/Y_{t-1})d\alpha_t \quad (57)$$

- 9) $f(\alpha_1/Y_0)$ 'dan $f(y_1/Y_0)$ 'a ; $f(\alpha_1/Y_1)$ 'dan $f(\alpha_2/Y_1)$ 'a ulaşılır.Ardından koşullu olabilirlik $f(y_2/y_1)$ 'e ulaşılır.

2.3.4. Gözlenemeyen Bileşen Modelleri

Gözlenemeyen bileşen modelleri ya da diğer bir ismiyle yapısal zaman serisi modelleri; serilerin önemli özelliklerini temsil eden trend, konjonktürel, mevsimsel ve düzensiz bileşenleri açısından doğrudan formülize edilen modellerdir. Serileri önemli bileşenlerine ayırmaktadır. Fakat aynı zamanda geçmiş gözlemleri kullanarak gelecek değerlerini de tahminlemektedir (Proietti, 2002: 1).

Gözlenemeyen bileşen modelleri; durum uzayı formunda farklı bileşenlerle oluşturulmuş model kalıplarıyla tahminleme yapmaktadır. Bu modellerle tahminleme yapmak; veri setindeki gözlenemeyen bileşenlerin hareketlerinin gözlemlenmesini ve trend, konjonktürel ya da mevsimsel etkileri içeren gerçek serilerle tahminleme yapılabilmesini sağlamaktadır.

Söz konusu modellerde, doğrudan formülize edilip her bir bileşene ekonomik yorum yapılabilir. Durum uzayı formuna taşınan bileşenlerin geçmiş değerleri dikkate alınarak elde edilen tahmin sonuçlarının, stokastik gözlenemeyen bileşenleri içermesi de yine bu modellerle sağlanabilmektedir.

Modellerinin temeli, ayrıştırma tekniklerine benzer olarak; ayrıştırma ve mevcut gözlenen değişkenleri kullanıp potansiyel çıktı, çıktı açığı ve doğal işsizlik oranı gibi gözlenemeyen bileşenleri elde etmektir. Sinyal süreci tekniği açısından ise bu modellerin temeli, sinyalden gürültüyü ayırtmaktır (Kastrati, 2014: 7).

Trend, konjonktürel, mevsimsel ve düzensiz bileşenlerden oluşan gözlenemeyen bileşen modelleri; bileşenlerine özgü özelliklerle farklı model kalıplarıyla tahminlenmektedir (Fomby, 2008: 2).

2.3.4.1. Trend Bileşeni İçin Gözlenemeyen Bileşen Modelleri

Gözlenemeyen bileşenleri açısından ifade edilen en temel model (58) nolu denklemde yer almaktadır.

$$Y_t = T_t + C_t + S_t + \varepsilon_t \quad (58)$$

t zamanı için (58) nolu denklemde; gözlenen zaman serileri (Y_t), trend bileşeni (T_t), konjonktürel bileşen (C_t), mevsimsel bileşen (S_t) ve düzensiz bileşen (ε_t) ile ifade edilmektedir.

(58) nolu modelde yer alan dört bileşen de stokastiktir ve onlara ait hataların karşılıklı olarak birbiriyle ilişkisiz ve düzensiz bileşenin beyaz gürültü süreci izlediği varsayılarak model kalıpları türetilmektedir (Harvey ve Shephard, 1993: 262).

2.3.4.1.1. Yerel Düzey Modeli

Mevsimsel ve konjonktürel bileşenlerinin yokluğuyla (58) nolu denklem (59) nolu denkleme indirgenmektedir.

$$y_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (59)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \eta_t \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2), \quad (60)$$

(59) ve (60) denklemleri birlikte yerel düzey modeli formundadır ve kolaylıkla durum uzayı formunda gösterilebilmektedir. μ_t doğrudan gözlenemeyen ancak tahmin edilebilen düzey değişkenidir.

μ_t trend bileşeni yukarı ya da aşağı doğru sürekli hareket göstermediğinde “sabit” şeklinde adlandırılan kalıcı bir bileşene dönüşmektedir. Bazen de rassal yürüyüşe göre farklılaştırılarak varsayımları yapılmaktadır.

(59) ve (60) nolu denklemler dikkate alınarak $t=1, \dots, 0$ olmak üzere $\sigma_\eta^2 = 0$ için (61-64) denklemleriyle elde edilen (65) nolu denklemdeki yerel düzey modelini deterministik düzey modeli olarak ifade etmek mümkün olmaktadır (Koopman, 2002: 14). Stokastik yerel düzey modelinde ise μ_t zamana göre değişmektedir.

$t=1$ olduğunda;

$$y_1 = \mu_0 + \varepsilon_1 \quad (61)$$

$$\mu_1 = \mu_0 + \eta_1 = \mu_0 + 0 = \mu_0 \quad (62)$$

$t=2$ olduğunda;

$$y_2 = \mu_2 + \varepsilon_2 \quad (63)$$

$$\mu_2 = \mu_1 + \eta_2 = \mu_1 + 0 = \mu_1 = \mu_0 \quad (64)$$

$$y_t = \mu_0 + \varepsilon_t \quad (65)$$

$\sigma_\varepsilon^2 = 0$ olduğunda tahmin son gözleme eşit olmaktadır. $\sigma_\eta^2=0$ olduğunda düzey sabittir ve en iyi tahmini örnek ortalamasıdır. Gözlenemeyen bileşen modellerinde, zaman boyunca sinyalin gürültüye oranının $0 < q = \sigma_\eta^2 / \sigma_\varepsilon^2$ bağlı kalınarak düzey bileşeni kalıpları elde edilmektedir.

μ_t ’nin tahmini, Kalman filtresiyle özyinelemeli gerçekleştirilmektedir. $Y_t = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_t\}$ bilindiğinde, düzeyin bir adım sonrası μ_{t+1} tahmini (66) ve (67) denklemlerinde yer aldığı gibi Kalman filtresiyle özyinelemeli olarak hesaplanmaktadır (Shumway ve Stoffer, 2000: 313).

$$\alpha_{t+1} = E(\mu_{t+1} | Y_t) \quad (66)$$

$$P_{t+1} = \text{Var}(\mu_{t+1} | Y_t) = \text{Var}(a_{t+1}) \quad (67)$$

Doğrusal ve zamana göre değişmeyen gözlenemeyen bileşen modellerinin tamamı, yapısal forma aynı tahminleri verecek şekilde eşdeğer olan indirgenmiş otoregresif bütünleşik hareketli ortalama süreci gösterimine sahiptir.

(59) ve (60) nolu yerel düzey modelinde ε_t ve η_t hatalarının karşılıklı olarak ilişkisiz beyaz gürültü sürecine sahip oldukları varsayımı altında birinci farkları alınıp Δy_t hesaplandığında (68) nolu eşitlik elde edilmektedir.

$$\begin{aligned}\Delta y_t &= y_t - y_{t-1} = \mu_t + \varepsilon_t - (\mu_{t-1} + \varepsilon_{t-1}) = \mu_{t-1} + \eta_t + \varepsilon_t - (\mu_{t-1} + \varepsilon_{t-1}) \\ &= \eta_t + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}\end{aligned}\quad (68)$$

(68)'nolu modelin otokorelasyon yapısı MA(1) sürecine uygun olduğundan, yerel düzey modelinde y_t 'e ait indirgenmiş form ARIMA(0,1,1) olarak ifade edilmektedir (Harvey ve Shephard, 1993: 265).

Durum uzay modelleri (16) ve (17) denklemleriyle; yerel düzey model durum uzay formu (69-72) denklemleriyle ifade edilmektedir (Comandeur ve Koopman, 2007: 74).

Yerel düzey modelinde durum vektörü yalnızca bir eleman olup $m=1$ durumu geçerli olmaktadır.

$$\alpha_t = \mu_t \quad (69)$$

$$\eta_t = \xi_t \quad (70)$$

$$z_t = T_t = R_t = 1 \quad (71)$$

$$Q_t = \sigma_\xi^2 \quad (72)$$

(69-72) denklemleriyle tanımlanan eşitlikler ve $t = 1, \dots, n$ için bütün boyutların (1x1) olduğu dikkate alındığında yerel düzey modeli (73-74) denklemlerinde ifade edilmektedir.

$$y_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (73)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \xi_t \quad \xi_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\xi^2) \quad (74)$$

Yerel düzey modelini müdahale değişkeni, açıklayıcı değişken ve mevsimsel bileşen içeren model kalıplarıyla farklılaştırmak mümkündür. Müdahale ve açıklayıcı değişken içeren yerel düzey modeli (75-78); durum uzay gösterimi (79-85) nolu denklemlerde yer almaktadır (Oud ve Delsing, 2010: 181).

$$y_t = \mu_t + \beta_t x_t + \lambda_t w_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (75)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \xi_t \quad \xi_t \sim \text{NID}(0, \sigma_{\xi_t}^2) \quad (76)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} \quad (77)$$

$$\lambda_t = \lambda_{t-1} \quad (78)$$

$$\alpha_t = \begin{pmatrix} \mu_t \\ \beta_t \\ \lambda_t \end{pmatrix} \quad (79)$$

$$\eta_t = \xi_t \quad (80)$$

$$T_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (81)$$

$$z_t = (1 \quad x_t \quad w_t) \quad (82)$$

$$H_t = \sigma_\varepsilon^2 \quad (83)$$

$$Q_t = \begin{bmatrix} \sigma_\xi^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (84)$$

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (85)$$

Periyodu çeyreklik olan stokastik kukla mevsimsel bileşen içeren (86-91) yerel düzey modelinin durum uzay gösterimi (92-97) nolu denklemlerde yer almaktadır (Oud ve Delsing, 2010: 181).

$$y_t = \mu_t + \gamma_{1,t} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (86)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \xi_t \quad \xi_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\xi^2) \quad (87)$$

$$\gamma_{1,t} = -\gamma_{1,t-1} - \gamma_{2,t-1} - \gamma_{3,t-1} + w_t \quad w_t \sim \text{NID}(0, \sigma_w^2) \quad (89)$$

$$\gamma_{2,t} = \gamma_{1,t-1} \quad (90)$$

$$\gamma_{3,t} = \gamma_{2,t-1} \quad (91)$$

$$\alpha_t = \begin{pmatrix} \mu_t \\ \gamma_{1,t} \\ \gamma_{2,t} \\ \gamma_{3,t} \end{pmatrix} \quad (92)$$

$$\eta_t = \begin{pmatrix} \xi_t \\ w_t \end{pmatrix} \quad (93)$$

$$T_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (94)$$

$$z_t = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (95)$$

$$Q_t = \begin{bmatrix} \sigma_\xi^2 & 0 \\ 0 & \sigma_w^2 \end{bmatrix} \quad (96)$$

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (97)$$

Açıklayıcı değişken içeren (98-99) denklemleriyle ifade edilen yerel düzey modelinin durum uzay gösterimi (100-105) nolu denklemlerde yer almaktadır.

$$y_t = \mu_t + \beta_t X_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (98)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \xi_t \quad \xi_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\xi^2) \quad (99)$$

$$\alpha_t = \begin{pmatrix} \mu_t \\ \beta_t \end{pmatrix} \quad (100)$$

$$\eta_t = \xi_t \quad (101)$$

$$T_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (102)$$

$$z_t = \begin{pmatrix} 1 \\ X_t \end{pmatrix} \quad (103)$$

$$Q_t = \sigma_\xi^2 \quad (104)$$

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (105)$$

Müdahale değişkeni, açıklayıcı değişken ve mevsimsel bileşen içeren (106-112) yerel düzey modelinin, durum uzay gösterimi (113-118) nolu denklemlerde yer almaktadır (Commandeur ve Koopman, 2012: 34-68).

$$y_t = \mu_t + \gamma_{1,t} + \beta_t X_t + \lambda_t w_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (106)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \xi_t \quad \xi_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\xi^2) \quad (107)$$

$$\gamma_{1,t} = -\gamma_{1,t-1} - \gamma_{2,t-1} - \gamma_{3,t-1} + w_t \quad w_t \sim \text{NID}(0, \sigma_w^2) \quad (108)$$

$$\gamma_{2,t} = \gamma_{1,t-1} \quad (109)$$

$$\gamma_{3,t} = \gamma_{2,t-1} \quad (110)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} \quad (111)$$

$$\lambda_t = \lambda_{t-1} \quad (112)$$

$$\alpha_t = \begin{pmatrix} \mu_t \\ \gamma_{1,t} \\ \gamma_{2,t} \\ \gamma_{3,t} \\ \beta_t \\ \lambda_t \end{pmatrix} \quad (113)$$

$$\eta_t = \begin{pmatrix} \xi_t \\ w_t \end{pmatrix} \quad (114)$$

$$T_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (115)$$

$$z_t = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ X_t \\ w_t \end{pmatrix} \quad (116)$$

$$Q_t = \begin{bmatrix} \sigma_\xi^2 & 0 \\ 0 & \sigma_w^2 \end{bmatrix} \quad (117)$$

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (118)$$

T_t ve Q_t matrisleri ile z_t vektörü ve σ_ε^2 skaler değeri zamana göre değişmiyorsa, zamana göre değişmeyen durum uzay modelleri elde edilir ve sembollerin altındaki “t” indisleri yer almaz.

2.3.4.1.2. Yerel Doğrusal Trend Modeli

Harvey (1996)’da yerel doğrusal trend modelini (119-121) nolu denklemlerdeki gibi tanımlanmaktadır. η_t , ξ_t ve ε_t birbirinden bağımsız varsayılmaktadır.

$$y_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad (119)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \quad \eta_t \sim N(0, \sigma_\eta^2) \quad (120)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t \quad \xi_t \sim N(0, \sigma_\xi^2) \quad (121)$$

Yerel doğrusal trend modelinin indirgenmiş hali ARIMA(0,2,2) modelidir. Harvey (1996), yerel doğrusal trend modeli tahminlerinin ARIMA modeli tahminlerinden daha iyi performans gösterdiğini göstermiştir.

Yerel düzey modelin durum uzay formu gösterimi (122-127) nolu denklemlerde yer almaktadır.

$$\begin{bmatrix} \mu_t \\ \beta_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_{t-1} \\ \beta_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ \xi_t \end{bmatrix} \quad (122)$$

$$\alpha_t = \begin{pmatrix} \mu_t \\ \beta_t \end{pmatrix} \quad (123)$$

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (124)$$

$$Q = \begin{bmatrix} \sigma_\eta^2 & 1 \\ 0 & \sigma_\xi^2 \end{bmatrix} \quad (125)$$

$$z_t = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (126)$$

$$R_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (127)$$

Yerel doğrusal trend modeli, düzey ve eğim bileşenlerinin deterministik ya da stokastik olmasına bağlı farklı model kalıplarıyla ifade edilmektedir.

(128-133) nolu eşitlik adımlarıyla elde edilen, deterministik düzey ve eğimle ifade edilen model (134) nolu denklemde yer almaktadır.

$\eta_t = 0$ ve $\xi_t = 0$ durumunda;

t=1 için,

$$y_1 = \mu_1 + \varepsilon_1 \quad (128)$$

$$\mu_1 = \mu_0 + \beta_0 + \eta_1 = \mu_0 + \beta_0 + 0 = \mu_0 + \beta_0 \quad (129)$$

$$\beta_1 = \beta_0 + \xi_1 = \beta_0 + 0 = \beta_0 \quad (130)$$

t=2 için,

$$y_2 = \mu_2 + \varepsilon_2 \quad (131)$$

$$\mu_2 = \mu_1 + \beta_1 + \eta_2 = \mu_1 + \beta_1 + 0 = \mu_0 + \beta_0 + \beta_0 = \mu_0 + 2\beta_0 \quad (132)$$

$$\beta_2 = \beta_1 + \xi_2 = \beta_2 + 0 = \beta_1 = \beta_0 \quad (133)$$

$$\left. \begin{aligned} y_t &= \mu_t + \varepsilon_t \\ \mu_t &= \mu_0 + (t-1)\beta_0 \\ \beta_t &= \beta_0 \end{aligned} \right\} \quad (134)$$

$\eta_t \neq 0$ ve $\xi_t \neq 0$ durumunda ve zamana göre değişen parametreler bulunduğu yerel doğrusal trend modeli, stokastik düzey ve eğim bileşenleri ile ifade edilmektedir.

$\eta_t \neq 0$ düzey parametresi zamana göre değişime izin verirken, $\xi_t = 0$ olduğu durumda eğimin sabit olduğu kabul edilmektedir. Stokastik düzey ve deterministik eğim bileşenleriyle elde edilen yerel doğrusal trend modeli (135-140) nolu eşitliklerle elde edilmiştir ve (141) nolu denklemlerle ifade edilmektedir.

t=1 için,

$$y_1 = \mu_1 + \varepsilon_1 \quad (135)$$

$$\mu_1 = \mu_0 + \beta_0 + \eta_1 \quad (136)$$

$$\beta_1 = \beta_0 + \xi_1 = \beta_0 + 0 = \beta_0 \quad (137)$$

t=2 için,

$$y_2 = \mu_2 + \varepsilon_2 \quad (138)$$

$$\mu_2 = \mu_1 + \beta_1 + \eta_2 = \mu_1 + \beta_0 + \eta_2$$

$$(139) \beta_2 = \beta_1 + \xi_2 = \beta_1 + 0 = \beta_1 = \beta_0$$

(140)

$$\left. \begin{aligned} \mu_t &= \mu_{t-1} + \beta_0 + \eta_t \\ \beta_t &= \beta_0 \end{aligned} \right\} \quad (141)$$

Yerel doğrusal trend modeli, konjonktürel bileşenlerin etkisi olmaksızın mevsimsel bileşenin etkisini içererek farklı model kalıbıyla ifade edilebilmektedir. ε_t , η_t ve ξ_t hata terimlerinin birbirinden bağımsız ve normal dağılımlı olduğu varsayılarak, mevsimsel bileşen içeren yerel doğrusal trend modeli (142-144) nolu denklemlerde tanımlanmaktadır.

$$Y_t = \mu_t + \gamma_t + \varepsilon_t \quad (142)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \quad (143)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t \quad (144)$$

(142) nolu modelde yer alan γ_t mevsimsel bileşeni “mevsimsel kukla” ya da “trigonometrik mevsimsellik” olmak üzere iki farklı yapıda ifade edilebilmektedir.

γ_t mevsimsel bileşeni, mevsimsel periyot sayısı (s) olmak üzere; aylık veriseti için 12, çeyreklik veriseti 4 kabul edilmektedir.

Mevsimsel etkiyi modellemenin en basit yolu kukla değişkenler kullanmaktır. Mevsimsel etkilerin toplamı (145) nolu denklikte ifade edildiği gibi sifıra eşit olmalıdır.

$$\gamma_{t+1} = -\sum_{j=1}^{s-1} \gamma_{t+1-j} + \omega_t \quad \omega_t \sim \text{NID}(0, \sigma_\omega^2) \quad (145)$$

t zamanı, j mevsimi ifade etmek üzere; mevsimsel bileşen (γ_{jt}), (146-149) nolu modellerdeki gibi trigonometrik yapıda tanımlanabilmektedir (Koopman, 2015: 41-43).

$$\gamma_t = -\sum_{j=1}^{[s/2]} \gamma_{jt} \quad (146)$$

$$\gamma_{j,t} = \gamma_{j,t-1} \cos \lambda_j + \gamma_{j,t-1}^* \sin \lambda_j + \omega_{jt} \quad (147)$$

$$\gamma_{j,t}^* = -\gamma_{j,t-1} \sin \lambda_j + \gamma_{j,t-1}^* \cos \lambda_j + \omega_{jt}^* \quad \omega_{jt}, \omega_{jt}^* \sim \text{NID}(0, \sigma_\omega^2) \quad (148)$$

$$\gamma_j = 2\pi j/s \quad (149)$$

Modellerde sapma olmadığı durumda trigonometrik mevsimsel bileşen içeren spesifikasyon, deterministik mevsimsel kukla bileşen içeren spesifikasyonla aynıdır.

Mevsimsel bileşeni içeren; stokastik düzey ve mevsimsel bileşenli, stokastik düzey ve deterministik mevsimsel bileşenli, deterministik düzey ve deterministik mevsimsel bileşenli farklı yerel doğrusal trend model kalıpları tanımlanabilmektedir.

Yerel doğrusal trend modelinde, diğer değişkenlerin etkilerini incelenmek için, gözlem denklemine açıklayıcı değişken eklenebilmektedir. Açıklayıcı değişkenin yer aldığı tahminlenecek gözlem denklemi (150-152) nolu modelde ifade edilmektedir (Koopman, 2015: 47).

$$Y_t = \mu_t + \sum_{j=1}^k \beta_{ij} x_{ij} + \varepsilon_t \quad (150)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \quad (151)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t \quad (152)$$

Açıklayıcı değişken içeren; deterministik düzey ve açıklayıcı değişken bileşenli ve stokastik düzey ve açıklayıcı değişken bileşenli yerel doğrusal trend model kalıpları tanımlanabilmektedir.

Müdahale değişkeni eklenerek de yerel doğrusal trend modeli kalıpları oluşturulabilmektedir (Koopman, 2015: 55).

Müdahale değişkeni, analizde bilinen olayların etkileri hakkında yorumlama yapabilmektedir. Bilinen olayların etkileri, dinamik modelde kukla değişkenleri ya da müdahale değişkenini dahil ederek ölçülmektedir. Söz konusu değişkenin etkisiyle elde edilen yerel doğrusal trend modeli (153-155) nolu denklemlerle ifade edilmektedir.

$$Y_t = \mu_t + \lambda w_t + \varepsilon_t \quad (153)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \lambda w_t + \eta_t \quad (154)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \lambda w_t + \xi_t \quad (155)$$

(153-155) nolu denklemlerde w_t müdahale değişkeni ve λ onun katsayısını göstermektedir. Yerel doğrusal trend modelinde olduğu gibi bu model de durum uzayı formuna taşınıp özyinelemeli Kalman filtresiyle tahminlenmektedir.

Müdahale değişkeni içeren; deterministik düzey ve müdahale değişken bileşenli ve stokastik düzey ve müdahale değişken bileşenli yerel doğrusal trend model kalıpları tanımlanabilmektedir.

Trend ve düzensiz bileşen içeren model kalıplarında, ilgili hata varyanslarının sıfıra eşit olup olmadığı bilgisi ise Tablo 3’de özetlenmektedir.

Yerel düzey ve yerel doğrusal trend modelleri; mevsimsel, açıklayıcı ya da müdahale değişkeni olmadan da tanımlanabilmektedir. Düzey ve eğim katsayıları üzerine getirilen varsayımlarla oluşturulan, trend ve düzensiz bileşeni içeren model kalıpları Tablo 4’de yer almaktadır.

Tablo 4: Trend ve Düzensiz Bileşen Modellerin Varyansları

Düzey	σ_{ε}^2	σ_{η}^2	
sabit terim	*	0	
yerel düzey	*	*	
rassal yürüyüş	0	*	
Trend	σ_{ε}^2	σ_{η}^2	σ_{ξ}^2
deterministik trend	*	0	0
sabit eğimlidüzey	*	*	0
sabit sapmalı rassal yürüyüş	0	*	0
yerel doğrusal trend	*	*	*
düzgünleştirilmiş trend	*	0	*

Tablo 4: Trend ve Düzensiz Bileşen için Modeller

Model ismi	Model gösterimi
Trendsiz	$y_t = \varepsilon_t$
Deterministik sabit	$y_t = \mu + \varepsilon_t$ $\mu = \mu$
Yerel düzey	$y_t = \mu_t + \varepsilon_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \eta_t$
Rassal Yürüyüş	$y_t = \mu_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \eta_t$
Deterministik trend	$y_t = \mu_t + \varepsilon_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \beta$ $\beta = \beta$
Deterministik trendli yerel düzey	$y_t = \mu_t + \varepsilon_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \beta + \eta_t$ $\beta = \beta$
Sabitli rassal yürüyüş	$y_t = \mu_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \beta + \eta_t$ $\beta = \beta$
Yerel doğrusal trend	$y_t = \mu_t + \varepsilon_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t$ $\beta_t = 0\beta_{t-1} + \xi_t$
Düzgünleştirilmiş trend	$y_t = \mu_t + \varepsilon_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1}$ $\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t$
Rassal trend	$y_t = \mu_t$ $\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1}$ $\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t$

2.3.4.2. Konjonktürel Dalgalanmalar İçin Gözlenemeyen Bileşen Modelleri

Mevsimsel bileşen yer almadığında, gözlenemeyen bileşen modeli (156) nolu denkleme indirgenmektedir.

$$Y_t = \mu_t + \psi_t + \varepsilon_t \quad (156)$$

Harvey (1996)'da konjonktürel dalgalanmaları modellemek için üç model kalıbı tanımlanmaktadır.

2.3.4.2.1. Konjonktür Artı Gürültü Modeli

Konjonktür artı gürültü modelinde, trend bileşeni μ_t sabit kabul edildiği için model (157) nolu denklemdeki gibi ifade edilmektedir.

$$Y_t = \mu + \psi_t + \varepsilon_t \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (157)$$

ψ_t olarak ifade edilen konjonktürel dalgalanmalar, sinüs ve cosinüs fonksiyonlarıyla (158) nolu denklemtteki gibi ifade edilebilmektedir.

$$\psi_t = \alpha \cos(\lambda_c t) + \beta \sin(\lambda_c t) \quad (158)$$

Konjonktür artı gürültü modelinde; λ_c , $(\alpha^2 + \beta^2)^{1/2}$ ve $\tan^{-1}(\beta/\alpha)$ sırasıyla frekans, genişlik ve evreyi temsil etmektedir. (158) nolu denklemdeki konjonktürler, α ve β parametrelerinin zaman boyunca değerlendirilmesine izin veren stokastik yapısına ihtiyaç duymaktadır. Harvey (1996), (158) nolu denklemin son halini (159) nolu denklemdeki gibi ifade etmiştir.

$$\begin{bmatrix} \psi_t \\ \psi_t^* \end{bmatrix} = \rho \begin{bmatrix} \cos\lambda_c & \sin\lambda_c \\ -\sin\lambda_c & \cos\lambda_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_{t-1} \\ \psi_{t-1}^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_t \\ k_t^* \end{bmatrix} \quad (159)$$

(159) nolu denklemde ρ korelasyon katsayısını göstermektedir ve $\rho \in [0, 1]$ sönümlleme faktörüdür. k_t ve k_t^* korelasyonsuz beyaz gürültü hata terimlerini ve $\psi_0 = \alpha$, $\psi_0^* = \beta'$ olduğunu ifade etmektedir. (159) nolu denklem AR(1) süreci vektörü ve L gecikme operatörü olmak üzere (162) nolu denkleme ulaşılmaktadır.

$$L\psi_t = \psi_{t-1} \quad (160)$$

$$\begin{bmatrix} 1 - L\rho\cos\lambda_c & -L\rho\sin\lambda_c \\ L\rho\sin\lambda_c & 1 - L\rho\cos\lambda_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_t \\ \psi_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_t \\ k_t^* \end{bmatrix} \quad (161)$$

$$Y_t = \mu + \{[(1 - L\rho\cos\lambda_c)k_t + (L\rho\sin\lambda_c)k_t^*]/[(1 - 2L\rho\cos\lambda_c + L^2\rho^2)]\} + \varepsilon_t \quad (162)$$

(162) nolu denklemdeki parametrelerin tahminlenmesi için durum uzayı formuna taşınmakta ve Kalman filtresi uygulanmaktadır. parametrelerin tahmininden sonra, tahmin ve düzeltme gerçekleştirilmektedir. Konjonktür artı gürültü modelinin ARIMA modeline indirgenmiş formu “Sabit+ ARIMA(2,2)” modelidir.

2.3.4.2.2. Trend Artı Konjonktür Modeli

Trend artı konjonktür modeli, Harvey(1996) tarafından (163-165) nolu modellerdeki gibi tanımlanmaktadır.

$$Y_t = \mu_t + \psi_t + \varepsilon_t \quad (163)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \quad (164)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t \quad (165)$$

Trend artı konjonktür modelinde de bileşenler durum uzayı formuna yerleştirilerek Kalman filtresi uygulanmaktadır.

Trend artı konjonktür modelinde, hatalar vektörünün kovaryans matrisinin köşegen elemanları $\{\sigma_\eta^2, \sigma_\xi^2, \sigma_k^2 \text{ ve } \sigma_{k^*}^2\}$ olan diagonal bir matristir.

2.3.4.2.3. Konjonktürel Trend Modeli

Konjonktürel trend modelinde, konjonktür trendle birlikte dir. Harvey (1996) modeli (166-168) nolu denklemlerle ifade etmektedir.

$$Y_t = \mu_t + \varepsilon_t \quad (166)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \psi_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \quad (167)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t \quad (168)$$

Parametrelerin tahmini ve hiper parametreler model durum uzayına eklenip Kalman filtresi uygunur. Model, ARIMA(2,2,4) sürecine indirgenmektedir.

2.3.5. Gözlenemeyen Bileşen Modellerinin Durum Uzay Gösterimi

Gözlenemeyen bileşen modellerinin durum uzay formlarının elde edilmesinde temel olarak, hataların kendi aralarındaki ve bileşenlerle olan karşılıklı kovaryanslarının sıfıra eşit olduğu varsayılmaktadır. Bunun dışında, gözlemlere ait hatalarla, bileşenlere ait hataların korelasyonların sıfır olduğu kabul edilmektedir. Varsayımlar altında durum uzay formunun elde edilme adımları (169-173) nolu denklemlerde ifade edilmektedir (Pelagatti, 2016: 103-107):

1) Farklı bileşenlere ait durum vektörleri; bileşenlerin geçiş matrislerinin çapraz olarak birleştirilmesiyle elde edilmektedir. Trigonometrik mevsimsel ve stokastik konjonktür bileşenleri içeren yerel doğrusal düzey modeli için T ve Q matrisleri (169-170) nolu modellerdeki gibi hesaplanmaktadır.

$$T = \begin{bmatrix} T_\mu & 0 & 0 \\ 0 & T_\psi & 0 \\ 0 & 0 & T_\gamma \end{bmatrix} \quad (169)$$

$$Q = \begin{bmatrix} Q_\mu & 0 & 0 \\ 0 & Q_\psi & 0 \\ 0 & 0 & Q_\gamma \end{bmatrix} \quad (170)$$

2) Gözlem denkleminde yer alan Z matrisi, modelde yer alan tüm bileşenlerin satır vektöründe ifadesiyle elde edilmektedir. Trigonometrik mevsimsel ve stokastik konjonktür bileşeni içeren yerel doğrusal düzey modeli için Z matrisi (171) nolu modelde yer almaktadır.

$$Z = [Z_\mu \quad Z_\psi \quad Z_\gamma] \quad (171)$$

3) α_1 başlangıç durumu olmak üzere, ona ait ortalama vektörü ve kovaryans matrisi ise (172-173) nolu modeldeki gibi ifade edilmektedir.

$$\alpha = \begin{bmatrix} \alpha_\mu \\ \alpha_\psi \\ \alpha_\gamma \end{bmatrix} \quad (172)$$

$$P = \begin{bmatrix} P_\mu & 0 & 0 \\ 0 & P_\psi & 0 \\ 0 & 0 & P_\gamma \end{bmatrix} \quad (173)$$

Gözlenemeyen bileşen modellerinin, durum uzay formlarının elde edilme aşamaları dikkate alındığında stokastik kukla mevsimsel bileşen içeren yerel doğrusal trend modeli, $s = 4$ olmak üzere (174-176) nolu denklemlerdeki gibi ifade edilmektedir:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \mu_t \\ \beta_t \\ \gamma_t \\ \gamma_{t-1} \\ \gamma_{t-2} \end{bmatrix}}_{\alpha_t} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}}_T \underbrace{\begin{bmatrix} \mu_{t-1} \\ \beta_{t-1} \\ \gamma_{t-1} \\ \gamma_{t-2} \\ \gamma_{t-3} \end{bmatrix}}_{\alpha_{t-1}} + \underbrace{\begin{bmatrix} \eta_t \\ \xi_t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}}_{\omega_t} \quad (174)$$

$$Q = \left[\begin{array}{cc|ccc} \sigma_{\eta}^2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\xi}^2 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & \sigma_{\omega}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right] \quad (175)$$

$$Y_t = \underbrace{[1 \quad 0 \mid 1 \quad 0 \quad 0]}_Z \alpha_t + \varepsilon_t \quad (176)$$

Kovaryans matrisleri $H = \sigma_{\varepsilon}^2$ ve $G = 0$ olmaktadır.

Stokastik kukla mevsimsel bileşen yerine trigonometrik mevsimsel bileşen içeren yerel doğrusal trend modeli (177-179) nolu denklemlerdeki gibi elde edilmektedir.

$\cos(\pi/2) = 0$, $\sin(\pi/2) = 1$ ve $\cos(\pi) = -1$ olmak üzere durum denklemi;

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \mu_t \\ \beta_t \\ \gamma_{1,t} \\ \gamma_{1^*,t} \\ \gamma_{2,t} \end{bmatrix}}_{\alpha_t} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}}_T \underbrace{\begin{bmatrix} \mu_{t-1} \\ \beta_{t-1} \\ \gamma_{1,t-1} \\ \gamma_{1^*,t-1} \\ \gamma_{2,t-1} \end{bmatrix}}_{\alpha_{t-1}} + \underbrace{\begin{bmatrix} \eta_t \\ \xi_t \\ \omega_{1,t-1} \\ \omega_{1^*,t-1} \\ \omega_{2,t-1} \end{bmatrix}}_{\varepsilon_t} \quad (177)$$

$$Q = \left[\begin{array}{cc|ccc} \sigma_{\eta}^2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{\xi}^2 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & \sigma_{\omega}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{\omega}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \sigma_{\omega}^2 \end{array} \right] \quad (178)$$

$$Y_t = \underbrace{[1 \quad 0 \mid 1 \quad 0 \quad 1]}_Z \alpha_t + \varepsilon_t \quad (179)$$

2.3.6. Tanısal Testler

Doğrusal durum uzay formundaki model tahminlerine ait öngörü hatalarının üç temel varsayımı sağlaması gerekmektedir. Bunlar; hataların otokorelasyonsuz, eşit varyanslı ve normal dağılımlı olmasıdır.

Kalman filtresi yinelemelerinden elde edilen bir adım sonraki öngörü hataları v_t ve varyansları F_t olmak üzere standardize edilmiş öngörü hataları (180) nolu denklemde ifade edilmektedir.

$$e_t = v_t / \sqrt{F_t} \quad (180)$$

2.3.6.1. Hataların Normal Dağılımın Sınanması

Normalliğin (N) sınanması için gerekli test istatistiğinin elde edilme aşamaları (181) ve (182) nolu denklemlerde ifade edilmiştir. Standartlaştırılmış öngörü hatalarının ilk dört momentinin elde edilmesi ve moment değerleri kullanılarak (183) ve (184) nolu denklemlerde yer alan çarpıklık (S) ve basıklık (K) katsayıları bulunmaktadır.

$$m_1 = (1/n) \sum_{t=1}^m e_t \quad (181)$$

$$m_q = (1/n) \sum_{t=1}^m (e_t - m_1)^q \quad q=2,3,4 \quad (182)$$

$$S = m_3 / \sqrt{m_2^3} \quad (183)$$

$$K = m_4 / m_2^2 \quad (184)$$

Elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayıları $S \sim N(0, 6/n)$ ve $K \sim N(3, 24/n)$ için normal dağılımlıdır.

Temel hipotez hataların normal dağılımlı olmasıdır (Jarque ve Bera, 1987: 162). (185) nolu denklemde yer alan test istatistiğini 2 serbestlik dereceli χ^2 tablo değeriyle karşılaştırılmaktadır.

$$JB = n\{(S^2/6) + ((K - 3)^2/24)\} \quad (185)$$

2.3.6.2. Hataların Sabit Varyanslılığının Sınanması

Hataların sabit varyanslılığının sınanmasında Goldfeld ve Quandt (1965) tarafından geliştirilen test kullanılmaktadır. Test, örneklemin belirli iki alt setinin hata kareler toplamalarının karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Test istatistiği, $h \sim T/3$ olmak üzere örnekteki son “h” artık üzerine, ilk “h” artığın karelerinin ortalamasının oranıyla hesaplanmaktadır (Harvey, 1989: 258-260).

(186) nolu modelden elde edilen test istatistiği, (h,h) serbetlik derecelerine sahip $F_{h,h}$ tablo değeri ile karşılaştırılmaktadır (Stamp, 2017: 156).

$$H(h) = (\sum_{t=1}^n e_t^2) / (\sum_{t=1}^{h+1} e_t^2) \quad (186)$$

2.3.6.3. Hatalarda Otokorelasyonun Sınanması

Hataların otokorelasyonlu olup olmadığının sınanmasında Ljung ve Box (1978) tarafından geliştirilen test (Q) kullanılmaktadır. c_j ; j. korelogram değerindeki otokorelasyon katsayı değerini göstermektedir ve (187) eşitliğiyle hesaplanmaktadır.

$$c_j = (1/nm_2)(\sum_{t=j+1}^n (e_t - m_1)(e_{t-j} - m_1)) \quad (187)$$

$$Q(p) = n(n+2)(\sum_{j=1}^p c_j^2 / n - j) \quad (188)$$

İlk q otokorelasyona dayanan Box-Ljung istatistiği (188), q-p serbestlik dereceli χ^2 dağılımı ile karşılaştırılmaktadır.

2.3.7. Model Seçim Kriterleri

Tahminlenen parametrelerde modelin olabilirlik fonksiyonu $l(\hat{\theta})$ 'dır. Model iyi uyum istatistikleri; düzeltilmiş R^2 ($\bar{R}^2$), Akaike bilgi kriteri (AIC), düzeltilmiş Akaike bilgi kriteri (AICc), Bayesyen bilgi kriteri (BIC), Hannan-Quinn bilgi kriteri (HQ) gibi kriterlerdir (Pelagatti, 2016: 162-163).

R^2 , modelde açıklayıcı değişkenlerin bağımlı değişkeni ifade etmekte ne kadar başarılı olduğunu gösteren bir ölçümdür. Açıklayıcı değişken sayısında artış olduğunda R^2 değeri büyür ve gerçeği yansıtmaz. Theil (1971) bu sorunu önlemek amacıyla (189) denklemindeki $\bar{R}^2$ geliştirmiştir (Pelagatti, 2016: 223).

$$\bar{R}^2 = 1 - ((1 - R^2)(n - 1/n - p)) = R^2 - ((1 - R^2)(p/n - p)) \quad (189)$$

Akaike (1974) tarafından ortaya atılan AIC değeri, tahmin edilen modeller içerisinde en küçük AIC değerine sahip olan modelin daha uygun olduğu ifade etmektedir. AIC modeli (190) nolu denklemde ifade edilmektedir.

$$AIC = -2l(\hat{\theta}) + 2p \quad (190)$$

Küçük örneklemde AIC kriteri iyi sonuç vermez. Bu nedenle küçük örneklemelerde, Sugiura (1978) tarafından ortaya atılan ve Hurvich–Tsai (1989) tarafından geliştirilen AICc kriteri kullanılmaktadır:

$$AICc = -2l(\hat{\theta}) + (2pn/n - p - 1) \quad (191)$$

Schwarz (1978), örnek hacmi arttığında AIC'nin modele verdiği cezanın yetersiz kalabileceği ileri sürülerek BIC kriteri geliştirmiştir. BIC, (192) nolu denklemde ifade edilmektedir.

$$BIC = -2l(\hat{\theta}) + p \log n \quad (192)$$

Hannan ve Quinn (1979), AIC'e kıyasla daha ciddi ceza veren diğer bir kriter önermiştir. AIC, BIC kriterleri gibi HQ kriterinin de küçük olması modelin daha iyi olduğunu ifade etmektedir:

$$HQ = -2l(\hat{\theta}) + 2p \cdot \log \log n \quad (193)$$

Gözlenemeyen bileşen model sonuçlarında modelin uyumluluğu; model durağan ise R^2 , model stokastik bir trende sahip ancak mevsimsel bileşen içermiyorsa R_d^2 , mevsimsel bileşen içeriyor ise R_s^2 ile ifade edilmektedir.

2.3.8. İyi Uyumun Değerlendirilmesi

Kalman filtresinden elde edilen olabilirlik fonksiyonu değeri, modelin iyi uyumluluğunun değerlendirilmesinde başvurulan yöntemlerden biridir. (194) nolu denklemde yer aldığı gibi hesaplanmaktadır.

$$\log L(y/\theta^*, \delta = 0) = (NT/2 \log \sigma^2) - 1/2 \sum_{t=1}^T \log |F_t| - (q_T/2 \sigma^2) \quad (194)$$

Öngörü hata varyansı (PEV), modelin iyi uyumluluğunun sınanmasında başvurulan önemli değerlerden birisidir. Tek değişkenli gözlenemeyen bileşen modellerinin öngörü hata varyansı, mevcut durumda bir adım sonrası öngörü

hatalarının varyansını ifade etmektedir. “f” mevcut durum değerini göstermek üzere PEV (Stamp, 2016: 154):

$$PEV = \sigma^2 f . \quad (195)$$

Öngörü hata ortalama sapması (md), artıklara (v_t) ait diğer önemli bir ölçümdür:

$$md = (\hat{\sigma}/T - d)(\sum_{t=d+1}^T |v_t|) \quad t=d+1, \dots, T \quad (196)$$

χ^2 öngörü başarısızlığı (pft), gelecek dönemlerin gerçek veriler ile öngörüsünün benzer olup olmadığını test etmektedir. Temel hipotez modelin gelecek dönemler için iyi tahminleme yaptığını göstermektedir (Nakstad, 2006: 12).

Öngörü başarısızlığı testine ait denklem (197) nolu modelde yer almaktadır (Stamp, 2017: 158).

$$pft = \sum_{j=1}^L v_{T+j}^2 \quad (197)$$

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ UYGULAMALARI

Trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz seriler gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemlerle doğrudan tahmin edilmektedir. Zaman serisinin “ayrışması” olarak isimlendirilen süreçte, sözü edilen yöntemlerle her bileşene doğrudan ekonomik yorum yapılabilmektedir.

Gözlenemeyen bileşen modellerine dayalı olarak ikinci bölümde anlatılmış olan yöntemler ve model kalıpları dikkate alınarak, tezin birinci bölümünde tanımlanan makroekonomik değişkenler için gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan analizlere tezin üçüncü bölümü içerisinde yer verilmektedir.

Bölümün ilk amacı, söz konusu modelleri kullanarak temel makro ekonomik değişkenleri bileşenleri açısından ifade edip yorumlamaktır. İkinci amaç ise; gözlenemeyen bileşen içeren çıktı açığı, Okun katsayısı ve Phillips eğrisi tahminlerini teorik tabanlı yöntemlerle elde etmektir.

Üçüncü bölüm altı alt başlıktan oluşmaktadır. İlk olarak, söz konusu modellere ait literatür taramasına yer verilmektedir. Literatür bölümünde; GSYH, işsizlik ve enflasyonun bileşenlerine ayrışması, çıktı açığı, Okun katsayısı ve Phillips eğrisi için yapılan çalışmalar kendi grupları içinde kronolojik sıralanarak anlatılmaktadır. İkinci olarak araştırmanın konusu ve amacı alt başlık altında ifade edilmektedir. Diğer dört başlık söz konusu modellerle yapılan analizlerden oluşmaktadır. İlk analizde, Türkiye GSYH’sı bileşenleri açısından incelenmektedir. Bu analizde, çalışmanın ikinci bölümünde anlatılan gözlenemeyen bileşen model kalıplarını kullanarak en anlamlı modele ulaşmaya çalışılmaktadır. İkinci analizde, ekonomideki kaynakların verimli kullanımlarına dair bilgi veren, işgücü piyasaları ve enflasyonist politikalar açısından büyük öneme sahip olması sebebiyle çıktı açığı ve potansiyel çıktı tahminleri elde edilmektedir. Gözlenemeyen ancak tahminlenebilen bir değişken olan çıktı açığı, teoriye dayanmayan filtreler yerine (Hodrick-Prescott, Baxter-King vs.); Kalman filtresini kullanan söz konusu modellerle elde edilmektedir. Üçüncü analizde, öncelikle büyüme ve işsizlik, bileşenleri açısından incelenmektedir. Ardından, Okun (1962) tarafından tanımlanan ve büyüme-işsizlik ilişkisi hakkında bilgi veren

Okun katsayısı hesaplanmaktadır. Okun katsayısının tahminlenmesinde, gözlenemeyen potansiyel çıktı ve doğal işsizlik oranı verileri kullanılmaktadır. Bu nedenle, söz konusu modellerin kullanılarak Okun katsayısının tahminlenmesi literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

Son olarak Türkiye işsizlik ve enflasyon değişkenleri bileşenleri açısından ifade edilmektedir. Elde edilen gözlenemeyen bileşenler, üç farklı modelle tanımlanıp Philips eğrisi tahminlenmektedir. Phillips eğrisi tahmininde; çıktı açığı ve doğal işsizlik oranı gibi gözlenemeyen bileşenlerin var olması sebebiyle bu tahminin elde edilmesi çalışma açısından önem arz etmektedir.

Analizlerde 1998:Q1-2016:Q2 dönemi için Türkiye'ye ait GSYH (sabit 1998 bazlı), işsizlik ve enflasyon verileri kullanılmış ve analizler Oxmetrics/STAMP programıyla yapılmıştır. GSYH hesaplamalarında, 2016:Q2 döneminden sonra baz yılı 2009 olarak belirlenmiş ve sabit fiyatlarla hesaplamanın yerini zincirleme hacim endeksi almıştır. Seçilen baz yılının, ABD'de 2008 yılında başlayan küresel krizin Türkiye ekonomisi üzerindeki etkilerini taşıdığı, doğru baz yılı olmadığı ve sonraki yıllardaki değerleri etkilediği düşünülmektedir (Eğilmez, 2016: 1). Bu nedenle çalışmada, belirtilen periyot dikkate alınmıştır.

3.1. LİTERATÜR TARAMASI

GSYH, işsizlik ve enflasyonun gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan tahminlere ait literatür incelendiğinde; GSYH tahminlerine ait çalışmaların, Phillips eğrisi ve Okun katsayısına ait çalışmalara kıyasla daha fazla yapıldığı görülmektedir.

Gözlenemeyen bileşen modellerine dayalı olarak; ABD'ye ait GSYH analizinin yapıldığı Watson (1986) ve Clark (1987) çalışmaları, GSYH'ı durağan olmayan trend bileşenine ve durağan konjoktürel bileşene ayırıştırarak inceleyen temel çalışmalardır.

Nelson ve Plosser (1992), ABD 'nin GSYH ve sanayi üretimi verilerini 1947-1985 periyodu için dönemlik verileri kullanarak tahminleme yapmışlardır. Çalışmalarında trend bileşeninin sabit terimli rassal süreç olduğunu kanıtlamalarına rağmen doğrusal olmayan deterministik trend ya da stokastik trendden hangisinin modeli açıklanamakta daha başarılı olduğunu tespit etmeye odaklanmışlardır.

Stokastik trend bileşeni ve durağan döngüsel bileşenden oluşan modelin, teori ile tutarlı davrandığını ve döngünün 5 yıl olduğu bulgusunu elde etmişlerdir.

Harvey ve Jaeger (1993), çalışmalarında ABD için GSYH verileriyle tahmin yapmışlardır. Trend artı konjonktür modeli yapısını kullanmış ve düzgünleştirme yöntemlerindeki problemlerin üstesinden gelmişlerdir.

Funke (1998), çalışmasında Almanya'nın GSYH yıllık ve çeyrek dönemlik verilerini, Kalman filtresi ve düzleştirme yöntemlerini kullanarak durağan olmayan trend, durağan bir konjonktür ve mevsimsel bileşenlerine ayırtmıştır. Gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemin en önemli avantajının, Hodrick-Prescott filtresinde olduğu gibi bir yumuşatma parametresi seçmek zorunda kalınmaması ve trend büyüme oranlarını tahmin etmeye izin vermesi olduğu sonucu elde edilmiştir.

Abril ve Blanco (1999), gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak Arjantin'in GSYH ve GSMH değerlerini 1875-1999 dönemi için incelediği çalışmasında Arjantin ekonomisi üzerinde etkili 5 yapısal değişim meydana geldiğini ve konjonktürün yaklaşık 5 yıl 7 ay olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

Kichian (1999), Kanada için GSYH analizi yaparken, Flaig (2002), Almanya için GSYH ayrışmasını inceleyerek, trend bileşeninin dört farklı rejim izlediğini, 4 ve 8 yıllık olmak üzere iki konjonktürel bileşenin söz konusu olduğunu, trigonometrik mevsimsel bileşenin stokastik mevsimsel bileşene göre daha anlamlı sonuçlar verdiği bulgusunu elde etmiştir.

Cuevas (2002), gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak Venezuela reel GSYH ve petrol fiyatlarını ortak bir stokastik bir trend ve döngü sürecine ayırttığı çalışmasında, reel GSYH ve reel petrol fiyatları arasında trend ve döngü frekansları arasında güçlü bir ilişkinin olduğu bulgusunu ifade etmiştir.

Bjornland ve diğerleri (2005), çalışmalarında çeşitli metotlarla çıktı açığı tahminlerini yapmış ve yalnızca tek bir yönteme dayanan tahminlerin riskli olduğunu ifade etmişlerdir. Arz yönlü göstergelerin tahminlemelerde yer alması gerekliliğini vurgulamışlardır.

Kouparitsas (2005), yeni ekonomik sistemde ABD'ne ait GSYH üzerinde anlamlı bir trend büyüme oranına sahip olup olmadığını incelediği çalışmasında, yıllık

trend büyüme oranının yaklaşık % 3 civarında olduğu ve bu sonucun 1990'ların son dönemlerindeki eski ekonomiye ait oran ile benzer olduğunu ifade etmiştir.

Nakstad (2006), 5 farklı ülkenin GSYH tahminlerini tek değişkenli ve iki değişkenli formlarda inceleyerek, stokastik trendin varlığının değişkenler üzerindeki etkisini incelemiştir. Trendin, stokastik değil deterministik tanımlandığı modellerin daha kolay tahmin edildiğini ancak gerçek serilerin düşük performans göstermesine neden olduğunu belirtmiştir. Modellere müdahale etkilerinin dahil edilmesi durumunda trendin esnekliğinin de sağlanabildiğini ifade etmiştir.

Altar, Necula ve Bobeica (2010), Romanya için çeşitli yöntemlerle GSYH tahmini yaptıkları çalışmalarında Kalman filtresine dayanan gözlenemeyen bileşen modellerini de kullanarak, konjonktörü 8.14 yıl olarak hesaplamışlardır.

Mitra and Sinclair (2012), çalışmasında G7 ülkeleri için reel GSYH verilerini trend ve döngü bileşenlerine ayıştırdıkları çalışmalarında, dalgalanmalarını öncelikle kalıcı şoklardan kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Kanada ve ABD'nin geçici (döngü) şokları, Almanya, Fransa ve diğer G7 ülkelerinin kalıcı (trend) şoklara sahip olduğu bulgusunu ifade etmişlerdir.

Kastrati (2014), Kosova için potansiyel çıktı ve çıktı açığını tahminlediği çalışmasında, Kosova'da iş çevrimlerinin ana unsurunun mali politikalar olduğu sonucu elde etmiştir.

Dungey ve diğerleri (2015), ABD için GSYH serisine trend-konjonktür ayrışması yaparak gelen şokların yorumlanabilirliğini test etmiş ve trende gelen geçici şokların, konjonktüre gelen kalıcı şokların bulunduğu modelden daha tutarlı olduğu sonucunu bulmuşlardır.

Öğünç ve Ece (2004), Türkiye için potansiyel çıktı tahminlerini gözlenen değişkenlerdeki bilgiyi kullanarak tek değişkenli ve iki değişkenli gözlenemeyen bileşen model kalıplarıyla gerçekleştirmişlerdir. Tek değişkenli yaklaşımda, gerçek çıktıyı zamana göre değişen potansiyel büyüme oranı, rassal yürüyüş süreci izleyen potansiyel çıktı ve durağan çıktı açığına ayıştırmışlardır. Çalışmalarında, çıktı açığının ölçümünü enflasyon ve çıktı açığı arasındaki ilişkiyi dikkate alan Phillips eğrisi olarak isimlendirilen iki değişkenli yaklaşıma genişletmişlerdir. Her iki modelden de benzer çıktı açığı tahminleri elde etmişlerdir. Bununla birlikte, arz

tarafına ilişkin bilginin modele dahil edilmesinin toplam standart hatayı azalttığını ve çıktı açığı tahminlerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Söz konusu çalışmada, 2008 ekonomik krizinden önceki periyot incelenmiştir. Bu nedenle çalışmamızda kriz etkisini taşıyan müdahale değişkeninin yer alması farklılık getirmiştir.

Özbek ve Özlale (2005), 1988-2003 dönemleri Türkiye için çıktı açığı ve çıktı açığı-enflasyon arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında, çıktı açığının Türkiye ekonomisini açıklamada başarılı olduğunu, 1994 ve 2001 yıllarında yaşanan iki önemli ekonomik krizi ve beraberinde gelen resesyonları yakaladığını ifade etmiştir. Enflasyon ve çıktı açığı arasındaki ilişkinin pozitif olmadığı ve bu sonucun hem Phillips eğrisi hem de talep yanlı dinamiklerin Türkiye'deki enflasyonun belirleyicileri olduğu şeklindeki yaygın görüşe karşı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, incelenen periyot nedeniyle 2008 ekonomik krizinin etkileri bulunmamaktadır. Çalışmamız, Phillips eğrisinin farklı model spesifikasyonları için tahminlenmesiyle ve kriz etkisini taşıyan müdahale değişkeninin yer almasıyla farklılık getirmektedir.

Harvey (2011), Amerika için Phillips eğrisi tahmininde bulunduğu çalışmasında hem tek değişkenli hem iki değişkenli model için benzer sonuçlar elde etmiştir. Çıktı açığının %2 'nin üzerinde olmasını, %1'in üzerindeki çekirdek enflasyonla ilişkilendirmiştir.

Kotia (2013), Hindistan için Phillips eğrisi tahminini ARDL ve gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak yapmıştır. Phillips eğrisinin Hindistan'da geçerliliğine dair anlamlı bulguları gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak elde etmiştir.

Machado ve Portugal (2014) çalışmasında, Brezilya için gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak Phillips eğrisi tahmini yaptıkları çalışmalarında enflasyon hedeflemesinin enflasyon oranını azaltma konusunda başarılı olduğunu ve enflasyonun ekonomik aktivitelere tepkisinin yavaşladığı bulgusunu elde etmişlerdir.

Jaeger ve Parkinson (1990), işsizlik histerisini gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemlerle test ettikleri çalışmalarında; Amerika için histeri varlığına dair bulgu elde edemezken, Almanya için mevcut konjonktürel bileşendeki %1'lik bir şokun gelecek doğal oranlarını yaklaşık %0.5 kalıcı olarak arttırdığı bulgusunu elde etmişlerdir.

Moosa (1999) çalışmasında Amerika için Okun katsayısını gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak yaklaşık -0.38 olarak bulmuştur.

Muscatelli ve Tirelli (2001), OECD ekonomilerinde işsizlik ve büyüme arasındaki ilişkiyi gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak incelemiştir. İşsizlik ve büyüme arasında negatif korelasyon olduğu bulgusunu elde etmişlerdir.

Koopman, Ooms ve Hindrayanto (2006), Amerika işsizlik verilerini kullanarak mevsimsel zaman serisindeki periyodik gözlenemeyen döngüleri incelemiştir. İşsizlik serisinde önemli derecede periyodik konjoktürün var olduğu bulgusunu elde etmişlerdir.

Sramkva, Kobilicova ve Krajcir (2010), Slovakya için çıktı açığı ve NAIRU tahminleri yapmışlardır. NAIRU'nun 2001 yılından beri önemli ölçüde düşmesine rağmen diğer Avrupa ekonomileriyle kıyaslandığında halen yüksek seviyelerde olduğu bulgusunu elde etmişlerdir.

Islas ve Cortez (2013), Meksika için Okun katsayısı tahminini kısa dönem için işsizlik ve çıktının geçici bileşenleri arasındaki ilişkiyi; uzun dönem için çıktı ve işsizliğin kalıcı bileşenleri arasındaki ilişkiyi kullanmayı mümkün kılan gözlenemeyen bileşen modelleriyle yapmıştır. Okun katsayısını, kısa dönem için -1.65, uzun dönem için -2.86 olarak bulmuşlardır. Okun katsayısını düşük bulmalarının sebebini, kayıt dışı ekonomi ve iş gücü piyasasındaki katılıkların varlığı ile açıklamışlardır.

Us (2014), Phillips eğrisi denklemini esas alarak Türkiye için enflasyonu hızlandırmayan işsizlik oranını (NAIRU) tahminlediği çalışmasında NAIRU serisinin ekonomideki önemli dönüm noktalarını yakaladığı ve gerçekleşen işsizlik serisine göre kriz dönemlerinde daha sert tepkiler verdiği bulgusunu elde etmiştir. Çalışmamız Us (2014)'e, tek değişkenli olarak elde edilmiş gözlenemeyen bileşenler kullanılarak Phillips eğrisi tahminlenmesiyle farklılık getirmektedir. Ayrıca, tezimizde yer alan enflasyon ve işsizliğe ait kalıcı – geçici bileşen ilişkileri de söz konusu çalışmada yer almamaktadır.

Christodoulou (2015), Kıbrıs için reel GSYH ve işsizlik arasındaki ilişkiyi gözlenemeyen bileşen modellerini kullanarak inceleyerek Okun katsayısını tahminlemiştir. İşsizliğin geçici bileşenlerinde %1 artışın, reel GSYH 'ın geçici bileşenlerinde %1.73 azalışa yol açtığı sonucunu elde etmişlerdir.

Tirkayi ve Khakimov (2017), gözlenmeyen bileşen modelleri, Hodrick-Presscot ve Baxter - King filtresi kullanarak Türkiye için Okun katsayısını tahminlemişlerdir. Okun katsayısının gelişmiş ülkelerde daha yüksek olduğunu ve 2001 krizinden sonra Türkiye'de konjonktürel çıktı ve işsizliğin yapısal değişimle karşılaştığını dolayısıyla ampirik deneylerle desteklenmediğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda, anlamlı ilişkiler bulunmuş ve Okun katsayısı -0.6104 olarak hesaplanmıştır. Okun katsayısının düşük bulunmasının da söz konusu çalışmanın ifade ettiği gibi gelişmekte olan ülkeler için geçerli olduğu belirtilmiştir.

Domenech ve Gomez (2006), Amerika GSYH değişkenini geçici- kalıcı bileşenlerine ayırarak çıktı açığı verisini elde etmiş ve bu veriyi kullanarak Phillips eğrisi, Okun katsayısı ve yatırım denklemleri için tahminler yapmıştır. Çıktı açığının, yatırım faiz oranı ve enflasyon oranıyla pozitif korelasyonlu, işsizlik oranıyla ise negatif korelasyonlu olduğu sonucunu elde etmişlerdir. İstatistiki olarak anlamlı sonuçlar elde edilmesi nedeniyle, ekonomik kararlar açısından analizlerde değişkenlerin ayrıştırılmasının kullanılması gerekliliğini ifade etmişlerdir.

3.2. ARAŞTIRMANIN KONUSU VE AMACI

Zaman serileriyle tahminleme yaparken, serilerin durağanlaştırılarak analize başlanması serinin gerçekliğini bozmaktadır. Bunun yanı sıra, ekonomik karar vericiler açısından önemli olan ancak gözlenemeyen değişkenlerin gerçeğe yakın tahminlenmesi gerekmektedir. Ekonomik sistemde analizlerin gerçeği yansıtmaması son derece önemlidir. Gözlenemeyen bileşen modelleri bahsedilen iki sorunla da baş edebilmektedir. Söz konusu modeller, durum uzayında temsil edildikten sonra Kalman filtresiyle yinelemeli olarak tahmin edilmektedir. Durum uzay formunda temsil edilmeleri sayesinde de veri setinde eksik değerlerle, farklı periyodik frekanslarla ve sapan gözlemlerle başedilebilmektedir.

Söz konusu modeller, serilerin bileşenleri açısından ayrı ayrı gözlemlenip yorumlanmasına izin vermektedir. Bununla birlikte, bir zaman serisini bileşenlerinden ayrıştırarak tahminlemek yerine, bileşenleri açısından ifade edip gerçekliğini bozmadan tahminlemeyi mümkün kılmaktadır.

Ekonomik sistemlerde karar vericiler açısından önemli olan ancak tahmin edilemeyen çıktı açığı, potansiyel çıktı ve doğal işsizlik oranı değişkenlerin teorik tabanlı olarak elde edilmesi söz konusu modellerle sağlanmaktadır.

Araştırmanın konusu, gözlenemeyen bileşen modellerine ait yöntemleri, kullandığı model kalıplarını incelemek ve söz konusu yöntemleri kullanarak ekonomik sistemdeki üç temel makroekonomik değişkene ait tahminlemeler yapmaktır.

Araştırmanın ilk amacı, gözlenemeyen bileşen modellerine ait teoriyi anlatarak, Türkiye ekonomisinde büyük öneme sahip olan üç temel makro ekonomik değişkeni bileşenleri açısından ifade etmektir. GSYH, işsizlik ve enflasyon gözlenemeyen bileşenleri cinsinden ifade edildikten sonra; çıktı açığı , doğal işsizlik oranı ve potansiyel çıktı tahminlerini kullanarak çıktı açığı, Okun katsayısı ve Phillips eğrisi tahminlerinin yapılması ikinci amacı oluşturmaktadır.

Çalışma bazı hususlar nedeniyle öncü niteliktedir. Bu hususlardan ilki, gözlenemeyen bileşen modelleri; durum uzay formu, Kalman filtresi ve gözlenemeyen bileşen kalıpları şeklinde kapsamlı ve anlaşılır bir şekilde anlatılmaktadır. İkinci olarak; Türkiye için GSYH, enflasyon ve işsizlik bileşenleri aynı çalışmada ifade edilmektedir. Üçüncü olarak, söz konusu yöntemi kullanarak Türkiye için çıktı açığı, Okun katsayısı ve Phillips eğrisi tek çalışmada tahminlenmektedir. Yukarıda saydığımız tüm özellikler çalışmamıza önemli bir katkı sağlamaktadır. Son olarak, gözlenemeyen bileşen modelleriyle; iktisadi dalgalanmalar, Phillips eğrisi ve Okun katsayısı gibi iktisadi konuların ilişkisi tanımlanmaktadır.

Çalışma temel amaçların dışında; iktisadi dalgalanmalar, çıktı açığı, Okun katsayısı ve Phillips eğrisiyle ilgili analizler yapacak olan araştırmacıların, teorik tabanlı olmayan filtreler yerine gözlenemeyen bileşen modellerini kullanmalarını hedeflemektedir. Bu sayede, gerçeğe daha yakın sonuçların elde edilmesi mümkün olmaktadır (Yalçın Kayacan ve Üçdoğru Birecikli, 2018: 335).

3.3. TÜRKİYE İÇİN GSYH’NIN GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ

GSYH serisi, logaritması alınmadan ve mevsimsel düzeltme yapılmadan bileşenleri açısından çeşitli model kalıplarıyla denenerek Model 1- Model 14 olarak tahminlemiş ve en uygun model seçilmiştir.

❖ Model 1: Deterministik Yerel Düzey

GSYH değişkeni deterministik trend ve düzensiz bileşenden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiştir. Trend bileşenine ait gözlenemeyen bileşen model kalıplarından birini ifade eden Model 1’e ait tahmin sonuçları, Tablo 5’de yer almaktadır.

Durum uzayı formunda temsil edilerek Kalman filtresi ile tahmin edilen gözlenemeyen bileşenlere ait hataların tanısallık testlerde ifade edilen varsayımları sağlaması gerekmektedir. Öngörü hatalarının normal dağılımlı, sabit varyanslı ve otokorelasyonsuz olması gerekmektedir.

Tablo 5’de yer alan sonuçlar hataların normal dağılımlı olduğu görülmektedir. Ancak hatalar otokorelasyonlu ve farklı varyanslıdır.

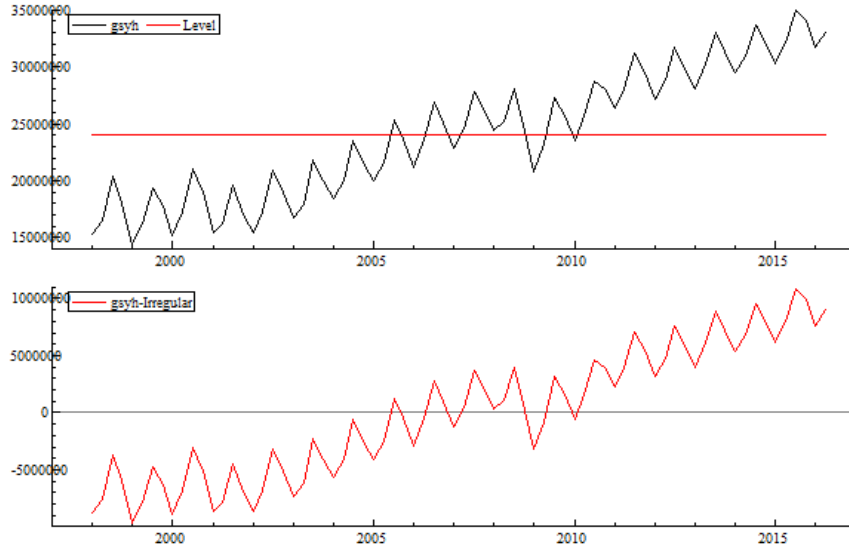
Model 1, tanısallık testlerde gerekli olan varsayımları sağlamamaktadır. Dolayısıyla q oranını dikkate alarak modelde hangi bileşen varyasyonunun etkisinin daha fazla olduğunu ve modelin geleceğe dönük başarısını değerlendirmek anlamlı değildir.

Model 1 bileşenlerinin yer aldığı grafik Şekil 13’de ifade edilmiştir. Grafik modelin düzey ve düzensiz bileşenlerini göstermektedir. Anlamlı tahmin sonuçları elde edilmediği için sonuçlar gerçeği yansıtmamaktadır.

Tablo 5: Model 1 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzey	24081522.6553 [0.000]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzey, σ_{η}^2	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_{ε}^2	3.20445e+013 (1.000)
N [χ^2_{24} tablo]		3.3699 [5.991]
H(24) [$F_{24,24}$ tablo]		16.203 [1.98]**
Q(8,7) [χ^2_1 tablo]		258.6 [3.841]**
R²		0.0132
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		21.4040 [0.0061]**

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{24} tablo], [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 13: Model 1 Bileşenleri Grafiği

❖ Model 2: Stokastik Yerel Düzey

GSYH değişkeni stokastik trend ve düzensiz bileşenden oluşan yerel düzey modeline ait tahmin sonuçları Tablo 5’de yer almaktadır.

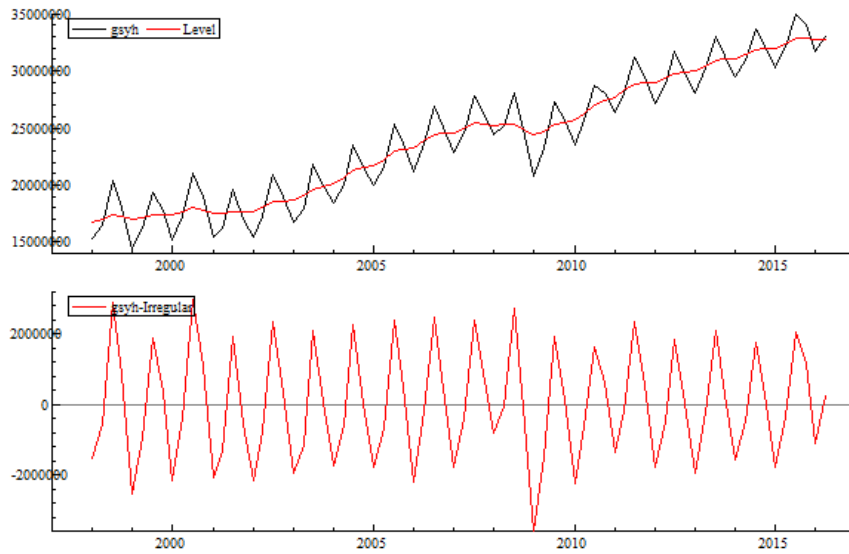
Tablo 6: Model 2 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzey	32797013.3242 [0.0000]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzey, σ_η^2	5.82925e+011 (0.1870)
	Düzensiz, σ_ε^2	3.11688e+012 (1.000)
N [χ^2tablo]		0.4064 [5.991]
H(24) [$F_{24,24}$ tablo]		0.7917 [1.980]
Q(8,7) [χ^2tablo]		201.02 [3.841]**
R²		0.8526
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		5.8652 [0.6623]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Tablo 6’da görüldüğü üzere, Model 2 tanısal testlerde gerekli olan otokorelasyon varsayımını sağlamamaktadır. Model tanısal testlere ait varsayımları sağlamadığı için, q oranını ve öngörü başarısızlığını değerlendirmek anlamlı değildir.

Model 2 bileşenleri, Şekil 14’de ifade edilmiştir. Ancak tanısal testlerde anlamlı sonuçlar elde edilmediği için bulgular gerçeği yansıtmamaktadır.

Şekil 14: Model 2 Bileşenleri Grafiği

❖ Model 3: Müdahale Değişkenli Yerel Düzey

GSYH değişkeni müdahale değişkenli yerel düzey modeli olarak; stokastik düzey, müdahale değişkeni ve düzensiz bileşenden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiştir.

Müdahale değişkeninin 2009Q1 tarihi program tarafından belirlenmiştir. 2008 ekonomik krizinin etkisinin 2009Q1 dönemindeki etkisi ve müdahale değişkeninin istatistiki anlamlılığı göz önüne alındığında müdahale değişkenin doğru noktada yer aldığı ifade edilebilir.

Tablo 7: Model 3 Tahmin Sonuçları

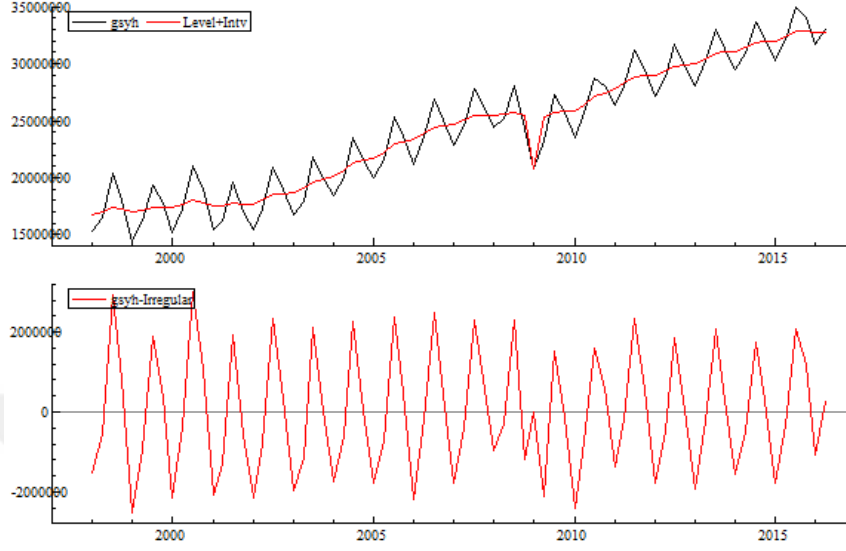
Katsayı [prob]	Düzey Müdahale(2009:Q1)	32791223.6070 [0.0000]** -2.3656 [0.0206]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzey, σ_η^2	5.31958e+011 (0.1800)
	Düzensiz, σ_ε^2	2.95565e+012 (1.000)
N [χ^2_{24}tablo]		0.3887 [5.991]
H(24) [$F_{24,24}$tablo]		0.7971 [1.980]
Q(8,7) [χ^2_1tablo]		200.14 [3.841]**
R²		0.8526
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		6.2437 [0.6200]

**0%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{24} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Tablo 7, otokorelasyonla ilgili varsayımın gerçekleşmediğini göstermektedir. Tanısal testler sağlanamadığı için model sonuçları değerlendirilmemektedir.

Model 3 bileşenleri, Şekil 15'de yer almasına rağmen varsayımın sağlanmaması nedeniyle yorumlanamamaktadır.

Şekil 15: Model 3 Bileşenleri Grafiği



❖ Model 4: Mevsimsel Yerel Düzey

GSYH değişkeni, stokastik trend ve trigonometrik mevsimsel bileşenden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiştir. Model 4'e ait sonuçlar, Tablo 8'de yer almaktadır.

Model 4'e ait sonuçlar incelendiğinde, tanısal testlerdeki varsayımların sağlandığı görülmektedir. Bu nedenle modele ait sonuçları değerlendirmek mümkündür. Modelin mevsimsel ve stokastik düzey bileşenlerine ait katsayıların %5 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

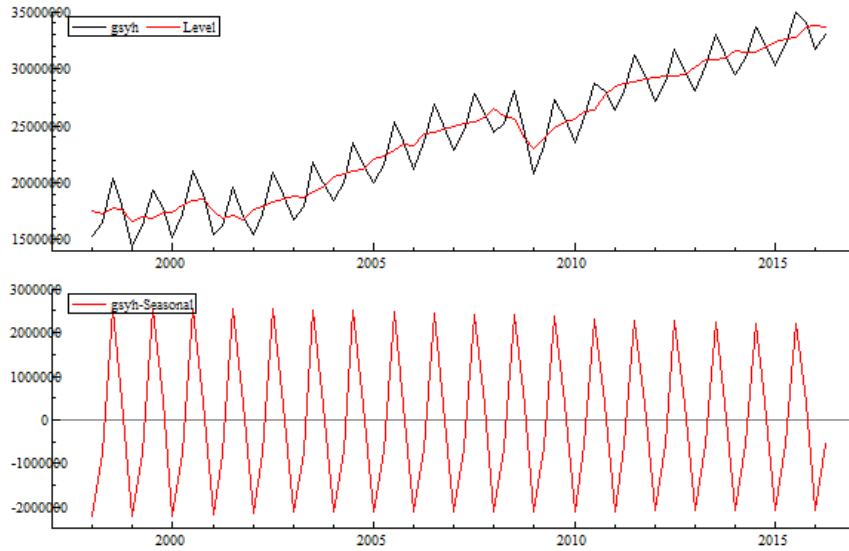
Modelin varyasyonlarını ifade eden q oranları incelendiğinde; stokastik trende ait varyasyonun, mevsimsel bileşenlere ait varyasyondan büyük olduğu görülmektedir. Düzensiz bileşene ait q oranının sıfır olması, modelin tahminlendiği bileşenleri tarafından açıklanabildiğini göstermektedir. χ^2 öngörü başarısızlığı istatistiği, modelin geleceği tahminlemede başarılı olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 8: Model 4 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzye	33598804.9434 [0.0000]**
	Mevsimsel Q1	2076278.51314 [0.0000]**
	Mevsimsel Q2	537756.8434 [0.0004]**
	Mevsimsel Q3	2198183.9868 [0.0000]**
	Mevsimsel Q4	415851.3697 [0.0060]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzye, σ_{η}^2	3.38365e+011 (1.000)
	Mevsimsel, σ_{ω}^2	5.39315e+008 (0.0015)
	Düzensiz, σ_{ϵ}^2	0.0000 (0.0000)
N [χ^2tablo]		4.848 [5.991]
H(23) [$F_{23,23}$tablo]		1.031 [2.050]
Q(9,7) [χ^2tablo]		3.887 [5.991]
Rs²		0.0491
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		5.1626 [0.7401]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 16’da bileşenlere ait grafikler üzerinde, modeli açıklamakta başarılı olan mevsimsel bileşen ve stokastik düzey bileşeninin varlığı açıkça görülmektedir.

Şekil 16: Model 4 Bileşenleri Grafiği

❖ Model 5: Deterministik Düzey ve Stokastik Eğim Yerel Doğrusal Trend Modeli

GSYH değişkeni, deterministik düzey ve stokastik eğim bileşeninden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiştir.

Tablo 9’da yer alan sonuçlar incelendiğinde, otokorelasyonla ilgili varsayımın gerçekleşmediği görülmektedir. Bu nedenle Model 5 değerlendirilememektedir.

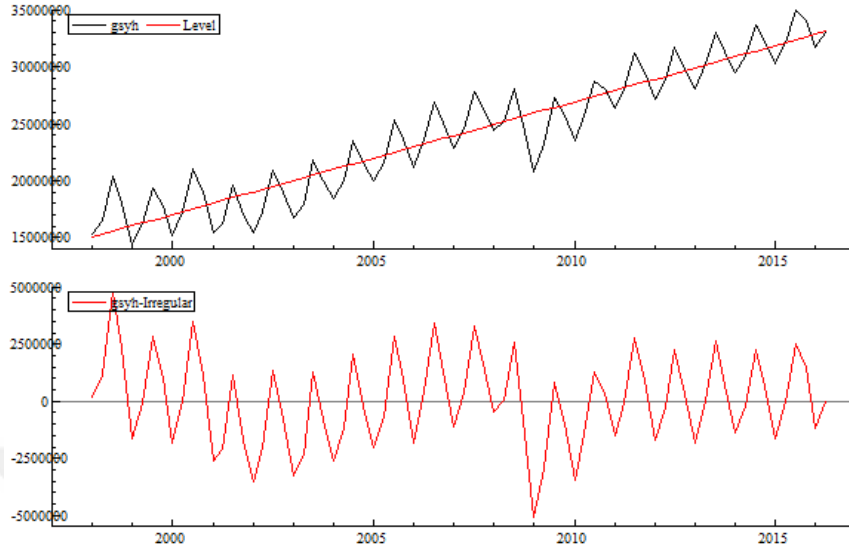
Model 5 bileşenlerinin grafiksel gösterimi Şekil 17’de yer almaktadır. Otokorelasyon varsayımının sağlanmaması nedeniyle grafiğin yorumlanması da anlamlı değildir.

Tablo 9: Model 5 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzey	33097208.8569 [0.0000]**
	Eğim	247005.1010 [0.0000]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzey, σ_η^2	0.0000 (0.0000)
	Eğim, σ_ξ^2	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_ε^2	3.87983e+012 (1.000)
N [χ^2_{24}tablo]	0.4134 [5.991]	
H(24) [$F_{24,24}$tablo]	0.6912 [1.980]	
Q(9,7) [χ^2_{24}tablo]	135.42 [5.991]**	
Rd²	0.3516	
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]	4.9325 [0.7648]	

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{24} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 17: Model 5 Bileşenleri Grafiği



❖ Model 6: Stokastik Düzey ve Stokastik Eğim Yerel Doğrusal Trend Modeli

GSYH değişkeni, stokastik düzey ve eğim bileşeninden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiş ve tahmin sonuçları Tablo 10'da özetlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde otokorelasyonla ilgili varsayımın sağlanmadığı görülmektedir. Bu nedenle Model 6 sonuçlarını değerlendirmeye gerek yoktur.

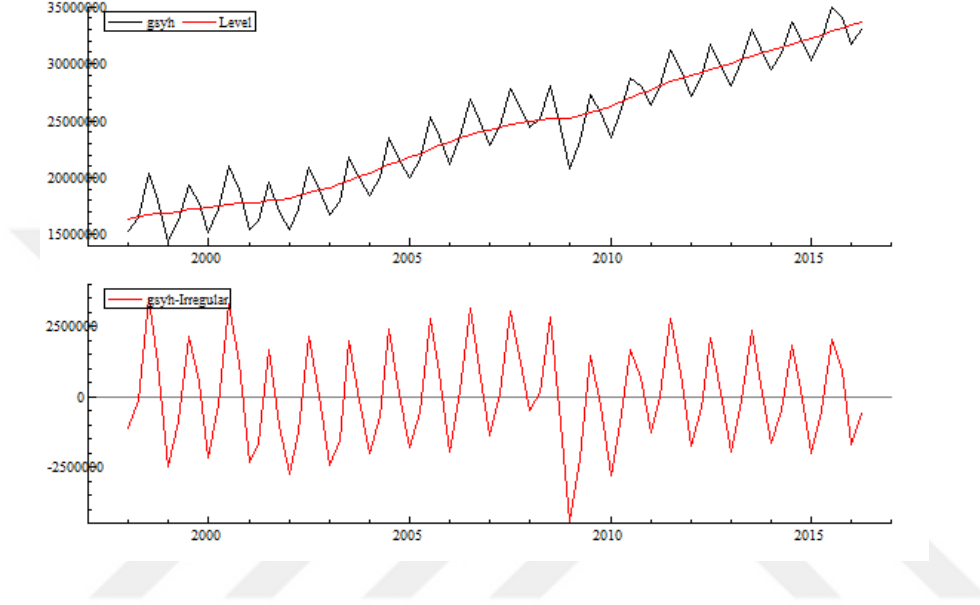
Tablo 10: Model 6 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzey	33650981.5663 [0.0000]**
	Eğim	316062.8750 [0.0020]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzey, σ_{η}^2	1.22147e+011 (0.0358)
	Eğim, σ_{ξ}^2	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_{ε}^2	3.40723e+012 (1.000)
N [χ^2_{23}tablo]	0.0807 [5.991]	
H(23) [$F_{23,23}$tablo]	0.5765 [2.050]	
Q(9,7) [χ^2_{16}tablo]	150.57 [5.991]**	
Rd²	0.3155	
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]	4.8741 [0.7709]	

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{23} tablo], [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Model 6 bileşenlerinin, Şekil 18’de yer alan grafikleri varsayımın sağlanmaması sebebiyle yorumlanamamaktadır.

Şekil 18: Model 6 Bileşenleri Grafiği



❖ Model 7: Stokastik Düzey ve Deterministik Eğim Yerel Doğrusal Trend Modeli

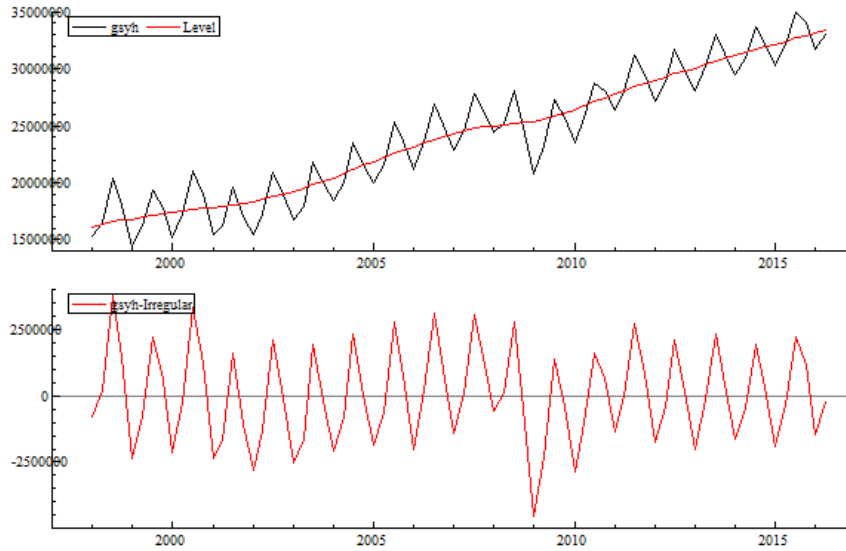
GSYH değişkeni, stokastik düzey ve deterministik eğim bileşenden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiş ve Tablo 11’de özetlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde eğim bileşenine ait q oranının sıfır olduğu görünmektedir. Eğim bileşeninin varyasyonunun sıfır olması deterministik eğimi ifade etmektedir. Bu nedenle, Model 7’in sonuçları, Model 6 ile aynıdır. Model 7’de de otokorelasyon varsayımı sağlanmadığı için sonuçlar yorumlanamamaktadır.

Tablo 11: Model 7 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzey	33650981.5032 [0.0000]**
	Eğim	316062.8707 [0.0020]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzey, σ_{η}^2	1.22147e+011 (0.0358)
	Eğim, σ_{ξ}^2	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_{ε}^2	3.40723e+012 (1.000)
N [χ^2_{23} tablo]		0.0807 [5.991]
H(23) [$F_{23,23}$ tablo]		0.5765 [2.050]
Q(9,7) [χ^2_{16} tablo]		150.57 [5.991]**
Rd ²		0.3155
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		4.8741 [0.7709]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{23} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Model 7'nin bileşenlerine ait grafikler Şekil 19'de yer almaktadır ve model tanısal testlerden geçemediği için değerlendirilmemiştir.

Şekil 19: Model 7 Bileşenleri Grafiği

❖ Model 8: Müdahale Bileşenli Doğrusal Trend Modeli

GSYH değişkeni, müdahale bileşenli deterministik düzey ve eğim bileşenlerinden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiş ve sonuçlar Tablo 12'de özetlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, otokorelasyonla ilgili varsayımın

gerçekleşmediği görülmektedir. Bu nedenle Model 8'e ait sonuçlar değerlendirilememektedir.

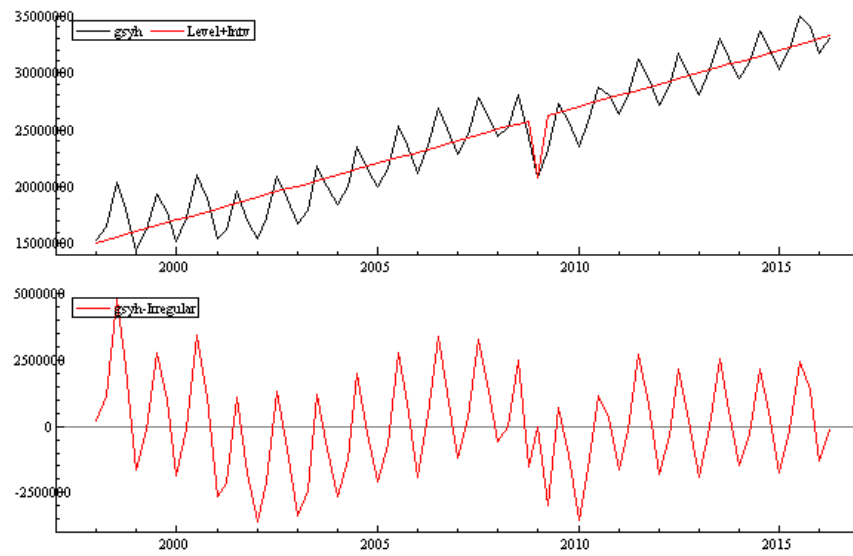
Tablo 12: Model 8 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzy	3320898.0805 [0.0000]**
	Eğim	248153.5074 [0.0000]**
	Müdahale(2009Q1)	-5169742.8464 [0.0082]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzy, σ_{η}^2	0.0000 (0.0000)
	Eğim, σ_{ξ}^2	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_{ε}^2	3.56376e+012 (1.000)
N [χ^2tablo]		0.2661 [5.991]
H(23) [$F_{23,23}$tablo]		0.5922 [2.050]
Q(9,7) [χ^2tablo]		157.39 [5.991]
Rd²		0.4208
χ^2tahminleme başarısızlığı [prob]		5.0455 [0.7527]

**0%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 20'de yer alan ve Model 8'e ait olan grafikler, model tanısıl testlerden geçemediği için değerlendirilmemiştir.

Şekil 20: Model 8 Bileşenleri Grafiği



❖ Model 9: Mevsimsel Bileşenli Doğrusal Trend Modeli

GSYH değişkeni; kukla mevsimsel bileşenli, stokastik düzey ve deterministik eğim bileşenlerinden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiş ve sonuçları Tablo 12’de özetlenmiştir.

Model 9’a ait sonuçlar incelendiğinde, hatalara ait varsayımların sağlandığı görülmektedir. Bu nedenle model sonuçlarını değerlendirmek mümkündür. Kukla mevsimsel, stokastik düzey ve deterministik eğim bileşenlerine ait katsayıların %5 önem seviyesinde istatistiki olarak anlamlı olduğu bulgusu elde edilmiştir.

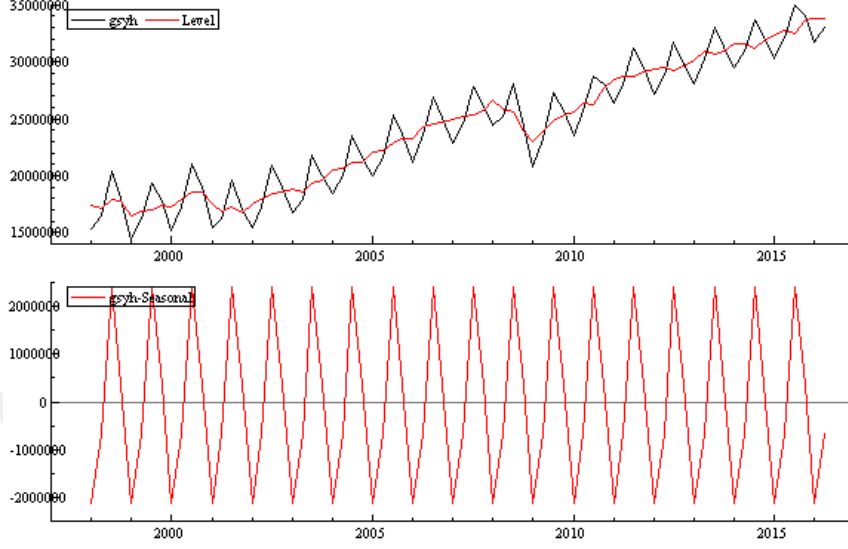
Hataların varyasyonlarını ifade eden q oranları incelendiğinde, en yüksek varyasyonun stokastik eğim bileşenine ait olduğu görülmektedir. Bu sonuçla, GSYH serisindeki varyasyonun tek kaynağının stokastik eğim tarafından açıklandığı söylemek mümkündür. Düzensiz bileşene ait q oranının sıfır olması, serinin bileşenleri tarafından açıklanabildiğini ifade etmektedir. χ^2 öngörü başarısızlığı istatistiği, modelin geleceği tahminlemede başarılı olduğunu göstermektedir.

Tablo 13: Model 9 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzye	33723865.6118 [0.0000]**
	Eğim	223825.3783 [0.00139]**
	Mevsimsel Q1	2118935.1489 [0.0000]**
	Mevsimsel Q2	662817.5118 [0.0000]**
	Mevsimsel Q3	2410747.0765 [0.0000]**
	Mevsimsel Q4	371005.5841 [0.0000]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzye, σ_η^2	3.29392e+011 (1.000)
	Eğim, σ_ξ^2	0.0000 (0.0000)
	Mevsimsel, σ_ω^2	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_ε^2	0.0000 (0.0000)
N [χ^2tablo]		3.9542 [5.991]
H(23) [$F_{23,23}$tablo]		0.9972 [2.050]
Q(10,7) [χ^2tablo]		8.3869 [7.814]**
Rs²		0.2312
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		6.6324 [0.5768]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 21: Model 9 Bileşenleri Grafiği



Model 9 bileşenlerine ait Şekil 21’de ifade edilen grafikler incelendiğinde, stokastik eğimin ve mevsimsellik bileşeninin GSYH serisi üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir.

❖ Model 10: Müdahale ve Mevsimsel Bileşenli Yerel Doğrusal Trend Modeli

GSYH değişkeni; kukla mevsimsel, müdahale, stokastik düzey ve deterministik eğim bileşenlerinden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiş ve sonuçları Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14: Model 10 Tahmin Sonuçları

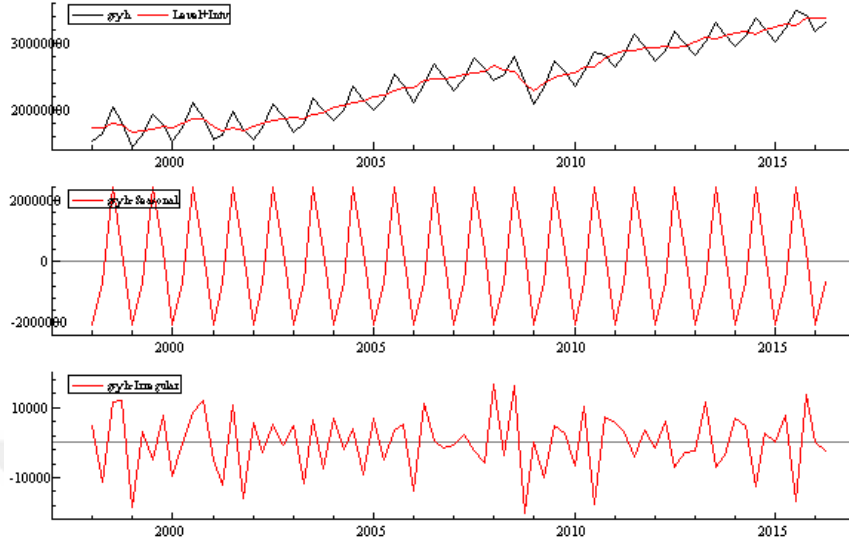
Katsayı [prob]	Düzey	33739287.1884 [0.0000]**
	Eğim	224661.4113 [0.0008]**
	Müdahale(2009Q1)	-1007737.5376[0.0000]**
	Mevsimsel Q1	2077971.71350 [0.0000]**
	Mevsimsel Q2	675728.9266 [0.0000]**
	Mevsimsel Q3	2397139.0822 [0.0000]**
	Mevsimsel Q4	356561.5578 [0.0000]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzey, σ_{η}^2	2.99958e+011 (84.40)
	Eğim, σ_{ξ}^2	0.000000 (0.0000)
	Mevsimsel, σ_{ω}^2	0.000000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_{ϵ}^2	3.55403e+009 (1.000)
N [χ^2tablo]		5.3259 [5.991]
H(22) [$F_{22,22}$tablo]		0.66260 [2.150]
Q(13,7) [χ^2tablo]		12.447 [12.591]
Rs²		0.30407
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		7.0114 [0.5354]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Sonuçlar incelendiğinde modelin hata varsayımlarını sağladığı görülmüştür. Modelde yer alan stokastik düzey, deterministik eğim, müdahale değişkeni ve mevsimsel bileşenlere ait katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. Stokastik düzeye ait q varyasyon oranı diğer bileşenlere ait varyasyon oranından oldukça büyüktür ve GSYH'daki varyasyonun ağırlıklı olarak stokastik düzey bileşeni tarafından açıklandığını göstermektedir. Düzensiz bileşene ait q oranının sıfırdan farklı olması ise modelin GSYH'ın bileşenleri tarafından yeteri kadar açıklanamadığını, modelde yer almayan bileşenlerin etkisinin olduğunu ifade etmektedir. χ^2 tahminleme başarısızlığı istatistiği ise modelin geleceği tahmin etmede başarılı olduğunu ifade etmektedir.

Model bileşenlerine ait etkiler Şekil 22'de net bir şekilde izlenebilmektedir.

Şekil 22: Model 10 Bileşenleri Grafiği



❖ Model 11: Konjonktür Artı Gürültü Modeli

GSYH değişkeni, konjonktürel ve düzensiz bileşenden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiş ve sonuçları Tablo15’de özetlenmiştir.

Tablo 15: Model 11 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzye Konjonktür	24160149.3633 [0.63775] 10179665.4855 [.NaN]
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzye, σ_{η}^2 Konjonktür, σ_{ψ}^2 Düzensiz, σ_{ε}^2	0.0000 (0.0000) 1.30331e+008 (3.449e-005) 3.77858e+012 (1.000)
Konjonktür	Varyans, σ_{κ}^2 OrtalamaUzunluk(yıl) Frekans, λ Sıçrama faktörü, ρ	6.9097e+010 10000.0000 2500.0000 0.9990
N [χ^2_{24}tablo]		0.2346 [5.991]
H(24) [$F_{24,24}$tablo]		0.6472 [1.980]
Q(11,7) [χ^2_4tablo]		190.28 [9.487]**
R²		0.8704
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		4.5357 [0.8059]

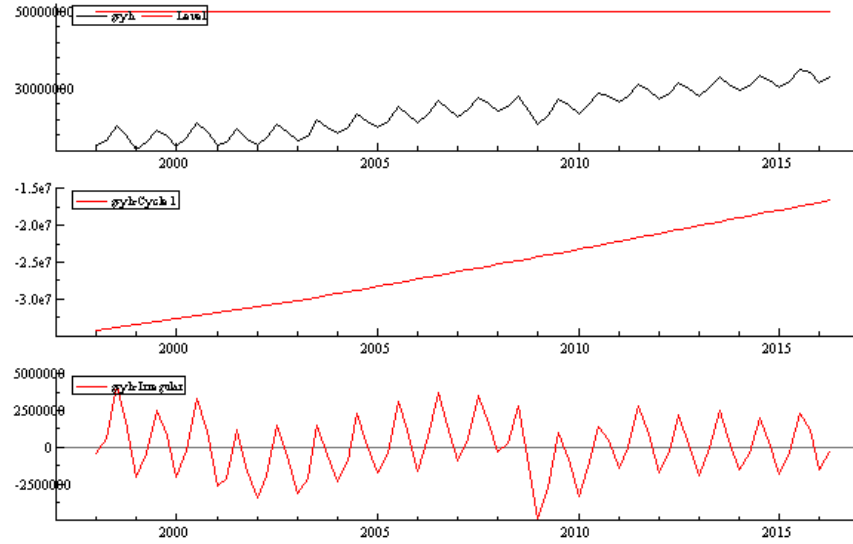
**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{24} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Tablo 15’de yer alan konjonktürün hatasının varyansı σ_k^2 ile konjonktürün varyansı σ_ψ^2 farklıdır. σ_k^2 , konjonktürün stokastikliğini ifade etmektedir. σ_k^2 ’nın büyük olması stokastik konjonktürün varlığını göstermektedir. σ_k^2 ile σ_ψ^2 arasındaki ilişki aşağıdaki denklemde yer aldığı gibidir.

$$\sigma_k^2 = (1 - p)\sigma_\psi^2 \quad (198)$$

Model 11’de hatalara ait otokorelasyon varsayımını sağlanmamıştır. Sonuçlar gerçeği yansıtmamaktadır ve Şekil 23’de bileşenlere ait olan grafikler değerlendirilememektedir.

Şekil 23: Model 11 Bileşenleri Grafiği



❖ Model 12: Trend Artı Konjonktür Modeli

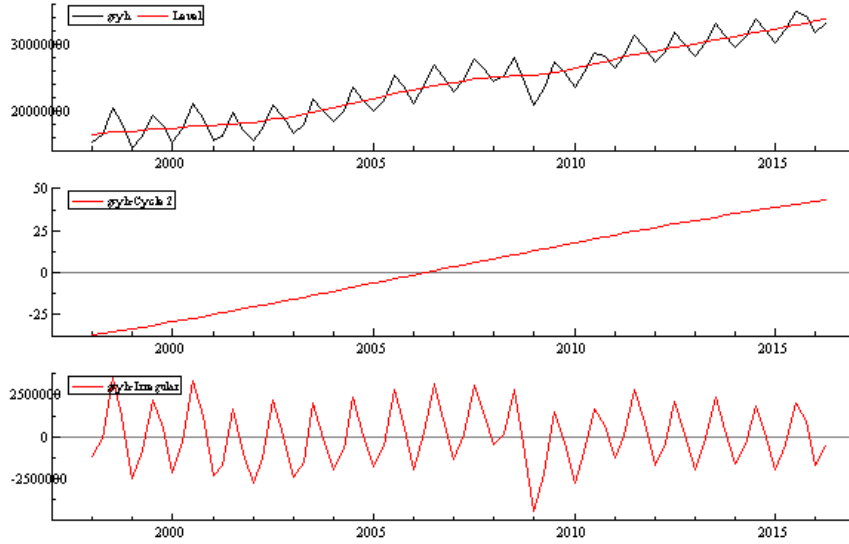
GSYH değişkeni, trend artı konjonktür bileşeninden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiştir..

Tablo 16’daki sonuçlar incelendiğinde, otokorelasyon varsayımının sağlanmadığı görülmektedir. Model sonuçları gerçeği yansıtmadığı için bulgular ve Şekil 24’de yer alan grafikler değerlendirilememektedir.

Tablo 16: Model 12 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzye Eğim Konjonktür	33097208.8565 [0.0000]** 247005.1010 [0.0000]** 0.1478 [.NaN]
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzye, σ_{η}^2 Eğim, σ_{ξ}^2 Konjonktür, σ_{ψ}^2 Düzensiz, σ_{ε}^2	0.0042 (1.197e-015) 0.0000 (0.0000) 0.0102 (2.879e-015) 0.3723 (1.049e-013)
Konjonktür	Varyans, σ_{κ}^2 Ort. Uzunluk(yıl) Frekans, λ Sıçrama faktörü, ρ	2500524554.2505 7.77246 0.20210 0.99999
N [χ^2tablo]		0.4134 [5.991]
H(23) [$F_{23,23}$tablo]		0.6912 [2.050]
Q(12,7) [χ^2_5tablo]		196.74 [11.070]**
Rd²		0.4067
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		4.8741 [0.7709]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 24: Model 12 Bileşenleri Grafiği

❖ Model 13: Konjonktürel Trend Modeli

GSYH değişkeni konjonktürel trend bileşeninden oluşan model kalıbıyla tahminlenmiştir (Tablo 17).

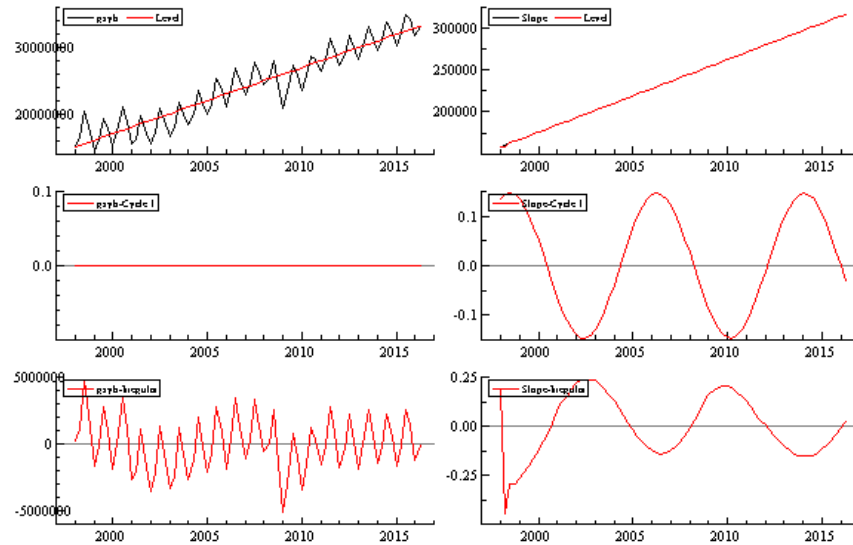
Model 13'e ait sonuçlarda otokorelasyon varsayımı sağlanmadığı için sonuçlar ve Şekil 25'de bileşenlere ait grafikler değerlendirilememektedir.

Tablo 17: Model 13 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzy Eğim Konjontür	33650928.9641 [0.0000]** 316061.6162 [0.0020]** 59.78287 [.NaN]
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzy, σ_η^2 Eğim, σ_ξ^2 Konjontür, σ_ψ^2 Düzensiz, σ_ε^2	1.22154e+011 (0.0358) 0.0000 (0.0000) 522.926 (1.535e-010) 3.40721e+012 (1.000)
Konjontür	Varyans, σ_k^2 Ort. Uzunluk(yıl) Frekans, λ Sıçrama faktörü, ρ	2500524554.2505 77.3143 0.0203 1.0000
N [χ^2tablo]		0.0807 [5.991]
H(23) [$F_{23,23}$tablo]		0.5765 [2.050]
Q(12,7) [χ^2_5tablo]		221.05 [11.070]**
Rd²		0.3310
χ^2 öngörü başarısızlığı [prob]		0.0699 [1.0000]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 25: Model 13 Bileşenleri Grafiği



❖Model 14: Mevsimsel Bileşenli Konjonktür Artı Gürültü Modeli

GSYH değişkeni trigonometrik mevsimsel bileşenli konjonktür artı düzensiz bileşenden oluşan model kalıbı kullanılarak tahminlenmiştir (Tablo 18).

Tablo 18: Model 14 Tahmin Sonuçları

Katsayı [prob]	Düzye Eğim Konjonktür Mevsimsel Q1 Mevsimsel Q2 Mevsimsel Q3 Mevsimsel Q4	33253647.6732 [0.0000]** 237922.3783 [0.0000]** 400364.0443 [.NaN] 2041561.1616 [0.0000]** 528337.8849 [0.0006]** 2139092.0505 [0.0000]** 430806.9961 [0.0049]**
Hatanın varyansı (q oranı)	Düzye, σ_η^2 Eğim, σ_ξ^2 Konjonktür, σ_ψ^2 Mevsimsel, σ_ω^2 Düzensiz, σ_ε^2	3.98139e+010 (0.2110) 0.0000 (0.000) 1.88682e+011 (1.000) 7.27265e+008 (0.0038) 0.0000 (0.0000)
Konjonktür	Varyans, σ_κ^2 Ort. Uzunluk(yıl) Frekans, λ Sıçrama faktörü, ρ	1156262154728.2261 8.0267 0.1957 0.9147
N [χ^2_{23}tablo]		5.1508 [5.991]
H(23) [$F_{23,23}$tablo]		0.7061 [2.050]
Q(13,7) [χ^2_6tablo]		12.091 [12.591]
Rs²		0.2437
χ^2tahminleme başarısızlığı [prob]		4.1247 [0.8457]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{23} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

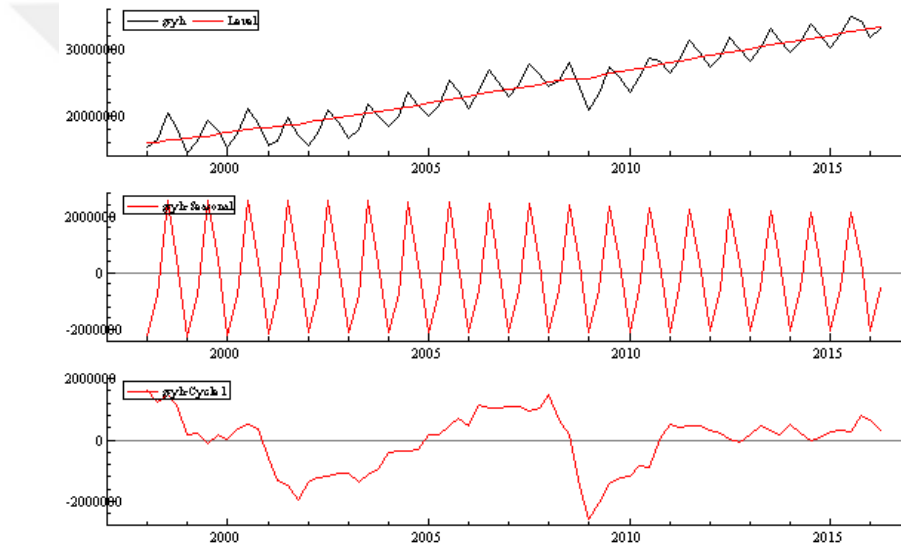
Tablo 17’de yer alan tahmin sonuçları incelendiğinde modelin hata varsayımlarını sağladığı; hataların normal dağılımlı, sabit varyanslı ve otokorelasyonsuz olduğu görülmektedir. Modelde yer alan düzey, eğim ve mevsimsel bileşene ait katsayılar istatistiki olarak anlamlıdır. Konjonktür bileşenine ait katsayının anlamlılığını gösteren olasılık değeri ise program tarafından tanımlanamamıştır.

Bileşenlere ait q oranları incelendiğinde, modelde en yüksek varyasyonun konjonktür, ardından sırasıyla düzey ve mevsimsel bileşenden kaynaklandığı bulgusu elde edilmiştir.

Konjonktür bileşenine ait elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, konjonktürel varyasyonun çok yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama devri hareketin yaklaşık olarak 8 yıl olduğu görülmektedir.

χ^2 tahminleme başarısızlığı katsayısı, modelin geleceği tahminlemede başarılı olduğunu ifade etmektedir. Model bileşenlerine ait grafiksel hareketler Şekil 26’da incelendiğinde stokastik düzey, mevsimsel bileşen ve konjoktürel hareketler açıkça izlenmektedir.

Şekil 26: Model 14 Bileşenleri Grafiği



Hatalarla ilgili varsayımları sağlayan, anlamlı bulguların elde edildiği modellerin bileşenlerine ait sonuçlar Tablo 19 ‘da yer almaktadır.

Gözlenemeyen bileşen modelleri yöntemine ait model kalıpları, GSYH serisi kullanılarak tahminlenmiştir. Anlamlı sonuçların elde edildiği Model 4, Model 9 ve model 14 için model seçim kriterlerine bakılmıştır. Anlamlı bulguların elde edildiği modellerin stokastik düzey ve mevsimsel bileşen içermesi sebebiyle, GSYH’nın ağırlıklı stokastik düzey ve mevsimsel bileşenleri tarafından açıklandığını söylemek mümkündür.

Söz konusu modellerin; AIC, BIC, log olabilirlik ve öngörü hata varyans değerleri Tablo 19’da özetlenmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde en küçük AIC, BIC, öngörü hata varyans değerlerine ve en yüksek log olabilirlik değerine sahip; stokastik düzey ve eğim, müdahale değişkeni ve kukla mevsimsel bileşenleri tarafından temsil edilen model olduğu belirlenmiştir (Model 10).

Tablo 19: Model Seçim Kriterleri

Model	Tanım	Bileşen Varyansı	AIC	BIC	Log-olabilirlik	Öngörü hata varyansı
Model 1	deterministik düzey	$\sigma_{\eta}^2 = 0$	31.139	31.201	-1137.23	3.1619e+013
Model 2	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	29.237	29.3	-1065.97	4.7227e+012
Model 3	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	29.19	29.283	-1049.27	4.3817e+012
	müdahale; 2009:Q1					
Model 4	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	26.785	26.941	-939.052	3.7483e+011
	trigonometrik mevsimsel	$\sigma_{\omega}^2 > 0$				
Model 5	deterministik düzey	$\sigma_{\eta}^2 = 0$	29.114	29.238	-1042.29	3.95313e+012
	stokastik eğim	$\sigma_{\xi}^2 > 0$				
Model 6	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	29.041	29.135	-1050.89	3.7785e+012
	stokastik eğim	$\sigma_{\xi}^2 > 0$				
Model7	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	29.114	29.238	-1042.29	3.95313e+012
	deterministik eğim	$\sigma_{\xi}^2 = 0$				
Model8	deterministik düzey	$\sigma_{\eta}^2 = 0$	28.969	29.094	-1033.37	3.42248e+012
	stokastik eğim	$\sigma_{\xi}^2 > 0$				
	müdahale; 2009:Q1					
Model 9	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$				

Model	Tanım	Bileşen Varyansı	AIC	BIC	Log-olabilirlik	Öngörü hata varyansı
	deterministik eğim	$\sigma_{\xi}^2 = 0$	26.614	26.8	-924.231	3.07423e+011
	Mevsimsel	$\sigma_{\omega}^2 > 0$				
Model10	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	26.556	26.774	-908.893	2.82394e+011
	deterministik eğim	$\sigma_{\xi}^2 = 0$				
	müdahale; 2009:Q1					
	kukla mevsimsel	$\sigma_{\omega}^2 > 0$				
Model 11	deterministik düzey	$\sigma_{\eta}^2 = 0$	29.108	29.171	-1062.98	4.15019e+012
	konjonktür	$\sigma_{\psi}^2 > 0$				
Model 12	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	29.114	29.238	-1042.29	3.95182e+012
	deterministik eğim	$\sigma_{\xi}^2 = 0$				
	Konjonktür	$\sigma_{\psi}^2 > 0$				
Model 13	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	28.795	28.915	-1021.65	3.550e+012
	deterministik eğim	$\sigma_{\xi}^2 = 0$				
	Konjonktür	$\sigma_{\psi}^2 > 0$				
Model 14	stokastik düzey	$\sigma_{\eta}^2 > 0$	26.597	26.784	-921.824	3.0244e+011
	stokastik eğim	$\sigma_{\xi}^2 > 0$				
	trigonometrik mevsimsel	$\sigma_{\omega}^2 > 0$				
	Konjonktür	$\sigma_{\psi}^2 > 0$				

Model seçim kriterleri dikkate alındığında ikinci en iyi model olan Model 14'de yer alan konjonktür bileşenin varlığı GSYH serisinde konjonktür etkisinin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Bu husus dikkate alınarak; Model 10 ve Model 14, Tablo 20'deki özet sonuçlara göre tekrar değerlendirilmelidir. Seçim kriterlerine göre Model 10'a ait q oranının sıfırdan farklı olması, bu modelin bileşenleri tarafından tam olarak açıklanamadığını düşündürmektedir. Dolayısıyla, Türkiye GSYH'nı tahminlemede başarılı olan model, Model 14 olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak GSYH; stokastik düzey ve eğim ile mevsimsel ve konjonktürel bileşenleri açısından ifade edilmelidir (Model 14). GSYH, ağırlıklı olarak konjonktürel ve mevsimsel bileşenlerinin etkisindedir.

Tablo 20: Anlamlı Modellere Ait Tahmin Sonuçları

		Model 4	Model 9	Model 10	Model 14
Katsayı [prob]	Düzy	33598804.94 [0.0000]**	33723865.61 [0.0000]**	33739287.18 [0.0000]**	33253647.67 [0.0000]**
	Eğim	-	223825.37 [0.00139]**	224661.41 [0.0008]**	237922.37 [0.0000]**
	Müdahale (2009Q1)	-	-	-1007737.53 [0.0000]**	-
	Konjonktür	-	-	-	400364.04 [.NaN]
	Mevsimsel Q1	2076278.51 [0.0000]**	2118935.14 [0.0000]**	2077971.71 [0.0000]**	2041561.16 [0.0000]**
	Mevsimsel Q2	537756.84 [0.0004]**	662817.511 [0.0000]**	675728.926 [0.0000]**	528337.84 [0.0006]**
	Mevsimsel Q3	2198183.98 [0.0000]**	2410747.0 [0.0000]**	2397139.08 [0.0000]**	2139092.05 [0.0000]**
	Mevsimsel Q4	415851.36 [0.0060]**	371005.58 [0.0000]**	356561.557 [0.0000]**	430806.99 [0.0049]**
Hata varyans (q oranı)	Düzy σ_{η}^2	3.38365e+01 (1.000)	3.29392e+01 1 (1.000)	2.99958e+01 1 (84.40)	3.98139e+010 (0.2110)
	Eğim σ_{ξ}^2	-	0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0000)
	Konjonktür σ_{ψ}^2	-	-	-	1.88682e+011 (1.000)
	Mevsimsel σ_{ω}^2	5.3931e+008 (0.0015)	0.0000 (0.0000)	0.000000 (0.0000)	7.27265e+008 (0.0038)
	Düzensiz σ_{ε}^2	0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0000)	3.5540e+009 (1.000)	0.0000 (0.0000)

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{tablo}], [$\chi^2_{p-q \text{ tablo}}$], [$F_{h,h \text{ tablo}}$]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

3.4. TÜRKİYE İÇİN ÇIKTI AÇIĞININ GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ

Mevcut GSYH düzeyi ile potansiyel GSYH düzeyi arasındaki fark olarak tanımlanan çıktı açığı ekonomik sistemde önemli bir göstergedir ve gözlenemeyen ancak tahmin edilebilen değişkendir. 1998:Q1- 2016:Q2 dönemleri için Türkiye'ye ait GSYH (sabit 1998 bazlı-logaritmik değerleri üzerinden mevsimsel olarak düzeltilmiş) değerler kullanılarak çıktı açığı tahmini gerçekleştirilmiştir. Bununla ekonomideki verimlilik hakkında önemli bilgi veren ve Okun katsayısı ile Phillips eğrisi tahminlerinde kullanılan çıktı açığının elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Nelson ve Plosser (1982) tarafından, trendi temsil eden potansiyel çıktıyı sabit terimli rassal süreç olarak ifade edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Watson(1986)'da ise potansiyel çıktı, sabit terimli rassal yürüyüş süreci, çıktı açığı ise ikinci dereceden otoregresif süreç AR(2) olarak temsil edilmiştir.

Türkiye için çıktı açığı tahmininde, literatürde gözlenemeyen bileşen modellerine dayalı yöntemlerde çıktı açığı tahmininde temel çalışma olan Clark (1987) tarafından önerilen (199) nolu model kalıbı esas alınarak tahminlemeler yapılmıştır.

$$\left. \begin{aligned} Y_t &= T_t + C_t \\ T_t &= T_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + \xi_t \\ C_t &= \varphi_1 C_{t-1} + \varphi_2 C_{t-2} + \kappa_t \end{aligned} \right\} \quad (199)$$

(199) nolu denklemlerde Y_t , mevsimsellikten arındırılmış logaritmik reel GSYH, (T_t) potansiyel çıktıyı ifade eden trendi ve (C_t) çıktı açığını ifade eden konjonktürel bileşedir. T_t , sabit terimli rassal yürüyüş süreci izlemektedir. C_t , ikinci dereceden otoregresif süreç (AR(2)) izlemektedir. β_t , trend büyüme hızını ifade etmektedir. Sırasıyla; σ_η , σ_ξ ve σ_κ standart sapmalarına sahip olan η_t , ξ_t ve κ_t hata terimleri potansiyel çıktıya, trend büyüme hızına ve çıktı açığına gelen şokları göstermektedir.

Potansiyel çıktı ve çıktı açığı tahminlerini Kalman Filtresini kullanarak en çoklayan olabilirlik fonksiyonuyla tahmin etmek için kullanılan durum uzay formu (200) nolu denklemlerde yer almaktadır.

$$[Y_t] = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0] \begin{bmatrix} T_t \\ T_{t-1} \\ \beta_t \\ \beta_{t-1} \\ C_t \\ C_{t-1} \\ C_{t-2} \end{bmatrix} \quad (200)$$

$$\begin{bmatrix} T_t \\ T_{t-1} \\ \beta_t \\ \beta_{t-1} \\ C_t \\ C_{t-1} \\ C_{t-2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{t-1} \\ T_{t-2} \\ \beta_{t-1} \\ \beta_{t-2} \\ C_{t-1} \\ C_{t-2} \\ C_{t-3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_t \\ 0 \\ \xi_t \\ 0 \\ \kappa_t \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

GSYH serisinin stokastik bir trend bileşeni ve AR(2) süreci izleyen durağan bir konjonktürel bileşen ile ifade edildiği Model 15 ve 2008 yılının son aylarında ortaya çıkan ekonomik krizin etkisini dikkate alan müdahale değişkenli Model 16 olmak üzere çıktı açığı iki modelle tahminlenmiştir.

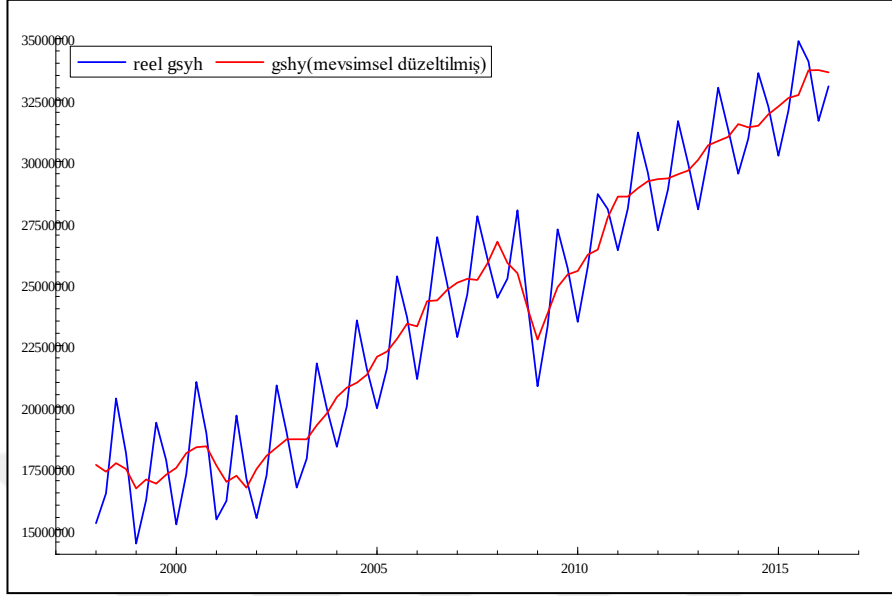
Model 15 ve Model 16'a ait bileşenler Tablo 21'de özetlenmiştir.

Tablo 21: Model Bileşenleri

Model 15	Trend (sabitli rassal yürüyüş)
	Konjonktür (AR(2))
Model 16	Trend (sabitli rassal yürüyüş)
	Konjonktür (AR(2))
	Müdahale (2009:Q1)

Analize, GSYH değişkenine, X-12 ARIMA yöntemi ile mevsimsel düzeltme uygulanıp logaritması alınarak başlanmıştır. Şekil 27'de, GSYH ve mevsimsel düzeltilmiş GSYH arasındaki ilişki yer almaktadır. Değişkenin bileşenleri incelendiğinde GSYH serisindeki mevsimsel etkilerin varlığı açıkça izlenebilmektedir.

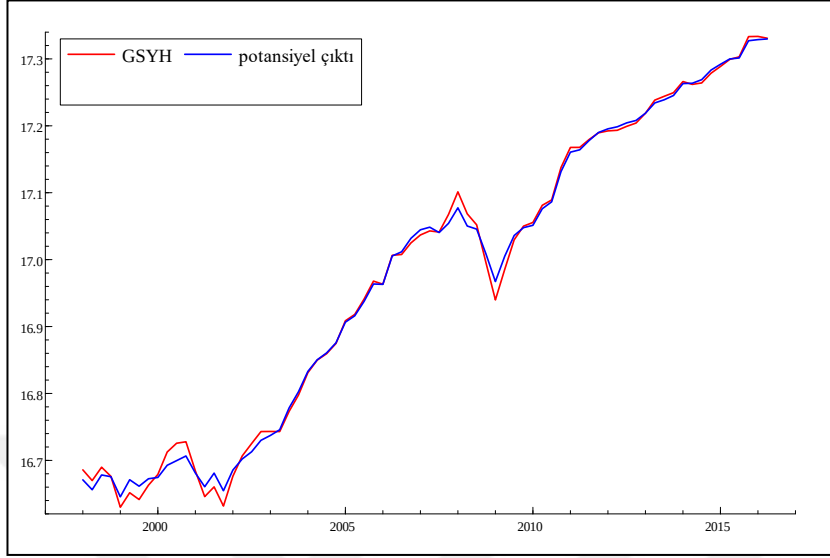
Şekil 27: Reel GSYH ve Mevsimsel Düzeltmiş GSYH



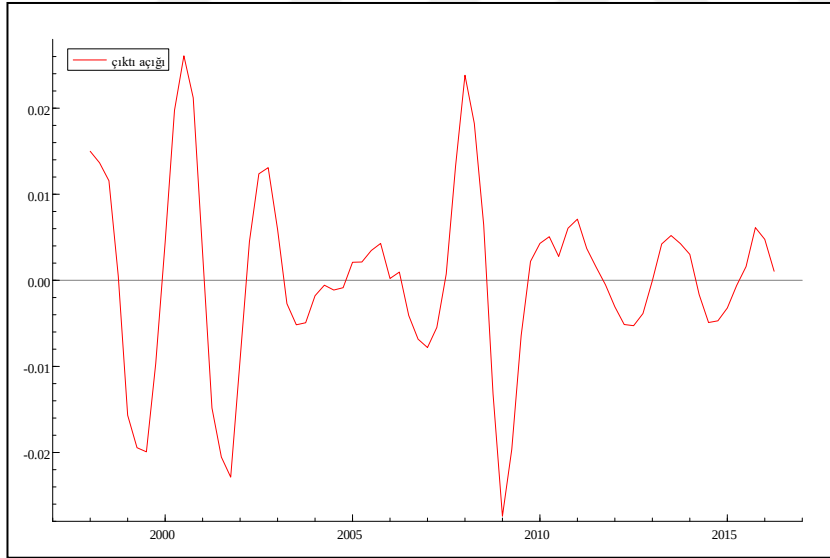
Model 15 bileşenlerine ayrıştırılarak elde edilen potansiyel çıktı ile GSYH serisi arasındaki ilişki Şekil 28’de ifade edilmiştir. Grafik incelendiğinde, GSYH ve potansiyel çıktının birlikte hareket ettiği görülmektedir. 2000 ve 2008 yıllarında GSYH düzeyinin potansiyel çıktı düzeyinden yüksek olduğu, 2008 krizinden önce pozitif çıktı açığının maksimum olduğu görülmektedir. Krizin etkisiyle verimlilik oranı düşmüş, potansiyel çıktı gerçek çıktının üzerine çıkarak negatif çıktı ortaya çıkmıştır.

Şekil 29’da Türkiye çıktı açığına ilişkin grafik incelendiğinde; 1999, 2001 ve 2009 yıllarında negatif çıktı açığının ani ve yüksek artışlar gösterdiği görülmektedir. Çıktı açığı fazlalıklarını, sözkonusu dönemlerde yaşanan ekonomik krizler ile açıklamak mümkündür.

Şekil 28: GSYH ve Potansiyel Çıktı (Model 15)

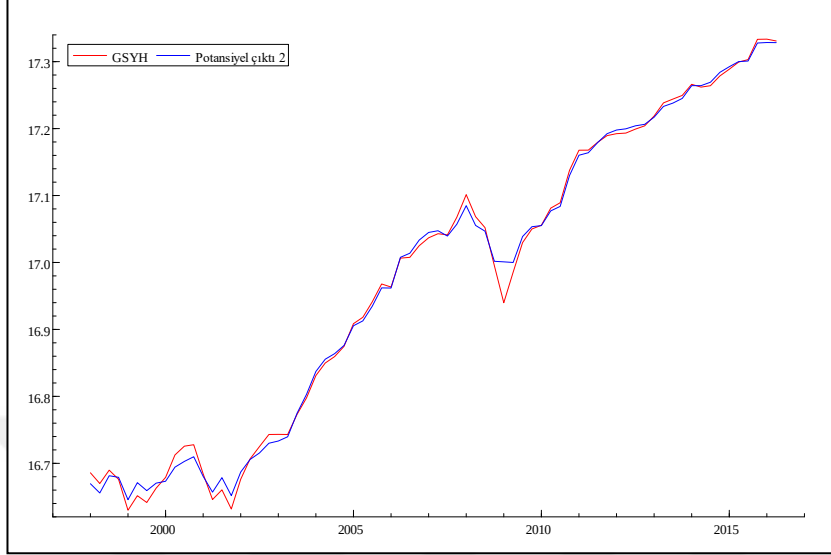


Şekil 29: Çıktı Açığı (Model 15)



Model 16 için GSYH ve potansiyel çıktı arasındaki ilişki incelenmiş ve Şekil 30'da ifade edilmiştir. Grafik, Model 15'den elde edilen sonuçlara benzemektedir. Ancak 2008 krizinin etkisinin müdahale değişkeni olarak eklendiği Model 16'da, negatif çıktı açığının varlığı daha açık görülmektedir.

Şekil 30: GSYH ve Potansiyel Çıktı (Model 16)

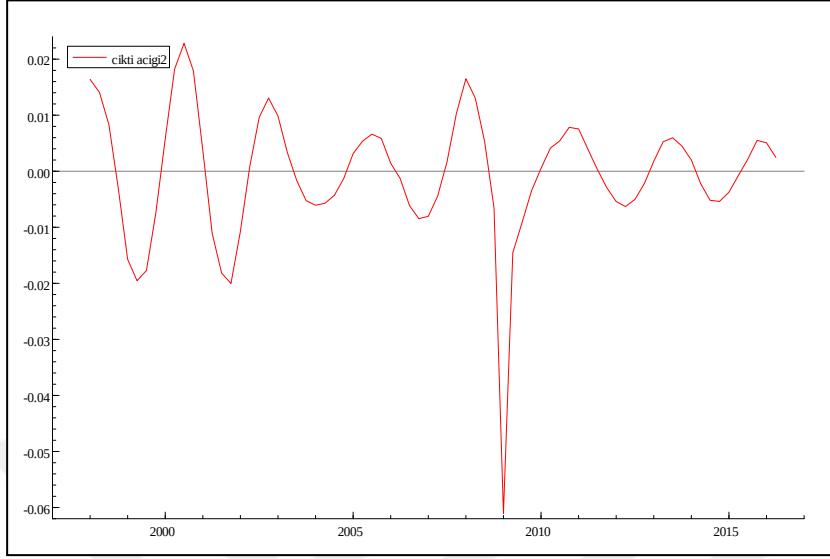


Şekil 31’de kriz etkisinin de eklenmesiyle Model 16’dan elde edilen çıktı açığına ilişkin hareketler, söz konusu yılda negatif çıktı açığının daha sert dip yaptığını göstermiştir.

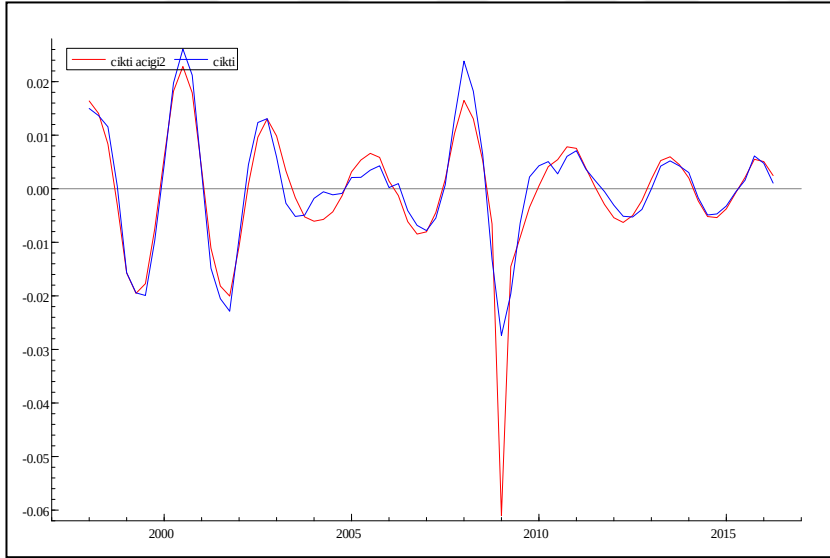
Model 15 ve 16’dan elde edilen çıktı açığı verileri kullanılarak, aralarındaki ilişki Şekil 32’de izlenmiştir. Elde edilmiş çıktı açığı verilerinin genel olarak benzer hareket ettiği, ancak müdahale değişkeninin dahil edildiği Model 16’nın, 2008 krizinin etkisini ve bu dönemdeki negatif çıktı açığının varlığını daha net ortaya koyduğu görülmüştür.

Model 15 ve Model 16’ ya ait tahmin sonuçları Tablo 22’de yer almaktadır. Her iki modelin hata terimleri de normal dağılımlı, eşit varyanslı ve otokorelasyonsuzdur. Sinyal/gürültü oranı, tahminleme ve sinyal çıkarma için gözlemlerin nasıl ağırlıklandırılmaları gerektiğini belirtmektedir. Bu oranın daha yüksek olması, gelecek tahminlerinden daha çok geçmiş gözlemlerin önemsendiğini göstermektedir. Benzer şekilde küçük olması, sinyal alımı gerçekleştiğinde yakın gözlemlerden daha büyük ağırlığın geldiğini ifade etmektedir. Yine, q oranının yüksek olması serilerdeki varyasyonunun çoğunluğunun trend bileşeni tarafından paylaşıldığını gösterirken, küçük olması varyasyonun çoğunun konjonktür tarafından paylaşıldığını ifade etmektedir (Kastrati, 2014: 12).

Şekil 31: Çıktı Açığı (Model 16)



Şekil 32: Çıktı Açıkları (Model 15- Model 16)



Modellerdeki gözlenemeyen bileşenlerin etkisi, q oranları dikkate alınarak incelendiğinde her iki modelinde trend(düzey) ve konjonktür bileşenleri içerdiği görülmektedir. Model sonuçlarında düzensiz bileşene ait q oranının sıfır olması modelde açıklanamayan bileşen etkisinin olmadığını ifade etmektedir. Model 15’de konjonktürün varyansının daha yüksek olması, Model 16’ya eklenen kriz müdahale değişkeninin konjonktürel etkiyi hafiflettiğini gösterebilir (Nakstad, 2006: 8).

Tablo 22: Model Tahmin Sonuçları

		Model 15	Model 16
Hata varyansı (q oranı)	Trend (düzey), σ_η^2	0.00037 (1.000)	0.00036 (1.000)
	Trend (eğim), σ_ζ^2	0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0000)
	Konjonktür, σ_ψ^2	0.00004 (0.1086)	0.00001 (0.0502)
	Düzensiz, σ_ε^2	0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0000)
Katsayı [t değeri]	AR(1)	1.40878 [26.6]	1.5519 [52.1]
	AR(2)	-0.8757 [-17.0]	-0.9566 [-35.0]
Konjonktür	Varyans, σ_κ^2	0.0002	0.0002
	Ortalama Uzunluk(yıl)	2.3854	2.4924
	Frekans, λ	0.6584	0.6302
	Sıçrama faktörü, ρ	0.9051	0.9455
Tanımlayıcı İstatistikler	N [χ^2_{23}tablo]	5.2761 [5.991]	3.9130 [5.991]
	H(23) [$F_{23,23}$tablo]	0.3287 [2.050]	0.3029 [2.050]
	Q (14,7) [χ^2_7tablo]	12.956 [14.067]	13.211 [14.067]
İyi Uyum Sonuçları	Öngörü hata varyansı	0.0005	0.0004
	Öngörü hata ortalama sapma (m.d)	0.0004	0.0003
	AIC	-7.5792	-7.7004
	BIC	-7.4858	-7.5759
	χ^2 öngörü başarısızlığı	1.5769 [0.9914]	2.0474 [0.9795]

***%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{23} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

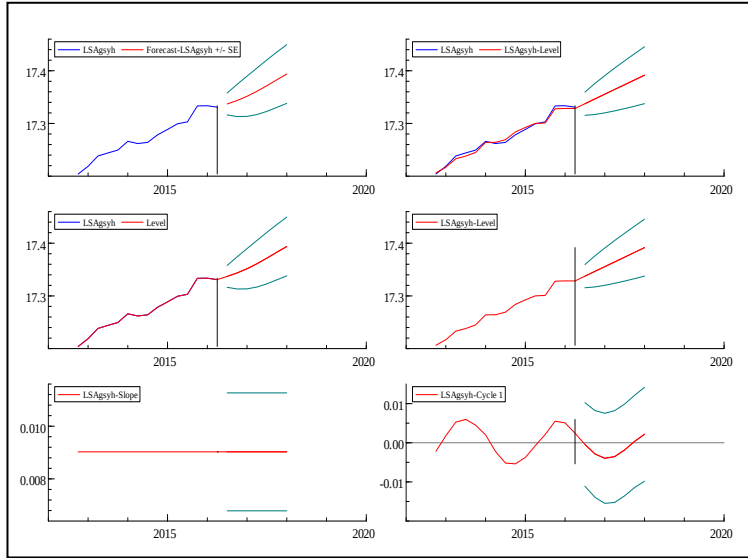
Modellere ait iyi uyum sonuçları incelendiğinde; 2009Q1 müdahale değişkeninin yer aldığı Model 16'nın daha düşük AIC-BIC kriterlerine sahip olduğu ve tahminlemede daha başarılı olduğu görülmektedir. Denge durumunda, iyi uyumun temel ölçüsü olan öngörü hata varyansı değerleri incelendiğinde daha düşük değere sahip olan Model 16'nın bu ölçüte göre de tahminlemede başarılı olduğu görülmektedir.

χ^2 öngörü başarısızlığı katsayısına göre; Model 15 ve 16'nın tahminlemeye uygun olduğu görülmüştür. Bu durumda söz konusu iki modele ileriye dönük tahminleme yapmak uygundur.

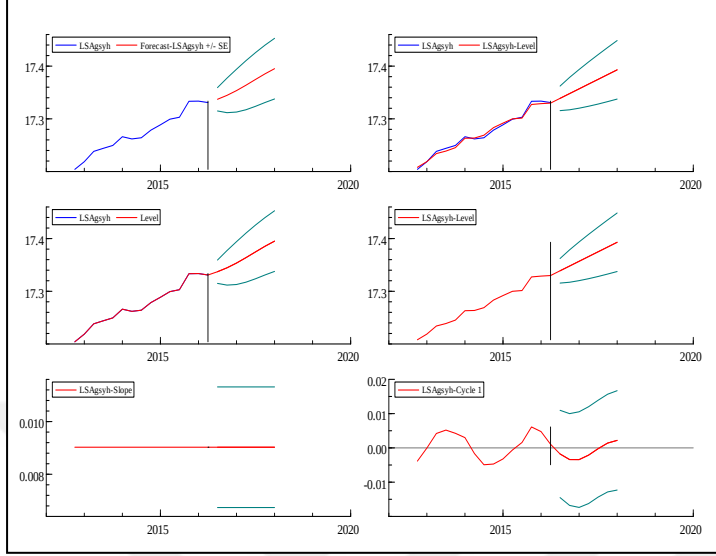
Modellerden elde edilen potansiyel çıktı ve çıktı açığı değerlerinin ileriye dönük tahmin grafikleri Şekil 33 ve Şekil 34’dedir. Grafikler incelendiğinde; GSYH’nın trend (düzey) bileşenini ifade eden potansiyel çıktının yükselen bir trend izleyeceğini, GSYH ve potansiyel çıktının birbirine benzer hareketler edeceği görülmektedir. Konjunktüre yönelik tahmin sonuçları incelendiğinde ise, 2017’den sonra çıktı açığının yükselme eğilimine geçtiği izlenmektedir. Kriz etkisini içeren Model 16’daki konjunktürel bileşen, Model 15’e kıyasla daha yavaş yükselme trendi sergilemektedir.

Modellerden elde edilen potansiyel çıktı ve gerçekleşen çıktıya ait değerler grafik üzerinde incelendiğinde, gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan teori ile elde edilmiş potansiyel çıktı ile gerçekleşen çıktının yükseliş ve düşme dönemlerinde birlikte hareket ettiği ve benzer kırılma noktalarını yakaladıkları da görülmektedir. Elde edilen anlamlı bulgular doğrultusunda, ileriye dönük tahminlemelerde ve ekonomik karar alma süreçlerinde kullanılabileceklerdir.

Şekil 33: GSYH Tahmini (Model 15)



Şekil 34: GSYH Tahmini (Model 16)



3.5. TÜRKİYE İÇİN İŞSİZLİĞİN GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ

Okun (1962)'a göre, işsizlik oranı doğal işsizlik oranının altındaysa, çıktı düzeyi potansiyel çıktının üzerindedir. İşsizlik oranı doğal işsizliğin üstündeyse çıktı düzeyi potansiyel çıktının altında kalacaktır. 2006:Q1- 2016:Q2 dönemleri için Türkiye'ye ait GSYH (sabit 1998 bazlı-logaritmik değerleri üzerinden mevsimsel olarak düzeltilmiş) ve işsizlik verileri kullanılarak bileşenleri incelenmiş ve Okun katsayısı tahminlenmiştir.

Christodoulou ve Hadjixenophontos (2015) çalışmasında işsizliği tahminlemek için kullanılan model dikkate alınarak (201) nolu denklemlerden yararlanmıştır. (201) nolu model kalıpları, GSYH verileri kullanılarak çıktı açığı tahmininin gerçekleştirildiği model kalıplarıyla aynıdır.

$$\begin{aligned}
 Y_t &= T_t + C_t \quad (u \text{ ya da } y) \\
 T_t &= T_{t-1} + \beta_t + \eta_t \\
 \beta_t &= \beta_{t-1} + \xi_t \\
 C_t &= \varphi_1 C_{t-1} + \varphi_2 C_{t-2} + \kappa_t
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} Y_t &= T_t + C_t \\ T_t &= T_{t-1} + \beta_t + \eta_t \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + \xi_t \\ C_t &= \varphi_1 C_{t-1} + \varphi_2 C_{t-2} + \kappa_t \end{aligned}} \right\} \quad (201)$$

Her bir trend bileşeninin (201) nolu denklikte yer aldığı gibi, serilerdeki kalıcı hareketlerin sabit terimli rassal yürüyüş süreci olduğu varsayılmıştır. Clark (1987), Morley, Nelson ve Zivot (2003) ve Morley (2007) çalışmalarına benzer olarak geçici bileşenin (konjonktürün), ikinci dereceden otoregresif süreç olduğu kabul edilmiştir.

(201) nolu denklemlerle ifade edilen modeller kullanılarak GSYH ve işsizliğe ait sonuçlar Tablo 23’de özetlenmiştir. Tabloda yer alan sonuçlar incelendiğinde, hem GSYH hem de işsizlik bileşenlerine ait hataların varsayımların sağlandığı görülmektedir. GSYH değişkeninin bileşenlerine ait q oranları incelendiğinde; düzeye, konjonktüre ve konjonktürün izlediği AR(2) sürecine ait varyasyonlarının yüksek olduğu görülmektedir. İşsizlik değişkeninin bileşenlerine ait q oranları incelendiğinde ise; düzeyin ve konjonktürün izlediği AR(2) sürecinin varyasyonları yüksektir. Hem GSYH ve hem de işsizlik değişkenlerinin düzensiz bileşenlerinin q oranının sıfır olması değişkenlerin bileşenleri açıksından açıklanabildiğini göstermektedir. Her iki bileşene ait konjonktürel dalgalanma süresinin yaklaşık 6 yıl olduğu bulgusu elde edilmiştir. χ^2 öngörü başarısızlık katsayılarına göre, modeller geleceği tahminlemede başarılıdır.

İşsizliğin bileşenleri açısından grafik gösterimi Şekil 35’de yer almaktadır. Grafikler incelendiğinde tahmin sonuçlarında ifade edileceği gibi işsizliğin düzey ve AR(2) süreci izleyen konjonktürel bileşenlerinin hareketleriyle ifade edildiği görülmektedir.

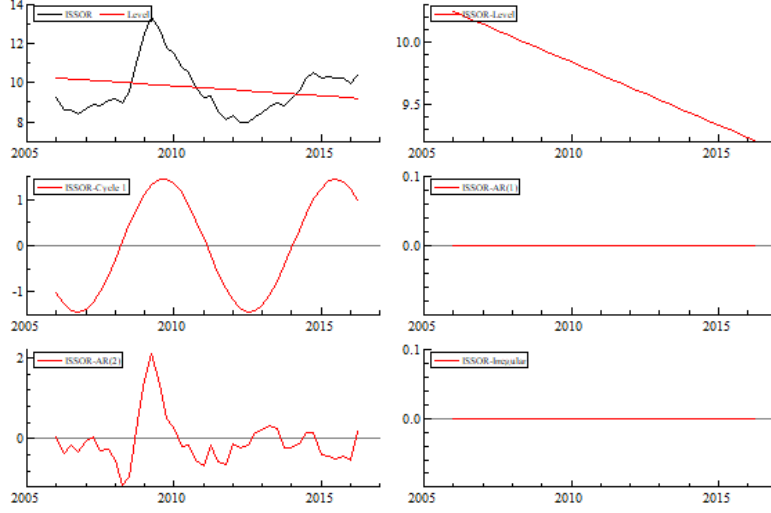
İşsizliğin bileşenlerine ayrıştırılmasıyla elde edilen potansiyel işsizlik yani kalıcı bileşen ile doğal işsizlik yani geçici bileşen arasındaki ilişkiye ait grafik gösterimi Şekil 36’da yer almaktadır. İşsizlik oranının, potansiyel işsizlik oranından yüksek olması durumunda doğal işsizlik oranının ya da işsizlik açığının(çıktı açığının) yüksek olduğu görülmektedir. Potansiyel işsizlik oranı, işsizlik oranından yüksek olduğu durumda doğal işsizliğin düşük olduğu grafik üzerinde izlenebilmektedir.

Tablo 23: GSYH ve İşsizlik İçin Model Tahmin Sonuçları

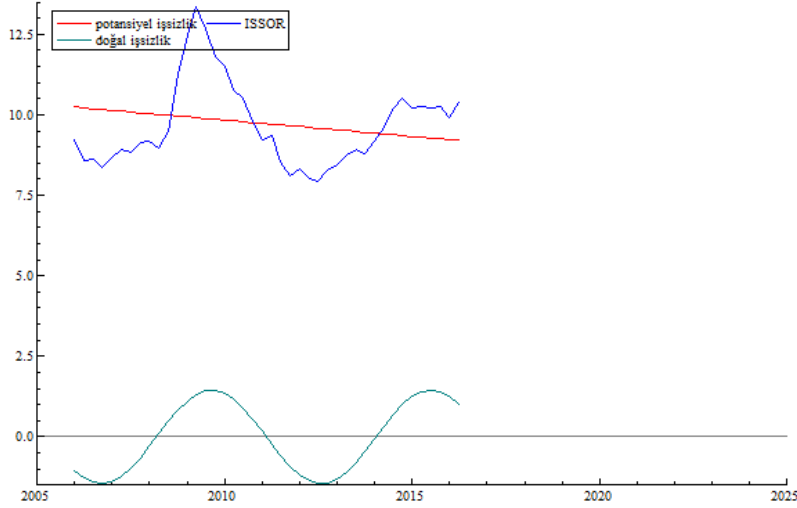
		GSYH	İşsizlik Oranı
Hata varyansı (q oranı)	Trend (düzey), σ_η^2	0.0000 (0.1914)	0.0027 (0.0009)
	Trend (eğim), σ_ε^2	0.0000 (0.0000)	0.0000 (0.0000)
	Konjonktür, σ_ψ^2	0.0000 (0.1236)	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_ε^2	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.0000)
	AR(1)	0.0000 (0.1044)	0.0000 (0.0000)
	AR(2)	0.0017 (46.24)	2.80975 (1.000)
Konjonktür	Varyans, σ_κ^2	0.0000	0.0033
	Ortalama Uzunluk(yıl)	6.2951	5.7896
	Frekans, λ	0.9981	1.0852
	Sıçrama faktörü, ρ	0.9597	0.9999
Tanımlayıcı İstatistikler	N [χ^2_{23} tablo]	5.6249 [5.991]	4.7203 [5.991]
	H(23) [$F_{23,23}$ tablo]	0.18224 [2.069]	0.2716 [2.069]
	Q (15,5) [χ^2_{10} tablo]	7.6978 [18.307]	9.9894 [18.307]
İyi Uyum Sonuçları	Öngörü hata varyansı	0.0002	0.1812
	AIC	-8.009	-1.5174
	BIC	-7.8435	-1.3519
	χ^2 öngörü başarısızlığı	2.9963 [0.9346]	4.2489 [0.8340]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{23} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 35: İşsizlik Bileşenleri



Şekil 36: İşsizlik-Potansiyel İşsizlik-Doğal İşsizlik



İşsizlik ile GSYH arasındaki ilişkiyi orata koyabilmek için GSYH ve işsizlik oranına ait gözlenemeyen bileşenler kalıcı ve geçici bileşenlerine ait varyasyonlar incelenmiş ve sonuçlar Tablo 24’de ifade edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, GSYH’ a ait kalıcı şokların varyansının, geçici şokların varyansından büyükken; işsizlik için geçici bileşenin varyansının kalıcı bileşenin varyansından büyük olduğu

görülmektedir. Dolayısıyla, GSYH için kalıcı şoklar önemli iken, işsizlik için geçici şokların varlığının önemli olduğunu ifade etmek mümkündür (Christos, 2015: 7).

Tablo 24: GSYH ve İşsizlik Oranına Ait Gözlenemeyen Bileşenlerin Varyansları

Tanım	parametre	Varyans	q oranı
GSYH kalıcı bileşeninin varyansı	$\sigma_{\eta_{gsyh}}^2$	0.00029	1.000
GSYH geçici bileşeninin varyansı	$\sigma_{\kappa_{gsyh}}^2$	0.00009	0.3124
İşsizlik oranının kalıcı bileşeninin varyansı	$\sigma_{\eta_{i\ss}}^2$	0.07339	0.5932
İşsizlik oranının geçici bileşeninin varyansı	$\sigma_{\kappa_{i\ss}}^2$	0.12373	1.000

İşsizlik ve GSYH'nın kalıcı ve geçici bileşenlerine ait korelasyonları ise Tablo 25 yer verilmiştir. Bulgular incelendiğinde, GSYH geçici bileşeni ile işsizlik geçici bileşen arasındaki korelasyon katsayısının negatif ve yüksek olmasının teorik beklentiye uygun olduğunu görülmektedir (Christos, 2015: 8).

Tablo 25: Şokların Karşılıklı Korelasyonları

Tanım	Korelasyon Katsayıları
İşsizlik kalıcı bileşen & GSYH kalıcı bileşen	0.5892
GSYH kalıcı bileşen & İşsizlik geçici bileşen	-0.1326
İşsizlik kalıcı bileşen & GSYH geçici bileşen	-0.8007
GSYH geçici bileşen & İşsizlik geçici bileşen	-0.6810

Okun yasası kapsamında, GSYH ve işsizliğe ait geçici bileşenlerin aralarındaki ilişkiye ait grafik gösterim Şekil 37'de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde de teorik beklenti karşılanmaktadır. GSYH ve işsizlik bileşenlerinin konjonktürel hareketlerinin birbirlerine zıt yönde döngüsel hareketlere sahip olduğu izlenmektedir.

Şekil 37: Geçici Bileşenlerin İlişkileri



İlk bölümde (4) nolu modelde ifade edilen denklem kullanılarak Okun katsayısı -0.6104 olarak hesaplanmıştır. İşaretin negatif olması, teori ile tutarlı iken katsayının Okun'un ifade ettiği -3 değerinden oldukça düşük olduğu görülmektedir (Christos, 2015: 8). Ancak gelişmekte olan ülkelerde oranın -3'den uygun olması teorik beklentiye uygundur (Sramkva,2010: 11).

3.6. TÜRKİYE İÇİN ENFLASYONUN GÖZLENEMEYEN BİLEŞEN MODELLERİ İLE TAHMİNLENMESİ

2006:Q1-2016:Q2 dönemleri için enflasyon, bileşenleri açısından incelenmiştir. Enflasyon bileşenleri açısından ifade edildikten sonra GSYH verisinden elde edilen çıktı açığı ile işsizlik verisinden elde edilen doğal işsizlik oranı verileri kullanılarak Türkiye için Phillips eğrisi incelenmiştir.

Harvey (2011)' de tanımlanan enflasyon bileşenleri dikkate alınarak enflasyon düzey ve eğim bileşenlerinden oluşan trend, AR(2) süreci izleyen konjonktür ve trigonometrik mevsimsel bileşenleriyle tanımlanarak tahminlenmiştir. Tahmin sonuçları Tablo 26'de ifade edilmiştir.

Sonuçlar incelendiğinde, enflasyonun konjonktür bileşeninden kaynaklanan varyasyonun en yüksek olduğu görülmektedir. Düzensiz bileşene ait q oranının sıfır olması enflasyonun bileşenleriyle açıklanabildiğini göstermektedir. χ^2 öngörü başarısızlığı katsayısı ise modelin geleceği tahminlenemede başarılı olduğunu ifade etmektedir.

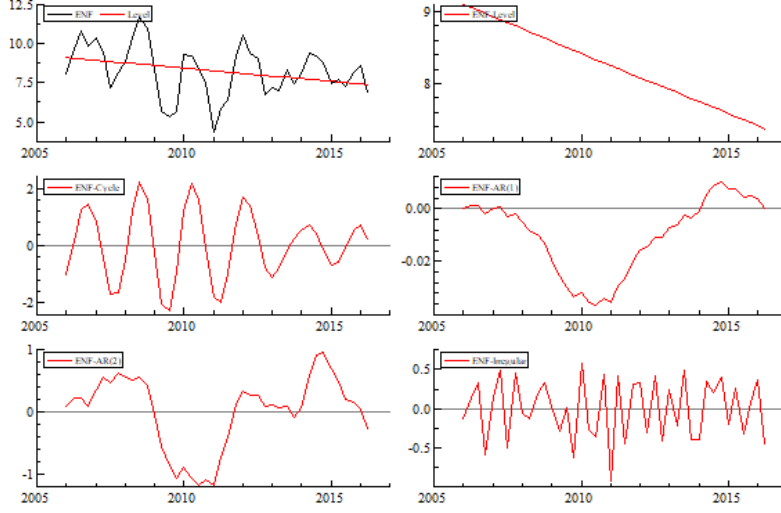
Enflasyonun bileşenlerine göre grafik gösterimi Şekil 38’de yer almaktadır. Grafik incelendiğinde AR(2) süreci izleyen konjonktürel bileşene ait varyasyonun yüksek etkisi kolaylıkla izlenebilmektedir.

Tablo 26: Enflasyon Tahmin Sonuçları

		Enflasyon
Hata varyansı (q oranı)	Trend (düzey), σ_η^2	0.0008 (0.0025)
	Trend (eğim), σ_ϵ^2	0.0000 (0.0000)
	Konjonktür, σ_ψ^2	0.0806 (0.2410)
	Mevsimsel, σ_γ^2	0.0000 (0.0000)
	Düzensiz, σ_ϵ^2	0.3344 (0.0000)
Katsayı [prob]	AR(1)	1.0516 [0.000]**
	AR(2)	-0.2759 [0.000]**
Tanımlayıcı İstatistikler	N [χ^2tablo]	1.5261 [5.991]
	H(12) [$F_{12,12}$tablo]	0.7471 [2.690]
	Q (15,5) [χ^2_{10}tablo]	10.121 [18.307]
İyi Uyum Sonuçları [prob]	Öngörü hata varyansı	0.9275
	Rs²	0.5947
	AIC	0.2105
	BIC	0.45876
	χ^2öngörü başarısızlığı	4.8649 [0.7719]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2 tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

Şekil 38: Enflasyonun Bileşenleri



Ekonomik düşüncenin merkezi olan enflasyon ve işsizlik arasındaki ilişki ilk kez 1958 yılında Phillips tarafından işsizlikteki değişim oranının, ücretlerdeki değişim oranını açıklayabileceği ifade edilmiştir. Yeni Keynesyen Philips eğrisi modellerinin çoğu enflasyon trendinin durağan olduğunu varsaymasına rağmen, Rudd ve Whelan (2007) ve Nason ve Smith (2008) çalışmalarında stokastik enflasyon trendi ile Philips eğrisi modeli tahminlemişlerdir. Lee ve Nelson (2007) enflasyon ve işsizlik arasında enflasyon trendinin zaman boyunca değiştiği iki değişkenli bir model önermişlerdir. Harvey (2011) çalışmasında yapısal zaman serisi metodolojisini izleyen USA enflasyonunun geçici ve kalıcı bileşenlerine ayırdığı modeli önermiştir. İlk olarak, Harvey (2011)'de önerilen, (202) nolu denklemde ifade edilen model dikkate alınarak Türkiye için çıktı açığı ile enflasyona ait bileşenler incelenmiştir. Ardından Philips eğrisi tahminlenmiştir.

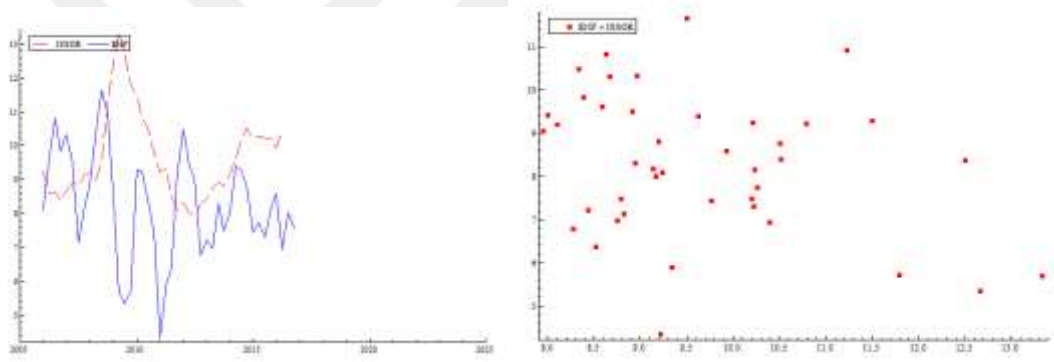
$$\left. \begin{aligned} \pi_t &= \mu + \psi_t + \gamma_t + \varepsilon_{1t} & , \quad t = 1, 2, \dots, T. & \quad , \quad \varepsilon_{1t} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_{1t}}^2) \\ \pi_t &= \mu + \psi_t + \gamma_t + \beta_1 CA_t + \varepsilon_{2t} & , \quad t = 1, 2, \dots, T. & \quad , \quad \varepsilon_{2t} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_{2t}}^2) \\ \mu_t &= \mu_{t-1} + \beta_{t-1} \\ \beta_t &= \beta_{t-1} + \xi_t \end{aligned} \right\} \quad (202)$$

(202) nolu denklemde π_t enflasyonu temsil etmektedir ve μ_t bütünleşik rassal süreç ve ikinci dereceden konjonktür bileşeni ile tahminlenmektedir. Modelde yer alan

CA_t değişkeni çıktı açığıı ifade etmektedir. Çıktı açığı sıfıra eşit ise uzun dönemde potansiyel çıktı gerçek çıktıya eşit olacaktır. İkinci olarak, GSYH'dan elde edilen çıktı açığının yerine doğal işsizlik oranının ($u-u^*$) yer aldığı model tahminlenmiştir. Son olarak doğal işsizlik oranı ve enflasyonist beklentinin dahil olduğu model tahminlenmiştir (Machado ve Portugal, 2012: 801).

Tablo 27'de, Phillips eğrisi modellerine ait elde edilen tahmin sonuçları özetlenmiştir. Philips eğrisinin en basit formu işsizlik ve enflasyon arasındaki ilişkiyi inceleyen modeldir. Şekil 38'de ise ilişkinin grafiği yer almaktadır.

Şekil 39: Enflasyon ve İşsizlik İlişkisi



Phillips eğrisi için tahminlenen model sonuçları incelendiğinde, modellerin hatalarının sabit varyans ve normallik varsayımlarını; Model C'nin ise iki varsayıma ek olarak otokorelasyon varsayımını da sağlamaktadır. Her üç modelin de q oranları incelendiğinde varyasyonlarının AR(2) süreci izleyen konjonktür ve düzey bileşeninden kaynaklandığı görülmektedir. Düzensiz bileşenlere ait q oranının sıfır olması enflasyonun bileşenleri açısından açıklanabildiğini göstermektedir. χ^2 öngörü başarısızlığı katsayısı, modellerin geleceği tahminlenemede başarılı olduğunu ifade etmektedir. Model A'da yer alan CA değişkenine ait katsayı, Model B'de yer alan $Dİ$ değişkenine ait katsayı ve Model C'de yer alan $Dİ$ değişkenine ait katsayı istatistiki olarak anlamlı değildir. Katsayıların istatistiki olarak anlamlı olmaması enflasyonun işsizlik ile açıklanamadığını ve Türkiye için Phillips eğrisinin bulunmadığını ifade etmektedir (Us, 2014:85 ; Özbek ve Özlale, 2005: 20 ; Kuştepeli, 2005: 58).

Tablo 27: Philips Eğrisi Tahmin Sonuçları

		Model a Enflasyon+CA	Model b Enflasyon+Dİ	Model c Enflasyon+Dİ+Eenf
Hata varyans (q oranı)	Trend (düzey) σ_η^2	0.0781(0.2560)	0.1811(0.5570)	0.2815 (2.689)
	Trend (eğim) σ_ζ^2	0.0000(0.0000)	0.0000(0.0000)	0.0000(0.0000)
	Konjonktür σ_ψ^2	0.1057(0.3461)	0.1148(0.3533)	0.1960 (1.872)
	Mevsimsel σ_γ^2	0.0000(0.0000)	0.0000(0.0000)	0.0000(0.0000)
	Düzensiz σ_ε^2	0.3054(0.000)	0.3251(0.000)	0.1047 (0.000)
Katsayı [prob]	CA(çıktı açığı)	11.8482[0.541]	-	-
	Dİ(doğal işsizlik)	-	-0.226[0.4534]	-0.2382[0.5572]
	Eenf(enf. Beklentisi)	-	-	-0.3407[0.0492]**
Tanımlayıcı İstatistikler	N [χ^2_{12}tablo]	1.3685 [5.991]	1.2315 [5.991]	0.1715 [5.991]
	H(12) [$F_{12,12}$tablo]	0.7366[2.690]	0.7719 [2.690]	1.0129 [2.690]
	Q(15,5) [χ^2_{10}tablo]	27.4[18.307]**	25.9[18.307]**	11.002[18.307]
İyi Uyum Sonuçları [prob]	Öngörü hata varyansı	0.9695	0.9874	0.9859
	Rs²	0.5878	0.5802	0.5915
	AIC	0.3024	0.3206	0.3668
	BIC	0.5920	0.6103	0.6978
	χ^2 öngörü başarısızlığı	4.8369[0.7749]	5.6528[0.6861]	5.3934 [0.7148]

**%5 önem düzeyinde temel hipotez reddedilmektedir. (q oranı): hata varyanslarına ait q oranlarını göstermektedir. [prob]: prob değerlerini ifade etmektedir. [χ^2_{12} tablo] , [χ^2_{p-q} tablo], [$F_{h,h}$ tablo]: ilgili dağılıma ait tablo değerleridir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

GSYH, işsizlik ve enflasyon ekonomik sistemin işleyişinde önemli role sahip temel göstergelerdir. Ekonomik istikrarın sağlanmasında; düşük enflasyon ve düşük işsizlik oranı ile yüksek çıktı oranına sahip olunması temel hedefleri temsil etmektedir. Temel hedeflerde yer alan GSYH, işsizlik ve enflasyon kavramları birbiriyle çatışabilen, doğru anlaşılmayı gerektiren göstergeler olduğu için tezin birinci bölümünde temel makroekonomik kavramlar genel hatlarıyla incelenmiştir.

Çıktının ve gelirin temel ölçüsü olan GSYH, esas itibariyle ekonomik büyümenin ölçülmesi ve ekonomideki resesyon ve genişleme dönemlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Bocutoğlu, 2012: 542). İşsizlik ve enflasyon ise ekonomik karar vericilerin mücadele ettiği ve üstesinden gelmeye çalıştığı başlıca problemleri oluşturmaktadır. İşsizlik hem kişisel hem de toplumsal maliyetler yaratırken, enflasyon alım gücünü düşürerek ve fiyat yapısını bozarak piyasaya zarar vermektedir.

Makroekonomik performansın göstergeleri olan GSYH, işsizlik ve enflasyonun aralarındaki karmaşık ilişkileri anlamaya yardımcı olan iktisadi teoriler söz konusudur. İktisadi dalgalanmalar, bu ilişkilerin anlaşılmasına destektir. İktisadi dalgalanmalar bütün ekonomide ortaya çıkabiliyorken; reel GSYH, toplam ekonomik faaliyetlerin neredeyse tamamını temsil etmektedir. Kalıcı ve geçici olmak üzere iki bileşenle temsil edilen gerçek GSYH'nın kalıcı bileşenini temsil eden potansiyel GSYH'nın etrafında gerçekleşen genişleme ve daralmalar iktisadi dalgalanmalar olarak isimlendirilmektedir.

İktisadi dalgalanmaların daralma döneminde gerçek üretimin potansiyel üretimin altında gerçekleşmesi durumu çıktı açığı kavramıyla ifade edilmektedir. Çıktı açığı ekonomide ortaya çıktığında; ekonominin tam istihdam kapasitesinin altında olduğunu, yani işsizliğin bulunduğunu ifade etmektedir. Ters durum söz konusu olduğunda ise ortaya çıkan çıktı fazlası ya da pozitif çıktı açığı, artan enflasyonist yönlü baskının olduğunu ve doğal işsizlik oranının düştüğünü göstermektedir.

İktisadi dalgalanma döngüsü içerisinde üç temel değişkenin durumunu; genişleme döneminde pozitif büyüme, doğal oranın altında işsizlik oranı ve hızlanan

enflasyon; daralma döneminde ise negatif büyüme, doğal oranın üstünde işsizlik ve azalan enflasyon oranı olarak ifade etmek mümkündür.

İktisadi dalgalanmaları, GSYH' nın dışında iş gücü piyasalarındaki koşullarla da tanımlamak mümkündür. İşsizlik ile reel GSYH arasındaki ilişki incelendiğinde, işsizlik oranındaki artışın reel GSYH'da azalışla bağlantılı olduğu Okun (1962) ile ifade edilmiş ve aralarındaki negatif ilişki ortaya konmuştur. Düşük işsizlik ve düşük enflasyon birbiriyle çatışan hedeflerdir ve aralarındaki negatif yönlü bu ilişki de Phillips eğrisi olarak tanımlanmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde gözlenemeyen bileşen modellerine ait yöntemler incelenmiştir. Ekonomik sistemlerde göstergelere ait tahminlerin gerçeğe yakınlığı oldukça önemlidir. Klasik zaman serisi yöntemleri; serileri mevsimsellikten arındırıp, durağanlaştırarak analizlerine başlarken, gözlenemeyen bileşen modellerine dayalı yöntemler bu işlemlere ihtiyaç duymamaktadır.

Söz konusu modellerde, doğrudan formülize edilip her bir bileşene ekonomik yorum yapılabilir. Durum uzayı formuna taşınan bileşenlerin geçmiş değerleri dikkate alınarak elde edilen tahmin sonuçlarının, stokastik gözlenemeyen bileşenleri içermesi de yine bu modellerle sağlanabilmektedir.

Zaman serileri toplamsal ve çarpımsal olarak gösterilebilen trend, mevsimsel, konjonktürel ve düzensiz bileşen olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemlerle zaman serilerini analiz etmek bileşenlerinin durum uzayı formunda ifade edilmesiyle başlamaktadır. Gözlenemeyen bileşenlerinin durum uzay formunda temsili; veri setindeki eksik gözlemlerle, farklı periyodik frekanslarla ve sapan gözlemlerle de başedebilmektedir.

Durum uzay modeli sisteminde, gözlenemeyen değişkenlerin dinamiklerini tanımlayan durum denklemi ve gözlenen-gözlenemeyen değişkenler arasındaki ilişkiyi tanımlayan gözlem denklemi olmak üzere iki denklem yer almaktadır. Durum uzay formunda ifade edilen bileşenlerin tahminlenmesi, Kalman filtresi olarak isimlendirilen ve geçmiş gözlemlere dayanan durum vektörünün minimum ortalama kare tahminlerini hesaplayan yinelemeli algoritmaya dayanmaktadır.

Gözlenemeyen bileşen modelleri; durum uzayı formuna taşıdığı farklı bileşenlerle oluşturulmuş model kalıplarıyla Kalman filtresini kullanarak tahminleme

yapıp, hem veri setindeki gözlenemeyen bileşenlerin hareketlerinin gözlemlenmesini hem de trend, konjonktürel ya da mevsimsel etkileri içeren gerçek serilerle tahminleme yapılabilmesini sağlamaktadır.

Gözlenemeyen bileşen modellerinin esas mantığı; ayırıştırma ve mevcut gözlenen değişkenleri kullanarak potansiyel çıktı, çıktı açığı, doğal işsizlik oranı gibi gözlenemeyen bileşenleri elde etmektir. Sinyal süreci tekniği açısından ise gözlenemeyen bileşen modellerinin temelini, sinyalden gürültüyü çıkarmaktır.

Trend, konjonktürel, mevsimsel ve düzensiz bileşenlerden oluşan gözlenemeyen bileşen modelleri, bileşenlerine özgü özelliklerle farklı model kalıplarıyla tahminlenmektedir. Trend bileşeni için yerel düzey modeli ve yerel doğrusal trend modeli kalıpları; düzey ve eğim bileşenlerinin deterministik - stokastik özelliklerine, mevsimsel bileşen, müdahale değişkeni ve açıklayıcı değişken içerip içermeme durumlarına göre farklılaştırılarak çeşitli spesifikasyonlarla tahminlenebilmektedir.

Konjonktürel dalgalanmalar için; konjonktür artı gürültü modeli, trend artı konjonktür modeli ve konjonktürel trend modeli yine mevsimsel bileşen, müdahale değişkeni ve açıklayıcı değişken içerip içermeme durumlarına göre farklılaştırılarak çeşitli spesifikasyonlarla tahminlenebilmektedir.

Gözlenemeyen bileşen modelleriyle tahminleme yaparken standardize edilmiş öngörü hatalarının otokorelasyonsuz, eşit varyanslı ve normal dağılımlı olması gerekmektedir. Tahminlenen modellerin; AIC, BIC ve R^2 gibi kriterler dikkate alınarak en iyisi seçilmekte ve olabilirlik fonksiyonları, öngörü hata varyansları, χ^2 öngörü başarısızlığı katsayı anlamlılıkları karşılaştırılarak iyi uyumlulukları değerlendirilmektedir.

Çalışmanın amacı, gözlenemeyen bileşen modelleri teorisini anlaşılır şekilde inceleyerek, temel makroekonomik değişkenleri bileşenleri açısından ifade etmek ve ekonomik karar vericiler açısından önemli olan ancak gözlenemeyen değişkenleri tahmin etmektir. Çalışmada, gözlenemeyen bileşen model kalıpları ve ilgili istatistiksel teoriler; 1998Q1-2016Q2 dönemi için Türkiye GSYH, işsizlik ve enflasyon verileri kullanılarak incelenmiştir.

Söz konusu yöntemler kullanılarak dört alt başlıkla ifade edilen analizler gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, Türkiye için GSYH değişkeni bileşenleri açısından incelenmiştir. GSYH değişkeni trend ve konjonktürel bileşen model kalıplarıyla tahminlenerek değerlendirilmiş ve uygun model belirlenmeye çalışılmıştır. Anlamlı sonuçların elde edildiği Tablo 19’da yer alan, Model 4, 9, 10 ve 14; AIC, BIC, log olabilirlik ve öngörü hata varyans değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiş ve en küçük AIC, BIC, öngörü hata varyans değerlerine ve en yüksek log olabilirlik değerine sahip olan; stokastik düzey, deterministik eğim, müdahale değişkeni, kukla mevsimsel bileşenleriyle tanımlanan Model 10, GSYH’ı bileşenleri açısından en iyi temsil eden model seçilmiştir. Ancak Model 14’de konjonktürel etkiler anlamlıdır ve hata varyans oranları (q) dikkate alınarak modellerin yeniden karşılaştırılması gerekli görülmüştür. Karşılaştırma sonucunda Model 10’a ait q oranının sıfırdan farklı olması sebebiyle; bu modelde bulunmayan ancak yer alması gereken değişkenin (ya da değişkenlerin) olduğuna ve Model 10’un bileşenleri tarafından tam olarak açıklanmadığına karar verilmiştir. Bu bulgulardan hareketle, GSYH’ı en iyi şekilde Model 14 temsil etmektedir. Türkiye GSYH’sının; stokastik düzey ve eğim olarak tanımlanan trend bileşeni ile mevsimsel ve konjonktürel bileşen tarafından açıklandığı bulgusu elde edilmiştir. Bileşenlere ait ağırlıklar incelendiğinde ise GSYH’nın en fazla konjonktürel varyasyondan etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

İkinci olarak GSYH verileri kullanılarak, mevcut GSYH ile potansiyel GSYH arasındaki fark olarak tanımlanan çıktı açığı tahminlemiştir. Çıktı açığı, önemli bir göstergedir ancak gözlenemeyen bir değişkendir. Çıktı açığını tahminlemek üzere Model 15 ve 16 tanımlanmıştır. Model 15, sabitli rassal yürüyüş ve AR(2) süreci izleyen konjonktürel bileşen; Model 16 ise bu bileşenlere 2008 ekonomik krizinin etkisini taşıyan müdahale değişkeninin dahil edilmesiyle tahminlenmiştir. Her iki modelden elde edilmiş çıktı açığı verilerinin genel olarak birbirilerine benzer hareket ettiği tespit edilmiştir. Ancak kriz değişkeninin dahil edildiği Model 16’nın, kriz etkisi ile negatif çıktı açığının varlığını daha net ortaya koyduğu görülmüştür. Modellerden elde edilen potansiyel çıktı ile gerçekleşen çıktıya ait sonuçlar karşılaştırıldığında; potansiyel çıktı ile gerçekleşen çıktının yükseliş ve düşme dönemlerinde birlikte hareket ettiği ve benzer noktalarda kırılma yaşadıkları izlenmiştir. Anlamlı bulguların

elde edilmesi sebebiyle, modellerden elde edilen potansiyel çıktı ve çıktı açığı değerlerinin gelecek tahminlemelerinde ve ekonomik karar alma süreçlerinde kullanılabileceğini ifade etmek mümkündür.

Üçüncü olarak Türkiye için büyüme ve işsizlik makroekonomik değişkenleri bileşenleri cinsinden incelenmiştir. Elde edilen gözlenemeyen bileşenler kullanılarak Okun katsayısı tahmini yapılmıştır. İşsizliğin bileşenlerine ayrıştırılmasıyla, düzey ve AR(2) süreci izleyen konjonktürel bileşenlerinin hareketleriyle ifade edildiği görülmüştür. İşsizliğin ayrıştırılmasıyla elde edilen potansiyel işsizlik (kalıcı bileşen) ile doğal işsizlik (geçici bileşenin) arasındaki ilişki incelendiğinde işsizlik oranının, potansiyel işsizlik oranından yüksek olması durumunda doğal işsizlik oranının yüksek olduğu bulgusu elde edilmiştir. İşsizlik ile GSYH arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için değişkenlerin kalıcı ve geçici bileşenlerine ait varyasyonlar incelenmiştir. GSYH'a ait kalıcı şokların varyansı, geçici şokların varyansından büyükken; işsizlik için geçici bileşenin varyansı kalıcı bileşenin varyansından büyük çıkmıştır. Dolayısıyla, GSYH için kalıcı şoklar önemli iken, işsizlik için geçici şokların önemli olduğu sonucu elde edilmiştir. İşsizlik ve GSYH'nın kalıcı ve geçici bileşenleri incelendiğinde, GSYH geçici bileşeni ile işsizlik geçici bileşen arasındaki korelasyon katsayısının -0.6810 olduğu sonucu elde edilmiştir. Korelasyon katsayısının, negatif ve yüksek olması teorik beklentiye uygundur. Elde edilen gözlenemeyen bileşenlere ait değerler kullanılarak Okun katsayısı hesaplanmış ve -0.6104 olarak bulunmuştur. İşaretin negatif olması, teori ile tutarlıdır (Okun,1962: 87-104). Katsayının, Okun'un ifade ettiği -3 değerinden oldukça düşük olması ise gelişmekte olan ülkeler için beklenen bir durumdur (Sramkva,2010: 11).

Son olarak, Philips eğrisiyle Türkiye işsizlik ve enflasyon değişkenleri incelenmiştir. Öncelikle enflasyon bileşenleri tahminlenmiş ve ardından üç farklı model kalıbı kullanılarak Philips eğrisi tahminleri elde edilmiştir. Enflasyon, düzey ve eğim bileşenlerinden oluşan trend, AR(2) süreci izleyen konjonktür ve trigonometrik mevsimsel bileşenlerle tanımlanarak tahminlenmiş ve değişkendeki en yüksek varyasyonun konjonktür bileşeninden kaynaklandığı bulgusu elde edilmiştir. Türkiye için Phillips eğrisi tahminleri ilk olarak, çıktı açığı ve enflasyona ait bileşenler kullanılarak tahminlemiştir. İkinci olarak, GSYH'dan elde edilen çıktı açığının yerine

doğal işsizlik oranının ($u-u^*$) yer aldığı model ve son olarak ise doğal işsizlik oranı ve enflasyonist beklentinin dahil olduğu model tahminlenmiştir. Sırasıyla Model A, B ve C olarak ifade edilen Tablo 27'deki sonuçlar incelendiğinde Model A'da yer alan CA değişkenine ait katsayı, Model B ve Model C'de yer alan Dİ değişkenine ait katsayıların istatistiki olarak anlamlı olmadığı bulgusu elde edilmiştir. Katsayıların istatistiki olarak anlamlı olmaması enflasyonun işsizlik ile açıklanamadığını ve Türkiye için Phillips eğrisinin bulunmadığını ifade etmektedir (Us, 2014:85 ; Özbek ve Özlale, 2005: 20 ; Kuştepe, 2005: 589).

Türkiye GSYH, enflasyon ve işsizlik bileşenlerinin aynı çalışmada birlikte yer almaması literatür açısından eksikliklerdir. Bu nedenle, çalışmamızda üç temel makroekonomik değişkenle aynı anda çalışılmıştır.

Tezde, gözlenemeyen bileşen modellerinin klasik zaman serileri yerine kullanılması çalışmanın özgünlüğünü göstermektedir. Bileşen modellerinin aynı anda üç önemli makro ekonomik göstergeyle çalışılması ve aralarındaki ilişkilerin ortaya konması diğer çalışmalardan farkını göstermektedir. GSYH, enflasyon ve işsizlik bileşenlerinin birlikte incelenmesi; bunlara ek olarak çıktı açığı, Okun katsayısı ve Phillips eğrisinin tahminlenmesi de çalışmayı özgün kılmaktadır. Ayrıca, önemli bir referans olabileceğini göstermektedir. Literatür incelendiğinde GSYH, işsizlik ve enflasyonun ya da çıktı açığı, Phillips eğrisi ve Okun katsayısının ayrı ayrı ya da birkaçının aynı anda yer aldığı çalışmalar bulunmasına rağmen gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemlerle, tüm değişkenlere ait analizlerin yapıldığı çalışma literatürde bulunmamaktadır.

Türkiye'nin makroekonomik değişkenlerinin, gözlenemeyen bileşen modellerine dayanan yöntemlerle tahminlendiği çalışmada dikkat çekmek istenilen bulguları üç maddede özetlemek mümkündür:

❖ GSYH serisi; stokastik düzey olarak tanımlanan trend, mevsimsel ve konjonktürel bileşenleri tarafından tanımlanmaktadır. Özellikle konjonktürel etkiler seri için önemlidir. Dolayısıyla; serinin durağanlaştırılmasının ya da bileşenlerinden arındırılmasının, analiz sonuçları üzerindeki olumsuz yöndeki olası etkisine dikkat edilmelidir.

❖ Söz konusu modellerle; potansiyel çıktı, çıktı açığı, doğal işsizlik oranı gibi gözlenemeyen değişkenler teorik tabanlı yöntemlerle elde edilebilmektedir. Söz konusu bu değişkenlerin, gözlenemeyen bileşenleri içeren çıktı açığı, Phillips eğrisi ve Okun katsayısını tahminleyen çalışmalara sağlayacağı ayrıcalık fark edilmelidir.

❖ Zaman serilerini durağanlaştırmadan gerçek seriyle tahminleme yapmanın mümkünlüğüne dikkat edilmelidir. Böylece çalışılan seriler orijinalliğini korumaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular iktisadi olarak özetlendiğinde: 2000 ve 2008 yıllarında GSYH düzeyinin potansiyel çıktı düzeyinden yüksek olması bu dönemlerde, işgücünün tam istihdam seviyesi üstünde, doğal işsizlik oranının düşük ve enflasyonist baskının söz konusu olduğunu göstermektedir. 1999, 2001 ve 2009 yıllarındaki negatif çıktının varlığı ise ekonominin tam istihdam kapasitesinin altında olduğunu, sermaye kapasitesinin eksik kullanıldığını ve yüksek işsizlik oranını ifade etmektedir. Söz konusu dönemlerde yaşanan ekonomik krizlerin varlığı bulguları desteklemektedir. GSYH geçici bileşeni ile işsizlik geçici bileşen arasındaki korelasyon katsayısı negatif ve yüksek olarak teorik beklentiye uygun ve bileşenlerden hareketle hesaplanan Okun katsayısı da, negatif ve teori ile tutarlı hesaplanmıştır (Christos, 2015: 8). Bu durum, Türkiye’de işsizlik ve GSYH arasında ilişkinin geçerli olduğunu göstermektedir. Okun katsayısının, teoride yer alan değerden düşük bulunması ise gelişmekte olan bir ülke olduğumuzu göstermektedir. Enflasyon ile işsizlik arasındaki kısa dönem arz eğrisinin reflekslerini yansıtan ve Phillips eğrisi olarak adlandırılan ilişki için anlamlı bulgular elde edilememiş olması ise karar vericiler tarafından yürürlüğe konulan arz ve talep yanlı politikaları kullanarak enflasyon ve işsizlik üzerinde istenilen kontrolün sağlanamayacağını göstermektedir.

Çalışma, gözlenemeyen bileşen modellerine ait teoriyi anlaşılır şekilde ifade etmesi sebebiyle araştırmacılara rehber olabilecektir. Ayrıca gözlenemeyen bileşenlerin elde edilmesinde istatistiki filtreler yerine söz konusu yöntemin kullanılması teorik tabanlı olarak elde edilmiş bileşenlerin yer aldığı çalışmaları ayrıca arttıracaktır.

Çalışmadaki eksiklik; gözlenemeyen bileşenlerin elde edilmesinde tek değişkenli yöntemlerin kullanılmasıdır. Bundan sonraki çalışmamızda çok değişkenli

gözlenemeyen bileşen modelleri kullanılarak Phillips eğrisi ve Okun katsayısı tahminleri geliştirilecektir. Böylece tek değişkenli ve çok değişkenli tahmin sonuçları birbirleriyle kıyaslanıp yorumlanabilecektir. Ayrıca ilerletilmiş Kalman filtresi kullanılarak doğrusal olmayan ilişkilerle çalışmayı geliştirmek mümkündür.



KAYNAKÇA

Abril, J. C. ve Blanco, M. B. (2002). Stylized Facts of the Gross National Product of Argentina: 1875 - 1999. *En Reunión Anual de Asociación Argentina de Economía Política*, Tucuman. 1-19.

Akaike, H. (1974). A New Look At The Statistical Model Identification. *IEEE Trans. Aut. Control*. 19:716–723.

Altar, M., Necula, C. ve Bobeica, G. (2010). Estimating potential GDP for the Romanian economy: An eclectic approach. *Romanian Journal of Economic Forecasting*. 13(3): 5-25.

Bjornland, H. C., Brubakk, L. ve Jore, A. S. (2005). The Output Gap in Norway – A Comparison of Different Methods. *Economic Bulletin of Norges Bank*. 5 (2): 90-100.

Bocutoğlu, E. (2012). *Makro İktisat: Teoriler ve Politikalar*. Bursa: Ekin Yayınevi.

Box, G.E.P. ve Pierce, D.A. (1970). Distribution of The Residual Autocorrelations in Autoregressive Integrated Moving Average Models. *Journal of The American Statistical Association*. 65: 1509-1526.

Box, G.E.P.ve Jenkins, G.M. (1976). *Time Series Analysis Forecasting and Control*. California: Holden Day.

Brown, R. G. (1959). *Statistical Forecasting for Inventory Control*. New York: McGraw-Hill.

Brown, R.G. (1963). *Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series*. Englewood Cliffs: NJ Prentice-Hall.

Case, K. E., Fair, R. C. ve Oster, S. E. (2012). *Principles of Economics*. Boston: Pearson Higher Education.

Chatfield ,C. (1995). *The Analysis of Time Series an Introduction*. London: Chapman and Hall.

Chen, X. ve Mills, T.C. (2012). Measuring The Euro Area Output Gap Using Multivariate Unobserved Components Models Containing Phase Shifts. *Empir Econ* 43: 671.

Ceylan, O. (15.03.2014). *Piyasa Rehberi*. <http://piyasarehberi.org/ekonomi/64-enflasyon-turleri-nelerdir>, (21.02.2018).

Chatfield, C. (1995). *The Analysis of Time Series: An Introduction*. London: Chapman& Hall.

Christodoulou, C., Hadjixenophontos, V. ve Hadjixenophontos, A. (2015). An Unobserved Components Model Approach to the Relationship between Real GDP and Unemployment for Cyprus. *Neapolis University of Paphos Working Papers Series*. 5:1-15.

Clark, P. K. (1987). The Cyclical Component of U.S. Economic Activity. *Quarterly Journal of Economics*. 102: 797-814.

Commandeur, J. ve Koopman, S. J. (2007). *An Introduction to State Space Time Series Analysis*. Oxford: Oxford University Press.

Cuevas, M. (2002). Potential Gdp Growth in Venezuela : a Structural Time Series Approach. *Policy Research Working Paper*. 2826:1-28.

Çakmak, U. (2004). *Makro İktisat Ders Notları*. Ankara: Murat Yayınları.

Çayıroğlu, İ. (2012). Kalman Filtresi ve Programlama. *Fen ve Teknoloji Bilgi Paylaşımı*,1: 1–6.

Domenech, R. ve Gomez, V.(2003). Estimating Potential Output, Core Inflation and The NAIRU As Latent Variables. *Working Papers*. 1–20.

Dungey, M., Jacobs, J., Tian, J. ve Norden, S. (2015). Trend in Cycle or Cycle in Trend? New Structural Identifications for Unobserved-Components Models of U.S. Real Gdp. *Macroeconomic Dynamics*. 19(4): 776–790.

Durbin, J. ve Koopman, S. J. (2012). *Time Series Analysis by State Space Methods*. Oxford: Oxford University Press.

Eğilmez, M. ve Kumcu, E. (2004). *Ekonomi Politikası Teori ve Türkiye Uygulaması*. İstanbul: Remzi Kitabevi.

Eğilmez, M. (2016). *GSYH Hesaplaması Değişti, Kişi Başına Gelirimiz Arttı*. <http://www.mahfiegilmez.com/2016/12/gsyh-hesaplamas-degisti-kisi-basna.html>, (12.12.2016).

Enders, W. (1995). *Applied Econometric Time Series*. New York: John Wiley & Sons.

Ertek, T. (2008). *Makroekonomiye Giriş*. İstanbul: Beta Yayıncılık.

Eruygur, O.H.(2013). *Ders notu 7: Para Arzı Tanımları – Klasik Para ve Faiz Teorileri– Enflasyon – İşsizlik ve Phillips Eğrisi*.http://www.ozaneruygur.com/DERS_IKT102_1213_02/?download=IKTI102_DersNotu_07_1213_02.pdf, (20.02.2018).

Flaig, G. (2002). Unobserved Components Models for Quarterly German GDP. *CES*

Ifo Working Paper. 681(5): 1-20.

Fomby, T. (2008). The Unobservable Components Model. *Working Paper*. 1–42.

Friedman, M. (1968). The Role of Monetary Policy. *American Economic Review*. 58(1): 1- 17.

Funke, M. (1998). Measuring the German Output Gap Using Unobserved Component Models. *Discussion Paper* . 02(98): 1-20.

Granger, C. W. J. ve Newbold, P. (1974). Spurious Regressions In Econometrics. *Journal of Econometrics*. 2(2): 111-120.

Gerbing, D. (2016). *Time Series Components*. <http://web.pdx.edu/~gerbing/515/Resources/ts.pdf>, (14.06.2017).

Hannan, E. J. ve Quinn, B. G. (1979). The Determination of The Order of An Autoregression. *Journal of the Royal Statistical Society*. 41: 190–195.

Harrison, P. J. ve Stevens, C. F. (1976). Bayesian Forecasting (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society*. 38:205-247.

Harvey, A. C. (1985). Trends and Cycles in Macroeconomic Time Series. *Journal of Business & Economic Statistics*. 3(3): 216-227.

Harvey, A.C. (1989). *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. Cambridge: Cambridge University Press.

Harvey, A. C. ve Shephard, N. (1993). Structural Time Series Models. *Encyclopedia of Biostatistics*. 56(3): 686–691.

Harvey, A. C. ve Jaeger, A. (1993). Detrending, Stylized Facts and the Business Cycle. *Journal of Applied Econometrics*. 8: 231-247.

Harvey, A. C. ve Koopman, S. J. (2009). Unobserved Components Models in Economics and Finance: The role of the Kalman filter in Time Series Econometrics. *IEEE Control Systems*. 29(6): 71–81.

Harvey, A. C. (2011). Modelling The Phillips Curve With Unobserved Components. *Applied Financial Economics*. 21(1):7–17.

Holt, C. C. (1957). Forecasting Seasonal and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages. *Office of Naval Research Memorandum*.52.

Hurvich, C. M. ve Tsai. C. L. (1989). Regression and Time Series Model Selection in Small Samples. *Biometrika* . 76:297–307.

Islas, C. A. ve Cortez, W. W. (2013). An Assessment of The Dynamics Between The Permanent and Transitory Components of Mexico's Output and Unemployment. *CEPAL Review*. 111:159-173.

Jalles, J. T. (2009). Structural Time Series Models and the Kalman Filter: A Concise Review. *SSRN Electronic Journal*. 1–30.

Jarque, C. M. ve Bera, A. K. (1987). A Test for Normality of Observations and Regression Residuals. *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*. 55(2):163.

Jaeger, A. ve Parkinson, M. (1990). Testing for Hysteresis in Unemployment An Unobserved Components Approach. *Empirical Economics*. 15:185-198.

Jones, R.H. ve Ackerson. L.M. (1990). Serial Correlation In Unequally Spaced

Longitudinal Data. *Biometrika*. 77: 721-731.

Kalman, R.E. (1960). A new Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. *Journal of Basic Engineering*. 82(1): 35-45.

Karl E. Case, Ray C. ve Fair, S. M. O. (2012). *Principles of Macroeconomics*. Boston:Pearson.

Kastrati, A. (2014). Estimating Potential Output and the Output Gap in Kosova. *CBK Working Paper*. 5:1-27

Kaya, V. (2018). *Ders Sunumları: Enflasyon ve Hasıla İşsizlik*. [http:// www. erzurum .edu.tr /PersonelDetay/5323/10352/vedat-kaya](http://www.erzurum.edu.tr/PersonelDetay/5323/10352/vedat-kaya), (16.02.2018).

Kaya, V. (2018). *Ekonominin Ölçülmesi 2: İşsizlik, Enflasyon*. [http://erzurum .edu. tr/Content/Yuklemeler/Personel/Vedat_KAYA/BOLUM_39492.pdf](http://erzurum.edu.tr/Content/Yuklemeler/Personel/Vedat_KAYA/BOLUM_39492.pdf), (16.02. 2018).

Kichian, M. (1999). Measuring Potential Output within a State-Space Framework. *Bank of Canada Working Paper*. 99(9):1-49.

Kirschgässner, G. ve Wolters, J. (2007). *Introduction to Modern Time Series Analysis*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Kitagawa, G. ve Gersch, W. (1996). *Smoothness Priors Analysis of Time Series*. Berlin: Springer-Verlag.

Koopman, S.J., Harvey, A.C., Doornik, J.A. ve Shephard, N. (1996). *State Space Models: A Practical Guide to Structural Time Series Analysis, Modelling and Prediction*. London: Chapman and Hall.

Koopman, S. J., Ooms, M. ve Hindrayanto, I. (2006). Periodic Unobserved Cycles in Seasonal Time Series with an Application to US Unemployment. *Tinbergen Institute*

Discussion Paper. 06-101/4:1-42.

Koopman, S. J. (2011). *State Space Time Series Analysis*. <http://personal.vu.nl/s.j.koopman/documents/2011TSEweek1.pdf>, (04.02.2016).

Koopman, S. J. (2015). *Unobserved Components and Time Series Econometrics*. Oxford: Oxford University Press.

Kotia, A. (2013). An Unobserved Components Phillips Curve for India Re-examining output inflation dynamics in India. *Working Paper*. Oxford University.

Kouparitsas, M. A. (2005). Is There Evidence of The New Economy in US GDP Data . Federal Reserve Bank of Chicago Economic Perspectives. 29(1): 12–29.

Kuştepli, Y. (2005). A Comprehensive Short-Run Analysis of a (possible) Turkish Phillips Curve. *Applied Economics*. 37(5): 581-591

Lee, J. ve Nelson, C. R. (2007). Expectation Horizon and The Phillips Curve: The Solution to An Empirical Puzzle. *Journal of Applied Econometrics*. 22(1): 161-178.

Lidderdale, T. (2003). Introduction to Macroeconomics: Business Cycles. <http://www.lidderdale.com/econ/104/ch7Lect.html>, (15.02.2018).

Lipsey, R. G. (1960). The Relation Between Unemployment and The Rate of Change of Money Wage Rates in The United Kingdom, 1862-1957 : A Further Analysis. *Economica*. 27 (105): 1-31.

Ljung, G.M. ve Box, G. (1978). On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models. *Biometrika*. 65(2): 297-303.

Lucas, R. E. (1972). Expectations and the Neutrality of Money. *Journal of Economic*

Theory. 4: 103-24.

Machado, V.G. ve Portugal, M.S. (2014). Phillips Curve in Brazil : An Unobserved Components. *Estudos Econômicos*. 44(4): 787–814.

Mankiw, N. G. (2010). *Macroeconomics*. New York: Worth Publishers.

Mateer, D. ve Coppock, L. (2014). *Principles of Economics*. New York: W.W. Norton.

Mergner, S. (2009). *Applications of State Space Models in Finance*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen

Mikusheva, A. (2009). *Lecture 21: Filtering, State space models, Kalman filter*. https://ocw.mit.edu/courses/economics/14-384-time-series-analysis-fall2013/lecture-notes/MIT14_384F13_lec21.pdf, (15.04.2017).

Mishkin, F. S. (2000). Inflation Targeting in Emerging Market Countries. *NBER Working Paper Series*. 7618:1-12

Mitra, S. ve Sinclair, T. M. (2012). Output Fluctuations in the G-7: an Unobserved Components Approach. *Macroeconomic Dynamics*. 16(3), 396–422.

Moosa, I. A. (1999). Cyclical output , Cyclical Unemployment and Okun' s Coefficient A Structural Time Series Approach. *International Review of Economics and Finance*. 8: 293-304.

Morley, J. C., Nelson, C. R. ve Zivot, E. (2003). Why Are the Beveridge-Nelson and Unobserved-Components Decompositions of GDP So Different?. *The Review of Economics and Statistics*. 85(2): 235-243.

Morley, J. C. (2007). The Slow Adjustment of Aggregate Consumption to Permanent

Income. *Journal of Money, Credit, and Banking*. 39: 615-638.

Muscatelli, V.A. ve Tirelli, P. (2001). Unemployment and Growth: Some Empirical Evidence from Structural Time Series Models. *Applied Economics*. 33: 1083-1088.

Muth, J. F. (1960). Optimal Properties of Exponentially Weighted Forecasts. *Journal of American Statistical Association*,. 55: 299-300.

Nakstad Y. (2006). *Structural Time Series Models: Theory and Application GDP Time Series in USA, Euro-Area, GBR, Sweden and Japan*. (Unpublished Master Thesis). Oslo: for the Department of Economics University of Oslo.

Nason, J. M. ve Smith, G. W. (2008). Identifying The New Keynesian Phillips Curve. *Journal of Applied Econometrics*. 23(5):525-551.

Nelson, C. ve Plosser, C.I. (1982). Trends and Random Walks in Macroeconomic Series. *Journal of Monetary Economics*. 10:139-162.

Nerlove, M. ve Wage, S. (1964). Some Observations on Adaptive Forecasting, *Management Sciences*. 10: 207-224.

Nerlove, M., Grether, D.M.ve Carvalho, J.L. (1979). *Analysis of Economic Time Series: A Synthesis*. New York: Academic Press.

Okun, A. M. (1962). Potential Gnp: Its Measurement and Significance. *In Proceedings of the Business and Economic Statistics Section of the American Statistical Association*. 89–104.

Orlandi, F. ve Pichelmann, K. (2000). Disentangling Trend and Cycle in the EUR-11 Unemployment Series Unobserved Component Modelling Approach.. *ECFIN Economics Papers* . 140:1-31.

Oud, J. H. L., ve Delsing, M. J. M. H. (2010). *Longitudinal Research with Latent Variables*. New York: Springer.

Öğünç, F. ve Ece, D. (2004). Estimating Output gap for Turkey: Unobserved Components . *Applied Economics Letters*. 11:177-182.

Öğünç, F. (2006). *Estimating the Neutral Real Interest Rate for Turkey by Using an Unobserved Components Model*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi İstatistik Bölümü.

Özbek, L.ve Ozlale, U. (2005). Employing the Extended Kalman filter in Measuring The Output Gap. *Journal of Economic Dynamics and Control*. 29(9):1611–1622.

Özbek, L. (2017). *Kalman Filtresi*. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Pelagatti, M. M. (2016). Time Series Modelling with Unobserved Component. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.

Phelps, E. S. (1968). Money-Wage Dynamics and Labor-Market Equilibrium. *Journal of Political Economy*. 76 (4): 678-711.

Phillips, A.W. (1958). The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wages in the United Kingdom:1861-1957. *Economica*. 25(100): 283-99.

Persons, W. M. (1919). Indices of Business Conditions. *Review of Economics and Statistics*. 1:5-107.

Proietti, T. (2002). Forecasting with Structural Time Series Models. *A Companion to Economic Forecasting*. 1–31.

Rosenberg, B. (1973). A Survey of Stochastic Parameter Regression. *Annal of Economic and Social Measurement*. 2(4): 381-397.

Rudd, J. ve Whelan, K. (2007). Modeling Inflation Dynamics: A Critical Review of Recent Research. *Journal of Money, Credit and Banking*. 39(1): 155-170.

Samuelson, P.A. ve Solow, R.M.(1960). Problem of Achieving and Maintaining a Stable Price Level: Analytical Aspects of Anti-Inflation Policy. *American Economic Review*. 50 (2): 177-194.

Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2005). *Zaman Serileri Analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Sevüktekin, M. ve Çınar, M. (2014). *Zaman Serileri Analizi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Slutzky, E. (1937). The Summation of Random Causes as the Source of Cyclic Processes. *Econometrica*. 5(2): 105–146.

Sramkva, L., Kobilicova, M. ve Krajcir, Z. (2010). Output Gap and NAIRU Estimates within State-Space Framework: An Application to Slovakia. *Financial Policy Institute Economic Analysis*. 1-31.

Stamp. (2017). Unobserved Components Time Series Modelling in STAMP. <file:///C:/Program%20Files/OxMetrics6/doc/STAMP/index.html>, (18.06.2017).

Stock, J. H. ve Watson, M.W. (2011). *Introduction to Econometrics*. Boston: Pearson/Addison Wesley.

Sürücü, M. (2014). *İşsizlik, İşsizlikle Mücadelede Pasif İstihdam Politikaları: Almanya ve Türkiye Örnekleri*.(Yurt Dışı İşçi Hizmetleri Uzmanlık Tezi). Ankara:

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Dış İlişkiler ve Yurt Dışı İşçi Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Schwarz, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *Ann. Stat.* 6:461–464.

TCMB. (2013). Enflasyon ve Fiyat İstikrarı. *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası*. 1-32.

Theil, H. (1961). *Economic Forecasts and Policy*. Amsterdam: North Holland Publishing Company.

Tiryaki, A. ve Khakimov, O. (2017). Cyclical Output - Unemployment Relationship: Okun's Law Parameter for Turkey. *Sakarya İktisat Dergisi*. 6(1): 1–14.

Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series*. Canada: Wiley.

Tunay, B. (2010). *50. Yılında Phillips Eğrisi - Makro Ekonomik İstikrar ve Maliyetleri*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayınları.

Tüzen, M.F. (2012). *Türkiye Turizm Gelirinin Öngörüsünde Zaman Serilerinin Bileşenlerine Ayrıştırılarak Yapay Sinir Ağları ve Box- Jenkins Yöntemleri ile Karşılaştırmalı Analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kars: Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Us, V. (2014). Estimating NAIRU for The Turkish Economy Using Extended Kalman Filter Approach. *Central Bank Review*. 14: 63–94.

Ünsal, E. (2009). *Makro İktisat*. Ankara: İmaj Yayıncılık.

West, M. ve Harrison, P.J. (1989). *Bayesian Forecasting and Dynamic Models*. Berlin: Springer.

Winters, P. R (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. *Management Science*. 6: 324– 342.

Yalçın Kayacan, E. ve Üçdoğruk Birecikli, Ş. (2018). Türkiye Çıktı Açığının Filtreleme ve Ayırıştırma Yöntemleriyle Tahmini. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*. (18. EYİ Özel Sayısı): 325-338.

Yıldırım, K., Özer, M. ve Şıklar, K. (2013). *Makro İktisat*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Yıldırım, K., Karaman, D. ve Taşdemir, M. (2014). *Makro Ekonomi*. İstanbul: Seçkin Yayıncılık.

Young, P. (1984). *Recursive Estimation and Time-Series Analysis*. Berlin: Springer-Verlag.

Yule, U. (1927). On a Method Reference to of Investigating Periodicities Disturbed Series. *Philosophical Transactions*. 226: 267-298.

Walker, G. (1931). On Periodicity in Series of Related Terms. *Proceedings of the Royal Society Series A*. 131: 518-532.

Watson, M. W. (1986). Univariate Detrending Methods With Stochastic Trends. *Journal of Monetary Economics*. 18: 49-75.

Winters, P. R. (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. *Management Science*. 6:324-342.

Wold, H. (1938). *A Study In The Analysis of Stationary Time Series*. Uppsala: Almqvis&Wiksell.