

**YAPISAL KIRILMALI ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE  
DURAĞANLIĞIN İNCELENMESİ VE BİR UYGULAMA**

**Harun YONAR**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İstatistik Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mahmut IŞIK**

**AĞUSTOS-2012**

**T.C**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPISAL KIRILMALI ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE DURAĞANLIĞIN**  
**İNCELENMESİ VE BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Harun YONAR**

**101133102**

**Anabilim Dalı: İstatistik**

**Programı: Olasılık Teorisi Ve Olasılık Süreçleri**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mahmut IŞIK**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 7 Ağustos 2012**

**AĞUSTOS-2012**

T.C  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPISAL KIRILMALI ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE DURAĞANLIĞIN  
İNCELENMESİ VE BİR UYGULAMA




YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harun YONAR

101133102

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 7 Ağustos 2012

Tezin Savunulduğu Tarih: 23 Ağustos 2012

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mahmut IŞIK   
Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Sinan ÇALIK   
Doç. Dr. Yavuz ALTIN 

AĞUSTOS-2012

## **ÖNSÖZ**

Tez konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamalarında benden yardımlarını, her türlü desteğini, sabrını ve bilgisini esirgemeyen danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Mahmut IŞIK 'a, teşekkürü bir borç bilirim.

**Harun YONAR**

**ELAZIĞ-2012**

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET .....	IV
TABLO LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
SEMBOLLER.....	VIII
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>2</b>
2.1. Zaman Serileri.....	2
2.2. Zaman Serilerinde Durağanlık Kavramı.....	3
2.3. Durağanlığı Etkileyen Bileşenler .....	4
2.3.1. Trend.....	4
2.3.2. Mevsimsel dalgalanmalar .....	5
2.3.3. Konjonktürel etkiler .....	6
2.3.4. Düzensiz hareketler .....	6
<b>3. BULGULAR.....</b>	<b>7</b>
3.1. Durağanlık Tespiti.....	7
3.1.1. Korelogram testi.....	7
3.1.2. Birim kök testleri.....	7
3.2. Genel birim kök testleri .....	7
3.2.1. Dickey- Fuller Testi.....	8
3.2.2. Phillips-Peron Testi.....	9
3.3. Yapısal Kırılma .....	9
3.4. Birim Kök Testlerinden Yapısal Kırılmayı Dikkate Alan Testler .....	11
3.4.1. Perron(1989) Yaklaşımı .....	11
3.4.1.1. Düzey Değişimli Kırılma.....	11
3.4.1.2. Eğim Değişimli Yapısal Kırılma.....	12
3.4.2. Zivot-Andrews (1992) Yaklaşımı .....	14
3.4.3. Perron (1997) Yaklaşımı .....	16
3.5. Türkiye’deki 1997-2005 Yılları Arasındaki Altın Fiyatlarındaki Yapısal Kırılmanın İncelenmesi .....	17
<b>4. SONUÇ VE TARTIŞMA .....</b>	<b>21</b>

<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>22</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>24</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>27</b>

## ÖZET

### YAPISAL KIRILMALI ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ İLE DURAĞANLIĞIN İNCELENMESİ VE BİR UYGULAMA

Zaman serilerinde değişkenler arasındaki ilişkilerle ilgili doğru sonuçlara ulaşabilmek için serilerin durağanlığının analiz edilmesi gerekmektedir. Serilerin durağanlıklarının analiz edilmesi için pek çok test stratejisi geliştirilmiştir. Kullanılan zaman serilerinde kırılma varsa ve bu kırılma dikkate alınmadan birim kök testi yapılırsa, serilerin durağan çıkmama yönünde güçlü bir eğilimi olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada yapısal kırılmanın varlığı durumunda geliştirilen birim kök testlerinden Dickey - Fuller, Perron (1989), Zivot Andrews (1992) ve Perron (1997) yöntemleri incelenmiştir. Bu teknikler kullanılarak Türkiye Cumhuriyet Altını fiyatları üzerinde durağanlık analiz edilmiştir. Yapısal kırılma dikkate alındığında uygun sonuçların elde edildiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Durağanlık, birim kök, yapısal kırılma.

## SUMMARY

### STASIS IN THE EXAMINATION OF STRUCTURAL BREAKS IN TIME SERIES ANALYSIS AND A PRACTICE

In order to get correct results for relations among variables, it is needed to analyse the stationarity of the variables in time series. A lot of test strategies is presented by economists to analyse the stationarity. If there is a break in time series used and unit root is done without considering this break, then it is seen that there is a strong bias of the series not to be stationary.

In this study, it is investigated unit root test which developed in the presence of structure breaks such as Dickey Fuller, Perron (1989), Zivot and Andrews (1992) and Perron (1997). The stationarity was analyzed on the price of Turkish Republic Gold by using this techniques. It is determined that obtained reliable results when considering the structural break.

**Key Words:** Stationarity, unit root , structural break.

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 3.1.</b> 1997-2005 Yılları Arasındaki Cumhuriyet Altın Fiyatları .....	17
<b>Tablo 3.2.</b> Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) birim kök test sonuçları.....	18
<b>Tablo 3.3.</b> Birim Kök Testi Sonuçları (Düzeyde ve eğimde kırılma).....	20

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Cumhuriyet Altını (CA) Serisinin Zaman Yolu Grafiği .....	18
--	----

## SEMBOLLER

<b>ADF</b>	: Artırılmış Dickey Fuller birim kök testi
<b>DVT<sub>t</sub></b>	: Yapısal kırılmada düzey ve eğim değişimi(kırılması) kukla değişkeni
<b>DVT<sub>t</sub>*</b>	: Yapısal kırılmada eğim değişimi(kırılması) kukla değişkeni
<b>DVU<sub>t</sub></b>	: Yapısal kırılmada eğim değişimi(kırılması) kukla değişkeni
<b>E(Y<sub>t</sub>)</b>	: Y <sub>t</sub> zaman serisinin beklenen değeri
<b>ε<sub>t</sub></b>	: Hata terimi(kalıntı terimi)
<b>γ<sub>k</sub></b>	: Durağanlık varsayımı altında Y <sub>t</sub> 'in k'inci gecikme için otokovaryansı
<b>γ<sub>0</sub></b>	: Durağanlık varsayımı altında Y <sub>t</sub> 'in varyansı
<b>λ</b>	: Yapısal kırılmada nispi kırılma yansıması
<b>T<sub>b</sub></b>	: Yapısal kırılma(değişim) tarihi(noktası)
<b>Y<sub>t</sub></b>	: Kesikli rassal değişken

## 1. GİRİŞ

Zaman serisi ekonometrisindeki en önemli kavramlardan biri olan durağanlık değişkenler arasında anlamlı ilişkiler elde edilebilmesi için gerekmektedir.

Bir zaman serisinin durağanlığının araştırılmasında yaygın olarak Dickey-Fuller (DF) ve Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testleri kullanılır. Bu testlerden başka Perron (1989), Perron (1997) ve Zivot-Andrews (1992) yaklaşımları durağanlık tespitinde kullanılan testlerdir.

Makroekonomik değişkenlerin kullanıldığı zaman serilerinde herhangi bir dönemde başlayan ve belli bir süre etkisini gösteren değişimler yapısal kırılma (düzey değişimi) olarak adlandırılmaktadır. Kullanılan zaman serilerinde bir kırılma varsa ve bu kırılma dikkate alınmadan birim kök testi yapılırsa serilerin durağan çıkmama yönünde güçlü bir eğilimi olduğu görülmektedir. Serilerdeki kırılmalar dikkate alınmadığında, durağan çıkmayan bir çok seri durağan özellikler gösterir.

Birim kök testlerinden daha gerçekçi sonuçlar elde etmek için kırılmayı dikkate alan birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. Perron (1989), Perron (1997) ve Zivot Andrews (1992) testleri yapısal kırılmayı dikkate alan testlerdir

Perron testleri yapısal kırılmayı dışsal, Zivot Andrews testi ise içsel olarak kırılmayı belirlerken Perron testlerinde zaman serisi tek bir kırılma noktasına izin vermektedir.

Bu çalışmada Cumhuriyet Altın (CA) fiyatları kırılmayı dikkate almayan birim kök testleri ile inceleme yapılmış ve kırılmayı dikkate alan testlerin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Zaman Serileri

İstatistiksel tahmin teknikleri içerisinde önemli bir yere sahip olan Zaman serileri analizi, geçmiş dönem değerlerinin çeşitli yöntemlerle incelenmesiyle elde edilen bilgilerin, geleceğin tahmininde ihtiyaç duyulan her alanda kullanılmaktadır. Bilinmeyen geleceğin bilimsel yöntemlerle tahmin edilmesi ve gelecek için önceden hazırlıkların yapılması her alanda büyük önem taşır. Doğru ve tutarlı tahminlere dayanan plan ve programlar sayesinde gelecek endişesi azalmakta yönetim kadroları daha güvenilir ve sağlıklı kararlar alarak başarılarını arttırmaktadırlar [1].

Zaman serileri analizlerinde geleceğin tahmini yanında geçmiş dönemlerin incelenmiş olması, geçmişteki olumlu ve olumsuz gelişmelerin saptanmasına, nedenlerinin araştırılmasına ve özellikle yapılan yanlışların tekrarlanmasına da olanak sağlamaktadır. Milli gelir, çeşitli sektörlerdeki üretim, satış, katma değer, ihracat, ithalat gibi makro ekonomik değişkenlerle işletmelerin üretim, satış, katma değer, ücret, fiyat, kâr, verimlilik gibi mikro ekonomik değişkenler hep zaman serisi şeklinde düzenlenmektedir. Bu nedenle özellikle bu tip değişkenlerin tahmininde veya geçmiş dönemlerdeki değişimlerin saptanmasında zaman serisi analizlerinden yararlanılmaktadır.

Ekonometride kullanılan değişkenlerin büyük kısmı zaman serisi verileri olup bunlar genellikle günlük, haftalık, aylık, üç aylık (çeyrek yıllık), altı aylık, yıllık ve daha uzun dönem aralıklarla derlenir ve toplanır. Ekonomik verilerin önemli bir kısmı bu şekilde eşit aralıklı zaman noktalarında ölçülmüş birer iktisadi istatistikleri oluştururlar. Zaman serileri çeşitli amaçlarla analiz edilmektedirler. Bunlar;

- Serilerin geleceğe yönelik tahmin amacı ile analiz edilmesi
- Serinin belli başlı özelliklerini ortaya çıkarabilmek (incelenen döneme ait trendin ya da mevsimsel dalgalanma olup olmadığının tespiti)
- Seriler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek (ekonometrik modeller kullanılarak)
- Sistem kontrolü sağlamaktır.

## 2.2. Zaman Serilerinde Durağanlık Kavramı

Ekonomik zaman serilerinde önemli ilişkileri ortaya çıkarabilmek için oluşturulan regresyon modellerinde, incelenen değişkenlerin durağan olması gerekmektedir. Eğer söz konusu durağanlık sağlanmazsa iktisadi denge söz konusu olmaz. Klasik iktisat görüşünde istihdamda bir denge olmalıdır. Bu görüşe göre kısa dönemde denge bozulabilir, ama uzun dönemde sistem kendisini dengeye getirecektir. Dışsal olaylar, zaman serilerinde dengeden uzaklaşmalara neden olur. İktisattaki denge görüşüne göre sistemde meydana gelen olaylar yani şoklar kısa vadede etkisini kaybedecektir. Geçici olduğu kabul edilen bu şoklara rağmen zaman serilerinde uzun vadede dengesi korunacaktır. Denge korunduğu içinde durağanlık sağlanacağından önemli ilişkilerin belirlenmesi için oluşturulan regresyon modelleri geçerli olacaktır. Meydana gelen şoklar her zaman geçici olmayabilir. Şokların kalıcı olması durumunda zaman serileri dengeye dönme eğilimini izlemeyecek ve zaman içinde dengeden uzaklaşacaktır. Dengeden uzaklaşma, durağanlığın bozulması anlamına geleceği için bu durumda kurulan regresyon modelleri, klasik doğrusal regresyon modeli varsayımları sağlanmadığından geçerliliğini yitirecektir. Bu modellerle yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar yanlış olacağı için yapılan tahminleri yanıltacaktır. Örneğin sahte regresyon ortaya çıkacaktır [2].

Bir zaman serisinin istatistiksel analizi yapılmadan önce, o seriyi oluşturan sürecin zaman içinde sabit olup olmadığına yani serinin durağanlığının araştırılması en önemli aşamadır.

İktisadi analizler yapılırken kullanılan zaman serisinin durağan olup olmaması önemlidir. Çünkü durağan olmayan bir seri ile analiz yapıldığında geleneksel t ve F testleri ile  $R^2$  değeri yanlış sonuç verebilmektedir.

Belirli bir seriyi ortaya çıkaran stokastik sürecin durağan olmasının şartları şunlardır;

- Ortalama :  $E(Y_t) = \mu$
- Varyans :  $Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2$
- Kovaryans :  $\gamma_k = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$

Burada  $\gamma_k$ ; aralarında k dönem fark olan iki  $Y_t$  değeri ( $Y_t, Y_{t+k}$ ) arasındaki kovaryanstır. Eğer;  $k = 0$  ise  $\gamma_0$  bulunur. Bu değer Y'nin varyansına eşittir.  $k=1$  ise  $\gamma_1$ , Y'nin ardışık iki değer arasındaki kovaryanstır [3].

Bir zaman serisinin durağanlığı ortalamasının, varyansının ve kovaryansının zamana bağlı olarak değişmemesi olarak tanımlanabilir. Zaman serisi içindeki bu durağanlık zayıf durağanlık olarak da adlandırılabilir.

Bir zaman serisinin ortalamasının, varyansının ve kovaryansının zaman içerisinde sabit olması zayıf durağanlık olarak isimlendirilirken; kovaryans durağanlık ya da ikinci mertebeden durağanlık olarak da ifade edilebilmektedir [4].

Bu nedenle durağan bir zaman serisinin ortalaması  $E(Y_t)$  zamandan (t) bağımsız ve varyansı  $E[Y_t - E(Y_t)]^2$  ise, zamana bağlı sistematik olarak değişmez ve sonlu bir sayı ile sınırlı olmaktadır. Bu sebepten seri, kendi ortalamasına dönmeyi yani belirli bir genişlikle ortalama etrafında dalgalanmaya eğilimli olmaktadır. Durağan olmayan seriler ise zamana bağlı olarak değişken ortalamaya (veya varyansa) sahip olduklarından, bu serilerin ortalaması ancak ait oldukları zaman aralığı belirtilerek verilmektedir [5].

### **2.3. Durağanlığı Etkileyen Bileşenler**

Zaman serilerinde durağanlığın bozulmasında dört bileşen etkilidir. Bunlar; trend, mevsimsel dalgalanmalar, konjonktürel etkiler ve düzensiz hareketlerdir.

#### **2.3.1. Trend**

Trend bir zaman serisinin gösterdiği eğilim olarak ifade edilmekte olup adeta serinin ortalaması gibidir. Zaman serilerinde trendli kalıplar genelde seride uzun süreli(15 ile 18 yıllık ) artışlar veya azalışları yansıtır. Trendin başlangıç noktası da ekonomide durgunluk döneminin yaşandığı dönemdir [6].

Trende sahip seriler durağan olmayan seriler olup, ekonomide iki tip trendden bahsedilir. Bunlar deterministik ve stokastik trenddir.

Deterministik trend, yükseliş ya da alçalış göstererek belli bir yönde ilerleyen serilerin uzun dönemli eğilimi olarak ifade edilmektedir. Deterministik trendde olasılık dağılımı söz konusu değildir; birebir ilişkiden bahsedilmektedir.

Deterministik trendde sahip  $X_t$  serisi,

$$X_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t \quad (2.1.)$$

şeklinde modellenebilmektedir.

Stokastik trend ise eğilimin önceden kestirilemediği ve bu yüzden olasılık dağılımının söz konusu olduğu trend tipidir.

Stokastik trende sahip  $X_t$  serisi,

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.2)$$

şeklinde modellenebilmektedir.

Sonuçta trend durağanlığı bozan bir faktör olduğu için ortadan kaldırılması gerekmektedir. Aksi takdirde trende sahip bir zaman serisiyle kurulacak regresyon modellerinden yanıltıcı sonuçlar alınacaktır. Trend tipinin belirlenmesi, ortadan kaldırma yöntemlerinin belirlenmesi açısından önem kazanmaktadır. Bunun nedeni, her trend tipine göre farklı ortadan kaldırma yönteminin mevcut olmasıdır.

Deterministik trend durumunda trendden arındırma yöntemi; stokastik durumda ise fark alma yöntemi uygulanmaktadır. Trend tipi yanlış belirlendiği durumlarda yanlış ortadan kaldırma yönteminin uygulanması sahte korelasyon problemine yol açmaktadır [2].

### **2.3.2. Mevsimsel dalgalanmalar**

Birçok zaman serisi belirli dönemlerde mevsimsel faktörlerin etkisi altında bulunabilir. Genelde mevsimsel etkiler aylık dönemler (altı ay, üç ay ...) itibariyle ortaya çıkar. Mevsimin etkisinde olan değişkenler yılın bazı dönemlerinde diğerlerine oranla daha yüksek veya daha düşük değerlere ulaşırlar. Mevsimselliğin ortaya çıkışında iklimler, insan alışkanlıkları, resmi ya da dini bayramlar, özel günler, bazı sosyal olaylar, bazı dönemlerde uygulanan indirimli satışlar gibi birçok satış etkili olur. Mevsimsel bileşende de trendde olduğu gibi deterministik mevsimsellik ve stokastik mevsimsellik olmak üzere iki tip mevsimsel bileşen söz konusudur [6].

Mevsimsel etkiyi ortadan kaldırma yöntemleri trendde olduğu gibi mevsimsellik tipine göre farklılık göstermektedir. Deterministik mevsimsellik durumunda mevsimsellikten arındırma işlemi uygulanırken; stokastik mevsimsellik durumunda mevsimsel fark alma işlemi uygulanmaktadır [2].

### **2.3.3. Konjonktürel etkiler**

Konjonktürel etkiler daha çok ekonominin veya sektörlerin refah ya da durgunluk (ekonomik kriz) dönemlerini içeren periyodik olmayan 5-8 yıllık değişimlerdir. Konjonktürel etkileri içeren zaman serileri ile ön raporlama yapma oldukça zordur. Çünkü gelecekte bu etkilerin tekrar ortaya çıkması olasıdır. Fakat yine de önraporlama yapılacaksa serinin son dönem ortalamalarından hareket edilir veya serinin artma ya da azalma eğilimi dikkate alınarak geçmiş son birkaç dönem değerlerine bakılarak bir tahmin yapılır. Bu nedenle konjonktürel zaman serilerinde artıştan azalışa ya da azalıştan artışa geçiş noktalarının analizi daha fazla önem kazanır.

Mevsimsel dalgalanmalarla konjonktürel etkiler arasında kısmen benzerlikler olmasına rağmen önemli farklılıklar söz konusudur. Mevsimsel hareketlerde dönemler nispeten daha düzenli ve periyodik bir salınım gösterirken, konjonktürel hareketlerde dönemler düzensiz ve periyodik olmayan bir yapıdadır. Ayrıca konjonktürel hareketlerin ortalama uzunlukları mevsimsel dalgalanmalardan daha uzundur ve konjonktürün hacmi (genişliği ) nispeten daha fazla bir değişkenliğe sahiptir.

Bunun yanında trende 15 -18 dönemlik artış ya da azalışları incelerken 5 ile 8 dönemlik konjonktürel dalgalanmalardan en az iki ya da üç konjonktürel dalgalanmanın olması gerekir. Bu süreden daha kısa dönem incelendiğinde trend yerine konjonktür döneminin ele alınması ihtimali ortaya çıkabilir.

### **2.3.4. Düzensiz hareketler**

Zaman serilerinde bazen anlık ve çoğunlukla tekrarlanmayan sapan değerli gözlemler ile karşılaşılabilir. Sapan değerler seride var olan gözlem değerlerinde ortalama olarak ya çok küçüktür ya da çok büyüktür. Dolayısıyla bunlar ne geçmişin, ne de geleceğin kalıbını temsil ederler. Deprem, sel, kuraklık gibi doğal afetlerin; savaşlar, grevler, arzın kesilmesi, fabrikaların kapanması gibi birçok sosyal ve ekonomik krizlerden sapan değerler ortaya çıkabilir [6].

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Durağanlık Tespiti**

Durağanlık tespiti genellikle şu yöntemlerle yapılır.

##### **3.1.1. Korelogram testi**

Bu testler zaman serilerin kalıplarına (rassal, trendli, mevsimsel, konjonktürel, otokorelasyonlu, rassal yürüyüş) ya da modellerine (AR, MA, ARMA) göre grafiklerle görsel saptama yaparak durağanlığı incelemektedirler.

##### **3.1.2. Birim kök testleri**

Birim kök kavramı ve testleri durağanlığın sınanmasının bir başka yoludur. Burada amaç bir zaman serisinin birim kökünün olup olmadığına bakılarak durağanlığın tespit edilmesidir. Durağan olmayan serilerin, durağan serilere göre daha uzun hafızaya sahip olmalarından dolayı durağan serilerde meydana gelen etkiler zaman içinde kaybolmakta, fakat durağan olmayan serilere gelen etkiler ise, o serinin yapısını değiştirmektedir. Herhangi bir zaman serisine ait durağanlık analizi birim kök kavramı ve testleri ile yakından ilgilidir [7].

Birim kök testlerindeki hipotez, otoregresif (AR) sürecinin bir birim kök içerdiği ve denklemdeki otoregresif katsayılar toplamının bire eşit olduğudur. Son yıllarda yapılan çalışmalar birim kök testlerini uygulamak için otoregresif (AR) süreç yanında, ARIMA sürecini de dikkate alan uygulamalar bulunmaktadır. Uygulamada çok sayıda birim kök testi kullanılmaktadır. Birim kök testleri literatürde ilk olarak Dickey-Fuller'in çalışmalarıyla yer almaktadır. Literatürde en çok kabul görmüş birim kök testi Dickey-Fuller'in geliştirilmiş olduğu testlerin ardından Sargan-Barghava (1983) standart Durbin-Watson istatistiğinin, birim kök testi olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Said-Dickey (1984-1985), Evans-Savin (1981-1984), Phillips-Peron (1987), Phillips (1987), Peron (1989), Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (1992) yapmış oldukları çalışmalarla birim kök testlerini geliştirmişlerdir[7].

#### **3.2. Genel birim kök testleri**

Genel birim kök testleri yapısal kırılmayı dikkate almadan geliştirilmiş testlerdir. Literatürde en fazla kabul görmüş birim kök testi Dickey-Fuller birim kök testidir. Bu teste

alternatif olarak geliştirilmiş testler (ADF-GLS birim kök testi, KPSS birim kök testi, Phillips-Peron birim kök testi...) serinin sahip olduğu yapıya göre geliştirilmişlerdir.

### 3.2.1. Dickey- Fuller Testi

Dickey-Fuller 1979 ve 1981 yıllarında yapmış oldukları çalışmalarda zaman serilerinde durağanlığı test etmek için birim kök testi geliştirilmişlerdir. Birim kök testleri içinde en fazla kullanılan Dickey-Fuller testi zaman serisi değişkenlerinin otoregresif (AR) süreçle ifade edilip edilmeyeceğini göstermektedir.

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

Bu modelin, birinci mertebeden otoregresif AR(1) sürece uyması ve  $Y_{t-1}$ 'in katsayısının bire eşit olması ( $|\alpha_1|=1$ ) sonucu birim kök varlığı ortaya çıkmaktadır.

Dickey ve Fuller (1979) Monte –Carlo simülasyon çalışmalarına dayanarak, sıfır hipotezi altında zaman serisinin oluşum sürecinde birim kökün varlığını  $t_{\delta}$  istatistikleri için kritik değerleri tabloştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda t-istatistiği ile yapılan sınamada standart t tablosu yerine düzeltilmiş t tablosunu kullanmışlardır. Düzeltilmiş bu tabloya Dickey-Fuller  $\tau$ (tau) tablosu adı verilmiştir. Bu durum literatürde  $\tau$  istatistiği veya Dickey Fuller testi olarak geçmektedir. Ayrıca Dickey Fuller yaptıkları simülasyonlar yardımı ile  $\tau$  testlerinin Box-Pierce Portmanteau testlerine göre daha güçlü olduğunu ortaya koymuştur[8].

Dickey Fuller birim kök testi farklı model kalıpları dikkate alınarak test edilmektedir. Birim köke sahip olan bir zaman serisi rassal yürüyüş modelini temsil etmektedir. Bu denklemde birim kökün varlığını test etmek için aşağıdaki hipotezler kullanılmaktadır.

$$H_0: \delta = 0 \text{ (eğer } t_{\delta} > \tau \text{ ise durağan dışı)}$$

$$H_1: \delta < 0 \text{ (eğer } t_{\delta} < \tau \text{ ise durağandır)}$$

Burada  $\tau$  veri bir anlamlılık düzeyinde elde edilen kritik değerdir. Başka bir ifade ile durağan olan bir zaman serisi için  $t_{\delta}$  değeri büyük miktarda durağan olmalıdır. Diğer hallerde zaman serisi durağan dışıdır.  $\delta = \phi_1 - 1$  olduğu için  $\phi_1 = 1$  olduğunda  $\delta=0$  olacaktır. Benzer biçimde  $\phi_1 < 1$  olması ise  $\delta < 0$  olmasını gerekli kılacaktır. Alternatif hipotez ise iki şekilde kurulabilir.  $H_1: \delta \neq 0$  olması hem  $\delta > 0$  hem de  $\delta < 0$  olmasını ima

edecektir. Burada alternatif hipotezin tek yanlı kurulmasının gerekçesi ekonomik ve finansal serilerin patlayan seri olmamasından kaynaklanmaktadır. Patlayan serilere istikrarlı olmayan seride denir[9].

Alternatif hipotezin tek yanlı kurulmasının diğeri bir faydası ise klasik istatistik mantığı ile testin gücünü artırmasıdır.

Bu hipotezler farklı serbestlik derecelerine göre, katsayılarına göre karşılaştırmalarla birim kök varlığını test etmektedir.

Dickey-Fuller testinde, hata teriminde otokorelasyonun bulunması halinde zaman serileri birinci mertebeden otoregresif süreçle ifade edilememektedir. Bu durumda birim kök varlığını test etmek için “Genişletilmiş Dickey-Fuller” testi geliştirilmiştir [7].

### **3.2.2. Phillips-Peron Testi**

Dickey-Fuller testine dayanmakta olup kalıntılara ait varsayımlar daha esnektir. Dickey-Fuller ve Genelleştirilmiş Dickey-Fuller testleri hata teriminin istatistiksel olarak bağımsız ve sabit varyansa sahip olduklarını varsaymaktadır. Yani rassal hatalar arasında otokorelasyon olmadığı  $\varepsilon_t \sim \text{IID}(0, \sigma_\varepsilon^2)$  varsayılmaktadır. Phillips-Peron birim kök için parametrik olmayan yeni bir testi Dickey-Fuller için gereken varsayımı kullanmadan uygulamaktadır.

### **3.3. Yapısal Kırılma**

Zaman serilerinde durağan dışılığın bir başka nedeni ise anakütle regresyon denklemi boyunca farklı örneklemeler açısından değişiklikler (yapısal kırılma) göstermesidir. Genelde ekonomide yapısal kırılmaların bir nedeni olarak; ekonomik politikadaki değişimler, ekonominin yapısındaki değişimler veya belirli bir endüstride vuku bulan önemli bir gelişmenin yarattığı değişimler sayılabilir. Eğer ekonometride bu tür yapısal değişimler veya “kırılmalar” belirgin bir biçimde ortaya çıkmış fakat buna rağmen bu tür değişimleri bir regresyon modeli çerçevesinde dikkate alınmamış ise ya da ihmal edilerek tahminlerde bulunulmuş ise elde edilen sonuçların ve bu sonuçlara bağlı olarak yapılan önraporların sistematik sapmalı (eğilimli) olacağı açıktır [6].

Kırılmalar ya farklı bir tarihte anakütle regresyon katsayılarında ortaya çıkan kesikli bir değişmeden, ya da uzun bir zaman dönemi boyunca katsayıların tedrici (kademeli) bir biçimde değişim göstermesinden ortaya çıkar.

Zaman serilerinde yapısal kırılmaya neden olarak afetler (deprem, sel, ...), grevler, politik sebepler, savaşlar, hammadde krizleri, teknolojik değişiklikler gibi sebepler gösterilebilir. Hatta küreselleşen ekonomilerde yatırım kurumlarının verdikleri kredi notlarındaki değişiklikler bile zaman zaman verilerin seyrinin değişmesinde önemli rol oynayabilmektedir [2].

Makroekonomik zaman serisi verilerinde kesikli kırılmaların kaynaklarından birisi makroekonomik politikadaki önemli değişimlerdir. Örneğin döviz kurlarının sabit kurdan dalgalı kur politikalarına geçmesi, para politikalarındaki dönemsel değişimler gibi. Diğer taraftan kırılmalar ayrıca zaman boyunca anakütle regresyonunun ortaya çıkardığı gibi yavaş bir biçimde vuku bulabilir. Örneğin; ekonomik politikaların tedrici bir biçimde ortaya çıkardığı gelişmeler ve ekonominin yapısındaki kademeli değişimler gibi [6].

Yapısal incelemeler sonucu örneklemin iki alt grubu arasında anlamlı farkların bulunması durumunda, yapısal kırılma dikkate alınmadan oluşturulmuş regresyon modelleri iktisadi ilişkileri açıklarken doğru sonuçlar vermeyecektir [2].

Zaman serileri modellerinin ve analizlerinin uygulamasındaki temel varsayım olan durağanlık seride yapısal kırılma varsa sağlanamaz. Bu bağlamda zaman serisi analizleri yapılırken yapısal kırılmaların dikkate alınması gerekir. Serilerde yapısal kırılma meydana geldiğinde, yapılan tahminlerde sapmanın ortaya çıkması nedeni ile elde edilen sonuçlara güvenilmez. Yapısal kırılma serilerin durağanlık özelliğini bozduğu için önemli bir özellik olarak ortaya çıkmakta ve bu problemi ortadan kaldırmak için, uygulamalarda sıklıkla veri setinin homojen alt gruplara ayrılması veya kukla değişkenlerin kullanılması söz konusu olmaktadır. Ancak, veri setini iki veya daha çok sayıda ayrı döneme ayırmak, etkinlik kaybına neden olmaktadır. Etkinlik kaybını gidermek içinse kukla değişkenler kullanarak, tüm veri seti aynı regresyon denklemi ile tahmin edilmektedir [10].

Zaman serileri bağlamında, makroekonomik serilerde meydana gelen yapısal kırılmalar dikkate alınmadan birim kök testinin yapılması yanlış sonuçlar doğurarak, testin gücünü azaltacaktır. Yapısal kırılma söz konusu olduğu durumda, eldeki veri seti ile yapılan tahmin sonucunda elde edilen tahminler, gerçek değeri yansıtmayacaktır. Zaman serilerinde yapısal kırılma meydana gelmesi halinde, klasik birim kök testi olarak adlandırılan, Dickey ve Fuller sapmalı olmakta, “birim kök vardır” şeklinde kurulan  $H_0$  hipotezini ret etmeme yönünde karar verilmekte ve zaman serisi analizlerinde, durağanlık

sağlamadan gerçekleşen tahmin sürecinin başarısız sonuçlanmasına neden olmaktadır. Başka bir deyişle, yapısal kırılma söz konusu olduğu zaman birim köke sahip olmayan bir seri, birim köke sahipmiş gibi algılanabilmektedir [10].

### **3.4. Birim Kök Testlerinden Yapısal Kırılmayı Dikkate Alan Testler**

Kırılma zamanının bilindiği ve bilinmediği olmak üzere ikiye ayrılır. Perron kırılma zamanının bilindiği Zivot Andrews ise bilinmediği yapısal kırılma testleridir.

#### **3.4.1. Perron(1989) Yaklaşımı**

$\{Y_t\}_0^T$  dizisi, yani  $T+1$  sayıda gözleme sahip olan bir  $Y_t$  serisi tanımlansın. Bu seride ki söz konusu yapısal kırılma  $T_b$  ise serideki kırılma zamanı  $1 < T_b < T$  olup ele alınan  $\{Y_t\}_0^T$  zaman dizisi sıfırdan farklı bir kesme ve birim kök varlığını yansıtan (stokastik trend) bir gerçekleşme ile kayan rassal yürüyüş davranışı sergilemektedir. Kayan rassal yürüyüş sürecindeki ( $Y_t = \mu + Y_{t-1} + \varepsilon_t$ ),  $\varepsilon_t$  temiz dizi sürecidir.

Perron (1989) yaklaşımı, zaman serisinde yapısal kırılmanın tek bir noktada olduğu ve bu kırılma zamanının ( $T_b$ ) bilindiği varsayımını dikkate alarak dönüştürülen Dickey-Fuller birim kök testini kullanır. Perron (1989) birim kök testini uygularken kırılma zamanını dışsal olarak modele eklenmesi gerektiğini ileri sürer. Bu varsayımda kırılma zamanı tespit edilen dışsal değişken modele dahil edilerek standart Dickey-Fuller birim kök testi ile yapısal kırılma test edilir. Perron yaklaşımında rassal yürüyüş sürecinin üç modeline uygun sıfır ve alternatif hipotezler ele alınır. Bu hipotezlerin ilki zaman serisinin düzeyinde bir kırılma, ikincisi zaman serisi eğiminde (büyümesinde) bir kırılma ve üçüncüsü ise zaman serisinin hem düzeyinde, hem de eğiminde bir kırılmadan bahseder [6].

##### **3.4.1.1. Düzey Değişimli Kırılma**

Zaman serisinin düzeyinde meydana gelen bir değişim serinin zaman içerisinde göstermiş olduğu seyrin kırılma zamanından ( $T_b$ ) sonra benzer şekilde devam etmesi anlamına gelmektedir. Perron (1989) yaklaşımı tek bir kırılmanın olduğu ve kırılma zamanının bilindiği varsayımı altında sıfır ve alternatif hipotezleri dikkate alır. Perron (1989) düzey değişimini gösteren zaman serilerini açıklarken birinci tip model Model A olarak tanımlayıp analiz etmektedir.

Böylece sıfır hipotezi altında Model A aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$Y_t = \mu + \gamma_1 DVTB_t + Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

Burada  $DVTB_t$  düzey değişimini gösteren bir kukla değişkendir. Bu kukla değişken  $t = T_b + 1$  zamanında  $DVTB_t = 1$  değeri alırken,  $t \neq T_b + 1$  zamanında  $DVTB_t = 0$  değerini almaktadır.

Model A' nın alternatif biçimi ise;

$$Y_t = \mu + \beta_t + \gamma_2 DVU_t + \varepsilon_t \quad (3.3)$$

Burada kukla değişken  $t > T_b$  için  $DVU_t = 1$  değerini alırken  $t \leq T_b$  için  $DVU_t = 0$  değerini almaktadır. Model A' nın ele alındığı bu alternatif biçimi (3.3) de görülen tekli kırılma yapısını yansıtarak aslında trend fonksiyonu etrafında durağan bir yapıya sahip olduğu ileri sürülmektedir.

Model A' nın sıfır ve alternatif hipotezler altında geliştirilen model kalıpları incelendiğinde sıfır hipotezi altında stokastik trend yapısı, alternatif hipotez altında ise deterministik trend yapısı gözlenmektedir. Dolayısıyla Model A için sıfır hipotezi altında ele alınan stokastik trend yapısındaki düzey değişimi  $\mu + \gamma_1$  ile bir birim kökün varlığı ileri sürülür iken, alternatif hipotez altındaki deterministik trend yapısındaki düzey değişimi  $\mu + \gamma_2$  ile trend durağan olacaktır [6].

### 3.4.1.2. Eğim Değişimli Yapısal Kırılma

Bir zaman serisinin eğiminde meydana gelen bir değişim serinin zaman içerisinde göstermiş olduğu seyrin kırılma zamanından ( $T_b$ ) sonra eğimindeki değişmeyi de içerecek şekilde devam etmesi anlamına gelir. Perron (1989) yaklaşımı tek bir kırılmanın olduğu ve kırılma zamanının bilindiği varsayımı altında sıfır ve alternatif hipotezleri dikkate alır. Perron eğim değişimini gösteren zaman serilerini açıklarken ikinci tip modeli Model B olarak tanımlayıp analiz etmektedir. Böylece sıfır hipotezi altında Model B aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$Y_t = \mu + DVU_t + Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

Burada kukla değişken  $t > T_b$  için  $DVU_t = 1$  değeri alırken,  $t \leq T_b$  için  $DVU_t = 0$  değeri almaktadır. Serideki büyümeyi yansıtan büyüme kukla değişkeni  $DVU_t$ , kırılma zamanı  $T_b$ ' den sonra büyüyecektir. Büyüme oranı üzerindeki etkiyi gösteren büyüme kukla

değişken katsayısı ise  $\gamma_2'$  dir. Büyüme oranı  $T_b+1'$  den sonra  $\mu + \gamma_2'$  ye eşit olacaktır. Dolayısıyla stokastik trendin eğimi değişmektedir.

Model B' nin alternatif biçimi ise;

$$Y_t = \mu + \beta_t + \gamma_3 DVT_t^* + \varepsilon_t \quad (3.5)$$

Burada kukla değişken  $t > T_b$  olduğunda  $DVT_t^* = t - T_b$  değeri alırken  $t \leq T_b$  olduğunda ise  $DVT_t^* = 0$  değeri alacaktır. Sıfır hipotezi altında eğimdeki değişim ile bir birim kökün varlığı ileri sürülürken, alternatif hipotez altındaki  $\beta + \gamma_3$  düzeyinde değişim ile trend durağanlığı göstermektedir [6].

### 3.4.1.3. Düzey ve Eğim Değişimli Yapısal Kırılma

Bir zaman serisinin düzey ve eğiminde kırılma olması zaman serisinin yapısında belirli bir dönemden sonra hem düzeyde hem de eğimde bir değişimin (kırılmanın) meydana gelmesi, serinin zaman içerisinde göstermiş olduğu seyrin değişim noktasından ( $T_b$ ) sonra gözlenen bu değişmeyi de içerecek şekilde devam etmesi anlamını taşır.

Perron (1989) yaklaşımı tek bir kırılmanın olduğu ve kırılma zamanının bilindiği varsayımı altında sıfır ve alternatif hipotezleri aşağıdaki şekilde dikkate alır. Perron (1989) düzey ve eğim değişimini gösteren zaman serilerini açıklarken üçüncü tip modeli Model C aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$Y_t = \mu + \gamma_1 DVTB_t + \gamma_2 DVU_t + Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.6)$$

Model C'nin alternatif biçimi ise aşağıdaki şekildedir:

$$Y_t = \mu + \beta_t + \gamma_2 DVU_t + \gamma_3 DVT_t + \varepsilon_t \quad (3.7)$$

Model A'dan Model C'ye kadar sıfır hipotezlerine kayma eklendiğinden, alternatif hipotezler deterministik trend içermektedir. Aksi halde sıfır ve alternatif hipotezler iktisadi zaman serilerini açıklayabilme açısından birbirleriyle uyumsuzluk gösterecektir [6].

### 3.4.2. Zivot-Andrews (1992) Yaklaşımı

Zivot-Andrews (1992) yılında yaptıkları çalışmalarında, dışsal kırılma dönemlerini açıklayan Perron (1989) 'dan yararlanmışlardır. Perron (1989) 'daki çalışmasında zaman serilerinde yapısal kırılmanın tek bir noktada gerçekleştiği ve kırılma zamanının  $T_b$  olarak bilindiği varsayımı Zivot –Andrews (1992) çalışmasında geliştirilerek kırılma zamanının ( $T_b$ ) bilinmediği varsayımı gibi yeniden ele alınmıştır. Yani Perron (1989) 'da kırılma zamanı ( $T_b$ ) dışsal olarak modele eklenirken, Zivot –Andrews (1992) yaklaşımında kırılma zamanı model tarafından içsel olarak tahmin edilmektedir. Çünkü Zivot-Andrews' a göre eğer Perron (1989)'daki gibi kırılma zamanı dışsal olarak alınırsa hipotez testlerinin sonuçları birim kökün reddi lehine değişecektir [11].

Zivot-Andrews (1992) yaklaşımının her üç modeli için sıfır hipotezi, herhangi bir yapısal kırılmayı içermeyen bir kayan rassal yürüyüş modelidir. Sıfır hipotezinde  $\{Y_t\}$  serisinin yapısal kırılma olmaksızın entegre olduğu düşünüldüğü için, alternatif hipotez  $\{Y_t\}$ 'nin bilinmeyen kırılma zamanıyla bir trend durağan süreç tarafından temsil edildiği varsayılmaktadır. Dolayısıyla Zivot-Andrews (1992)'nin amacı trend durağanlığı yansıtan alternatif hipotez için en fazla ağırlığı veren nispi kırılma yansımasını tahmin etmektedir. Yani test istatistiğinin küçük bir değeri sıfır hipotezinin red edilmesi ima ettiğinden, nispi kırılma yansıması tek yanlı minimum t istatistiğini veren değer olarak seçilir.

Dickey-Fuller test yaklaşımlarında şokların geçici olduğu uzun dönem hareketlerini etkilemediği varsayımı söz konusu iken daha sonra bu görüşe karşı çıkmış ve güncel şokların geçici ve kalıcı şokların karışımı olduğu, serilerin uzun dönemde gösterdiği tepkilerin, şokun önemine veya büyüklüğüne bağlı olarak değiştiği savunulmuştur. Perron (1989) yaklaşımında yapısal kırılmanın sabit olduğu varsayılırken, Zivot-Andrews (1992), yaptıkları çalışmada, kırılma noktasının veriye bağlı bir süreçte gerçekleştiğini dikkate alarak, yapısal kırılma döneminin olasılıklı kırılma dönemleri arasından seçilebileceği ifade edilmiştir [10].

Aynı zamanda Zivot-Andrews (1992) yaptıkları çalışmalarda kırılma zamanının seçiminin gözlemlere göre yapılmasını aksi takdirde yanlış tespitte bulunulabileceğini öne sürmüşlerdir. Buna bağlı olarak da birim kök sınama sürecini kırılma noktalarının veriye bağlı olduğu gerçeği dikkate alınarak oluşturulmuş ve trend fonksiyonunda kırılma noktasının tahminine izin veren bir birim kök test prosedürü geliştirilmiştir [10].

Zivot-Andrews (1992) yaklaşımında  $H_0$ ,  $Y_t = \mu + Y_{t-1} + \varepsilon_t$  şeklinde oluşturulmuşlardır. Perron (1989)'ın A ve C modellerindeki kukla değişkenleri için kırılma dilimin seçimi  $Y_t$ 'yi trend durağan görünümüne dönüştüren alternatif hipotezdeki denklemin tahmin edilmesi sonucuna bağlanmıştır. Bu bağlamda Zivot-Andrews (1992) yaklaşımında  $H_0$  hipotezi, yığılıma sahip olan birim kök sürecinde yapısal değişikliği dışlamakta, alternatif hipotez ise trend durağan sürece sahip olan ve trend fonksiyonunda tek bir kırılmaya izin veren bir süreci ifade etmektedir. Sonuç olarak Zivot-Andrews (1992) tarafından tanıtılan birim kök test yaklaşımı, Perron (1989) yaklaşımındaki birim kök testini, kırılma noktasının bilinmemesi koşulu olan bir süreçten, koşulsuz bir birim kök testine dönüştürmüş şekli olarak düşünülebilir [10].

Perron(1989) yaptığı çalışmada, birim kökün varlığını ret ederken, Zivot- Andrews (1992) aynı serileri kullanarak yaptıkları çalışmada birim kökün varlığını ret edememiştir. Ayrıca Zivot- Andrews (1992), yığılıma sahip birim kök sürecinin grafiği ile kırıklı bir trend fonksiyonu etrafında durağan bir serinin grafiğinin çok benzer olduğunu da ifade etmişlerdir.[10]

Perron (1989) test yaklaşımında, kırılma kesri dışsal olarak kabul edilmişti. Zivot-Andrews (1992) test yaklaşımında ise dışsallık tahmini sorgulanarak yapısal kırılmayı dışsal olarak kabul etmek yerine, şokların veriyi yaratma sürecinde gerçekleştiği veriye bağımlı bir süreçten meydana geldiğini kabul etmektedir [10].

Zivot-Andrews (1992) birim kök varlığını test etmek amacı ile Perron (1989) test yaklaşımında olduğu gibi ADF test istatistiğine dayanarak alternatif hipotezleri aşağıdaki denklemlerle gösterdiği şekilde oluşturmuştur [10].

$$\text{Model A : } Y_t = \mu + \beta_t + \phi_1 Y_{t-1} + \gamma_2 DVU_t(\hat{\lambda}) + \sum_{j=1}^p \delta_j + \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.8)$$

$$\text{Model B : } Y_t = \mu + \beta_t + \phi_1 Y_{t-1} + \gamma_3 DVU_t(\hat{\lambda}) + \sum_{j=1}^p \delta_j + \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.9)$$

$$\text{Model C : } Y_t = \mu + \beta_t + \phi_1 Y_{t-1} + \gamma_2 DVU_t(\hat{\lambda}) + \gamma_3 DVU_t(\hat{\lambda}) + \sum_{j=1}^p \delta_j + \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3.10)$$

Burada kukla değişken  $t > T\lambda$  olduğunda  $DVU_t(\hat{\lambda}) = 1$  değeri alınırken,  $t \leq T\lambda$  için  $DVU_t(\hat{\lambda}) = 0$ 'dır. Ayrıca diğer kukla değişkende  $t > T\lambda$  için  $DVT_t(\hat{\lambda}) = t - T\lambda$  değeri alınırken  $t \leq T\lambda$  için  $DVT_t(\hat{\lambda}) = 0$  değeri almaktadır [6].

### 3.4.3. Perron (1997) Yaklaşımı

Perron (1989)'daki çalışmasında serilerin düzey veya eğimlerinde bir değişim olduğunda birçok makroekonomik zaman serisinin deterministik trende fonksiyonu etrafında durağan olabileceğini ileri sürmüştür. Test istatistikleri ise standart Dickey-Fuller sürecine farklı düzey ve eğimler için kukla değişkenler eklenerek oluşturulmuştur. Asimptotik dağılım fonksiyonunda kırılma zamanının bilindiği varsayımı altında farklı modeller için bulunmuştur. Kırılma zamanının bilindiği varsayımı hakkında başta Christiano (1992) ve Zivot-Andrews (1992) olmak üzere eleştirel görüşler ileri sürmüşlerdir. Perron ve Vogelsang (1992), test yaklaşımları için serinin ortalamasındaki tek dönemlik kırılma şekilleri için farklı modeller, test stratejileri ve asimptotik dağılımlar geliştirilmişlerdir [12].

Perron (1997) yaklaşımının test sürecinde, başlangıç kırılma zamanı olarak birim kök sıfır hipotezi test edilirken, tüm olası kırılma zamanları arasında en küçük t-istatistiğine sahip olan kırılma zamanı seçilir. Aynı zamanda da trend fonksiyonunda kullanılan kukla değişkenlerin parametreleri için alternatif kırılma zamanlarında hesaplanan tüm olası t-istatistikleri içerisinde minimum t-istatistiğini üreten dönem kırılma zamanı olarak belirlenir.

Model A' da sadece sıfır ve alternatif hipotez altında düzey değişimini dikkate alınır. Bu değişim Kademeli Sapmalı Artırılmış Dickey-Fuller (IOADF) modeli kullanılarak birim kök  $\phi_1=1$  için hesaplanan t-istatistiğine göre değerlendirilir. Model A denklemiindeki  $DVTB_t$  kukla değişkeni  $t=T_b+1$  zamanında  $DVTB_t = 1$  değeri alırken,  $t \neq T_b + 1$  zamanında  $DVTB_t = 0$  değeri almaktadır. Diğer kukla değişken ise  $t > T_b$  için  $DVU_t = 1$  değeri alırken  $t \leq T_b$  için  $DVU_t = 0$  değeri almaktadır.

Model B de değişim sadece eğimdedir. Burada kırılma hızlı bir şekilde olacağından Toplamsal Sapmalı Artırılmış Dickey-Fuller (AOADF) modeli kullanılmaktadır.

Model C' de ise düzey ve eğimdeki  $T_b$  incelenir. Dolayısıyla değişim Kademeli Sapma Artırılmış Dickey-Fuller (IOADF) modeli kullanılarak birim kök  $\phi_1=1$  için hesaplanan t-istatistiğine göre değerlendirilir [6].

Sonuç olarak Zivot-Andrews (1992) test yaklaşımı, Perron test yaklaşımının, zamanın belirli bir döneminde yapısal kırılma meydana gelmesi koşuluyla yaptığı birim kök testini koşulsuz bir birim kök analizine dönüştürerek, yapısal kırılma noktasının tahmin edilmesi

gibi bir kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca Zivot-Andrews (1992) yığılıma sahip birim kök sürecin grafiği ile kırıklı bir trend fonksiyonu etrafında durağan bir serinin grafiğinin çok benzer olduğunu öne sürerek, Perron (1989)'un varsaydığı gibi yapısal dönemlerin dışsal değil veriye bağlı bir süreçte gerçekleştiğini belirtmektedir. Perron (1989) test yaklaşımı ile yapılan analizler sonucunda, bir çok veri seti için birim kökün varlığı ret edilirken Zivot-Andrews (1992) test yaklaşımı ile yapılan analizler sonucunda aynı veri seti için birim kökün varlığının reddedilmediği görülmektedir [10].

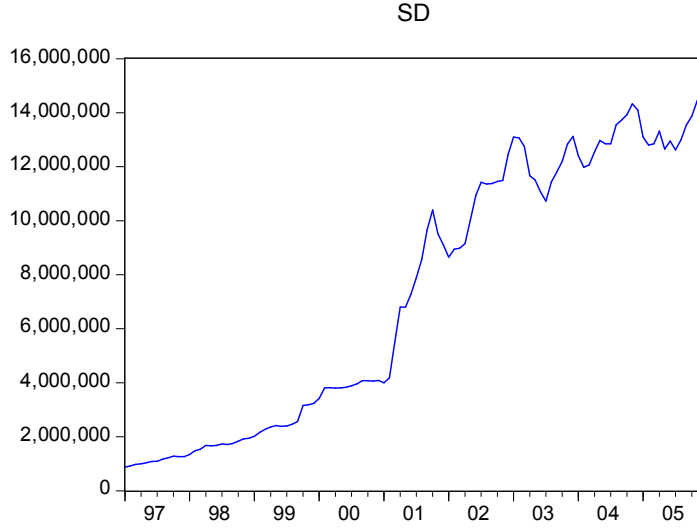
### 3.5. Türkiye'deki 1997-2005 Yılları Arasındaki Altın Fiyatlarındaki Yapısal Kırılmanın İncelenmesi

**Tablo 3.1.** 1997-2005 Yılları Arasındaki Cumhuriyet Altın Fiyatları (13)

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
872000	1344000	2015000	3415000	4000000	8650000	13100000	12410000	13100000
921250	1481250	2166250	3812500	4175000	8950000	13066667	11975000	12800000
976250	1536250	2275000	3820000	5496000	8980000	12750000	12062500	12850000
995000	1682500	2361000	3800000	6800000	9150000	11662500	12560000	13320000
1035000	1663000	2415000	3806250	6800000	10020000	11510000	12975000	12650000
1086250	1681250	2382500	3836000	7290000	10937500	11062500	12850000	12950000
1096250	1733000	2402000	3887500	7887500	11425000	10725000	12850000	12620000
1169000	1708750	2460000	3962500	8580000	11360000	11440000	13550000	13000000
1218750	1748750	2561250	4080000	9662500	11375000	11800000	13725000	13540000
1278000	1836000	3160000	4075000	10400000	11450000	12200000	13925000	13875000
1268750	1925000	3180000	4062500	9520000	11492000	12837500	14325000	14433000
1267500	1946250	3235000	4087500	9100000	12466667	13125000	14100000	14920000

1997 ile 2005 yılları arasındaki altın fiyatları üzerinde çalışma yapılarak kırılma olup olmadığı durağanlık incelenerek tespit edilmek istenmiştir. E Views 6.0 programına aylara göre Cumhuriyet Altını (CA) fiyatları girilmiş ve öncelikle durağanlık birim kökle incelenmiş daha sonrada yapısal kırılma varlığında birim kök araştırılmıştır. Serinin zaman yolu grafiği incelendiğinde 2001 de bir kırılma olduğu görülmektedir. Türkiye de 2001 yılındaki ekonomik kriz kaynaklı bu kırılmanın sadece görsel değil yapılacak analiz çalışmasıyla da tespit edilmesi gerekmektedir. Çünkü bu kırılmanın yapısal kırılma olduğunun ispatı analiz sonucuna göre yapılabilir.

Türkiye’ de 1997:1 – 2005:12 yılları arasını kapsayan T=108 gözlem değerinden oluşan Cumhuriyet altını (CA) serisinin durağanlığı yapısal kırılma ile ele alınacaktır.



**Şekil 3.2.** Cumhuriyet Altını (CA) Serisinin Zaman Yolu Grafiği

Serinin durağanlığını test etmek için birim kök testleri uygulamak gerekmektedir. Durağanlık analizinde kullanılacak hipotezler şu şekildedir.

$$H_0: \delta = 0 \text{ (eğer } t_{\hat{\delta}} > \tau \text{ ise durağan dışı)}$$

$$H_1: \delta < 0 \text{ (eğer } t_{\hat{\delta}} < \tau \text{ ise durağandır)}$$

**Tablo 3.2.** Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) birim kök test sonuçları

Anlamlılık Düzeyi	Kesmeli ve trendli ( $t_{\hat{\delta}} = -2.698206(1)$ )	Kesmeli ve trendsiz ( $t_{\hat{\delta}} = -0.351053(1)$ )	Kesmesiz ve trendsiz ( $t_{\hat{\delta}} = 1.518404(1)$ )
%1	-4.04	-3.51	-2.60
%5	-3.45	-2.89	-1.95
%10	-3.15	-2.58	-1.61
ADF İstatistiği	$t_{\hat{\delta}} > \tau_{\tau}$	$t_{\hat{\delta}} > \tau_{\mu}$	$t_{\hat{\delta}} > \tau$
Karar	$H_0$ red edilemez	$H_0$ red edilemez	$H_0$ red edilemez

Her üç anlamlılık düzeyinde de modellere göre (kesmeli-trendli, kesmeli-trensiz ve kesmesiz trendsiz ) test istatistiği tablo değerlerinden büyük çıkmıştır. Dolayısıyla  $\delta=0$  olduğundan sıfır hipotezi red edilmez. Sonuçta üç model kalıbı ve %1, %5, %10 anlamlılık düzeyleri için Cumhuriyet altını serisi durağan dışı bir özelliğe sahiptir veya birim kök içermektedir.

İnceleme sonucu seri durağan dışıdır, yani serideki durağan dışılık yapısal kırılmadan kaynaklanmaz sonucuna ulaşılır. Fakat serinin zaman yolu grafiği incelendiğinde 2001:05 de düzeyde değişme (kırılma) tespit edilmiştir. Bu düzey değişimi (kırılma) varsayımı altında tekrar kırılmayı da dikkate alan birim kök uygulaması yapılması gerekecektir. Birim kök var olduğu sonucuna varılmış söz konusu birim kökün gerçekte serinin durağan dışı olmasından mı yoksa seride bir yapısal kırılmanın varlığından mı kaynaklandığının araştırılması gerekir.

Burada kırılma zamanının bilindiği ve tekli kırılmanın olduğu varsayımı altında, kırılmanın bütün etkisinin bir defada gerçekleştiğini ortaya koyan toplam sapmalı(AO), Model A (serinin yapısında düzey değişimi) kullanılmıştır.

Zaman yolu grafiğinde kırılma olduğu görülen (2001: 05) ayına kadar  $DVU_t=0$ , sonrasında  $DVU_t=1$  şeklinde kukla değişkenler Model A'ya eklenerek gecikme sayısının 1 olması istenmiştir.

Nispi kırılma sayısı

$$\lambda = \frac{T_b}{T} = \frac{53}{108} = 0.49$$

olacaktır. O halde Tablo 3.2.de en yakın değer olan  $\lambda=0.5$  için %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerler sırasıyla -4.32, -3.76 ve -3.46'dır. Hesaplanan  $t_{\hat{\delta}}=-5.7896$  değeri kritik değerlerle karşılaştırılırsa her üç anlamlılık düzeyinde de test istatistiği  $t_{\hat{\delta}} < \hat{t}_A$ 'dır. Kurulmuş olan hipotez;

$$H_0: \hat{\delta}=0 \quad (\hat{\phi}_1 = 1)$$

$$H_1: \hat{\delta} < 0 \quad (\hat{\phi}_1 < 1)$$

Olduğuna göre sıfır hipotezi red edilecektir. %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyleri için Cumhuriyet Altını(CA) serisinin durağan olduğu ve birim kök içermediği sonucuna

ulaşılacaktır. Sonuçta Cumhuriyet Altını(CA) serisi için uygulanan standart Dickey-Fuller birim kök testi, serinin durağan olmadığını ileri sürerken, yapısal kırılmayı dikkate alan Toplam Sapmalı Dickey Fuller (AOADF) birim kök testi Cumhuriyet Altını (CA) serisinin gerçekte durağan olduğunu ileri sürmektedir. Yani gerçekte seri durağan iken yapısal kırılmadan kaynaklanan sahte bir durağan dışılık görülmüştür.

**Tablo 3.3.** Birim Kök Testi Sonuçları Zivot ve Andrews (1992) (Düzye ve eğimde kırılma)

Değişkenler	Model A		Model C	
	Test	Kırılma	Test	Kırılma
(CA)	-3.6238	2001:05 (53)* [-2.76]**	-3.2781	2000:01 (49)* [-0.4563]**

\*Parantez içindeki değerler Akaike Bilgi Kriteri tarafından seçilen gecikme sayısını göstermektedir.\*\*Modeller için Zivot ve Andrews (1992)'den alınan kritik değerler Model A'da %1 ve %5 anlam seviyeleri için sırasıyla -5.34 ve -4.80, Model C'de %1 ve %5 anlam seviyeleri için sırasıyla -5.57 ve -5.08'dir.

Elde edilen test istatistikleri kritik değerlerle karşılaştırılınca durağanlığın birim kök değil de yapısal kırılma kaynaklı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

E Views programı ile mevsimsel arındırma sonucu elde edilen altın verileri zaman yolu grafiği ve birim kök testleri ile incelenmiştir. Yapısal kırılma dikkate alınmadan yapılan analiz sonucunda birim kök varlığı tespit edilmiş olup durağan olmama birim kök kaynaklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Fakat serinin zaman yolu grafiği incelenmiş ve 2001:05 ayında bir kırılma fark edilmiştir. Daha sonra yapılan analizle durağanlığın bu yapısal kırılma kaynaklı olup olmadığı araştırılmıştır. Kırılma zamanının bilindiği ve tekli kırılmanın olduğu varsayımı altında, kırılmanın bütün etkisinin bir defada gerçekleştiğini ortaya koyan model yardımıyla yapılan analizle yapısal kırılma dikkate alınarak durağanlık incelenmiştir. İnceleme sonucu serinin durağan olduğu birim kök içermediği ve bunun da yapısal kaynaklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Zivot ve Andrews (1992) testinden elde edilen sonuçlar da kırılmayı dikkate alan analiz sonuçlarımızı desteklemiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] **ORHUNBİLGE, N.**,1999. Zaman Serileri Analizi Tahmin ve Fiyat Endeksleri, İstanbul.
- [2] **DİLİŞEN, B.**, 2007. “Yapısal Kırılma Durumunda Geliştirilen Birim Kök Testleri ve Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [3] **Gujarati Damodar N.**, 2009. Temel Ekonometri, İstanbul.
- [4] **DARNELL, A.C.**, 1994. A Dictionary of Econometrics, Printed and Bound in Great Britain by Hartnolls Limited, Bodmin Cornwall, England, pp. 386.
- [5] **CUTBERTSON, K.-HALL, S.G.- TAYLOR, M.P.**, 1992. Applied Econometric Techniques, The University of Michigan Press, USA, pp.150.
- [6] **Sevüktekin M., Nargeleçekenler M.**, 2010. Ekonometrik Zaman Serileri Analizi-Eviews uygulamalı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- [7] **GÖKTAŞ Ö.**, 2005. Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi, Beşir Kitapevi, İstanbul.
- [8] **D.A. Dickey and W.A. Fuller**, June 1979. “Distrubition of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root”,*Journal of the American Statistical Association*, **74**, pp. 427-431.
- [9] **Patterson K.**, 2000. An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach, New York, Great Britian,
- [10] **AKTAN,H.**, 2007. Yapısal Kırılma, Ortak Bütünleme Ve Nedensellik Analizi Dört Ülke Uygulaması: Türkiye, Yunanistan, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti ve Güney Kıbrıs Rum Kesimi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- [11] **Zivot E. and Donald W.K. Andrews**, 1992. Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis, *Journal of Business and Economic Statistics*, pp.10, pp. 251-270.

[12] **Perron P.and Timothy Vogelsang**, 1992. Nonstationarity and level shifts with an application to purchasing power parity, *Journal of Business and Economic Statistics* pp.10, pp. 301-320.

[13] [www.hazine.gov.tr](http://www.hazine.gov.tr) Cumhuriyet Altın Fiyatları . 01 Ağustos 2012.

## EKLER

Dickey-Fuller  $\tau$ -İstatistikleri için kritik tablo değerleri

Örneklem hacmi	Daha Küçük Bir Değerin Olasılığı							
	1%	%2.5	5%	10%	90%	95%	%97.5	99%
<b>Kesmesiz ve Trendsiz Model İçin <math>\tau</math>- İstatistiği</b>								
25	-2.66	-2,26	-1,95	-1,60	0,92	1,33	1,7	2,16
50	-2.62	-2,25	-1,95	-1,61	0,91	1,31	1,66	2,08
100	-2.60	-2,24	-1,95	-1,61	0,90	1,29	1,64	2,03
250	-2.58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,29	1,63	2,01
500	-2.58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,28	1,62	2.00
$\infty$	-2.58	-2,23	-1,95	-1,62	0,89	1,28	1,62	2.00
<b>Kesmeli ve Trendsiz Model İçin <math>\tau_{\mu}</math>- İstatistiği</b>								
25	-3.75	-3,33	-3.00	-2,62	0,37	0.00	0.34	0,72
50	-3.58	-3,22	-2,93	-2,60	-0,40	-0.03	0.29	0,66
100	-3.51	-3,17	-2,89	-2,58	-0,42	-0.05	0.26	0,63
250	-3.46	-3,14	-2,88	-2,57	-0,42	-0.06	0.24	0,62
500	-3.44	-3,13	-2,87	-2,57	-0,43	-0.07	-0.24	0,61
$\infty$	-3.43	-3,12	-2,86	-2,57	-0,44	-0.07	0.23	0,60
<b>Kesmeli ve Trendli Model İçin <math>\tau_{\tau}</math>- İstatistiği</b>								
25	-4.38	-3,95	-3,60	-3,24	-1,14	-0.80	-0,50	-0,15
50	-4.15	-3,80	-3,50	-3,18	-1,19	-0.87	-0,58	-0,24
100	-4.04	-3,73	-3,45	-3,15	-1,22	-0.90	-0,62	-0,28
250	-3.99	-3,69	-3,43	-3,13	-1,23	-0.92	-0,64	-0,31
500	-3.98	-3,68	-3,42	-3,13	-1,24	-0.93	-0,65	-0,32
$\infty$	-3.96	-3,66	-3,41	-3,12	-1,25	-0.94	-0,66	-0,33

Model A, Model B ve Model C' de  $\hat{t}_{\delta}$  istatistikleri için asimptotik dağılımın kritik tablo değerleri

**$\lambda$  biliniyor (  $\lambda = T_b / T$  )**

	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
	%1 Anlamlılık Düzeyi								
$\hat{t}_A$	-4.30	-4.39	-4.39	-4.34	-4.32	-4.45	-4.42	-4.33	-4.27
$\hat{t}_B$	-4.27	-4.41	-4.51	-4.55	-4.56	-4.57	-4.51	-4.38	-4.26
$\hat{t}_C$	-4.38	-4.65	-4.78	-4.81	-4.90	-4.88	-4.75	-4.70	-4.41
	%5 Anlamlılık Düzeyi								
$\hat{t}_A$	-3.68	-3.77	-3.76	-3.72	-3.76	-3.76	-3.80	-3.75	-3.69
$\hat{t}_B$	-3.65	-3.80	-3.87	-3.94	-3.96	-3.95	-3.85	-3.82	-3.68
$\hat{t}_C$	-3.75	-3.99	-4.17	-4.22	-4.24	-4.24	-4.18	-4.04	-3.80
	%10 Anlamlılık Düzeyi								
$\hat{t}_A$	-3.40	-3.47	-3.46	-3.44	-3.46	-3.47	-3.51	-3.46	-3.38
$\hat{t}_B$	-3.36	-3.49	-3.58	-3.66	-3.68	-3.66	-3.57	-3.50	-3.35
$\hat{t}_C$	-3.45	-3.66	-3.87	-3.95	-3.96	-3.95	-3.86	-3.69	-3.46

Zivot-Andrews (1992) minimum  $t_{\hat{\delta}}=[\hat{\lambda}_{inf}^{(i)}]$  istatistikleri için asimptotik dağılımın kritik tablo değerleri

$$t_{\hat{\delta}}=[\hat{\lambda}_{inf}^{(i)}]$$

	%1 Anlamlılık düzeyi	%5 Anlamlılık düzeyi	%10 Anlamlılık düzeyi
$\hat{t}_A$	-5.34	-4.80	-4.58
$\hat{t}_B$	-4.93	-4.42	-4.11
$\hat{t}_C$	-5.57	-5.08	-4.82

## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Elazığ'da doğan Harun YONAR; ilk, orta ve lise öğrenimini Elazığ'da tamamladıktan sonra, 2006-2010 yılları arasında Elazığ Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü'nde lisans öğrenimini bitirmiştir. 2010 yılında aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, Olasılık Teorisi ve Olasılık Süreçleri Bilim Dalı'nda yüksek lisansa başlamıştır. 2011'in Temmuz ayında Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü'ne araştırma görevlisi olarak atanmıştır ve halen bu görevine devam etmektedir.