

**ENDÜSTRİ DEVRİMLERİNİN PERFORMANS  
GÖSTERGELERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ İLE  
ENDÜSTRİ 4.0 ANALİZİ**

**AN ANALYSIS OF INDUSTRY 4.0: EFFECT OF  
INDUSTRIAL REVOLUTION ON PERFORMANCE  
INDICATORS**

**ÖZGÜN SARIKULAK**

**PROF. DR. MURAT CANER TESTİK**

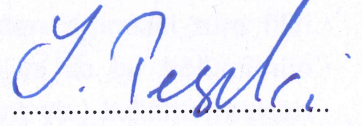
**Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü  
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

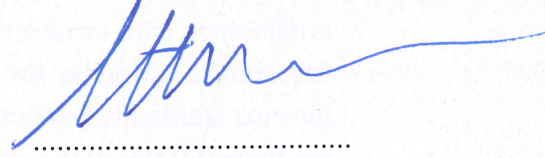
2018

**Özgün SARIKULAK**'ın hazırladığı “**Endüstri Devrimlerinin Performans Göstergelerine Etkilerinin İncelenmesi ile Endüstri 4.0 Analizi**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

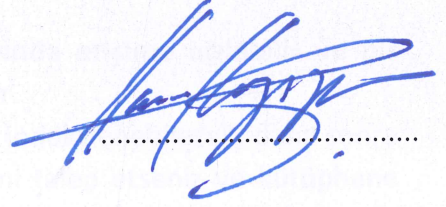
Doç. Dr. Yusuf Tansel İÇ  
Başkan



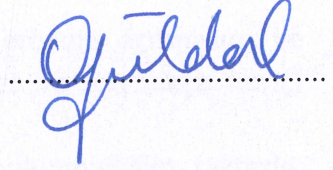
Prof. Dr. Murat Caner TESTİK  
Danışman



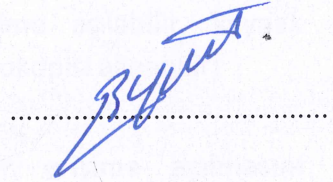
Doç. Dr. Oumout CHOUSEINOGLU  
Üye



Dr. Öğr. Üyesi Güldal GÜLERYÜZ  
Üye



Dr. Öğr. Üyesi Banu YÜKSEL ÖZKAYA  
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*Bir iş ile oluş üzere olmak ve*

*Bilenle bilmeyenin ayırt edilebilmesi için.*

*Anneme,*

*her sıkıntıya karşı dayanma gücünün ve her zorluğa karşı sabrın erdemini hayatıyla bana anlattığı, ahlaklı yaşamanın üstünlüğünü göstererek önümü açtığı için.*

*Babama,*

*hayatta sadece doğru ve yanlış ayrımı olduğunu, her ne olursa olsun doğrunun yapılması gerektiğini bana öğrettiği ve işi yapmayla işi iyi yapma arasındaki ayrımı benimsettiği için.*

*Biricik Kardeşime,*

*varlığıyla ilk günden itibaren hayatıma mutluluk kattığı, paylaşmanın güzelliğini yaşattığı, kendimi anlamama yardımcı olduğu ve yaşamımı anlamlı kıldığı için.*

*Canım eşime,*

*Her zaman bir nefes kadar yakınımda durduğu, yaşadığımız sürece en büyük destekçim olduğu, her seferinde bir adım daha fazlasını atmamı sağladığı, beraber aldığımız her nefesi daha yaşanılabilir ve güzel kıldığı için.*

*Hiç dinlenmemek üzere yola çıkanlardan...*



## YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- ☒ **Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etseniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

- ☐ **Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım taktirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- ☐ **Tezimin/Raporumun ..... tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- ☐ **Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

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

(İmza)

Öğrencinin Adı Soyadı

Özge S. ALKURBAN



## ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

21/05/2018

Özgün SARIKULAK

## TEŞEKKÜR

Lisans ve lisansüstü eğitim sürecimde sabrıyla ve yardımlarıyla kendime değer katmamı sağlayan Hacettepe Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Bölüm Başkanı, Hocam, Prof. Dr. Murat Caner TESTİK'e ve lisansüstü eğitimim boyunca hoşgörülerini ve desteklerini benden esirgemeyen ASELSAN MGEO Mali Analiz ve Yönetim Müdürlüğü'nde çalışan iş arkadaşlarıma teşekkür ederim.



## ÖZET

# ENDÜSTRİ DEVRİMLERİNİN PERFORMANS GÖSTERGELERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ İLE ENDÜSTRİ 4.0 ANALİZİ

**Özgün SARIKULAK**

**Yüksek Lisans, Endüstri Mühendisliği Bölümü**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Murat Caner Testik**

**Mayıs 2018, 282 Sayfa**

Endüstri devrimleri diğer tarihsel olaylar ile karşılaştırıldığında insanlık için en büyük etkiyi yaratan süreçlerdir. Enerji rejiminde yaşanan dönüşümler, üretim süreçlerinde gerçekleşen gelişmeler, ulaşım ve iletişim araçlarının değişimi insanoğlunun sosyal ve ekonomik hayatını etkilemektedir.

Tez kapsamında İngiltere, Fransa, Hollanda, ABD ve Almanya'nın performans göstergelerine ait veri setleri geçmişten günümüze kadar CUSUM kontrol grafikleri ile izlenerek veri setlerinin değişim noktalarının tespiti yapılmıştır. Bu sayede endüstri devrimlerinin etkilerinin göstergelere yansımaları gözlemlenmeye çalışılmıştır. İncelemede kullanılan veriler kişi başına düşen gelir ve enerji tüketimine ait olup 18. yy.'dan 21.yy'a kadar olan süreci kapsamaktadır. Veri setlerinin otokorelasyonlu yapılarının modellenmesi için ARIMA modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin oluşturduğu artık değerler normal dağılımı dışında bir dağılıma sahipse, normal dağılım dönüşümleri yapılmış, bu dönüştürülmüş artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. CUSUM kontrol grafiklerine sinyalin başlangıcı olan yıl, değişim noktası tahmin edicisi olarak alınmış olup ilgili yıllarda tarihsel süreçte bir savaş veya ekonomik kriz etkisi olup olmadığı ayrımı yapılmaya çalışılmıştır. Eğer uyarı veren yıla ait veri bir savaş veya ekonomik kriz



etkisinden dolayı uyarı vermişse veri çıkarılmış ve kayıp değer atama ile yerine yeni bir veri tahmini oluşturulmuştur.

Çalışma sonucuna göre, İngiltere ve ABD için üç endüstri devriminin etkisine ilişkin yansımalar araştırma yapılan verilerde görülmüştür. Fransa ve Hollanda için ise iki değişim noktasına karşılık gelen iki endüstri devriminin etkisine ait yansımalar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda endüstri devrimlerine ilişkin yazında yer alan tahmini yıllara benzerlik göstermektedir. Ayrıca, çalışmaya göre endüstri devrimlerinin yaşanması performans göstergeleri verilerinin modelinde değişime yol açmaktadır. Tez, Endüstri 4.0 etkisinin henüz göstergelerde izlenemediğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri Devrimleri, Endüstri 4.0 , Değişim Noktası Tahmin Edicisi, CUSUM, Kayıp Değer Atama, Kontrol Grafikleri

## **ABSTRACT**

# **AN ANALYSIS OF INDUSTRY 4.0: EFFECT OF INDUSTRIAL REVOLUTION ON PERFORMANCE INDICATORS**

**Özgün SARIKULAK**

**Master of Science, Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Murat Caner TESTİK**

**May 2018, 282 pages**

Industrial revolutions have huge impacts on human history when these revolutions are compared with other historic moments. Alterations of energy regime, improvements of production processes and changes in the ways of communication and transportation affect the social and economic life.

In this study, performance indicators of England, France, Netherlands, Germany and USA are studied retrospectively by using cumulative sum (CUSUM) control charts to estimate the change points. Hence, reflections of industrial revolutions on the performance indicators are evaluated. The data used in the analysis include income per capita and energy consumption per capita from the 18<sup>th</sup> to 21<sup>st</sup> century. Auto Regressive Integrated Moving Average models are used to represent autocorrelation structures of the time series of indicators. CUSUM control charts are implemented for the residuals of the models, where non-normal residuals are transformed to normal distribution. Last reset time corresponding to a CUSUM signal is taken as the estimate of a change in the performance indicator and this is analyzed for the

effects of a war or an economic crisis besides an industrial revolution. If an effect of war or a crisis is found, corresponding out-of-control observations are omitted from the dataset and missing point imputation is performed.

According to the study results, reflections of the first three industrial revolutions' effects can be observed from the USA and England data. For the datasets of France and Netherlands, two change points corresponding to industrial revolutions can be observed. This study is also consistent with the years that are accepted in the literature for industrial revolutions. In addition, this study shows that the era of industrial revolutions also altered the patterns of income per capita and energy consumption per capita. This study states that economic indicators have not shown any effects of Industry 4.0 yet.

**Key Words:** Industrial Revolution, Industry 4.0, CUSUM, Change Point Estimator, Missing Point Imputation, Control Charts

# İÇİNDEKİLER

|                                          | <u>Sayfa</u> |
|------------------------------------------|--------------|
| ÖZET.....                                | i            |
| ABSTRACT.....                            | iii          |
| İÇİNDEKİLER .....                        | v            |
| ŞEKİLLER.....                            | viii         |
| ÇİZELGELER.....                          | xv           |
| 1. GİRİŞ .....                           | 1            |
| 1.1. Problemin Tanımı.....               | 5            |
| 1.2. Motivasyon.....                     | 5            |
| 1.3. Tezin Akışı .....                   | 6            |
| 2. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ .....             | 7            |
| 2.1. Birinci Endüstri Devrimi .....      | 10           |
| 2.1.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....    | 10           |
| 2.1.2. İletişim ve Ulaşım Araçları ..... | 12           |
| 2.1.3. Enerji Rejimi .....               | 13           |
| 2.1.4. Üretim Süreçleri .....            | 15           |
| 2.1.5. Toplumsal Etkisi .....            | 17           |
| 2.2. İkinci Endüstri Devrimi.....        | 18           |
| 2.2.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....    | 18           |
| 2.2.2. İletişim ve Ulaşım Araçları ..... | 19           |
| 2.2.3. Enerji Rejimi .....               | 20           |
| 2.2.4. Üretim Süreçleri .....            | 23           |
| 2.2.5. Toplumsal Etkisi .....            | 25           |
| 2.3. Üçüncü Endüstri Devrimi.....        | 25           |
| 2.3.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....    | 25           |
| 2.3.2. Enerji Rejimi .....               | 26           |
| 2.3.3. İletişim ve Ulaşım Araçları ..... | 28           |
| 2.3.4. Üretim Süreçleri .....            | 31           |
| 2.3.5. Toplumsal Etki .....              | 33           |
| 2.4. Dördüncü Endüstri Devrimi .....     | 34           |
| 2.4.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi.....    | 34           |
| 2.4.2. Enerji Rejimi .....               | 35           |
| 2.4.3. Ulaşım ve İletişim Araçları ..... | 37           |
| 2.4.4. Üretim Süreçleri .....            | 39           |
| 2.4.5. Toplumsal Etki .....              | 40           |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 2.5. Sonuç.....                                               | 42 |
| 3. METODOLOJİ .....                                           | 48 |
| 3.1. Tahmin Modellemesi.....                                  | 49 |
| 3.1.1. Zaman Serisi Analizi .....                             | 50 |
| 3.1.2. Sebepsel (Ekonometrik) Zaman Serileri .....            | 51 |
| 3.1.3. Yapay Sinir Ağları .....                               | 53 |
| 3.2. Kontrol Grafikleri.....                                  | 53 |
| 3.2.1. Shewhart Kontrol Grafikleri.....                       | 54 |
| 3.2.2. CUSUM Kontrol Grafikleri.....                          | 55 |
| 3.2.3. Kontrol Grafiklerinde Fazlar .....                     | 56 |
| 3.2.3.1. Faz-1 Aşaması .....                                  | 56 |
| 3.2.3.2. Faz-2 Aşaması .....                                  | 56 |
| 3.2.4. Kontrol Grafiklerinin Tez Kapsamında Uygulanması ..... | 56 |
| 3.3. Kayıp Değer Ataması .....                                | 57 |
| 3.3.1. Kayıp Değerlerin Modelleri .....                       | 58 |
| 3.3.1.1. Eksikliğin Tamamen Rasgeleliği Modeli .....          | 58 |
| 3.3.1.2. Eksikliğin Rasgeleliği Modeli .....                  | 58 |
| 3.3.1.3. Eksikliğin Tamamen Rasgele Olmaması Modeli .....     | 58 |
| 3.3.1.4. Kayıp Değer Modellerinin Karşılaştırılması .....     | 59 |
| 3.3.2. Atama Yöntemleri .....                                 | 60 |
| 3.3.2.1. Tekli Atama Yöntemleri.....                          | 60 |
| 3.3.2.2. Çoklu Atama Yöntemleri .....                         | 61 |
| 3.3.2.3. Atama Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....           | 61 |
| 3.3.3. Değişim Noktası Tespiti İçin CUSUM .....               | 63 |
| 3.4. Tarihsel Uzgörlere İlişkin Görüşler.....                 | 65 |
| 3.5. Göstergeler .....                                        | 65 |
| 3.5.1. Kişi Başına Düşen Gelir.....                           | 68 |
| 3.5.2. Enerji Tüketimi .....                                  | 69 |
| 4. GÖSTERGELERDE DEĞİŞİM NOKTASI ANALİZLERİ VE BULGULAR ..... | 71 |
| 4.1. Veri Modelleme.....                                      | 71 |
| 4.2. Veri Kaynakları .....                                    | 73 |
| 4.3. Kişi Başına Düşen Gelir Göstergesi Değişimleri .....     | 75 |
| 4.3.1. İngiltere .....                                        | 75 |
| 4.3.1.1. Birinci Değişim Noktası.....                         | 75 |
| 4.3.1.2. İkinci Değişim Noktası.....                          | 80 |
| 4.3.1.3. Üçüncü Değişim Noktası .....                         | 85 |
| 4.3.1.4. Dördüncü Değişim Noktası .....                       | 90 |



|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.2. Fransa .....                                    | 94  |
| 4.3.2.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 94  |
| 4.3.2.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 98  |
| 4.3.2.3. Üçüncü Değişim Noktası .....                  | 103 |
| 4.3.3. Hollanda .....                                  | 108 |
| 4.3.3.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 108 |
| 4.3.3.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 111 |
| 4.3.3.3. Üçüncü Değişim Noktası .....                  | 118 |
| 4.3.4. ABD .....                                       | 122 |
| 4.3.4.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 122 |
| 4.3.4.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 126 |
| 4.3.4.3. Üçüncü Değişim Noktası .....                  | 131 |
| 4.3.5. Almanya .....                                   | 135 |
| 4.3.5.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 135 |
| 4.3.5.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 138 |
| 4.4. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Göstergesi..... | 142 |
| 4.4.1. İngiltere .....                                 | 142 |
| 4.4.1.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 142 |
| 4.4.1.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 147 |
| 4.4.1.3. Üçüncü Değişim Noktası .....                  | 155 |
| 4.4.2. Fransa .....                                    | 158 |
| 4.4.2.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 158 |
| 4.4.2.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 163 |
| 4.4.2.3. Üçüncü Değişim Noktası .....                  | 168 |
| 4.4.3. Hollanda .....                                  | 172 |
| 4.4.3.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 172 |
| 4.4.3.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 177 |
| 4.4.3.3. Üçüncü Değişim Noktası .....                  | 182 |
| 4.4.4. Almanya .....                                   | 186 |
| 4.4.4.1. Birinci Değişim Noktası.....                  | 186 |
| 4.4.4.2. İkinci Değişim Noktası.....                   | 190 |
| 4.5. Türkiye .....                                     | 196 |
| 4.5.1. Birinci Değişim Noktası.....                    | 196 |
| 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR.....                        | 202 |
| KAYNAKLAR .....                                        | 211 |
| EKLER.....                                             | 219 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                          | 282 |

## ŞEKİLLER

### Sayfa

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1-1. Dünya Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (1500-2015).....                                                    | 3  |
| Şekil 1-2. İngiltere Patent Sayısı (1756-1830).....                                                            | 4  |
| Şekil 2-1. İngiltere ve Galler Enerji Harcamaları (1560-1950).....                                             | 14 |
| Şekil 2-2. Katma Değerli Ürünler Üretim Hacimleri (milyon £, 1770-1830).....                                   | 16 |
| Şekil 2-3. İngiltere’de Enerji Tüketimi Dağılımı .....                                                         | 20 |
| Şekil 2-4.Almanya’da Enerji Tüketimi Dağılımı .....                                                            | 21 |
| Şekil 2-5. Fransa’da Enerji Tüketimi Dağılımı .....                                                            | 22 |
| Şekil 2-6. Hollanda’da Enerji Tüketimi Dağılımı .....                                                          | 22 |
| Şekil 2-7. Kömür Kaynaklı Elektrik Üretimi Oranı .....                                                         | 26 |
| Şekil 2-8. Doğalgaz Kaynaklı Enerji Üretimi Oranı .....                                                        | 27 |
| Şekil 2-9. İnternet Kullanan İnsanların Dünya Nüfusuna Oranı .....                                             | 30 |
| Şekil 2-10. Dünya Havayolu Taşımacılığı Kullanan Yolcu Sayısı (milyar kişi) .....                              | 31 |
| Şekil 2-11. Dünya Enerji Üretimini Değişimi (2005-2015) .....                                                  | 36 |
| Şekil 2-12. Yenilenebilir Enerjinin Elektrik Üretimi Oranının Değişimi .....                                   | 37 |
| Şekil 2-13. Endüstri Devrimlerinin Yarattığı Dönüşümler .....                                                  | 43 |
| Şekil 3-1. Kişi Başına Düşen Gelir Karşılaştırması (2011 US \$).....                                           | 69 |
| Şekil 3-2. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi (Gigajoules) .....                                                | 70 |
| Şekil 4-1. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1700-1749) .....                                          | 76 |
| Şekil 4-2. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1710-1759) .....                                          | 76 |
| Şekil 4-3. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1710-1759)..... | 77 |
| Şekil 4-4. ARIMA(1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1710-1759) .....                          | 78 |
| Şekil 4-5. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1710-1759).....                        | 79 |
| Şekil 4-6. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1760-1859).....                           | 80 |
| Şekil 4-7. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1820-1869) .....                                          | 81 |
| Şekil 4-8. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1821-1869)..... | 81 |
| Şekil 4-9. ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1821-1869) .....                          | 82 |
| Şekil 4-10. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1821-1869).....                       | 83 |
| Şekil 4-11. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1821-1869).....                       | 84 |
| Şekil 4-12. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1870-1919).....                          | 84 |
| Şekil 4-13. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1894-1943) .....                                         | 85 |
| Şekil 4-14. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1894-1943) .....              | 86 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4-15. Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri.....        | 87  |
| Şekil 4-16. Düzeltilmiş Verinin ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1895-1943).....              | 87  |
| Şekil 4-17. Düzeltilmiş Verilerin Standartlaştırılmış Artık Değerleri Shewhart Kontrol Grafiği (1895-1943).....        | 88  |
| Şekil 4-18. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1944-1963) .....                      | 89  |
| Şekil 4-19. Düzeltilmiş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1944-1993) .....                  | 89  |
| Şekil 4-20. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1953-2002) .....                                                 | 90  |
| Şekil 4-21. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1954-2002).....        | 91  |
| Şekil 4-22. ARIMA(1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1954-2002) .....                                 | 92  |
| Şekil 4-23. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1954-2002).....                               | 93  |
| Şekil 4-24. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2003-2016).....                                  | 93  |
| Şekil 4-25. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1820-1869) .....                                                    | 94  |
| Şekil 4-26. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1820-1869).....             | 95  |
| Şekil 4-27. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1821-1869) .....                                | 96  |
| Şekil 4-28. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1821-1869).....                               | 97  |
| Şekil 4-29. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1870-1919).....                                  | 97  |
| Şekil 4-30. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1880-1929) .....                                                    | 98  |
| Şekil 4-31. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1880-1929) .....                         | 99  |
| Şekil 4-32. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1881-1929)..... | 100 |
| Şekil 4-33. Düzeltilmiş Verinin ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1881-1929).....             | 100 |
| Şekil 4-34. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1881-1929) .....          | 101 |
| Şekil 4-35. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1930-1979) .....                         | 102 |
| Şekil 4-36. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerleri CUSUM Kontrol Grafiği (1930-1979) .....            | 102 |
| Şekil 4-37. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1951-2000) .....                                                    | 103 |
| Şekil 4-38. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-1999).....             | 104 |
| Şekil 4-39. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1952-2000) .....                                | 105 |
| Şekil 4-40. ARIMA (1,1,0) Modeli Artıkları Johnson Dönüşümü Sonuçları (1952-2000) .....                                | 106 |

|                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4-41. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000) .....                     | 107 |
| Şekil 4-42. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2016) .....                        | 107 |
| Şekil 4-43. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1815-1864) .....                                                          | 108 |
| Şekil 4-44. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (0,1,0) Artık Değerleri (1816-1864) .....                         | 109 |
| Şekil 4-45. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1816-1864) .....                                        | 109 |
| Şekil 4-46. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1816-1864) .....                                      | 110 |
| Şekil 4-47. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1865-1914) .....                                         | 111 |
| Şekil 4-48. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1880-1929) .....                                                          | 112 |
| Şekil 4-49. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1880-1929) ..                                  | 113 |
| Şekil 4-50. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1881-1929) .....      | 113 |
| Şekil 4-51. Düzeltilmiş Verinin ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1881-1929) .....                    | 114 |
| Şekil 4-52. ARIMA (0,1,0) Modeli Artıkları Johnson Dönüşümü Sonuçları (1881-1929) .....                                        | 115 |
| Şekil 4-53. Düzeltilmiş Verinin Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1881-1929) ..... | 116 |
| Şekil 4-54. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1930-1979) ..                                  | 117 |
| Şekil 4-55. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1930-1979) .....                  | 117 |
| Şekil 4-56. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1951-2000) .....                                                          | 118 |
| Şekil 4-57. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-2000) .....                  | 119 |
| Şekil 4-58. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler Normal Dağılım Testi (1952-2000) .....                                         | 120 |
| Şekil 4-59. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler Johnson Dönüşümü Sonuçları (1952-2000) ..                                      | 120 |
| Şekil 4-60. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000) .....                     | 121 |
| Şekil 4-61. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2016) .....                        | 122 |
| Şekil 4-62. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1800-1849) .....                                                               | 123 |
| Şekil 4-63. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1801-1849) .....                        | 123 |
| Şekil 4-64. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1801-1849) .....                                        | 124 |
| Şekil 4-65. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1801-1849) .....                                      | 125 |
| Şekil 4-66. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899) .....                                         | 125 |

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4-67. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1851-1900) .....                                                        | 126 |
| Şekil 4-68. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1879-1927) .....                 | 127 |
| Şekil 4-69. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1879-1927) .....                                 | 127 |
| Şekil 4-70. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1879-1927).....                                | 128 |
| Şekil 4-71. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1928-1977) .....                 | 129 |
| Şekil 4-72. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1920-1940) .....                             | 130 |
| Şekil 4-73. Düzeltilmiş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1928-1977) .....                   | 130 |
| Şekil 4-74. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1939-1988) .....                                                        | 131 |
| Şekil 4-75. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1937-1985) .....                 | 132 |
| Şekil 4-76. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1937-1985) .....                                 | 132 |
| Şekil 4-77. ARIMA (0,1,0) Modeli Artıkları Johnson Dönüşümü Sonuçları (1937-1985) .....                                 | 133 |
| Şekil 4-78. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1937-1985).....                                | 134 |
| Şekil 4-79. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1985-2016).....                                   | 134 |
| Şekil 4-80. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1850-1899) .....                                                    | 135 |
| Şekil 4-81. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1851-1899).....              | 136 |
| Şekil 4-82. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1851-1899) .....                                 | 136 |
| Şekil 4-83. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1851-1899).....                                | 137 |
| Şekil 4-84. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1900-1960) .....                                                    | 138 |
| Şekil 4-85. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1999).....                                   | 138 |
| Şekil 4-86. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1951-2000) .....                                                    | 139 |
| Şekil 4-87. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-2000).....              | 140 |
| Şekil 4-88. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1952-2000) .....                                 | 140 |
| Şekil 4-89. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000).....                                | 141 |
| Şekil 4-90. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2016).....                                   | 142 |
| Şekil 4-91. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1800-1849) .....                                        | 143 |
| Şekil 4-92. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerleri (1801-1849)..... | 144 |
| Şekil 4-93. ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1801-1849) .....                                 | 144 |
| Şekil 4-94. ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1801-1849). 145                            |     |
| Şekil 4-95. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1801-1849) .....              | 146 |

|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4-96. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899) .....                              | 146 |
| Şekil 4-97. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1869-1918) .....                                                     | 147 |
| Şekil 4-98. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1869-1918).....              | 148 |
| Şekil 4-99. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1869-1918) .....                                              | 148 |
| Şekil 4-100. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1870-1918).....                                            | 149 |
| Şekil 4-101. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1869-1918) .....                         | 150 |
| Şekil 4-102. Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri (1870-1918)..... | 151 |
| Şekil 4-103. Düzeltilmiş Verinin ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1870-1918).....                          | 152 |
| Şekil 4-104. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1870-1918).....                        | 153 |
| Şekil 4-105. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1900-2000) .....                                                    | 154 |
| Şekil 4-106. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1950-1999).....                           | 154 |
| Şekil 4-107. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1950-1999) .....                                                    | 155 |
| Şekil 4-108. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1950-1999).....             | 156 |
| Şekil 4-109. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1950-1999) .....                                             | 156 |
| Şekil 4-110. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1950-1999).....                                            | 157 |
| Şekil 4-111. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2000-2008).....                                               | 158 |
| Şekil 4-112. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1800-1849).....                                                        | 159 |
| Şekil 4-113. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1800-1849).....                | 160 |
| Şekil 4-114. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1800-1849) .....                                             | 161 |
| Şekil 4-115. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1800-1849).....                                        | 161 |
| Şekil 4-116. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1800-1849) .....                          | 162 |
| Şekil 4-117. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899) .....                             | 163 |
| Şekil 4-118. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1850-1899).....                                                        | 164 |
| Şekil 4-119. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1851-1899).....                | 164 |
| Şekil 4-120. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1851-1899) .....                                             | 165 |

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4-121. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1851-1899).....                               | 166 |
| Şekil 4-122. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1949).....                                  | 166 |
| Şekil 4-123. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1900-1929) .....               | 167 |
| Şekil 4-124. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1929).....              | 168 |
| Şekil 4-125. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1929-1978).....                                           | 169 |
| Şekil 4-126. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1948-1997).....                                           | 169 |
| Şekil 4-127. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1949-1997).....   | 170 |
| Şekil 4-128. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1949-1997) .....                                | 170 |
| Şekil 4-129. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1949-1997).....                               | 171 |
| Şekil 4-130. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1998-2008) .....                | 172 |
| Şekil 4-131. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1800-1849).....                                         | 173 |
| Şekil 4-132. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1800-1849)..... | 174 |
| Şekil 4-133. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1800-1849) .....                                | 175 |
| Şekil 4-134. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1800-1849).....                           | 175 |
| Şekil 4-135. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1800-1849) .....             | 176 |
| Şekil 4-136. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899) .....                | 177 |
| Şekil 4-137. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1850-1899).....                                         | 178 |
| Şekil 4-138. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1851-1899)..... | 178 |
| Şekil 4-139. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1851-1899) .....                                | 179 |
| Şekil 4-140. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1851-1899).....                               | 180 |
| Şekil 4-141. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1949).....                                  | 180 |
| Şekil 4-142. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1900-1960).....              | 181 |
| Şekil 4-143. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1949-1998).....                                  | 182 |
| Şekil 4-144. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1951-2000).....                                         | 182 |
| Şekil 4-145. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-2000)..... | 183 |
| Şekil 4-146. ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1952-2000) .....                                | 184 |
| Şekil 4-147. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000).....                               | 185 |



|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4-148. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2008).....                                 | 185 |
| Şekil 4-149. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1815-1864).....                                         | 186 |
| Şekil 4-150. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri (1816-1864)..... | 187 |
| Şekil 4-151. ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1816-1864).....                                | 188 |
| Şekil 4-152. ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1816-1864).....                          | 188 |
| Şekil 4-153. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1816-1864).....             | 189 |
| Şekil 4-154. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1865-1914).....                | 190 |
| Şekil 4-155. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1883-1953).....                                         | 191 |
| Şekil 4-156. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1950-1999).....                                         | 191 |
| Şekil 4-157. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,2,1) Modeli Artık Değerleri (1952-1999)..... | 192 |
| Şekil 4-158. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1951-1999).....                                | 193 |
| Şekil 4-159. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1951-1999).....                              | 194 |
| Şekil 4-160. Düzeltilmiş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1951-1999).....               | 195 |
| Şekil 4-161. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2000-2008).....                                 | 196 |
| Şekil 4-162. Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1923-1972).....                                                   | 197 |
| Şekil 4-163: Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1924-1972).....            | 198 |
| Şekil 4-164. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1924-1972).....                                | 198 |
| Şekil 4-165. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1924-1972).....                              | 199 |
| Şekil 4-166. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1973-2016).....                                 | 200 |

## ÇİZELGELER

### Sayfa

|                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 2.1. Dünya Enerji Üretiminde Kaynakların Dağılımı .....                                                                         | 36  |
| Çizelge 4.1. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1710-1759) .....                          | 78  |
| Çizelge 4.2. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1821-1869) .....                          | 82  |
| Çizelge 4.3. İngiltere Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1821-1869) .....                                | 83  |
| Çizelge 4.4. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1895-1943).....               | 88  |
| Çizelge 4.5. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1954-2002).....                                          | 90  |
| Çizelge 4.6. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1954-2002) .....                          | 92  |
| Çizelge 4.7: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1820-1869).....                                             | 95  |
| Çizelge 4.8. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1821-1869) .....                             | 96  |
| Çizelge 4.9. Fransa Kişi Başına Gelir Düzeltilmiş Verisi Artık Değerleri Kestirimleri (1881-1929) .....                                 | 101 |
| Çizelge 4.10. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1952-1999).....                                            | 103 |
| Çizelge 4.11. Fransa Kişi Başına Gelir Verisi Dönüştürülmüş Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1952-2000).....                     | 106 |
| Çizelge 4.12. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1816-1864).....                           | 110 |
| Çizelge 4.13. 1.Dünya Savaşı Regresyon Modeli Karşılaştırılması.....                                                                    | 112 |
| Çizelge 4.14. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi Dönüştürülmüş Artık Değerler Parametre Kestirimleri (1881-1929) ..... | 115 |
| Çizelge 4.15. Hollanda Kişi Başı Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1952-2000).....                                                  | 118 |
| Çizelge 4.16. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1952-2000).....                           | 121 |
| Çizelge 4.17. ABD Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1801-1849) .....                                     | 124 |
| Çizelge 4.18. ABD Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1879-1927) .....                                     | 128 |
| Çizelge 4.19. 1929 Buhranı Regresyon Modeli Karşılaştırılması.....                                                                      | 129 |

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.20. ABD Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1937-1985)                                     | 133 |
| Çizelge 4.21. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1851-1899).....                      | 137 |
| Çizelge 4.22 Almanya Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1952-2000)                                  | 141 |
| Çizelge 4.23. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1801-1849) .....                        | 143 |
| Çizelge 4.24. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1801-1849).....             | 145 |
| Çizelge 4.25: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1870-1918).....             | 149 |
| Çizelge 4.26. I. Dünya Savaşı Regresyon Modeli Karşılaştırılması .....                                                            | 150 |
| Çizelge 4.27: Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1869-1918) .....            | 151 |
| Çizelge 4.28. Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1870-1918)..... | 152 |
| Çizelge 4.29. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1950-1999).....             | 157 |
| Çizelge 4.30. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1800-1849) .....                           | 159 |
| Çizelge 4.31. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1800-1849).....             | 162 |
| Çizelge 4.32. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1851-1899).....                | 165 |
| Çizelge 4.33. I. Dünya Savaşı Regresyon Modeli Karşılaştırılması .....                                                            | 167 |
| Çizelge 4.34. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Dönüştürülmüş Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1949-1997).....  | 171 |
| Çizelge 4.35. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1800-1849) .....                         | 173 |
| Çizelge 4.36. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1800-1849).....              | 176 |
| Çizelge 4.37. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1851-1899).....              | 179 |
| Çizelge 4.38. Dünya Savaşları ve 1929 Buhranı Regresyon Modeli Karşılaştırılması .....                                            | 181 |
| Çizelge 4.39. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1952-2000).....              | 184 |

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Çizelge 4.40. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1815-1864) .....                        | 187 |
| Çizelge 4.41. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1816-1864).....             | 189 |
| Çizelge 4.42. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1950-1999) .....                        | 192 |
| Çizelge 4.43. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1952-1999).....             | 193 |
| Çizelge 4.44. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Düzeltilmiş Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1951-1999)..... | 195 |
| Çizelge 4.45. Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1924-1972).....                    | 199 |
| Çizelge 4.46. Ülke Göstergelerine İlişkin Gerçekleştirilen Hesaplamaların Sonuçları* .....                                      | 201 |

## 1. GİRİŞ

Endüstri devrimleri, insanoğlunun kullandığı üretim süreçlerinde ve aletlerinde köklü değişimlerin yaşandığı, kullanılan enerji sistemlerinin ve iletişim araçlarının evrilerek yeni yaşam ve üretim şekillerini oluşturduğu dönemler olarak özetlenebilir. Endüstri devrimleri yaşandıkları dönemleri sadece ekonomik kapsamda değil aynı zamanda yönetsel, kültürel, sosyal ve toplumsal anlamda da derinden etkiler. Rifkin'e [1] göre endüstri devrimlerinin altında yatan sebep yeni enerji sistemleri ile yeni iletişim kanallarının birleşmesidir. Bu bileşimleri yaratan gelişmeler toplumların sorunlarını çözmede farklı cevaplar sunmakta ve yeni bir hayat oluşturmaktadır. Oluşan yeni hayat sonucunda birbirine daha bağımlı ekonomik faaliyetler ile daha sıkı ve yoğun toplumsal yapı ortaya çıkmaktadır. Değişen toplumsal yapı ve üretilen siyasi çözümlerle beraber ortaya çıkan yeni sınai yöntemler ekonomik göstergelerin bir önceki döneme göre sahip oldukları dinamikleri değiştirerek onların parametrik farklılaşmasına yol açarlar.

Sanayileşen toplum, bir yandan sosyal ve ekonomik yönden değişirken, bilimsel yöntemlerin değişime uğraması sonucu ortaya çıkan olguculuk akımı bilim kaynaklı bilgiyi kutsamıştır. Sanayileşmiş toplumlarda bilginin önem kazanması, bilgi ile edinilen güç ile alakalıdır. Toplumsal statü anlamında bir değer ifade etmeyen kitleler bilgi sayesinde bir sınıfa ait olarak kendilerini geliştirme imkanı bulmuşlardır. Toplumlar iyi yaşam şartlarına kavuşmak için verinin önemini anlamıştır. Bunun bir sonucu olarak incelenmek istenen her konunun verisi tutulmuş ve incelenmiştir. Ekonomik göstergelerde böyle bir ihtiyacın sonucunda ortaya çıkmıştır. Göstergeler, yaşanan değişimlerin anlaşılmasını sağlayan farklı yönetim birimlerinin ve farklı zaman aralıklarının karşılaştırılmasına yarayan istatistiki verilerdir. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), büyüme oranı, enflasyon, işsizlik, üretim kapasitesi vb. veriler ekonomilerin ve yönetim birimlerinin durumlarının karşılaştırmalı olarak anlaşılmasını sağlayan istatistiklerdir. Örneğin, bir ülkenin bir yılda gerçekleştirdiği GSYH performansı ile o ülkeyi farklı bir ülkeyle aynı yıl için veya o ülkeyi yine kendisiyle farklı bir yıl için karşılaştırabiliriz. Bu göstergeler bize karşılaştırma yapabilmek için bir temel sağlarlar. Yazında, çok farklı gösterge eleştirileri görülmektedir. Bu verilerin tek başına yetersiz olduğu, anlam ifade etmediği ya da bu göstergelere çok fazla anlam yüklendiği tartışılmıştır. Buna örnek vermek gerekirse, Birinci Endüstri Devrimi'nin ilk gerçekleştiği ülke olduğu düşünülen İngiltere'nin, bahse konu yıllarda Fransa'dan daha kötü bir büyüme artış oranına sahip olduğuna dair araştırmalar mevcuttur[2][3]. Göstergelere ait verilere önem verilip gelecek için gerekli bilginin çıkarılmasına uğraşılırken tek başına

göstergelerin bütün süreçleri anlamada yetersiz kalabileceğini anlamak gerekmektedir. Bu noktada önemli olan ilgili rakamların karşılaştırması yapılırken farklı hususların da dikkate alınması ve tek değişkenin elimizde olan gösterge olmadığının bilinmesidir. İngiltere’de insanların sahip olduğu haklar ve devletin gelişimi desteklemesi ile sürdürülebilir büyüme sağlanması, İngiltere’nin Fransa’yı geçme sebebi olarak gösterilebilir.

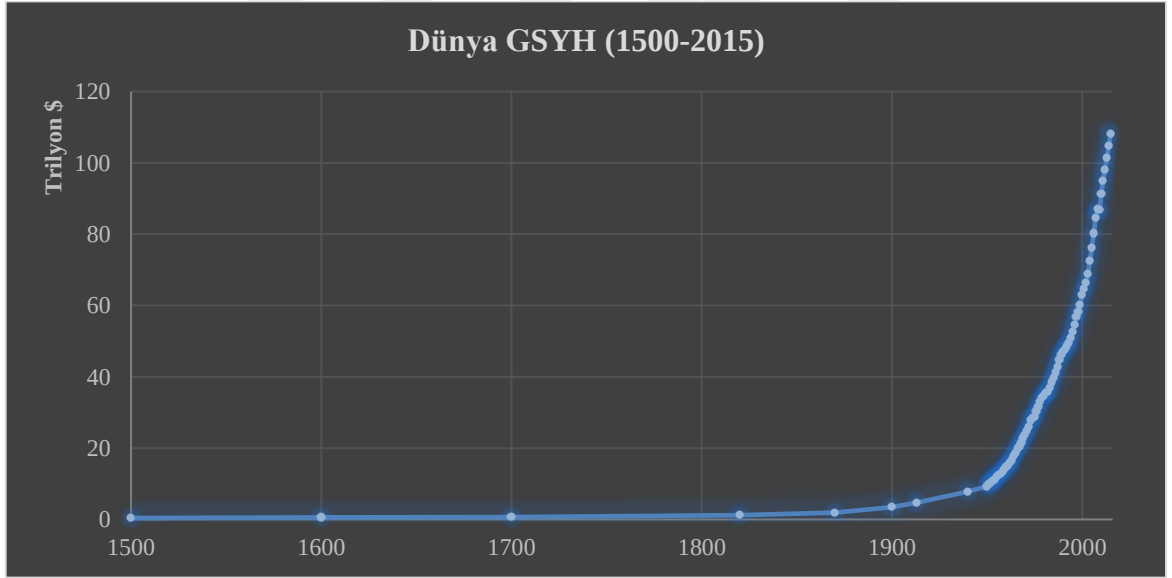
Bu tezin temel amacı, devrimlerin göstergelere etkisinin özgün bir şekilde sorgulanması ve analizidir. Endüstri devrimlerini sorgulamak ve analiz etmek için en önemli değişkenlerin ekonomik göstergeler olduğu değerlendirilmiştir ve yazında bu hususta çalışmalar yapılagelmiştir[2][3][4][5].

Endüstri devrimlerine ilişkin yapılacak analizlerin oldukça karmaşık bir konuyu inceledikleri düşünüldüğünde anahtar ekonomik göstergeler dahi mükemmel ve etkin ölçüm olmaktan uzakta kalabilecektir. Bazı araştırmacılar, büyüme oranı, GSYH vb. göstergelerin tek başlarına kapsamlı bir çözümlemede yetersiz kaldıklarını düşünmektedirler. Örneğin, Crafts’a [3] göre Birinci Endüstri Devrimini anlama konusunda büyüme oranları mükemmel ölçü olmaktan uzaktır. Jones [6] , yapılabilecek olası bir hesaplama hatasından bahsederek GSYH’nın hatalı hesaplanabileceğini çok küçük bir hesaplama hatasının hesaplama açısından önemli sonuçlarının olabileceği, dolayısı ile ekonomik göstergelerin çok ciddi hatalar içerebileceğini söylemektedir. Al Gore [7] ise GSYH hesabının kullanılmaz olduğunu, ürettiğimiz ölçüde yok ettiklerimizin bu gösterge ile görülmediğini belirtmektedir. Benzer bir eleştiri Piketty [8] tarafından da yapılmaktadır.

Bir yandan da Deane [9] İngiltere için ortaya konan büyüme rakamlarının oldukça küçük sapmalar haricinde doğru olduğunu savunmuştur. Endüstri devrimleri ve diğer hususlarda ülkelerin gelişimini görme ya da ülkeleri karşılaştırma için benzersiz olan göstergelerin kullanımı bu tezde de uygulanacak yöntem olacaktır. Ekonomik göstergelere ait olarak gerçekleştirilen yetersiz ve anlamsız olma eleştirilerine yönelik bu tezin yapacağı savunma ise, devrimlerin akabinde ortaya çıkan göstergelerin zaten endüstri devrimleri sonrası oluşan yeni hayatın tanımlanması için oluşturulmuş olmalarıdır. Dolayısı ile, incelemelerin bu göstergeler üzerinden yapılması durumunda tezin amacına uygun şekilde sonuçların elde edilmesi beklenmektedir. Tezin kapsamında ekonomik göstergeler kullanılarak endüstri devrimlerinin etkilerinin daha yansız sonuçlar elde edilerek analiz edilmesi ve endüstri devrimlerinin etkilerinin tarihsel olarak tespiti gerçekleştirilecektir.

Tarihsel süreçte tanımsal olarak konuyu incelediğimizde Endüstri Devrimi<sup>1</sup> kavramının ilk olarak Arnold Toynbee'nin 1880'lerde verdiği dersler sırasında yoğunlukla kullandığı bir kavram olduğu görülecektir [1][9][10]. Birinci Endüstri Devrimi için kullanılan bu terim zamanla dile yerleşmiş ve insan hayatını kökten değiştiren süreç bu şekilde tanımlanmıştır.

İnsan hayatının değişmesi oldukça geniş kapsamlıdır ve birçok olayın sonucu olarak değerlendirilebilecektir. Küçük-büyük bütün yenilikler, icatlar ve teknolojik gelişmeler insan hayatını bir şekilde etkileyerek toplum üzerinde değişime sebep olacak bir etki yaratırlar [9]. Ancak değişimin etkisinin hem zamansal hem de mekânsal olarak endüstri devrimi kadar uzun olmasını sağlayabilecek çok fazla başka bir süreç bulunmamaktadır. Endüstri devrimlerini diğer ilerlemelerden, gelişmelerden ve yeniliklerden ayıran temel özellikler ise, bu devrimlerin toplumsal yaşayışları, insanların ve toplumların karşılıklı ilişkisini, siyasal ve ekonomik olguları, üretim süreçlerini ve günlük basit insan yaşantısını kökten değiştirmesi olarak sayılabilir. Bu değişim temel noktada bir etki alanı kesişimi olarak önümüze çıkmaktadır. Bu noktadan hareketle, ekonomik göstergelerin incelenmesi ve kullanılan yöntemlerin belirlenmesi bu özelliğin yansımalarının tespitine yönelik olacaktır.



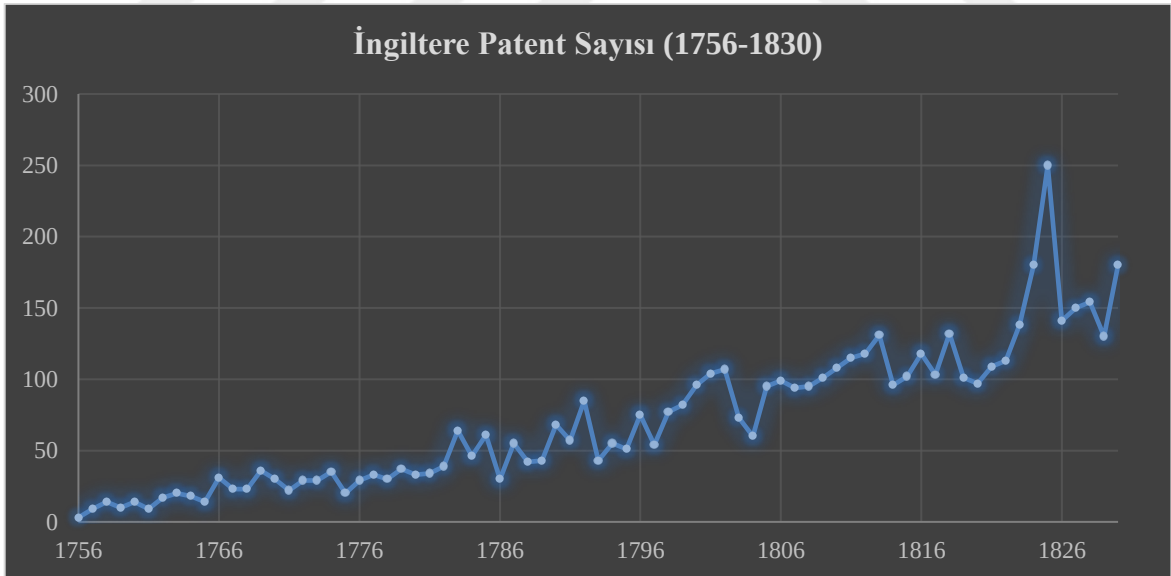
Şekil 1-1. Dünya Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (1500-2015)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sanayi Devrimi, Birinci Endüstri Devrimi için kullanılan terimdir

<sup>2</sup>Maddison Project Database, version 2018. Bolt, Jutta, Robert Inklaar, Herman de Jong and Jan Luiten van Zanden (2018), "Rebasing 'Maddison': new income comparisons and the shape of long-run economic development", Maddison Project Working paper 10

Dünya üretiminin gelişimini Dünya GSYH değişiminden anlayabiliriz (bkz. Şekil 1.1.). 2015 yılı Dünya GSYH toplamı 1500 yılı tahmini GSYH'ya göre 251 kat artmıştır. GSYH büyümesini 20.yy başından itibaren alırsak tam 31 kat büyüyen bir dünyada yaşamaktayız. Üretimde yaşanan bu dönüşüm toplumun geçirdiği değişimi anlatmak hususunda yardımcı olmaktadır. İnsanlık bu kadar dar bir zaman zarfında yaşanan bu değişimin sancılarını yaşamış ve halen yaşamaktadır. Ancak bu durum paylaşım sorununun halen devam etmesi bir tarafa, günlük insan yaşayışının refah seviyesini artırmıştır. Ancak yoğun toplumsal yapının bugün geldiği noktada bilginin kolay yer değiştirmesi insanların farkındalıklarında değişimler yaratmış ve paylaşım sorunu bu kapsamda daha gözle görülür hale gelmiştir.

Endüstri devrimleri, mülki hakların gelişmesi sonucu, bireylerin kendi refah seviyelerini egemen güçten bağımsız ve herkes için geçerli aynı hukuk kurallarına dayanarak artırabilmelerinin önünü açan sürecin bir yansımasıdır. Bireysel olarak refaha erişme tutkusunu insanlara inovasyonları gerçekleştiren kişi olma hayali aşılamıştır. Bu açıdan bakıldığında ülkeler için alınan patent sayısı belirleyici bir gösterge olagelmıştır. Ashton'ın [11] belirttiği gibi özellikle 1800'lerden sonra İngiltere'de alınan patent sayısının hızlı artışı Birinci Endüstri Devrimi'ni ilk gerçekleştiren ülke olarak bilinen İngiltere'nin durumunu kanıtlar niteliktedir (bkz. Şekil 1.2.).



Şekil 1-2. İngiltere Patent Sayısı (1756-1830)<sup>3</sup>

Patent sayısında yaşanan hızlı artış buluşların habercisidir. Bu buluşlardan biri olan buhar motorunun icadı ile enerjinin çok daha etkin ve verimli bir şekilde kullanımı mümkün olmuştur. Buhar motorunu takip eden diğer motorlar sayesinde modern dünya bugün geldiği

<sup>3</sup> [11]



Üretim seviyesine ulaşabilmektedir. Üretimin ve refahın artması için enerjinin çok daha verimli ve etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Üretim artışını desteklemek için sırasıyla kömür, petrol ve doğal gaz kaynaklarının tüketimi söz konusu olmuştur. İlk devrim öncesinde insanlık; kas, hayvan, rüzgar ve su gücüne bağlı şekilde yaşarken endüstri devriminin enerji rejimlerinde yarattığı dönüşümle insanlığın bağımlı olduğu maddeler hızla değiştirmiştir. Artık eskisine göre çok daha fazla şeye sahip olan ve ortalamada çok daha fazla enerji harcayan nesiller yaratmaktayız. Bu ihtiyaın yenilenebilir kaynaklardan sağlanması konusu dünya üzerinde daha uzun süre yaşayabilmemiz için gün geçtikçe aciliyet kazanan bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. 1998 yılında yaşayan bir İngiliz çocuğu, 1800 yılında yaşayan bir İngiliz çocuğuna göre altı bin beş yüz kat daha fazla yapay ışık tüketmektedir[12]. Bu durumun sürdürülebilir olmadığı aşıkardır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına olan ihtiyaın artması, dünyada sanayileşme yolunda adım atan ülke sayısı ile artan enerji ihtiyaı oranında büyüyen evre sorunlarından kaynaklanmaktadır. Bu rekabete katılan ülkelerin enerji ihtiyaı artmakta ve sürdürülemez büyüme daha da katlanarak artmaktadır. Yenilenebilir enerjinin Dördüncü Endüstri Devrimi için neden önemli olduğu sürdürülebilirlik kavramı altında anlaşılabilir bir durumdur.

### **1.1. Problemin Tanımı**

Endüstri 4.0, günümüzde toplumun gideceği bir geleceği tanımlamaktadır. Dünyanın bu geleceğe ulaşması, ekonomik göstergelerin parametrik olarak değişimi ile açıklanabilecektir. Endüstri devrimleri birden fazla alanda yaşanan değişimlerin toplumda yarattığı ekonomik, sosyal ve yönetsel köklü sallantılar ile kendini göstermekte ve bu farklılıklar sonucunda oluşan yeni bir düzen ile anlaşılabilmektedir. Ancak bu değişimlerin başlangıç noktalarının tahmini oldukça zor bir süreçtir. Bunun için tezin amacı, başlangıç noktasından ziyade ekonomik göstergelere olan etkinin nerede başladığının tespiti olacaktır. Bu kapsamda tarihten gelerek diğer devrimlere ilişkin göstergelerin geçirdiği değişim izlenecek ve göstergeler bize Endüstri 4.0 hakkında verdiği bilgiler analiz edilecektir.

### **1.2. Motivasyon**

Günümüzde toplumun geleceğine yönelik tahminler yapabilmek her zaman olduğundan daha önemli bir hal almıştır. Gelişim hızı her zaman olduğundan daha fazla artmış ve gelişmelerin uzağında kalan toplumların diğer toplumları yakalama şansı her geçen gün daha fazla azalmaktadır. lkeler ve dünya için orta gelir ve orta teknoloji tuzağı önemli bir sorundur. Endüstri devrimleri konusunda yapılacak araştırmalar, eşik kolektif akılı oluşturan bileşenler hakkında bilgi verecektir. Tez kapsamında endüstri devrimlerinin tarihsel anlamda

göstergelere etkisi kontrol grafikleri yardımıyla izlenecek ve etkilerin tarihleri tespit edilmeye çalışılacaktır. Ayrıca tez sonuçta Endüstri 4.0'ün gerçekleşme durumuna ilişkin bir fikir verecektir.

### **1.3. Tezin Akışı**

Tez kapsamında, ikinci bölümde sırasıyla endüstri devrimlerinin üretim, iletişim ve ulaşım, enerji rejimleri ve toplumsal süreçlere etkisi irdenelenmiş ve gerçekleştirilen yazın araştırması tezin yorumlarıyla birlikte aktarılmıştır. Üçüncü bölümde tez kapsamında uygulanan metotlar yer almaktadır. Dördüncü bölümde, tez kapsamında elde edilmeye çalışılan sonuca ulaşmak için izlenecek olan yöntemler detaylandırılmış ve veri setlerine uygulanmıştır. Beşinci bölümde ise sonuçlar ve sonuçlara ilişkin tartışma yer almaktadır.



## 2. ENDÜSTRİ DEVRİMLERİ

Endüstri Devrimi,

- Enerji rejiminin değişerek üretim süreçlerinin kökten farklılaşması sonucu bir önceki döneme göre inanılmaz boyutlarda üretim artışına yol açan,
- Kitle iletişim araçlarında ve ulaşım ağlarında yaşanan gelişmeler sonucunda insan ilişkilerinin daha yoğun ve sıkı bir hal aldığı, toplumsal ve ekonomik yapıların derinden sarsıldığı,
- Yönetim kurallarının ve politik hayatın bu değişimler ile toplumsal sorunlar için yeni çözümlere ve uzlaşımlara gebe olduğu dönemler olarak tanımlanabilir.

Endüstri devrimlerinin kaynağı tek bir olay, yenilik ya da icat olmamıştır. Endüstri devrimlerini tek bir alana ya da sahaya ait gelişmeler ile anlatmaya çalışmak bu olgunun karmaşıklığını ve belki de insanoğlunun bugüne kadar geçirmiş olduğu tarih yolculuğunda yaşadığı en kökten farklılaşma sürecini basite indirgemek olacaktır. Endüstri devrimlerini anlayabilmek için birden fazla alanda gerçekleşen birden fazla gelişmenin bir araya gelerek oluşturdukları yeni yaşam biçimlerinin, toplum refahında oluşturduğu artışın tanımlanması ve açıklanması gerekmektedir.

Endüstri devrimleri, devrimin gerçekleştiği toplumun yaşayış biçimini kökten değiştirmiştir. Bu durum birden fazla alanda yaşanan üst düzey atılımlar ve bunların beraber ortaya çıkardığı etkileşim ile bambaşka bir yaşam düzeni oluşturmasından kaynaklanır. Tarihte toplumlarda sürekli ileriye doğru bir yönelme olagelmıştır. Tarihsel süreçten bakıldığında geriye doğru anlık dönüşler olsa da tarih hep ileriye doğru akmaktadır. Zaman ileri doğru akarken tarih arkamızda iz bırakmakta ve bizim gerçekler üzerinden bu tarihsel bilgi tortularını anlamlı verilere dönüştürmemizi beklemektedir. Endüstri Devrimlerini anlamak için onun genel-geçer değişimlerden, gelişmelerden ve ilerlemelerden farkının anlaşılması gerekmektedir.

Endüstri devrimlerinin oluşma süreleri ve oluşum süreçleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Ancak temelde endüstri devrimleri toplumsal aklın bir noktadan başka bir noktaya geçişini, ilerlemenin önünde aşılması gereken eşik kolektif aklın oluşmasını sembolize eder. Bu eşik değerini aşılmasını sağlayan birikime ulaşılmasına iletişim alanında yaşanan devrim yardımcı olur. İletişim daha karmaşık ve daha yoğun toplumsal ilişkileri yöneterek yeni enerji rejimlerinin ve üretim süreçlerinin oluşmasına katkıda bulunur. Enerji rejimleri, üretim süreçlerini ve dolayısı ile tüketim şartlarını derinden etkileyerek yeni bir

toplumsal yaşayışın ve ekonomik sistemin oluşturulmasına neden olur. Gelişen iletişim kanalları ve enerji rejimleri ile başlayan süreç sadece tek noktadan değil birçok noktadan topluma etki ederek onu değiştirir ve dönüştürür. Rifkin'e [1] göre Birinci Endüstri Devrimi, buharlı makinelerin kullanımı ile matbaanın bulunması arasında kurulan bağ ile oluşmuştur. İkinci Endüstri Devrimi ise fosil yakıt olan petrolün kullanımı ve radyo, televizyon gibi kitle iletişim araçlarının bağı ile meydana gelmiştir. Üretim süreçlerinde yaşanan değişim toplumsal yapıyı değiştiren önemli bir etkidir. Jensen'e [4] göre endüstri devrimlerini diğer gelişmelerden ayıran özellikleri sermaye yoğun üretim, verimde ve yaşam standartlarında yaşanan büyük artış, büyük kurumsal yapıların oluşturduğu hiyerarşik düzen, kapasite aşımı ve en sonunda firma iflaslarıdır. Burada bahsedilen kapasite aşımı ve firma iflasları bir önceki döneme ait süreçleri bünyesinde taşıyan ve yeniliklere karşı süreçlerini dönüştüremeyen firmaların yaşadıkları sorunlardır. İflaslar ise yaratıcı yıkımdan kaynaklanan ve ürünlere daha ucuz ve verimli alternatifler çıkması ile yaşanan olaylardır. Jensen, makalesinde yeni enerji kaynaklarının üretim süreçlerine etkisinin Birinci Endüstri Devrimi'ne; kitle üretimin, paketleme ve dağıtım sistemlerinin oluşmasının ve modern ulaşım ve iletişim ağlarının gelişiminin İkinci Endüstri Devrimi'ne yol açtığından bahsetmektedir. Üçüncü Endüstri Devriminin petrol krizi süreci ile başladığını, buna bağlı olarak üretim verimliliğinde artışın tetiklendiğini, bu durumun ise işsizlik artışını getirdiğini belirtmektedir. Tunzelmann'a [13] göre endüstri devrimleri bir süreç olarak ele alınması gereken ve bir teknolojik gelişim süreci ardından yaşanan bir idare dönemini ifade etmektedir. Esasen bu durum endüstri devrimlerinin süreklilik arz eden süreçler olmasını anlatmaktadır. Teknolojik gelişmeler toplum hayatına bütünleşik çözümlerin sunulmasının önünü açar ve süreç baştan başlar. Bir endüstri devriminde yaşanan olaylar diğer endüstri devriminin yaşanması için gerekli olan gelişim ortamını doğurmaktadır. Gordon [14] bu durumu endüstri devrimlerinin verimliliği ilk aşamada aşağı çeken daha sonra güçlü bir oranda artırdığı iki dönem olarak tanımlar. Rostow'da [15] harekete geçme ve olgunlaşma aşaması olarak endüstri devrim sürecini ikiye ayıran iktisat tarihçilerindendir.

Birinci Endüstri Devrimi'nde pamuk üretiminde kullanılan buharlı makinelerin matbaalarda ve diğer üretim alanlarında kullanılması ile bir toplumsal dönüşüm gerçekleşmiştir. 18. yy.da 10 milyon civarında olan İngiltere nüfusunun 10%'luk kısmının ev atölyelerinde üretimini yaptığı pamuğun toplumun hayat koşullarını değiştirmesi beklenen bir durum iken bu durumun yarattığı sermayenin kâr olarak ortaya çıkması ve yeniden yatırıma dönüşmesi

sonucunda eşik değerin aşılması için gerekli olan toplumsal sermaye birikimi ortaya konmuştur [9][15].

Özellikle İngiltere’de yaşanan mülki hakları geliştirici olaylar Acemoğlu ve Robinson’un [16] yaratıcı yıkım diye adlandırdıkları toplumsal dönüşümleri teknolojinin ilerlemesiyle sağlamıştır. Yaratıcı yıkım, toplumlarda dönüşümü ve ilerlemeyi sağlamak için yapılacak yenilik çalışmalarında yasal bir koruma ortamı sağlanması durumunda toplumların oluşturacakları yaratıcılığın geçmiş döneme ait süreçleri yıkması anlamında kullanılmaktadır. Bu sayede gelişimde süreklilik sağlanması mümkün olacak ve toplumlar gelişimi bünyelerinde taşıyabilir hale geleceklerdir. Fransa aynı dönemde kıta Avrupa’ında İngiltere’nin en büyük rakibi olarak daha kötü bir ekonomik performans göstermese de yaratıcı yıkım sürecinin bir şekilde engellenmesi sebebiyle bir adım geride kalmıştır. Yaratıcı yıkımı engelleyen süreçler Fransız Devrimi’ne giden yolu açmıştır. Ancak Crafts [5] bu geri kalmayı hiçbir sebebin sonucu olarak değil bir rasgelelik olarak görmektedir. Bu tez kapsamında sebepler sorgulanmaktadır. Rasgeleliğin varlığının inkarı olmayan bu sorgulama, yapılan çalışmaların bir anlamlılığı olduğu, öteki türlü araştırma yapmanın anlamsız olacağı temeline oturmaktadır. Rasgelelik, yaşama dair bir nesnellik olsa da bağlantılı olan süreçlerin tespiti için yapılan çalışmalar her zaman elzemdir. Olaydan bilgi edinmeye çalışmak insanın öğrenme sürecinin bir parçasıdır.

Bilginin daha hızlı yayılması ve entelektüel birikimin matbaa kullanımı sayesinde artması kolektif aklın ve toplumsal gelişimin eşik noktayı aşmasını sağlamıştır. Ortaçağda insanlar yel ve su değirmenlerinin etrafından üretim alanları oluşturmuş ve bu alan onların sosyal hayatlarını düzenlemiştir. İngiltere’de başlayan ve diğer ülkelerde devam eden mülki haklar özelinde iyileşmeler üretim araçlarının sahipliğinin önce toprak soylulara sonra kentsoylulara kaymasına yol açmıştır [17]. Aynı zamanda mekanik güçten buharlı makinalara geçiş sürecinde oluşan üretim artışı ile kentlerde ihtiyaç duyulan işçilerin geldikleri köy ve taşralardaki nüfusun azalmasına yol açarken toplumsal yapının ve ekonomik sistemin değişiminde neden olmuştur. Nüfus yapısı değişikliği iletişim aygıtlarında yaşanan gelişimle toplumsal yapıyı değiştirmiştir. Toplum daha yoğun ve sıkı bir ilişkiler ağı yapısına sahip olmuş ve insanların ilişkileri daha karmaşık bir hal almıştır.

İkinci Endüstri Devrimi’nde ise fosil yakıtların daha yoğun kullanımı, özellikle petrol tüketiminin artması ve imalatla kitle üretim yöntemine geçiş ile üretim hacmi artmış, aynı zamanda radyo ve televizyon gibi iletişim araçlarıyla bilginin yer değişimi farklı bir mahiyet

kazanmıştır. Bu durum toplumsal yapının kökten değişmesine sebep olmuş ve farklı bir şehir hayatı daha yoğun ve daha sıkı ilişkiler ağı oluşmasına yol açmıştır.

Üçüncü Endüstri Devrimi'nde ise internetin yaygınlaşması iletişim kanallarını olağanüstü şekilde artırmıştır. Belki de tarihte hiç olmadığı kadar serbest kalan bilgiye ulaşım çok kolaylaşmıştır. Aynı zamanda elektriğin yaygınlaşması insanların günlük hayatlarını kökten değiştirmiş, doğalgazın kullanımı enerji üretimi yapılarının kaynaklarının dağılımını değiştirerek sarsmış ve üretim süreçleri farklı bir boyut kazanmıştır.

Dördüncü Endüstri Devrimi olarak adlandırılan yeni sürecin öncesi bu şekilde özetlenebilir. Endüstri 4.0 olarak uzgörüsü ortaya konan Dördüncü Endüstri Devrimi, gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş ülkelere ekonomik açıdan daha düşük maliyetli üretim yapabilmeleri sebebiyle aldıkları payın artmasıyla ortaya çıkan bir süreçtir. Almanya'nın 2011 yılında ortaya attığı bu kavram kısaca, süreçlerden elde edilen büyük verinin işlenerek otomasyonun, yapay zeka süreçleriyle robotlaşmanın ve dönüşümün sağlanmasının sürdürülebilirliği açısından enerjinin yenilenebilir enerjiden karşılanmasının temel alındığı bir tarihsel dönüm noktasıdır.

Endüstri devrimlerinin yaşanma süreçlerine ilişkin tahminlerin yapılacağı tez kapsamında düşünüldüğünde, yazında bu devrim süreçlerinin yaşanmalarına ilişkin döngü tahminleri bulunmaktadır. Rostow [15], 50 yıllık aralıkla harekete geçme aşamasının olgunlaşma aşamasına dönüştüğünü ifade etmiştir. Kondratieff'in [18][19] temelde ekonomik döngü olarak tanımladığı 50-60 yıllık dalgaları da bu kapsamda değerlendirmeye alınabilecektir.

## **2.1. Birinci Endüstri Devrimi**

### **2.1.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi**

Birinci Endüstri Devrimi, Sanayi Devrimi adıyla da bilinen 19. yy başında bir dönemi işaret eden, buharlı makinaların icadı ve pamuk üretiminin insan gücüne ihtiyaç duymadan buharlı makinalar sayesinde yüksek hız ve verimle yapılması süreciyle başlayan bir dönemi ifade eder. Acemoğlu ve Robinson'a [16] göre Birinci Endüstri Devrimi'ni İngiltere'de başlatan süreç su çarkları, buharlı makineler ve bu makineler ile üretilen pamuklu giysiler ile başlamıştır. Rifkin ise [1] enerji rejimlerinde yaşanan değişikliklerin, kitle iletişim araçlarında yaşanan değişimlerle etkisini artırarak daha yoğun ve sıkı bir toplumsal ilişki bütünü oluşturmaları sonucunda Birinci Endüstri Devrimi'nin tetiklendiğini belirtmektedir. Rostow [15] bu noktada geleneksel toplumu tanımlayarak, endüstri devrimine geçme sürecini geleneksel toplumdan çıkış olarak tanımlamaktadır. Rostow'a göre insanoğlu her zaman ilerleme gösterme yetisine ve bu kapsamda yaşadığı toplumun GSYH'sini büyütme

kapasitesine sahiptir. Ancak kişi başına düşen gelir özelinde bakıldığında bunun sadece tarıma aktarılan işgücü ya da ekilen alan artışından değil, bir verim artışından kaynaklanması gerektiğini söylemektedir. Dolayısı ile Rostow sürece bir bütün olarak yorumlar getirirse de bir iktisat tarihçisi olarak Birinci Endüstri Devrimi'nin tanımını ekonomik tanımlamalarla yapmaktadır. Deane'e [9] göre deniz yolu kullanılarak taşınan ham maddeler ve kömür ile üretim hacmi artış göstermiş ve toplumsal refah artmıştır. Maliyetlerin düşüşü karın artmasına ve ulusal sermayenin oluşmasına yol açmıştır. Refahı artan ve sermaye stoğu olan toplum yeniliklere yönelmiş ve endüstri devrimleri için gerekli olan düşünce yapısı ve icatlar, mülki hakların genişlemesiyle ortaya çıkmıştır. 14. yüzyıldan 18. yüzyıla kadar devam eden ve küçük toprak sahiplerinin topraklarını kaybederek büyük toprak sahiplerinin oluşumunun önünü açan çitleme hareketi ile köyden kente taşınan kitleler, çocuk ve kadınlar ile birlikte büyük bir işgücünü sermayenin hizmetine sunmuştur. Bunun sonucu olarak uzun yıllar düşük bir seviyede sabit kalan iş gücü maliyeti ile beraber, İngiliz ürünlerinin tüketiminde yaşanan artış sermaye stoğu oluşmasını sağlamıştır. İngiltere'de 19. yüzyılda gerçekleşen demir yolu yatırımları ile gelişen ülke altyapısı, ülkenin üretim kapasitesini ve refah seviyesini artırmıştır. Bu sayede İngiltere'de 19. yy ikinci çeyreğinde Birinci Endüstri Devrimi yaşanmıştır. Williamson'a [20] göre ise savaşların yordduğu İngiltere ekonomisi ancak 1820 sonrasında toparlanmıştır. Bu dönem öncesi ekonomik büyüme yavaş olmasına rağmen teknolojik gelişmeler yaşanmaya devam etmiş ancak sonuçlar 1820 sonrasında ortaya çıkmıştır. Landes [21] bütün bunların yanında İngiltere'de oluşan özgür pazar ortamının ve arz-talep süreçlerinin ekonomide oluşturduğu yapısal dönüşümlere atıfta bulunarak İngiltere toplumunda ve yönetim yapısında iş ve sanayiye bakış açısının İngiltere'yi ön plana çıkardığını öne sürmüştür.

Büyük Britanya'da, Muhteşem Devrim (1688) sonrası parlamentonun meşrutiyeti anayasal olarak tanıdığı "Haklar Kanunu" olarak bilinen kanunun çıkartılması ve özellikle mülkiyet haklarında yaşanan gelişmeler Endüstri Devrimi'nin İngiltere'de başlamasına temel oluşturmuştur. Esasen bu noktada, Kışlalı'nın [22] belirttiği gibi, Fransız Devrimi sonrasında yayınlanan Fransız İnsan ve Yurttaş Haklar Bildirisi'nde kutsal ve dokunulmaz sayılan tek hakkın mülkiyet hakkı olması Avrupa'da derebeyliklerin ve hukuksuz yönetimlerin bitişi İngiltere'den sonra Fransa'da da simgelemektedir. İngiltere ve daha sonra Avrupa anakarasında başlayan süreç dalga dalga dünyaya yayılmıştır. Muhteşem Devrim ve Fransız İhtilali ile mülkiyet haklarının tanınması ve şahısların girişimlerinin devlet güvencesine alınması sonucunda art arda buhar makinası, buharlı lokomotif, iplik

eğirme makinası ve buharlı gemilerin icat edilme süreci başlamış ve bu gelişmeler sonucunda Birinci Endüstri Devrimi süreci gelişmiştir.

Devrimin gelişiminin diğer ülkelerden önce İngiltere’de başlaması bir araştırma konusu olmuştur. Yazında Fransa’nın büyüme hızı olarak İngiltere’den geri olmadığı hatta daha iyi olduğu sonucu çıkmakla beraber genel yargıya göre sürekliliğe sahip bir büyüme sayesinde Birinci Endüstri Devrimi İngiltere’nin öncülüğünde yaşanmıştır. Ayrıca mülkiyet haklarının ve hukuksal dönüşümün İngiltere’de daha önce kurumsallaşması devrimin başladığı yeri etkileyen bir diğer etken olmuştur.

Crafts [5] burada yaptığı değerlendirmede tarihin bir akışa sahip olduğunu ve ekonomik karşılaştırma ile nedenselliğin anlaşılamayacağını savunmuştur. Bu durumun kaynağını tarihin o anına kadar İngiltere’nin yaşadığı dönüşümlerin tamamı olarak görmektedir. Acemoğlu ve Robinson’da [16] bu görüşü savunmuşlardır. Ancak Acemoğlu ve Robinson rasgelelikten ziyade kurumsal yapılar oluşturma, yaratıcı yıkımı destekleme ve merkeziyetleşmeyi sağlama gibi hususları ön plana alarak bir inceleme ile sürece yaklaşmışlardır. Teze göre, Crafts’ın rasgelelik yaklaşımı nesnel bir gerçeğin ortaya konmasının dışında sürece ilişkin bilgi edinme amacıyla yapılan çalışmaların haklılığına ilişkin bir çözüm sunmamaktadır.

### **2.1.2. İletişim ve Ulaşım Araçları**

Deane [9] Birinci Endüstri Devrimi’ni getiren sürecin gelişen deniz yolu taşımacılığı ile başladığını belirtmektedir. İngiltere’de inşa edilen kanallar ile gelişen altyapının sonucunda hammadde taşımacılığı kolaylaşmıştır. Bunun yanında Birinci Endüstri Devrimi sürecinde demiryolları da önemli bir gelişim göstermiştir. Demiryolu benzeri yapılara ilk olarak Mısır’da piramitlerin yakınlarında rastlanmış olup 18. yüzyılda madenlerde demiryolu kullanımı mevcuttur. Ancak buharlı makinaların icadı ile demiryolu kullanımı hızla gelişmiştir. Aynı dönemde icat edilen ve gelişen telgraf sistemi ile ulaşım o dönemde bir şekilde etkileşime girmiş ve ortak paydaya sahip olmuşlardır. Demiryolları için gerekli olan yatırım genellikle devlet destekli bir şekilde sağlanmış ve bu yolların güvenliği ve bakımı ülkeler ve özellikle şirketler için önemli bir gelişme kaynağı olmuştur. Demiryollarına yapılan yatırım ile güvenliği ve bakımı sağlanan belirli güzergâhlarda olan yollara telgraf kuleleri yerleştirilmiştir. Mesafeler kısalmış, bilgi yer değiştirme hızı artmış ve devrim için gerekli ortak aklın kolektif olarak oluşma süreci ivmelenmiştir.

Bilginin hızlı hareketi; feodal yönetimleri (üstyapıyı), toplumda (altyapıda) yaşanan gelişmeler karşısında sarsmış ve iktidarın (üretim araçlarının sahiplerinin) değişim süreci



başlamıştır. Feodal düzende, kapalı bir sistemde kendine yeten ekonomik süreçler, bilginin kapalı sisteme girmesiyle bozulan düzenle ve üretim araçlarının el değiştirmesiyle yıkılmıştır.

Artan üretim hacmi ile ticaret ve bölgeler arası etkileşim artmıştır. İletişim kanallarının artması düşünce akışlarını artırmış ancak insan toplulukları arasında bölgelere dayalı benzerlik ve farklılıklar oluşmuştur. Kışlalı'ya [22] göre bölgeselleşen ticaret alanlarının artması yeni bir etkileşimi oluşturmuş, Latince ile bölgesel diller birleşerek ulusal diller doğmuş ve önem kazanmıştır. Ayrıca matbanın ortaya çıkışı ile gazete ve dergiler topluma okuma alışkanlığı kazandırmıştır. Bu gazete ve dergiler bir ulusun dilinde ve anlayışında çıkmıştır. Ortak gelişen bu anlayış bütünü milliyetçiliğin doğmasına sebep olmuştur. Bu bölgelerde artan nüfus ile beraber düşünüldüğünde; birbirinin dilini anlayan, aynı hukuksal ve siyasal rejim ile yönetilen insanlar ırk bağı dışında kültür ile yönetim birliğine dayalı ve toplum olarak dünyada var olan küresel ekonomik pastadan pay almak isteyen ulus-devlet yapısının temelini oluşturmuşlardır.

Bunun yanında, her iş grubu kendine ait gazete, dergi veya mecmua çıkartarak bir sınıf bilincinin oluşmasını sağlamıştır. Ortak kader, ortak gelecek anlayışı bir yandan ulus-devlet yapısını oluştururken, diğer yandan toplumsal bileşenleri yaratmış ve toplumun sınıflaşmasına ve sınıf bilincine yol açmıştır. Bölgelerin artan nüfusu sınıfsal farklılıkların artmasını hızlandırmıştır. Ayrıca şehir hayatı oluşmaya başlamıştır.

Sınıfların ve ulus devletlerin oluşması ve ekonomik gelişmelerin yaşanması sonucunda ticarete katılan ülkelerin bu gelişimden pay alması sorunu ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda Avrupa'da milliyetçilik, küresel ekonomi refah pastasından kendi sınırları içinde kalan insanların daha fazla pay alması gerekliliğine inanma düşüncesi olarak kendisini geliştirmiştir. Toplum ve devlet yapılarını kökünden sarsan bu düşünce değişimleri sonucunda, feodal ve imparatorluk yapıları yıpranmış, savaşlar yaşanmış ve insanlık büyük yıkımlara uğramak ve cinnet savaşlarını yaşamak pahasına bu dönüşümü yaşayarak sanayi toplumunu oluşturmuştur.

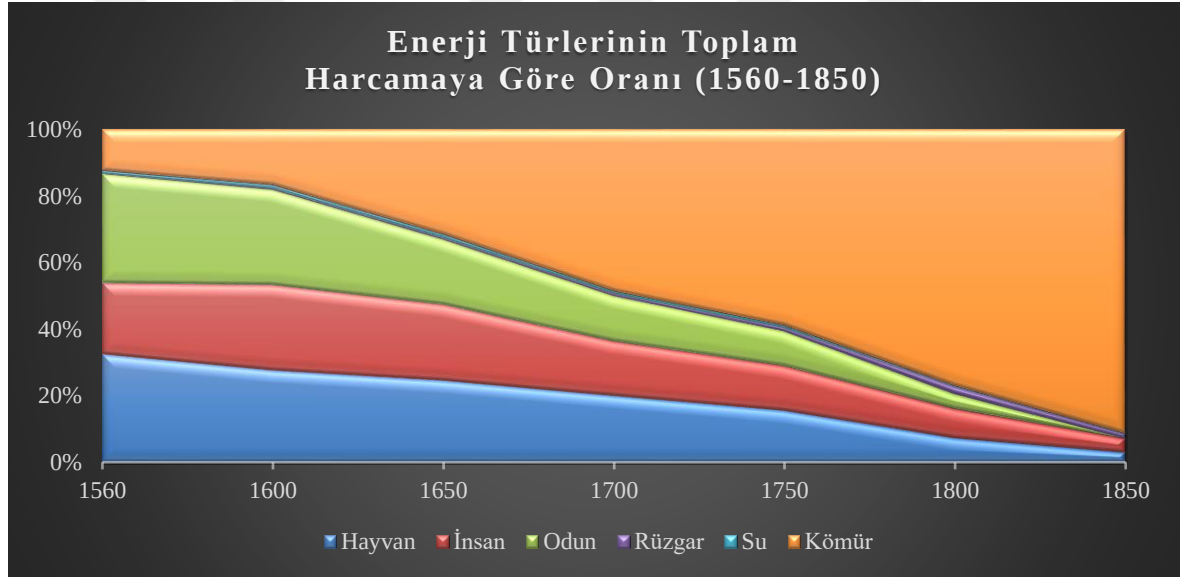
### **2.1.3. Enerji Rejimi**

Buharlı makinaların keşfi öncesinde İngiltere'de kullanılan enerji kaynakları hayvan ve insanların kas gücü ile odun, su, rüzgar ve kömür olagelmıştır. İnsanlar ve hayvanlar bu dönemde toplumun enerji ihtiyacının yaklaşık yarısını kas güçleriyle karşılamışlardır. Birinci Endüstri Devrimi'nde yaşanan en önemli enerji rejimi değişikliği kömür kullanımının diğer enerji tüketimin önüne geçmesidir. Kömür 16. yüzyıldan sonra hızlı bir

şekilde baskın olarak kullanılarak enerji kaynağı olmuştur. Nef'in [23] bu noktada Rostow'dan farklı olarak Endüstri Devrimi sürecini 16. yüzyıldan başlatması anlam kazanmaktadır.

Warde'nin [24] yaptığı çalışmaya göre; 18. yüzyıl başında kömür İngiltere ve Galler'in tüm enerji harcamalarının %50'sine ulaşmıştır (bkz. Şekil 2.1.). Bu dönemde aynı ülkelerin toplam enerji harcamasının %36'sı için insan ve hayvanların kas gücü kullanılmaktaydı.

Kömür kullanımı yıllara dayalı olarak 16. yüzyıl sonrası sürekli artmış ve yaygınlaşmıştır. Ancak kullanımının verimli hale gelmesi ve kullanılabilirliğinin daha da artarak bazı ülkelerin enerji ihtiyacının %90'ını karşılaması için buharlı makinaların keşfinin yapılması gerekecektir. Bu durum ise endüstri devrimlerinin başlangıç olaylarından biri olarak görülmektedir.



Şekil 2-1. İngiltere ve Galler Enerji Harcamaları (1560-1950)

Buharlı makinalar keşfi ile kas gücünün yerini makine gücüne bırakması üretimde enerji rejimini değiştirmiştir. Köyde insan gücüyle üretim yapan insanlar, makinalara yapılan ilk yatırımlar sonucu oluşan fabrikaların üretim verimine ve maliyetlerine ulaşamamışlardır. Fabrikalarda çalışmak üzere işçilere duyulan ihtiyaç, köyde üretimi durdurdukları için işsizlik yaşayan insanlardan sağlanmıştır.

Warde'nin [24] tahminlerine göre Birinci Endüstri Devrimi'nin sonu olarak düşünebileceğimiz 1850 yıllarına doğru kömür kullanım oranı %91.4'e çıkmıştır. Enerji rejimi kömür ağırlıklı olacak şekilde değişmiş ve bu da iş gücünün dağılımını değiştirmiştir. İnsanın iş gücüne katılımı makineleşme ile farklılaşmaya başlamıştır.

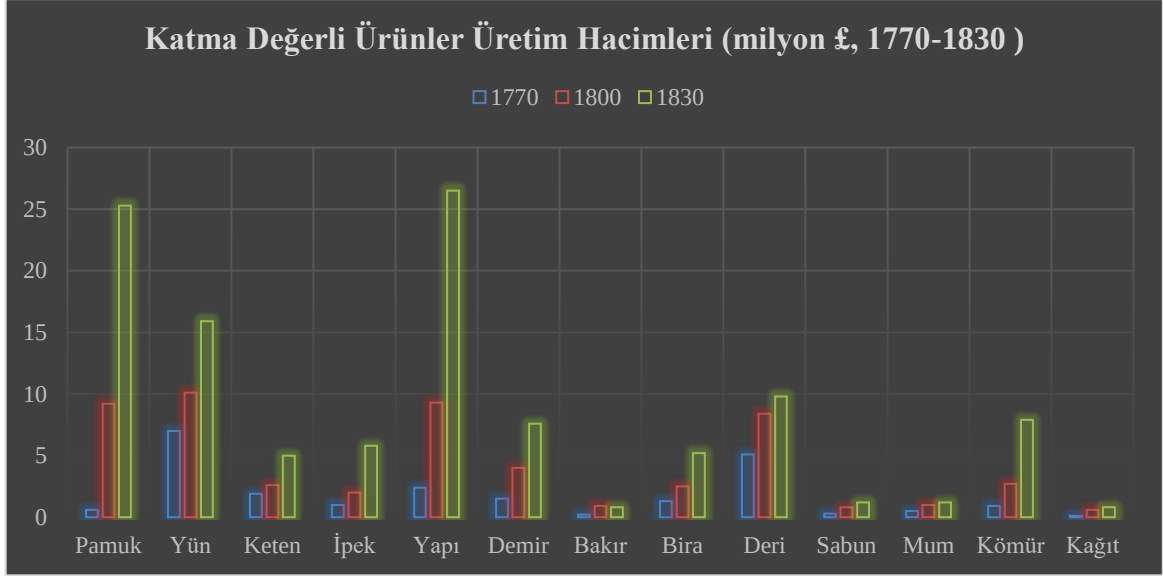
Bu noktada Rostow [15] zirai faaliyetlere harcanan iş gücünün sanayiye kaymasını yani iş gücü dağılımının değişimini endüstri devriminin sebebi olarak görmektedir. İngiltere’de zirai faaliyetlere harcanan enerjinin ciddi oranda düşüş yaşamasına rağmen tarımsal üretim verimliliğinde yaşanan devasa artışın ihracata sebep olması sonucunda oluşan ilk refahın endüstri devrimleri için gerekli olan itici gücü oluşturduğu görüşünü savunan Rostow’a göre bu dönemde yaratılan sermayenin tekrar yatırıma dönüştürülerek sürekli katma değer artışına sebep olması diğer devrimlerin ve gelişmelerin önünü açmıştır. Enerji rejiminde yaşanan değişim bu sebeple sermaye birikimine sebep olmuş ve katma değerli üretimin önü açılarak sanayi toplumu oluşmaya başlamıştır.

Enerji rejimi değişiklikleri bu devrimden itibaren fosil yakıtlar arasında yaşanmış ve dördüncü devrime kadar diğer devrim süreçlerinin lokomotifi bu dönüşümlerden olmuştur.

#### **2.1.4. Üretim Süreçleri**

Yüksek verimli buharlı makineler sayesinde üretilen ürünler o güne kadar dünyada eş görülmemiş bir üretim artışı yaratmış, üretim araçları ve süreçleri kökten değişime uğramak zorunda kalmıştır.

En önemli etki katma değerli üretimin yüksek hızlarda artışıdır. Daha önce üretimi olmayan ya da çok kısıtlı ürünler ortaya ciddi bir etken olarak çıkmış ve ekonominin lokomotifi olmayı başarmıştır. Örneğin Craft [25] üretim hacimlerinin maddi değerini tahminlerle oluşturduğu tablolarda, katma değer yaratan sanayi kollarının 1770’de ürettiği hacmi 22,9 milyon £ olarak tahmin ederken bu rakam 1831’de 113 milyon £ olmuştur. Burada dikkat çekici kalemler arasında en etkileyici olan 0,6 milyon £’dan 25,1’e yükseldiği tahmin edilen pamuk üretimidir. Ulaşılan bu rakam 1770 yılında katma değerli ürünlerin toplamından daha fazladır. Değişen toplumsal yapının bir göstergesi de yapı üretimi artışıdır. 1770’de 2,4 milyon £ olan yapı sanayi tahmini tutarının toplamı 1831’de 26,5 milyon £’a ulaşmıştır (bkz. Şekil 2.2.).



Şekil 2-2. Katma Değerli Ürünler Üretim Hacimleri (milyon £, 1770-1830)

Endüstri devrimlerini oluşturan en büyük etmenlerden birinin sürekliliği olan ekonomik büyüme olduğu belirtilmektedir. Craft [25] sanayi üretim artış oranının tahminlerini belirtmiştir. Buna göre 1780-1801 arası en kötü tahmin yıllık %2,11 iken 1801-1831 arasında ise en kötü tahmin %2,81'lik bir artış ortalamasıdır. Bu oranlar sürdürülebilir bir artışın varlığının kanıtıdır. Sanayi dallarının toplamında yaşanan yıllık artış oranının en kötü tahmini 1770-1831 arası için %1,5'dir. Sanayi artışı bir bütün olarak yaşanırken sektör ve bölge bazında değişik senaryolar yaşanmaktadır. Her sektör belli bölgelerde gelişimlerini daha hızlı bir şekilde sağlamış ve sanayileşmenin bölgesel olarak ilerlemesi hız kazanmıştır. Belli bölgeler belli uzmanlaşma eğilimine girmiştir. Sonuç olarak uzmanlaşılan alanlar doğrultusunda yeni ürünler ve süreçler ortaya çıkmıştır. Örneğin üretilen malzemelerin buharlı gemiler vasıtası ile taşınma kolaylığı oluşturması ile deniz aşırı ticaretin artması, bu ticaret için gerekli olan paranın taşıma sorununu sahil kıyısında olan bölgelerde ortaya çıkarmıştır. Bu bölgelerde faaliyet gösteren bankaların bu duruma çözüm bulması gerekmiştir. Böylelikle çeşitli bankacılık ürünlerinin ortaya çıkmasına yol açan süreç başlamış ve akreditif, teminat mektubu gibi ürünlerin kullanım ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bununla beraber aynı dönemde patent sayıları hızla artmıştır. 1756 yılında 3 olan patent sayısı 1800'e gelindiğinde 96'ya, 1830'a gelindiğinde ise 180'e çıkmıştır [11]. Ancak patent sayısının bir gösterge olarak alınması hatalı sonuçlar doğurabilmektedir. Patent verme yetkisine haiz olan kurumların devlet politikalarını icra etmeleri dolayısı ile iç pazarı güçlendirmeye çalışan bir devletin fazla sayıda patent kabulü yapması gerekebilir. Ayrıca neye patent verileceği konusu oldukça muğlak bir konu olup özellikle ABD'nin gelişimi sırasında patent sayılarının dalgalanması bu konuda eksik denetim mekanizmalarının

olabileceğinin göstergesidir. Çünkü bir ülkede 5-10 senelik periyotlarda patent sayısının dalgalanması bir gelişme göstergesi değil bir politika değişikliğinin göstergesidir. Dolayısı ile patent ile ilgili yapılması düşünülen yorumlarda bu durumun göz önünde bulundurulması yerinde olacaktır [26].

#### **2.1.5. Toplumsal Etkisi**

Köylerde toprağı eken-biçen insanlar arasında bir ast-üst ilişkisine iş farklılaşması olmaması sebebiyle ihtiyaç yokken fabrikalarda iş farklılaşmasına dayalı olarak ast-üst ilişkilerinin oluşması terfi sistemini getirmiş ve günümüz performans sistemlerinin temeli atılmıştır. Bireysel çalışma, grup çalışmasının önüne geçmiş; tarlalarda büyük işlerin beraber yapılması ve üretimde bireyin uzmanlaşması, yerini dar kapsamlı ve tanımlı işlere bırakmıştır. Bu durum eğitim sistemlerinin de bu şekilde tasarlanması sonucunu doğurmuştur. Paylaşımdan uzak, bireysel ödevlere dayanan eğitim anlayışının kökeni buradan gelmektedir. Birlikte çalışmanın yerine tekil çalışma ve şahsi fayda kavramları oluşmuştur. Bu durumun bir nebze sebebi de olan liberalleşme hareketleri daha da hız kazanmıştır.

Ulaşımın buharlı lokomotifler aracılığı ile hız kazanması yeni bir çağın doğuşuna sebep olmuştur. Çok geniş alanda ve çok uzun mesafeler boyu yaratılan ulaşım ağları yepyeni bir sanayinin oluşmasına yol açmıştır. Bu yolun bakımı ve güvenliği gibi konular önem kazanmıştır. Ayrıca bu yolların yapımı için büyük yatırımların yapılması gerekmiş ve büyük organizasyonlu ilk şirketler oluşmuştur. Ancak asıl devasa şirketler ve şirketokrasi ikinci sanayi devrimi sonrasında ortaya çıkacaktır. Burada önemli olan nokta aristokrasiyi Büyük Devrim (1688) ve Fransız İhtilali (1789) ile zayıflatan kentsoyluların öneminin artması ve bilgi sahiplerinin, sermaye sahibi - yeni bir elit kesim olarak - ortaya çıkmasıdır. Bu iktidar değişikliği bilgi toplumunun önünü açmış, aydınlanma çağının başlamasına ve bilimsel yöntemler ile belirlenen kuralların insan hayatına egemen olmasına yol açmıştır. Birinci Endüstri Devrimi öncesi ve sırasında yaşanan gelişmeler bir bilimsel yöntem ile oluşturulmuş hipotezlere bağlı olarak bilginin teknolojiye dönüşmesi suretiyle oluşmamıştı [27]. İnsan hayatını derinden etkileyen bu dönemde yaşanan büyük teknolojik gelişmeler ve buluşlar bir bilimsel yöntem ve bilgi işlemlerine dayanmamıştır. Deneme yanılma yöntemleri ile en iyiyi bulmayı amaçlayan insanların gerçekleştirdiği ilerlemeler tarihin o anında bir araya gelmiş ve dünya bir yol ayrımını yaşamıştır. Birinci Endüstri Devrimi ile insanlık farklı bir yaşam şekline geçmiştir. Batı medeniyeti oluşmuş ve insanlığı halen etkisi altına alan bir yaşam şekli oluşmuştur. Bu durum matbaa ile aydınlanma döneminde oluşacak

sınıfların yarattığı uzmanlaşma akımı ile boyut değiştirecek ve İkinci Endüstri Devrimi ile birlikte teknolojik gelişmeler ve büyük buluşlar bilimsel yöntemler ışığında yaşanacaktır.

Öte yandan, toprağa bağlı, köle ve aristokrasinin emrinde olan insanların şehirlerde sermaye sahiplerinin iş yerlerinde çalışmaları yeni toplumsal sınıfları oluşturmuştur. Deane'e [9] göre bu dönemde aynı iş kolunda yer alan işçiler dernekler kurmaya başlamışlardır. İşçi ve işveren sınıfının oluşması ülkeler için yepyeni yönetim sistemlerinin doğmasına sebep olmuştur. 19. yüzyılda Marx ve Engels'in komünizm anlayışı bu ortamda gene İngiltere'de ortaya çıkmıştır. Böylelikle bir yandan Kışlalı'ya [22] göre kapitalizmin ideolojisi sayılabilecek ekonomik liberalizm aydınlanma öncesi kentsoyluların aristokrasi karşısında güç kazanması ile gelişirken bir yandan da komünizm fikri oluşmaya başlamıştır. İleri safhalarda bu farklı iki görüş 20. yüzyılda yaşanan Soğuk Savaş'ın temelini oluşturacaktır. Toplumcu düşünce ise (sosyalizm) bir görüş olarak ekonomik liberalizm ile aynı dönemde 18. yüzyıldan itibaren bu kapsamda dillendirilmekteydi [22].

Birinci Endüstri Devrimi, etkisi en geç diğer ülkelere ulaşan devrimdir. Bunun sebebi, teknoloji transferinin yapılabilmesi için gerekli olan şeylerin erişiminin zorluğudur. Örneğin; İngiltere, Birinci Endüstri Devrimi süreci ve sonrasında özellikle kendisi için önemli katma değer yaratan üretim alanlarında çalışan işçilerin ve makinaların ülke değiştirmelerini yasaklamıştır. Teknoloji sahibi ülkeler, işçilerin ve küçük parçalar haline getirilemeyen büyük makinaların ülke değiştirmesini yasaklaması ile bu yolculukları engellemeyi başarması ölçüsünde diğer ülkelerin gelişimine engel olabilmekteydi. Bu durum uzmanlaşan işçilerin değerini artırmış ve makinaların önem kazanmasına sebep olmuştur [26].

Toplumsal hayatta yaşanan değişimler, üretim süreçlerinin ve iletişim araçlarının yarattığı etkinin bir sonucu olarak ortaya çıkan yeni ekonomik algılayışı da değiştirmiştir. Özellikle İngiltere'nin yarattığı dış ticaret ortamı 16. yüzyıl sonrasında hakim ekonomik görüş olan merkantilist anlayışın yerini Adam Smith'in "laissez fairez" anlayışına bırakmıştır.

## **2.2. İkinci Endüstri Devrimi**

### **2.2.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi**

İkinci Endüstri Devrimi, ilk olarak 1870-1930 yılları arasında yaşandığı düşünülen dönemdir. İkinci Endüstri Devrimi temelde birinci devrimde yaşanan devasa devrimler ve buluşların yarattığı toplumsal dönüşüm sonucu olarak ortaya çıkan aydınlanma döneminin etkisi ile gelişen bilimsel yöntemlerin ortaya çıkardığı buluşların meydan getirdiği bir endüstri devrimidir [27].

İkinci Endüstri Devrimi, elektriğin bulunması ve dağıtımının yapılabilmesi ile daha önce karanlık olan gecelerin aydınlanması sağlanmıştır. Bu durum insanların günlük yaşantılarındaki alışkanlıklarını değiştirmiştir. Kadınların özgürleşmesi hareketi bu dönemde etkili olmuştur. Gordon'a [14] göre kadınların özgürlük kazanmasında hiçbir yenilik yılda 148 mil yürüyerek ortalama 35 ton su taşımalarının önüne geçen evlere suyun borularla taşınması kadar etkili olmamıştır. Bütün bu değişimler yeni bir sosyal hayatın habercisi olmuştur. Aynı süreçte fabrikalar büyümüş ve işçilerin şehirler de kendi hayatlarını kurma çabaları başlamıştır. Şehirlerin nüfusunun artması sosyal dönüşümü getirmiş ve yönetim yapısını yeni çözümler sunmaya mecbur bırakmıştır. Bu cevaplar çerçevesinde oluşan sömürgecilik anlayışı ise Avrupa'yı dünya savaşlarına götürmüştür.

### 2.2.2. İletişim ve Ulaşım Araçları

Bu dönemde telefon gibi iletişim araçları ile insanlar arası etkileşim süreçleri kökten değişmiştir. Televizyon, radyo ve telefon gibi aygıtlar dünyanın küçülmesine ve insanların diğer coğrafyalar ile iletişim kurmasına yol açmıştır.

Ulaşım aracı olarak demiryolu Birinci Endüstri Devrimi sürecinde gelişmiş ve İkinci Devrim sırasında daha verimli, konforlu ve güvenli hale gelmiştir. İkinci Endüstri Devrimi ulaşım alanında kendisini karayolunda yaşanan gelişmelerle göstermiştir. Enerji rejiminde yaşanan değişim ile elektrikli ve dizel motorların trenlerde ve otomobillerde kullanılması önemli bir dönüşüm sağlamıştır.

İkinci Endüstri Devrimi'nin esasen getirdiği yenilik karayollarının çok yoğun bir şekilde kullanılmasıdır. Bu dönemin getirdiği ve daha sonraki devrim dönemlerini etkileyecek en büyük gelişmesi önce hava gazı daha sonra petrol türevleri ile çalışan arabaların geliştirilmesi olmuştur. Buharlı makinelerle çalışan arabalar Birinci Endüstri Devrimi sürecinde yapılmış olsa da oldukça verimsiz ve yavaşlardı. Benzinli motorların icadı ile insanların yer değiştirme kabiliyetleri arttı. Yer değiştirme kabiliyetinin artması daha çok insanın daha çok gezmesine ve sorgulamasına yol açmış olup bu durum farklı konularda yaşanan keşiflerin önünü açmıştır. Ayrıca yer değiştirmenin kolaylaşması sayesinde ortaya çıkan yeni toplumsal yapı şehirlerin yatay olarak genişlemesine ve şehir organizasyonunun büyümesine yol açmıştır. İnsanlar daha sıkı ve yoğun toplumsal ilişkilere kolay yer değiştirme imkanı sayesinde kavuşmuştur.

Bunun yanı sıra araba öncesi dünyada kullanılan ulaşım aygıtı at arabaları olduğundan atlar günlük hayatın bir parçası olmuşlardı. Atların yerini arabaların alması şüphesiz daha temiz

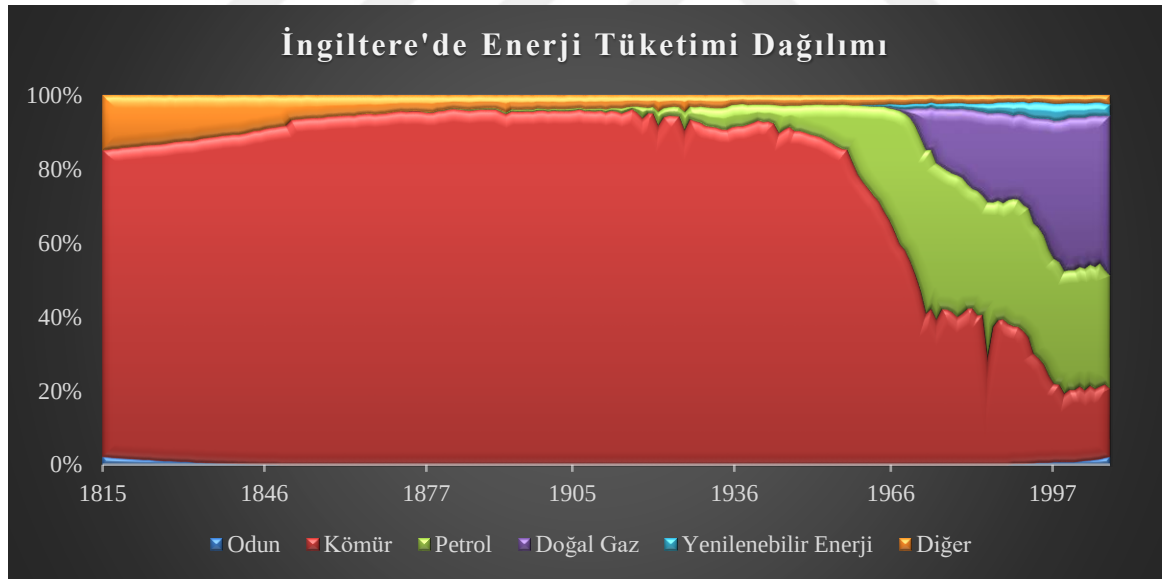
ve daha rahat bir ulaşım metoduna geçiş demekti ki bu durumun toplum sağlığı üzerinde çok önemli bir etkisi de olmuştur [27].

### 2.2.3. Enerji Rejimi

İkinci Endüstri Devrimi sürecinde bir önceki dönemden farklı olarak enerji ihtiyacının giderilmesi için gerekli kaynak kömür yerine petrol olmuştur. Petrolün varlığına ilişkin ilk yazılı kaynaklara Sümerlerde rastlayabiliyoruz [28]. Ancak modern dünyada ortaya çıkması için 1850’li yıllara gelinmesi gerekecektir [29].

Bu sırada gerek kömür gerek petrol olsun fosil yakıtlardan üretilen enerji, enerji rejiminin değişimini sağlamıştır. Ancak elektrik enerjisinin üretime ve verimliliğe etkisi bu süreçte çok fazla anlaşılmamış ve üzerinde çalışma yapılan bir konu olmamıştır [27]. Bu süreçte bulunan petrol ve türevleriyle çalışan motorlar buharlı makinalardan daha büyük güç üretilbildiğinden üretim süreçlerinde yapılan işlemler kolaylaşmıştır.

Gemilerin önce kömürle çalışan buharlı motorlar ve daha sonra özellikle İkinci Dünya Savaşı sırasında petrolle çalışan motorlar kullanması ile deniz ticareti maliyeti azaltılmış ve denizasıırı ulaşımın kolaylaşması ile yer değiştirme imkanları daha da artmıştır.



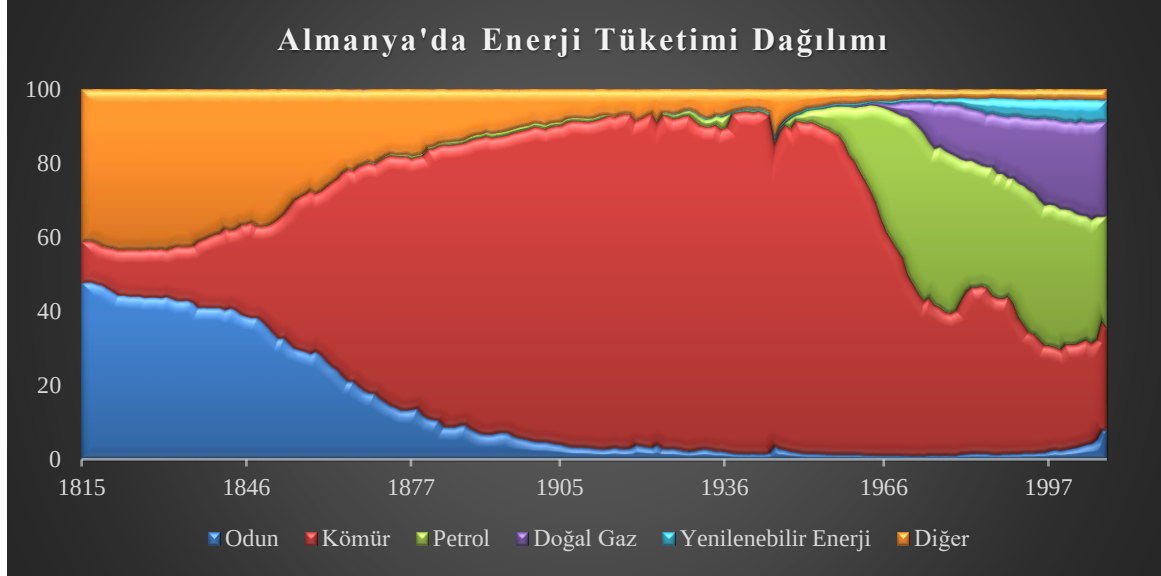
Şekil 2-3. İngiltere’de Enerji Tüketimi Dağılımı<sup>4</sup>

Özellikle kömür enerji kaynağı olarak endüstri devrimlerinde önemli bir rol oynamıştır. Ancak petrol kullanımı İkinci Endüstri Devrimi aşamasında hızla artmıştır. Üçüncü Endüstri Devrimi sürecinde ise bu sefer doğalgaz kullanımının arttığını göreceğiz. Şekil 2.3.’te görüldüğü gibi kömür İngiltere’de 18. yüzyıldan 20. yüzyıl ortalarına kadar en büyük enerji

<sup>4</sup> <https://sites.fas.harvard.edu/~histecon/energyhistory/>



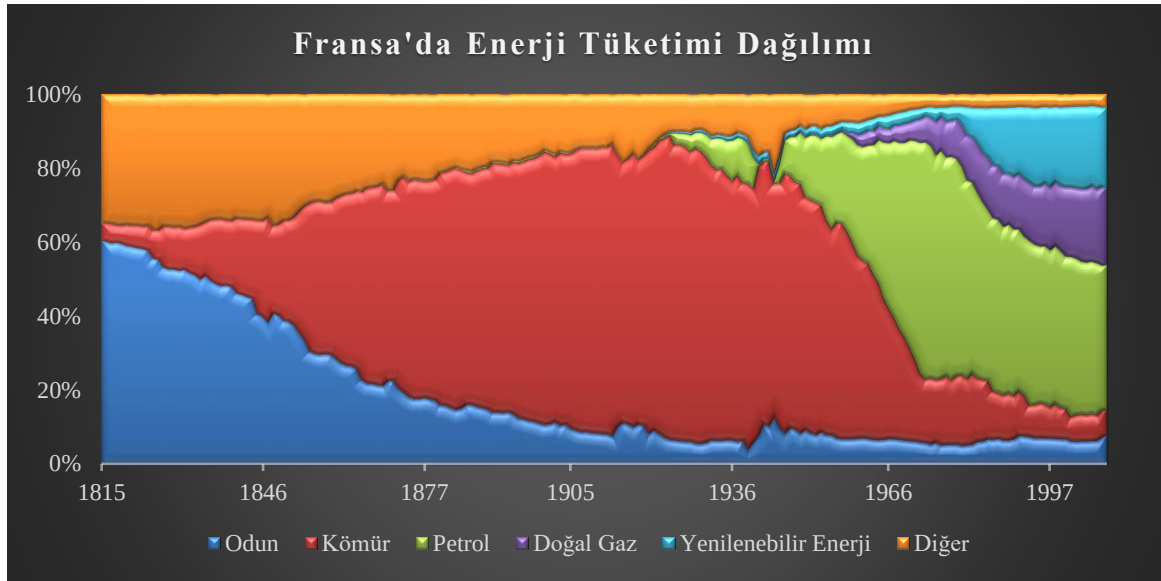
kaynağı olma özelliğini korumuştur. İngiltere’de sanayileşmenin Almanya’ya ve diğer Avrupa ülkelerine oranla daha erken bir dönemde yaşanmasının enerji açısından gösterimini ülkelere ait enerji tüketim dağılım grafiklerini karşılaştırdığımızda yapabilmekteyiz. Almanya’da kömür tüketimi oranı İkinci Endüstri Devrimi sırasında %90 civarına ulaşmıştır. İngiltere’de ise bu oran Birinci ve İkinci Endüstri Devrimi boyunca korunmuştur. Petrolün kullanımı ise 20. yüzyıl ile beraber başlamıştır. Diğer Avrupa ülkelerinde (bkz. Şekil 2.3 - 2.6.) ise kömür oranı hiçbir zaman %90 civarına çıkmamıştır.



Şekil 2-4.Almanya’da Enerji Tüketimi Dağılımı<sup>5</sup>

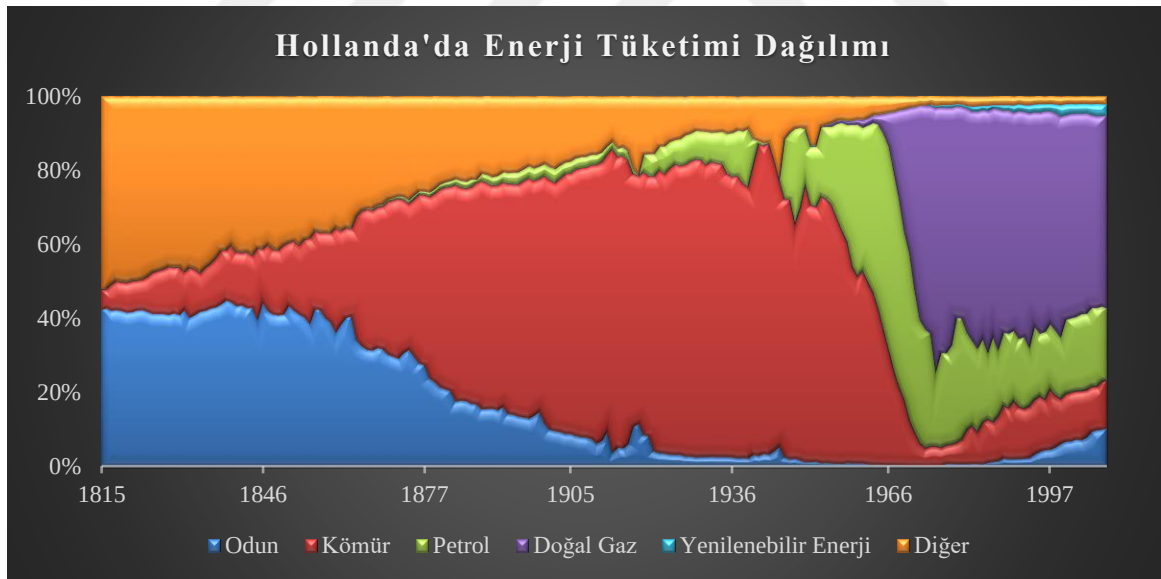
Diğer Avrupa ülkelerinde kömür oranı %80 seviyelerine ulaşsa da bu seviyeden daha düşük seviyeler doğal gaz ve petrol kaynakları lehine düşmüştür. Özellikle 20. yüzyıl başında petrol kullanımı 1950 sonrasında ise doğalgaz kullanımı artmıştır.

<sup>5</sup> <https://sites.fas.harvard.edu/~histecon/energyhistory/>



Şekil 2-5. Fransa'da Enerji Tüketimi Dağılımı<sup>6</sup>

Oransal olarak bakıldığında Avrupa ülkeleri enerji taleplerini karşılamak için kömüre yönelimlerinde benzer süreçler yaşamıştır. Yoğun enerji ihtiyacı içerisinde olan ekonomiler için kömür bir lokomotif olmuş, üretim ve refahın artışı sağlamıştır. Petrolün tüketiminin ise araba kullanımının yaygınlaşması sonrası arttığı gözlenmektedir.



Şekil 2-6. Hollanda'da Enerji Tüketimi Dağılımı<sup>7</sup>

Enerji rejimleri grafiklerden incelendiğinde Birinci Endüstri Devrimi'nin kömürle, İkinci Endüstri Devrimi'nin petrolle, Üçüncü Endüstri Devrimi'nin doğalgazla bağlantılı olduğu görülecektir. 19. yüzyıl ortalarında kömür, 20. yüzyıl başında petrol ve 20. yüzyıl ikinci

<sup>6</sup> <https://sites.fas.harvard.edu/~histecon/energyhistory/>

<sup>7</sup> <https://sites.fas.harvard.edu/~histecon/energyhistory/>

yarısında doğalgaz kullanımı oransal olarak artmıştır. 20. yüzyıl son çeyreğinde ise farkedilebilir bir yenilenebilir enerji oranı bulunmakta olup bu durum Dördüncü Endüstri Devrimi'ne ilişkin bir belirti olarak görülebilir.

#### 2.2.4. Üretim Süreçleri

Gordon [14] kişi başına düşen gelirin Endüstri Devrimi yaşanan İngiltere temel alınarak yapılan incelemesinde, 1300'lerden 1700'lerin başlarına kadar çok düşük olduğunu, 18. yüzyıldan itibaren bunun nispeten arttığını ancak asıl artışın 19. yüzyıl son çeyreğinde yaşandığını belirtmektedir. Birinci Endüstri Devrimi sırasında tahmini çıktının artış eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Burada ise daha fazla veri ışığında yorum yapabilecek durumdayız. 1800 yılında İngiltere'de kişi başına gelir 3.500 \$ seviyesindeydi. Bu tutar İkinci Endüstri Devrimi başladığı sırada 4.000 \$'dı. 1906 yılında İngiltere, ABD tarafından bu kişi başına düşen gelir göstergesinde yakalandı ve geçildi. 1929'a gelindiğinde ABD vatandaşının ortalama geliri 8.000 \$ olmuştu. İkinci Endüstri Devrimi'nin etkilerinin halen devam ettiği ve Üçüncü Endüstri Devrimi'ne geçişin yaşandığı 1988 yılında ise bu rakam 32.000 \$ olmuştu ki bu rakam bize 60 yılda %400'e yakın bir artışı işaret etmektedir. Bu durumun temel sebebi ise Henry Ford ve onun ortaya koyduğu yeni üretim süreci olan kitle üretimidir.

Yazında bir diğer önemli gösterge olarak ise emek verimliliği gösterilmiştir. Buna göre İkinci Endüstri Devrimi'nin etkisi görülmeye başladıktan sonra yıllık emek verimlilik artış oranı 1891-1972 arası %2,33'dür. Bu inanılmaz bir verimlilik artışını bize gösteren bir veri olup endüstri devriminin toplumsal dönüşümü üretim süreçleri açısından anlatan güzel bir örnektir. Bu gelişimin temelinde yatan sebep ise yine Henry Ford'un ortaya koyduğu üretim süreci ve bu sürecin diğer üretim alanlarına da yansımalarıdır.

Henry Ford'un üretim süreci öncesinde arabalar bir uzman tarafından her işi yapılmak suretiyle üretiliyordu. Uzman araba üretimi konusunda tecrübeye, bilgiye ve pratiğe sahip bir çalışan olarak tüm süreçlere hakimdi. Henry Ford ise bu durumu değiştirilebilir parça mantığı ile yıkmıştır. Buna göre araba parçalara bölünecek ve her bir parça işin ustası olmak zorunda olmayan biri tarafından akar bir hatta yeri geldiğinde montajlanacaktı. Henry Ford'un üretim süreçlerinde değiştirdiği mantık değiştirilebilir parça mantığıydı. Keza o güne kadar uzmanlaşmamış kişilerin tek tek parçaları yapmasına dayalı üretim çeşitli üretim sahalarında uygulanıyordu [9]. Değişebilir parça mantığı üretim süreçlerinin verimliliğini arttırmıştır.

Henry Ford'un fabrikasında kullandığı değişebilir parça mantığına dayalı akar hat uygulamaları altyapıda oluşan uzmanlaşmayı yıkmış, toplumsal hayatın kitle üretim süreçleri doğrultusunda gelişimine yol açmış ve maliyetlerin olağanüstü seviyelerde düşmesine sebep olmuştur. Womack [10] kitabında bir araba için gerekli üretim sürelerini o dönem için ortaya koymuştur. Buna göre 1913 yılında eski sisteme göre üretim yapıldığında bir araba 750 dakikada yapılırken, Ford'un 1914 yılında yeni üretim sürecinde ihtiyaç duyduğu süre sadece 88 dakika olmuştur. İşte bu durum emek verimliliğindeki artışın en önemli göstergesidir. Araba sektöründe yaşanan bu gelişme sırasıyla bütün sanayi kollarını etkilemiş, sürdürülebilir büyüme ve verimlilik sağlanmıştır.

Bunun sonucunda insanların alım gücü oluşmuş ve devrim altyapısını etkileyen bir hal almıştır. Tüketim toplumunun temelini oluşturan bu dönüşüm sonucunda şehir hayatı yaşayan insanların refah düzeyleri artmıştır.

Bu devrim sürecinde en etkili madde elik olmuş ve demirin yapısından kaynaklı üretim sorunlarının çözümü çelikte bulunmuştur. Birinci Endüstri Devrimi sonucunda ortaya çıkan demiryolu ağının oluşturduğu büyük üretim sanayi çeliğinin hayatımıza girmesine yol açmıştır. Birinci Endüstri Devrimi'nde en büyük refah kaynağı olan pamuk bu sefer elik olarak İkinci Endüstri Devrimi'nde kendini göstermiştir. Çeliğin üretiminde kullanılan karbon alaşımların ve fosil yakıtların kullanımı ile oluşan yeni enerji rejimi ise günümüzde karbon salınımı konusunda yaşanan gelişmeleri tetiklemiştir. Toplumsal etkileri açısından bakıldığında ise çeliğin önem kazanması II. Dünya Savaşı'nın çıkma sebeplerinden olan "Alsace-Lorraine" bölgesi sorununu daha da büyötmüştür.

Aslında bu noktadan bakıldığında önceki devrimler sonraki devrimlerin altyapısını oluştırmakta ve süreç birbirini tetikleyen zorunlu bir hale gelmektedir [27]. Birinci Endüstri Devrimi'nde teknoloji transferinde yaşanan zorluklar İngiltere'yi oldukça ön plana çıkarmış ve diğer ölkelerin atılımı nispeten geç yaşamalarına ve İngiltere'den faydalanamamalarına yol açmıştır. Ancak İkinci Endüstri Devrimi üretimde teknoloji transferlerini kolaylaştırıcı bir yapıda oluşmuştur. Makinaların küçük parçaların birleşerek oluşturulmaya başlanması ile makinaların taklit edilmesi veya bir yerden bir yere taşınması kolaylaşmıştır. Makinaların kullanım kılavuzları ile birlikte, mühendislik mesleğinin uluslararası anlamda gelişmesi makinaların her yerde kullanılabilmesine yol açmıştır. Böylelikle teknolojik gelişmelerin mobilitesi artmıştır [26].

### **2.2.5. Toplumsal Etkisi**

Bu gelişmelerin genelini Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yaşanması sürecin en büyük etkisini ABD toplumunda göstermesine sebep olmuş ve ABD uluslararası alanda bir dev olarak ortaya çıkmıştır.

Mokyr'e [27] göre İkinci Endüstri Devrimi, oluşan aydınlanmış fikir ve akıl doğrultusunda çalışan bilimin daha yöntemsel vasıtalarla bilimsel süreçlere odaklanması ile oluşmuştur.

Bu süreç gelişen yöntemsellik ile teknoloji ve işlenmiş bilginin etkileşiminin artması sonucunda insan hayatını daha derinden etkileyecek yöntem ve vasıtaları geliştirmiştir. Bu durum devrimin etki alanının artması sonucunu doğurmuştur. Birinci Devrime göre bu devrim insanlar için daha kaçınılmaz ve daha yaşanılması zorunlu olan bir süreç olmuştur [14]. Birinci Endüstri Devrimi ve aydınlanma ile güçlenen ulus-devlet ve merkezi yapılar yol, tren istasyonları ve elektrik ağları gibi konularda yüksek yatırımlar yaparak yaşamın her alanına girmiş ve kendi güçlerini artırmışlardır. Aynı dönemde bu yatırımları yapabilen şirketler de devasa kurumsal yapılarıyla ve geniş yönetim alanlarıyla karar alıcıları etkileyebilecek bir boyuta ulaşmışlardır.

Üst üste gerçekleşen yenilikler ve icatlar sonucu üretim maliyetleri düşmüş ve artan verimlilik ile emtia fiyatları ciddi oranda azalmıştır. Bu durumun artarak devam etmesi ileride tüketim toplumunun ortaya çıkmasına yol açacaktır.

Bir önceki dönemde gelişen Adam Smith'e bağlı ekonomik görüş özellikle 1929 buhranı ile sarsılmış ve Keynesyen Teori ortaya atılmıştır. Piyasanın "görünmez el" ile düzenleneceğini iddia eden Smith'in aksine Keynes, devletin gerekli durumlarda piyasayı denetlemesi ve düzenlemesi gerektiğini savunmuştur. Emekli ve yaşlılık maaşı, iş güvencesi, çalışma koşullarının başta yaş ve saat hususlarına getirilen kısıtlamalar ile iyileştirilmesi ve sağlık sigortası gibi kavramlar ortaya çıkarak sosyal devlet kavramının yerleşmesi gerçekleşmiştir. Bu durum, ekonomik krizlerden olduğu kadar özellikle doğusundaki komünist hareketlerden etkilenen Avrupa'nın yönetsel çıkış yolları olmuştur. Ancak bu sayede bugün refaha ulaşmış toplum olarak görülen Avrupa'nın önü açılmış ve II. Dünya Savaşı etkilerinin silinmesiyle dünyanın kalanından farklı bir toplum anlayışına sahip bakış açısı gelişebilmiştir.

## **2.3. Üçüncü Endüstri Devrimi**

### **2.3.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi**

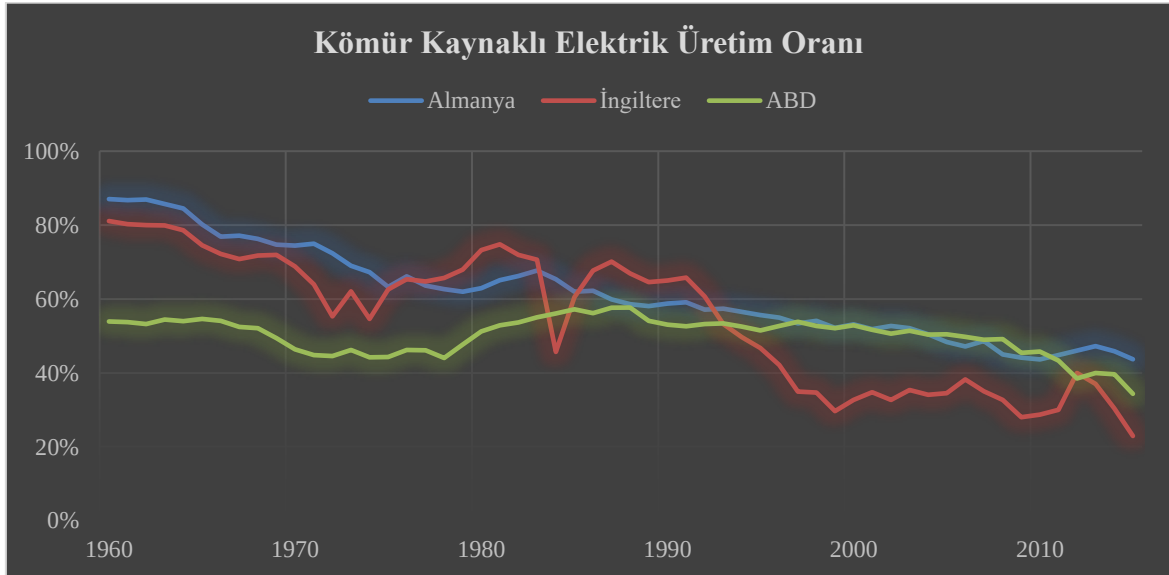
Üçüncü Endüstri Devrimi, üretim süreçlerinde programlandırılabilir mantıksal denetleyicilerin kullanımının getirdiği dönüşümün yanı sıra üretim felsefesinde yaşanan

yalın üretime geçiş değişimi ile kendini göstermektedir. II. Dünya Savaşı sonrası başlayan ekonomik sistem değişimini takip eden yıllarda 1970'lerden itibaren yeni bir endüstri devriminin etkisi gözlemlenmiştir. Soğuk Savaş'ın devam ettiği dönemde patlak veren OPEC krizi ile dünya para sistemi altına dayalı sistemden petrole dayalı sisteme geçiş yapmış ve bu durum Soğuk Savaş sonrası süreçte yaşanacak petrol ve doğalgaz sebepli savaşların zeminini hazırlamıştır. Bu dönemde artmaya başlayan doğalgaz kullanımı kömür ve petrol sonrası dünya enerjisinin daha temiz ürünlerle sağlanması uzgörüsünün ilk adımını oluşturmuştur.

İletişim ve ulaşım alanında havayolu ve internet bağlamında kendini gösteren Üçüncü Endüstri Devrimi ile insanlık hiç olmadığı kadar yoğun ve sıkı toplumsal ilişkilere sahip olmuştur. Sırasıyla deniz ve kara ulaşımı temelinde yükselen Birinci ve İkinci Endüstri Devrimleri'ne ek olarak Üçüncü Endüstri Devrimi havayolu ulaşımı ile kendini tanımlamıştır. İnternet, öncülleri olan telgraf, telefon, radyo ve televizyonun üstüne koyarak insanların dünyanın herhangi bir yerinde herhangi bir olaya dahilini sağlamıştır.

### 2.3.2. Enerji Rejimi

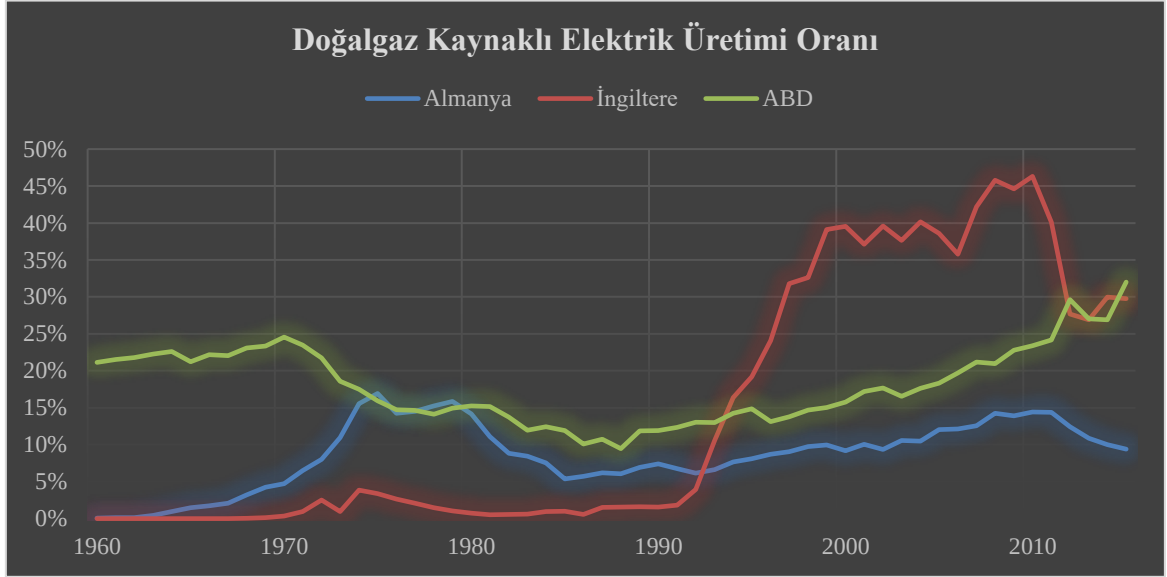
Üçüncü Endüstri Devrimi, enerji rejimi anlamında doğalgaz tüketiminin hızla artması sürecinin yaşandığı bir dönemdir. Kömür ve petrolün dünya enerji tüketimi kaynağı anlamında hızla oransal düşüş yaşamasının sebebi doğalgaz olmuştur (bkz. Şekil 2.7.).



Şekil 2-7. Kömür Kaynaklı Elektrik Üretimi Oranı<sup>8</sup>

<sup>8</sup> <http://www.worldbank.org/>

Elektrik kullanımının dünya genelinde hızla yayıldığı bu dönemde bu tüketim artışını karşılayacak yeni kaynak arayışları doğalgaz kullanımını hızla yaygınlaşmasına yol açmıştır.



Şekil 2-8. Doğalgaz Kaynaklı Enerji Üretimi Oranı <sup>9</sup>

Kömüre alternatif olarak doğalgaz kullanımı özellikle Almanya’da 1970’lerden sonra hız kazanmıştır. ABD’de 1960’larda elektrik üretimi için gerçekleştirilen doğalgaz kullanım oranı %20’lerde iken 2014 yılına gelindiğinde bu oran %35 seviyesine tırmanmıştır. İngiltere’de ise 1990 sonrası doğalgaz kullanımı ani bir tırmanışla %40 seviyelerine gelmiştir (bkz. Şekil 2.8.)

Özellikle bu dönemde yaşanan OPEC krizi ile paranın altına dayalı olduğu sistemin yıkılması birlikte düşünüldüğünde, Soğuk Savaş sonrası dünya siyasetinin merkezini petrol ve doğalgaz kaynaklarına sahip ülkelerde yaşanan gelişmeler oluşturmuştur. Bu durum, enerji kaynaklarının sadece bir enerji kaynağı olarak görülmeyip ekonomik değer anlamında çok daha derin anlamlar kazanmasından sonra gerçekleşmiştir. Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinin dünyada var olan enerji kaynaklarının yüksek bir oranına sahip olması dünya sorunlarının çoğunun bu bölgeye toplanmasına yol açmıştır. Daha önce pazar arayışında olan ülkelerin dünya savaşına yol açmış olmaları gibi enerji kaynaklarına sahip ülkelerin sürekli kaos altında tutularak kontrol altına alınmaya çalışılması çok ciddi insani felaketlere yol açmaktadır. Endüstri devrimlerinin getirdiği ve getireceği refahın sürekliliğinde kesinti yaşamak istemeyen sanayileşmiş ülkeler bu bölgelerde sürekli kaosun olması için gerekli

<sup>9</sup> <http://www.worldbank.org/>

olan her türlü eylemi yine endüstri devrimleri ile dünyaya yayılan iletişim yöntemlerinin propaganda gücünden faydalanmak suretiyle gerçekleştirmektedirler.

### 2.3.3. İletişim ve Ulaşım Araçları

İletişim araçları endüstri devrimleri boyunca gelişim ve dönüşüme uğramışlardır. Özellikle toplumun daha yoğun ve sıkı ilişkiler kurmasını iletişim araçlarında yaşanan dönüşümler sağlamıştır. Öncelikle telgraf ve telefonun icadı, daha sonra ise radyo ve televizyonun yaygınlaşması ile insanlar dünyayı küçültmüş ve yaşamlarının etki alanlarını arttırmışlardır.

Endüstri devrimleri, insan hayatını etkileyen bu yeniliklerle karşılaştırıldığında, insanlık tarihinde yaşamı internet kadar etkileyen ve dönüştüren başka bir araç nadiren görülmektedir. İnternet, toplumda insan ilişkilerini yeniden tanımlarken, yepyeni yollarla dünyayı küçültmüştür. İnternet ile insanoğlu dünyayı anlık olarak takip edebilme ve istediği şekilde etkileyebilme şansına sahip olmuştur.

Kitle iletişim araçları endüstri devrimleri sürecinde, toplumsal ilişkilerin dönüşümünde ve yapılandırılmasında oldukça işlevsel olmuşken aynı zamanda bu ilişkileri devlet yapısının merkezileşerek meşruluk kazandıracak şekilde gerçekleştirmiştir. Esasen iletişim ve ulaşım araçlarının kullanılabilme kabiliyeti devlet için, toplum üzerinde kurabildikleri merkezilik ve egemenlik için en tarafsız değerlendirme vasıtası durumundadır. Endüstri devrimleri öncesinde bugün toplumu oluşturan bileşenler farklı egemenlik alanlarını kabullenmiş kitlelerden oluşmaktaydı. İnsan-insan ve insan-yöneten ilişkisi dar bir fiziki alanda iletişimin mümkün olması temelinde devam ederken, iletişim araçları bu ilişkiyi farklı şekillerde gerçekleştirerek toplum yapısını değiştirmiştir. Bu noktada internet son öncülü olduğu televizyona katılımcılığı eklemiştir. İnsanoğlu bu sayede, dünya üzerinde internetin olduğu her yerde süreçlere katılım sağlama ve etkileme şansına sahip olmuştur.

İletişim araçları dünya üzerinde yaşanan olayları internet öncülü teknolojiler ile halihazırda etkileyebilmektedir. I. Dünya Savaşı ve sonrasında yaşanacak olan Kurtuluş Savaşı'mız gibi bağımsızlık savaşlarında telgrafın, II. Dünya Savaşı'nda ise Almanya ve ABD gibi ülkelerde televizyonun etkisinden bu etkinin boyutu ve propaganda gücü anlaşılabilmektedir.

Dünyanın birbirine daha yoğun ve daha hızlı bir şekilde bağlanmasını sağlayan iletişim araçları internet ile bambaşka bir sürece girmiştir. Dünyanın herhangi yerindeki bir insan dünyanın herhangi bir yerindeki insana bir şeyler aktarabilmekte, bilgi paylaşabilmekte ve görüşebilmektedir. Sanayileşmiş toplumlarda oluşan milliyetçilik gibi siyasi akımların yanı sıra mülkiyet hakları gibi temel hakların yeniden tanımlanması gerekliliği internetin

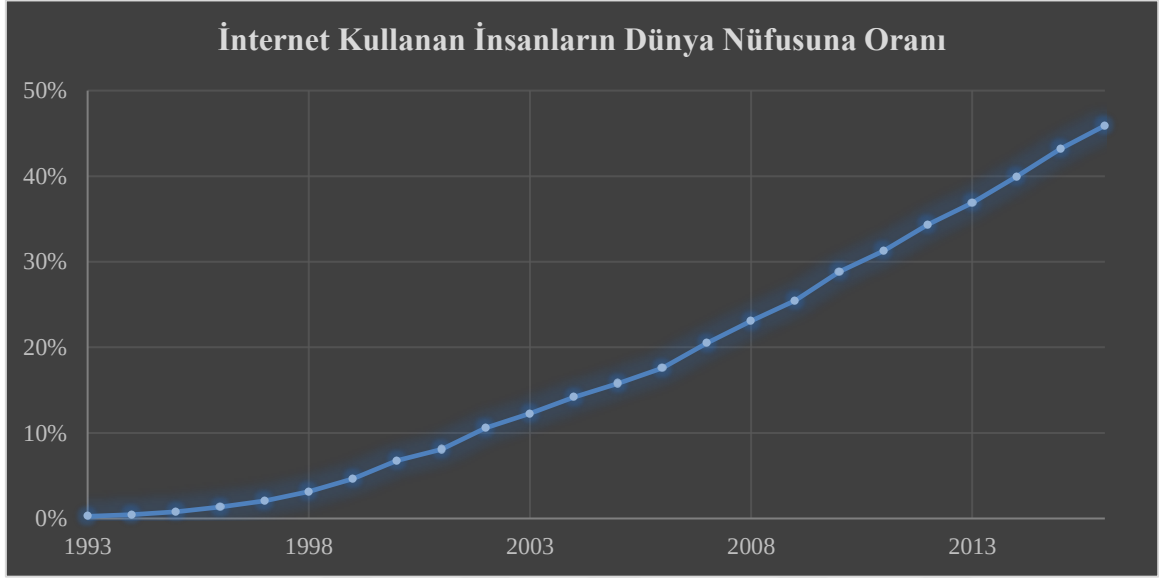


kullanımının yaygınlaşması ile ortaya çıkmıştır. Günümüzde yükselen milliyetçilik dalgalarının bu duruma karşı oluşan bir tepki olduğu yorumu da yapılabilir.

Üçüncü Endüstri Devrimi sürecinde iletişimde yaşanan temel dönüşüm olan internet teknolojisinin temeli Soğuk Savaş sırasında SSCB'nin dünya yörüngesine uydu göndererek atılım yapması sonucunda ABD'nin 1957 yılında başlattığı ARPA projeleri ile atılmıştır [30]. Birçokları gibi internette savunma sanayinin ortaya çıkardığı ve insan hayatını kolaylaştırıcı teknoloji olarak topluma kazandırdığı bir buluştur. ARPA projesi o günlerde ABD'li araştırmacıların dünyanın ve ülkelerinin farklı yerlerinde rahat ve sık bir şekilde iletişim sağlamamalarından kaynaklanan sorunun çözümünü araştırmak amacıyla başlatılmıştır. Bilim insanları tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda kazanılan bilginin bir araya getirilmesi ve istendiği zaman beraber çalışmanın imkansız olduğu durumlarda iletişimin rahat sağlanması hedeflenmekteydi. Olası bir SSCB saldırısına karşı gerçekleşecek savaşın kurgulanması, iletişimin sağlanması ve savaşın yönetilebilmesi aşamasında kullanılabilecek bir teknoloji askeri anlamda stratejik bir öneme sahip olduğu için bu projeye oldukça önem verilmiştir. Sürecin başlangıcında bilgisayarlar yine bir başka iletişim aracı olan telefon altyapısını kullanarak konuşturulmaya çalışıldıysa da bu durum ancak iki bilgisayarın konuşabildiği bir çözüm sunabildiği için başka bir yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır [31]. 1969 yılında ilk mesajın bilgisayarlar arası iletimi sağlanmıştır. İlk anda kullanım sayısı oldukça kısıtlıyken özellikle Soğuk Savaşın bitmesi ile internet büyük bir hızla dünyaya yayılmış ve bütün dünyanın birbirine bağlandığı ve iletişim içine girdiği bir alan haline gelmiştir. İletişim alanında yaşanan bu dönüşüm bilginin hızını artırmış ve dünya genelinde gelişime yol açmıştır. Dünyada siyasi harita sınırlarının kalkması olarak tanımlanabilecek ve 1870-1914 arası yaşanan birinci küreselleşme döneminden sonra ikinci küreselleşme döneminin yaşanmasına sebep olan bu durum insanlar arasında eskisine göre iletişimin çok daha farklı ve yoğun bir şekilde yaşanmasına yol açmıştır [32].

İnternet kullanımının artması sonucunda mülkiyet haklarının ve yönetim aygıtlarının yeniden kurgulanması sorunu ortaya çıkmıştır. Dördüncü Endüstri Devrimi ile beraber görüleceği düşünülen yanal güçlerin kaynağı olan internet, mülkiyet haklarında yaşanan dönüşüm ile beraber paylaşım toplumunun temelini oluşturmuştur. Kötü etkilerinin varlığını bilmek ve bu durumun çözümü üzerinde kafa yormanın gerekliliği bir tarafa bırakıldığında artık bilginin, refahın ve gelişimin daha ulaşılabilir olduğunu kabul etmemiz gerekmektedir. İnternet insanlığa, iletişimin her alt kırılımında inanılmaz bir hız, güç ve genişlik

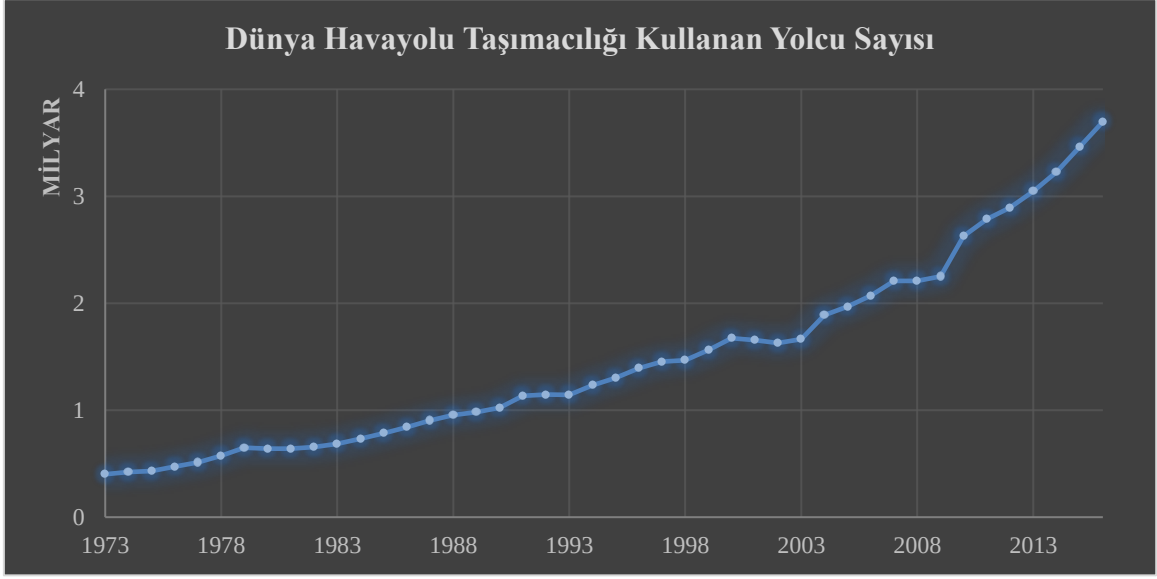
kazandırmıştır. Bunun toplum refahına etkisi inanılmaz olmuştur. Dünya Bankası verilerine göre 1967-2016 arası toplam GSYH artış oranı dünya için %500 seviyelerindedir. Bu gelişim hızını sağlayan etkenlerin başında internet gelmektedir. Çünkü diğer bütün buluşların ve gelişmelerin hızlı bir şekilde etkileşime girmesini internet sağlamıştır. İnternet 1993 yılında dünyanın sadece yaklaşık %0,5'i tarafından kullanılırken bugün bu oran %50'ye ulaşmıştır (bkz. Şekil 2.9.).



Şekil 2-9. İnternet Kullanan İnsanların Dünya Nüfusuna Oranı<sup>10</sup>

İnternetin yanında ulaşım alanında da Üçüncü Endüstri Devrimi sürecinde önemli gelişmeler yaşanmıştır. Birinci Endüstri Devrimi sürecinde öncelikle gemiler ile beraber gelişen denizyolu, İkinci Endüstri Devrimi sürecinde tren ve araba kullanımı ile büyüyen karayolu ağı; endüstri devrimlerinin ulaşım alanında toplum hayatına soktuğu kavramlarken üçüncü devrim insanları havayolu ve uçaklarla tanıştırmıştır.

<sup>10</sup> <http://www.worldbank.org/>



Şekil 2-10. Dünya Havayolu Taşımacılığı Kullanan Yolcu Sayısı (milyar kişi)<sup>11</sup>

Özellikle II. Dünya Savaşı sırasında etkili bir şekilde kullanılan savaş uçakları, uçak teknolojilerini geliştirmiştir. Savaş sonrası bir çok girişimci uçak tasarlamaya çalışmış ve sivil taşımacılığın gelişimini sağlamışlardır. ABD'nin öncülüğünde 1960 sonrası patlama yapan havayolu taşımacılığı günümüzde çok önemli bir sektör haline gelmiştir. İnsanların ulaşım kapasitesini arttıran havayolu taşımacılığı sayesinde kıtalararası yolculuklar kısalmış ve internetle beraber düşünüldüğünde dünyanın gittikçe küçülmesine yol açmıştır. Havayolu kullanan insan sayısı 20.yüzyılın özellikle son çeyreğinde önemli bir artış yaşamıştır (bkz. Şekil 2.10.). Havayolu taşımacılığı bir yandan kendi döneminde yarattığı etkilerin önemi dururken ilerleyen aşamada dördüncü devrimin önemli bir ayağı olması beklenen uzay araştırmalarının da temelini oluşturmuştur.

#### 2.3.4. Üretim Süreçleri

Endüstri devrimleri sürecinde makine kullanımının yaygınlaşmasını izleyen süreçte gelişen kitle üretim sisteminin devamında Üçüncü Endüstri Devrimi'nde yalın üretim anlayışı ortaya çıkmıştır. Yalın üretim anlayışını devrim olarak nitelendiren Melton'a [33] göre yalın üretim felsefesi bütün iş yapış biçimlerinin değişimini tanımlamaktadır. Tedarik zincirinden, yönetim süreçlerine ve çalışanın günlük yaşantısına kadar yalın üretim insan hayatını etkilemektedir. Yalın üretimin temelini israfın yok edilmesi anlayışı oluşturmaktadır. Buna göre kitle üretim sisteminde var olan üretim hacim artışı devasa israfa yol açmaktadır. İşçilik ve malzeme maliyetleri stoklu çalışmanın verdiği güvenle israfa yol açmaktadır. Stoksuz çalışılması durumunda bu maliyetlerin düşürülmesi için gerekli olan iyileştirme ortamı

<sup>11</sup> <http://www.worldbank.org/>

doğacaktır. Shah ve Ward [34] yalın üretimi bütünleşik sosyo-teknik bir sistem olarak tanımlar ve ana amacının israfı yok etmek için tedarik hacminin, müşterinin çeşitliliğinin ve iç değişkenliğin azaltılması olarak belirtir. Farklı ülkelerde farklı fabrikaları inceleyen ve üretim süreçlerine ilişkin sonuçlar ortaya koyan Krafcik [35] yalın üretime sahip firmaların yüksek kalite ve verimliliği daha fazla karmaşıklık içeren ürünlerde yakaladıklarını belirtmektedir.

Yalın üretimin temelini Toyota firması kurmuştur. Kitle üretim süreci maliyetlerin düşmesine, verimliliğin ise artmasına sebep olmuştur. Ancak Japonya'da bulunan Toyota şirketi Amerika'da bu sistemi yerinde incelemiş, bunu verimsiz ve kendi yapılarına uyumsuz bulmuştur. Buna göre Ford'un fabrikası çok fazla hatalı ve sorunlu ürün yaratmaktaydı. Bunun çözümü olarak ise Toyota, akar hattın asla durmaması ilkesine dayalı çalışan Ford fabrikasından farklı olarak en ufak bir hatada, hatanın bütün kök nedenleri yok edilene kadar hattın durdurulması yolunu seçmiş ve bu durum inanılmaz bir verimlilik artışı yaratmıştır. 1987 yılına gelindiğinde Amerika'da bulunan GM şirketinin araba üretimi için gerekli olan süre 31 saat iken Toyota için bu rakam 16 saattir. Bunların yanında stok tutma süresi GM'de 2 hafta iken Toyota'da 2 saat, 100 araba için ortalama hata sayısı ise GM'de 135 iken Toyota'da 45 olmuştur [10]. Bu üretim sürecinin 1990 sonrası diğer üretim sektörlerine yayılması sonucunda 1996-2004 arası ortaya çıkan %2,46 emek verimliliği artış oranı oluşmuştur. Burada, Gordon [14] bir çıkarım yapmış ve eğer emek verimliliği seviyesi dolar cinsinden ABD'de 1948-1972 seviyesinde devam etseydi, yani İkinci Endüstri Devrimi süreci devam etseydi bugün emek verimliliği seviyesi 83,3 \$ olacakken günümüzde bu rakam 53,7 \$ olmuştur. Bu durum göstermektedir ki İkinci Endüstri Devrimi, Üçüncü Endüstri Devrimi'ne göre daha uzun süreli etkisi olan ve parasal değer olarak daha fazla değişim sağlayan bir süreçtir.

Üretim süreçleri olarak değişebilir parça mantığının oluşturduğu kitle üretim sistemi yerini yalın üretime bırakırken, üretimin taşıyıcı gücü programlanabilir mantıksal çözümleyiciler olmuştur. 1969'da kullanılmaya başlayan programlanabilir mantıksal denetleyiciler sayesinde üretim süreçleri otomasyona kavuşmuş ve üretim hacmi ve emek verimliliği artmıştır. Sistemlerin otomasyonu ve kumanda edilebilirliğini sağlayan aygıtlar sayesinde üretim mantığı değişmiş ve süreçler bu yapılar üzerine kurulmaya başlanmıştır. Analog kontrollü sistemlerin yerini belli işlevler görebilen algoritmaların yer aldığı PLC ürünler almıştır.

### 2.3.5. Toplumsal Etki

Üçüncü Endüstri Devrimi, toplumda bireyselleşmeye yönelimi artırmış ve tüketim toplumunun ortaya çıkmasını sağlamıştır. Endüstri devrimleri sürecini yaşayan toplumların diğer toplumlar ile oluşturduğu yaşam standardı farkı tüketim hacmi ile birlikte ciddi boyutlara ulaşmıştır. Ancak bu fark sadece toplumlar arası olarak kendini göstermekle kalmayıp toplum içi farklılığın boyutu da artmıştır. Bu farka değinen Gordon [14] maddi dağılımdaki eşitsizliğin üçüncü devrimin etkisini azaltan ve diğer devrimlerin oluşmasını önleyecek olan altı etkiden biri olduğunu belirtmektedir. Buna göre, ABD’de toplumun %99’unun yıllık ortalama geliri %0,75 artarken kalan %1’in geliri %52 oranında artmıştır. Bu durum sürdürülebilir olmaktan çok uzaktır.

Gelişmiş ülkeler Dördüncü Endüstri Devrimi öncülüğünü bu amaçla üzerlerine almaya çalışmaktadırlar. Diğer devrimlerde yaşanan dönüşüm süreci toplum içi sınıfların yaşam koşullarını Üçüncü Endüstri Devrimi kadar farklılaştırmamıştır. Üçüncü Endüstri Devrimi sonucunda refah seviyesi yüksek, eğitilmiş ve kendini geliştirmiş bir insan grubu oluşmuştur. Ancak bu kitle aynı zamanda yüksek maaşlarla çalışan ve gelişmiş ülkelerde emeğin değerini artıran bir yapı oluşturmuşlardır. Maliyetlerin artması anlamına gelen bu duruma çözüm olarak gelişmiş ülkelerde bulunan uluslararası firmalar üretim operasyonlarını nispeten emek maliyetinin düşük olduğu ülkelere yönlendirmişlerdir. Bu durumdan yararlanan Uzak Doğu, Çin ve Hindistan, birer ekonomik dev olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde Amerika’da yönetsel olarak açıklanan ülkede üretimin artırılması ve Çin’e karşı verilen dış ticaret açığının azaltılmasına yönelik telkinlerin bu bağlamda düşünülmesi yerinde olacaktır. Çünkü toplum içi yaşanan eşitsizliğin artması ülke içinde yaşanan gerilimlerin artmasına ve toplumun kutuplaşmasına yol açmaktadır.

Bununla beraber, günümüzde artan üretim ve her şeyin ulaşılabilir olması ile üretimin ve araştırmaların artması beklenirken tam tersi bir etki oluşmuş ve her alanda gerilemeler yaşanmaya başlanmıştır. Özellikle ABD’nin uluslararası eğitim standartının bir göstergesi olan PISA sonuçlarının oldukça kötüleştiği görülmektedir [14]. Eğitime olan talep yüksek eğitim maliyetleri sebebiyle düşmekte ve maddi kaynakların paylaşılmasında yaşanan eşitsizlik sonucunda ABD ve diğer AB ülkelerinde toplumsal gerilimlere ve aşırılıklara kayışa yol açmaktadır. İnternetin yaygınlaşması ile toplumun her türlü bilgiye ulaşması paylaşımında yaşanan eşitsizliği daha fazla gözler önüne sermektedir. Bu durumla beraber eğitim düzeyinde yaşanan büyük düşüş toplumsal gerilemelere yol açmakta ve toplumların endüstri devrimi yaşaması için gerekli olan eşik değere ulaşılma sürecini yavaşlatmaktadır.

Gelişen ülkeler ile gelişmemiş ülkelerin arasında olan fark kapanmaz bir hal aldıkça kutuplaşmalar artmakta ve dünya I. Dünya Savaşı öncesi günlerine dönülmektedir. Enerji kaynaklarının hakimiyeti için gerçekleşen çatışmalar Avrupa ülkelerinin pazar arayışlarından dolayı I. Dünya Savaşı öncesi süreçte yaşadıkları sorunlara benzemektedir.

1971’de altın karşılıklı para basma sürecinin ABD’de bitmesi ve devamında yaşanan OPEC krizi dünya ekonomi ve siyaset politikalarını petrol ve doğalgaza bağlamıştır. Bu durum İkinci Endüstri Devrimi’nde olduğu gibi bu doğal kaynaklara sahip olan ülkelerde karışıklıkların yaşanması sonucunu doğurmuştur. Sanayileşen ülkeler geleceklerini korumak ve endüstri devrimlerinin etkilerinin süreklilik taşıması için sanayileşmemiş bu ülkelerde sürekli kaos sürecini desteklemişler, dünyada kendilerine yer bulmaya çalışan gelişmemiş ülkeler ise bu duruma kurumsal çözümlerle karşılık verememişlerdir. Doğalgazın da enerji denklemi içine girmesiyle ülkeler arası kutuplaşma artmış ve toplumlar arası gerilimler millet, din ve mezhep ekseninde artmıştır. Toplumlar bir yandan internet sayesinde birbirine yaklaşmakta ve ülkeler arası sınırlar yok olmaktadırken yaşanan bu çelişkinin çözümü geleceğin kurulması açısından toplumların önündeki en önemli sorunlardan biri olarak kendini göstermektedir.

## **2.4. Dördüncü Endüstri Devrimi**

### **2.4.1. Ortaya Çıkışı ve Gelişimi**

Dördüncü Endüstri Devrimi’nin diğer endüstri devrimlerinin yarattığı birçok tanımı değiştirecek ve süreci dönüştürecek bir etkiye sahip olması beklenmektedir. Özellikle internetin yaygınlaşmasıyla beraber oluşan devasa iletişim ağı sayesinde insanların bilgi üretme ve işleme yetenekleri olağanüstü artmıştır. Endüstri 4.0 sürecinin üretim felsefesi alanında yapacağı dönüşüm, yalın üretimin daha esnek ve kişiselleştirilebilir ürünler oluşturabilme kapasitesinin büyük veriler işlenerek gerçekleştirilmesi olacaktır. İnternete sahip eşyaların artması ile etrafımızda yer alan bütün süreçler ham veri haline gelmekte ve bu durum gelişim için çok büyük bir fırsatı önümüze koymaktadır. İnternetin sağladığı bu büyük ham veri kütlelerinin işlenmesi ve sonuçların elde edilmesi ile üretim süreçlerinin çok daha esnek ve hızlı çözümler sağlaması beklenmektedir. Yazılım ürünlerinin, üretimin taşıyıcı gücü olacağı düşünülmekte ve 3-boyutlu yazıcılar ile üretim maliyetlerinin azaltılması ve üretim faaliyetlerinin yaygınlaşması öngörülmektedir.

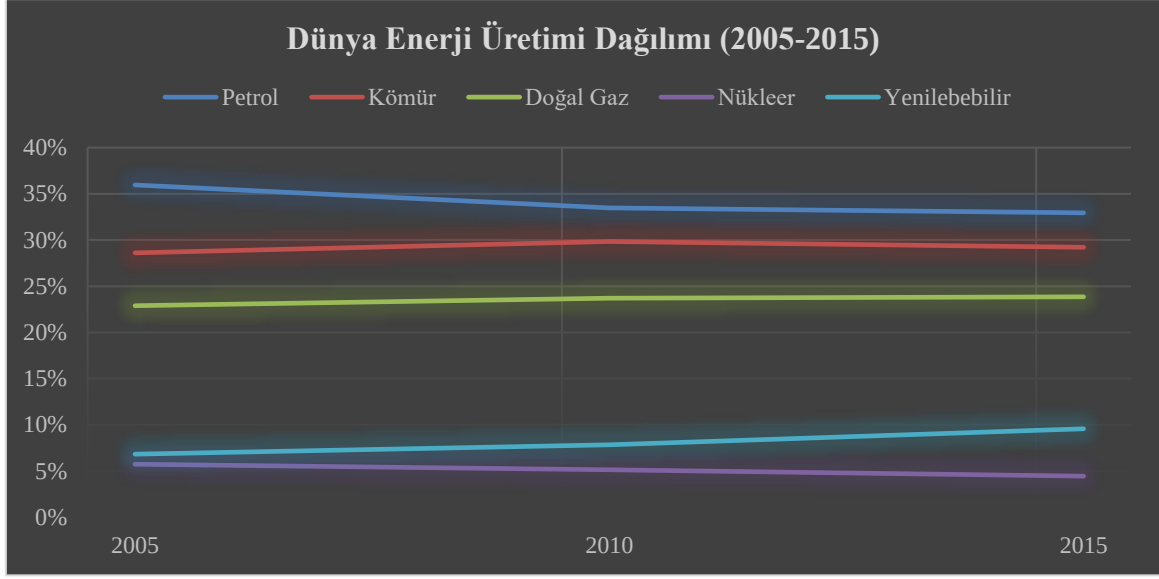
Üçüncü Endüstri Devrimi sürecinin iletişim alanında ortaya koyduğu internet ile telif haklarının ve bilgi sahipliğinin tanımı yeniden yapılmaya zorlanmakta ve bu durum toplumsal dengelerin yeniden kurulmasını bir zorunluluk haline getirmektedir. Rifkin’in

yanal güç olarak olarak adlandırdığı bu tabana yayılma süreci mülkiyet haklarının yeniden tanımlanması ile bilginin ücretsiz hale gelmesi sonucunda demokratik süreçlerin çok daha fazla artması anlamına gelmektedir. Birinci Endüstri Devrimi'nde bahsi geçen mülki haklar kentsoyluların ve özgür insanların elde ettiği ayrıcalıklar olmuştur. Toplumun geniş kesimlerinin bugünkü anlamda haklara ve diğer insanlar ile en azından kağıt üstünde eşit olmalarının kabulü İkinci ve Üçüncü Endüstri Devrimi süreçlerine rastlamaktadır. İşçiler ve kadınlar haklarını İkinci Endüstri Devrimi sürecinde alabilmişken, dünyada ortak başvurulabilecek uluslararası bir hukuk düzeni kurularak eşitlik kavramı ile ortak normlara sahip olunması Üçüncü Endüstri Devrimi sürecinde yaşanmıştır. Bu bağlamda bakıldığında Dördüncü Endüstri Devrimi'nin kişiselleşen üretim, 3-boyutlu yazıcılar kullanılarak çok küçük yatırımlar ile evlerin birer fabrikaya dönüşebilir olması, gelişen toplumlar için hakların çok daha yaygınlaşacağı ve bireyin güçleneceği anlamı taşımaktadır. Ancak bu durum gelişmemiş ülkelerin gelişmiş ülkelere çok geri kalmaları sonucunu da doğurabilecektir. Bununla beraber yenilenebilir enerji üretiminin önem kazanacağını düşünüldüğü Dördüncü Endüstri Devrimi sürecinde her evin bir enerji üretim merkezi haline gelebilecek olması yanal güçlerin etkilerinin artacağını düşündürmektedir.

Bir önceki devrimin ön plana koyduğu havayolunun yerini uzay ulaşımına bırakacağı düşünülmektedir. Uzay ulaşımı çalışmalarından yaşanan gelişmeler ile “yeni dünya” keşif çalışmaları geçtiğimiz yüzyıllarda olduğu gibi endüstri devrimine farklı bir etkileşim kazandıracaktır. İletişim ve ulaşım alanlarında yaşanacak dönüşümler ile insan ilişkileri yeniden tanımlanacak ve bu durum yönetsel aygıtların değişimini zorunlu kılacaktır.

#### **2.4.2. Enerji Rejimi**

Dördüncü Endüstri Devrimi öncesi sırasıyla kömür, petrol ve doğal gaz ile devrimlerin taşıyıcı gücü olan enerji rejimi ve enerji rejimlerinde yaşanan dönüşümler, Dördüncü Endüstri Devrimi'nde de önemli bir konu olacak ve farklılaşacaktır. Yenilenebilir enerjinin diğer enerji kaynaklarının yerini alması dünyada yaşanan kirlenme göz önüne alındığında kaçınılmaz bir durum gibi gözükmektedir. Son dönemde karbon salınımına ilişkin yapılan çalışmalar enerji rejiminin değişmek zorunda olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum ülkeleri yenilenebilir enerji üzerine yoğunlaşmaya zorlamaktadır. Özellikle petrol kullanımı son yıllara doğru düşüş eğiliminde iken yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim hacmi ve dünya enerji üretimi açısından oranı artmaktadır (bkz. Şekil 2.11.).



Şekil 2-11. Dünya Enerji Üretiminde Kaynakların Dağılımı (2005-2015) <sup>12</sup>

Sadece yenilenebilir enerji üzerine yoğunlaşarak artış incelendiğinde çok daha büyük bir değişim gözlenmektedir. Özellikle güneş ve rüzgârdan enerji üretimi son 10 senede ciddi boyutta sıçrama göstermiştir (Çizelge 2.1.). Teknolojik gelişmelerin farklı enerji türlerini hayatımıza kazandırması ile karşı karşıya kalmazsak bu yönelimin artacağı öngörülebilmektedir.

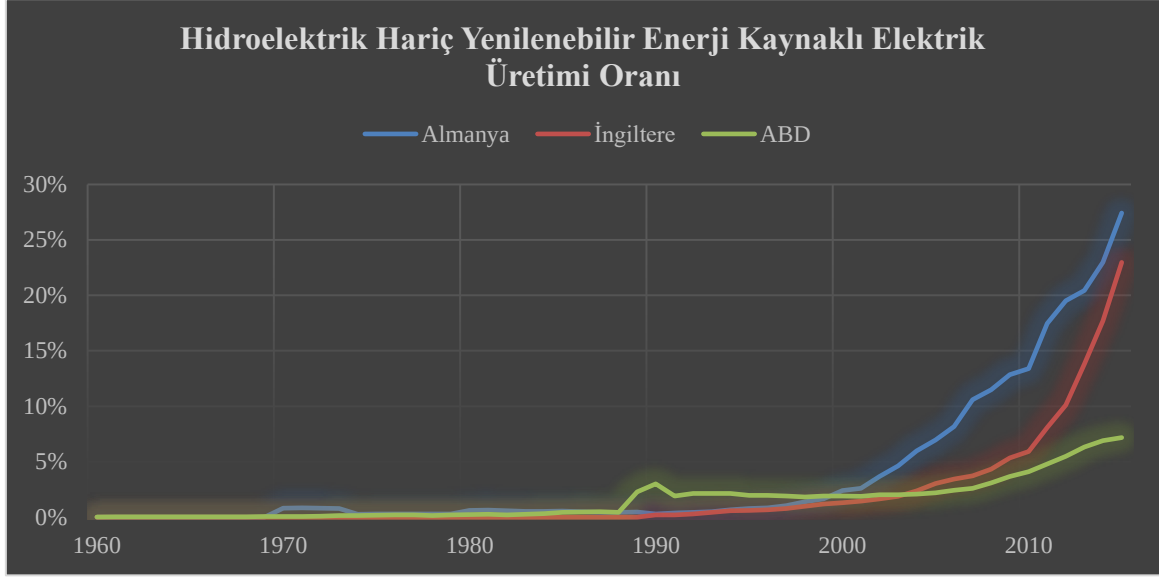
Çizelge 2.1. Dünya Enerji Üretiminde Kaynakların Dağılımı

| Enerji Kaynağı             | 2005 | 2010 | Artış Oranı<br>(2005-2010) | 2015 | Artış Oranı<br>(2010-2015) |
|----------------------------|------|------|----------------------------|------|----------------------------|
| <b>Petrol</b>              | 36%  | 33%  | -7%                        | 33%  | -2%                        |
| <b>Kömür</b>               | 29%  | 30%  | 4%                         | 29%  | -2%                        |
| <b>Doğal Gaz</b>           | 23%  | 24%  | 4%                         | 24%  | 1%                         |
| <b>Nükleer</b>             | 6%   | 5%   | -10%                       | 4%   | -14%                       |
| <b>Hidro</b>               | 6%   | 6%   | 6%                         | 7%   | 5%                         |
| <b>Rüzgar</b>              | 0%   | 1%   | 186%                       | 1%   | 129%                       |
| <b>Güneş</b>               | 0%   | 0%   | 500%                       | 0%   | 650%                       |
| <b>Diğer Yenilenebilir</b> | 1%   | 1%   | 30%                        | 1%   | 27%                        |

Dünya’da yaygın olarak uygulanmaya çalışılan politika, özellikle elektrik enerjisi üretimini yenilenebilir enerji alanına kaydırarak enerji üretimini kişiselleştirecek çözüm sağlamayı özendirme. Elektrik üretiminin yenilenebilir enerji tarafından karşılanma oranı Almanya’da 2014 itibarıyla %30’ları zorlamaktadır (bkz. Şekil 2.12.).

<sup>12</sup> <https://www.worldenergy.org/>





Şekil 2-12. Yenilenebilir Enerjinin Elektrik Üretimi Oranının Değişimi<sup>13</sup>

Rifkin [1] yeni endüstri devrimini dünyada internet ile birlikte gelişen enerji rejimi ile tanımlamaktadır. Buna göre insanlar kendi yaşadıkları yerlerde ürettikleri yenilenebilir enerji ile tüketimlerini karşılamakla kalmayacaklar, aynı zamanda oluşturulan havuza bu enerjinin aktarılması ile birlikte bundan gelir de elde edeceklerdir. Endüstri devrimlerini ortaya çıkaran bütünleşik ürünler düşünüldüğünde iletişim ve enerji rejiminin ortak olarak ortaya koyduğu dönüşüm bu duruma güzel bir örnektir. Her ne kadar bu durum bir uzgörü olarak görülse de, sanal paraların üretimi için enerji birim fiyatı düşük ülkelerden kiralanan kaynaklar bugün için önemli göstergelerdir. Gelecekte insanlar kendi yaşam alanlarında ürettikleri enerjileri kullanarak yaşamlarına devam edeceklerdir. Bu durum her halükârda insan hayatının paylaşımcılığının artması ölçüsünde bireyselleşmesi sonucunu doğuracaktır. Üretimin ve enerji rejiminin kişiselleşmesinin yanında ortaya çıkan bilginin ve diğer kaynakların paylaşılma zorunluluğu, modern toplumun çözmesi gereken büyük bir zıtlık oluşturmaktadır. Bu durum ise modern yönetimlerin çözmesi gereken önemli bir zıtlıktır.

#### 2.4.3. Ulaşım ve İletişim Araçları

Endüstri devrimleri iletişim ve ulaşım anlamında yaşanan teknolojik gelişmelerle insanların yaşam tarzlarını dönüştürücü etkiye sahip olmaktadır. Dördüncü Endüstri Devrimi sürecinde gelişen mobil teknolojiler ile kişiselleşen tüketim bir araya gelerek eski sektörlere alternatif dinamik ve maliyet anlamında uygun çözümler oluşturmaktadır. İletişim süreçleri tüketim için modeller oluşturacak şekilde sonuçların üretimi için kullanılacaktır. Eşyanın interneti süreci, bütün kullanılan ürünlerin internete bağlanması sonucunu ve bu ürünlerden devasa

<sup>13</sup> <http://www.worldbank.org/>

bilgi akışını yaratacaktır. Bilginin işlenmesi ve anlamlı hale gelmesi tüketimin modellenmesi ve ihtiyaçların şekillenmesini sağlayarak toplumun yaşayışını değiştiren önemli bir etken olacaktır. Ayrıca mobil uygulamaların sahipliğinin beşeri sermaye dışında yatırım gerektirmeyen yazılımsal süreçlere bağlı olması refahın paylaşımını etkileyen bir yaratıcı yıkım örneği olacaktır.

Mobil uygulamalar ile ticaret yapısı dönüşümü de gerçekleşmiştir. İnternetin yaygınlaşması sayesinde mülkiyet hakkı temelinden sarsılmıştır. Çok büyük kurumsal şirketlerin sağladığı, ulaşım veya konaklama gibi hizmetler mobil uygulamalar sayesinde bireylerin kolektif davranış sergilemeleri sonucunda alternatif rotalara kavuşmuştur. Birinci Endüstri Devrimi ile ortaya çıkan firmaların İkinci ve Üçüncü Endüstri Devrimleri ile devasa aygıtlara dönüşme süreci sarsıntıya uğramaktadır. Beşeri sermaye sayesinde kurulan firmaların diğer büyük firmaların gücüne ulaşmaları artık yüzyıllar değil yıllar sürmektedir. Bu durumun diğer sektörlere sirayet edeceğini düşünmek için oldukça makul sebepler bulunmaktadır. İnternetle doğan nesiller, öncülleri gibi mülki haklar konusunda katı düşüncelere sahip bir ortamda büyümemişlerdir. Paylaşımın ön plana çıktığı ve sahipliğin sınırlarının silikleştiği günümüz dünyasında bilgi herkesin ortak malı olarak görülmekte ve egemen güç olan devlet aygıtının yazılı ve görsel medyayı kimi zaman bilgi kirliliğini önleme amacıyla haklı olarak yönlendirme çabalarına rağmen sınırsız bir şekilde yayılmaktadır. Bu durum bilgi güvenliğinin gelecekte en önemli konulardan biri olacağını ve gerçeklikten sanallığa geçiş yaptığımız bu dönemlerde bilginin de sanallaşma ve kökünü yitirme tehlikesini ortaya çıkarmaktadır. Bu yönetilmesi gereken süreç başarıldığında ve bilgi ve mülkiyet anlamlı tanımlar halinde toplumsal uzlaşa temeline alındığında ilerleme sağlanacaktır.

Ulaşım alanında ise özellikle uzay taşımacılığının önümüzdeki yıllarda etkisini arttıracığı öngörülebilmektedir. Uzay taşımacılığının gelişimi ile insanoğlunun gelişmek ve toplumsal dönüşüm yaşamak için en temel ihtiyacı olarak görülebilecek olan yayılmacılık gerçekleşecektir. Bu durum temelde dünyanın eşsizliğini zedeleyecek ve toplumsal yaşayışı değiştirebilecek süreçlerin başlangıcı olan gelişmelerin yaşanmasına yol açacaktır. Ancak insanlığın yeni yerlerin keşfi ile gelişimde yaşadığı artış göz önüne alındığında yenilikleri anlayan ve uygulayabilenler gelecekte bugün olduğundan çok farklı yerlerde ve şartlarda yaşamlarına devam edeceklerdir. Özellikle son dönemde artırılmaya çalışılan uzay yolculukları geleceğimize önemli bir etkiye sahip olacaktır. Farklı gezegenlerde ve uydularda yapılmaya çalışılan prototip yaşam alanları ve uzay istasyonları sayesinde insanlığın gelişimi yine yol sayesinde olacaktır. Ancak bu durum gelişmiş ile gelişmemiş

toplumlar arasındaki farkı kapatılmaz bir noktaya getireceği gibi eldeki yüksek tahrip gücü olan silahların kullanımının kolaylaşması anlamına da gelecektir.

#### **2.4.4. Üretim Süreçleri**

Yeni endüstri devrimleri yaşadıkları toplumun hayat kalitesini ve refah seviyesini artırmak için yeni çözüm önerileri sunmaktadır. Mülkiyetin sınırlı olduğu toplumdan, sınırı oldukça silikleşen üretim hacimlerinin getirdiği aşırı sahiplik süreçlerine geldiğimiz göz önüne alındığında bu durumun artmasından ziyade insanlığın nitelik anlamında bir artış isteyeceği beklenebilir. Niteliksel artış ise temelde kişinin özgün değerlendirmesine tabi bir süreç olması sebebiyle üretim döngülerinin kişiselleşmesi kaçınılmaz bir durum olarak ortaya çıkmaktadır. Eşyanın interneti bağlamında çevremizde yer alan her ürünün birer alıcı ve verici olarak tüketim ve üretim sürecine doğrudan bağlanması yeni endüstri devrimi sürecinin getireceği bir olgu olacaktır. Bu bağlamda Zhang vd. [36] Endüstri 4.0 kapsamında gerçekleştirilen bütün çabaların iletişim ve bilgi kaynaklarının bütünleşik mühendislik teknolojileri ile kullanılarak süreçlerde verimliliği ve yeterliliği artırmak üzere olduğunu belirtmektedir.

Endüstri 4.0 kavramı Almanya tarafından ortaya atılırken üretim süreçlerinin yoğun bir şekilde gelişmiş ülkelere kaymasının getirdiği sorunların çözümü hedeflenmekteydi. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi için üretim operasyonlarının gelişmiş ülkelere kaydırılması, bu ülkelerin gerekli yatırımları yapması ile gelişmiş ülkelerin rakip kazanmalarına yol açmıştır. Brettel vd. [37] Almanya'nın gelecekte yaşanacak rekabeti yönetebilmek adına Endüstri 4.0 uzgörüsünü ortaya koyduğunu belirtmektedirler. Çoğu üretim faaliyetinin başka ülkelere taşınmasının günümüzde yeterli maliyet düşüşüne yol açmadığı, ayrıca fabrikaların başka ülkelere kurulmasının yüksek fırsat maliyetlerine sebep olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber artık müşterinin ürünün iyileştirilmesinden ziyade kişiselleştirme taleplerinde bulunması sebebiyle yeni sistemlerin oluşturulması gerekmektedir. Endüstri 4.0 vizyonu üretim felsefesi olarak kendini siber-fiziksel sistemler olarak tanımlamaktadır. Siber-fiziksel sistemleri üretim alanı olan fiziksel sistemler ile verilerin anlamlı bilgiler haline getirilerek üretimin esnekliğinin ve etkinliğinin sağlandığı yönetimsel organ olan siber sistemlerin bu ihtiyaçlara cevap vermek için bir araya gelmesi olarak tanımlayabiliriz [38]. Karanlık fabrikalar, tükettiği enerjisini kendi üreten binalar ve robotların ele geçirdiği üretim hatları bu uzgörünün başlangıç noktalarıdır. Eşyanın interneti ile her sürecin birbiri ile konuşur hale gelmesi, çok daha bütünleşik, esnek ve atik üretim süreçlerinin habercisidir. Üretim veya hizmet alanında müşteri veya ürün/hizmete ait

her bilginin ulaşılabilirliğinin artması devasa bilgi yığınları ortaya çıkartmıştır. Endüstri 4.0 bu bilgi yığınlarını gelişim için fırsat gören ve bilgi yığınlarından azami faydanın sağlanmasını amaçlayan bir süreci ifade etmektedir.

Büyük verilerin ortaya koyduğu gelişim alanı hizmet süreçlerinin iyileştirilmesi ve üretim ihtiyacının müşteri için daha başarılı ve etkili tahminler ortaya koyarak karşılanması olarak kendini göstermektedir [39].

Siber-fiziksel sistemler bir yana, bu süreçte ortaya çıkan 3-boyutlu yazıcılar ile üretim için gerekli yatırımın ciddi anlamda düşmesi ve kolaylaşması beşeri sermayenin gelecek dönemde en önemli meta olacağını göstermektedir. Özellikle İkinci Endüstri Devrimi ile insanların yeni üretim hatları kurmaları için gerekli olan yüksek yatırımdan kurtulmaları ve refahın toplum tabanına beşeri sermaye sayesinde yayılabilme iddiası dünyada yaratılan refahın paylaşımı sorununa geleceğin sunduğu muhtemel çözümlerdir.

Siber-fiziksel sistemler ve 3-boyutlu yazıcılar beraber düşünüldüğünde geleceğin en önemli ürünü/hizmeti yazılım olacaktır. Bu alan kişinin beşeri sermayesine dayanması sebebiyle diğer gelişim alanlarının da Endüstri 4.0 ile beraber oluşturacağı düşünülen yanal güçlerin artması anlamına gelecektir.

Endüstri 4.0 ile anlık ve kolay bakım gibi veri analizine dayalı süreçler sonucunda ortaya kolaylıkla konabilecek süreçler sayesinde ürünlerin kullanım sürelerinin artması ve maliyetlerin düşmesi beklenmektedir. Devasa şirketlerin egemenliklerinin piyasaya kolay giriş sayesinde azalacağı öngörülmekte olup, üretim süreçlerinde yapay zeka, veri işleme gibi süreçlerin beşeri sermaye olarak insana yansımalarının olması beklenmektedir.

#### **2.4.5. Toplumsal Etki**

Dördüncü Endüstri Devrimi, Birinci Endüstri Devrim ile birçok ortak noktaya sahiptir. En temel benzerlik mülkiyet hakları çerçevesinde yaşanan değişimler olacaktır. Birinci Endüstri Devrimi temelde mülki hakların gelişmesi ve tabana yayılmasının devlet güvencesi altına alınması sonucu oluşan bir toplumsal uzlaşma olgusu sonucu yaşanan teknolojik değişimler üzerinden kendisine yaşam alanı bulmuştur. Bu olgu İkinci ve Üçüncü Endüstri Devrimleri'nde de kendini göstermiş ve mülkiyet tanımının değişmeden tabana yayıldığı bir süreci yaşamının sonucunda toplumsal, ekonomik ve siyasal dönüşümler gerçekleşmiştir. Ancak özellikle Üçüncü Endüstri Devrimi ile başlayan zaman aralığında refahın tabana yayılımının durması ve dünya refahındaki artışın hızla tepede toplanması sebebiyle mülkiyet hakkına ilişkin farklı bir toplumsal uzlaşmaya ihtiyaç duyulması Dördüncü Endüstri

Devrimi'ni sadece popüler anlamda değil, içerik anlamında da aşması gereken eşiklerin beklediğini göstermektedir. Özellikle Birinci Endüstri Devrimi'nden itibaren yaygınlaşan bir ekonomik görüş olan üretim artışının sonucunda dünya genelinde refahın artacağına ilişkin varsayım gün geçtikçe çürümekte ve bu durum alt yapının, üst yapıyı taşıyamama tehlikesini ortaya çıkarmaktadır. Paylaşım sorunu I. Dünya Savaşı öncesi yaşanan küreselleşme dönemine benzerlik göstermekte ve bu durum dünyanın çeşitli bölgelerinde yaşanan gerginliklere sebebiyet vermektedir [8].

Yönetimsel aygıtların, sadece üretim artışına odaklanması ve özellikle Soğuk Savaş sonrası diğer denetim ve planlama mekanizmalarını devreden çıkarma çalışmalarına ek olarak, toplumların, bugün geline nokta bazı ülkelerin ve grupların bütün refahı elinde tutmasından dolayı dünya ekonomi pastasından pay alamamaktan kaynaklı yükselen sesleri toplumsal uzlaşının sanayileşen toplumlar açısından bozulduğunun en önemli göstergesidir. Buna bir çözüm sunması muhtemel internetin yayılım sürecinin mülkiyet hakkını yeniden tanımlamaya zorladığını görmekteyiz. Birinci Endüstri Devrimi'nden bugüne kadar ansiklopediler ve diğer kaynaklar şahıslara ait ve telif hakları ile korunmaya çalışılmaktayken, internet bütün bu süreçleri alt üst etmiş ve bilginin toplumun ortak malı olması gerektiğini insanlara kabul ettirmiştir. Bugün geline nokta internette var olan ansiklopedi siteleri ile diğer görsel destekli bilgilendirme araçları insanların kullanımına açıktır. Burada önemli olan husus, insanların bu araçlar vasıtası ile kendi üretimlerini ücretsiz bir şekilde topluma sunma konusundaki ısrarlarıdır. Bu yayılma ve mülkiyet haklarının aşağıdan yukarıya doğru yönetimsel araçları değiştirmeye zorlamaları sonucunda ortaya çıkacak yeni toplumsal ve küresel uzlaş gelecekte yaşanması muhtemel diğer devrimlerin temellerini oluşturacaktır.

Birinci ve Dördüncü Endüstri Devrimi süreçlerinin bir diğer benzer noktası ise insanların tercih ettikleri yaşam alanları hususu olacaktır. Birinci Endüstri Devrimi ile beraber insanlar köy yaşamından şehir yaşamına geçmiş ve internetin henüz bulunmadığı zamanlara kadar yüz yüze insan ilişkileri çok yoğun ve sıkı bir toplumsal yapı oluşturmuştur. Ancak internetin yayılması sonrasında ve özellikle ürünlerin kişiselleşmesinin, üretim araçlarının da kişiselleşmesiyle mümkün olacağı varsayımıyla üretimin yaygınlaşması ve kolaylaşması sonucunda insanoğlunun şehir yaşantısından daha farklı bir yaşam alanına yönelmesi beklenebilir. Şehirlerin köylere nazaran daha önce çok daha fazla imkan sağlamasından dolayı insanların şehirde yaşamayı tercih etmeleri sonucunda oluşan karmaşık ve yoğun

şehir hayatının özellikle kişiselleşen enerji, iletişimi ve 3-boyutlu yazıcılar sayesinde temelden sarsılacağı benzetilmektedir.

Endüstri Devrimlerinin toplum üzerinde yarattığı etki, yaratıcı yıkımlardır. İnsanlık, tarihin kendisine getirdiğini yaşamış ve teknolojik dönüşümleri hayatına uygulama yolunu seçerek medeniyetler kurmuştur. Diğer endüstri devrimleri süreçlerinde de yaşanan toplumsal dönüşümler yaratıcı yıkım ile gelişmiş ve toplum yaşam anlamında kendine yeni yollar bulmuştur.

Tarih boyunca yaratıcı yıkımın önünde duran güç insanların yeni ve bilinmeze karşı duydukları korkular olmuştur. Bilinmezlik yaratıcı yıkımı durdurma eğilimini beraberinde getirmektedir. Birinci Endüstri Devrimi öncesinde İngiltere dâhil sanayileşme öncesi toplumlarda yaşanan teknolojik gelişmeler ve icatlar yönetim aygıtı tarafından bilinçli olarak yok sayılıyor ve bu sürecin önüne geçmek için bu işlerle uğraşanlar ağır sonuçlar ile karşı karşıya kalıyordu [16]. Bugün gelinen noktada ise, yaşanacak toplumsal dönüşümün, devletin hızlı robotlaşmanın karşısında insanları istihdam edemeyecek duruma geleceğini düşündürmektedir. Bunun karşısında şimdilik düşünülen çözüm insanların vatandaşlık maaşı altında bir maaşı olarak ülke içi talebin asgari seviyede tutulması olarak gözükmektedir. İsviçre devleti bu konuyu 2016 yılında yaptığı referandumla halka sormuş ancak olumsuz cevap almıştır. Dünya olarak teknolojinin getirdiği şeyleri birer felaket olarak değil birer hayatı kolaylaştırıcı dönüşüm olarak görürsek değişimin parçası olabilen ülkeler arasında yer almamızı sağlayacak atılımların yapılabilmesi için gerekli zihni hazırlığa sahip olmuş oluruz.

## **2.5. Sonuç**

Endüstri Devrimleri, Birinci Endüstri Devrimi'nin ortaya çıkması ve sonuçlarının sanayi toplumlarını oluşturmaya başlamasından itibaren bir sonraki devrimin oluşma ortamını yaratmışlardır [27]. Endüstri devrimleri; üretim süreçlerini ve ürünleri, enerji rejimini sağlayan enerji kaynağını, iletişim ve ulaşım araçlarını dönüştürmektedir (bkz. Şekil 2.13.).



Şekil 2-13. Endüstri Devrimlerinin Yarattığı Dönüşümler

Toplumlar endüstri devrimleri sonucu tarihsel olarak bir yola girmişler ve o yolda devam etmektedirler. İngiltere’de başlayan endüstriyelleşme süreci, ulusların gelişme ve refaha ulaşma için reçetesi olarak düşündüğü bir tedavi yöntemi olmuştur. Gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler sanayileşmenin en üst noktasında olan ülkenin 17. yüzyıl itibarıyla takipçisi olmuş ve ona ulaşmaya çalışmışlardır. Ancak bu noktada değişimi kabul eden yaratıcı yıkımın toplumda oluşmasına ve kurumları değiştirmesine izin veren uluslar ilerleyebilmişler ve lokomotif olarak devam eden ülkeler olmuşlardır [16].

Gordon’a [14] ve Tunzelmann’a [13] göre Endüstri Devrimlerini bir süreç olarak alırsak önce bir teknolojik gelişim süreci ardından bir idare dönemi yaşanmaktadır. Rostow’un [15] harekete geçme ve olgunlaşma aşaması olarak ikiye böldüğü endüstri devrimi sürecini gelişim ve idare olarak bölen Gordon ve Tunzelman’a göre teknolojik gelişim döneminden kasıt birbiri ile etkileşime girecek yeni yöntemlerin bulunma dönemidir. Bu dönemin sonunda ise etkileşimin yaşanması, yani idare dönemi gelmektedir. Bu yazında tartışmalı bir konu olsa da Endüstri Devrimleri’nin bir devrim içinde ilerlediği konusu yaygın hakim görüştür. Tunzelmann [13] makalesinde idari gelişimlerin teknolojik gelişimi getirmesi konusunda karar bildiren araştırmacılar olduğu gibi teknolojik gelişimlerin idari gelişimler getirdiğini düşünen araştırmacıların varlığından bahsetmektedir. Bu konu bu tez konusu dışında olsa da teknolojik gelişimler sırasında inovasyonlara yapılan yatırım harcamalarının artması sebebiyle verimliliğinin ve büyümenin düşmesinin beklenmesi normaldir. Ancak inovasyonlar gerçekleştikten sonra birbiri ile etkileşime giren süreçler verimlilik ve büyüme artışları yaratmaktadır. Bu noktada, doğru zamanda uygulanan sektörden veya üründen çıkış stratejileri önem kazanmaktadır [4]. Yapılan inovasyon yatırımları ölü birer yatırım olabileceğinden firmaların ciddi zarar görmeleri ve hatta iflas etmeleri anlamını taşıyabilir. Gordon 1972-1996 yılları arası olan emek verimliliği düşüşünü yatırımlara bağlamaktadır. Üçüncü Endüstri Devrimi’nin teknoloji döneminde yıllık verimlilik artış oranı bir önceki dönem olan İkinci Endüstri Devrimi’nin idare dönemi olan 1891-1972’ye göre %2,33’den %1,38’e inmiştir. Üçüncü Devrimi’nin idari dönemi olarak düşünülebilecek 1996-2004 yılları arasında ise %2,46’a çıkmıştır.

Endüstri devrimleri öncesi toplumların refah düzeyi birbirlerinden çok farklı seviyeleri yansıtmamaktaydı. Enerji arzının artış hızının kısıtlılığı, ekonomik gelişmede yaşanacak büyük sıçramaları kısıtlamaktaydı. Bununla beraber bu durum toplumların ve hatta elitlerin yaşayışları arasında farkın oluşmasını da engellemiş oluyordu. Kömürün enerji rejimini buhar ya da elektrik olarak değiştirmesi süreçlerinde toplumların refahlarında devasa



farklılıklar oluşmuştur. İngiltere toplumu, örneğin, 1561-1570 yılları arası tahmini ortalama enerji harcamasının yıllık %10,6'sını kömürden karşılarken bu rakam 1850-1859 arası %92'e çıkmıştır. Aynı dönemlerde kişi başına düşen enerji harcaması İngiltere'de tahmini ortalama olarak 19.167 MJ'den 96.462 MJ'e çıkmıştır. 1750-1759 arası ise tahmini ortalama yıllık kişi başı 35.089 MJ olmuştur [40].

Endüstri Devrimi ilk olarak 18. yüzyıl sonunda yaşanan süreç olarak tanımlanmaktadır. Ancak aynı tanımlara tamamen sahip olmasa da ilk devrimi aslında ateşin yakılması ve kontrol edilmesinin keşfi sonrasında yaşanan gelişmeler olarak adlandırmak yanlış olmaz. İnsanların ateşi kontrol etmesi sayesinde, yaşanabilir alanlar devasa oranlarda artmış, doğada hayvanlara karşı üstünlük sağlanmış, pişirilerek yemek yeme sayesinde hem alınan enerji artmış hem de yenebilecek çeşit sayısı artarak insanoğlu lehine oldukça büyük bir gelişme yaşanmıştır. Bununla birlikte, metallere ateş ile şekil verilmesi sayesinde silahlanma süreci başlamıştır [40].

Endüstri devrimleri incelendiğinde s-eğrisinin bütün devrimlerde sürece hâkim olduğu görülmektedir. Endüstri devrimleri sürecinin başlangıçlarında düşük verimli ve büyüme oranlı dönemin olduğu ve bu dönem sonrasında üssel olarak artan bir üretim hacmi, verim ve büyüme oranı aşamasının geldiği gözlenmiştir. Endüstri devrimlerini besleyecek olan teknolojik gelişmeler düşük verimli seyreden süreçte yaşanmaktadır. Bu aşamada şirket birleşmeleri, iflaslar, ekonomik krizler ve yeni ekonomik sistem kuruluşunun akabinde yaşanan kurumsal uzak görüşlülük değişiklikleri olmaktadır [4]. Teknolojilerin yaratılması ancak kullanım alanlarının tam olarak tespit edilememesi, eski katma değerli ürünler üzerinde yapılan Ar-Ge çalışmalarının ve yatırımlarının atıl harcamalar hüviyetine bürünmesi ve üssel olarak artan verimin artışı için artık yetersiz kalan kaynakların etkisiyle bu dönemlerde endüstri devrimlerinin yol haritası tam olarak ortaya çıkmamıştır. Ortaya çıkan yeniliklerin birleşmiş etkisini yansıtacak süreçler üretim, ulaşım, enerji ve toplumsal alanlarda kendini gösteremezler. Bu dönemler Rostow'un deyimiyle harekete geçme aşaması olarak tanımlanabilir [15]. Gordon [14] çalışmasında, İkinci ve Üçüncü Endüstri Devrimleri için ABD işçi verimliliğini incelemiş ve bu durumu ortaya koymuştur. İkinci Endüstri Devrimi'nin üssel artış dönemi olarak gördüğü 1891-1972 yılları arasında işçi verimliliği yıllık %2,33 artarken Üçüncü Endüstri Devrimi için harekete geçme (plato) dönemi olarak gördüğü 1972-1996 yıllarında bu oran %1,38'e inmiştir.

Üssel etkinin göstergelere etkisini yansıttığı dönemde teknolojik gelişmeler arasında bağlar kurularak verimlilik artmakta, toplumsal, sosyal ve ekonomik yapı bu yeni gelişmeler

etrafında yeni yaşam koşulları oluşturmakta ve katma değer yaratan değerlere ilişkin net bir yol haritası oluşturarak refahın artışı sağlanmaktadır. Rostow bu döneme olgunlaşma dönemi adını vermektedir.

Bu iki dönem birbirini takip ederken üssel artışın devamlılığını sağlayarak toplumların hayatını dönüştürmektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, harekete geçme ve olgunlaşma evrelerinin sürekli kısaldığıdır. Bu devinim kendi içinde yarattığı mekanizmalar etrafında bir gelişim modeli öngörürken devinim sürecinin kısalması bu gelişimin üssel artış kısmını oluşturan olgunlaşma aşamasının yaşanması için gerekli olan verim artışının ortaya konmasını zorlaştırmaktadır. Hazırlık aşamasının kısalması, öğrenme eğrisinin yükselme kısmını oluşturan olgunlaşma aşamasının yapay bir şekilde gelişmesine yol açmaktadır. Gordon, bu durum sonucunda, gelişimin duracağını ve büyüme göstergelerinin Birinci Endüstri Devrimi sürecine dönene kadar düşeceğini öngörmektedir [14]. Her ne kadar bu durum oldukça kötümser bir senaryoyu önümüze koysa da gelişimin içeriğinin toplumsal hayat açısından doyurucu sonuçlar vermediği görülmektedir. Bu durumla beraber mülki hakların Birinci Endüstri Devrimi sürecinde yaşandığı gibi Dördüncü Endüstri Devrim’nde de yeniden tanımlanma ihtiyacı Dördüncü Endüstri Devrimi’nin diğer devrimlerden oluşum anlamında bağımsız bir durumda olduğu sonucunu gözler önüne sermektedir. Birinci Endüstri Devrimi’nde mülkiyet hakları yeniden tanımlanarak refahın tabana yayılma süreci şeklinde ilerlemişken ilerleyen devrimlerde ekonomide artan büyüme oranlarının refahı tabana yayacağı düşüncesi hakim olmuştur. Mülkiyet hakları Birinci Endüstri Devrimi’nde kentsoyluların, kilise ve toprak soylulara karşı kazandığı haklar çerçevesinde yeniden tanımlanırken artan özgürlük ve anayasal hak talepleri, bugün daha fazla eşitlik talepleri ile sarsılmaktadır.

Endüstri 4.0’ın getireceği düşünülen bütün yenilikler bilginin daha ucuzlaması ve ulaşılabilirliğinin artması sonucunu doğuracaktır. Yüksek yatırım maliyetlerine gerek olmadan beşeri sermaye ve paylaşılan bilgi ile geliştirilen uygulamalar hayatı kökten etkileyecek bir toplumsal dönüşüm aracı haline gelmiştir. Birinci Endüstri Devrimi sürecinde üretim araçlarının yeniden dağıtılması anlamına gelebilecek olan mülki haklar konusu, Dördüncü Endüstri Devrimi’ni de derinden etkileyecektir. İkinci ve Üçüncü Endüstri Devrimleri’nden farklı olarak Birinci Endüstri Devrimi sürecinin başlangıcı olarak kabul edilebilecek olan 18. yüzyıl sonundan itibaren kabul gören mülki haklar 21. yüzyıl ile beraber güncel toplumun yaşayış koşullarını taşıyamaz hale gelmiştir. Endüstri 4.0 vizyonu ile ortaya konan sürecin temel aygıtları ortaya çıkmaya başlasa da, temel aygıtların

birleşiminden ortaya çıkan ve çok yönlü etkiye sahip ürünlerin toplumsal hayata girmesi ile Dördüncü Endüstri Devrimi sürecinin başlayacağı düşünülmektedir. Temel aygıtların ortaya çıktığı ancak kullanımların ve ana katma değer üretecek mamullerin kendini göstermediği bu ara dönemde toplumsal hayatı Dördüncü Endüstri Devrimi kapsamında derinden etkileyecek olan hususların “hukuksal düzlemin sağlam olarak tanımlanması” sürecin hızlanmasını sağlayacaktır. Yaratıcı yıkımın karşısında olmak tarihin hiçbir döneminde ilerlemenin önüne set vuramadığı gibi bunu deneyen toplumların ağır yıkımlar yaşamasına yol açmıştır. Ancak daha ortaya çıkmayan ürünler ile sadece Endüstri 4.0 vizyonunun bir sonuç vermeyeceği de aşikardır. Burada önemli olan husus toplumsal gelişimin kendi halinde ilerlemesine fırsat vererek ihtiyaçlara karşı oluşacak yeni katma değerli ürünlerin ortaya çıkması sürecinde yönetim aygıtının engelleyici rolü oynamasının önüne set çekmektir. Gelişimin bizzat devlet eliyle yapılması, Gordon’un [14] dediği gibi ihtiyaç dışı ürünlerin toplum hayatında hiç yeri olmayan soyut kavramların gerçek yerini almasına yol açacaktır. Sürdürülebilir gelişim, ancak Birinci Endüstri Devrimi sürecini yaşayan İngiltere örneğinde olduğu gibi devletin özellikle Muhteşem Devrim akabinde vatandaşlarına mülki haklar konusunda sağladığı hukuksal düzlemin sayesinde daha çok toplumsal ihtiyacı gidermeye yönelik yeniliklerin yurttaşlar tarafından ortaya çıkarılması ve bu yeniliklerin ortak kullanımları sonucu oluşan bütünleşik süreçlerin daha yoğun ve sıkı toplumsal ağlar oluşturması sayesinde sağlanabilir. Bunun dışında ortaya konacak uzgörü daha büyük risklere ve sorunlara yol açacak ve hem toplumsal hem de toplumlar arası gerginliğin artmasına sebep olacaktır.

Neoliberal politikaların ön plana çıkarak her şeyin metalaştırıldığı bir ekonomik görüşün hâkim olduğu Üçüncü Endüstri Devrimi sürecinde ülkeler arası savaşın imkansızlığı, gelişmiş ülkelerin ve hatta az gelişmiş ülkelerin bile sahip olduğu yok etme kapasitesi ile birlikte görülmüştü. Dördüncü Endüstri Devrimi öncesi dünya vekâlet savaşlarıyla uğraşmakta ve ticaret savaşlarının sesleri duyulmaktadır.

### 3. METODOLOJİ

Tez, Endüstri 4.0 kavramına ilişkin olarak bir uzgörü yapmayı hedeflemektedir. Endüstri devrimleri etkilerinin, ülkelere ait göstergelerde görüldüğü tahmini tarihleri ortaya koymaya çalışanm tez, bir bakıma Dördüncü Endüstri Devrimi sürecine ilişkin tarihsel çözümleme de içermektedir. Tezin, ikinci kısımda endüstri devrimleri süreçlerine ilişkin açıklamaların ve analizlerin ortaya koymasının sebebi, gelecek devrimlere ilişkin toplumların neleri beklemesi gerektiğinin anlatılmaya çalışılmasıdır. Endüstri devrimlerinin anlaşılması, yeni devrimlere ilişkin uzgörü ortaya koyma açısından hayati önem taşımaktadır. Tezin bu kısmında ise endüstri devrimleri etkilerine ilişkin tahmini tarihler bulunmaya çalışılması sırasında kullanılacak yöntem bütünü anlatılacaktır.

Tez kapsamında, çeşitli kaynaklardan alınan göstergelere ait veriler yıl bağlamında belli aralıklara bölünerek kontrol grafikleriyle değişimler izlenecektir. Veriler incelenmeden önce verinin doğruluğu, güvenilirliği ve tutarlılığı önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda, resmi kaynaklardan alınan veya yazında kabul edilmiş çalışmalarla elde edilmiş verilerin kullanılması esas alınmıştır.

Veriler, ekonomik göstergelere ait olmalarından dolayı belli bir model bilgisi içermektedir. Otokorelasyonlu veya bir model bilgisi içeren verilerin geleneksel kontrol grafikleri kullanılarak incelenmesi varsayımların ihlali dolayısıyla yanlış analizler yapılmasına sebep olacaktır. Örneğin, ortalaması sürekli artmaya eğilimli olan, durağan olmayan verilerin herhangi bir işleme tabi tutulmadan kontrol grafiklerinde izlenmesi, verinin sıklıkla yanlış uyarı vermesine sebep olacaktır. Bu durumda değişim noktası tahmin edicisi de yansız olmayacaktır. Bu gibi problemlerde, veri setinin içindeki model bilgisi alınarak eş dağılımlı ve birbirinden bağımsız bir veri seti oluşturulması genel kabul görmüş yaklaşımdır.

Tezde, ekonomik göstergeler zaman serisi olarak modellenip, elde edilen artık değerler kontrol grafikleri kullanılarak yıllara dayalı olarak izlenmiş ve parametre değişimleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Shewhart grafikleri parametre tahmin edicisi olarak, CUSUM kontrol grafikleri ise değişim noktası tahmin edicisi olarak kullanılmıştır.

CUSUM grafikleriyle izlenecek verinin tip-1 hata verme durumları tarihsel olaylar ile birlikte değerlendirilmiştir. Aşamalarda uyarı veren noktalar tarihsel süreçte incelenmiş olup ülkenin yaşadığı belli bir kriz veya savaş gibi olağanüstü durumlarla karşılaştırılmıştır. Böyle bir durumda veri setinden o yıla ait bilgiler çıkarılmış ve yerine uygun bir kayıp veri yöntemi kullanılarak oluşturulan bilgi eklenmiştir. Böylelikle, veri setinin tez kapsamında yapılan

çalışmayı yanıltıcı bilgi sağlaması engellenmeye çalışılmıştır. Değişim noktası tahmin edicisi bulunduğunda süreç baştan başlatılarak bir sonraki devrim için değişim noktası tahmin edicisi aranmıştır.

### **3.1. Tahmin Modellemesi**

Tahmin konusu, günümüzde geleceğin yönetilebilmesi açısından çok önemli bir süreç haline gelmiştir. Tahmin, geçmişte ve günümüzde yaşanan olgulara ait gerek niteliksel gerek niceliksel çıktıların insan tarafından değerlendirme süreçlerinden geçirilerek geleceğe yönelik çıkarım veya öngörülerde bulunmasıdır. Sadece kurumlar için değil, ülkeler için de geleceğin yönetilebilir hale gelebilmesi için hızla artan, ölçülebilir ve kaydedilebilir veri yığınlarının düzenlenerek bilgi haline getirilmesi gerekmektedir. Ülkeler geleceklerini şekillendirecek stratejik adımları atmadan önce farklı ülkelere ait kalkınma planlarından ve kendi geçmişlerine ilişkin bilgilerden yararlanarak başarılı modeller oluşturabilme yeteneğine sahip olmalıdırlar.

Tahmin yapılabilmesi veya ülke özelinde stratejik kararların alınabilmesi için en temelde çıkarım yapılacak konuya ilişkin bir tecrübe olması gerekmektedir. Ancak sadece niteliksel veriler kullanılarak yapılan çıkarımların objektif olamayacağı değerlendirilebilir. Tahmin modelleri niteliksel veya niceliksel veriye dayanan modeller olarak ikiye ayrılabilirler. Niteliksel modeller, istatistiksel bir veri olmadan sadece kişilere ait nesnel olmayan verilerin çıkarımlarda kullanılması sonucunda oluşturulur. Örneğin, niteliksel metotlardan biri olan Delphi metodunda bir konunun uzmanı olduğu düşünülen bir grup insana o konuya ilişkin soru yöneltilir. Uzmanlar cevaplarını birbirlerinden bağımsız bir şekilde ve birbirlerinden haberleri olmayacak şekilde verirler. Alınan cevaplar toplanarak en çok verilen cevaplar derlenir ve soru bir kez daha aynı uzmanlara gönderilir. Bu döngü soruyu soran için yeterli olana kadar devam eder ve en uygun cevaba ulaşılmış olur. Bu yöntemin kendi öncüllerine göre en büyük avantajı, uzmanların bir masa etrafında oturup birbirleri ile yüzleşerek tartışmaları yerine birbirlerinden bağımsız bir şekilde soruya ilişkin cevap vermelerini sağlamak olmuştur. Bu sayede kendi fikirlerine göre en uygun cevabı kendi güven alanları içinde ve daha yansız bir şekilde vereceklerdir [41]. Ancak bu metotta istatistiksel olarak anlam ifade eden veri kullanamama ve araştırmanın tam olarak nasıl yapılacağına ilişkin açıklayıcı ve nesnel tek bir yöntemin olmaması metodun kısıtlarıdır [42].

Öngörülerin daha nesnel ve yansız olabilmesi için sayısal veriler kullanılması ve istatistiksel verinin işlenerek bilgiye ulaşılması gerekmektedir. Günümüzde hızla yayılan sensörlerin yanı sıra bilgisayar ve internet kullanımının yaygınlaşması ve herşeyin daha ölçülebilir hale

gelmiş olması sebebiyle veriye ulaşım ve veriyi saklama konuları çok daha kolay hale gelmiştir. Ancak, tahmin yapılabilmesi için gerekli olan veriler çok daha karmaşık hale gelmiş, insan zekası kullanılarak kısa sürelerde işlenemeyecek boyutlara ulaşmış ve niteliksel metotların yetersiz kaldığı durumlar ortaya çıkmıştır.

Artan veri kaynakları ve bu verilerin insan zekasıyla işleme problemlerine rağmen üretim ve üretim dışı alanda verilerin işlenerek modeller oluşturulması ve bu modeller çerçevesinde geleceğe yönelik öngörüler yapılabilmesi, günümüz dünyasında geleceği şekillendirmek için sürekli artan bir öneme sahiptir. Bu sorunsalların aşılması için tahmin modelleri oluşturulmaktadır.

Artan veri kaynakları ve bu verilerin işlenmesi bağlamında niteliksel modellerden farklı olarak özellikle niceliksel modeller, geçmişe ait verilerle geleceğe yönelik yapılacak öngörülerin kaynağını oluşturur. Geçmişte yaşanan sayısal bilgilere dayanarak gelecekte yaşanması muhtemel sonuçların tahmini öngörülür. Bu modelleri basit anlamda üçe ayırabiliriz.

#### **3.1.1. Zaman Serisi Analizi**

Zaman serisi analizi ilgilenilen değişkene ait verilerin zaman bazlı sıralı bir şekilde dizimidir. Analiz, bir değişkene ait geçmiş verilerin, verilerin alındığı zaman ile birlikte değerlendirilerek geleceğe yönelik o değişkene ait öngörülerde bulunulmaya çalışılmasıdır. Zaman serisi modelleri geçmiş veriye ilişkin tarihsel bilgiyi işleyerek gelecekteki değeri bilinmeyen değişkenin öngörüsünü genellikle en küçük kareler metotuna göre oluşturmaya çalışır [43], durağan verilere ilişkin bir model sunar [44]. Zaman serilerinde verinin bir trendi, mevsimsel değişkenliği ve konjunktural değişkenliği bulunabilir.

En çok kullanılan zaman serisi modelleri ARIMA (Box-Jenkins) modelleridir. ARIMA modelleri geleneksel modellerden farklı olarak ekonometrik verilerin öngörüsünde daha başarılı bir biçimde kullanılabilir [45]. Bu modellerde, verilerin bir ortalaması ve varyansı bulunmaktadır. Gecikme sayılarına göre bulunan otokorelasyon fonksiyonları verinin otokorelasyonlu olduğu döngüyü verir. Zaman serilerinde gecikme sayısı incelemesi verinin tahmini için oldukça önemlidir. Gecikme sayısı; verinin, öncül verilerden hangisiyle korelasyonlu bir biçimde hareket ettiğini gösteren bilgidir. Verinin gecikme sayılarına göre otokorelasyon fonksiyonları bulunarak modelin oluşturulması amaçlanır. ARIMA modelleri kısa ve orta vadeli öngörülerde bulunmak için oldukça etkin ve verimlidir. Örneğin Ediger vd. [46] Türkiye enerji tüketim tahmin modeli üzerine çalışmış ve ARIMA ile SARIMA modelleriyle 2020 yılında oluşacak enerji tüketim miktarını öngörmeye çalışmıştır.

ARIMA modellerinden farklı olarak, verinin yapısından kaynaklı olarak oluşturulmuş zaman serisi modelleri de bulunmaktadır. Örnek olarak müdahaleli zaman serilerinde bir sürecin yaşanan şok sonrası ortalamasında yaşanan değişimin anlamlı olup olmadığı incelenmektedir. Bu tür modeller daha çok sosyal olguların matematiksel anlamda ölçümlenebilmesi için kullanılır. Cauley vd. [47] ABD’de terörizme karşı alınan 3 farklı önlemin terör saldırılarına olan sayısal etkisini incelemişlerdir. Alınan önlemlerin yapılacak saldırı maliyetini artırdığı ancak önlem alınan saldırı metodu yerine teröristlerin farklı bir metoda başvurma yoluna gittiği görülmüştür. Sadece metal dedektör kullanımının kısa ve uzun vadede anlamlı bir etki yarattığı tespit edilmiş ancak teröre karşı sadece tek bir saldırı metoduna yönelik önlem alınmasının anlamsız olduğu, bütüncül bir teröre karşı politika izlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Aynı çalışmayı Enders vd. [48] genişletmiş, ABD’nin aldığı önlemleri 4 farklı olay olarak değerlendirmiş ve incelenen süreyi uzatmışlardır. Makale sonucunda metal dedektörün etkili olduğu, ABD diplomatlarının korunmasının etkisinin hissedildiği ancak Reagan yasalarının etkisinin olmadığı ve Libya müdahalesinin terör saldırılarını artırdığı görülmüştür.

Tez kapsamında kullanılan göstergelere ait verilerden model bilgisi veri için uygun ARIMA modeli bulunarak çıkartılacaktır. ARIMA modelleri, en az değişken ile en çok açıklayıcılığa sahip olmalıdır. Ancak veri setlerine model uydurma da yaşanan zorluklar sebebiyle daha fazla değişken kullanılmasının gerekliliği tez çalışması boyunca yaşanan bir durumdur. Bazı tahmini değerlerin hesaplanması süreçlerinde modellere ilişkin basitlik arayışı model kurabilme arayışının arkasında kalmıştır.

### **3.1.2. Sebepsel (Ekonometrik) Zaman Serileri**

Sebepsel (ekonometrik) zaman serilerinde zaman bilgisi yerine bir başka değişken tanımlanmıştır. Kısaca bu modellerde değişkenler arası ilişki modellenir. Adından da anlaşılacağı üzere sebepsel bir bağlantı bulmayı amaçlayan bu tarz modeller bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında yüksek bir korelasyon gerektirir. Bu modeller zaman serileri ile karşılaştırıldığında genellikle daha iyi sonuçlar verirler [49][50]. Verilerin durağan yapıda olmadığı durumlarda zaman serisi kullanımı zorlaşır. Bu durumlarda sebepsel zaman serilerinin kullanımı daha uyumlu bir model çıkarmak için kullanılabilir. Verilerin durağan olmadığı ekonomi verileri de bu süreç içerisinde değerlendirilebilir [51].

Bu modellere en uygun örnek regresyon modelleridir. Regresyon modellerinde bir veya birden daha çok bağımsız değişkenin bir bağımlı değişken üzerinde etkisi modellenmeye çalışılır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi modelleme çalışması olarak tanımlayabileceğimiz

regresyon modellerinde elde edilen veriler kullanılarak en küçük kareler yöntemi ile model parametreleri hesaplanır [52]. Regresyon modeli, veriler ile tahmin çizgisinin arasındaki farkların toplamının sıfır olması esasına göre çalışır. Bu modellerde bağımsız değişkenler arası bağımsızlık olması model başarısını etkilemektedir. Zaman serilerinden farklı olarak zamana bağlı olmadan bir veriye bağlı olarak modeller kurgulanır. Model bileşenleri ise açıklanmak istenen veri setini açıklayacağı düşünülen bağımsız değişkenler, bunların katsayıları ve bir hata terimini içermektedir. Hata terimine yönelik yapılan analizler modelin açıklayıcılığı dışında veriye ne kadar uyumlu olduğunu ve tahmin modellemesi için kullanışlılığını göstermesi açısından önemlidir. Zira, regresyon modellerinde uydurulan modelin gerçekten kullanışlı olup olmadığı yapılacak analizler sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bağımsız değişken sayısının artırılması verinin açıklayıcılığını arttıracak gibi modelin hantallaşmasına ve tahmin etme kapasitesinin düşmesine sebep olacaktır.

Verinin yapısına göre çok sayıda regresyon modeli geliştirilmiştir. Bunlardan birisi olan parçalara ayrılmış regresyon modeli, müdahale zaman serilerinin regresyon modellerine uyarlanmış halidir. Bu modelde de bağımlı değişken ortalaması yaşanan bir şok sonucu değişmiştir. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenlere etkisi ölçülürken aynı zamanda ortalaması değişen bağımlı değişkenin sapma miktarı da incelenir ve anlamlı olup olmadığı ortaya çıkarılmaya çalışılır. Örneğin, Bernal vd. [53] 2008’de dünyada yaşanan finans krizinin İspanya’daki intihar oranlarına etkisini araştırmışlardır. Bu araştırmada krizin olduğu an 2008’in ikinci çeyreği alınmış ve bunun öncesi ve sonrasında yaşanan intihar vakaları parçalara ayrılmış regresyon modeli kullanılarak krizin ölüm vakaları üzerine etkisi sorgulanmıştır. Makale sonucunda krizin intihar üzerine etkisinin varlığı görülmüştür.

Bir başka regresyon modeli örneğinde ise tahmin edilecek bağımlı değişkeni etkileyen birden fazla faktör biliniyorsa çok değişkenli modeller tahmin için kullanılabilir. Bu modellerden biri olan eşbütünleşik regresyon modelleri dereceleri aynı olan birden fazla bağımsız değişkenin bağımlı değişkene olan etkisini incelerken kullanılmaktadır. Kullanımının avantajı model oluşturulurken bağımsız değişkenlerin tek tek bağımlı değişken üzerinde varyans oluşturmalarına izin vermeden eşbütünleşik regresyon denklemi ortalaması kullanarak parametreleri hesaplamasıdır. Böylelikle bağımlı değişkene ait varyans çok yüksek seviyelere ulaşmaz. Örneğin, Zhu vd. [54] eşbütünleşik regresyon modeli çalışmasında Çin Halk Cumhuriyeti’nin 2020 için kendine koyduğu karbon yoğunluk hedefinin başarılı olup olamayacağını incelemiştir. Karbon yoğunluk verisi karbon salınımı hacminin GSYH’a oranıdır. Bu hesabın yapılabilmesi için ülkenin GSYH hedefini 2020 için



tutturacağı varsayılmıştır. Enerji tüketimi verisi ve kullanılan enerji türleriyle karbon salınımı hacmi hesaplanmıştır. Sonuç olarak eşbütünleşik regresyon modeline göre Çin Halk Cumhuriyeti'nin karbon yoğunluk hedefine ulaşacağı görülmüştür.

### 3.1.3. Yapay Sinir Ağları

Yapay zekâ modelleri insan beyninin veriyi kullanma yöntemine göre verilerden tahmin modellemesi yapmayı amaçlayan süreçlerdir. Bunlardan yapay sinir ağları insanın sinir sistemi çalışma prensibini taklit ederek model oluşturmayı amaçlar. Yapay sinir ağları; girdi, çıktı ve gizli katmanlardan oluşur. Girdi katmanı sistemin dışarıdan veri almasına yarayan, dış ortamdan veri akışının olduğu katmandır. Çıktı katmanı ise sistem dışına iletilen bilginin yer aldığı katmandır. Gizli katman tek veya çok sayıda nörondan oluşur. Girdi katmanından gelen veriler her nörona giderek belirli bir ağırlık oluşturur ve çıktı katmanından bilgi olarak çıkarlar. Yapay sinir ağları kara kutulardır. Elde olan veriler ile nöronlardaki ağırlıklar değişir ve veri için en uygun hale getirilir. Geri beslemeli yapay sinir ağlarında sistem her gerçekleşen yeni nokta için ağırlıklarını tekrar düzenleyerek öğrenme sürecinin sistem içinde işlemlerini sağlar. Yapay sinir ağlarında sistem içine bakılarak analiz yapma veya sistemin neler öğrendiğinin anlaşılması zordur. Ancak çıkan model sonucunda verinin analizi yapılabilir. Çoğu zaman fazla sayıda veri ile desteklenebilecek analizler daha etkin olmaktadır. İnsanlığın gittikçe artan verilerle baş etmeye çalıştığı düşünüldüğünde yapay sinir ağları ve türevleri diğer modellere nazaran daha verimli ve etkin süreçler üretebilme potansiyeli taşımaktadırlar.

Yapay sinir ağları çok farklı konularda çok başarılı modeller oluşturabilmektedir. Yapay sinir ağları kullanılarak ülkelerin yıllık enerji tüketimi [55], doğalgaz tüketim hacmi [56] ve kısa süreli trafik durumu [57] tahminleri gibi çok farklı konularda başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir. Ayrıca aynı veriler için oluşturulan ARIMA ve yapay sinir ağları modelleri karşılaştırıldığında, yapay sinir ağları modellerinin daha başarılı olduğu görülmüştür [58]. Özellikle yapay sinir ağları finans sektörü için oluşturulan modellerde diğer modellere göre avantaj sağlamaktadır. Kaastra vd. [59] finans ve ekonomik zaman serilerinin modellenmesine ilişkin 8-aşamalı bir model önermiştir.

### 3.2. Kontrol Grafikleri

Tez kapsamında otokorelasyonlu verilerin kontrol grafiklerinde izlenmesi sağlanmıştır. Bir model bilgisi içeren verilerin geleneksel kontrol grafikleri kullanılarak incelenmesi varsayımların ihlali dolayısıyla yanlış analizler yapılmasına sebep olacaktır [60]. Kontrol grafikleri, izlenen sürece ilişkin bilinen veya tahmin edilen parametreler kullanılarak

oluşturulan çevrimiçi ve süreç kontrolünün yapıldığı grafiklerdir [61]. Kontrol grafikleri ile izlenen sürecin kontrol durumunu tanımlayan limitler dâhilinde kalması beklenen veriler izlenir. Kontrol dışına çıkışlar tespit edilerek sistemin veriminin artması sağlanır.

Geleneksel kontrol grafiklerinde kullanılacak verinin eş dağılımlı ve birbirinden bağımsız olması ve veri dağılımının normal olması varsayılmaktadır [62]. Süreç ortalamasının kontrolü ortalamalara yönelik yapılan kontrol grafikleri ile, sürece ait değişkenliğin kontrolü ise değişkenlik kontrol grafikleri ile gerçekleştirilir [61]. Ortalamaya ilişkin grafiklere  $\bar{x}$  kontrol grafikleri, değişkenliğe ilişkin grafiklere ise s veya R kontrol grafikleri örnek olarak verilebilir.

Kontrol grafiklerinin performansı ortalama tekrar uzunluğu ile hesaplanır [61][63]. Bu değer incelemecilere süreç parametrelerinin değerlerine göre limit dışına çıkma hızını verir. Kontrol grafiklerinde, sürece ait parametreler kullanılarak, istenen performans seviyesine göre grafik parametreleri belirlenir. Bu parametreler ile oluşturulan alt ve üst limitler çerçevesinde sürece ait parametreler zaman bazlı denetlenir. Bu limitler sürece ait ortalama ve standart sapma gibi parametrelerin kontrol içinde olmasına ilişkin olarak çevrimiçi ve çevrimdışı gösterim sağlar.

Veri setinin alındığı süreç iki şekilde tanımlanmaktadır; kontrol altında ve kontrol dışında. Süreç kontrol dışı durumda ise parametreleri kontrol altındaki değerlerden sapmıştır.

Sürecin kontrol altında olması durumunda veri seti çoğunlukla kontrol grafiğinde oluşturulan limitler içerisinde kalacaktır. Verinin limitlerin dışına çıkması iki şekilde olabilmektedir. Süreç kontrol altındayken rasgelelikten ötürü limit dışında bir veri oluşabileceği gibi sürecin kontrol dışına çıkması sonucunda limit dışı bir veri oluşabilecektir. Birinci durum yanlış sinyaldir ve istenmeyen bir sinyal türüdür. İkinci durumda ise sinyal ne kadar erken uyarı verirse hatanın tespiti hususunda başarı o kadar iyi sağlanmış olur. Süreç kontrol altında iken kontrol dışı sinyali Tip-1 hata ( $\alpha$ ) olarak adlandırılırken, süreç kontrol dışındayken sinyal verilmemesi ise Tip-2 ( $\beta$ ) hata olarak adlandırılır. Tez kapsamında Shewhart ve CUSUM kontrol grafikleri kullanılmıştır.

### 3.2.1. Shewhart Kontrol Grafikleri

1920'li yıllarda Walter A.Shewhart'ın geliştirdiği bir istatistiksel süreç kontrol aracı olan Shewhart kontrol grafiği temelde sürece ait değişkenliği ikiye ayırma prensibine göre çalışır. Kontrol altındaki sürecin değişkenliğini, kontrol dışı değişkenlikten ayırmayı hedefleyen Shewhart kontrol grafikleri zamanla süreçte yaşanan parametre değişimlerinin tespitiyle

bunu gerçekleştirmektedir. Sürece ait kontrol altındaki durum parametreleriyle (ortalama, standart sapma vb.) hedef performans ölçütüne göre alt ve üst limitler belirleyen incelemeci, bir kontrol istatistiğini bu kontrol grafiğinde izleyerek süreci takip edebilmektedir. Limitlerin dışına çıkan veri, kontrol dışı durum olarak incelenerek sürecin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Kontrol grafiği ile izlenecek kontrol istatistiği  $w$  ile gösterilecek olursa, kontrol limitleri aşağıdaki gibi hesaplanabilecektir.

$$\text{Üst Kontrol Limiti (ÜKL): } \mu_w + L\sigma_w$$

$$\text{Kontrol Limiti (KL): } \mu_w$$

$$\text{Alt Kontrol Limiti (AKL): } \mu_w - L\sigma_w$$

Burada, normal dağılımlı veriler için süreç kontrol altında iken elde edilecek ortalama tespit uzunluğu ( $ARL_0$ ) = 370 olarak tanımlanırsa,  $L$  için verilecek değer 3 olacaktır.  $\mu_w$  kontrol istatistiğinin ortalamasını,  $\sigma_w$  bunun standart sapmasını göstermektedir.

Shewhart verilerin normal dağıldığını ve birbirinden bağımsız olduğunu varsaymaktadır. Tek bir örnekleme ilişkin bilgiyi içermesi ve hafızaya sahip bir kontrol grafiği olmaması sebebiyle süreçte yaşanan küçük sapmaların tespitinde yetersiz kalabilmektedir.

### 3.2.2. CUSUM Kontrol Grafikleri

CUSUM kontrol grafikleri Page'in 1954 ve 1961'de yayınladığı makaleler ile temelini ortaya koyduğu istatistiksel süreç kontrol araçlarındandır [64][65]. Çözüm olarak sunulduğu problem süreçlere ilişkin parametre değişikliğinin tespit edilmesidir. Shewhart grafiklerinden farklı olarak, veri izlenirken daha önceden izlenmiş olan verinin bilgisini de dikkate alan CUSUM kontrol grafikleri daha küçük sapmaların daha kolay tespit edilmesini sağlamaktadır.

CUSUM kontrol istatistiği,  $\mu_w$ 'nin artışlarının izlenmesi için  $C^+$  ve azalışları için  $C^-$  olacaktır. Bir  $t$  zamanında bu istatistikler;

$$C_t^+ = \max [0, w_i - (\mu_w + K) + C_{i-1}^+],$$

$$C_t^- = \max [0, (\mu_w - K) - w_i + C_{i-1}^-],$$

Buradan,  $C_0^+ = 0, C_0^- = 0$  ve  $K$  referans değer olarak adlandırılmaktadır.  $C^+$  ile  $C^-$  istatistikleri kontrol limiti  $H$  ile karşılaştırılarak sürecin kontrol dışına çıkıp çıkmadığı değerlendirilmektedir.

$H=4,77\sigma_w$  ve  $K=0,5\sigma_w$  için  $ARL_0 = 370$  değerine ulaşılmaktadır. CUSUM grafikleri, küçük sapmalara karşı daha etkin bir kontrol aracı olması sebebiyle büyük sapmaları daha hızlı tespit edebilmesi açısından da çeşitli uyarlamalarla geliştirilmiştir [66].

Kontrol grafikleri iki fazda uygulanarak verinin izlenmesi sağlanmaktadır. Buna göre birinci fazda kontrol limitleri belirlenir. İkinci fazda ise süreç birinci fazda belirlenen limitler dâhilinde izlemeye alınır.

### **3.2.3. Kontrol Grafiklerinde Fazlar**

#### **3.2.3.1. Faz-1 Aşaması**

Faz-1 aşamasında elde edilen  $n$  adet veri kullanılarak sürecin kontrol altındaki durum için parametreleri belirlenir ve kontrol grafiği tasarım yapılır. Elde olan veriden en iyi sonucu çıkarmanın esas olduğu bu fazda, verinin sayısal olarak fazlalığı genellikle sürece ilişkin parametre tahminlerini iyileştirir. Bu faz esasen çevrimdışı bir fazdır.

#### **3.2.3.2. Faz-2 Aşaması**

Faz-2 aşaması, tasarlanan kontrol grafikleri kullanılarak çevrimiçi olarak sürecin takip edildiği dönemdir. Bilinen parametrelerin istenen performans kistasına göre belirlenen alt ve üst limitler çerçevesinde izlenmesi ile sürecin kontrol dışına çıkıp çıkmadığı takip edilir. Eğer sistem kontrol dışına çıkarsa kontrol altına alınmak üzere kontrol dışı durum aksiyon planları uygulanır.

### **3.2.4. Kontrol Grafiklerinin Tez Kapsamında Uygulanması**

Tez, endüstri devrimlerinin ekonomik göstergeler üzerine etkisinin ne zaman gerçekleştiği sorusuna nicel kontrol grafikleri ile cevap vermeyi hedeflemektedir. Elde edilen ekonomik göstergelere ait tarihsel veriler kullanılarak veri setlerinin parametreleri kestirilmiştir. Tarihsel veriler standartlaştırılarak kontrol grafiklerinin tasarımlarının ve performans ölçütlerinin aynı olması sağlanacaktır. Kontrol altındaki durum için performans  $ARL_0 = 370$  olacak şekilde Shewhart ve CUSUM kontrol grafikleri tasarlanacaktır.

Montgomery [61], Faz-1’de Shewhart grafiklerinin kullanımının daha yararlı olacağını belirtmiştir. Shewhart grafikleri kolay tasarlanmaları ve yorumlanmaları sebebiyle tercih edilmektedir. Parametre değişiminin tahmini için oluşturulmuş olan [64] CUSUM grafikleri ile Faz-2 aşamasında değişim noktası tahmin edicisi bulunmaya çalışılmıştır. CUSUM kontrol grafiklerinde kontrol dışı durum sinyalinin önce istatistiğin en son sıfırlandığı tarih, değişimin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

Ekonomik göstergelere ait verilerin korelasyona sahip olması, izlenmeleri sırasında kontrol grafiklerinin performansını düşüren bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır [67]. Korelasyonlu veriler için yazında önerilen yöntem veriden alınan model bilgisi sonrası oluşacak artık değerlerin kontrol grafikleri kullanılarak izlenmesidir [60][62][67]. Yapılan

alışmalar korelasyonlu verilerin kontrol grafiklerinin sonuçlarını etkilediğini göstermektedir. Johnson ve Bagshaw [68][69] yaptıkları çalışmalarda korelasyonlu verilerde ortalama tespit uzunluğu performansının olumsuz etkilendiğini göstermişlerdir. Ayrıca çalışmada korelasyonlu veri setlerinin tespit uzunluğu varyansının korelasyonsuz verilere göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Runger vd. [63] makalelerinde otokorelasyonlu verilerle yapılacak CUSUM kontrol grafikleri için veriden model bilgisi çıkartıldıktan sonra kalan artık değerlerin kullanımını önermişlerdir. Bu sayede sapmalara ilişkin ortalama tespit uzunluğu ( $ARL_1$ ) performansının çok değişmediği belirlenmiştir. Ancak, Wardell [67], korelasyona sahip veri setlerinin artık değerleri ile oluşturulan grafiklerin ARL değerinin standart sapmasının korelasyonsuz veri setlerine göre yüksek olduğunu belirtmiştir. Özellikle süreçte kontrol dışılığın oluşmasından itibaren ilk veride uyarının verilme ihtimalinin çok yüksek olduğu ancak tespit gerçekleşmezse uyarının geciktiği yapılan simülasyon çalışmalarında gözlemlenmiştir[67].

Tez kapsamında, ekonomik göstergelere ait veriler korelasyonlu olduğundan, veriler için en uygun model tespit edilip model bilgisi veriden arındırılmış ve artık değerler kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Ancak bazı yıllara ait verilerin kontrol dışı olmasının sebebi endüstri devrimleri dışında bir kaynağa sahipse ve bu kaynak biliniyorsa bu veri grafiklerden çıkarılarak kayıp değer ataması yapılmıştır. Bu sayede sürece ait kısıtlı verinin hepsinin kullanılması sağlanmış ve verinin derinliğinin azaltılmasının önüne geçilmiştir.

### **3.3. Kayıp Değer Ataması**

Yıllara dayalı olarak elde edilen ekonomik göstergelere ait verilerin bir kısmı savaş ve kriz gibi olağanüstü durumlardan ötürü, tez kapsamında yapılacak çalışmaya yanıltıcı bilgi sunabilmektedir. Bu gibi durumlarda ilgili yıla ait ekonomik gösterge verisinin yerine bir veri koyulması, ekonomik göstergelerin süreklilik özelliği göz önüne alındığında bir zorunluluktur. Örneğin, I. Dünya Savaşı ve sonrası yılları İngiltere için diğer yıllarla aynı şekilde değerlendirmek hatalı sonuç verecektir. Bunun için ilgili yılın verisi çıkarılacak ve yerine uygun bir kayıp değer atama yöntemi ile tamamlama işlemi gerçekleştirilecektir.

Kayıp değer atama yöntemleri istatistiksel çalışmalarda kullanılan ve elde edilemeyen ya da doğruluğunun şüpheli olduğu bilinen verilerin çıkarılması sonucunda çalışmanın etkinliğinin azalmaması için uygulanan bir yöntemdir. Kayıp değer atama yöntemleri sayesinde veri setinden çıkarılması gereken veri yerine konan veriler sayesinde çalışmanın anlamlılığı ve etkinliği korunur.

Kayıp değer atama yöntemleri uygulanmadan önce, veri setinin ve eksik olan verinin dağılım ve parametre gibi özelliklerinin anlaşılması gerekmektedir. Veri setinin parametrelerinin anlaşılması, uygulanacak olan yöntemi doğrudan etkileyeceği için sürecin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ancak eksik olan verinin, veri seti ile olan ilişkisi uygulanacak yöntem açısından daha büyük önem taşımaktadır. Kayıp değer atama yöntemlerinde, eksik olan verinin sahip olduğu modelin tanımlanması aşaması, uygulanacak olan yöntemin belirlenmesinde, dolayısı ile veri setinin anlamlı bir bütün haline gelmesi açısından en önemli aşamadır.

### **3.3.1. Kayıp Değerlerin Modelleri**

Eksik olan verinin veri seti ile olan ilişkisi açısından 3 farklı model izlemesi beklenmektedir. Bu 3 modele göre atama yapılacak kayıp değer tahmin edilme parametreleri ve yöntemleri farklılık gösterecektir [70].

#### **3.3.1.1. Eksikliğin Tamamen Rasgeleliği Modeli**

Birinci model eksikliğin tamamen rasgeleliği olarak tanımlayabiliriz. Bu modelde kayıp değer gözlemlenmiş veya diğer gözlemlenmemiş olan kayıp değerler ile bir bağının olmaması durumu incelenmektedir. Burada önemli olan nokta, eksikliğin tamamen rasgeleliğinin diğer verilerle olan ilişkisini değil eksik olması durumunu tanımlamasıdır [70].

Örneğin, kan örneği alınarak yapılan bir incelemede kan alınan cam tüpün kırılması durumunda bir kişiye ait veri setinin kayıp değer içermesi söz konusudur. Burada rasgele olan olgu cam tüpü kırılma olayının, yani kayıp değer sebebidir [71].

#### **3.3.1.2. Eksikliğin Rasgeleliği Modeli**

Eksikliğin rasgeleliği modelinde ise kayıp değerin gözlemlenen olaylarla ilgisi bulunmaktayken, eksik olan diğer verilerle ya da gözlemlenmeyen verilerle ilgisi bulunmamaktadır. Bir başka deyişle, bu modelde kayıp değerler; kayıp değerlere bağlı iken, eksik olmayan verilerden bağımsız olacaklardır [72]. Bu durumda kayıp değer gözlemlenenler açısından rasgele iken gözlemlenmeyen veriler için dağılım ve parametreleri açısından bir bağımlılık içerecektir [71].

#### **3.3.1.3. Eksikliğin Tamamen Rasgele Olmaması Modeli**

Eksikliğin tamamen rasgele olmaması modelinde ise kayıp değer hem gözlemlenen hem de gözlemlenmeyen verilere bağlıdır. Bu duruma göz ardı edilemez modeli de denmektedir [70]. Göz ardı edilemez model denmesinin sebebi veri setinde yer alan kayıp değerlerin kalan

veriler ile işlem görmeden doğrudan tahmin edilmesinin yanlı ve etkisiz bir sonuç doğuracak olmasıdır. Örneğin, gelir düzeyi yüksek bireyler kendi kazanç seviyeleri hakkında bilgi vermekten sakınılmaktadırlar ve bu durum veri setinden kayıp değerler yaratmaktadır. Ancak bu kayıp değerlerin, eksikliğin tamamen rasgele olmaması modeli dikkate alınmadan tamamlanması durumunda, gelir tahminleri her zaman yanlı ve etkisiz tahminler olacaktır. Veri setinin sapmasını bozduğu gibi ortalamadan da sapmalara sebep olacaktır [73][74]. Hesaplanması ve oluşturulması en zor kayıp değer ataması modeli eksikliğin tamamen rasgele olmaması durumudur. Bunun sebebi eksikliğin nedenin eksikliğin içerdiği bilgiden kaynaklanmasıdır.

#### **3.3.1.4. Kayıp Değer Modellerinin Karşılaştırılması**

Aynı örnek ile üç modeli anlatmak gerekirse, bir hastalığın tanısına ilişkin alınan kilo ölçümü verisine ilişkin olarak yapılan bir araştırmada, aylık olarak kilosunu tartıran hastaların başka bir işlerinin çıkması sebebiyle gelememesi sonucu oluşan veri eksikliği tamamen rasgeleliğini, bir önceki ölçümde yüksek kilolu çıkmasından dolayı hastanın ölçüme gelmemesi durumunda oluşan veri eksikliği, eksikliğin rasgeleliğini, son ölçümden itibaren kilo almış olmasından dolayı hastanın ölçüme gelmemesi durumunda oluşan veri eksikliği ise, eksikliğin tamamen rasgele olmaması modelini temsil etmektedir. Birinci modelde verinin herhangi bir yöntemle tamamlanması ve hatta o hastaya ilişkin bilgilerin veri setinden çıkarılması genellikle sorun oluşturmaz. Çünkü gelmeme durumu rasgele olduğundan kayıp değer gözlemlenen veriyle uyumlu bir tablo sergileyecektir. Ancak bir önceki ölçümde kilo almış olmasından veya son ölçümden sonra kilo almış olması sebebiyle hastanın ölçüme gelmemesi durumunda kayıp değerlerin veri setine ilişkin parametrelerle doğrudan tahmininin yapılması zorlaşacaktır[72].

Örneklerden de anlaşılacağı üzere kayıp değerlerin kaynağında var olan modelin iyi anlaşılması kayıp değer ataması başlangıcı için çok önemli bir olgudur. Doğru tanımlanamayan eksik modeli sonucunda yanlı ve etkisiz tahminler yapılacaktır.

Ancak, Blankers vd. [70] veri setlerinin sadece tek bir model özelliğini saf olarak taşıyamayacaklarını öngörmüşlerdir. Makale, model saflığının olamayacağı varsayımı ile beraber değerlendirildiğinde, yazında eksikliğin tamamen rasgele olmaması durumunun hesaplanmasının zor, hatta çoğu zaman maliyetli olduğu; bu sebeple, bu tarz veri eksikliklerinin eksikliğin rasgeleliği modeli temel alınarak çözülmesinin gerekliliği belirtilmiştir [70]. Çünkü tek bir modelin saf olarak kayıp değer modeli olamayacağı

varsayımı altında, maliyetli ve hesaplaması zor olan eksikliğin tamamen rasgele olmaması modelinin çözülmesinin tercih edilmeyecek olması normal karşılanmalıdır.

### **3.3.2. Atama Yöntemleri**

Atama yapılacak verinin eksik olma sebebini doğru şekilde anladıktan sonra buna uygun atama yönteminin kullanılması gerekecektir. Atama yöntemleri genel olarak ikiye ayrılabilir. Tek atama yöntemlerinde, kayıp değer yerine tek bir tahmin değerinden veri setine tek bir veri atanmaktadır.

İkinci yöntem grubu olan çoklu atama yöntemlerinde ise, kayıp değer için çok sayıda tahmin, veri belirsizlik durumunun tahmin dağılımında gösterilebilmesi için kullanılmaktadır [71].

Bunların dışında, bir yöntem olarak sayılamayacak ve kayıp değer yapısı gereği uygulanabilen bir yöntem olan ulaşılabilir set yöntemi, bu iki yöntem grubundan ayrı bir şekilde değerlendirilebilecek bir yöntemdir. Ulaşılabilir set yöntemi özellikle kayıp değer tamamen rasgeleliği durumunda uygulanması gereken ve elde olan veri seti ile çalışılması prensibine dayalı bir yöntemdir. Bu yöntemde kayıp değer yerine başka bir veri koyulmadan çalışma gerçekleştirilir. Kayıp değer tamamen rasgeleliği modelinin olmadığı durumda bu yöntemin yanlış ve hatalı sonuçlara sebep olabileceği yazında belirtilmiştir [71]. Ancak özellikle kayıp değer veri setine göre %5-10 oranında kalması durumunda yöntemlerin arasında ciddi bir farkın kalmadığı yazında belirtilmiştir. Örneğin, Heijden [72] ve Marshall vd. [75] makalelerinde %5 oranında bir kayıp değer olduğu durumda yöntemin görmezden gelinebilecek seviyede bir fark yarattığını ortaya koymuşlardır.

#### **3.3.2.1. Tekli Atama Yöntemleri**

Tekli atama yönteminde eksik olan verinin yerine uygun olduğu düşünülen bir veri, veri setine eklenmektedir. Bu, özellikle çok sayıda değişkene sahip olmayan veri setlerinde kullanılması durumunda daha başarılı sonuçlar vermektedir [71]. Atama yapılacak verinin hesaplanma yöntemine göre farklı şekilde gerçekleştirilen bu yöntem yazında genellikle bir parametreyi yansız tahmin edici olmaktan çıkardığı için eleştiri almıştır [74][76]. Çünkü bu yöntemlerde bir parametre tahmini üzerinden atama yapılmaktadır. Örneğin, ortalama atama yönteminde, eksik olan veri dışında kalan veri setinin ortalaması alınarak veri setine atanmaktadır. Ortalamanın yeni veri olarak atanması standart sapmanın üzerinde azaltıcı bir etki yapmaktadır. Heijden vd. [72] farklı metotları karşılaştırdıkları çok değişkene sahip çalışmalarında ortalama atamanın diğer metotlara göre daha olumsuz sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir. Ancak bu fark eksikliğin tamamen rasgeleliği modelinin olmadığı bir örnekleme yapılmıştır. Heijden vd. [77] gerçekleştirdikleri karşılaştırmada sonuç olarak



tekli atama metodunun ulaşılabilir set yönteminden %2,5, çoklu atamaya göre yaklaşık %1,5 daha az kapsayıcılığı olduğunu belirtmişlerdir. Engels ve Diehr [78] yaptıkları çalışmada daha yansız sonuçlar çıkaracaklarına inandıkları atama yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Buna göre veri setinde eksik olan verileri için; eksik olan verilerin ortalamasının kullanılması, diğer değişkenlere göre oluşturulan regresyon modeline göre tahmini verilere normal dağılımlı rasgele hataların eklenmesi, son gözlemin kayıp değer yerine koyulması ve kayıp değer öncesi ve sonrası verilerin ortalamasının alınması metotları uygulanmıştır. Çalışmada eksik olan verilerin ortalamasının eklenmesinin en kötü sonucu verdiği görülmüştür [78].

Burada yer alan bir yöntem olan regresyon modeline göre tahmini verilerin kayıp değer yerine atanması yönteminde, eksik olmayan veriler kullanılarak kayıp değer türü için diğer değişkenler ile yapılacak regresyon modelinin kayıp değerler için bir tahmini veri üretmesi sağlanmaktadır. Kayıp değerler için regresyon tahmin modelinin kullanılmasının varyansı azaltacağı eleştirileri bulunmaktadır. Buna karşın, yöntem standart normal dağılıma sahip bir hata teriminin tahmini değere eklenmesi ile geliştirilmiştir. Landerman vd. [79] yaptıkları çalışmada regresyon modelinin çoklu modele göre, özellikle regresyon modelinin tahmin gücünün yüksek olması durumunda, oldukça etkin olduğunu belirtmişlerdir.

### **3.3.2.2. Çoklu Atama Yöntemleri**

Çoklu atama yöntemleri tekli atama yöntemlerinden farklı olarak eksik olan bir veri yerinde birden fazla veri tahmini atamaktadır. Bu yönetime göre bir verinin kayıp değere atanması tek bir parametrenin sağlanması açısından yeterliyken, bu durum diğer parametrelerin yanlış olmasına yol açmaktadır.

Tekli atama yöntemlerinin eksikliklerinin giderilmesi ve daha yansız sonuçlu atamalar yapılabilmesi amacıyla çoklu atama yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu yönetime göre, tek bir kayıp değer için kalan veri setinin doğasına uygun katkıyı yapabilecek sayıda yeni tahminin veri setine dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu yöntemin diğer basit atama yöntemlerine göre daha kapasiteli ve entelektüel olduğu farklı örneklerde gözlemlenmiştir [80]. Bu yöntemde sürece bir veri yerine en az iki veya daha fazla tahminin atanabileceği varsayılmıştır. Bu sebeple çoklu atama yöntemleri, tez kapsamında yapılan çalışmayla uyumsuzluk içermektedir.

### **3.3.2.3. Atama Yöntemlerinin Karşılaştırılması**

Donders vd. [71] makalelerinde kayıp değerlerin tamamen rasgeleliği durumunda ulaşılabilir set yönteminin etkisiz ancak geçerli bir sonuç doğurduğunu ancak eksikliğin rasgeleliği

durumunda ulaşılabilir set yönteminin yanlı sonuçlar doğuracağını belirtmişlerdir. Bunun sebebi eksikliğin tamamen rasgele olmaması durumunun aslında kayıp değerlerin doğasına ilişkin bilgi taşımasıdır. Bunun için makalede, eksikliğin rasgeleliği durumunda sadece ulaşılabilir set yönteminin değil diğer basit yöntemlerinde yanlı sonuçlar vereceği ve tekli ya da çoklu atama yöntemlerinin kullanılmasının daha yansız ve etkili sonuçlara yol açacağı bildirilmiştir.

White ve Carlin [73] makalelerinde kayıp değerın tamamen rasgeleliği durumunda, bütün yöntemlerin görmezden gelinebilecek bir yanlılığı olacağını ancak diğer kayıp değer modellerinde her yöntemin o model için ayrı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bununla beraber kayıp değerlerin, eksikliğin rasgeleliği veya eksikliğin tamamen rasgeleliği modelleri olduğu varsayımı altında tek değişkene bağlı veri setlerinde çoklu atama yöntemleri ile ulaşılabilir set yöntemi arasında büyük bir fark oluşmadığı vurgulanmıştır. Ayrıca değişken sayısı arttıkça çoklu atamanın ulaşılabilir set yöntemine olan üstünlüğünün arttığının gözlemlendiği makaleye göre değişken ile sonuç arasındaki ilişki arttıkça ulaşılabilir set yönteminin etkinliğinin ve yansızlığının azaldığı belirtilmektedir.

Özellikle yazında eksikliğin %5-10 arasında olması durumunda ulaşılabilir set yönteminin uygulanabilecek en verimli yöntemlerden biri olduğu konusunda uzlaşa bulunmaktadır [74][76][81].

Blankets vd. [70] makalelerinde yukarıda yer alan bütün yöntemlerin verilerin normal dağıldığı varsayımı ile gerçekleştirildiğini belirtmektedirler. Ancak makalede, verilere herhangi bir dönüşüm dahi uygulanmaksızın normal dağılıma sahip olmayan veri setleri içinde de yukarıda yer alan yöntemlerin yüksek performans verebileceği vurgulanmıştır.

Tez kapsamında, yazında belirtildiği üzere çıkartılan veri %5-10 altı bir oranda ise ve sürekliliği engellemeyecek şekilde oluşuyorsa sistemden veri çıkarılacak veya veri görmezden gelinecektir. Bunun dışında eğer sürekliliği bozacak veya %5-10 oranından fazla bir eksikliğe denk gelecek kadar veri, savaş ve ekonomik kriz döneminden etkileniyorsa, Faz-2 aşamasında sadece regresyon tahmin modeli yöntemi, eğer Faz-1 aşamasında ise regresyon modeline rasgele hata eklenmesi yöntemi kullanılacaktır. Ekonomik göstergelerin artma eğilimleri sebebiyle yıl verisiyle bir korelasyona sahip olması regresyon tahmin modeli geliştirilmesinin seçilmesinde değerlendirilen bir durumdur. Yıla ilişkin yapılacak tahmini ekonomik gösterge verisine Faz-1 aşamasında rasgelelik eklenmesi ile atanacak verinin, veri setinin varyans tahminini etkilemesinin engellenmesi amacını taşımaktadır.

Faz-2 aşamasında küçük sapmalara duyarlı CUSUM grafiklerinin kullanılacak olması sebebiyle rasgele hata değişkeni regresyon tahminine eklenmeyecektir. Bunun sebebi ise, CUSUM grafiklerinin atanacak veri ile uyarı verecek şekilde etkilenmesinin önüne geçilmeye çalışılmasıdır. Kriz ve savaş yıllarında Endüstri Devrimi etkisinin yansız bir şekilde görüleceği düşünülmendiğinden, bu yıllarda sürecin olağan şekilde devam etmesi istenmiştir.

Ulaşılabilir set yöntemi yüzdesel olarak yazında izin verilen seviyelerde olduğunda kullanılmış ve sistem sıfırlanarak veya görmezden gelinerek veri silinip izlemeye devam edilmiştir. Ancak limit dışına belli bir yönelim olması durumunda regresyon modeli denenmiştir. Bunun dışında veri setine göre %5-10'dan fazla bir eksiklik oluşacaksa bu durumun süreklilik açısından sorun yaratacağı düşünülerek ulaşılabilir set yöntemi kullanılmamıştır.

### **3.3.3. Değişim Noktası Tespiti İçin CUSUM**

Tez kapsamında, çeşitli ekonomik göstergelere ilişkin belli aralıklarla parametre kestirimi yapılarak bu kestirimlere göre kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Kontrol grafiklerinin ülkelere ait göstergelere ilişkin kontrol dışı durum uyarıları incelenmiştir. Grafiğin uyarı verdiği yıllar incelenerek, ilgili yıllarda bir kriz ve savaş gibi endüstri devrimi dışında göstergeleri etkileyebilecek süreçlerin varlığı sorgulanmıştır. Uyarının bu tip sebepler dolayısıyla yaşanmadığına yönelik bulgular olması halinde uyarı endüstri devrimi etkisi sayılmış olup uyarı veren yılın o gösterge için endüstri devriminin etkisini gösterdiği yıl olduğu kabul edilmiştir. Bir sonraki veri setinin başlangıç yılı olarak uyarı veren bu yıl alınmış ve yeni aralık için göstergelere ait parametre kestirimi yapılmıştır.

Burada temelde yapılan işlem değişim noktası tespitinin yapılmasıdır. Kontrol grafikleri bu değişim noktalarının tespiti için tez kapsamında kullanılmıştır. Değişim noktası tespiti daha çok var olan süreçlerin incelenerek, parametrelerinin değişme anlarına yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda yapılmaktadır. Örneğin, bir üretim süreci izlenerek üretim parametrelerinin çeşitli sebeplerle değişmesi sorgulanırken kontrol grafikleri kullanılabilir. Bu durumda, kontrol grafiklerinin incelemeci açısından verimli olması için gerekli en önemli performans ölçütü süreç kontrol dışı iken grafiklerin olabildiğince hızlı uyarı vermesi olacaktır. Sürecin kontrol dışına çıktığı anın en hızlı şekilde tespiti bu hatayı düzeltme amacının güdülmesi açısından önemlidir. Tez kapsamında ise, tarihsel bir olayda sürecin düzeltilmesi gibi bir husus geçerli olmayacaktır. Ancak ekonomik göstergelere ait parametre değişimi zamanının doğru tespit edilmesi, bir sonraki döneme ilişkin ilgili ekonomik

göstergenin doğru parametre kestiriminin yapılması için oldukça önemlidir. Ancak bu sayede bir sonraki endüstri devrimi dönemi için oluşturulmuş kontrol grafikleri doğru şekilde oluşturulabilmiştir.

Yazında yapılan araştırmalarda özellikle Shewhart grafikleri sürecin kontrol dışına çıkması durumunda geç uyarı vermesi dolayısıyla eleştirilmiştir. Shewhart grafiklerinin sadece son örnekleme ilişkin bilgiyi kullanması bunun temel sebebidir [82]. Samuel vd. ile Perry vd. [83][84] özellikle küçük sapmalara ilişkin olarak, en fazla olabilirlik kestiricilerinin Shewhart grafiklerine oranla daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Ancak sapma büyüdükçe performanslar birbirine yaklaşmaktadır.

Değişim noktası tahmin edicisi için Shewhart kontrol grafikleri yerine CUSUM kontrol grafiklerinin kullanılması daha tatmin edici sonuçlara sebep olmuştur. Çünkü CUSUM grafikleri son ve daha önceki verilere ilişkin bilgileri kullanmaları sebebiyle daha iyi sonuç vermişlerdir [82]. Nishina [85] makalesinde CUSUM kontrol grafiklerinin MA ve EWMA kontrol grafiklerine göre değişim noktası tespiti için daha başarılı sonuç verdiğini belirtmiştir. Bu, CUSUM grafiklerinin yapısal özelliği düşünüldüğünde anlamlı hale gelecektir. CUSUM kontrol grafiklerinin birikimli bir şekilde ilerlemesi sebebiyle sürecin kontrol dışı olduğunu belirten uyarı noktasının tekilliği ortadan kalkmakta ve değişimin başladığı nokta tahmin edicisi daha yansız bir sonuç çıkartma imkânına sahip olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, tez kapsamında değişim noktası tahmin edicisi olarak CUSUM kontrol grafikleri kullanılmıştır.

Tezin temelde savunduğu, endüstri devrimlerinin sadece bir olaydan dolayı ortaya çıkmadığı ve birden fazla olgunun etkileşimi sonunda meydana geldiğidir. Bu etkiler kontrol grafiklerinin sürece ait parametrelerle kurduğu limitler dâhilinde izlenmiştir. Ekonomik göstergelere çok sayıda etmen etki edebilir. Limitlerin dışına çıkan bir istatistik değerinin parametrik değişimin; kriz, savaş veya endüstri devrimi etkisiyle olabileceği varsayılmıştır. Faz-2 aşamasında CUSUM kontrol grafiklerinin kullanılması ile, yıllara ait verilerin bilgileri birikimli bir şekilde izlenebilmiştir. Bu, sadece uyarı noktalarının daha yansız bir değişim noktası tahmin edicisi vermesine değil, aynı zamanda göstergeye etki edebilecek olası diğer etmenlerin (icat, teknolojik bir gelişim vb.) daha rahat yorumlanmasına yol açmıştır.

Faz-1 aşaması ise sürecin yeni bir parametre değişimi yaşaması, bir başka deyişle bir endüstri devrimi bitmesi sonrası gelen bir dönem olması sebebiyle Shewhart grafiğiyle izlenmiştir. Burada tez kapsamında yapılan varsayım, değişim noktası tespiti sonrası 50 yıllık bir süreçte

başka bir devrimin yaşanmayacağıdır. Endüstri devrimlerinin tarihsel gelişimine bakıldığında bu varsayım oldukça makûldür.

### **3.4. Tarihsel Uzgörülere İlişkin Görüşler**

Sosyal, toplumsal ve siyasal olaylarda sayısal olarak etki analizinin bir hesaplama ile yapılması kolay değildir[86]. Tarihsel bakış açısına göre zamanın oku, her zaman tek yönlü akmaktadır. Tarihte yaşanan bir olayın kontrollü deneylerle tekrarlanabilir olmaması, kanunların oluşturulmasına imkân vermeyen bir sonucu, bu olaylara ilişkin olarak çalışma yapanlara zorunlu kılmaktadır. Özetle tarihin tek deneyi, yaşanmış olan tarih olduğu için, bu yaşanmışlığa ait bilgilerin bir kanun oluşturması ve başka örneklerle uygulanması mümkün olmamaktadır. Bu tezin konusunu tarihsel ve neoklasik düşünürler arasında yaşanan tartışmalar oluşturmamaktadır. Tez, geçmişte yaşanan bir olaydan, sürece ait verileri azami ölçüde kullanarak olayın geçtiği dönemin zaman olarak tespitine yönelik bir çalışma sunmaktadır. Bir sonraki döneme ilişkin tahminler geliştirme ve uzgörü ortaya koyma imkanına inanan tez, kesinlikler içeren bir gelecek fotoğrafının sunulamayacağını kabul etmektedir.

### **3.5. Göstergeler**

Ekonomik göstergeler, bir ülkeye ait ekonomik durumun tanımlanması ve analiz edilebilmesi için diğer ülkelerle karşılaştırılabilirlik sağlayan ölçütlerdir. Belli tanımlar çerçevesinde yapılan hesaplamaların şeffaf ve hesap verebilir olma özellikleriyle birlikte ülkeler veya uluslararası kurumlar tarafından sağlanması bize ülkeler arası kıyas getirme ve görece durum tahlili yapabilme şansı vermektedir.

Endüstri Devrimleri yaşattıkları toplumsal ve sosyal dönüşümlerle birlikte bir ekonomik dönüşümde yaşatmıştır. Göstergeler bu dönüşümün gösterimi için önemli aygıtlardır. Özellikle büyüme oranları, kişi başına düşen gelir, ülke ya da kişi başına düşen enerji miktarları ile satın alma gücü gibi göstergeler genel anlamda gelişmenin yönü hakkında bilgi verebilmekte ve makro anlamda ülkelerin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Ancak bu göstergelerin tarihsel olarak daha önemli olması ve analizlerde daha çok kullanılmasının sebebi, daha eski bir tarihselliğe dayanmalarının yanında elde tutulan veriler ile tahmin edilebilir olması ve makro anlamda daha anlamlı bilgiler sağlamalarıdır. Ayrıca büyüme oranı, kişi başına gelir artış oranı gibi verilerin yazında daha çok analiz aygıtı olarak kullanılmasının sebebi ülkelerin kendi karakteristik özelliklerinden daha bağımsız yapıda olması nedeniyle daha karşılaştırılabilir ve objektif değerler olmasıdır. Bunun anlamı, ülkelerin endüstri devrimi sürecine girmesi için gerekli olan kilit gelişmelerin olması için

GSYH gibi verileri ciddi anlamda arttıracak benzer olayların yaşanması gerekmektedir. Her ülke kendi içinde bir özgünlük barındırsa da özellikle kişi başına düşen gelirin belli bir tavanı aşması ve bununla bağlantılı olarak kişi başına harcanması gereken enerji artışının sağlanması için belli teknolojilere sahip olmak ve entelektüel kapasiteye sahip olmak gerekmektedir. Ziraî olarak kendilerini geliştiren ülkelerin endüstri devrimi öncesi refah içinde yaşamaları kendi çağdaşlarıyla değerlendirildiğinde mümkün bir sonuç olarak gözükse de yukarıda endüstri devrimlerinin özetlendiği ölçüde refahın ülke vatandaşlarına sağlanması mümkün değildir. İngiltere’de 17. ve 18. yüzyılda refahın tabana yayıldığı ve vatandaşa yansıdığını görmek yazında mümkün değildir. Bahse konu dönemde gelişmenin özellikle ziraî ürünlere yönelik verimin artırılması ve daha sonra zamanla katma değerli üretimin vatandaşı refaha götürdüğü düşünüldüğünde konu anlam kazanmaktadır. Ziraî alanda teknolojik gelişme vatandaşın refahını belli bir seviyeye çıkarsa da modern anlamda refahın sağlanması ve yayılması için endüstri devrimlerinin yaşanması sonucunda ortaya çıkan teknolojik dönüşümün yaşanarak verimliliğin artması ve yaşamın kendisinin değişmesi gerekmektedir. Bu kapsamda kişi başına düşen gelir ve enerji miktarı ile daha makro anlamda büyüme oranının tespiti için gerekli olan GSYH verilerinin endüstri devrimlerine ilişkin daha anlamlı bilgi vermesi beklenmektedir.

Ancak her türlü göstergenin endüstri devrimlerine yönelik bilgi sağlaması beklenemez. İşsizlik, enflasyon, okuryazar sayısı ya da verilen patent sayısı gibi göstergeler makro anlamda yıllara dayalı bir analiz yapmayı olanaksız kılmaktadır. Örneğin, işsizlik verisi sanayileşmenin getirdiği bir istatistiki veridir. Sanayi toplumu öncesi dönemde işsizlik oranı gibi bir verinin olması, işçi kavramının olmadığı düşünüldüğünde beklenemez. Bu yanılla bakıldığında diğer göstergelerde de benzer sorunlar yaşanmaktadır. İşsizlik oranı gibi kavramların veri olarak hesaplanması ve kaydedilmesinin geçmişinin çok eskilere dayanmamasının yanında bunlara ilişkin tahmin yürütmenin zorluğu da çalışmalarda işsizlik verisinin kullanılmasını zorlaştırmaktadır. İşsizlik hesabı için gerekli olan nüfus verilerinin toplanması, ülkelere ait bölgelerde idare noktalarının entelektüel birikimi ve kayıt tutma seviyesinin yüksekliği ile kurulan sanayinin devlet idaresi altında kayıt altında tutulabilirliği, yani merkezileştirmenin sağlanabilmesi gerekmektedir.

Tez kapsamında kullanılan ekonomik göstergelere ait verilerin bilinen olağanüstü olaylar dışında değişim kaynağının endüstri devrimleri olduğu varsayımı yapılmıştır. Bunun sebebi, Birinci Endüstri Devrimi’nden başlamak üzere endüstri devrimleri ile birlikte insan hayatının geçirdiği değişimin insanoğlunun devrim öncesi hayatına göre olağanüstü

seviyede olmasıdır. Bu değişimin temel ve en önemli kaynağı endüstri devrimleridir. Diğer olayların etkisi zamansal veya etkinlik olarak daha kısıtlı ve sınırlı iken endüstri devrimlerinin etkisi hem zamansal hem de etkinlik açısından çok baskındır.

Ayrıca devrim sonucu ortaya çıkan yeni durumun, insanoğlu tarafından ölçüsel olarak ekonomik göstergelere yansıtılarak anlaşılmaya çalışılması tez kapsamında ekonomik göstergelerin kullanılmasına yönelik bir başka temel sebebi oluşturmıştır. İnsanoğlunun endüstri devrimleri ile geçirdiği devrimin kaynağının bilim ve buna dayalı gelişmeler olduğu varsayımı altında bakıldığında istatistiksel verilerin oluşturulması ve buna bağlı öngörü ve tarih yorumlaması yapılması olağan bir süreçtir. Toplumsal ve siyasal olayların matematiksel olarak hesaplanmasının zor olduğunun bilincinde olarak geçmişe ait veriler kullanılarak geçmişe yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Toplumsal ve siyasal olayların etkisinin ölçümü zor olsa da bu olayları oluşturan temel değişken olan endüstri devrimlerinin etkisinin istatistiksel olarak anlaşılmaya çalışılması ile bir bakıma toplumların refahlarına ilişkin gösterge olan ekonomik verilerin anlamlandırılması sağlanacaktır. Farklı olguların etkisinin detay analizine girmeden sadece temel değişken olarak kabul edilen endüstri devrimlerinin etkilerinin görülmesi üzerinden bir tarih değerlendirilmesi yapılacaktır. Endüstri devrimlerinin etkisi üzerine yapılacak çalışmanın kontrol grafikleri kullanılarak yapılmasının sebebi bir endüstri devrimi dönemine ait veri setinin diğer endüstri devrimine ait veri setine göre parametresinin değişeceği varsayımdır. GSYH veya enerji tüketimi gibi verilerin herhangi bir döneme ait herhangi bir etkenden dolayı değişmesi mümkünse de bu etkinin çok büyük bir etkiye sahip olmadığı varsayımı yapılabilecektir. Savaş, kriz gibi olağanüstü durumlar dışında, seçimlerin olması, kuraklık veya toplumsal bir başka olayın yaşanması durumlarının verileri kontrol grafik limitlerinin dışına tek başına itemeyeceği düşünülmektedir. Belirli bir döneme ait veri setinin parametresinin kontrol grafikleri limitlerinden dışarı çıkarabilecek kadar değişmesine sebep olabilecek etken sayısı sınırlıdır. İşte bu yüzden kullanılan kontrol grafikleri sayesinde limit dışında kalan dönemler sorgulanmış ve başka bir olağanüstü olguyla karşılaşılmazsa etkenin endüstri devrimi olacağı varsayım yapılmıştır.

Tez kapsamında yapılan çalışmalarda endüstrileşmiş toplumlarda elde edilen yıllara ait veriler kullanılmıştır. Yine bu veriler kullanılarak endüstri devrimlerine ait etkilerin ekonomik göstergelere ait verilere etkisi incelenmiştir. Yazında yapılan araştırmada endüstri devrimlerinin başlangıç ve etki dönemlerine yaklaşık tarihler ya da belirli icatların ve

yeniliklerin gerçekleşme yılları esas alınarak ulaşılmaya çalışılmıştır. Tez sonucunda endüstri devrimlerine ait tarihsel anlamda belirli etki alanları oluşturulmuştur.

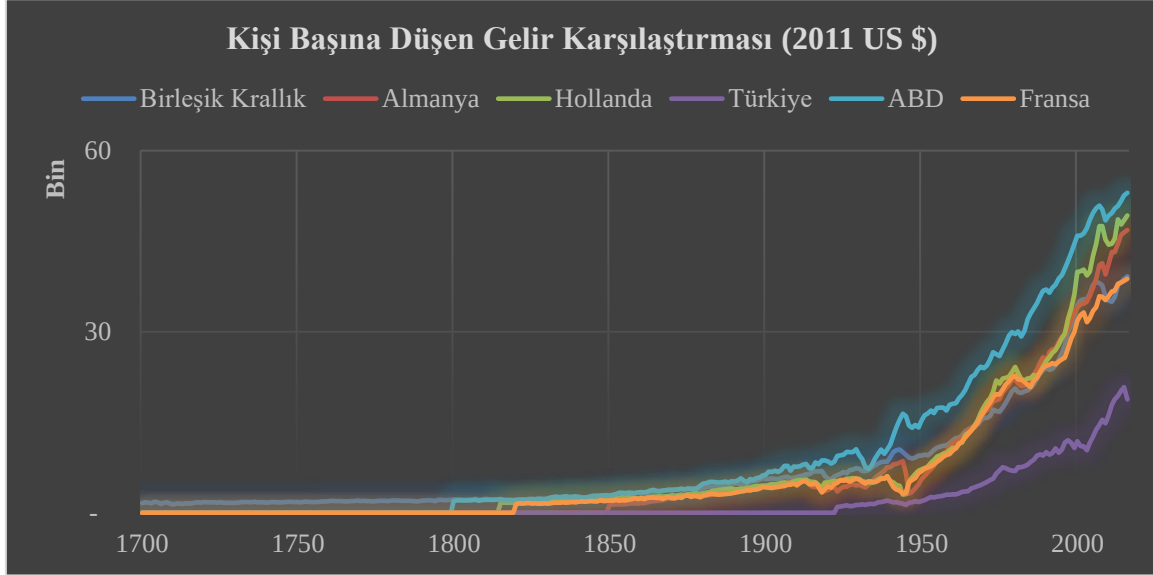
### **3.5.1. Kişi Başına Düşen Gelir**

Üretim süreçlerini incelemek için Kişi Başına Düşen Gelir göstergesi incelenecektir. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla belirli bir dönem içerisinde bir ülke sınırları içerisinde üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin toplamını ifade etmektedir. Bu toplam tutarın nüfusa bölünmesi ile ülke için kişi başına düşen gelir hesaplanmış olur.

Kişi başına düşen gelir hesaplanması için gerekli olan Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve benzeri ilk hesaplama, Sir William Petty tarafından yapılan ve İngiltere'nin savaşıma kapasitesini ortaya koymayı amaçladığı gelir, nüfus ve üretim yapılabilecek tarım alanı gibi verileri kullanmaktadır. Sir William Petty'nin esas uzmanlık alanı anatomi [87] olmasına rağmen istatistik alanında yaptığı çalışmalarla da bilinmektedir. İngiltere'nin savaş kazanması için ek toprağa ve daha yoğun bir nüfusa sahip olması gerekmediği hususunda çalışması, GSYH benzeri istatistiklerin öncüllerini oluşturmuştur [88]. İlerleyen dönemde merkezileşen devletin gerek vergi toplamak gerekse savaş maliyetini karşılamak için ülke refahını ölçmeyi hedefleyen çalışmaları olmuştur. Bu noktada Adam Smith, 18. yüzyıl sonlarına doğru ülkelerde oluşan modern kapitalizm öncesi iktisadi hayata yönelik çalışmaları ile uzun yıllar sanayileşen ülkeleri etkilemiştir. Bu dönemde ortak bir hesaplama yöntemi belirlenmemiş olsa da özellikle dış ticaret verilerinin oldukça başarılı bir şekilde tutulduğu görülmektedir [15]. Güncel istatistik çalışmaları 1929 buhranı sonrası ABD devletinin ekonomi hakkında daha fazla bilgi sahibi olarak krizin öncüllerinin farkedilmesi için göstergeleri yorumlamak istemesi ile ortaya çıkmaya başlamıştır [89]. Kriz sonrası Adam Smith'in görüşlerinden farklı olarak bazı akımlar ortaya çıkmaya başlamıştır. İktisadi tarihte yeni düşünce sistemleri filizlenmiştir. Özellikle Kuznets ve Keynes'in görüşlerinin tartışıldığı dönem olan 30'larda hala ortak bir hesaplama yöntemi konusunda anlaşılammıştı. Ancak II. Dünya Savaşı sonrasında Keynes'in görüşleri ön plana çıkmıştır. Bu dönem GSYH hesaplanması hususunda yöntemlerin olduğu bir dönemdir [90]. Coyle [88] , GSYH ve ülke gelirinin hesaplanma tarihinin makroekonomi tarihi ile eş olduğunu belirtmektedir. Bu anlamda bakıldığında, GSYH sanayileşme açısından oldukça önemli bir araç olmaktadır. Ancak Rostow [15] bu noktada GSYH'nın ülkedeki nüfusa bölünmesi ile hesaplanan kişi başına gelirin daha etkili bir analiz aracı olduğunu belirtmektedir. Kişi başına düşen gelir Deane'e [9] göre de 1750-1850 yılları arasında hayati bir değişmeye uğramıştır.



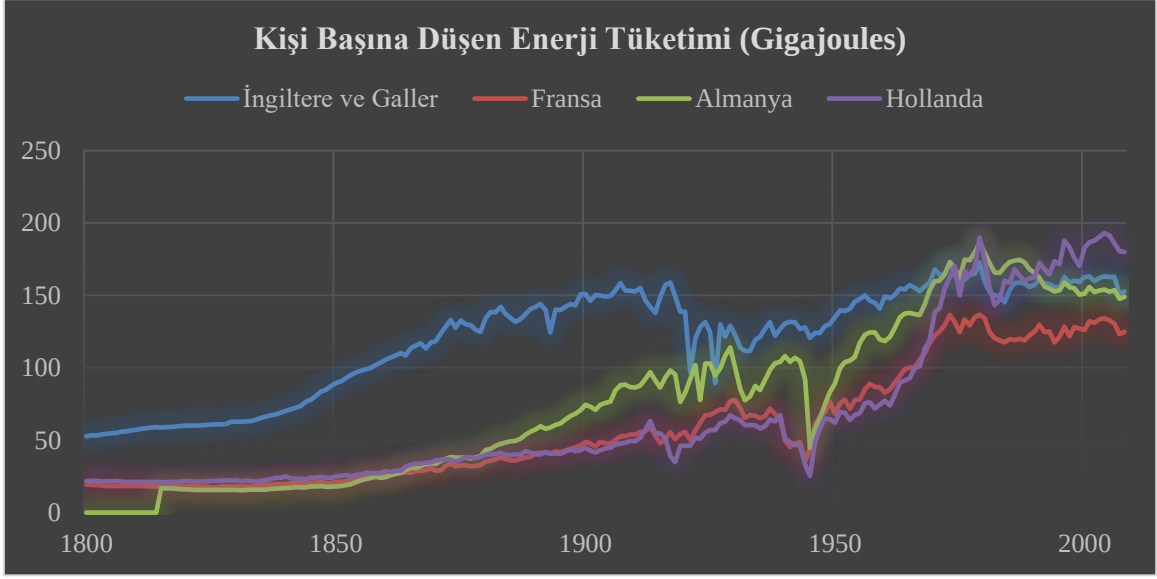
Tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmaya göre, yazınla uyumlu olarak kişi başına düşen gelir endüstri devrimleri için oldukça önemli göstergedir. Ayrıca bu gösterge elde edilebilecek en eski göstergeler arasındadır. Tez kapsamında çalışması yapılan ülkelerin kişi başına düşen gelir göstergesine ait verilerinin karşılaştırması Şekil 3.1.'de bulunmaktadır.



Şekil 3-1. Kişi Başına Düşen Gelir Karşılaştırması (2011 US \$)

### 3.5.2. Enerji Tüketimi

Yazında kişi başına düşen enerji tüketiminin endüstri devrimleri sürecini etkileyen önemli bir unsur olduğu görüşü bulunmaktadır. Deane'e [9] göre endüstri devrimi önünde gelişimi engelleyen en önemli unsur enerji kıtlığıdır. Bu sebeple İngiltere bu kıtlığı deniz yolu kullanımı ile aşması akabinde devrimin gerçekleşmesine yönelik en önemli adımı atmıştır.



Şekil 3-2. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi (Gigajoules)

Enerji tüketimi verisi ülkelere ait enerji harcamalarının tahmini olarak yıllık bazda joules cinsinden gösterildiği veri setleridir. Endüstri Devrimleri ile birlikte yaşanan enerji rejim değişiklikleri ve enerji kullanımının sürekli artması bu veri seti sayesinde incelenmeye çalışılacaktır. Enerji rejimi değişiklikleri gerçek manada enerji kullanımının artmasını mı yoksa tüketim alışkanlıklarının değişimini mi içeriyor bilgisinin aranacağı araştırma ile birlikte özellikle artan enerji harcamalarının aynı model ile açıklanıp açıklanamayacağı ve devrimlerin enerji tüketimi verisi ile anlaşılıp anlaşılmayacağı sorgulanmıştır. Tez kapsamında çalışması yapılan ülkelerin kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait verilerin karşılaştırılması Şekil 3.2.'de bulunmaktadır.

## 4. GÖSTERGELERDE DEĞİŞİM NOKTASI ANALİZLERİ VE BULGULAR

### 4.1. Veri Modelleme

Otokorelasyonlu veri setlerinde, veri setinde yer alan bir verinin başka bir veri ile korelasyonu bulunmaktadır. Otokorelasyonlu veri setleri, veriye ilişkin analiz yapılmasını ve anlamlı sonuçlar çıkarılmasını engelleyebilir. Bunun için verinin sahip olduğu korelasyon, veriden bir model kullanılarak çıkartılır ve artık değerlere ulaşılır. İlk aşamada bir ekonomik göstergeye ait 50 yıllık veri seti alınarak otokorelasyon incelemesi yapılmıştır. Otokorelasyonlu veri setlerinde otokorelasyonun kontrol grafikleri üzerinde yanıltıcı ve başarı azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Otokorelasyon (ACF) ve parçalı otokorelasyon fonksiyonları (PACF) “Minitab” programı yardımıyla hesaplanarak modele uygun Box-Jenkins ARIMA modeli tespit edilmiştir. Veriden model bilgisi çıkartıldığında artık değerler elde edilmektedir. Kontrol grafiklerinin varsayımlarından olan verilerin birbirinden bağımsız ve eş dağılımlı olması koşulu artık değerler üzerinde dağılım incelemesi yapılarak kontrol edilmiştir. Artık verilere ait dağılımın bulunması, uygun kontrol grafiği parametrelerinin kullanılması açısından önemlidir. Artık verilere ait dağılım ve dağılıma ait parametreler hesaplanarak artık verinin sahip olduğu dağılım karakteristiği belirlenmiştir. Eğer artık veriler normal dağılım dışında farklı bir dağılıma sahipse, “Johnson Dönüşümü” yapılarak artık veri seti normal dağılıma çevrilmiştir. Artık değerlerin gerekirse dönüştürülmesi sonrasında parametrelerine göre standartlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu sayede farklı dönemlere ait artık değerlerin aynı parametrelere sahip kontrol grafikleri ile incelenmesi sağlanmıştır.

Özellikle ekonomik göstergelere ilişkin veri setlerinin sürekli pozitif eğime sahip olma eğilimleri ve ortalamanın sürekli değişmesi veri setinin durağan olmadığı anlamına gelir. Bu durum, otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon grafikleri ile değerlendirilmelidir. Model kurulurken amaç en az katsayı ve değişkenle elde olan verinin en iyi şekilde açıklanması prensibine dayalıdır [44]. Veri setinin durağan olmaması durumunda veri setine ADF testi uygulanarak durağanlık kontrolü yapılmıştır. Veri setinin durağan olmaması durumunda fark alma işlemi yapılarak veri seti durağan hale getirilecektir.

Otokorelasyon ve parçalı otokorelasyon grafikleri doğrultusunda denenecek model katsayılarının t-değerlerine göre değerlendirilerek veri setine uygunlukları belirlenmiştir. Uygun modelde, katsayılar için ulaşılan t-değerlerinin (iki) mutlak değerinden büyük olması

beklenmektedir. Uygun modeller arasında hataların ortalama karesi değeri (MSE) en küçük model seçilmiş ve artık değerler bu modele göre hesaplanmıştır.

Faz-1 aşamasında tasarlanacak kontrol grafikleri ile ekonomik göstergelerin Faz-2’de izlenmesi sürecinin en temel noktasını parametre kestirimleri oluşturmuştur. Faz-1 aşamasında kestirimi yapılacak parametreler ile Faz-2 CUSUM grafikleri tasarlanarak veri setinin izlenmesi sağlanmıştır.

Faz-1 aşamasında verilerin sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi için ekonomik göstergelerin normal dağılımı yansıtıyor olması önem taşımaktadır. Kontrol grafikleriyle izlenecek olan veri setine ilişkin olarak yapılan parametre kestirimi sürecinde dağılımı bozan verilerin, endüstri devrimlerinin olağan etkisi dışında o yıl veya döneme ait savaş veya ekonomik kriz gibi olağanüstü olayların yaşandığı yılların etkisinin değerlendirme dışında tutulması için ilgili verilerin veri setinden çıkarılması gerekmektedir. Kayıp değer dolayısı ile yöntemlerin etkilenmemesi amacıyla kayıp değer atama yöntemlerinden biri olan regresyon tahmin modeli ile oluşturulan veriler çıkarılan verilerin yerine veri setine atanmıştır. Faz-1 aşamasında kayıp değer atama işlemi yapılması durumunda değişkenliğin korunması için atanan değerlere rasgele hata terimi eklenmiştir. Bu işlem yapılarak Faz-1 aşaması sırasında gerçekleştirilen parametre kestirimlerinin yansız bir şekilde yapılması sağlanmıştır. Rasgele teriminin eklenmemesi durumunda parametrelerin değişkenliği olduğundan daha düşük çıkacaktır. Bu durum Faz-2 aşamasında limitlerin daha dar olmasına ve daha çabuk sinyal vermesine sebep açabilecektir. Ancak, Faz-2 aşamasında özellikle CUSUM kontrol grafiklerinin küçük sapmalara karşı daha hassas olduğu düşünüldüğünden rasgele hata terimi eklemesi yapılmamıştır. Bu durumun esas sebebi ise ataması yapılan kayıp değer olduğu yıla ilişkin sinyalin istenmemesidir. Savaş, kriz vb olağanüstü olaylar sebebiyle sinyal alınan yılların sinyal vermeyecek duruma gelmesi istendiğinden rasgele hata terimi eklemesi de yapılmamıştır.

Ekonomik göstergelere ait veriler için modelin belirlenmesi, veri setine ilişkin parametre kestiriminin yapılması ve gerektiğinde çıkarılan veriler için veri setine atama işlemi gerçekleştirilmesi sonucu ortaya çıkan artık değerler ile Shewhart kontrol grafiği kullanılarak belirlenen 50 yıllık veriler için Faz-1 aşaması gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada veri izlenerek parametrelerin doğruluğu teyit edilmiş ve Faz-2 aşaması öncesi karşılaştırma için sürecin normal seyri belirlenmiştir. Bu aşamada kontrol grafiğinin uyarı vermesi normal seyirden sapmaların göstergesidir. Bu uyarılar, bir kriz veya savaş durumunu işaret etmesi açısından değerlendirilmiştir.

Faz-2 aşamasında, parametreleri önceden belirlenen ve bu parametrelere göre standartlaştırılan veri seti CUSUM kontrol grafiği kullanılarak izlenmiştir. Mümkünse 50 yıllık zaman dilimleri ile yapılacak incelemelerde kontrol limitlerini aşan noktalar belirlenmiştir. Limitleri aşan bu uyarı noktalarının ait oldukları yıllarda savaş veya ekonomik kriz yaşandığına ilişkin bir tarihsel bilgi olması durumunda, olayın etkisinin devam ettiği yıllara ait veriler veri setinden çıkarılmıştır. Faz-2 aşamasında, Faz-1 aşamasında yer alan verilerden elde edilecek regresyon tahmin modeli kullanılarak çıkarılan yıllara ait veriler eklenmiştir. Uyarı veren yıllara ait savaş veya ekonomik kriz gibi bir durumun varlığı tarihsel bilgi ile teyit edilemiyorsa, bu uyarının doğruluğu kabul edilmiş ve sıradaki endüstri devriminin etkisinin yaşanmaya başladığı yılın tahmin edicisi olarak CUSUM grafiğinde uyarı noktasına doğru yönelimin başladığı tarih değişim başlangıç tarihi olarak kabul edilmiştir. Burada, CUSUM kontrol grafiklerinin kullanılmasının sebebi, CUSUM kontrol grafiklerinin tahmin etme yeteneğidir. CUSUM kontrol grafikleri sayesinde, bir birikime dayalı olduğu tez boyunca işlenen endüstri devrimlerinin, sadece tek bir yıla bakılmadan, önceki yıllara da ait birikime bakılarak değişim tahmin edicisinin hesaplanması sağlanmıştır.

#### **4.2. Veri Kaynakları**

Tez kapsamında, Birinci Endüstri Devrimi sırasında en güçlü devletler arasında yer alan İngiltere, Fransa ve Hollanda'nın yanı sıra, İkinci Endüstri Devrimi'nden sonra diğer ülkeleri hem ekonomi hem de teknoloji anlamında geride bırakan ABD ve Almanya'ya ait tarihsel veriler incelenmiştir.

İngiltere, Almanya, Fransa, Hollanda ve ABD için "Maddison Project Databases" ekibi tarafından 2018 yılında yayınlanan kişi başına düşen gelir tahmini verileri kullanılmıştır. Bu sayede ortak çıktıların kullanımının sağlayacağı avantajlardan faydalanılmaya çalışılmış, ayrı varsayımlarla oluşturulan veri setlerinin yaratacağı farklılık önlenmiştir. Burada verilen tahmini veri seti sonuçları 2011 yılı ABD doları cinsinden değerleri göstermektedir.

Enerji tüketimi verisi Harvard Üniversitesi'nin bir çalışma grubunun energyhistory.org internet sayfasında yayınladığı veri setlerinden alınmıştır. Kişi başına düşen enerji verilerine yönelik tahmini veri setleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışma, aynı kaynaktan alınması sebebiyle aynı varsayımlar altında oluşturulmuştur. Kişi başına düşen enerji tahmini veri seti gigajoules cinsinden değerleri göstermektedir.

Tez kapsamında gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda ilk olarak incelenen ülke İngiltere'dir. Birinci Endüstri Devrimi ilk olarak, gerek teknolojik ve toplumsal gerek ekonomik açıdan devrime hazır olan, İngiltere'de yaşanmaya başlamıştır. Teknolojik gelişmeler ile birlikte,

kendini gösteren tarımsal alanda artan verimliliğin sayesinde biriken sermayenin yatırımlara dönüşmesi ile oluşan ve Rostow'un "kendi kendini besleyen sistem" [15] olarak tanımladığı süreç İngiltere'de kurulmuş ve sistemin kendisi bizzat yayılmayı gerektirdiği için öncelikle kıta Avrupa'ya sonra ise tüm dünyaya yayılmıştır [9].

18. yüzyılda dünya üzerindeki güç dengelerine bakıldığında, Hollanda, İngiltere ve Fransa'nın başat ülkeler olduğu bilinmektedir. 18. yüzyıl sonlarına doğru kurulan ABD, 19. yüzyılda bir güç olarak yükselmekte Almanya ise ulusal birliğini tamamlamış ve 19. yüzyıl sonlarına doğru pazar arayışlarına girmiştir. Bu kapsamda özellikle endüstri devrimleri süreçlerini ilk olarak yaşayan ülkelere ait göstergelerin incelenmesi sayesinde devrimlerin yaşandığı tahmini dönemler ile olaylar arasında karşılaştırma yapılmıştır. İngiltere'ye yönelik çalışmaya tahmini veri setinin ulaşılabilir olması sebebiyle 1700 yılından başlanmıştır. İngiltere için çok daha eski tahmini veri setleri bulunsa da, 1700 yılından öncesine ait bir çalışmaya ihtiyaç duyulmamıştır.

Fransa, kıta Avrupası'nda İngiltere'yi takip eden en büyük güç olarak Fransız Devrimi sürecinden sonra Birinci Endüstri Devrimi'ni yaşamıştır. Fransa için çalışma kişi başına düşen gelir göstergesine ait tahmini veri setinin olduğu 1820 yılından sonrası yıllara yönelik olarak yapılacaktır. Yazında Fransa'nın İngiltere'den sonra Birinci Endüstri Devrimi'ni yaşadığı bilgisiyle beraber, Fransız Devrimi'nin aksattığı gelişmeler düşünüldüğünde, Fransa için 1820 sonrası dönemin incelenmesinin yanlış bir sonuç vermeyeceği düşünülmektedir.

Hollanda, 18. yüzyılda İngiltere ve Fransa ile birlikte dünyada en güçlü devletler arasında yer almaktaydı [9]. Bu sebeple, Hollanda'ya ait kişi başına düşen gelir göstergesine ait tahmini veri seti analiz edilerek Birinci Endüstri Devrimi'nin Hollanda'yı etkilediği tarih tahmin edilecektir. Her ne kadar Hollanda, özellikle İkinci Endüstri Devrimi ve sonrası için Dünya'da başat bir ülke olmasa da, özellikle Birinci Endüstri Devrimi için önemli bir ülkedir. Bu bağlamda, Hollanda özelinde İngiltere ve Fransa ile karşılaştırma yapılması anlamlı analizlerin yapılmasını sağlayacaktır. Hollanda'ya ait kişi başına düşen gelir göstergesi tahmini verisi, sürekli halde 1815 yılından sonraki yıllara ait bulunmaktadır. Hollanda'ya ilişkin incelemeler bu tarihten sonrasını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

ABD; İngiltere, Fransa ve Hollanda'dan farklı olarak bağımsızlığını daha geç kazanmıştır. Ancak bağımsızlık sonrası hızla endüstri devrimlerini yaşama anlamında ilerlemiş ve diğer ülkeleri İkinci Endüstri Devrimi sürecinde geçmiştir. ABD özellikle İkinci Endüstri Devrimi sürecinin incelenmesi ve karşılaştırılması anlamında incelenmesi gereken bir ülkedir. ABD

1776 yılında bağımsızlık bildirgesinin yayınlanmasıyla kurulmuştur. Özellikle İngiltere'nin Birinci Endüstri Devrimi'ni yaşamasını sağlayacak katma değerli ürün olan; pamuğun yoğun bir şekilde üretiminin yapıldığı yer olan Amerika zamanla sömürgecilikten kurtulmuş ve bağımsızlığını kazanmıştır. Bütün bu süreçte İngiltere'nin katma değerli ürün ürettirmeme politikasıyla karşı karşıya olan ABD'ye ait kişi başına düşen gelir göstergesi tahmini veri seti 1800 yılı sonrasına aittir. 1776'da kurulan bir ülke olan ABD için 1800 yılından itibaren inceleme yapılmasının makul olduğu düşünülmektedir.

Almanya, 19. yüzyıl başından itibaren hızlı bir gelişim yoluna girmiş, özellikle birliğini sağladığı 19. yüzyıl ikinci çeyreğinde dünya ölçeğinde bir güç olmuştur. Almanya'ya ait kişi başına düşen gelir göstergesine ait tahmini veri seti 1850 yılından sonrasına aittir. Almanya'nın 1850 yılından itibaren birleşme adımları attığı düşünüldüğünde 1850 yılı ve sonrasına ait incelemelerin doğru sonuçları vereceği düşünülmektedir.

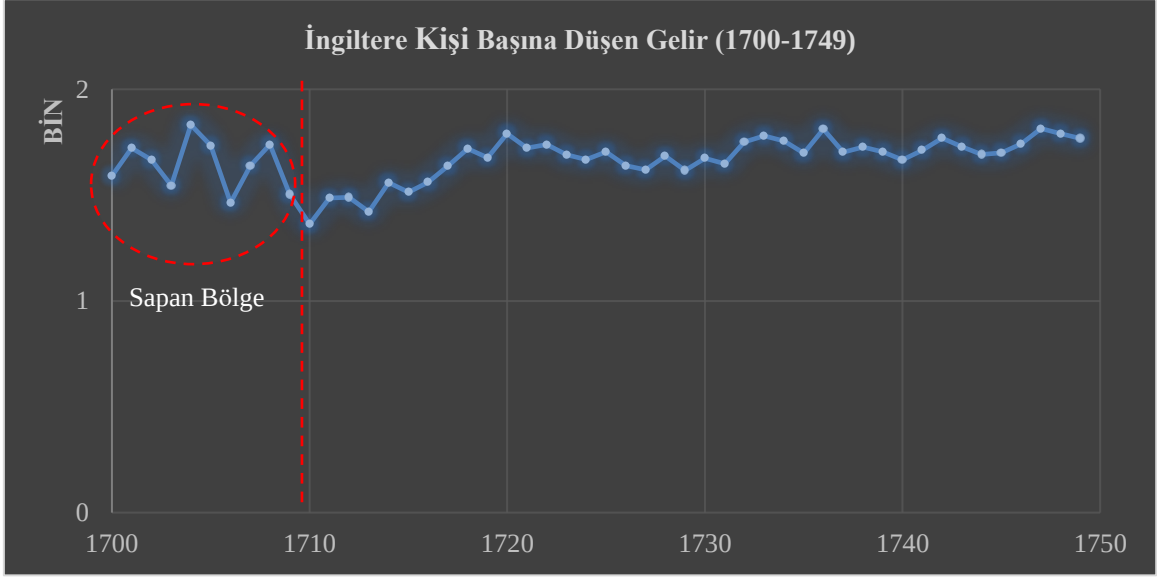
Türkiye, 1923 yılında kurulmuş bir cumhuriyettir. 1923 yılı öncesi yoğun savaşlar ve çalkantılı dönemler yaşayan Anadolu ve Balkan coğrafyasına ilişkin verilere ancak 1923 sonrası ulaşabildiğimiz için tez kapsamında bu tarihten sonrasına ilişkin bir inceleme yapılmıştır. Osmanlı Devleti'nin sanayileşme anlamında ciddi bir organizasyona sahip olmaması ve imparatorluk yapısından dolayı sanayi toplumu olmaması sebebiyle bu durumun sorun yaratmayacağı düşünülmektedir.

### **4.3. Kişi Başına Düşen Gelir Göstergesi Değişimleri**

#### **4.3.1. İngiltere**

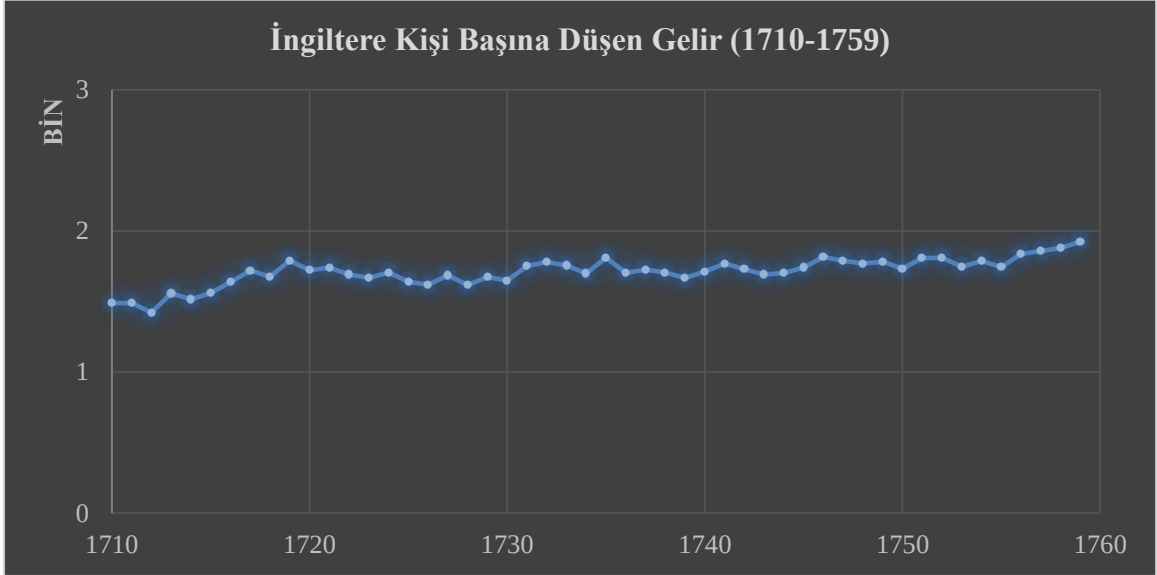
##### **4.3.1.1. Birinci Değişim Noktası**

İngiltere için kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1700 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.1.). Burada, Box-Jenkins modellerinin yansız ve doğru bir şekilde kurulması için gerekli olan asgari veri adedinin 50 olması sebebiyle veri seti 50 yıllık süreçlerle alınmıştır [44]. 1700 yılı öncesine ait veriler bulunmasına rağmen endüstri devrimlerinin araştırılması amacıyla yapılacak çalışmada 1700 yılı ve sonrasının alınması yeterli bulunmuştur.



Şekil 4-1. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1700-1749)

Şekil 4.1.'den, 1700-1709 yılları arasında yer alan verilerin 1710-1749 yılları arası veri setinden farklı yapıda olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, 1700-1709 arası veriler Faz-1 aşaması değerlendirilmesine alınmamış olup, daha etkin ve yansız parametre kestirimi ve izleme süreci için 1710-1759 arası yıllara ait veriler Faz-1 aşamasında kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.2.).

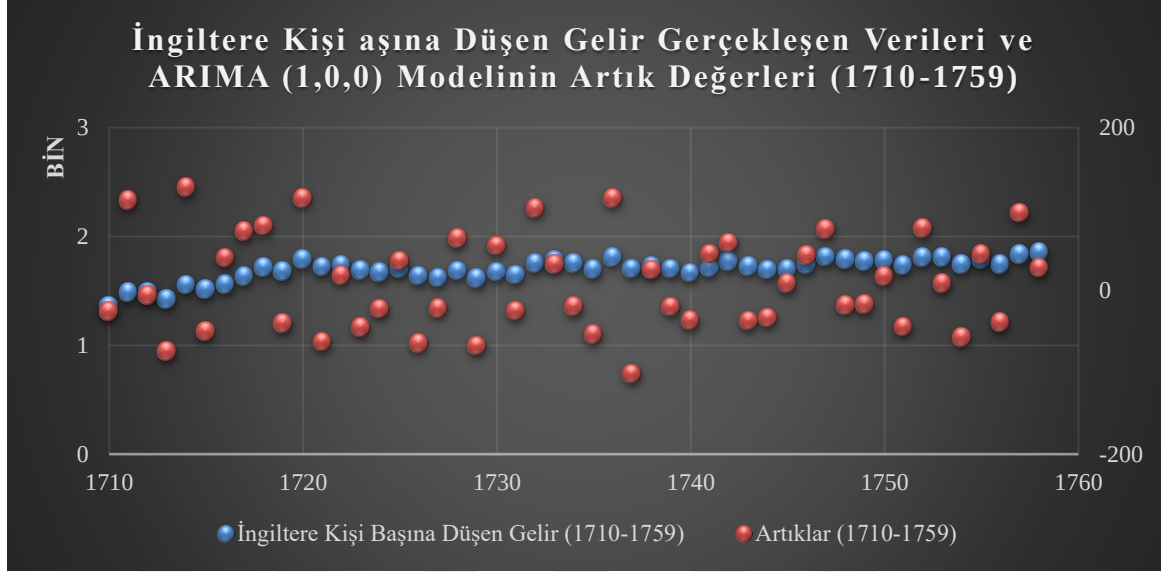


Şekil 4-2. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1710-1759)

50 yıllık veri seti için otokorelasyon ve parçalı otokorelasyon grafikleri çıkarılmıştır (bkz. EK-1 ve EK-2). Bu grafikler incelenerek veri seti için doğru bir ARIMA modeli tespit edilmeye çalışılmış, uygun modelin AR olabileceği değerlendirilmiştir.

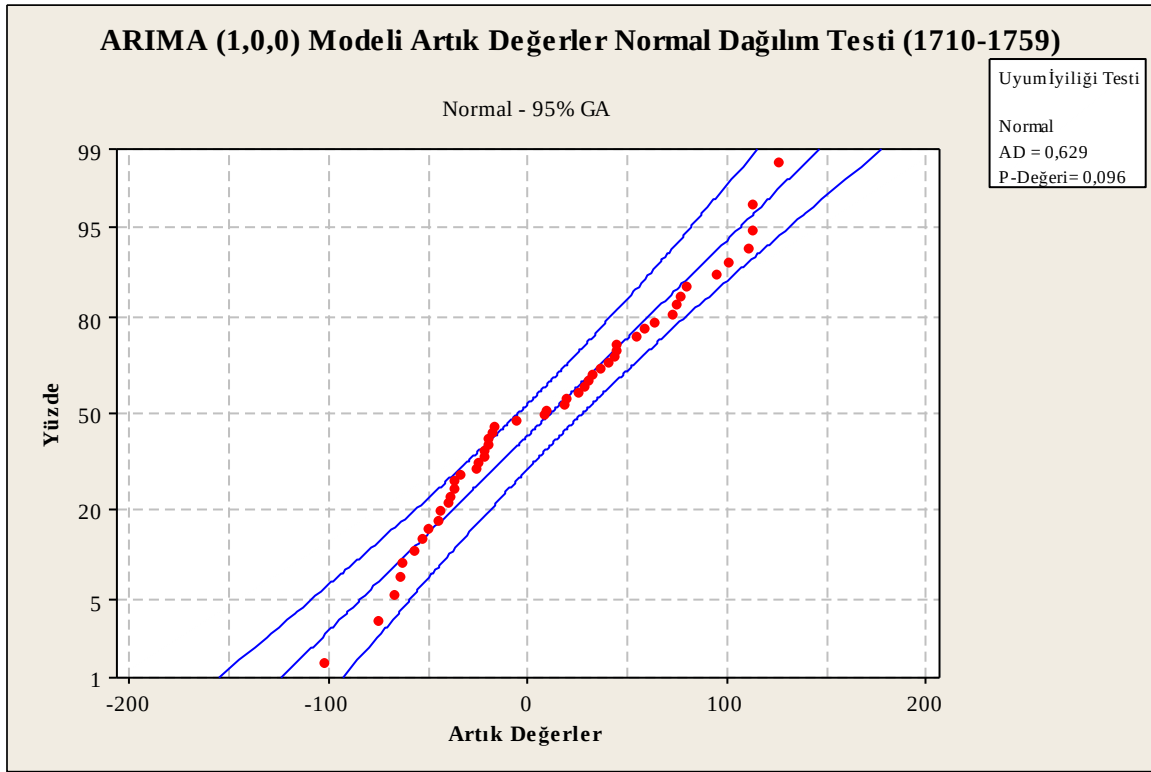


1710-1759 yılları arası ARIMA (1,0,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-3. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1710-1759)

50 yıllık veri setiyle tasarlanan modelin güvenilirliğinin artırılması ve kontrol grafiklerinde daha sonra kullanılacak olan parametre tahminlerinin yansız olması amacıyla artık değerlerin otokorelasyon durumu sorgulanmıştır. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin herhangi bir başka model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-3 ve EK-4). Ayrıca ACF ve PACF grafiklerinin yanı sıra, artık değerlerin eş dağılım durumlarının sorgulanması amacıyla dağılım testleri yapılmıştır. Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.4.).



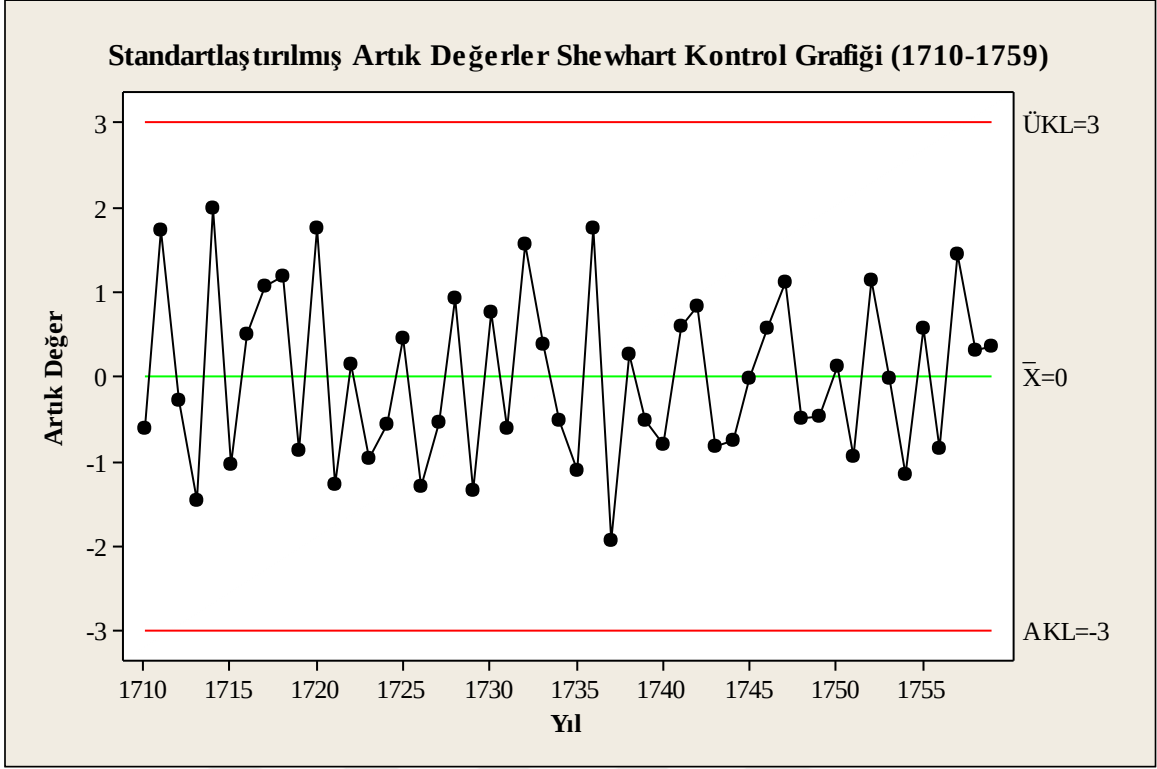
Şekil 4-4. ARIMA(1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1710-1759)

Artık değerler eş dağılımlı ve birbirinden bağımsız verilerden oluşmakta olduğundan Faz-1 aşaması için gerekli olan parametre tahminlerinin yapılması mümkün hale gelmiştir. Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1710-1759)

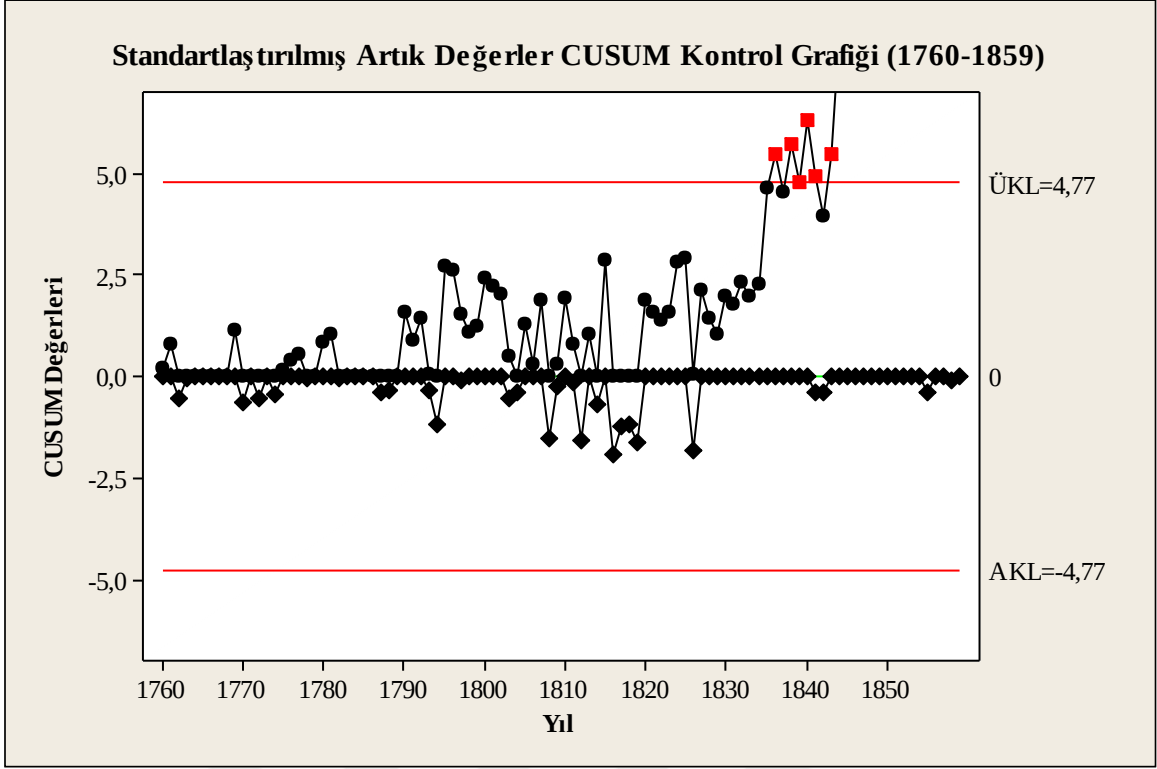
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 11,06595 | 58,17001       |

Parametre değerlerinin tahminlerine göre Faz-1 aşaması veri setine ait artık değerlerin Shewhart kontrol grafikleri ile izlenmesi ve sürecin kontrol durumunun sorgulanması gerçekleştirilmiştir. Tez boyunca kontrol grafiklerinin birbirleri ile karşılaştırılabilir olması ve aynı limitleri kullanmasının sağlanması amacıyla artık değerler standartlaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Böylelikle Shewhart ve CUSUM kontrol grafiklerinin  $ARL_0$  değerini 370 yapacak aynı limitlerin kullanılması mümkün olmuştur. Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.5.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol içi olduğu görülmektedir. Limitler 3 standart sapma olacak şekilde ayarlanmış olup, verilerin ortalamaları 0 sapmaları ise 1 olacak şekilde standartlaştırılmıştır.



Şekil 4-5. Standardlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1710-1759)

Faz-2 aşaması, Faz-1 aşamasında oluşturulan model tahminlerinin 1760 yılı sonrası yıllara ait verilerden çıkarıldıktan sonra standardlaştırılmış artık değerlerin CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmesini kapsamaktadır. Faz-2 aşamasında verilerin izleneceği CUSUM kontrol grafikleri,  $ARL_0$  değerini 370 yapacak  $k=0,5$  ve  $h=4,77$  değerleri ile tasarlanmıştır.

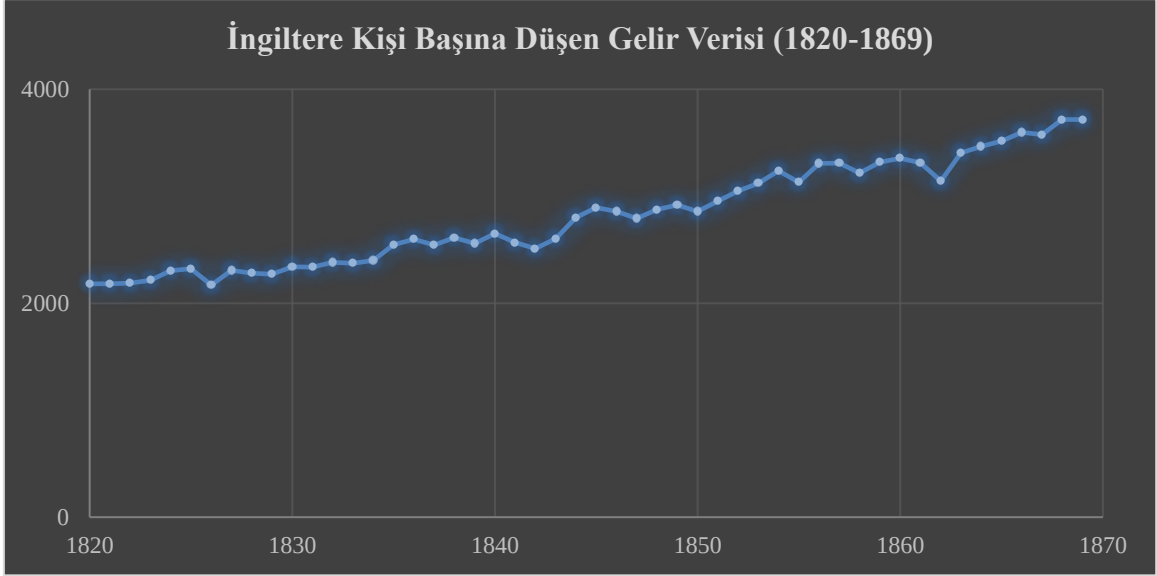


Şekil 4-6. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1760-1859)

CUSUM kontrol grafiğinin sürece ait parametrelerin değişim noktası tespiti için kullanılması dolayısı ile, kontrol dışı olan noktadan ziyade kontrol dışına çıkışın başlangıcı olan noktanın tespiti önemlidir. Şekil 4.6.'a göre kontrol dışına çıkma 1836 yılında gerçekleşmiş olsa da sürecin değişiminin 1820 yılında başladığı görülmektedir.

#### 4.3.1.2. İkinci Değişim Noktası

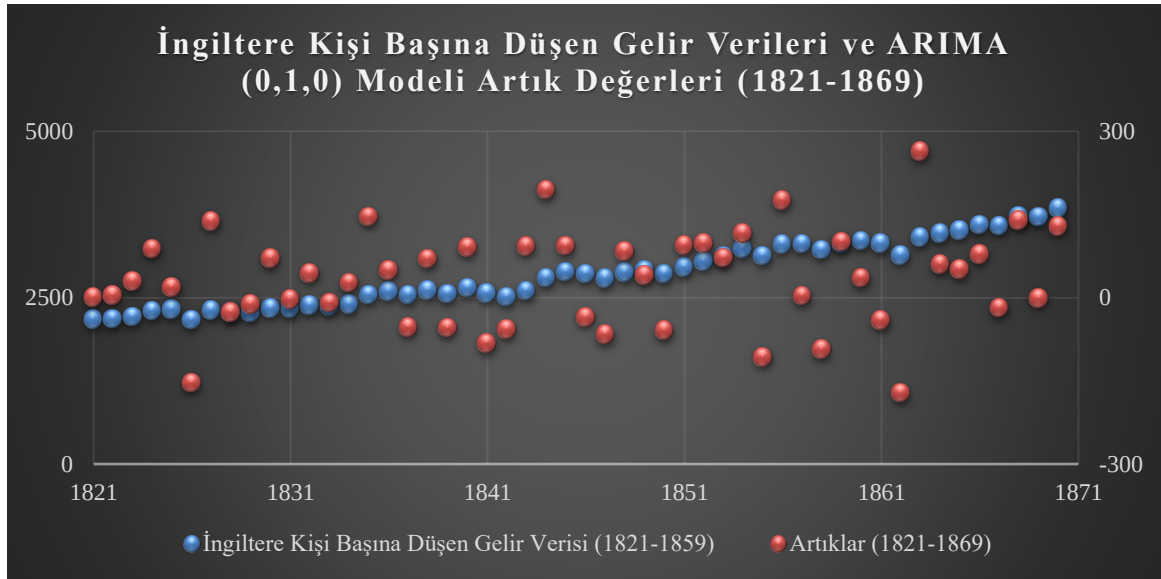
İngiltere'nin kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1820 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 50 yıl olacak şekilde toplam 100 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 1820-1879 yılları arasında yer alan İngiltere'de kişi başına düşen gelir verisi incelendiğinde verinin pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.7.).



Şekil 4-7. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1820-1869)

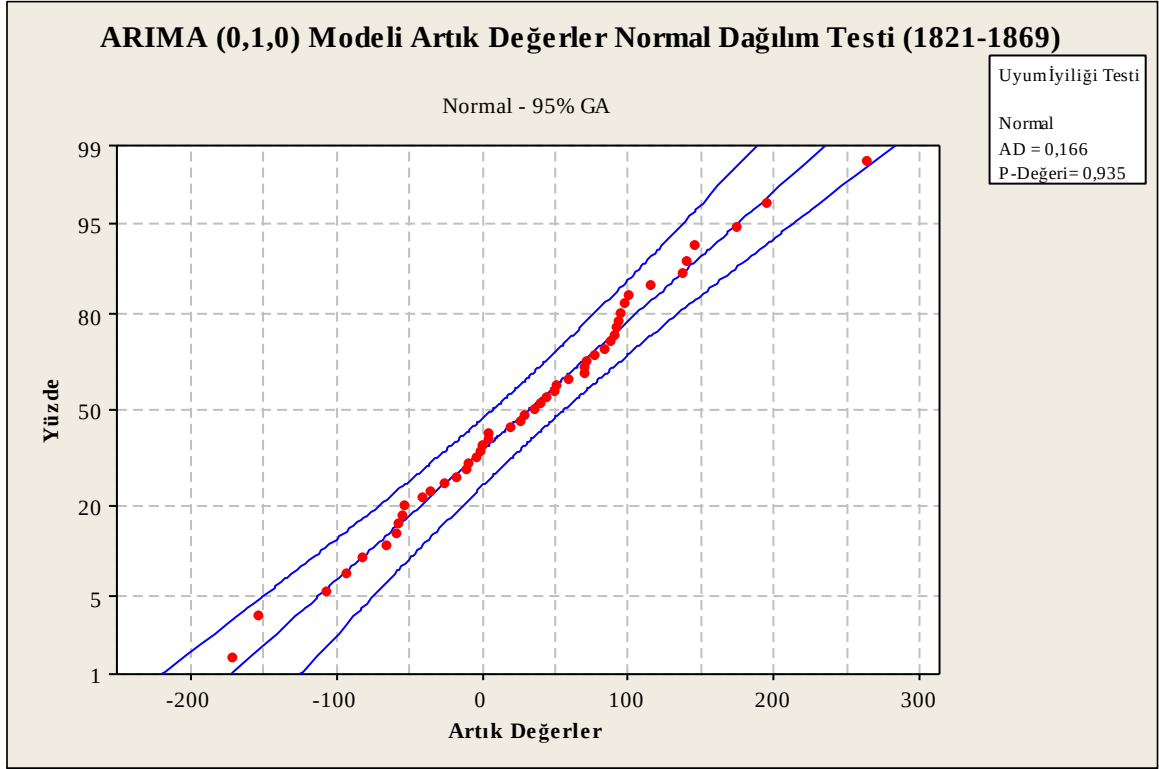
50 yıllık veri seti için otokorelasyon ve parçalı otokorelasyon grafikleri çıkarılmıştır (bkz. EK-5 ve EK-6). Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı şüphesi üzerine veri setine ADF testi uygulanmıştır. ADF testi sonuçlarına göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi yapılarak veri setinin durağan hale gelmesi sağlanmıştır. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin herhangi bir başka model bilgisi içermediği gözükmemektedir (bkz. EK-7 ve EK-8).

1821-1869 yılları arası ARIMA (0,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-8. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1821-1869)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.9.).



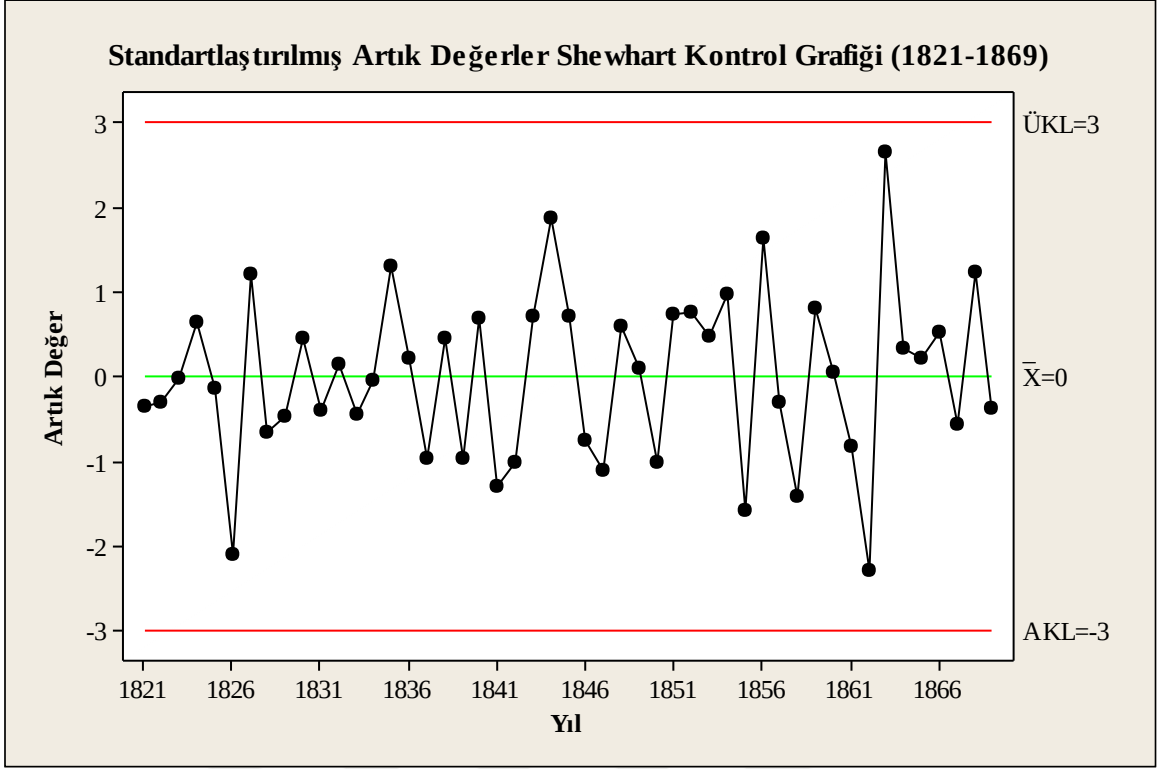
Şekil 4-9. ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1821-1869)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1821-1869)

| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 31,34694 | 87,81196       |

Faz-1 aşaması Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.10.’da sunulmuş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



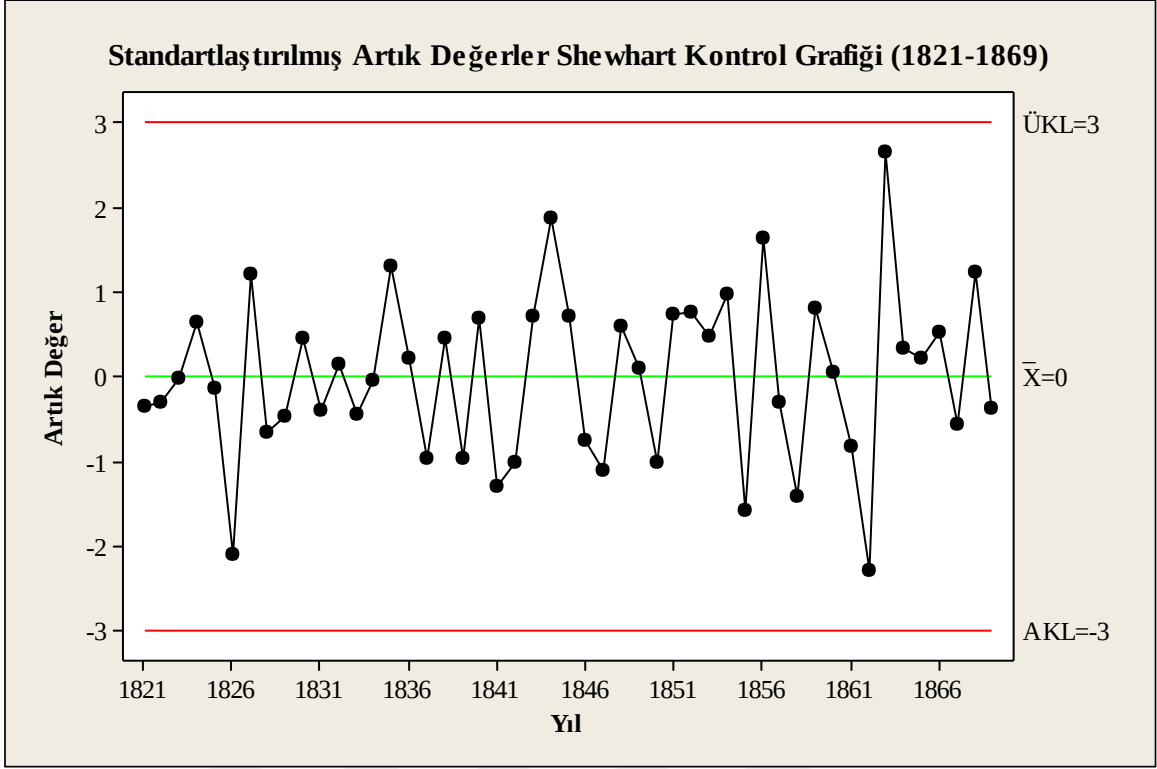
Şekil 4-10. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1821-1869)

Çizelge 4.3.'de modelin parametre kestirimleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. İngiltere Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1821-1869)

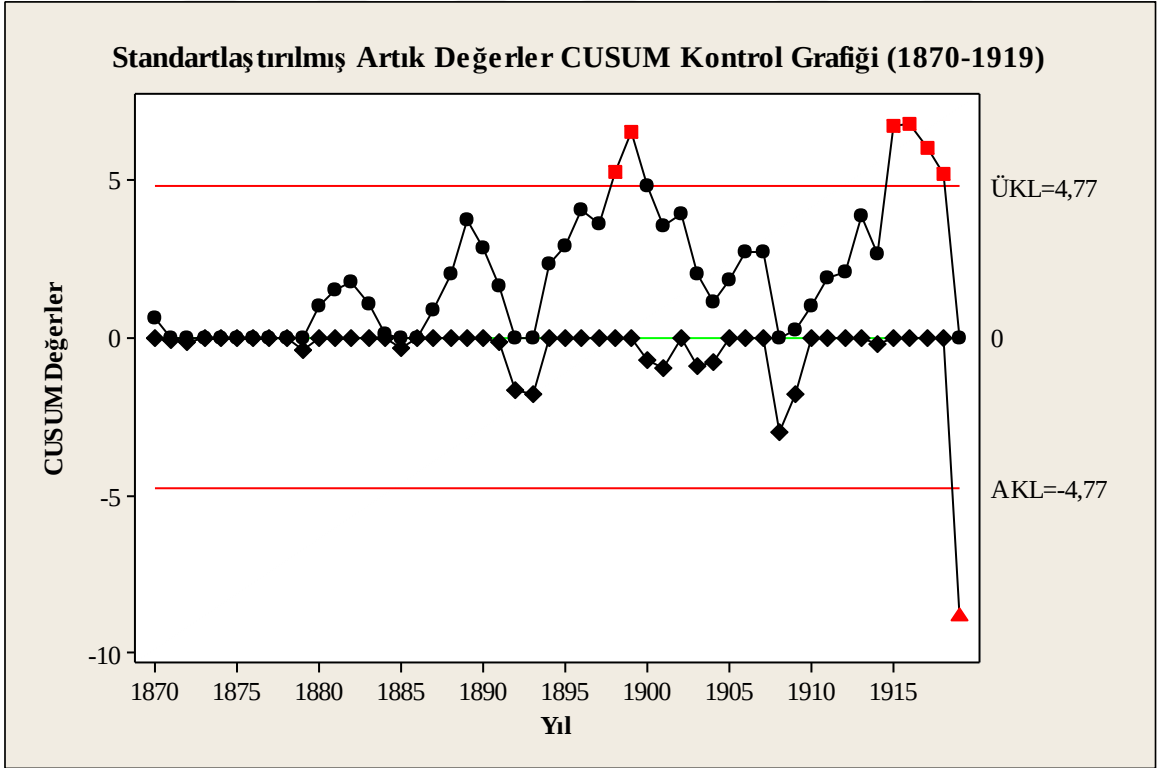
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | -7,05452 | 65,45729       |

Veri setinden model bilgisinin arındırılması sonucu elde edilen artık değerlerin Shewhart kontrol grafiklerinde izlenmesi sonucunda 1821-1869 yılları arasında yer alan artık değerlerin uyarı vermediği görülmektedir (bkz. Şekil 4.11.).



Şekil 4-11. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1821-1869)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



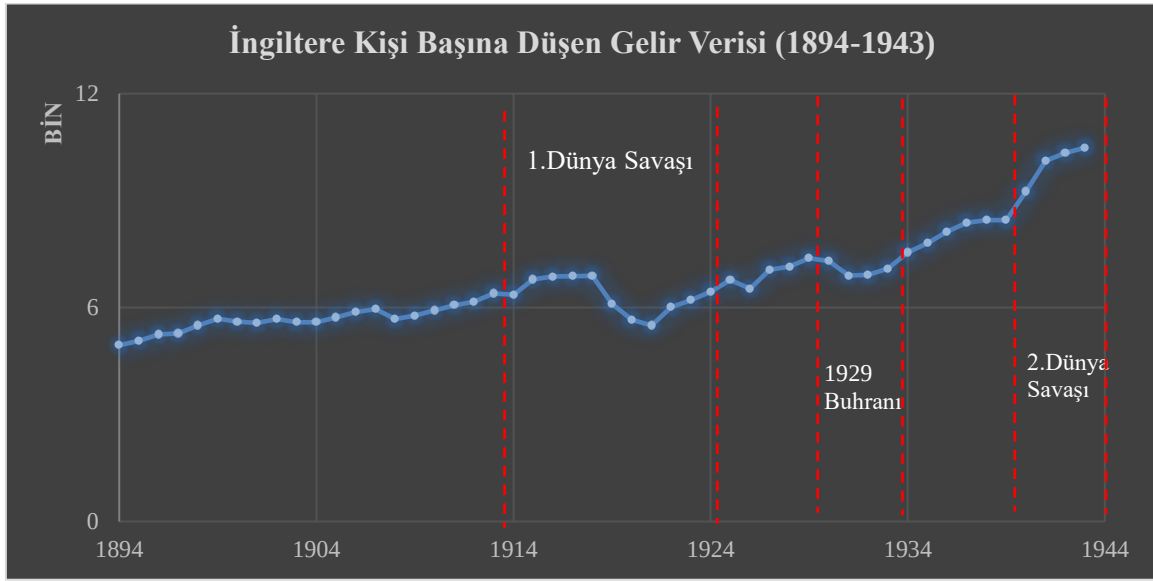
Şekil 4-12. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1870-1919)



Grafığe göre kontrol dışına çıkma sinyali 1898 yılında gerçekleşmiş, 1894 yılında ise değişimin başladığı görülmüştür.

#### 4.3.1.3. Üçüncü Değişim Noktası

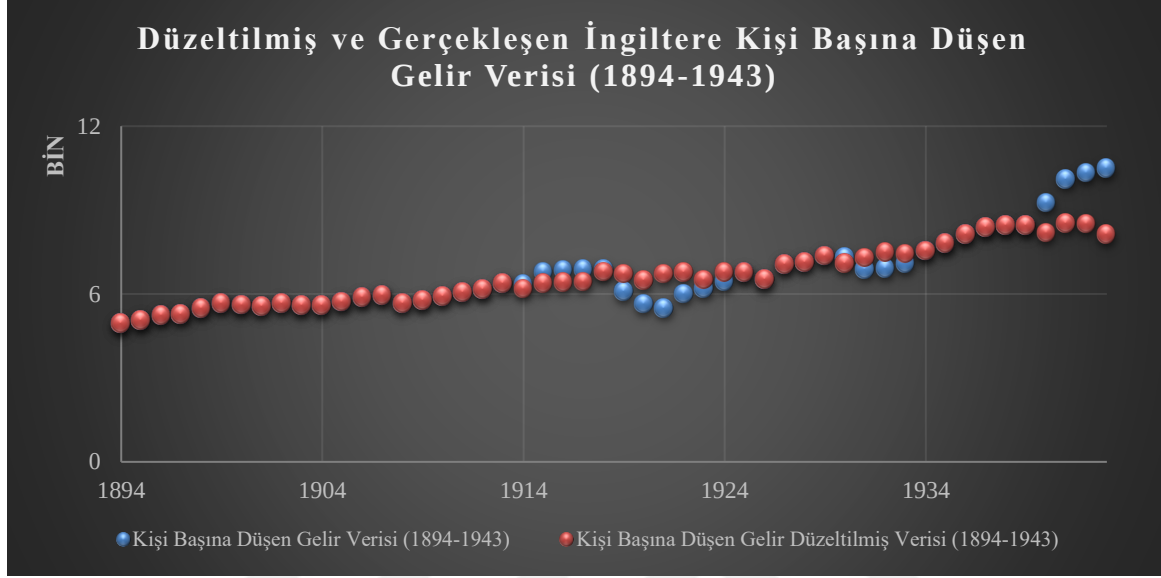
İngiltere'nin kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin üçüncü değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1894 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 50 yıl olacak şekilde toplam 100 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 1894-1943 yılları arasında yer alan İngiltere kişi başına düşen gelir verisi incelendiğinde verinin pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.13.).



Şekil 4-13. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1894-1943)

İngiltere kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri seti incelendiğinde, Dünya Savaşlarının ve 1929 buhranının veri setini etkilediği görülmektedir. Bu sebeple, 1914-1924, 1930-1933 ve 1940-1943 yılları arasında yer alan verilerin, veri setinden çıkartılması sonrasında veri setinde sürekliliğin sağlanması amacıyla kayıp değer atama işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda 1894-1913 yılları arasında yer alan yıllara ilişkin veriler kullanılarak tasarlanan regresyon modeli ile 1914-1924 yılları için kişi başına düşen gelir verilerine ait tahmini değerler oluşturulmuştur. 1894-1913 yılları arasında yer alan veriler ile birlikte 1925-1929 yılları arasında kalan yıllara ait veriler kullanılarak 1930-1933 yılları arasında yer alan verilerin tahmini değerleri oluşturulmuştur. 1894-1913 yılları arasında yer alan veriler ile birlikte 1925-1929 ve 1934-1939 yılları arasında kalan yıllara ait veriler kullanılarak 1940-1943 yılları arasında yer alan verilerin tahmini değerleri oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon modelleri alternatif modeller arasından seçilememiştir. Bunun sebebi ikinci değişim noktası olarak tahmin edilen 1894 yılı öncesine ait verilerin üçüncü değişim

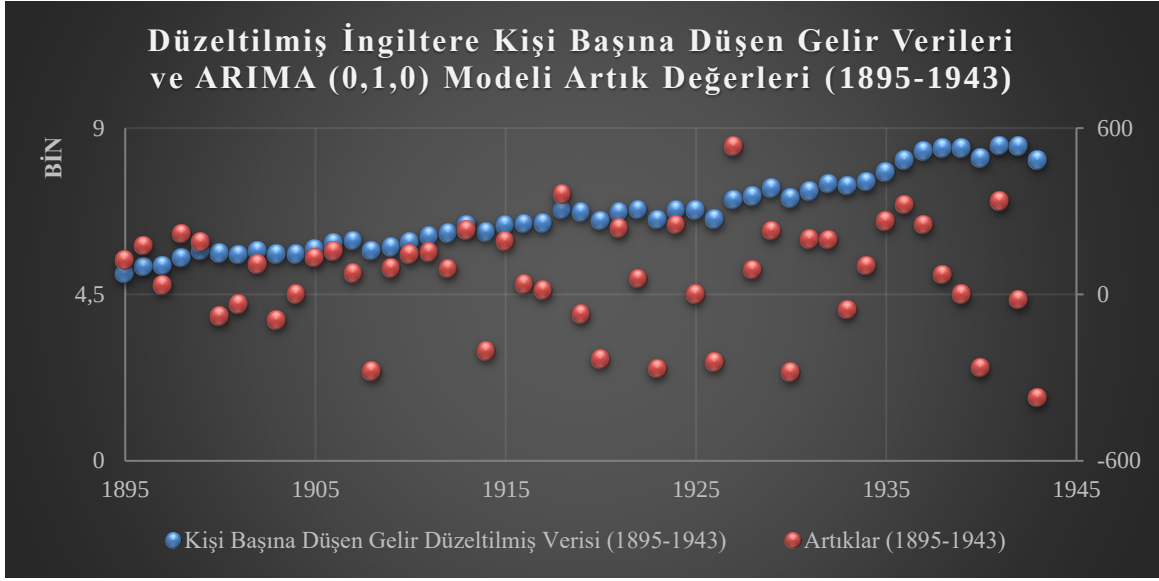
noktası tahmin edicisi hesaplamasında kullanılmasının yanlı sonuçlar doğuracağını varsayılmasıdır. Faz-1 aşaması sırasında atanacak verilerin tahmini sonrasında kişi başına düşen gelir verisine ait sapmanın daha küçük ve yanlı sonuç vermemesi için tahmini değerlere rasgele hata terimi eklenmiştir. Düzeltilmiş ve gerçekleşen kişi başına düşen gelir göstergesine ait verilerin karşılaştırılması Şekil 4.14.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-14. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1894-1943)

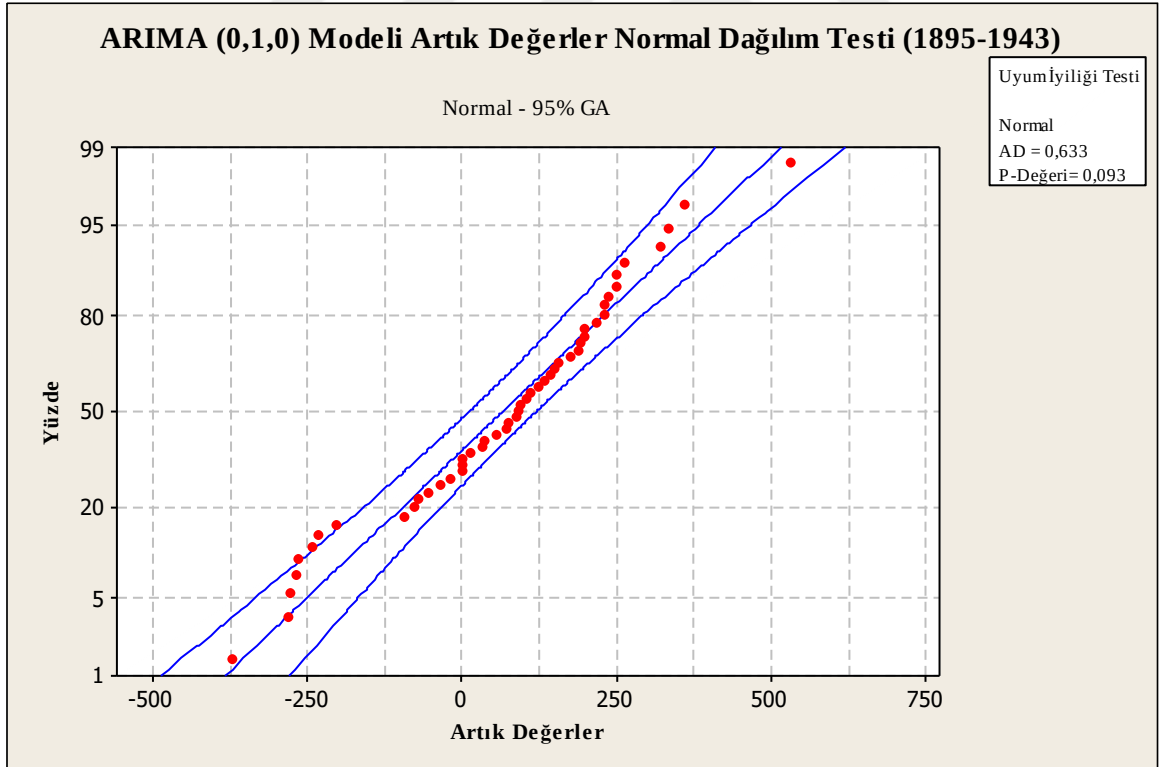
ACF ve PACF grafikleri EK-9 ve EK-10'da sunulmuştur. Grafiklere göre modelin durağan olmadığı şüphesi doğmuş olup veri setine ADF testi yapılmıştır. Test sonucuna göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi gerçekleştirilerek veri seti durağan hale getirilmiştir. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre, artık değerlerin herhangi bir başka model bilgisi içermediği görülmüştür (bkz. EK-11 ve EK-12).

1895-1943 yılları arası ARIMA (0,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.15.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-15. Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında artık değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.16.).



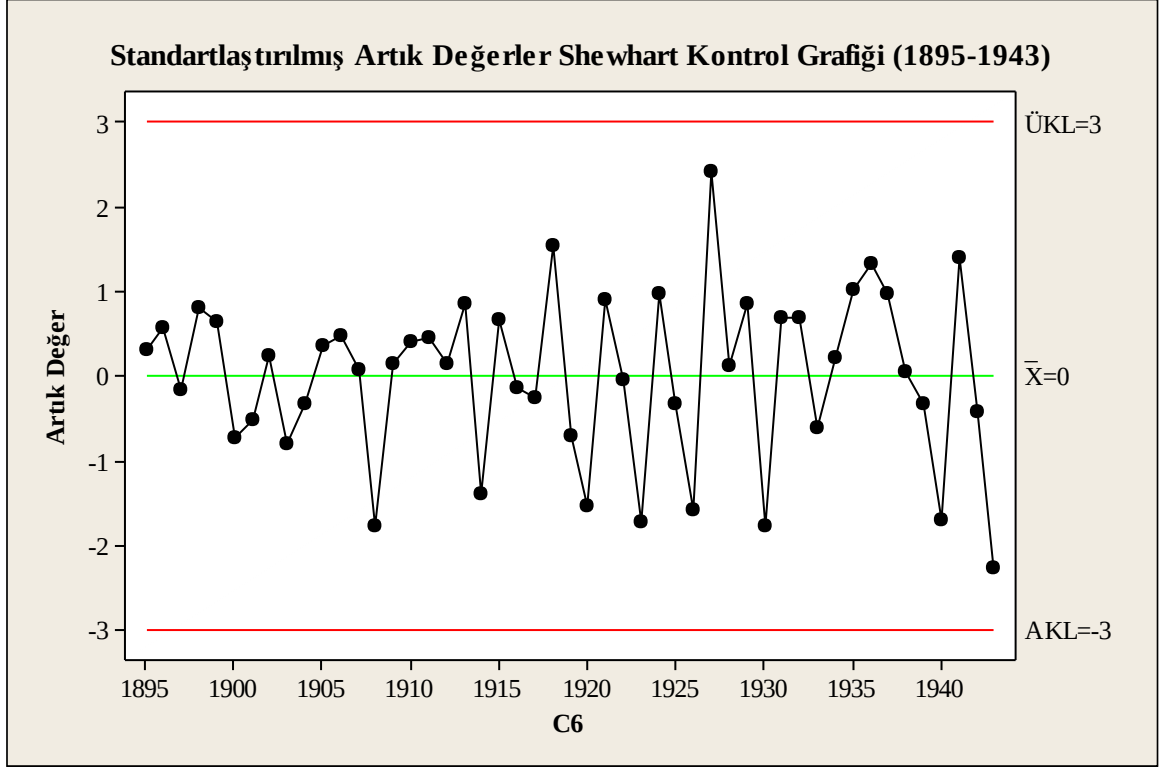
Şekil 4-16. Düzeltilmiş Verinin ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1895-1943)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.4.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi Artık Değerleri  
Parametre Kestirimleri (1895-1943)

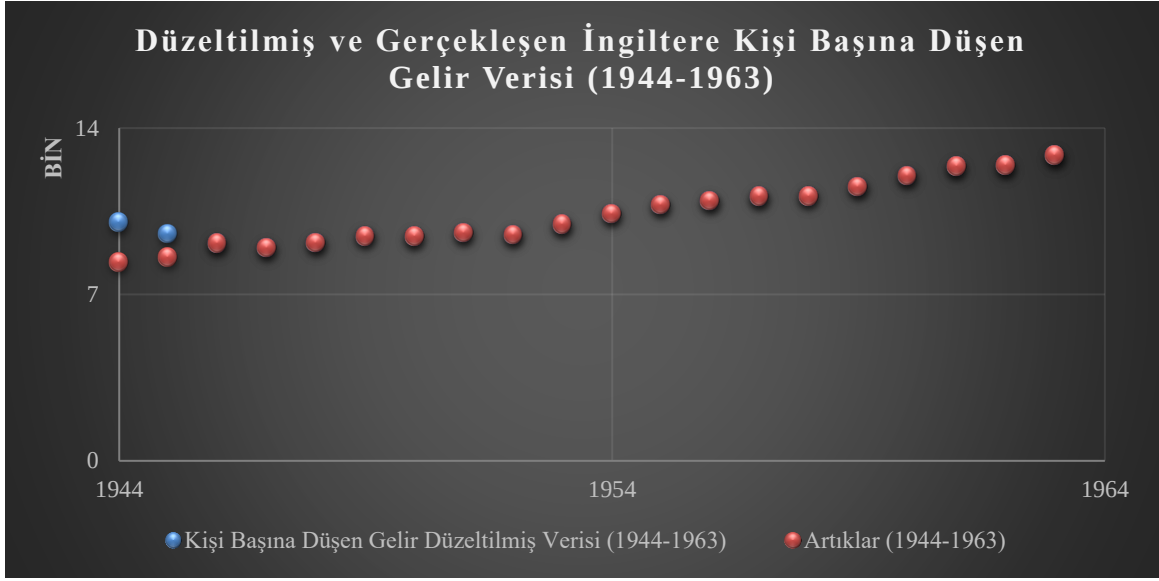
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 65,12675 | 193,4995       |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.17.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol içi olduğu görülmektedir.



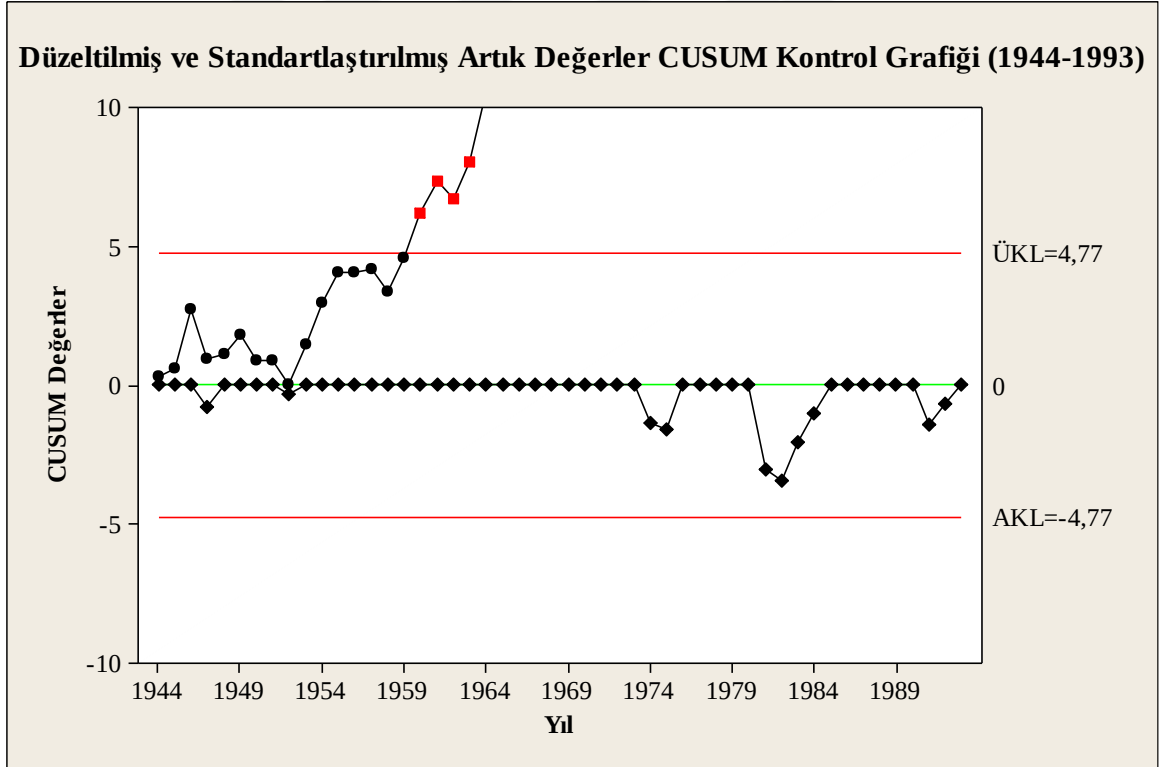
Şekil 4-17. Düzeltilmiş Verilerin Standartlaştırılmış Artık Değerleri Shewhart Kontrol Grafiği (1895-1943)

Faz-2 aşamasında kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinden II. Dünya Savaşı etkilerinin arındırılması gerekmektedir. Faz-1 aşamasında kullanılan model aynı şekilde 1944-1948 yılları arasında da kullanılmıştır. Tahmini verilerin 1947 yılına kadar atanmasının sebebi ABD'nin II. Dünya Savaşı sonrası yıkıntı halinde olan Avrupa'ya Marshall Planı kapsamında yaptığı yardımın 1948 yılından itibaren başlamasıdır. Bu plan çerçevesinde en büyük yardımı İngiltere almıştır. 1944-1993 yılları için gerçekleşen ve düzeltilen veri seti Şekil 4.18.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-18. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1944-1963)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.19.'de sunulmuştur.

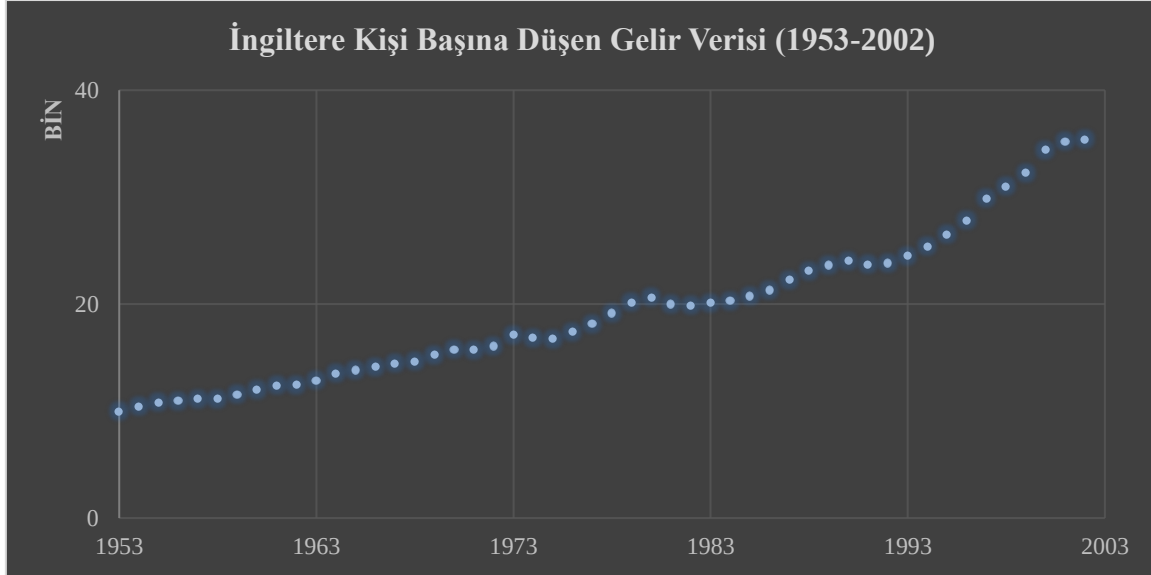


Şekil 4-19. Düzeltilmiş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1944-1993)

Grafığe göre kontrol dışına çıkma sinyali 1960 yılında verilmekte olup sürecin değişiminin 1953 yılında başladığı gözükmemektedir.

#### 4.3.1.4. Dördüncü Değişim Noktası

İngiltere'nin kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin dördüncü değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1953 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 15 yıl olacak şekilde toplam 65 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 1953-2002 yılları arasında yer alan İngiltere kişi başına düşen gelir verisi incelendiğinde verinin pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.20.).



Şekil 4-20. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1953-2002)

ACF ve PACF grafikleri EK-13 ve EK-14'de sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. ADF testi yapılmış ve veri setinin durağan olmadığı teyit edilmiştir. Fark alma işlemi uygulanılarak veri seti durağan hale getirilmiş ve ACF ve PACF grafikler tekrar oluşturulmuştur (bkz. EK-15 ve EK-16). Grafiklere göre oluşturulan ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.5.'dedir.

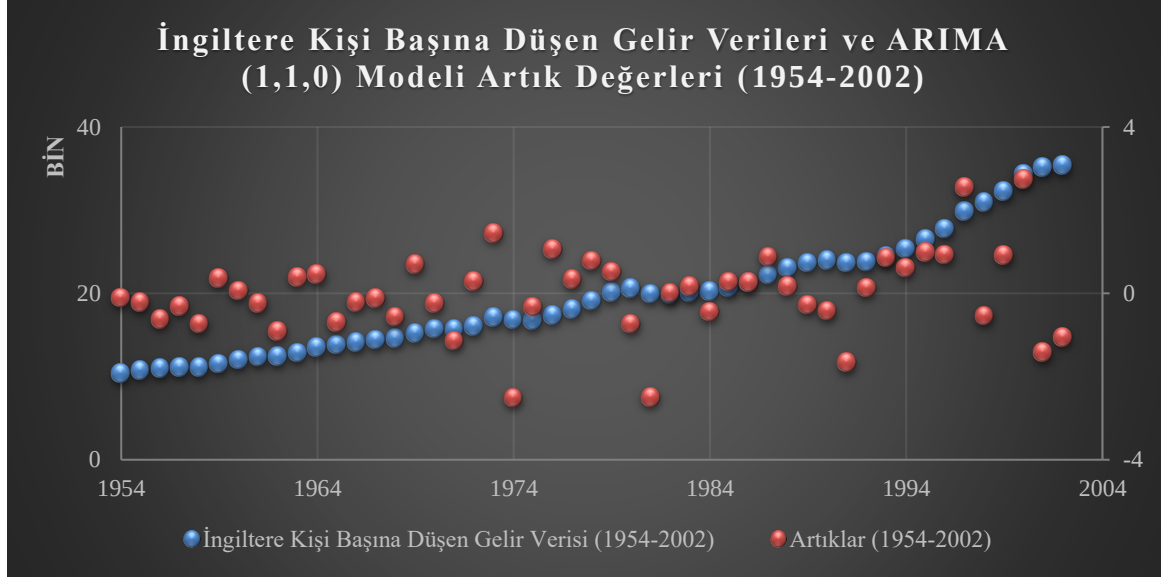
Çizelge 4.5. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1954-2002)

| Model        |         | Katsayı |         |        | t-değerleri |       |       | Artıklar |          |
|--------------|---------|---------|---------|--------|-------------|-------|-------|----------|----------|
| Tür          | MSE     | AR(1)   | MA      | Sabit  | AR(1)       | MA    | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA(1,1,0) | 199.877 | 0,5561  | 0       | 226,13 | 4,56        | -     | 3,54  | Normal   | 0,126    |
| ARIMA(0,1,1) | 182.844 | 0       | -0,7583 | 515,8  | -           | -8,02 | 4,85  | Normal   | 0,049    |

İngiltere'nin kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinin 1954-2002 yılları arasında yer alan kısmında MSE değerinin düşük olması, t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması ve grafiklere uygun olması sebebiyle ARIMA(1,1,0) modelinin uygun bir model olduğu

görülmektedir. MSE değeri ARIMA(0,1,1) modelinde daha düşük olmasına rağmen grafiklere uygunluk sebebiyle ARIMA (1,1,0) modeli seçilmiştir.<sup>14</sup>

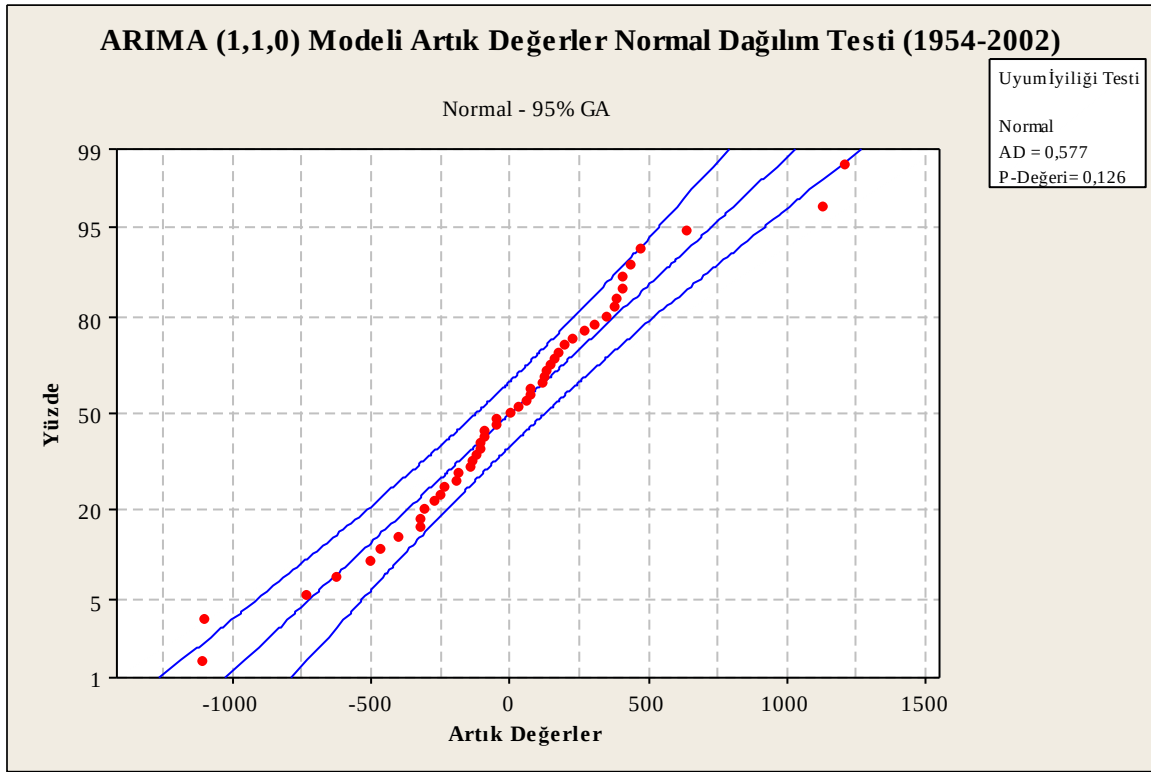
1954-2002 yılları arası ARIMA (1,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.21.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-21. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verileri ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1954-2002)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin herhangi bir başka model bilgisi içermediği gözükmemektedir. Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.22.).

<sup>14</sup> Seçimin sonucu değiştirmedığı görülmüştür.



Şekil 4-22. ARIMA(1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1954-2002)

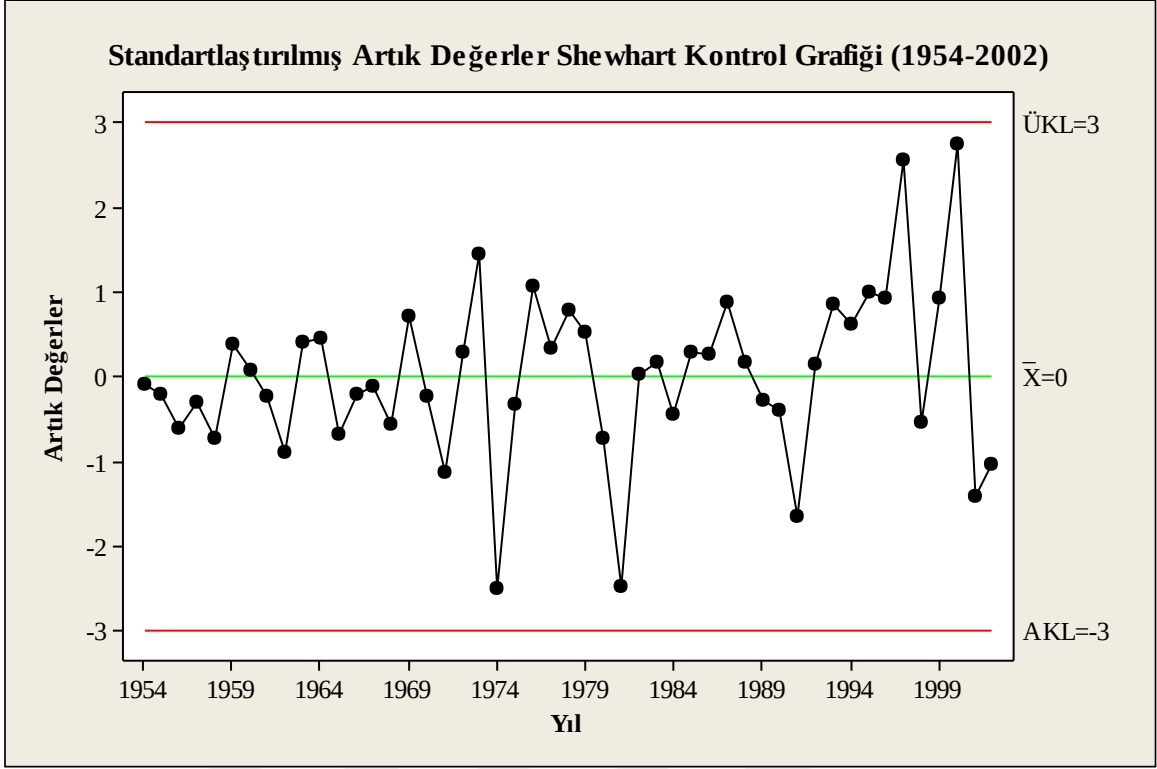
Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.6.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1954-2002)

| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 1,1487   | 442,3923       |

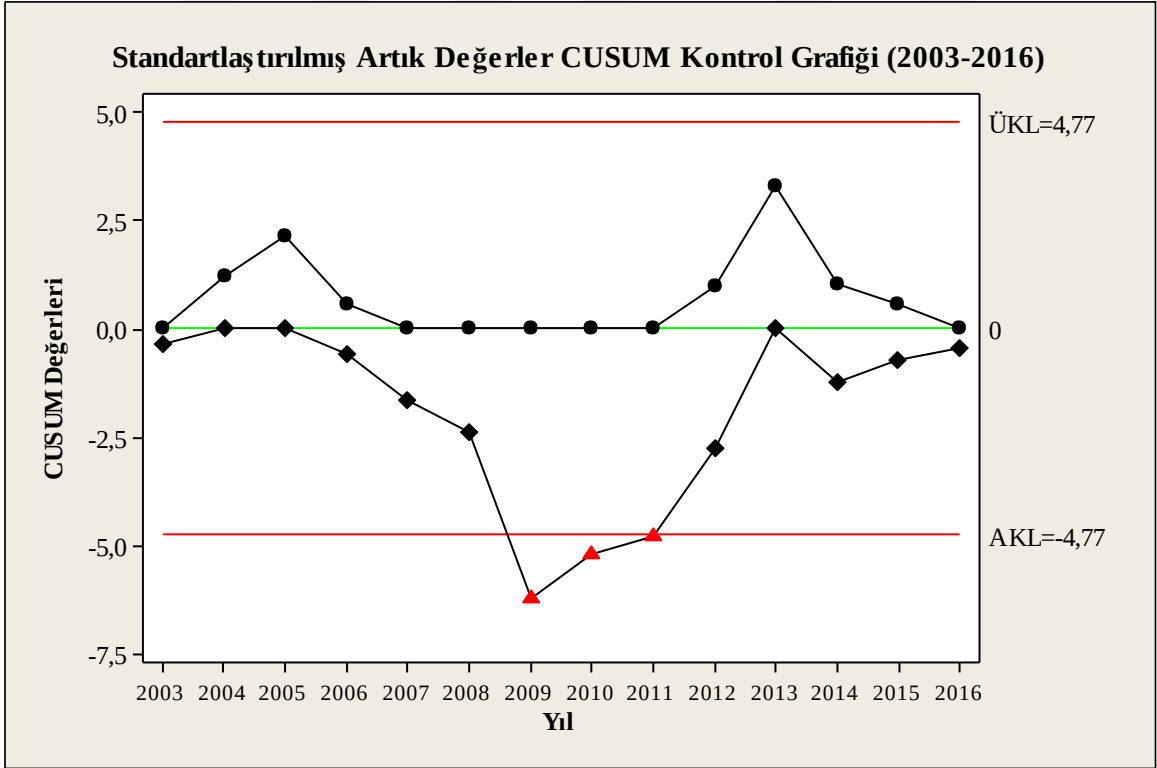
Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.23.'de sunulmuş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.





Şekil 4-23. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1954-2002)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.24.'de gösterilmiştir.



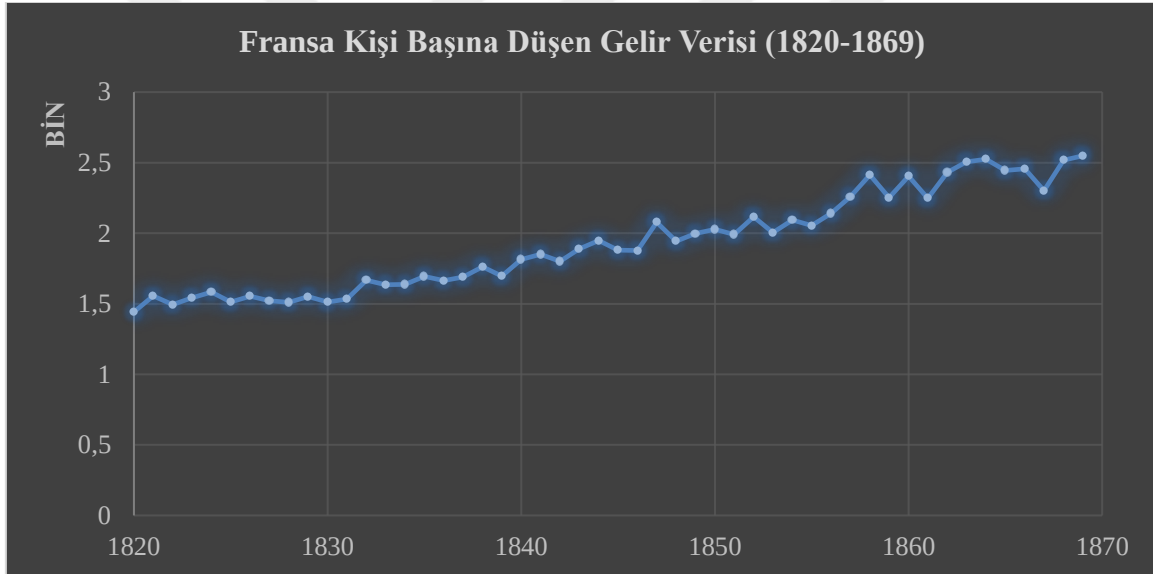
Şekil 4-24. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2003-2016)

CUSUM grafiği incelendiğinde veriye ait artık değerlerin 2009 yılında alt kontrol limitini aşarak uyarı verdiği görölmektedir. Ancak bu durumun 2008 yılında yaşanan mortgage krizinin etkisi olduğu düşünölmektedir. Bu sebeple dördüncü değişim noktasına ilişkin bir tahmin edici bulunamamıştır.

#### 4.3.2. Fransa

##### 4.3.2.1. Birinci Değişim Noktası

Fransa'nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1820 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.25.). 1820-1869 yılları arasında alınan 50 yıllık veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu ve veri setinin ortalamasının değiştii görölmektedir. 1820-1869 yılları arasında yer alan veri setine ADF testi uygulanmış olup veri setinin durağan olmadığı görölmüştür.



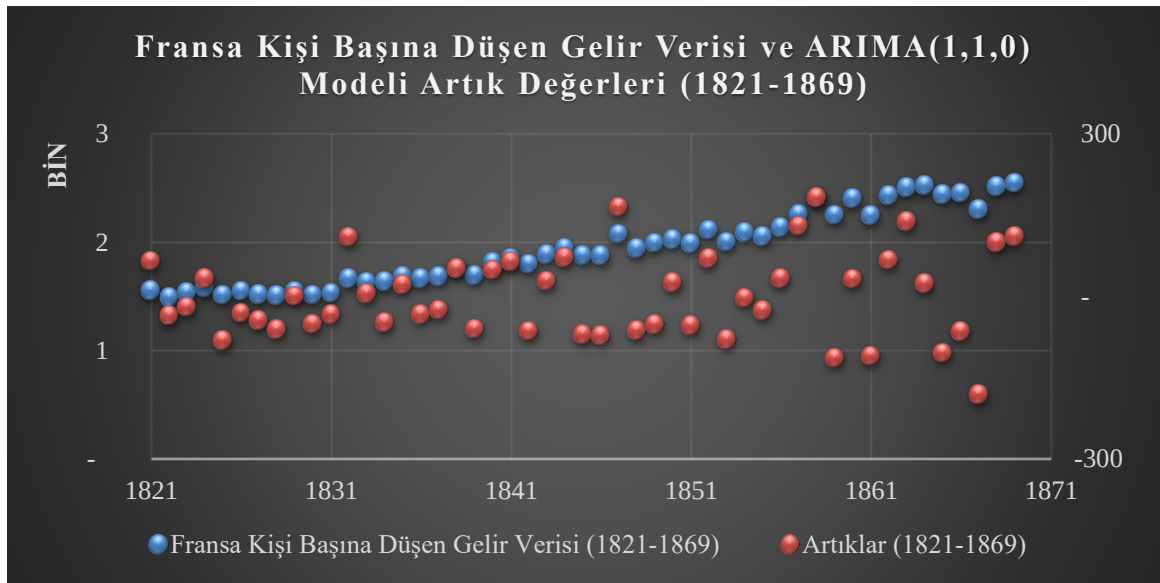
Şekil 4-25. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1820-1869)

Birinci değişim noktası incelemesi için 1820 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 50 yıl olacak şekilde toplam 100 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. ACF ve PACF grafikleri EK-17 ve EK-18'de sunulmuştur. Fark alma işlemi gerçekleştirilerek veri seti durağan hale getirilmiş olup yeni veri setine ait ACF ve PACF grafikleri EK-19 ve EK-20'de gösterilmiştir. Grafiklere göre oluşturulan ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.7.'dedir.

Çizelge 4.7: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1820-1869)

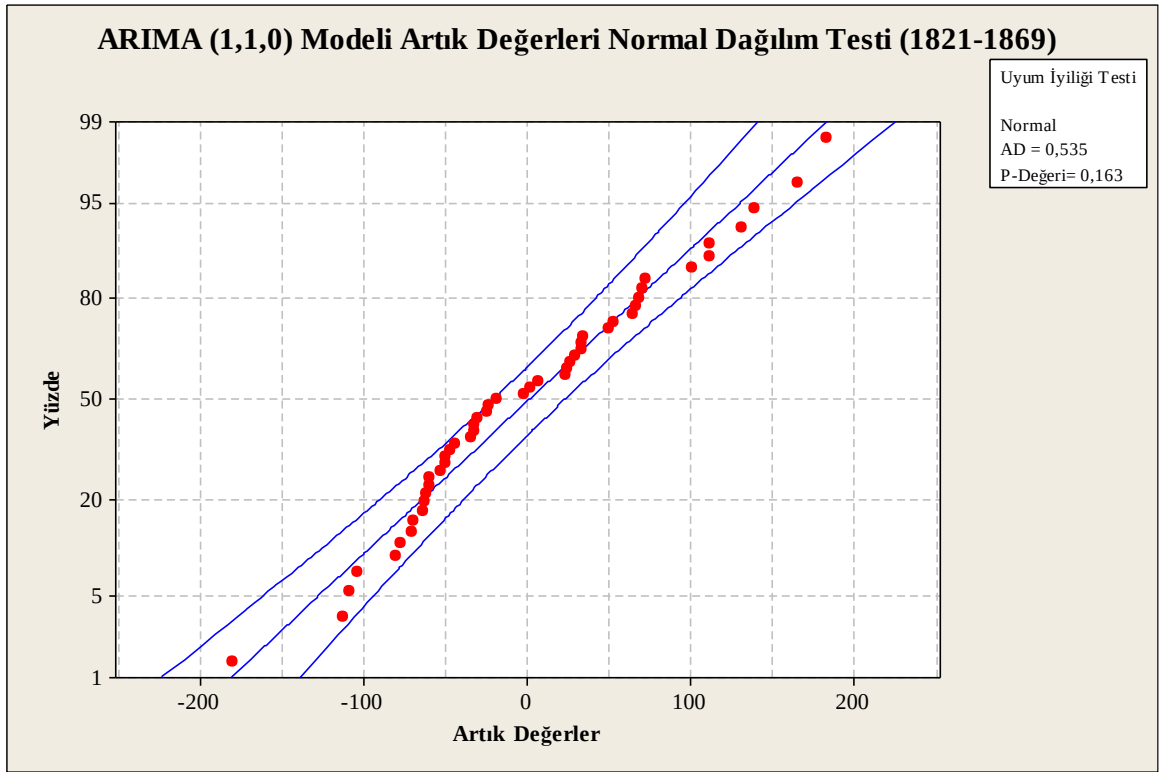
| Model        | Katsayı |         |        |        |        | t-değerleri |        |        |       | Artıklar |          |
|--------------|---------|---------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------|----------|----------|
| Tür          | MSE     | AR(1)   | MA (1) | MA (2) | Sabit  | AR(1)       | MA (1) | MA (2) | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA(1,1,0) | 6.270   | -0,5292 | 0      | 0      | 33,45  | -4,28       | -      | 0      | 2,96  | Normal   | 0,163    |
| ARIMA(1,1,1) | 5.903   | -0,0819 | 0,6284 | 0      | 23,155 | -0,37       | 3,69   | 0      | 5,66  | Normal   | 0,114    |

Fransa'nın kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinin 1820-1869 yılları arasında yer alan kısmında MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması ve grafiklerle uyumlu olması sebebiyle ARIMA(1,1,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.26.'da gösterilmiştir.



Şekil 4-26. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1820-1869)

Artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-21 ve EK-22). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.27.).



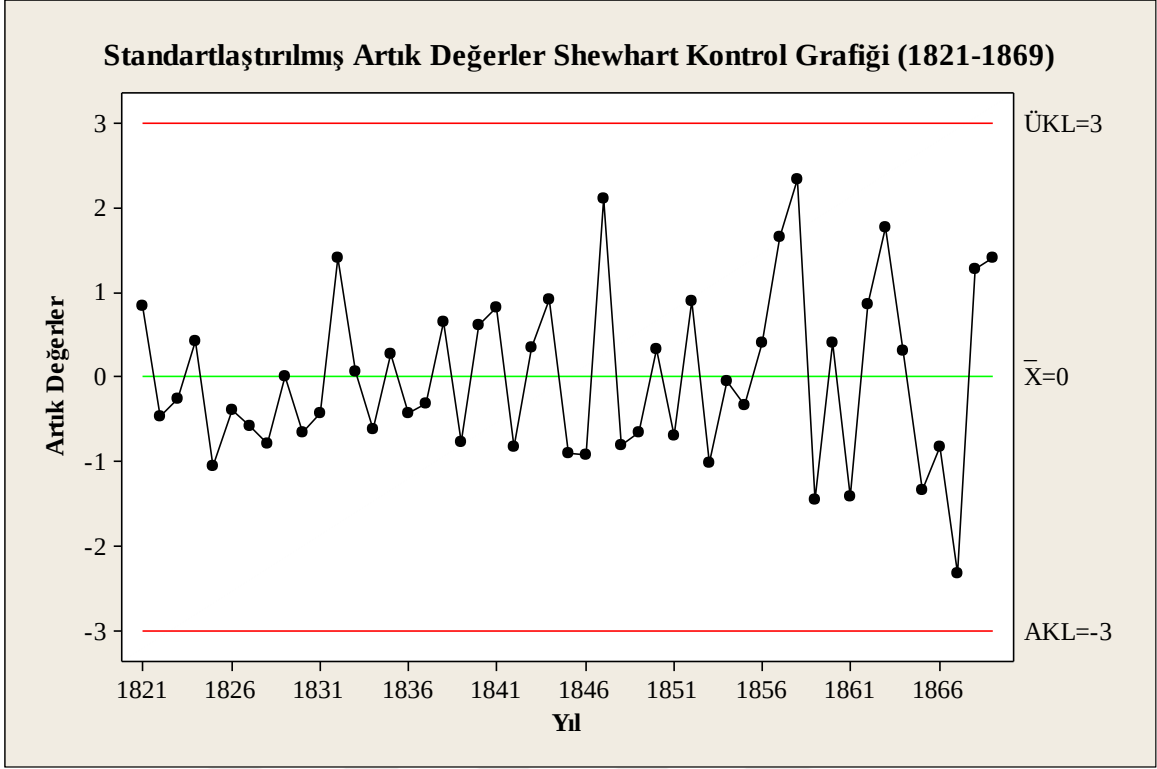
Şekil 4-27. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1821-1869)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.8.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1821-1869)

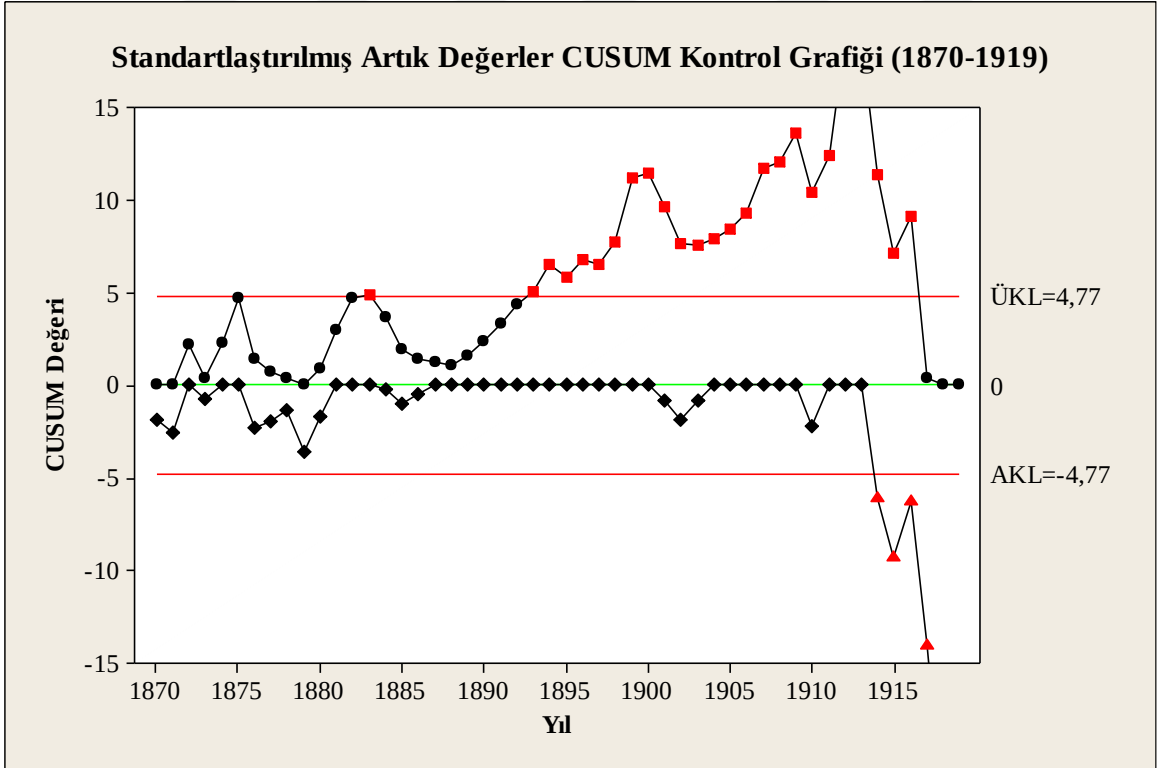
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,46781  | 78,35154       |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.28.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-28. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1821-1869)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.29.'da gösterilmiştir.

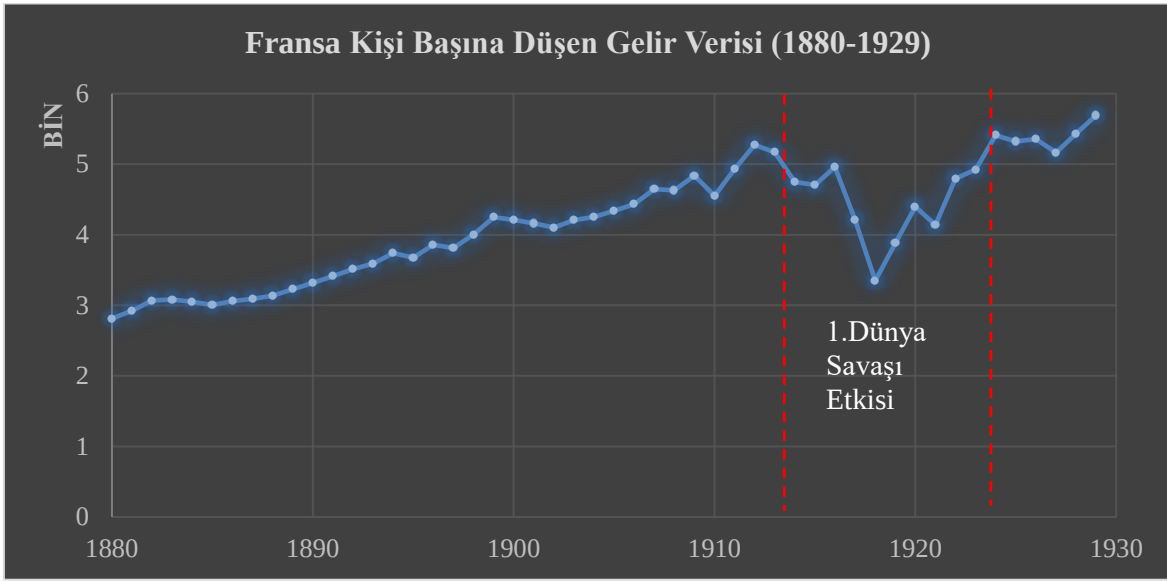


Şekil 4-29. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1870-1919)

Grafığe göre kontrol dışına çıkma sinyali 1883 yılında verilmiş ve değişimin 1880 yılında başladığı görülmektedir.

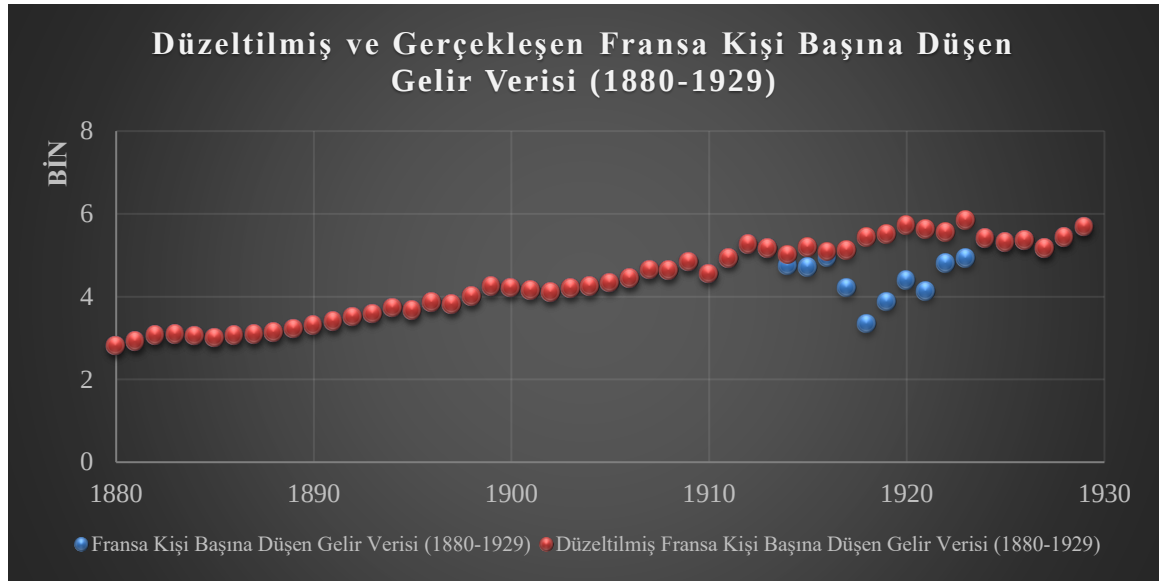
#### 4.3.2.2. İkinci Değişim Noktası

Fransa'nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1880 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 50 yıl olacak şekilde toplam 100 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 1880-1929 yılları arasında yer alan Fransa'ya ait kişi başına düşen gelir verisi incelendiğinde verinin pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.30.).



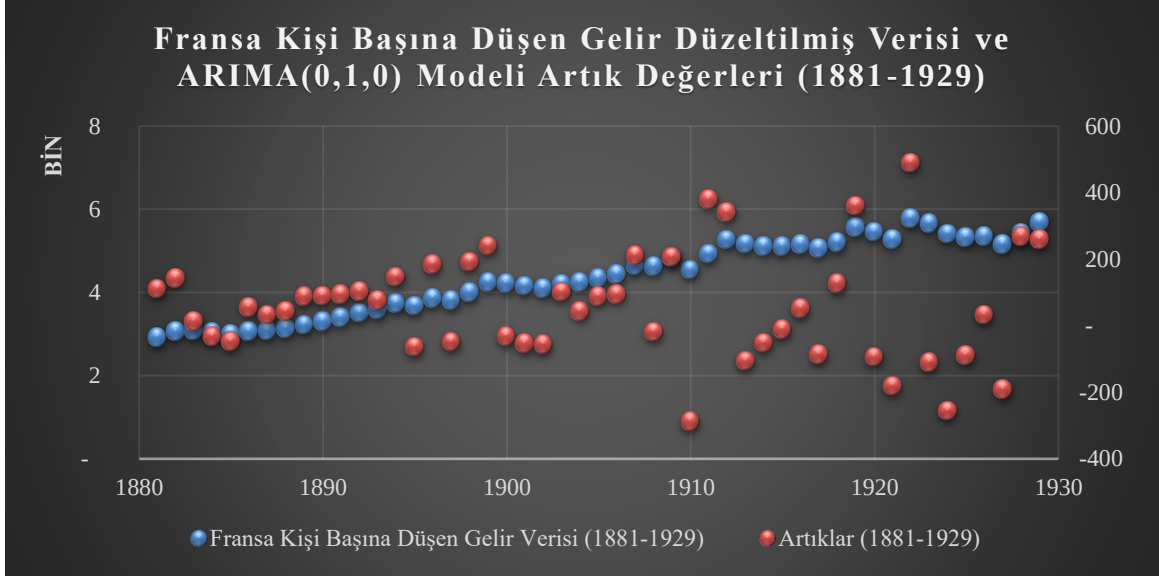
Şekil 4-30. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1880-1929)

Fransa kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri seti incelendiğinde, veri setinin I. Dünya Savaşı ve sonrasında yaşanan süreçten etkilendiği görülmektedir. Bu sebeple 1914-1923 yılları arasında yer alan verilerin, veri setinden çıkartılması gerekmektedir. Veri setinde sürekliliğin sağlanması amacıyla kayıp değer atama işlemi gerçekleştirilecektir. Bu kapsamda 1880-1913 yılları arasında yer alan yıllara ilişkin veriler kullanılarak tasarlanacak regresyon modeli ile 1914-1923 yılları için kişi başına düşen gelir verilerine ait tahmini değerleri oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon modeli alternatif modeller arasından seçilememiştir. Bunun sebebi birinci değişim noktası olarak tahmin edilen 1880 yılı öncesine ait verilerin ikinci değişim noktası tahmin edicisi hesaplamasında kullanılmasının yanlış sonuçlar doğuracağı varsayılmıştır. Faz-1 aşaması sırasında atanacak verilerin tahmini sonrasında kişi başına düşen gelir verisine ait sapmanın daha küçük olması tehlikesine karşı tahmini değerlere rasgele hata terimi eklenmiştir. Düzeltilmiş ve gerçekleşen kişi başına düşen gelir göstergesine ait verilerin karşılaştırılması Şekil 4.31.'de gösterilmiştir.



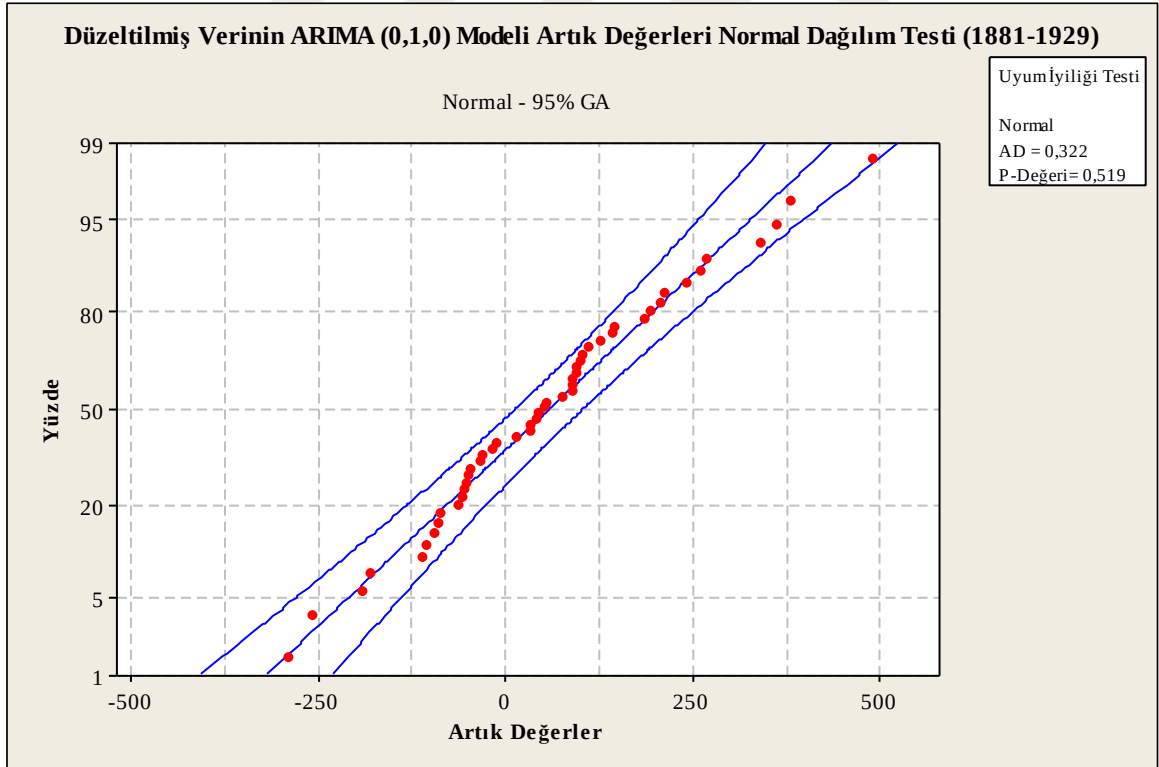
Şekil 4-31. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1880-1929)

Düzeltilmiş veri seti için ACF ve PACF grafikleri EK-23 ve EK-24’de sunulmuştur. Veri setinin sahip olduğu modelin tespiti amacıyla yapılacak çalışma için bir önceki değişim noktası olan 1880 yılı başlangıç yılı olarak seçilmiş ve 50 yıllık veri Faz-1 aşaması için bu yıldan itibaren kullanılmıştır. ACF ve PACF grafiklerine göre veri setinin durağan olmadığı düşünülmüş ve ADF testi uygulanmıştır. Test sonucunda veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Veri setinin durağan hale getirilmesi için fark alma işlemi uygulanmıştır. Fark alma işlemi sonra artık değerler için ACF ve PACF grafikleri tekrar oluşturulmuştur (bkz. EK-25 ve EK-26). Fark alma işlemi sonrası alınan ACF ve PACF grafikleri artıkların başka bir model bilgisi içermediğini göstermektedir. Bu sebeple ARIMA(0,1,0) modeli kullanılmıştır.



Şekil 4-32. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1881-1929)

Artık değerler için yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.33.).



Şekil 4-33. Düzeltilmiş Verinin ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1881-1929)

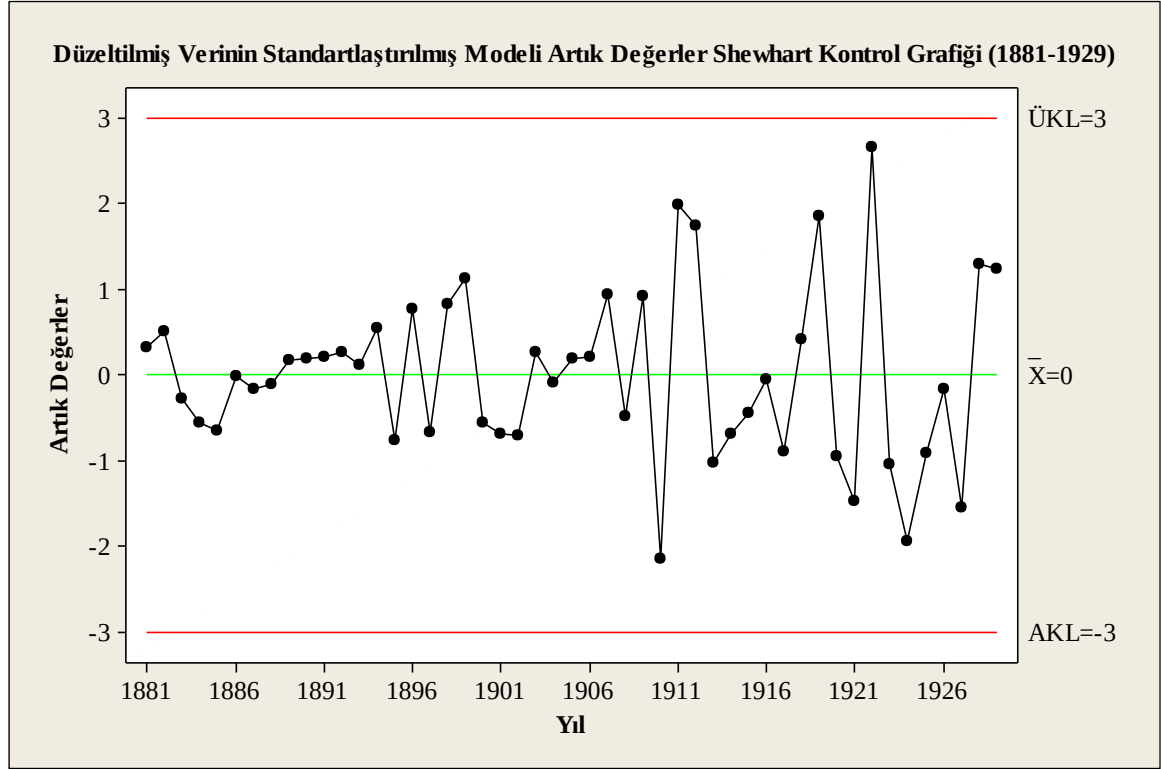
Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.9.'da gösterilmektedir.



Çizelge 4.9. Fransa Kişi Başına Gelir Düzeltilmiş Verisi Artık Değerleri Kestirimleri  
(1881-1929)

| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 58,80    | 161,83         |

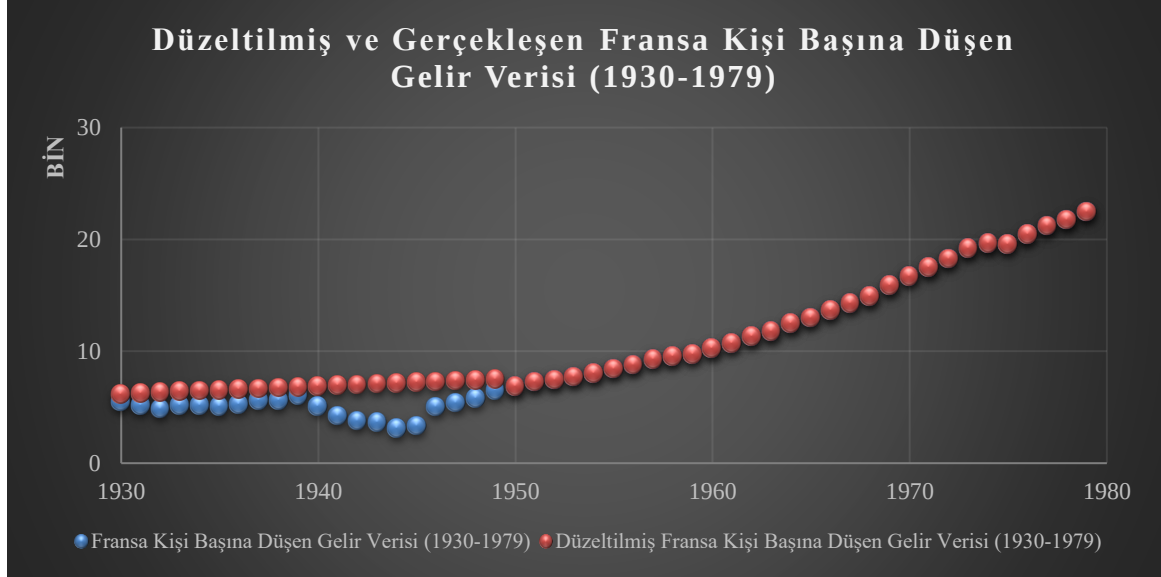
Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.34.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-34. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1881-1929)

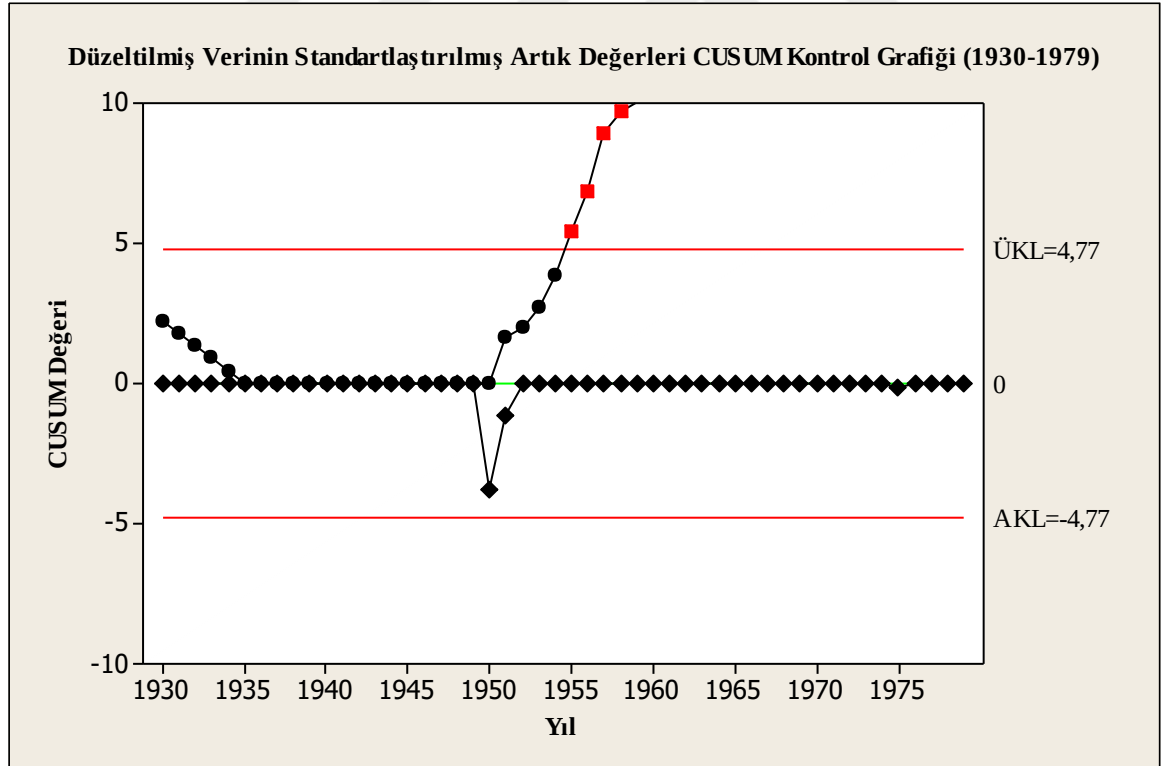
Faz-2 aşamasında II. Dünya Savaşı etkilerinin kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinden arındırılması gerekmektedir. 1880-1913, 1924-1929 arasındaki yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modeli ile 1930-1948 yılları arasında yer alan verilere ilişkin tahmini veriler, veri setine atanacaktır. Alternatif model kurulması için elde olan veri sayısı kısıtlı olduğundan alternatif model tasarlanmamış olup Faz-2 aşaması için tahmini veriler atandığı için rasgele hata terimi regresyon modeli tahminine eklenmemiştir. 1930-1986 yılları için gerçekleşen ve düzeltilen veri seti Şekil 4.35.'de gösterilmiştir. Tahmini verilerin 1948 yılına kadar atanmasının sebebi ABD'nin II. Dünya Savaşı sonrası yıkıntı halinde olan Avrupa'ya Marshall Planı kapsamında yaptığı yardımın 1948 yılından itibaren

başlamasıdır. Fransa'ya yardımların etkisinin 1949 yılından itibaren yansıdığı varsayımı yapılmaktadır.



Şekil 4-35. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1930-1979)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.36.'da gösterilmiştir.



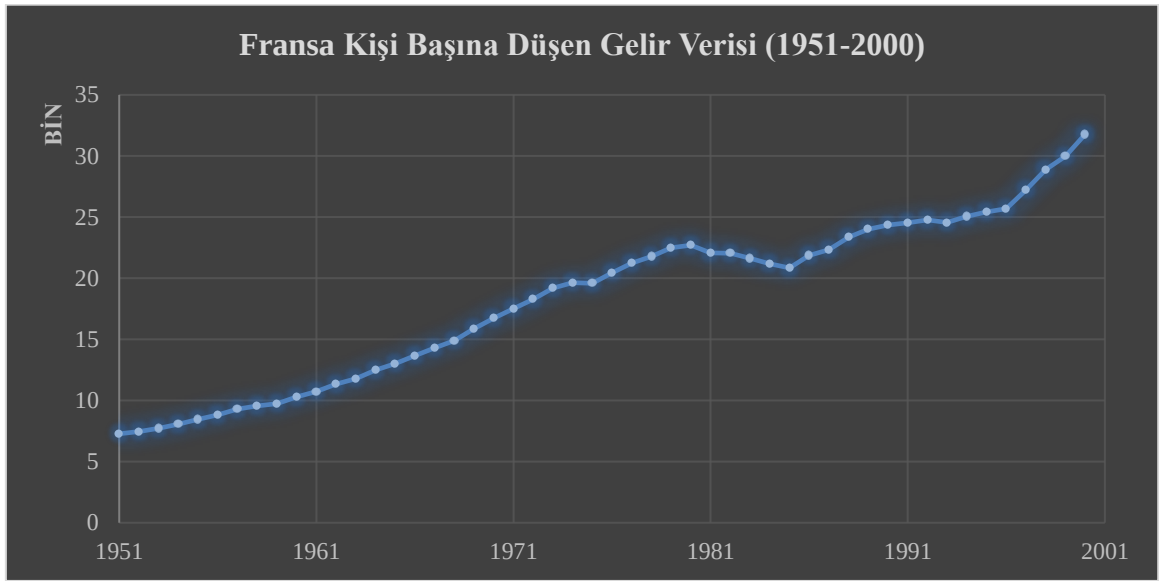
Şekil 4-36. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerleri CUSUM Kontrol Grafiği (1930-1979)

I. Dünya Savaşı, 1929 Buhranı ve II. Dünya Savaşı etkileri kayıp değer atama yöntemi ile veri seti içerisinde alınan Fransa kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinden model

bilgisi çıkarıldıktan sonra kalan artık değerler Şekil 4.36.'da sunulan CUSUM kontrol grafiğinde izlenmiştir. Grafiğe göre kontrol dışına çıkma sinyali 1955 yılında gerçekleşmiş, değişimin 1951 yılında başladığı görülmüştür.

#### 4.3.2.3. Üçüncü Değişim Noktası

Fransa'nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin üçüncü değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1951 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 17 yıl olacak şekilde toplam 67 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 1951-2000 yılları arasında yer alan Fransa'ya ait kişi başına düşen gelir verisi incelendiğinde verinin pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.37.).



Şekil 4-37. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1951-2000)

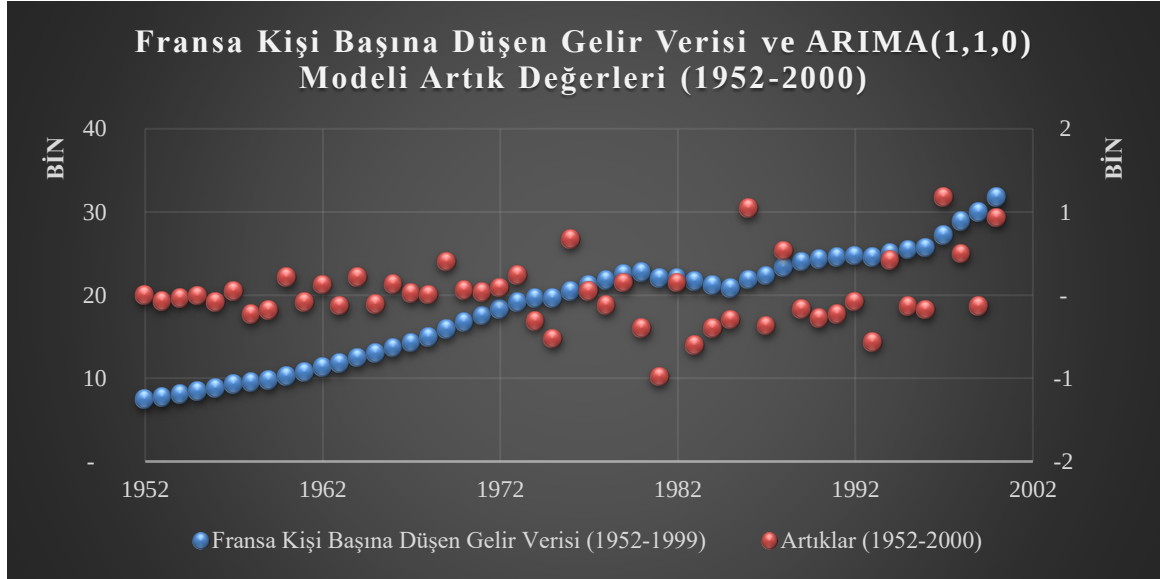
50 yıllık veri seti için ACF ve PACF grafikleri EK-27 ve EK-28'de sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı düşünülmüş ve ADF testi veri setinin durağan olmadığını göstermiştir. Veri setine fark alma işlemi yapılmış ve fark alma işlemi sonrasında ACF ile PACF grafikleri çıkarılmıştır (bkz. EK-29 ve EK-30). Bu grafiklere göre denenen ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.10.'dadır.

Çizelge 4.10. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1952-1999)

| Model        |         | Katsayı |         |        |        | t-değerleri |        |        |       |
|--------------|---------|---------|---------|--------|--------|-------------|--------|--------|-------|
| Tür          | MSE     | AR(1)   | MA (1)  | MA (2) | Sabit  | AR(1)       | MA (1) | MA (2) | Sabit |
| ARIMA(1,1,0) | 167.908 | 0,6122  | 0       | 0      | 205,52 | 4,7         | -      | -      | 3,48  |
| ARIMA(0,1,1) | 191.567 | 0       | -0,4536 | 0      | 508,49 | -           | -3,26  | -      | 5,6   |

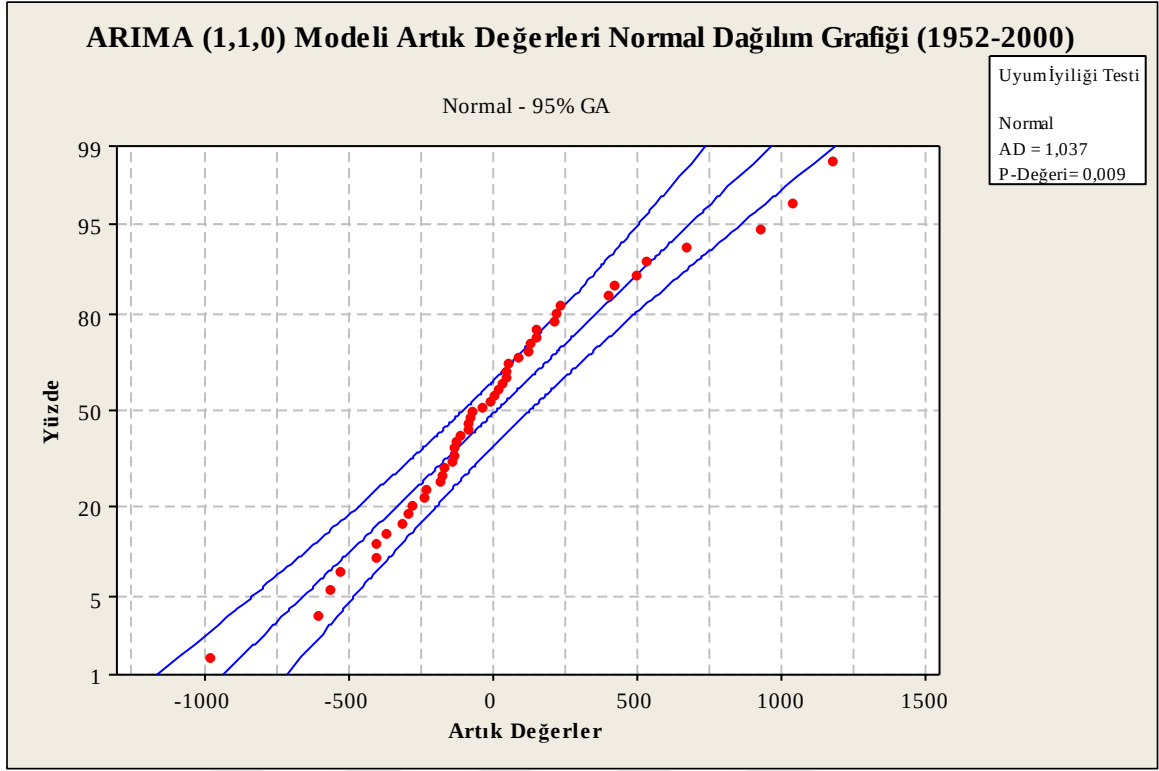
Fransa'nın kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinin 1952-2000 yılları arasında yer alan kısmında ACF ve PACF grafiklerine uyumuyla beraber MSE değerinin düşük olması

ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması sebebiyle ARIMA(1,1,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.38.'de gösterilmiştir.



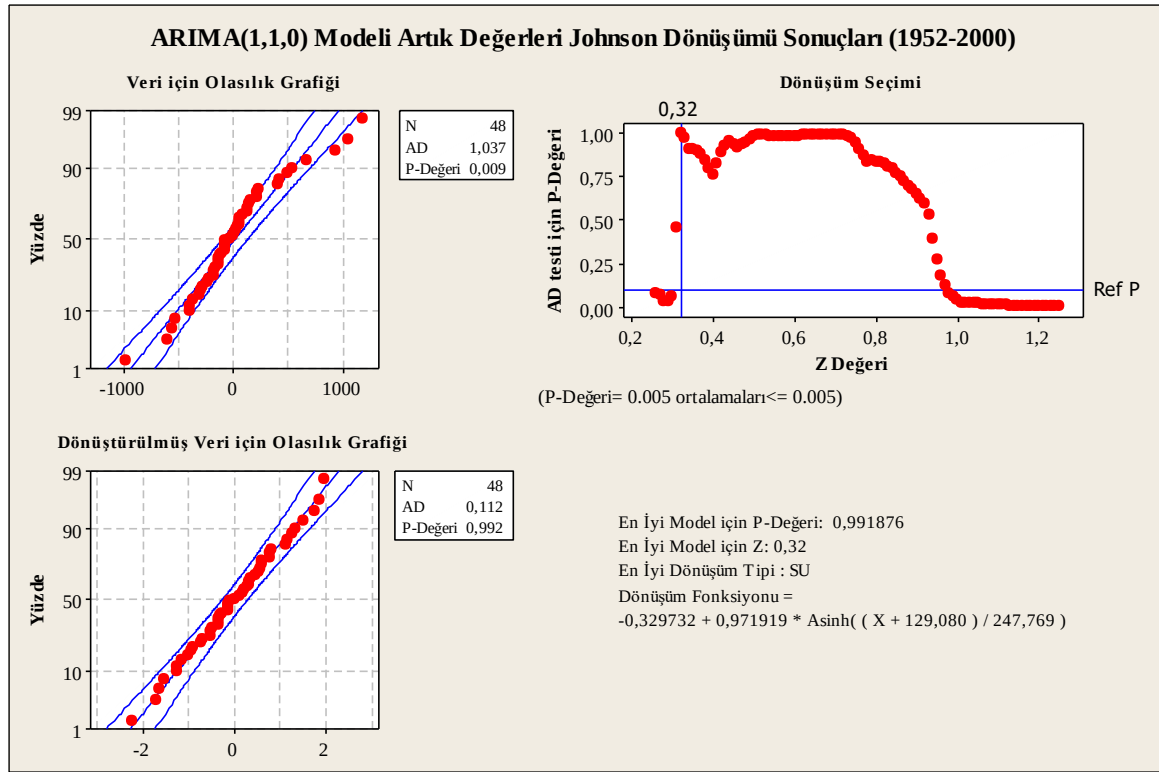
Şekil 4-38. Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-1999)

Model çıkartıldıktan sonra ortaya çıkan artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği (bkz. EK-31 ve EK-32), normal dağılım testi sonuçlarında ise değerlerin normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.39.).



Şekil 4-39. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1952-2000)

Normal dağılmayan veri setinin kontrol grafiklerinde izlenmesinin yanı sıra sonuçlar verebileceği bilinmektedir. Bu nedenle artık değerler için Johnson Dönüşümü gerçekleştirilmiştir. Dönüşüm sonrası artık değerlerin normal dağıldığı Şekil 4.40'dan görülmektedir.



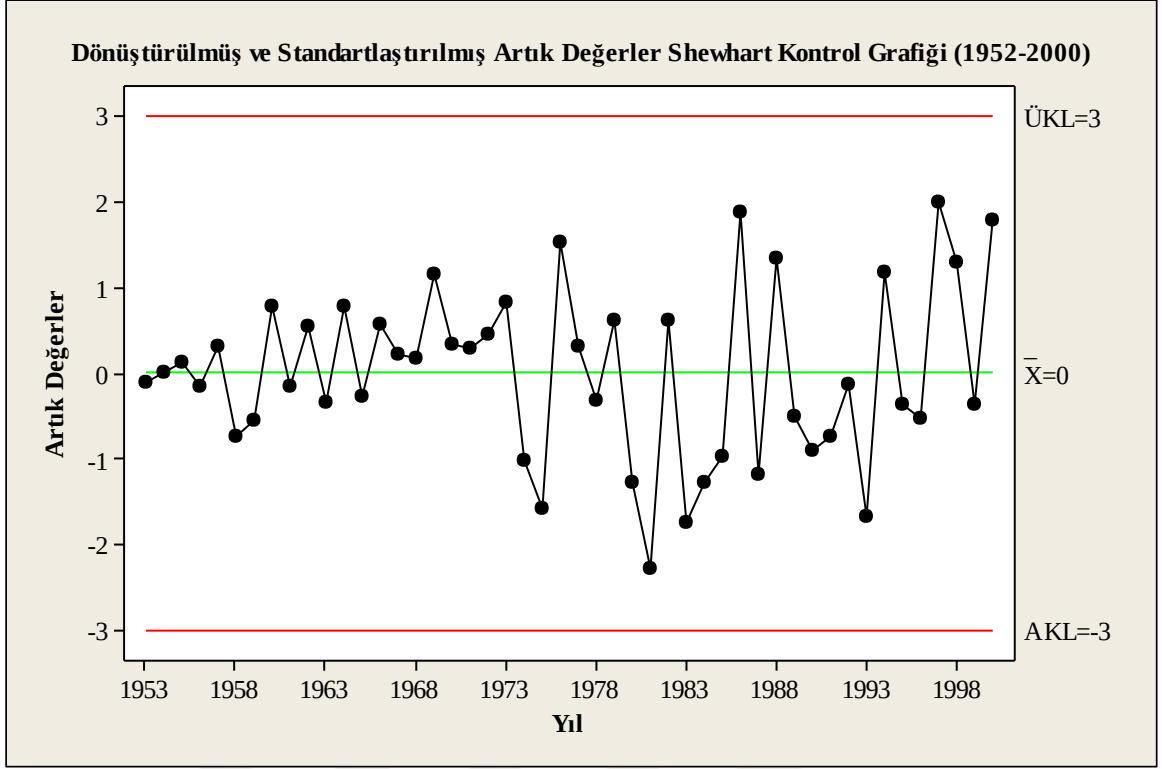
Şekil 4-40. ARIMA (1,1,0) Modeli Artıkları Johnson Dönüşümü Sonuçları (1952-2000)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.11.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. Fransa Kişi Başına Gelir Verisi Dönüştürülmüş Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1952-2000)

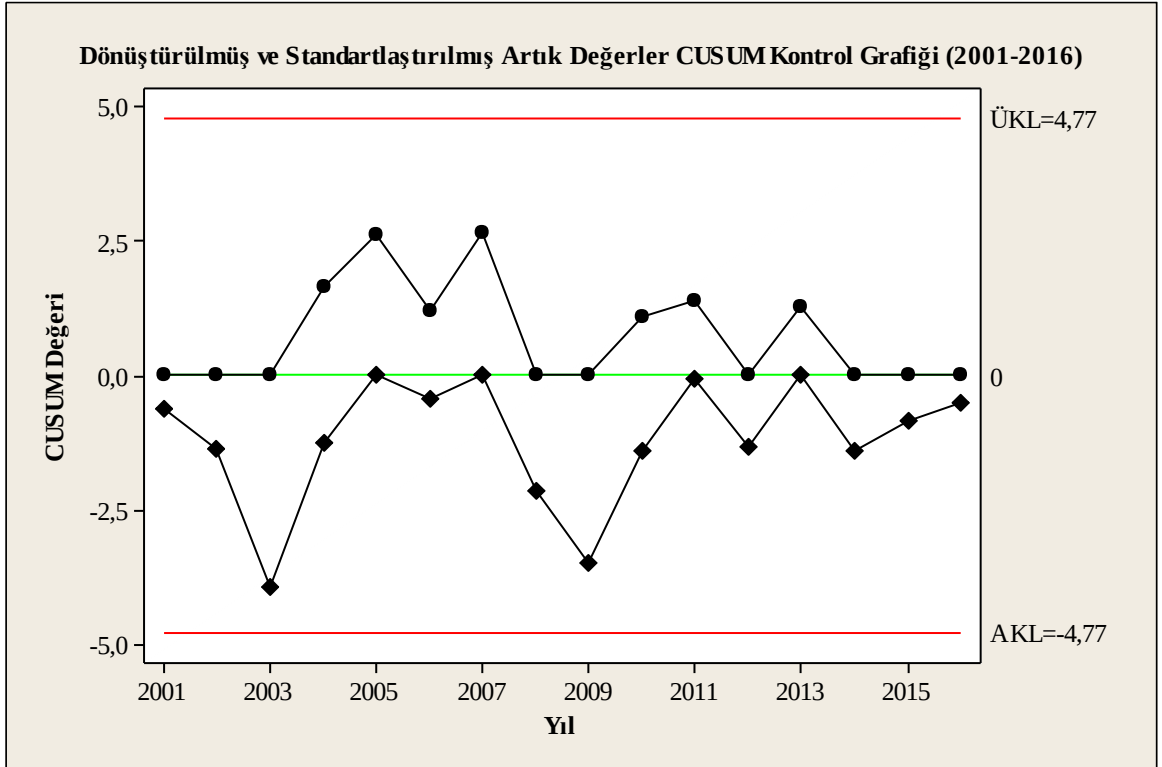
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,00856  | 0,97896        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.41.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-41. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.42.'de gösterilmiştir.



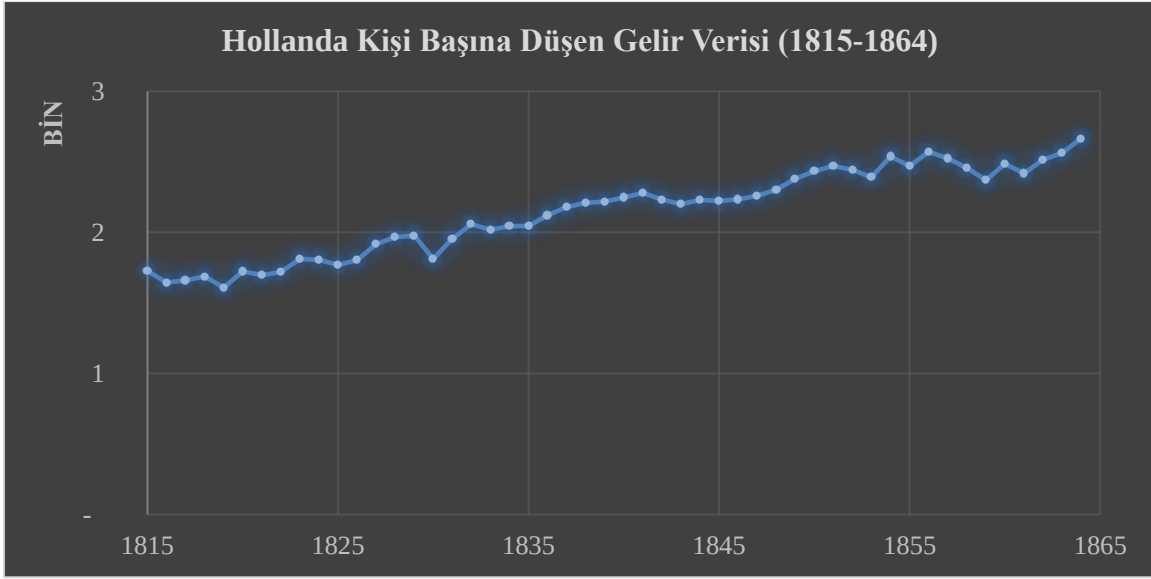
Şekil 4-42. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2016)

CUSUM kontrol grafiğine göre Fransa'nın kişi başına düşen gelir verisi için üçüncü değişim noktası tespit edilememiştir.

#### 4.3.3. Hollanda

##### 4.3.3.1. Birinci Değişim Noktası

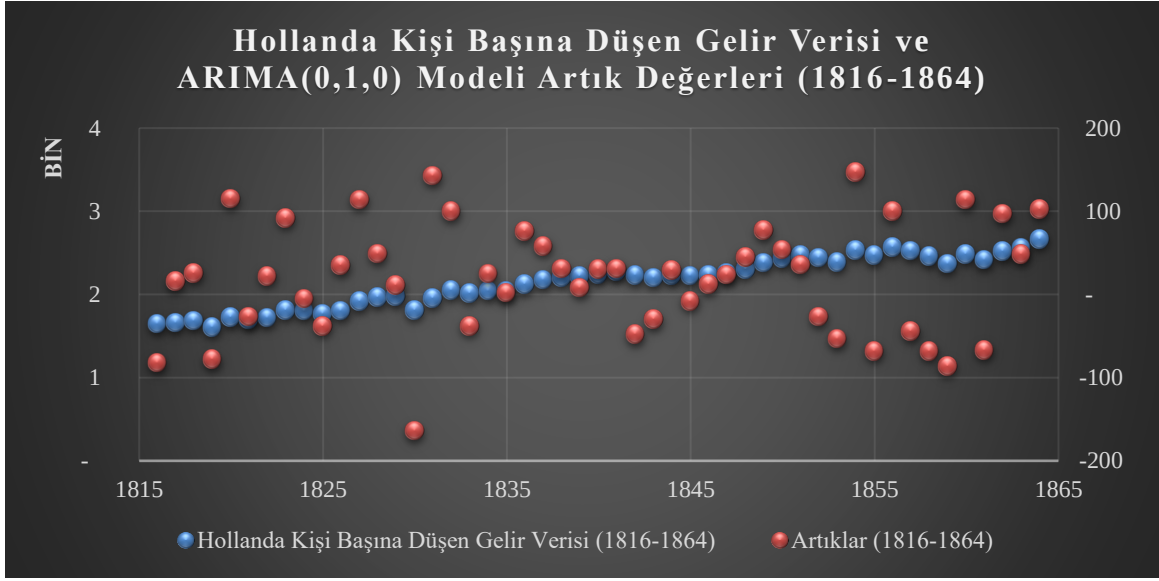
Hollanda'nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1815 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.43.). 1815-1864 yılları arasında alınan veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4-43. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1815-1864)

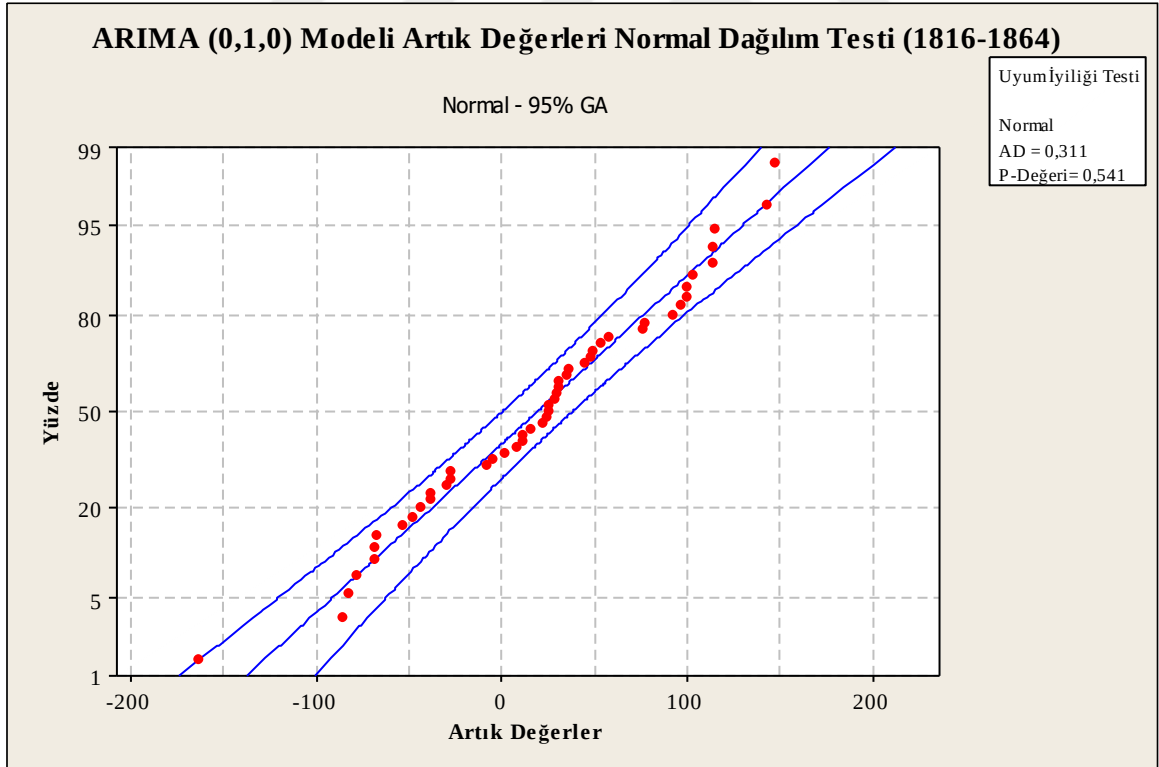
50 yıllık veri seti için ACF ve PACF grafikleri çıkarılmıştır (bkz. EK-33 ve EK-34). Bu grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı düşünülmüş ve ADF testi yapılmıştır. Test sonucunda veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Veri setine fark alma işlemi uygulanmış olup artıklara ilişkin ACF ve PACF grafikleri çıkarılmıştır (bkz. EK-35 ve EK-36). Grafiklerde herhangi bir model bilgisine rastlanmamıştır. Bu sebeple ARIMA (0,1,0) veri setine uygulanmıştır. Buna modele göre artıklar ile veri seti Şekil 4.44'de gösterilmiştir.





Şekil 4-44. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (0,1,0) Artık Değerleri (1816-1864)

Artık değerlere ilişkin yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.45.).



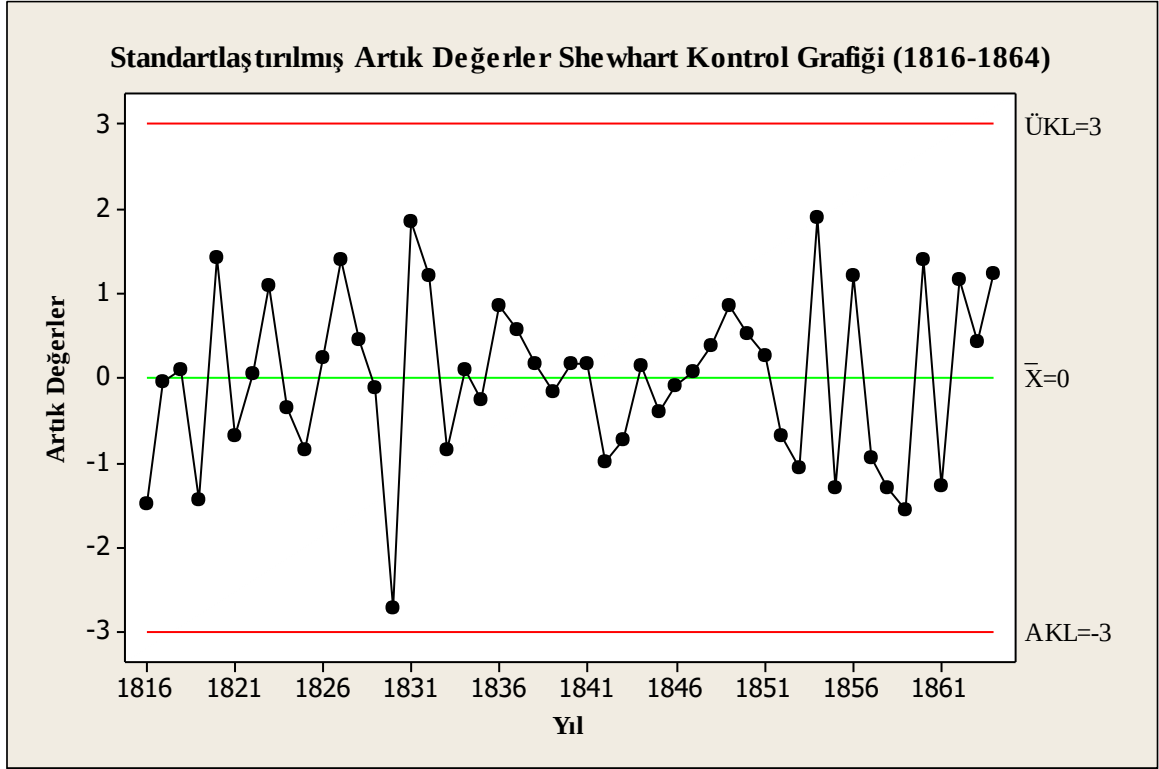
Şekil 4-45. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1816-1864)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.12’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.12. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1816-1864)

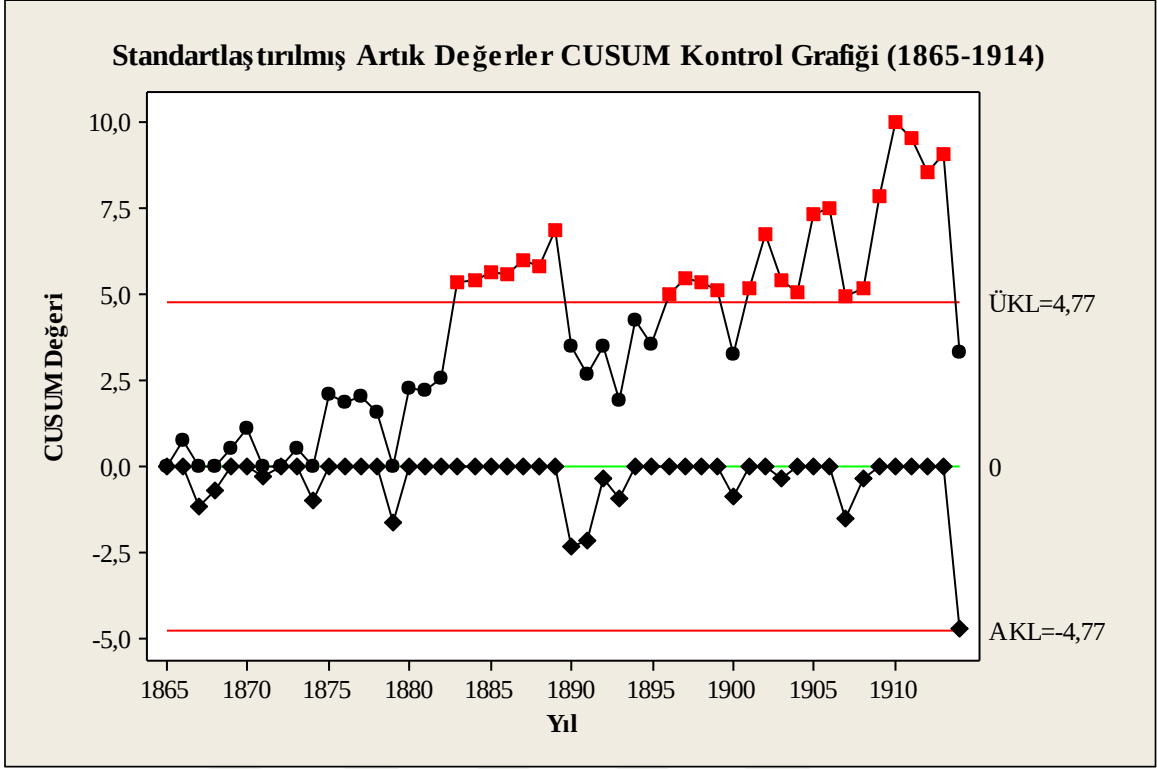
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 19,16327 | 67,52047       |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.46.'da gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-46. Standardlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1816-1864)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.47.'de gösterilmiştir.

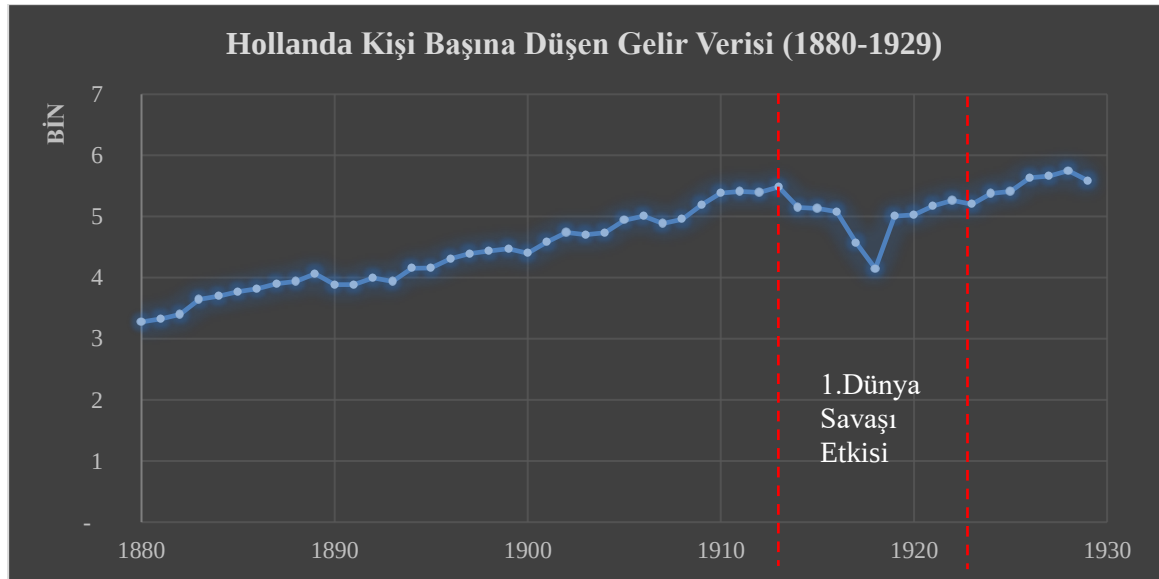


Şekil 4-47. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1865-1914)

Grafiğe göre kontrol dışına çıkma sinyali 1883 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişimin 1880 yılında başladığı görülmektedir.

#### 4.3.3.2. İkinci Değişim Noktası

Hollanda'nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1880 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 50 yıl olacak şekilde toplam 100 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 1880-1929 yılları arasında yer alan Hollanda'ya ait kişi başına düşen gelir verisi incelendiğinde verinin pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.48.).



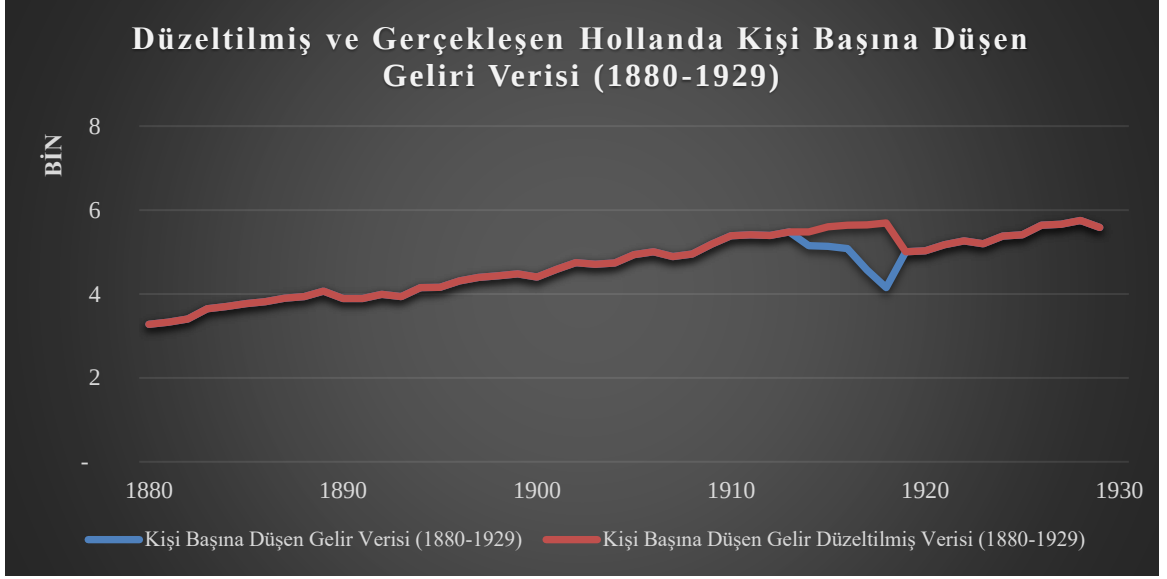
Şekil 4-48. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1880-1929)

Hollanda kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri seti incelendiğinde, veri setinin I. Dünya Savaşı ve sonrasında yaşanan süreçten etkilendiği görülmektedir. Bu sebeple Faz-1 aşamasında, 1914-1918 yılları arasında yer alan verilerin, veri setinden çıkartılması yerinde olacaktır. Verilerin çıkarılması sonrasında veri setinde sürekliliğin sağlanması amacıyla kayıp değer atama işleminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda 1880-1913 yılları arasında yer alan yıllara ilişkin veriler kullanılarak tasarlanacak regresyon modeli ile 1914-1918 yılları için kişi başına düşen gelir verilerine ait tahmini değerler oluşturulmuştur. 1913 yılı öncesine ait 25 ve 34 yıllık veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modellerinin karşılaştırılması Çizelge 4.13.'de gösterilmiştir. Karşılaştırma sonucunda 1880-1913 arasında kalan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin en iyi  $R^2_{pred}$  değerine sahip olması sebebiyle kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.13. 1.Dünya Savaşı Regresyon Modeli Karşılaştırılması

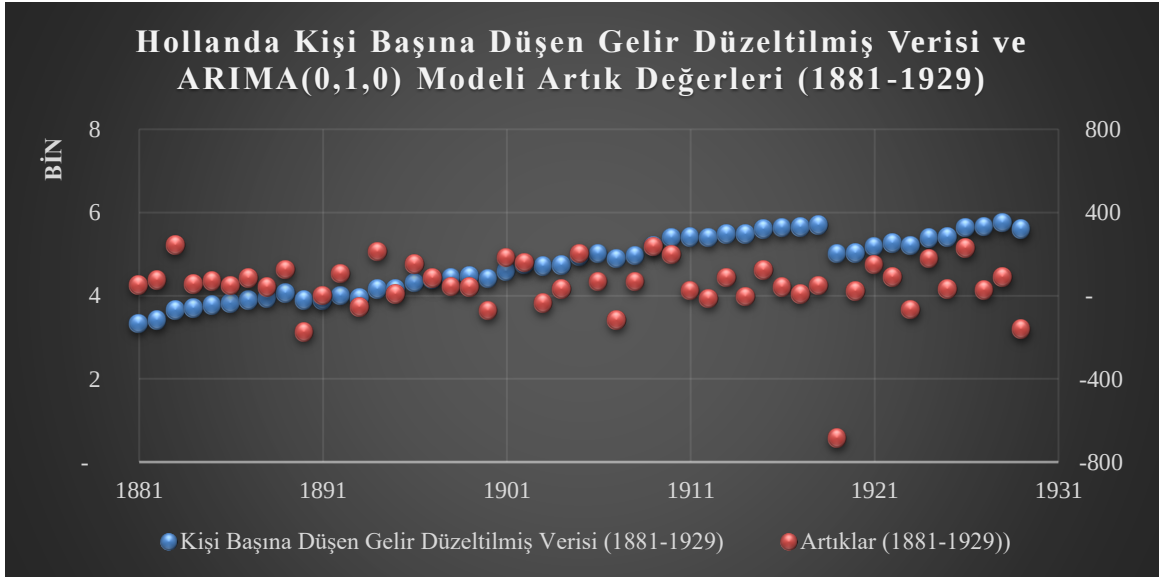
| Model Aralığı | Sabit       | Çarpan | $R^2$  | $R^2_{adj}$ | $R^2_{pred}$ | Artık Dağılım | Artıkların P-Değeri |
|---------------|-------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|---------------------|
| 1880-1913     | - 114.006,1 | 62,4   | 97,19% | 97,10%      | 96,82%       | Normal        | 0,116               |
| 1888-1913     | - 125.137,0 | 68,3   | 96,60% | 96,40%      | 95,74%       | Normal        | 0,118               |

Faz-1 aşaması sırasında atanacak verilerin tahmini sonrasında kişi başına düşen gelir verisine rasgele hata terimi eklenmiştir. Düzeltilmiş ve gerçekleşen kişi başına düşen gelir göstergesine ait verilerin karşılaştırılması Şekil 4.49.'da gösterilmiştir.



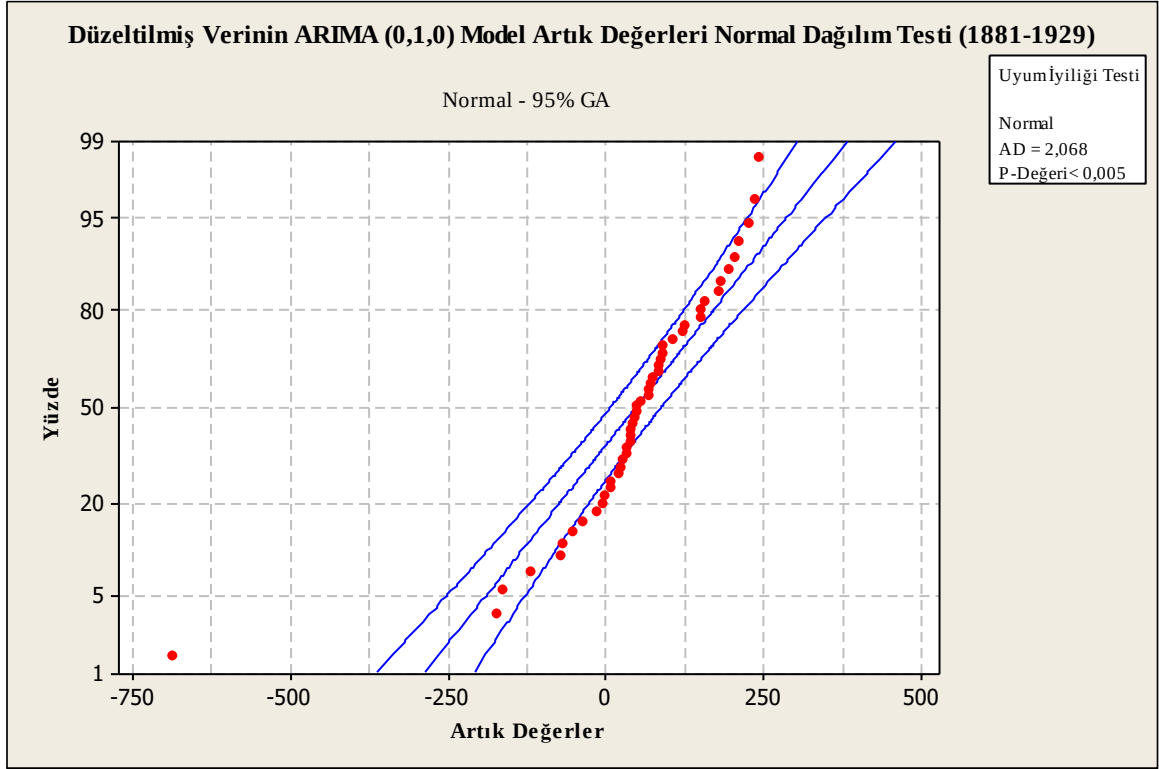
Şekil 4-49. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Hollanda Kişi Başına Düşen Geliri Verisi (1880-1929)

Düzeltilmiş veri setine ACF ve PACF grafikleri EK-37 ve EK-38’de sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde veri setinin durağanlığının ADF testi ile analiz edilmesinin yerinde olacağı görülmüştür. ADF testi veri setinin durağan olmadığını göstermiştir. Fark alma işlemi sonucu ortaya çıkan artıkların ACF ve PACF grafikleri incelendiğinde verinin başka bir model içermediği görülmüştür (bkz. EK-39 ve EK-40). 1880-1929 yılları arası ARIMA (0,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.50.’de gösterilmiştir.



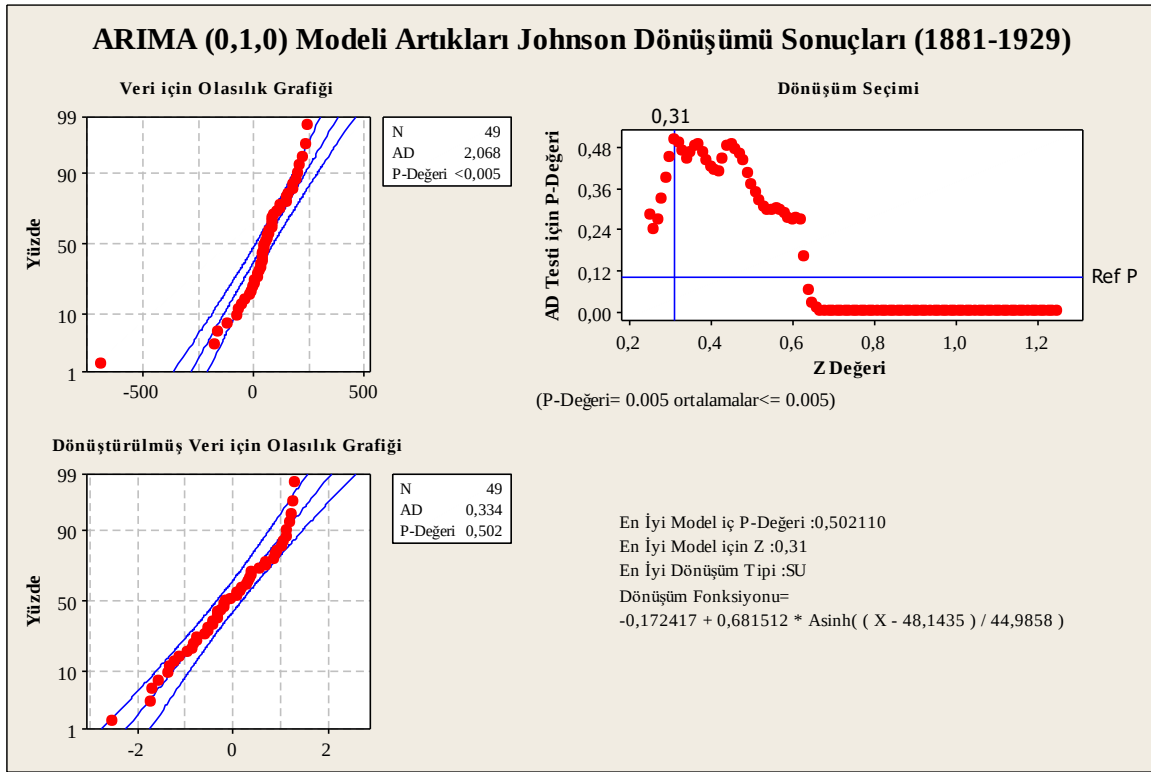
Şekil 4-50. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1881-1929)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.51.).



Şekil 4-51. Düzeltilmiş Verinin ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1881-1929)

Kontrol grafiklerinde izlenen veri setinin normal dağılıma sahip olması uyarı noktasına ilişkin sonuçların yansız olması açısından önemli bir varsayımdır. Bu sebeple veri setine Johnson dönüşümü uygulanmış ve artıklar normal dağılıma sahip değerlere dönüştürülmüştür (bkz. Şekil 4.52.).



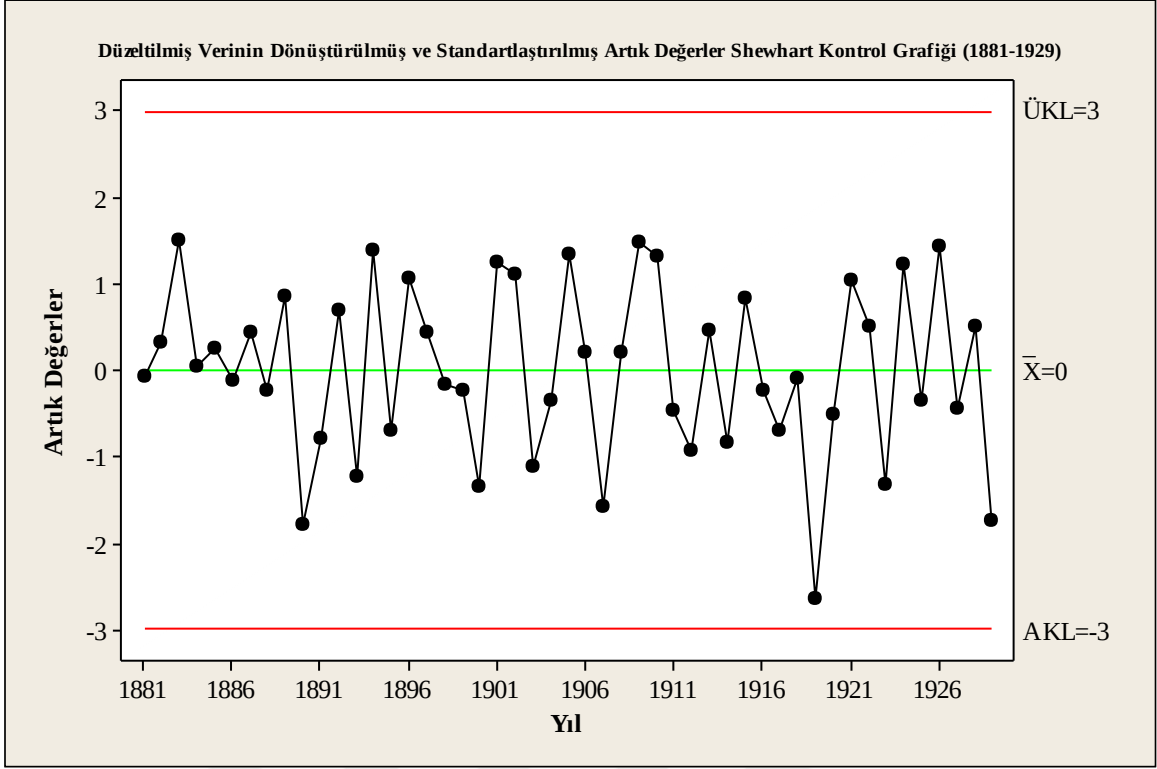
Şekil 4-52. ARIMA (0,1,0) Modeli Artıkları Johnson Dönüşümü Sonuçları (1881-1929)

Düzeltilmiş veri setine ait dönüştürülmüş artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.14.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi Dönüştürülmüş Artık Değerler Parametre Kestirimleri (1881-1929)

| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | -0,08923 | 0,92817        |

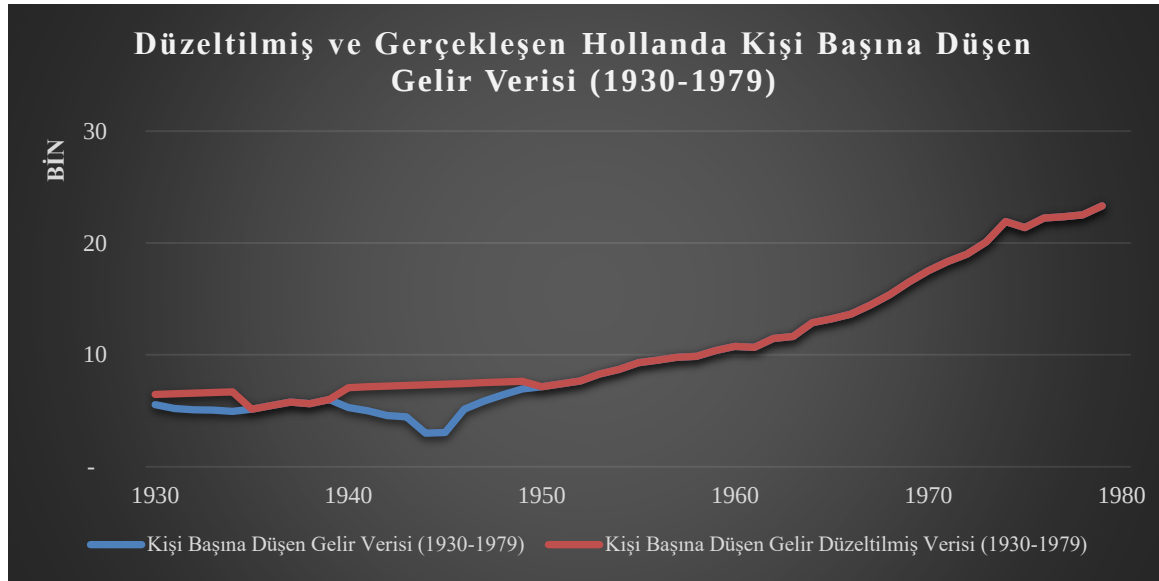
Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.53.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-53. Düzeltilmiş Verinin Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1881-1929)

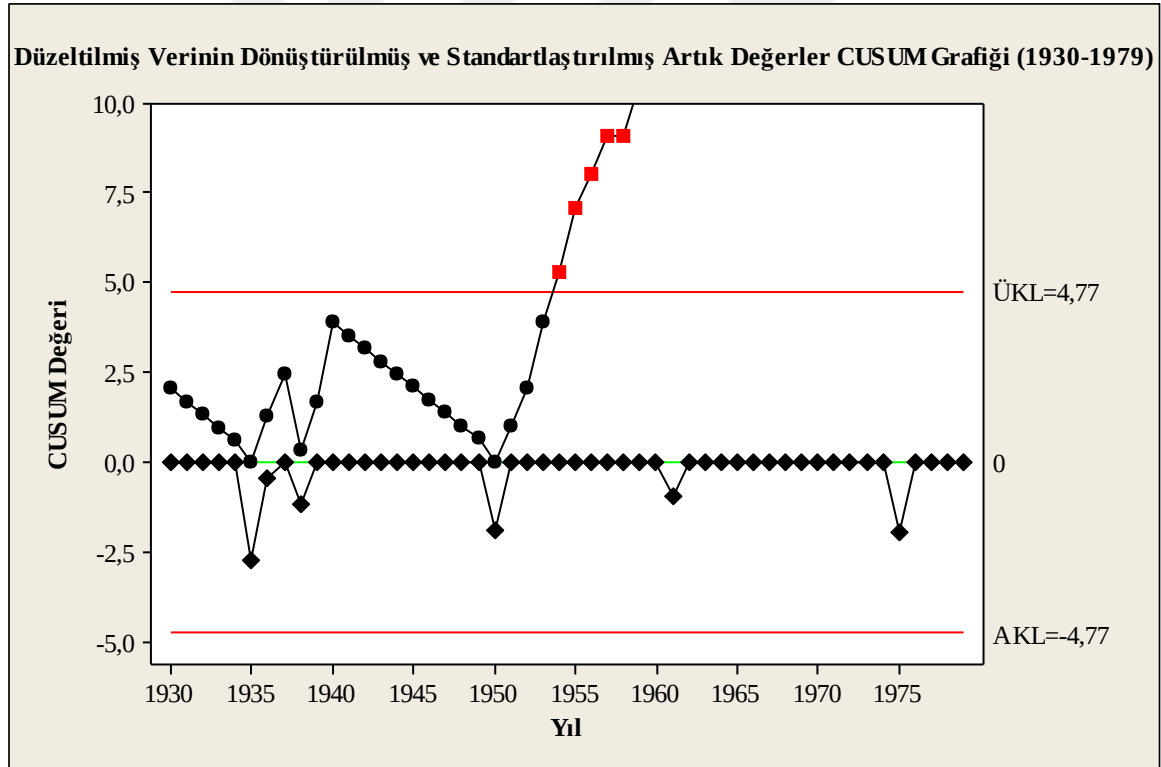
Faz-2 aşaması kapsamında CUSUM kontrol grafiğinde 1930-1979 yıllarına ait artık değerleri izlenmiştir. Ancak 1919-1950 yılları arasında kalan bir kısım verinin, I. Dünya Savaşı, 1929 Buhranı ve II. Dünya Savaşı etkileri sebebiyle veri setinden çıkartılması gerekmektedir. Veri setinden çıkarılan verilerin yerine Faz-1 aşamasında kurulan regresyon modeli uyarınca oluşturulacak tahmini değerlerin atanmıştır. Düzeltilmiş ve gerçekleşen kişi başına düşen gelir verisi karşılaştırılması Şekil 4.54.'de gösterilmiştir.





Şekil 4-54. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1930-1979)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.55.'de gösterilmiştir.



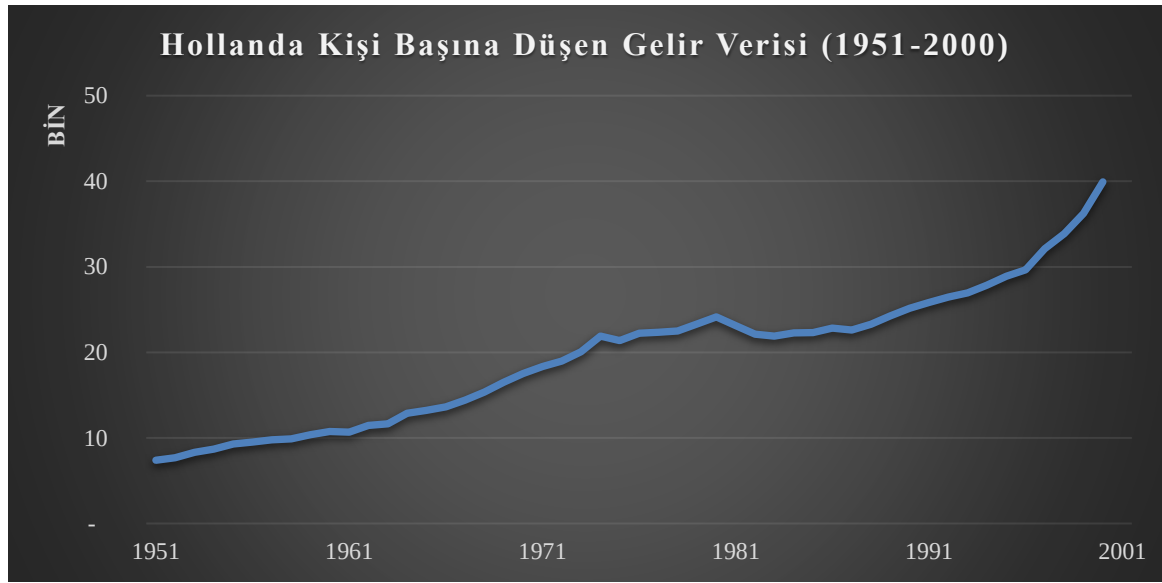
Şekil 4-55. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1930-1979)

I. Dünya Savaşı, 1929 Buhranı ve II. Dünya Savaşı etkileri kayıp değer atama yöntemi ile içerisinde alının Hollanda'nın kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinden model bilgisi çıkarıldıktan sonra kalan artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir.

Grafığe göre kontrol dışına çıkma sinyali 1954 yılında gerçekleşmiş, değişimin 1951 yılında başladığı görülmüştür.

#### 4.3.3.3. Üçüncü Değişim Noktası

Hollanda'nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin üçüncü değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1951 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 16 yıl olacak şekilde toplam 66 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 1951-2000 yılları arasında yer alan Hollanda'ya ait kişi başına düşen gelir verisi incelendiğinde verinin pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir (bkz. Şekil 4.56.).



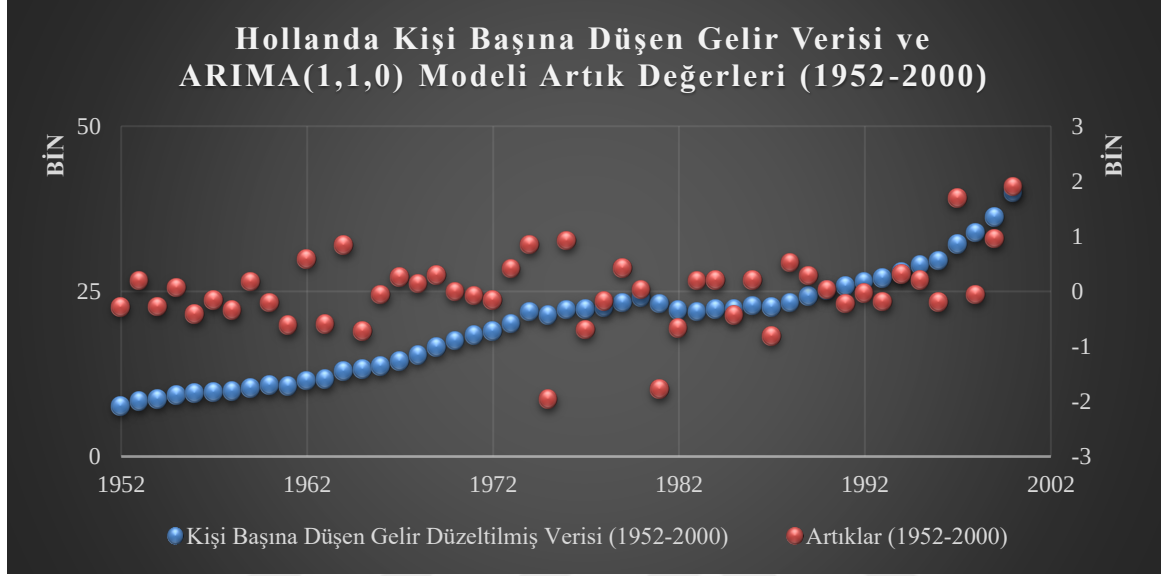
Şekil 4-56. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1951-2000)

50 yıllık veri seti için ACF ve PACF grafikleri oluşturulmuştur (bkz. EK-41 ve EK-42). Grafiklere göre veri setinin durağanlık durumunu göstermesi için ADF testinin yapılması gerektiği düşünülmüş ve ADF testinin sonucunda veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi ile veri seti durağan hale getirilmiştir. Fark alma işlemi sonrasında ortaya çıkan değerler için ACF ve PACF grafikleri oluşturulmuştur (bkz. EK-43 ve EK-44). Grafiklere göre artık değerlerin model bilgisi içerdiği görülmüştür. Bu kapsamda denenen ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.15.'dedir.

Çizelge 4.15. Hollanda Kişi Başı Gelir Verisi Model Karşılaştırılması (1952-2000)

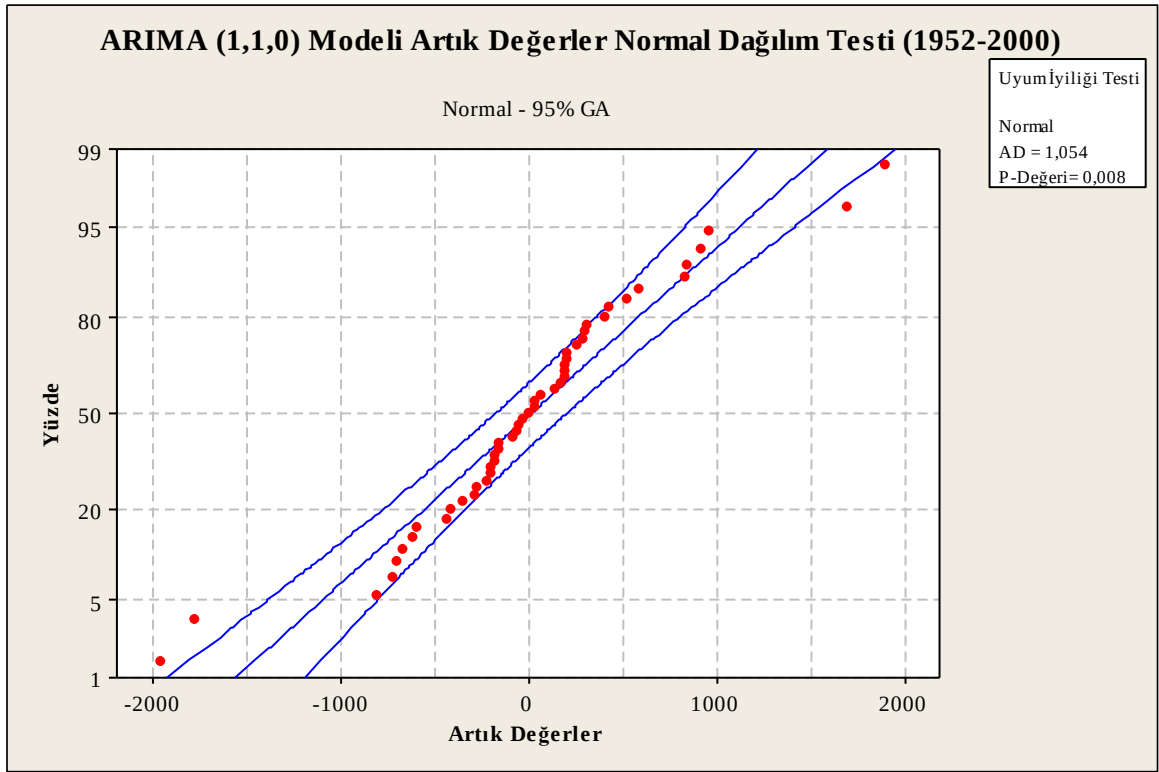
| Model        |         | Katsayı |         |        |       | t-değerleri |        |        |       | Artıklar |          |
|--------------|---------|---------|---------|--------|-------|-------------|--------|--------|-------|----------|----------|
| Tür          | MSE     | AR(1)   | MA (1)  | MA (2) | Sabit | AR(1)       | MA (1) | MA (2) | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA(1,1,0) | 467.770 | 0,6387  | 0       | 0      | 271,8 | 4,33        | -      | -      | 2,71  | Normal   | 0,008    |
| ARIMA(0,1,1) | 540.327 | 0       | -0,4063 | 0      | 679,9 | -           | -2,87  | -      | 4,61  | Normal   | 0        |

Hollanda'nın kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinin 1952-2000 yılları arasında yer alan kısmında MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması ve grafiklerle uyumlu olması sebebiyle ARIMA(1,1,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.57.'de gösterilmiştir.



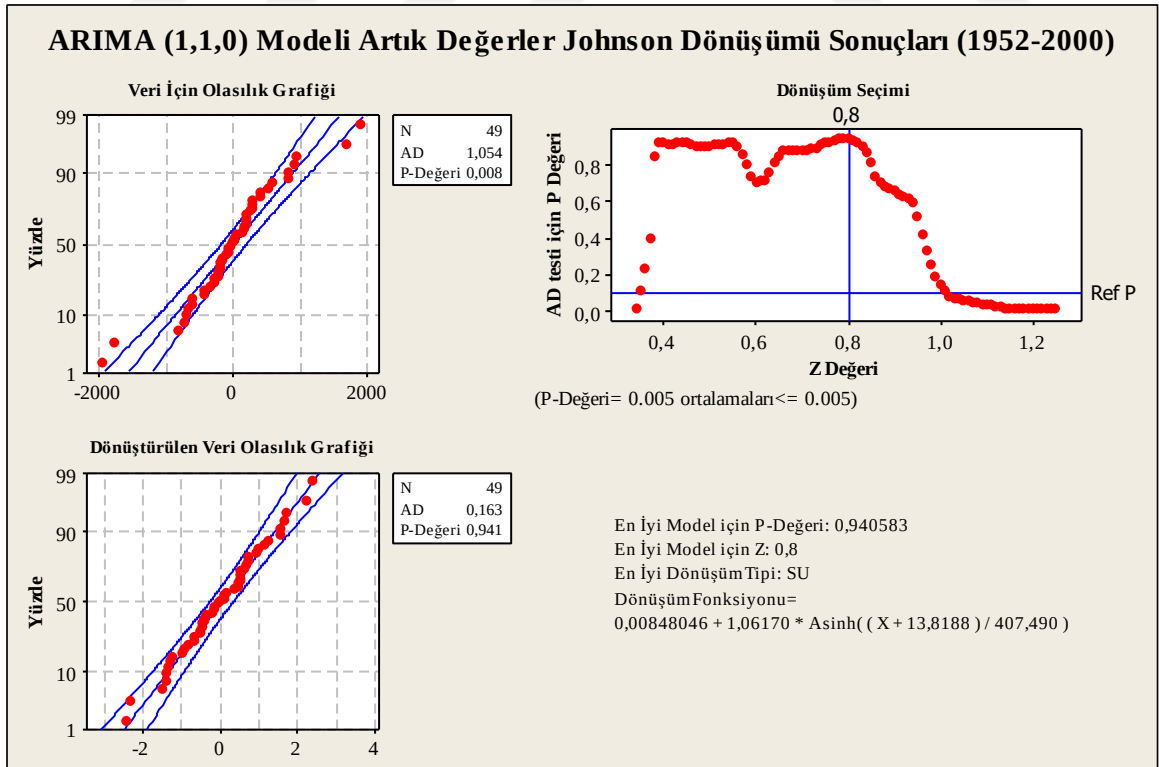
Şekil 4-57. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-2000)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin herhangi bir başka model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-45 ve EK-46). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.58.).



Şekil 4-58. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler Normal Dağılım Testi (1952-2000)

Bu nedenle, artık değerler Johnson Dönüşümü işleminden geçirilmiş, dönüşüm sonrası artık değerlerin normal dağılıma sahip olduğu Şekil 4.59’da görülmüştür.



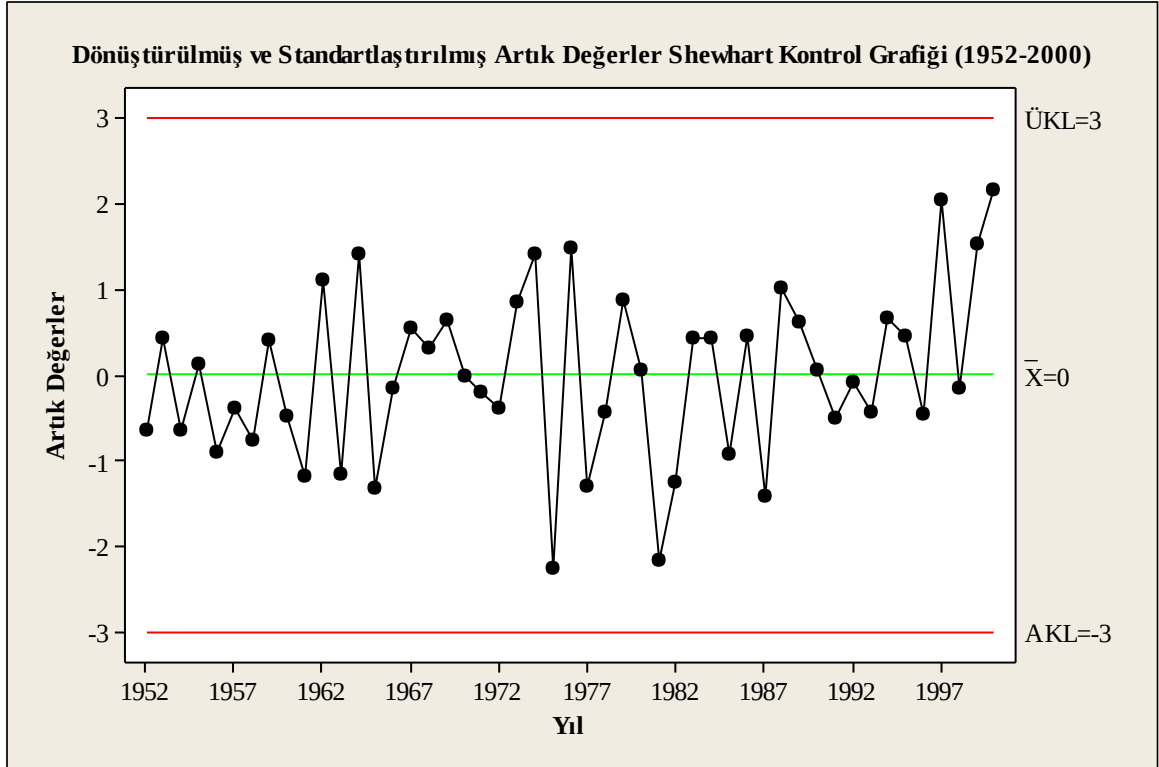
Şekil 4-59. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler Johnson Dönüşümü Sonuçları (1952-2000)

Veri setine ait dönüşümlü artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.16.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.16. Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1952-2000)

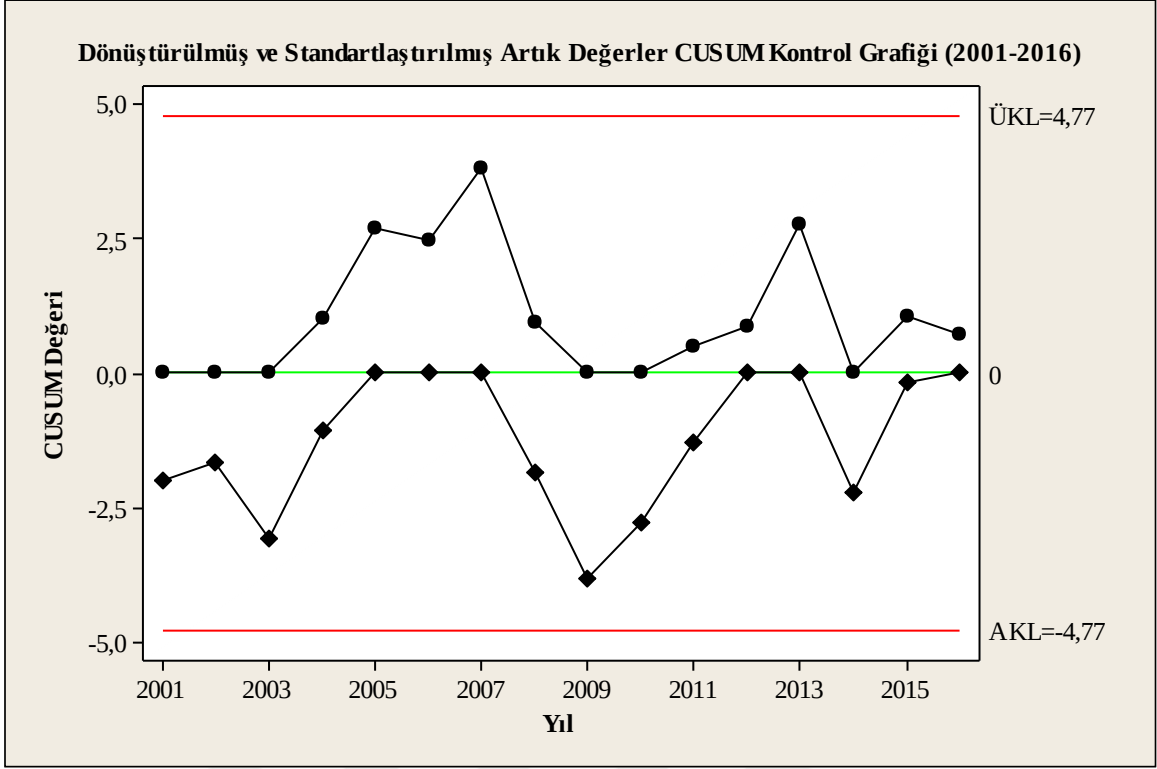
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,05037  | 1,08939        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.60.'da gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-60. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.61.'de gösterilmiştir.



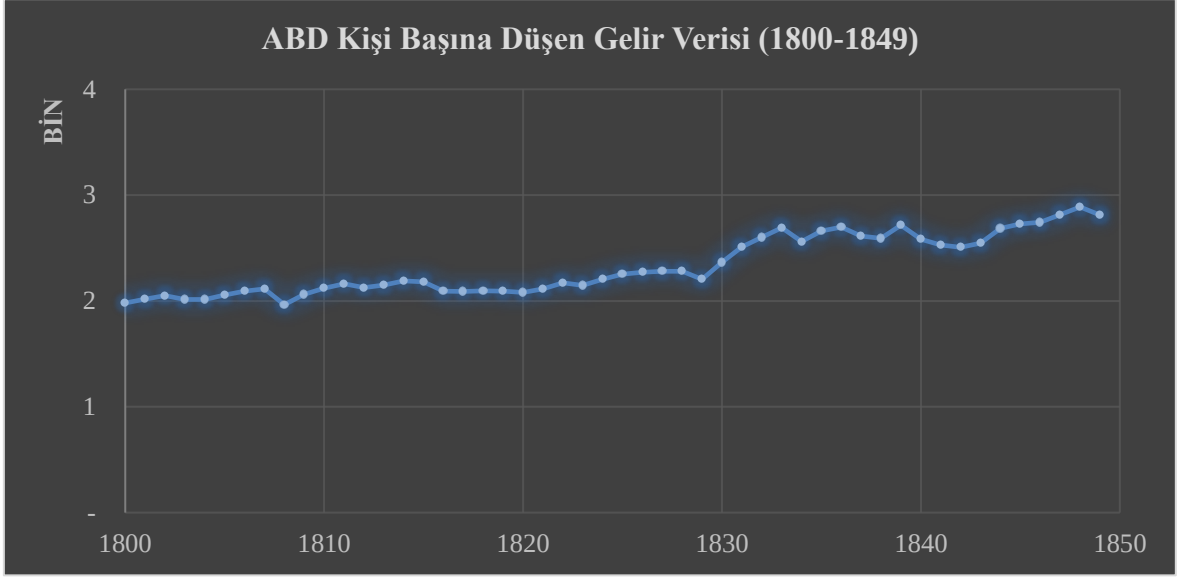
Şekil 4-61. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2016)

CUSUM kontrol grafiğine göre Hollanda kişi başına düşen gelir verisi için üçüncü değişim noktası bulunamamıştır.

#### 4.3.4. ABD

##### 4.3.4.1. Birinci Değişim Noktası

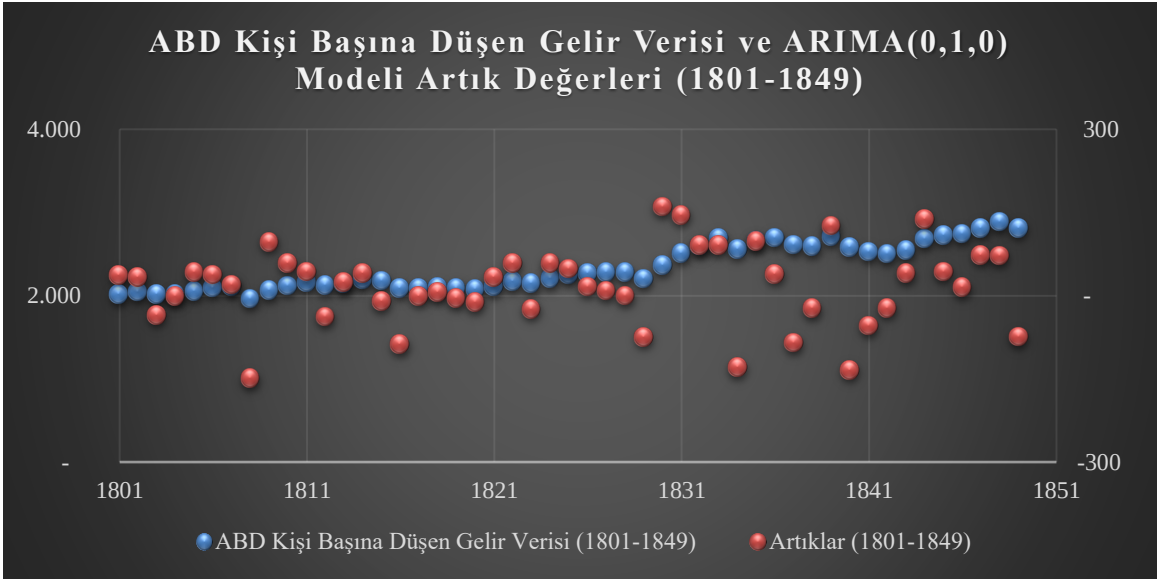
ABD'nin kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1800 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.62.). 1800-1849 yılları arasını kapsayan veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4-62. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1800-1849)

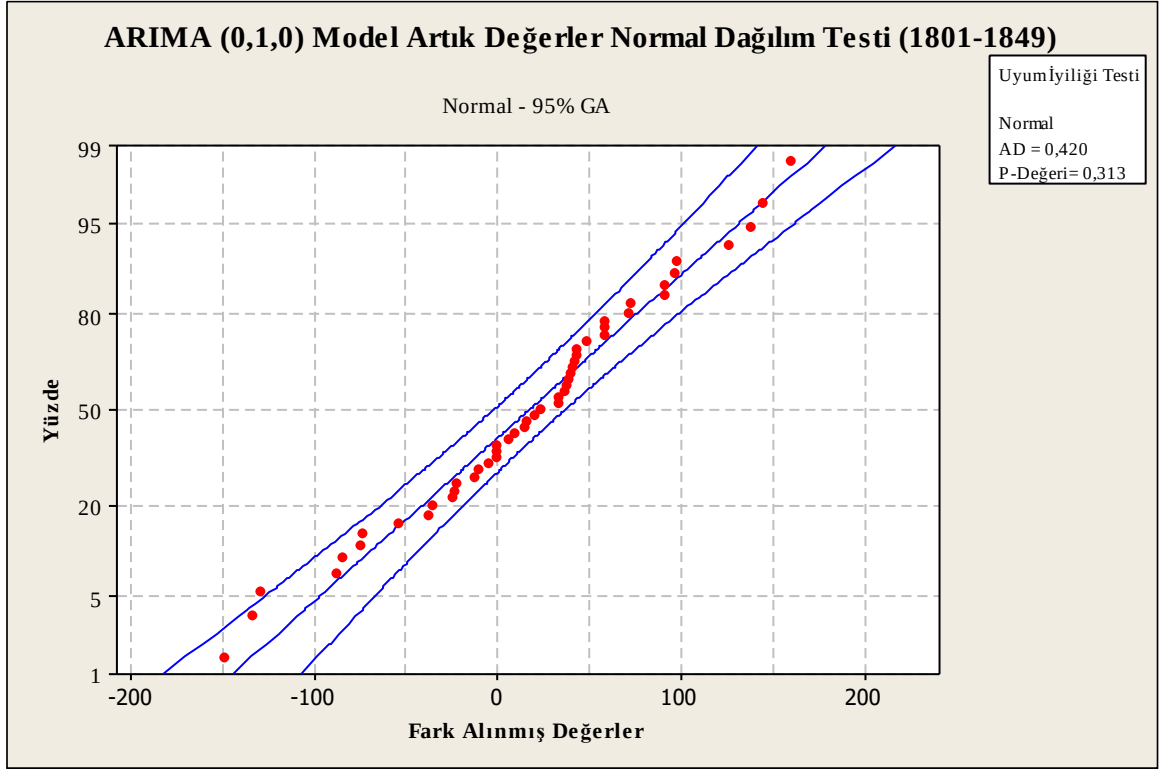
ACF ve PACF grafikleri EK-47 ve EK-48’de sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı şüphesi oluşmuş olup veri setine ADF testi uygulanmıştır. ADF testine göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi yapılarak veri seti durağan hale getirilmiş ve artık değerlerin ACF ve PACF grafikleri oluşturulmuştur.

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-49 ve EK-50). ARIMA (0,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.63.’de gösterilmiştir.



Şekil 4-63. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1801-1849)

Normal dağılım testi sonuçlarının da değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.64.).



Şekil 4-64. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1801-1849)

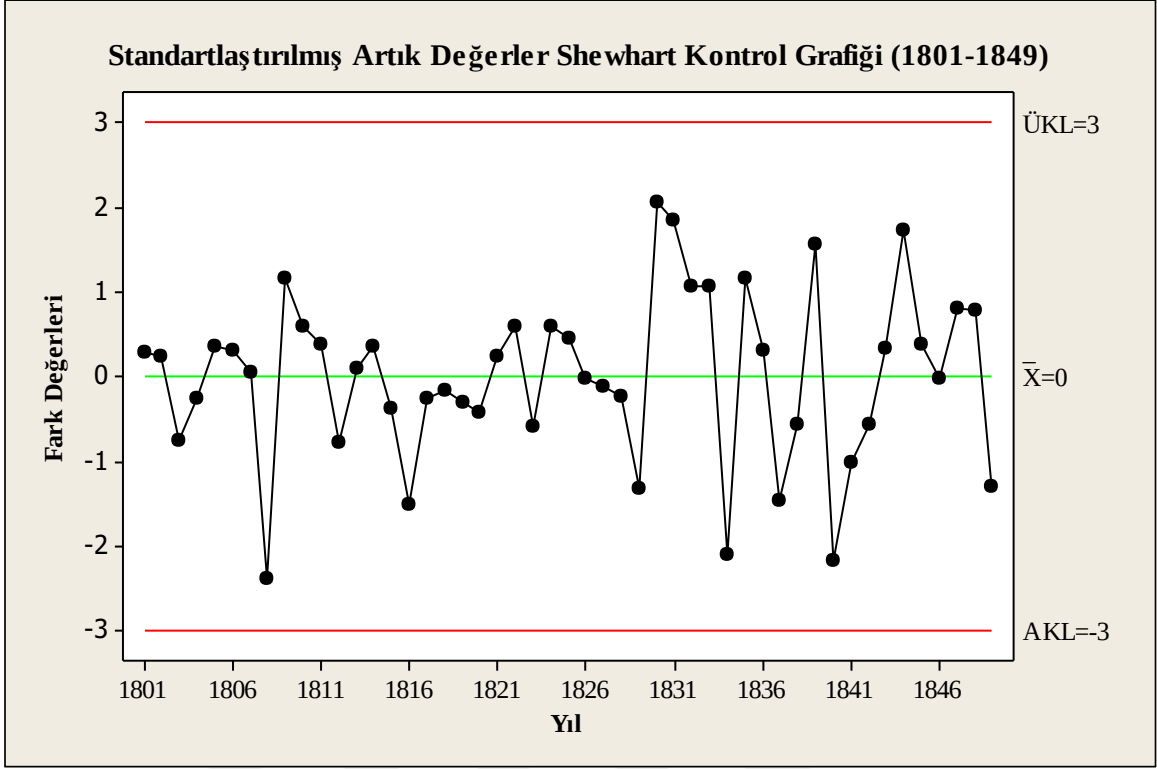
Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.17.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.17. ABD Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1801-1849)

| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 17,02041 | 69,68276       |

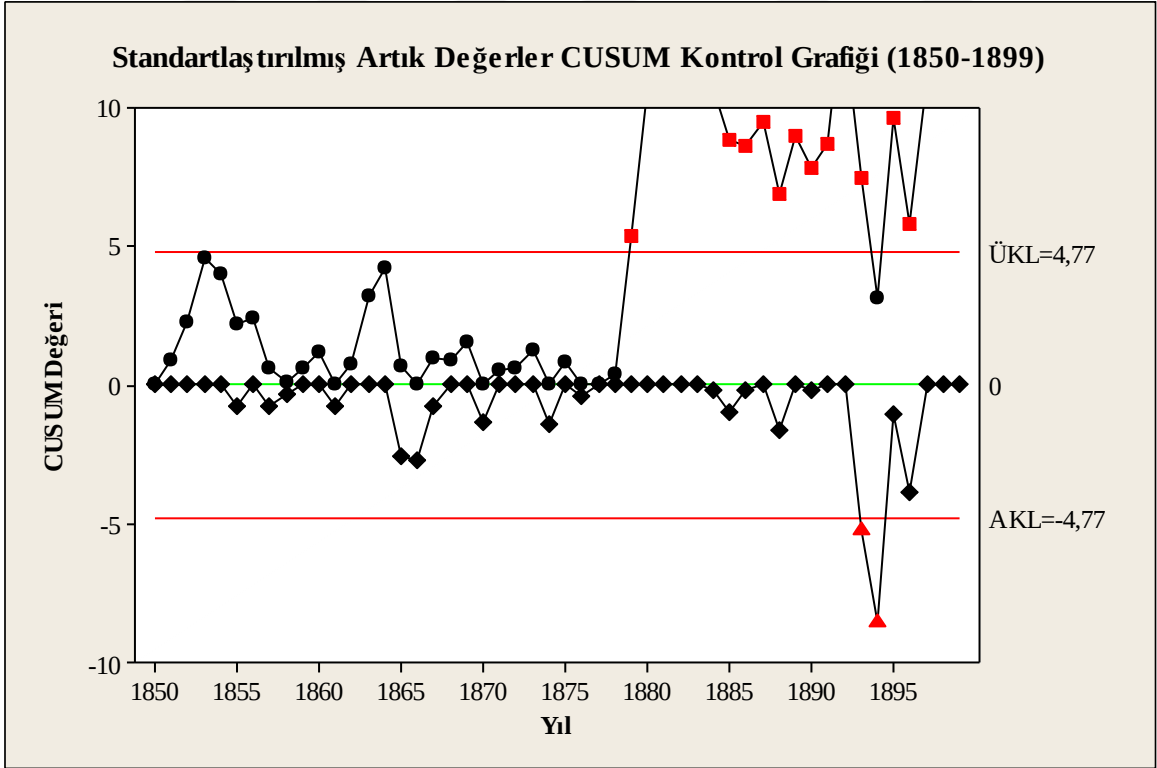
Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.65.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.





Şekil 4-65. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1801-1849)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.66.'da gösterilmiştir.

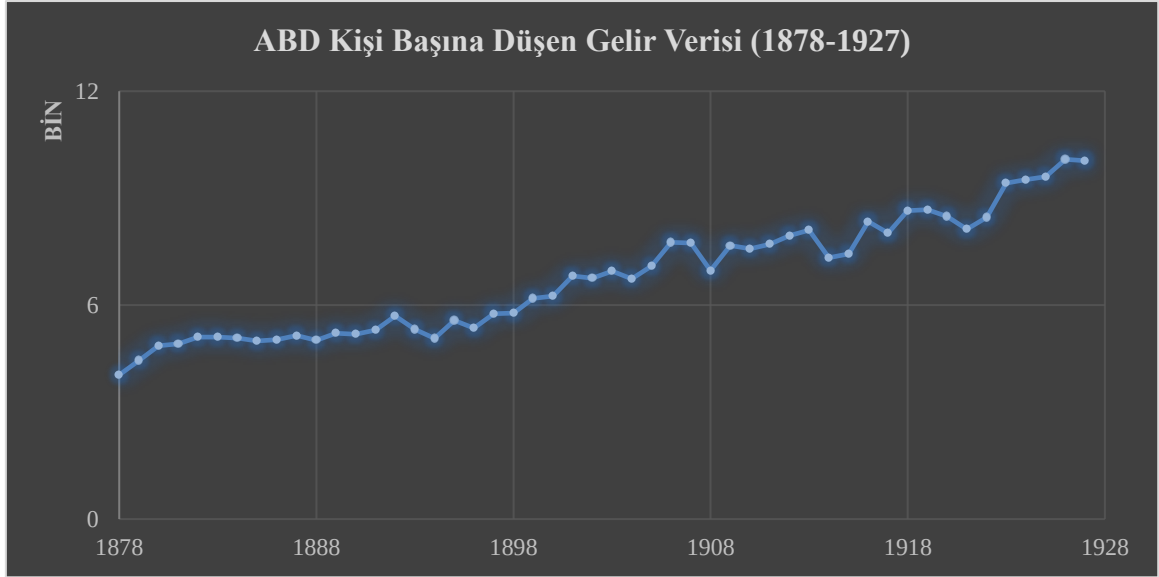


Şekil 4-66. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899)

CUSUM kontrol grafiğine göre kontrol dışına çıkma sinyali 1879 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişimi ise 1878 yılında başlamıştır.

#### 4.3.4.2. İkinci Değişim Noktası

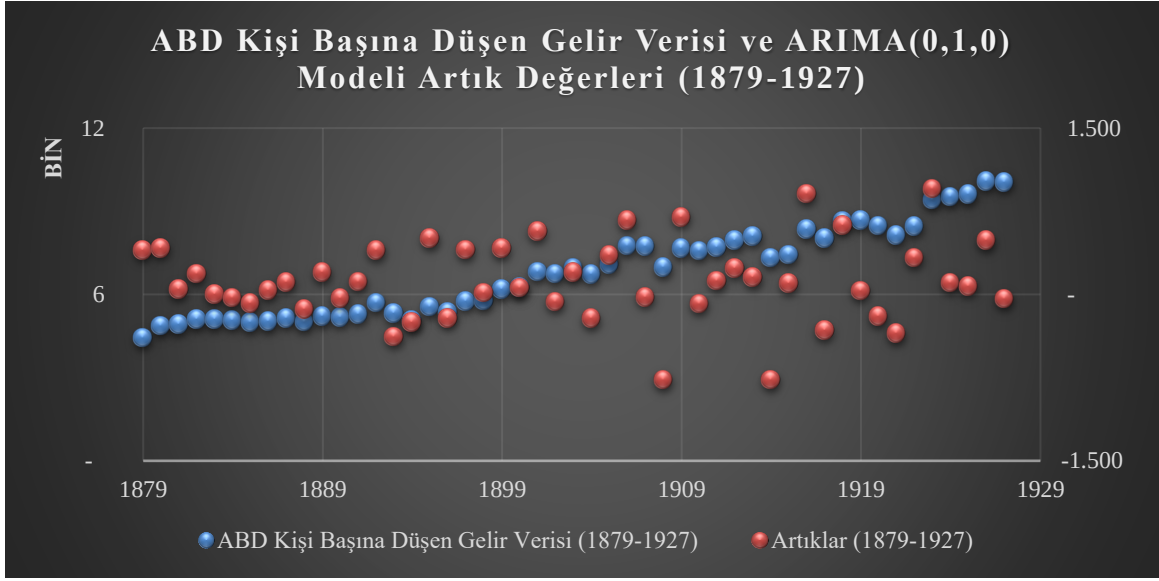
ABD'nin kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1878 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.67.).



Şekil 4-67. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1851-1900)

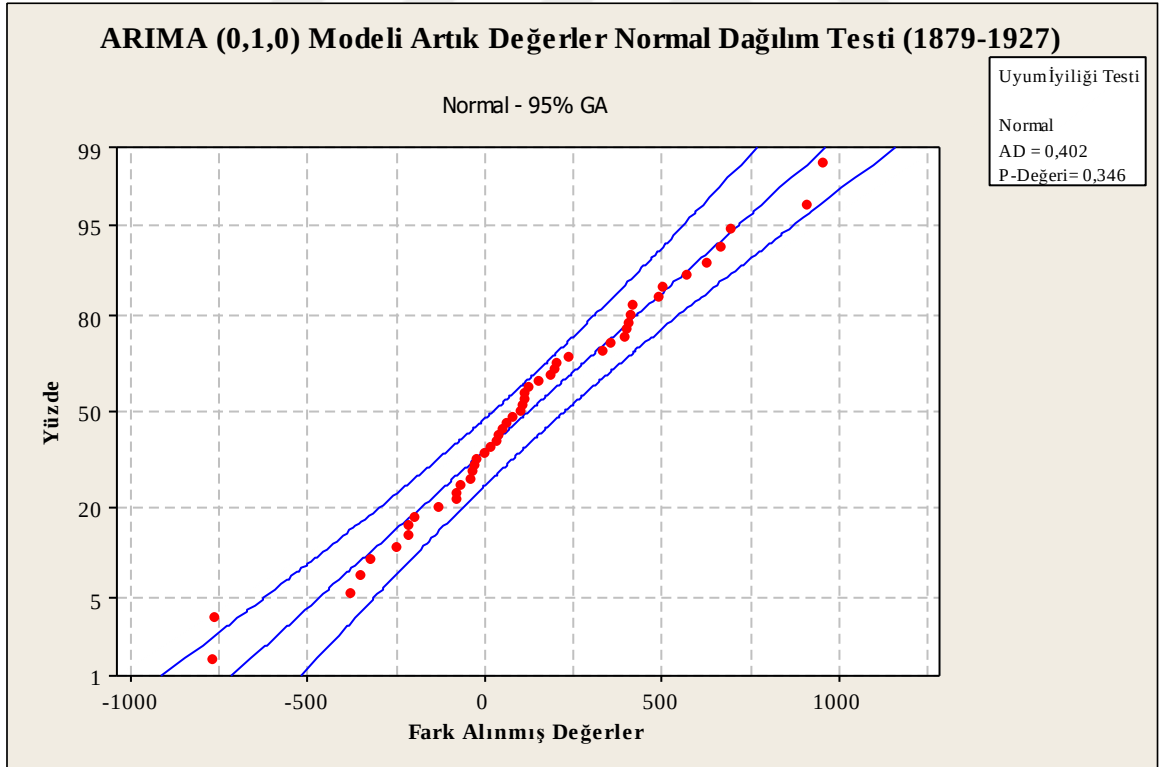
ACF ve PACF grafikleri EK-51 ve EK-52'de sunulmuştur. Grafikler yorumlandığından veri setinin durağan olmadığı şüphesi oluşmuştur. Veri setine ADF testi uygulanmış ve veri setinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Fark alma işlemi yapılarak veri seti durağan hale getirilmiştir. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-53 ve EK-54).

ARIMA (0,1,0) bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.68.'da gösterilmiştir.



Şekil 4-68. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1879-1927)

Ayrıca, yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.69.).



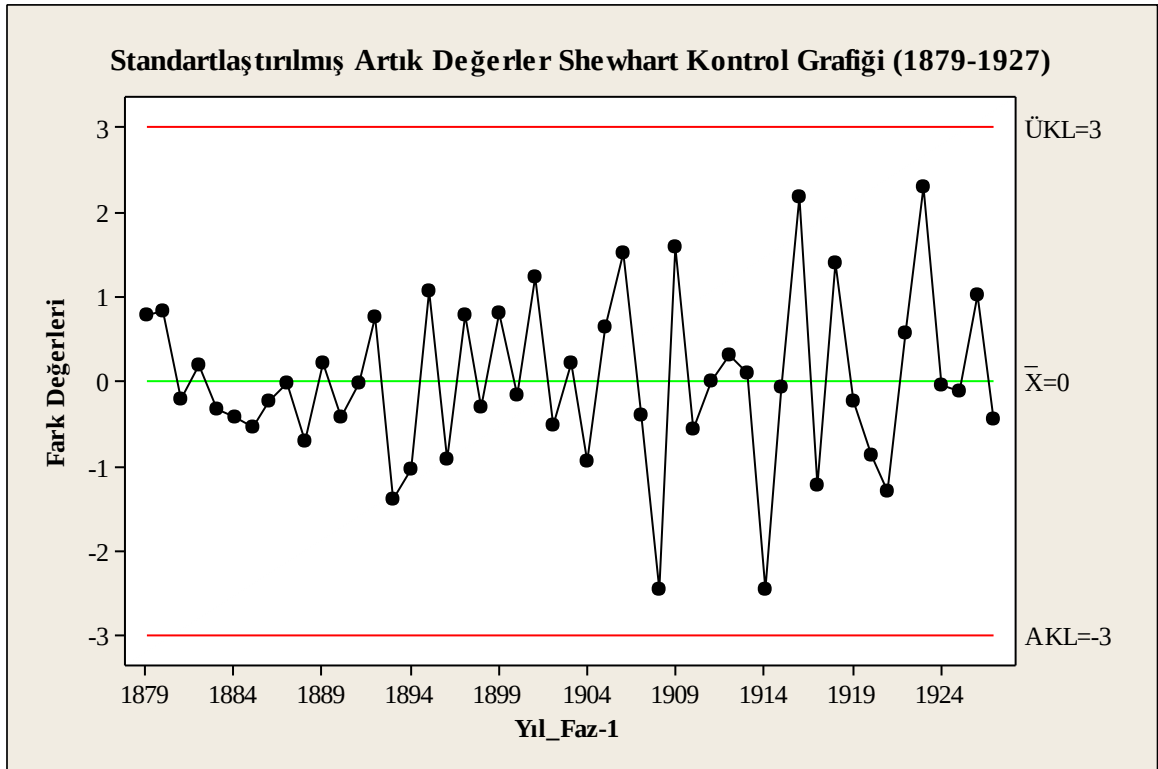
Şekil 4-69. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1879-1927)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.18’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.18. ABD Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1879-1927)

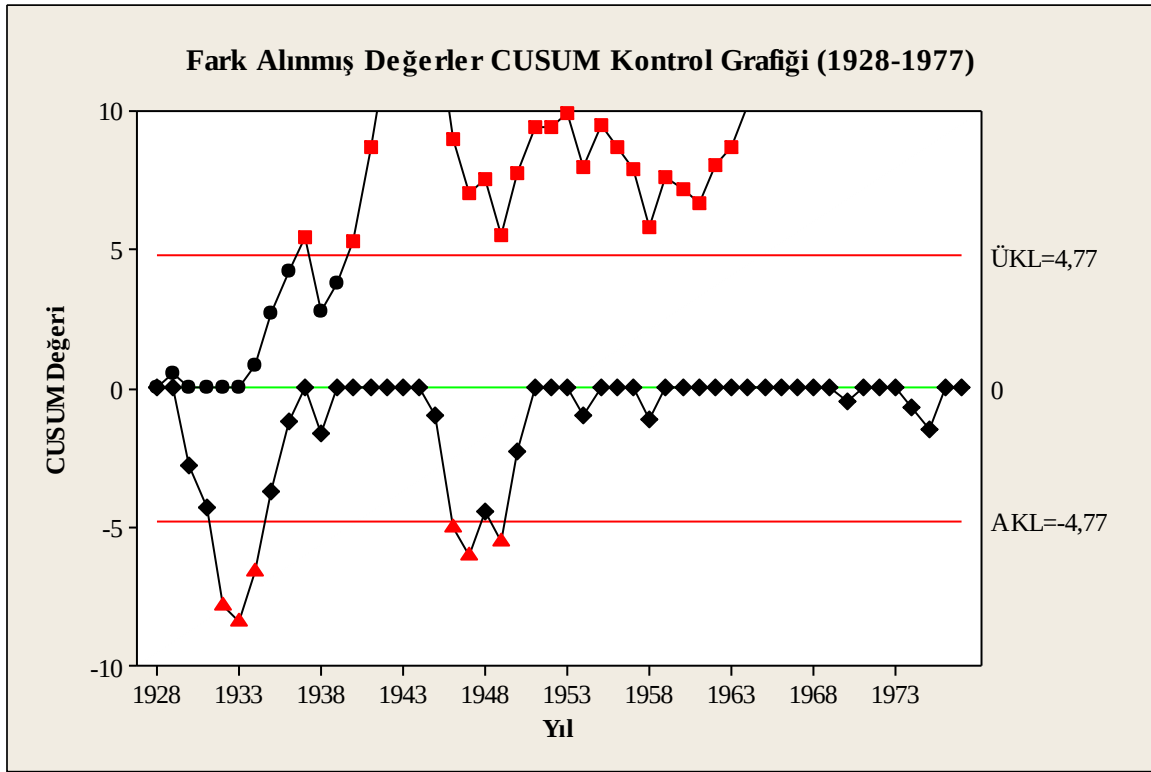
| Dağılım | Ortalama  | Standart Sapma |
|---------|-----------|----------------|
| Normal  | 122,57143 | 361,46012      |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.70.'da gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir. ABD'nin 1.Dünya Savaşı'na fiili olarak girme senesi 1918 yılı olduğundan bu savaşın etkisi gözardı edilmiştir.



Şekil 4-70. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1879-1927)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.71.'de gösterilmiştir.



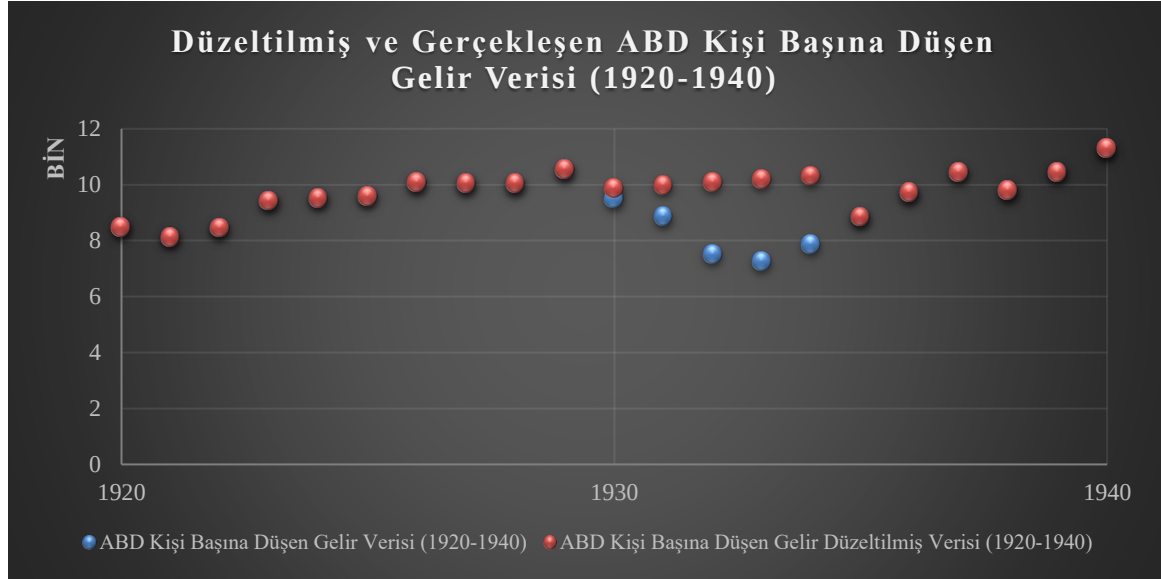
Şekil 4-71. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1928-1977)

CUSUM kontrol grafiği incelendiğinde özellikle 1929 buhranı ve II. Dünya Savaşı etkisinin kişi başına düşen gelir göstergesine yansıdığı görülmektedir. Faz-2 aşamasında önce 1929 buhranının etkisi çıkartılarak CUSUM kontrol grafiği incelenmiştir. 1929 buhranı etkisinin kişi başına düşen gelir göstergesini en düşük seviyesine indirdiği, 1929-1934 yılları arasında yer alan kişi başına düşen gelir göstergesine ait veriler, veri setinden çıkarılmıştır. Verilerin çıkarılması sonrasında kayıp değer atama işlemi yapılmıştır. Bunun için 1929 yılı öncesine ait 30, 40 ve 52 yıllık veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modellerinin karşılaştırılması Çizelge 4.19.'da gösterilmiştir. Karşılaştırma sonucunda 1878-1929 arasında kalan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin en iyi  $R^2_{pred}$  değerine sahip olması sebebiyle kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.19. 1929 Buhranı Regresyon Modeli Karşılaştırılması

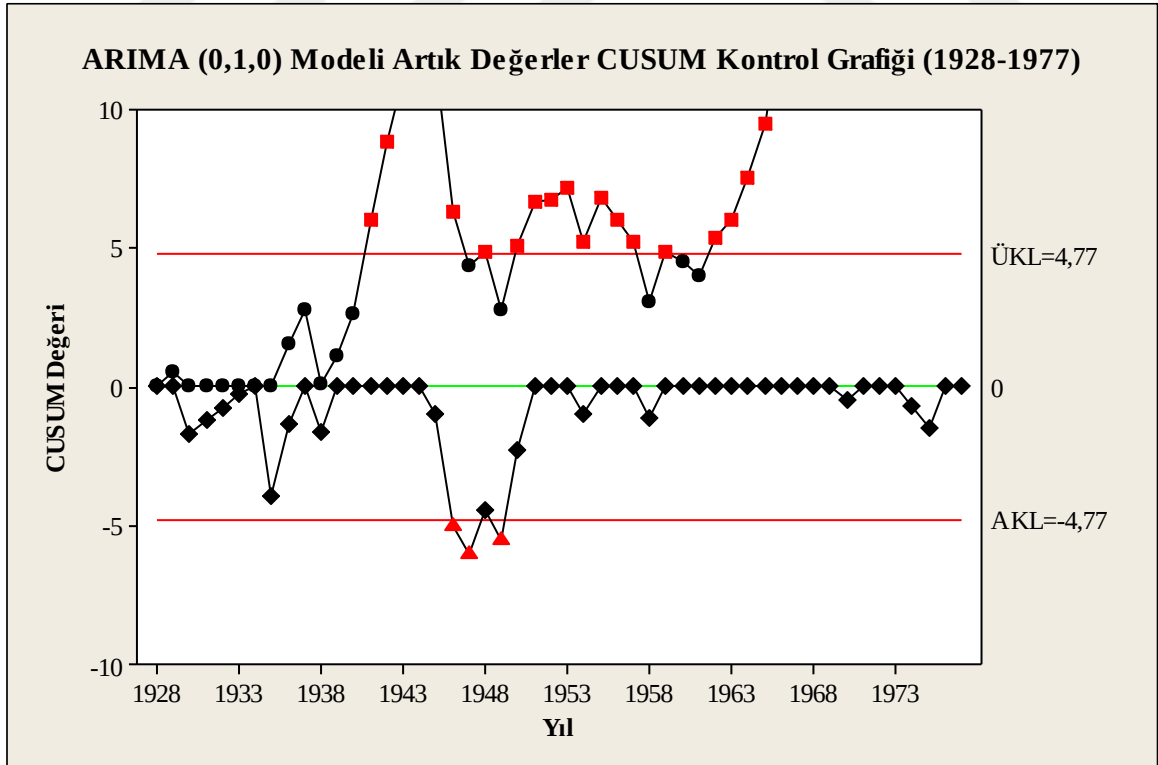
| Model Aralığı | Sabit       | Çarpan | $R^2$  | $R^2_{adj}$ | $R^2_{pred}$ | Artık Dağılım | Artıkların P-Değeri |
|---------------|-------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|---------------------|
| 1878-1929     | -206.192,08 | 111,95 | 94,59% | 94,48%      | 94,09%       | Normal        | 0,468               |
| 1890-1929     | -235.929,34 | 127,48 | 94,15% | 93,99%      | 93,54%       | Normal        | 0,079               |
| 1900-1929     | -227.310,23 | 123    | 88,10% | 87,68%      | 86,47%       | Normal        | 0,041               |

Regresyon modelinin oluşturduğu tahmini verilere rasgele hata eklenmesi işlemi yapılmamıştır. Atama işlemi sonrasında 1920-1940 yılları arasında gerçekleşen ve düzeltilmiş veri seti karşılaştırılması Şekil 4.72.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-72. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1920-1940)

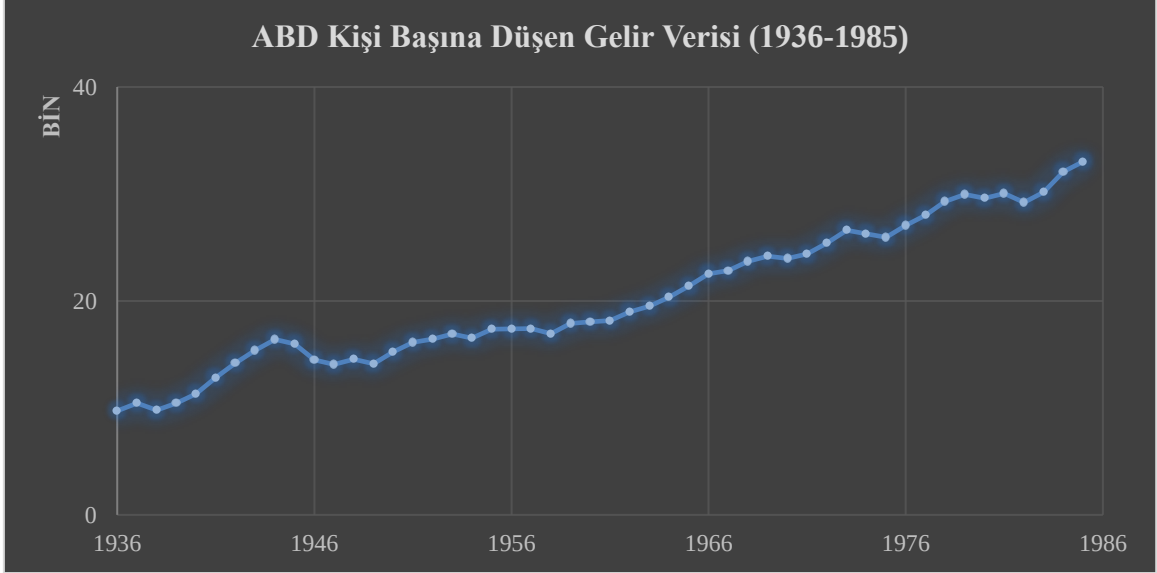
Şekil 4.73.'de sunulan CUSUM grafiğine göre kontrol dışına çıkma 1941 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişiminin ise 1936 yılında başladığı görülmüştür.



Şekil 4-73. Düzeltilmiş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1928-1977)

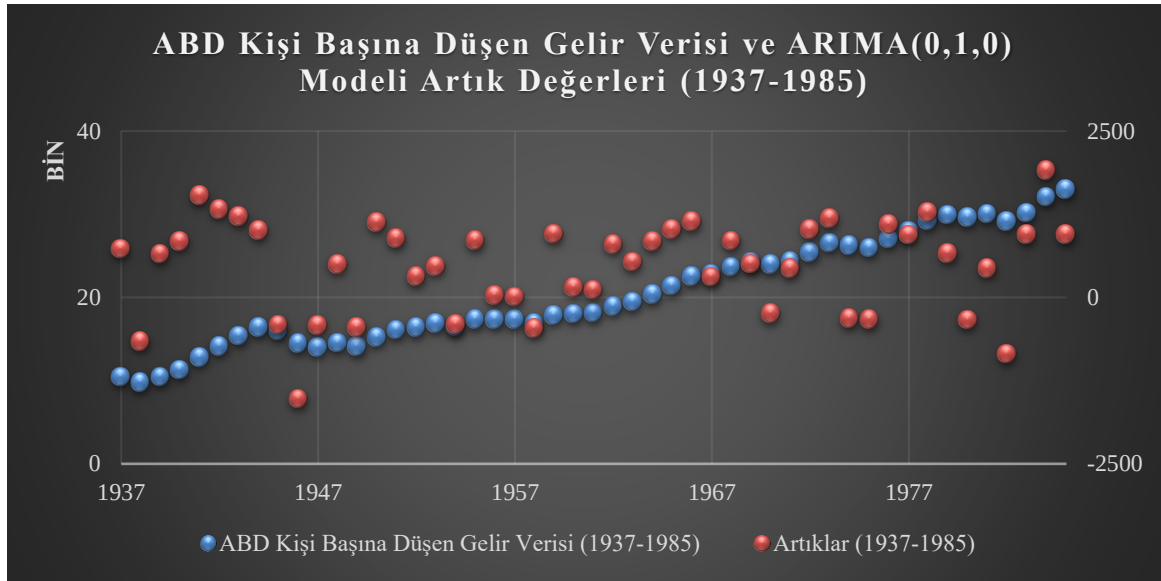
#### 4.3.4.3. Üçüncü Değişim Noktası

ABD'nin kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin üçüncü değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1936 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.74.). 1936-1985 yılları arasını kapsayan veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu ve veri setinin ortalamasının değiştiği görülmektedir.



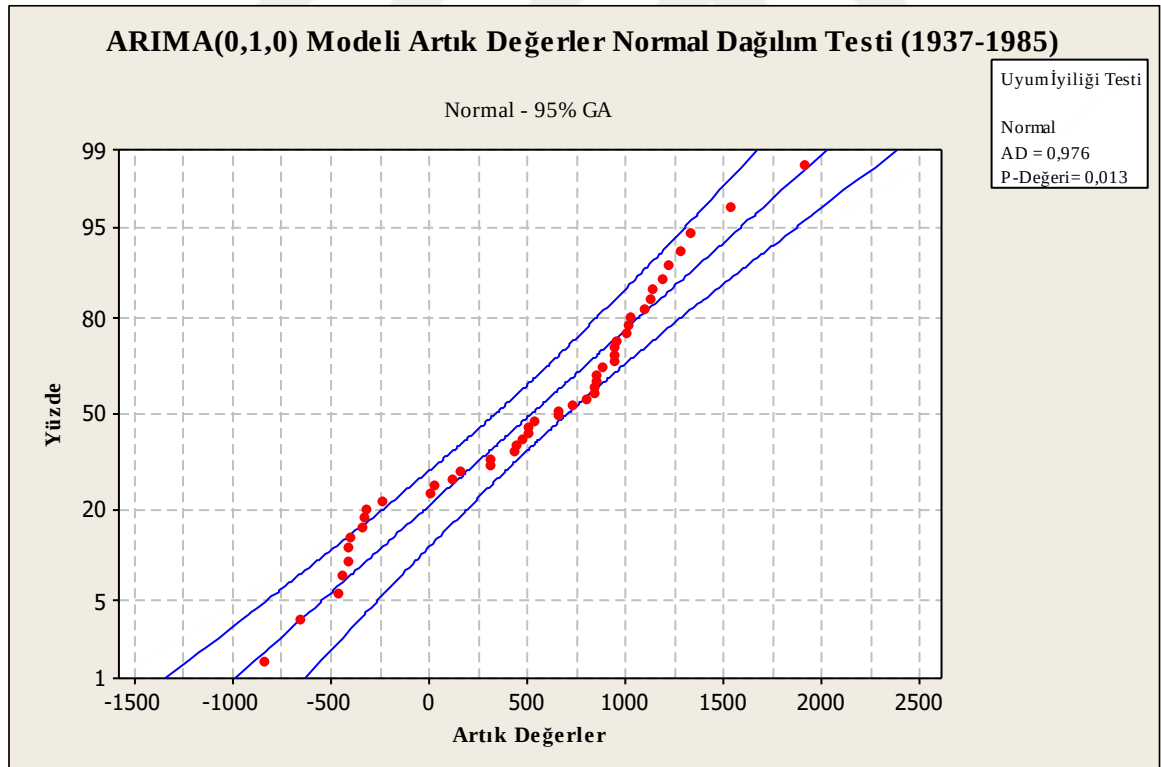
Şekil 4-74. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1939-1988)

ACF ve PACF grafikleri EK-55 ve EK-56'da sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı düşünülmüş ve ADF testi uygulanmıştır. ADF testi sonucunda veri setinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Fark alma işlemi ile veri seti durağan hale getirilmiştir. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği (bkz. EK-57 ve EK-58), ARIMA (0,1,0) bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.75.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-75. ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1937-1985)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.76.).<sup>15</sup>

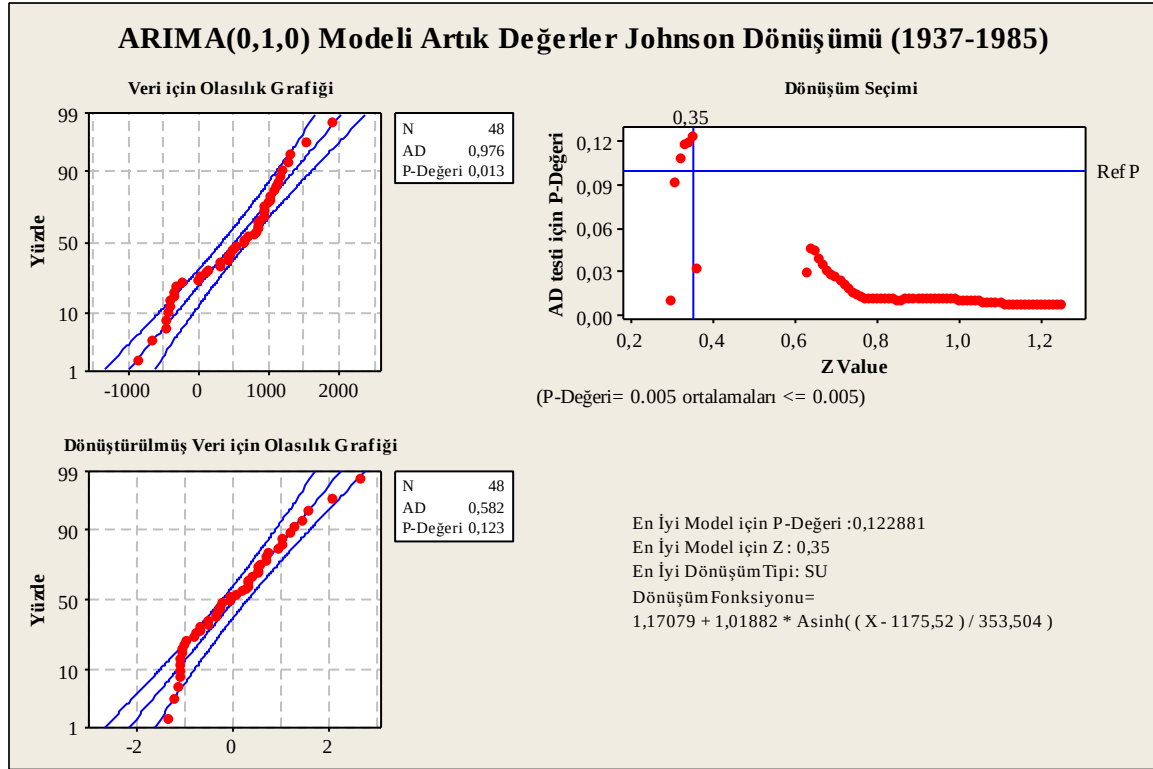


Şekil 4-76. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1937-1985)

<sup>15</sup> İşlem öncesinde 1946 yılı veri setinden çıkarılmıştır. Yeni bir tahmin edicisi dönemi olması ve geçmiş yıllara ait yeterli veri olmaması sebebiyle atama işlemi yapılamamıştır.



Kontrol grafiklerinde izlenen veri setinin normal dağılıma sahip olması uyarı noktasına ilişkin sonuçların yansız olması açısından önemli bir varsayımdır. Bu sebeple veri setine Johnson dönüşümü uygulanmış ve artıklar normal dağılıma sahip değerlere dönüştürülmüştür (bkz. Şekil 4.77.).

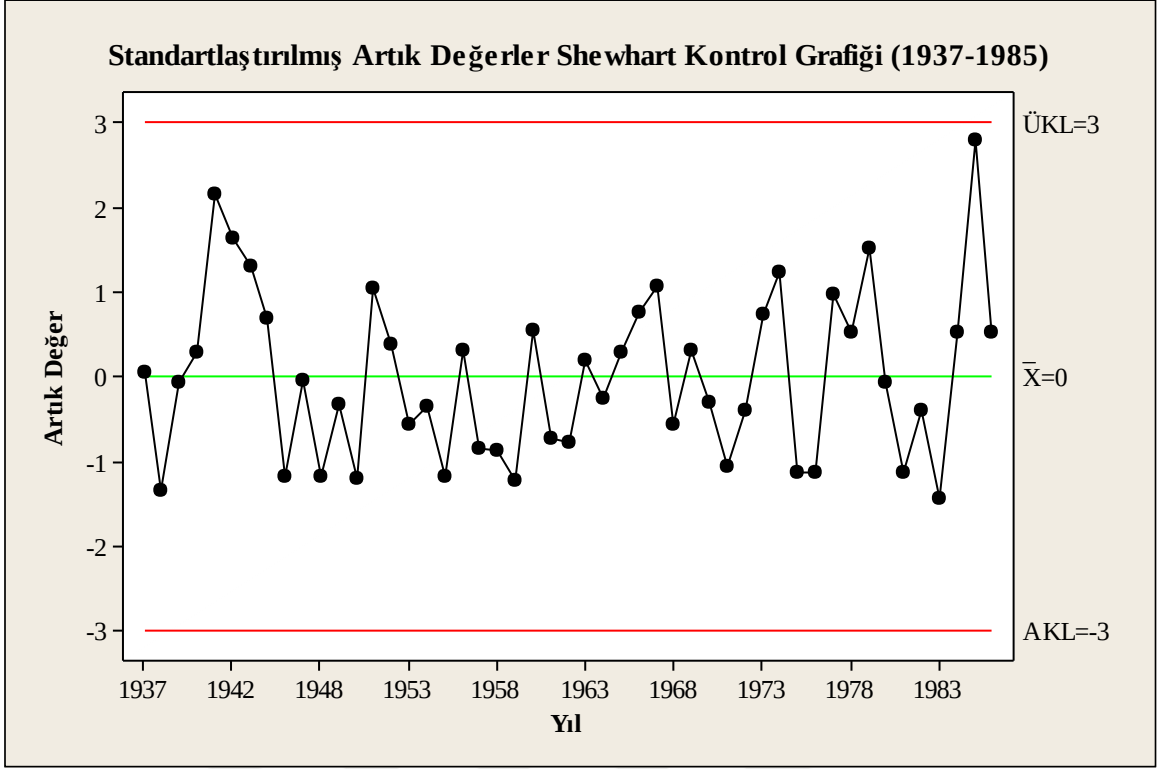


Şekil 4-77. ARIMA (0,1,0) Modeli Artıkları Johnson Dönüşümü Sonuçları (1937-1985)  
Dönüştürülmüş veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.20.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.20. ABD Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1937-1985)

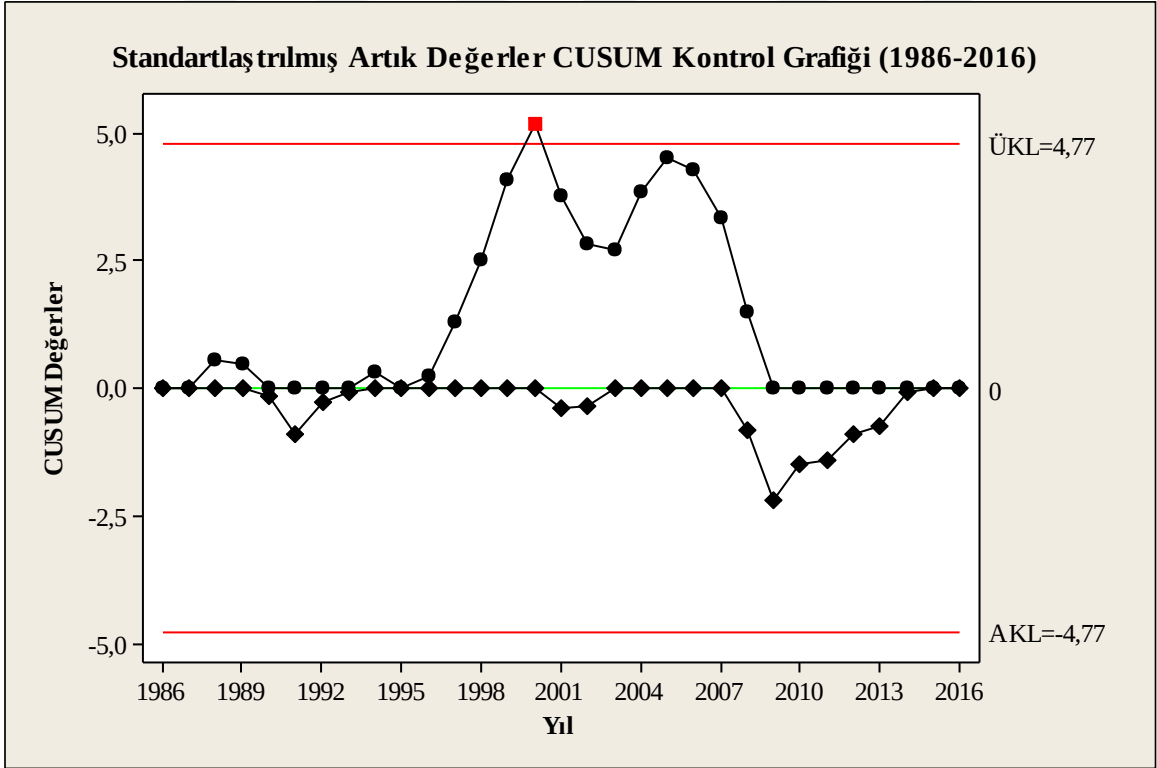
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,04922  | 0,94779        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.78.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-78. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1937-1985)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.79.'da gösterilmiştir.



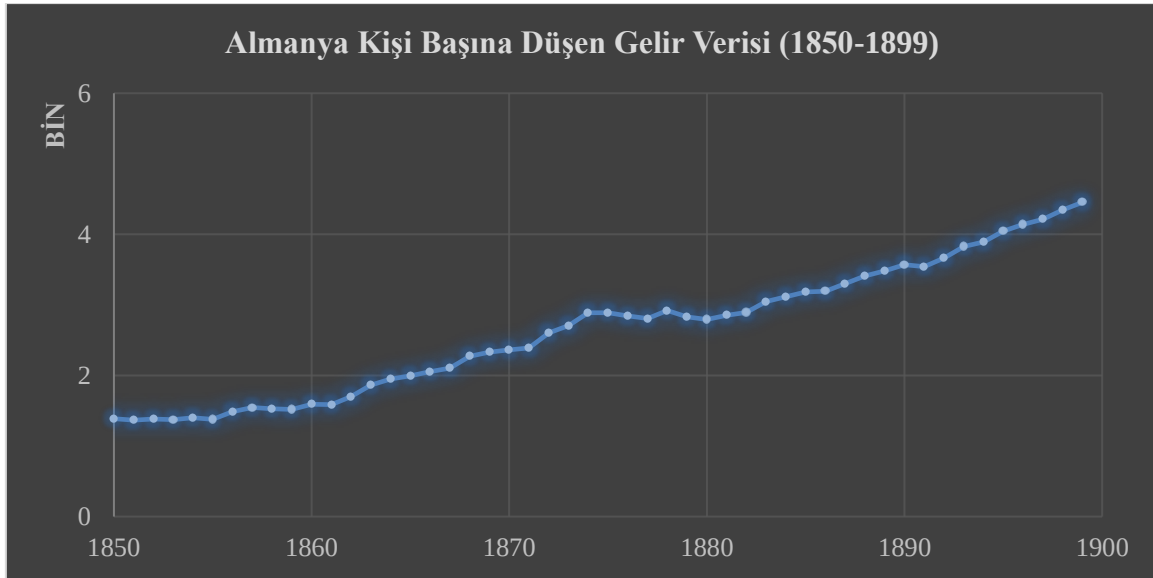
Şekil 4-79. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1985-2016)

Grafığe göre kontrol dışına çıkma sinyali 2000 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişimi 1995 yılında başlamıştır.

#### 4.3.5. Almanya

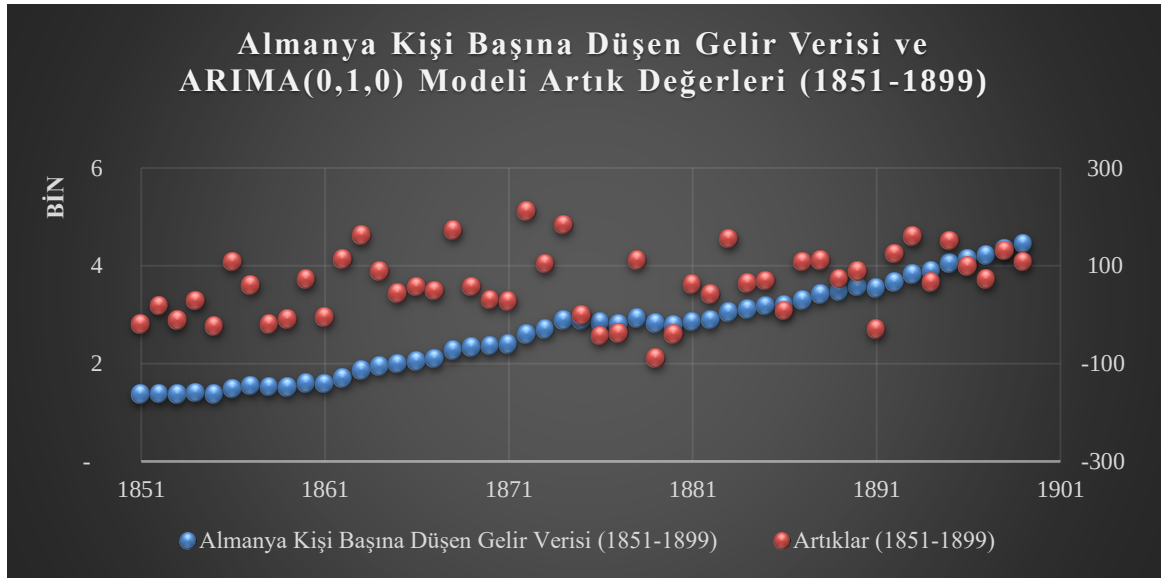
##### 4.3.5.1. Birinci Değişim Noktası

Almanya'nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1850 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.80.). 1850-1899 yılları arasında alınan 50 yıllık veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu ve ortalamasının değiştiği görülmektedir.



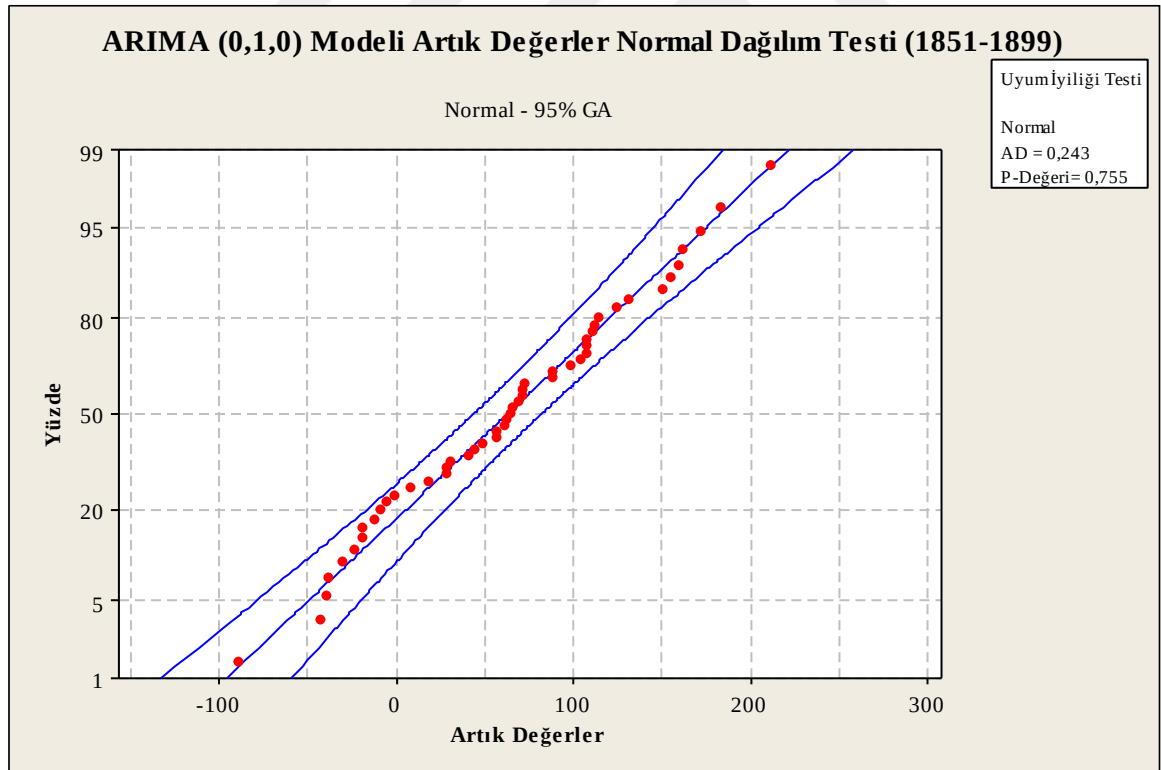
Şekil 4-80. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1850-1899)

ACF ve PACF grafikleri EK-59 ve EK-60'da sunulmuştur. Grafiklere göre serinin durağanlığının ADF testi ile analiz edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. ADF testine göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Veri setini durağan hale getirmek için fark alma işlemi uygulanmıştır. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği (bkz. EK-61 ve EK-62) görülmüştür. ARIMA (0,1,0) bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.81.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-81. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1851-1899)

Artık değerler için yapılan normal dağılım testi sonuçlarında da değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.82.).



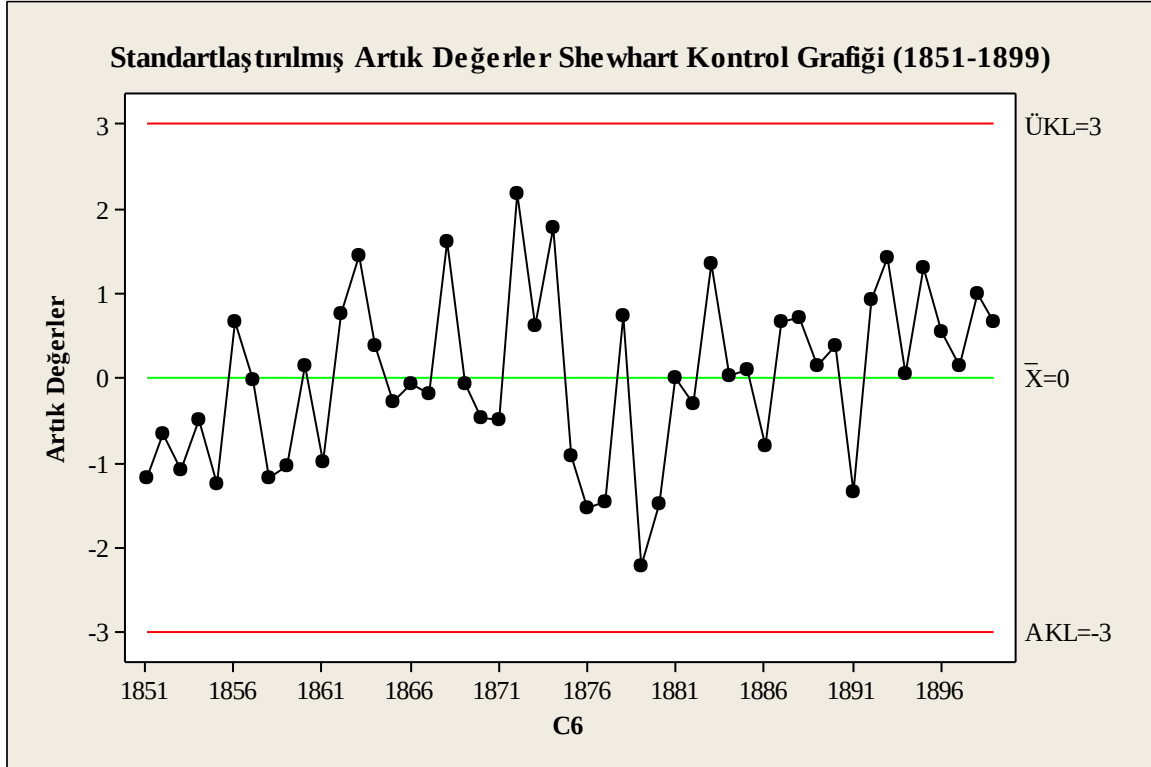
Şekil 4-82. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1851-1899)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.21’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.21. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1851-1899)

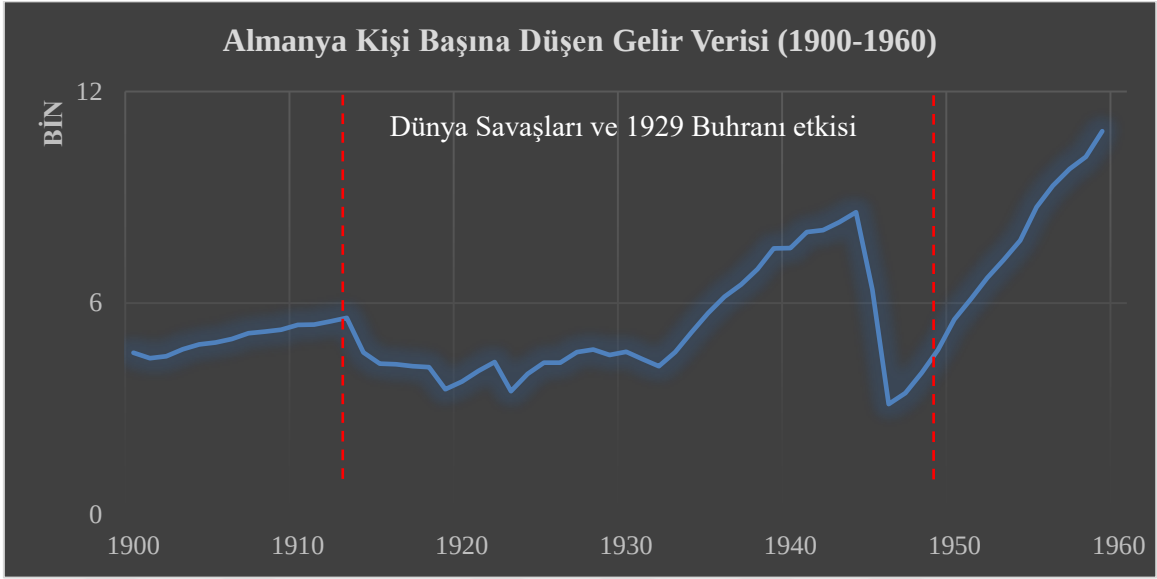
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 62,61224 | 68,33003       |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.83.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



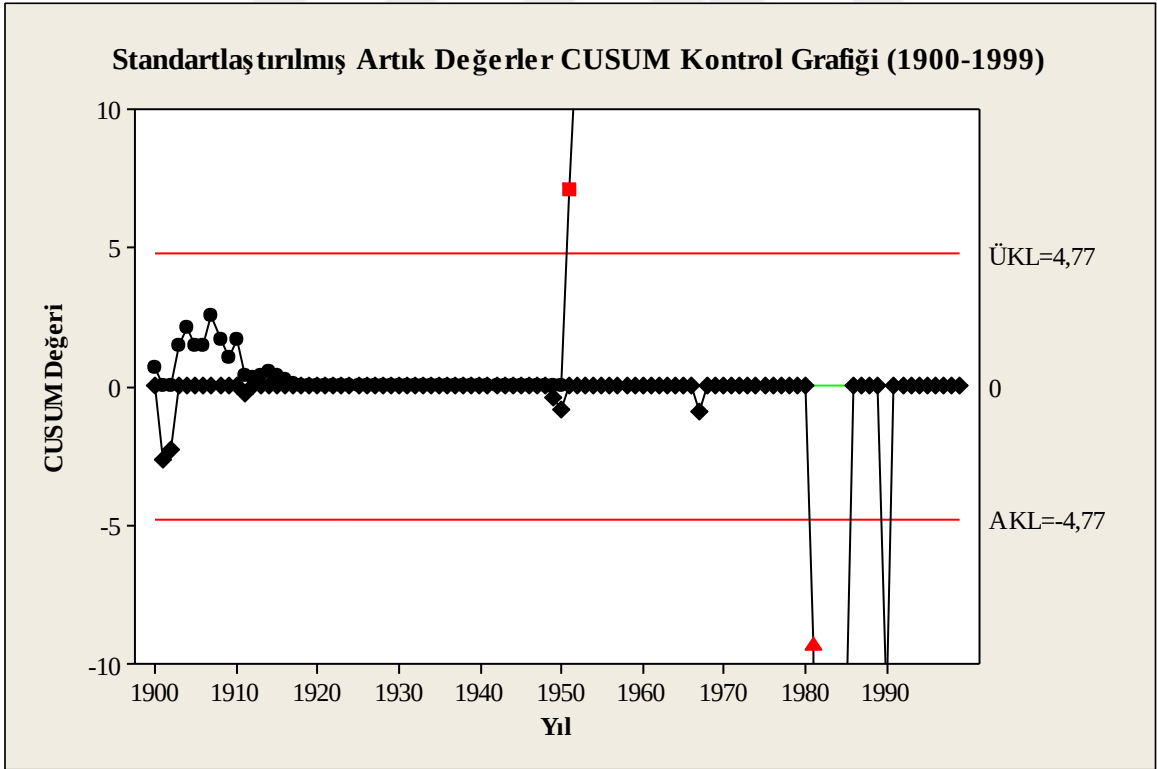
Şekil 4-83. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1851-1899)

Faz-2 aşaması için izlenecek olan veri setine bakıldığında, 1. Dünya Savaş ile başlayan süreçte girilen ve kaybedilen savaşların etkisiyle uzun süre kişi başına düşen gelir verisinin dalgalandığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.84.). Bu dalgalanmaların etkisini azaltmak için atama uygulanmaya çalışılmış ancak dalgalanmanın etkisinin yok edilmesinde atama yeterli olmamıştır. Bunun için 1945 yılından sonra yaşanan işgal ile başlayan dönemde devletin ikiye ayrılmasının etkisiyle yaşanan süreç yüzünden 1948 yılına kadar atama yapılp, 2 devletli yapının başladığı 1949 yılından itibaren iki sene CUSUM sıfırlanmış ve artık değerler 1951 yılından itibaren izlenmeye başlanmıştır.



Şekil 4-84. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1900-1960)

Şekil 4.85.’de sunulan CUSUM grafiği incelendiğinde, 1951 yılında sürecin kontrol dışına çıktığı ve değişimin başladığı görülmektedir.

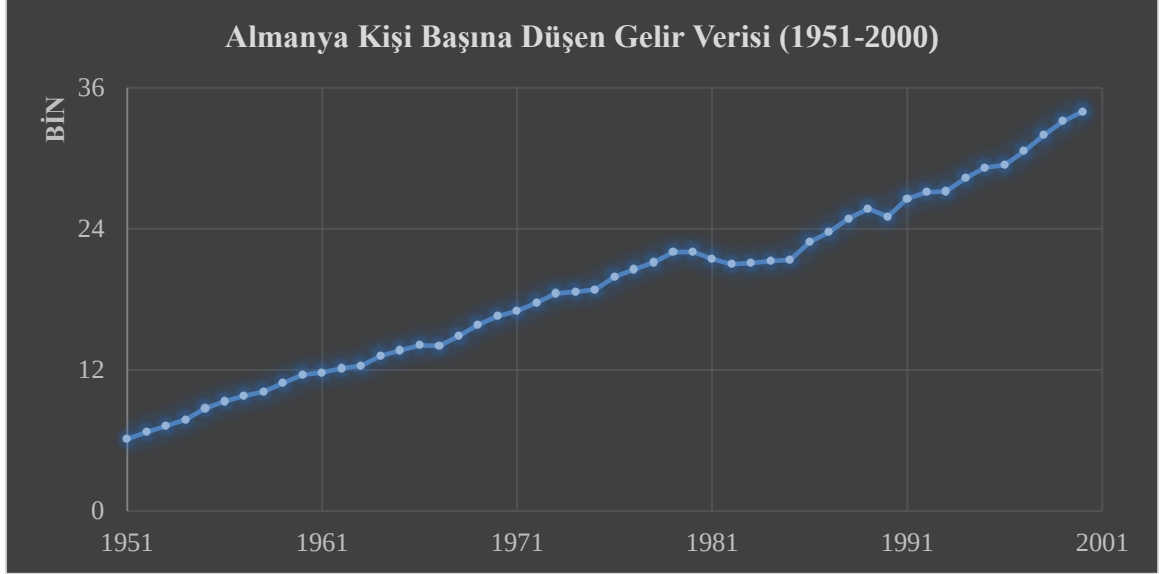


Şekil 4-85. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1999)

#### 4.3.5.2. İkinci Değişim Noktası

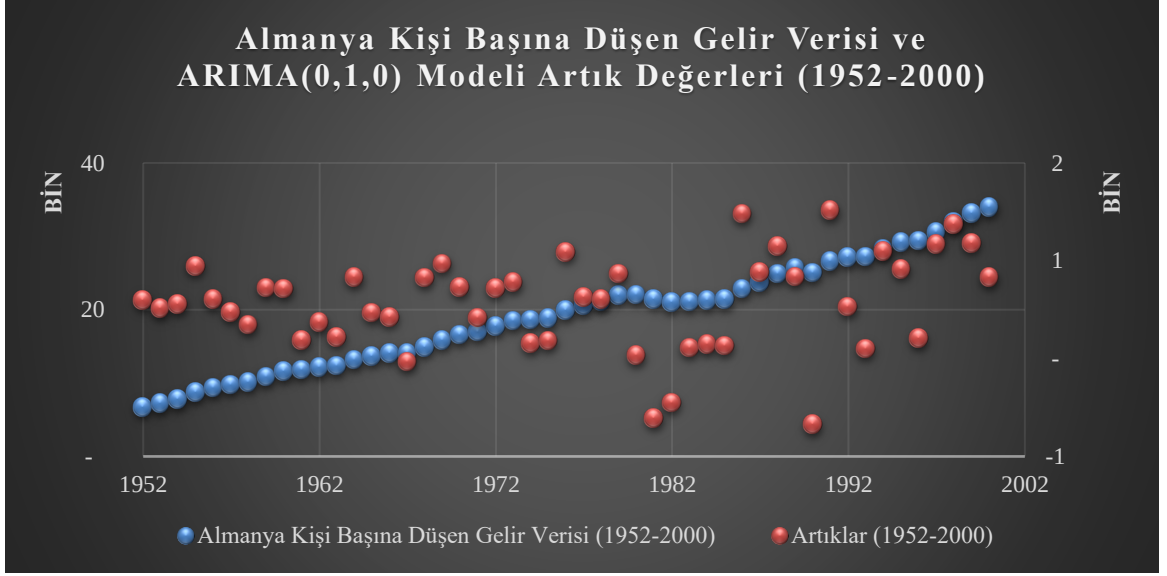
Almanya’nın kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1951 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti

kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.86.). 1951-2000 yıllarını kapsayan veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu ve ortalamasının değiştiği görülmektedir.



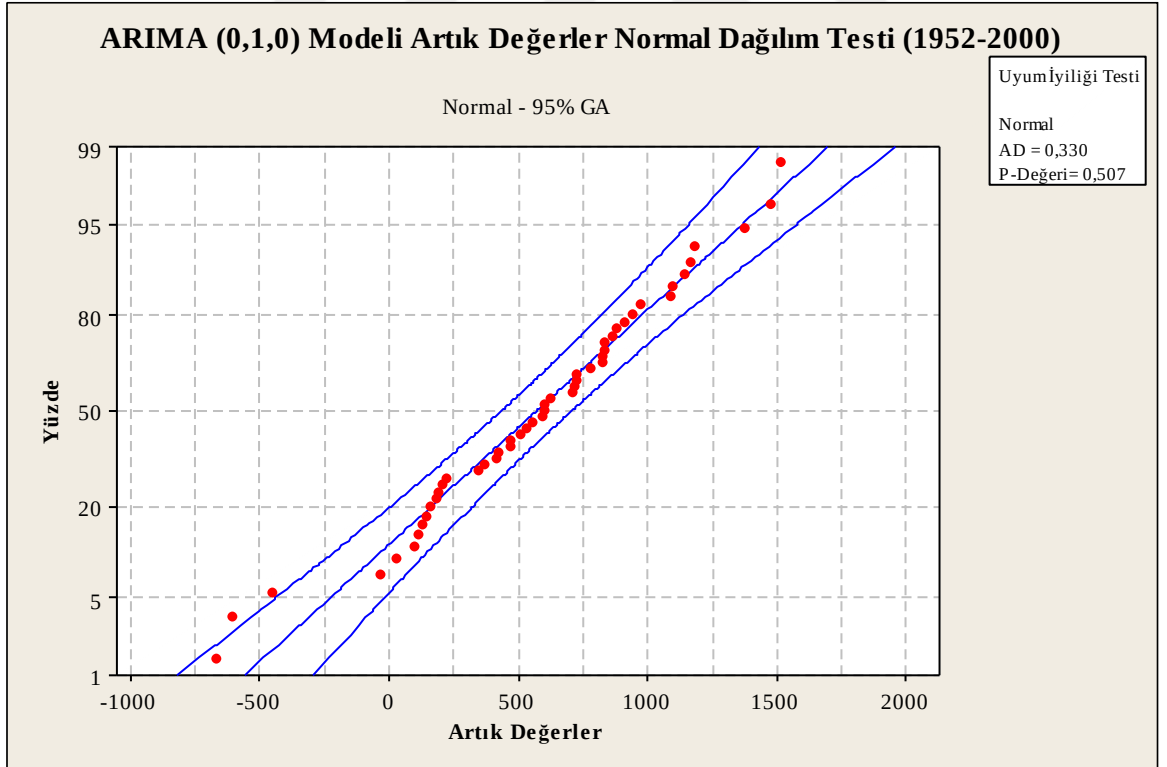
Şekil 4-86. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1951-2000)

ACF ve PACF grafikleri (bkz. EK-63 ve EK-64) incelenerek veri seti için uygun bir ARIMA modeli tespit edilmeye çalışılmıştır. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı görülmüş olup gerçekleştirilen ADF testi ile bu durum tespit edilmiştir. Fark alma işlemi gerçekleştirilerek veri setinin durağanlığı sağlanmıştır. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-65 ve EK-66). ARIMA (0,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.87.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-87. Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-2000)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.88.).



Şekil 4-88. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1952-2000)

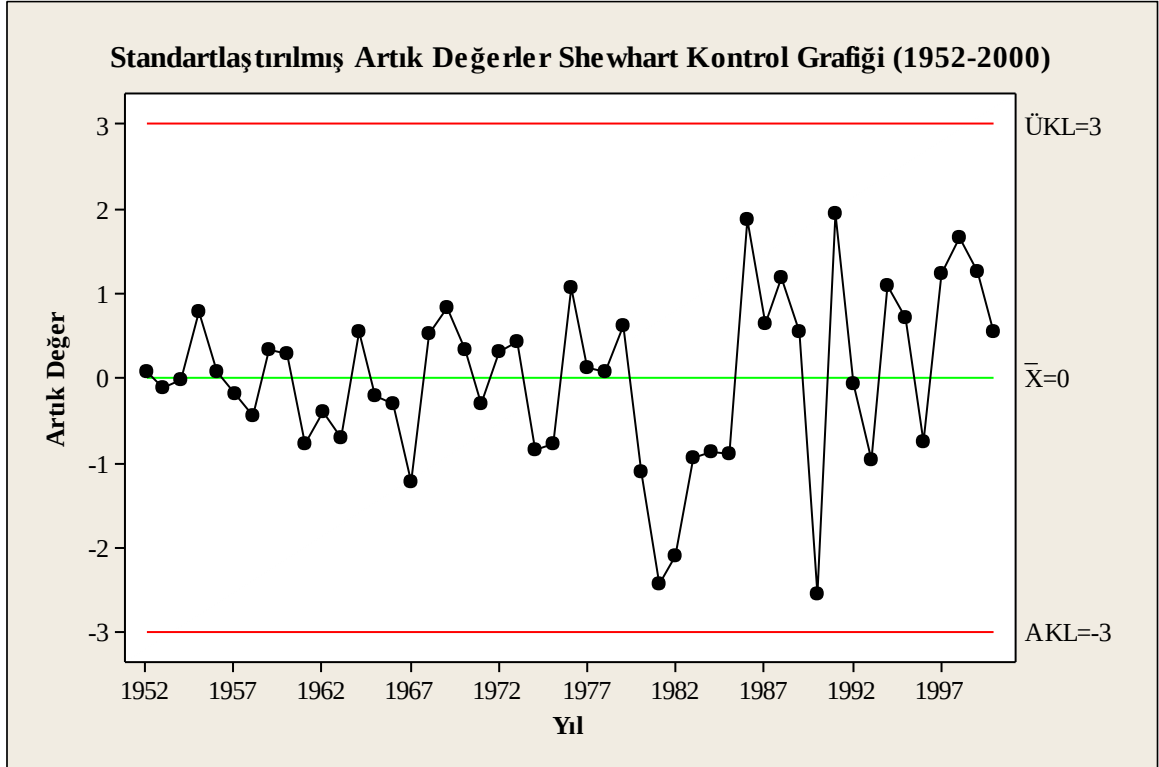
Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.22’de gösterilmektedir.



Çizelge 4.22 Almanya Kişi Başına Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri  
(1952-2000)

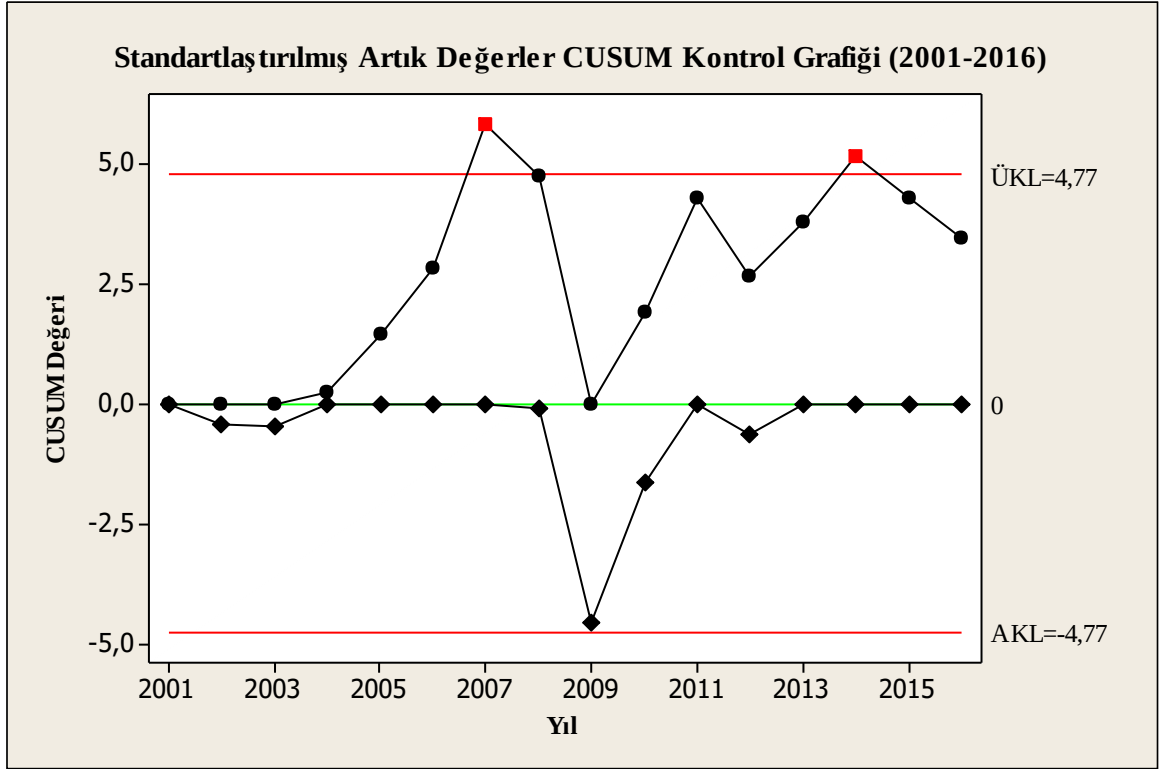
| Dağılım | Ortalama  | Standart Sapma |
|---------|-----------|----------------|
| Normal  | 568,46939 | 485,69165      |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.89.'da gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-89. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.90.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-90. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2016)

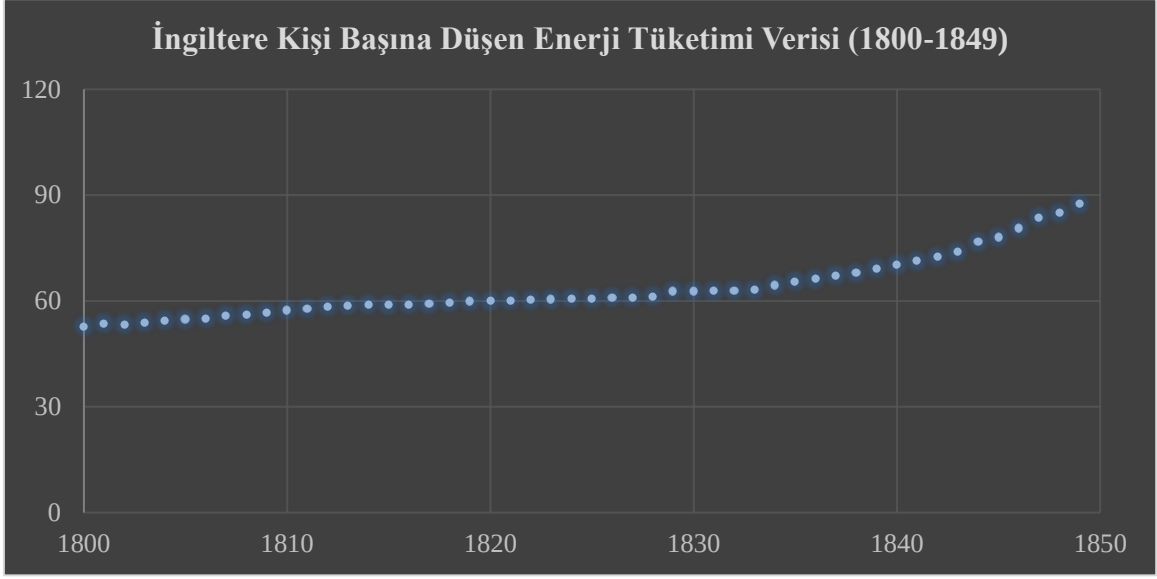
Şekil 4.90’da sunulan CUSUM grafiğine göre kontrol dışına çıkma sinyali 2007 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişimi 2004 yılında başlamıştır.

#### 4.4. Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Göstergesi

##### 4.4.1. İngiltere

##### 4.4.1.1. Birinci Değişim Noktası

İngiltere’nin kişi başına düşen enerji tüketimi verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmininin yapılması için 1800 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.91.). 1800-1849 yıllarını kapsayan veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmekte olup veri setinin ortalamasının değiştiği ve veri setinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır.



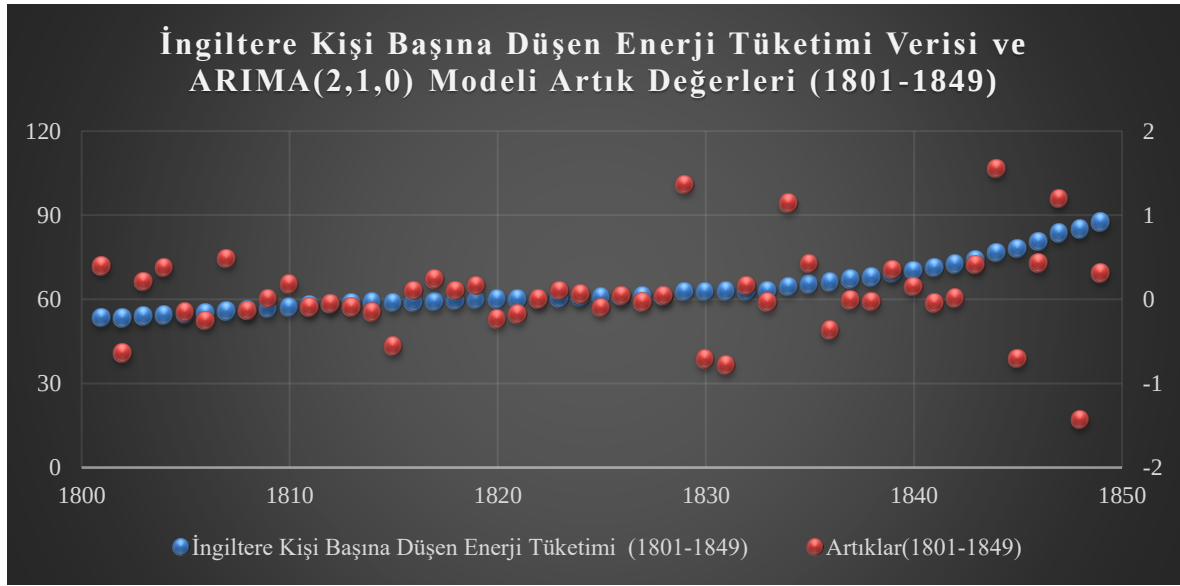
Şekil 4-91. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1800-1849)

Bu veri seti için ACF ve PACF grafikleri çıkarılmıştır (bkz. EK-67 ve EK-68). Veri setine ADF testi uygulanmış ve veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi ile veri seti durağan hale getirilmiştir. Fark alınan değerlerin ACF ve PACF grafiği EK-69 ve EK-70’de sunulmuş olup grafiklere göre oluşturulan ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.23.’dedir.

Çizelge 4.23. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1801-1849)

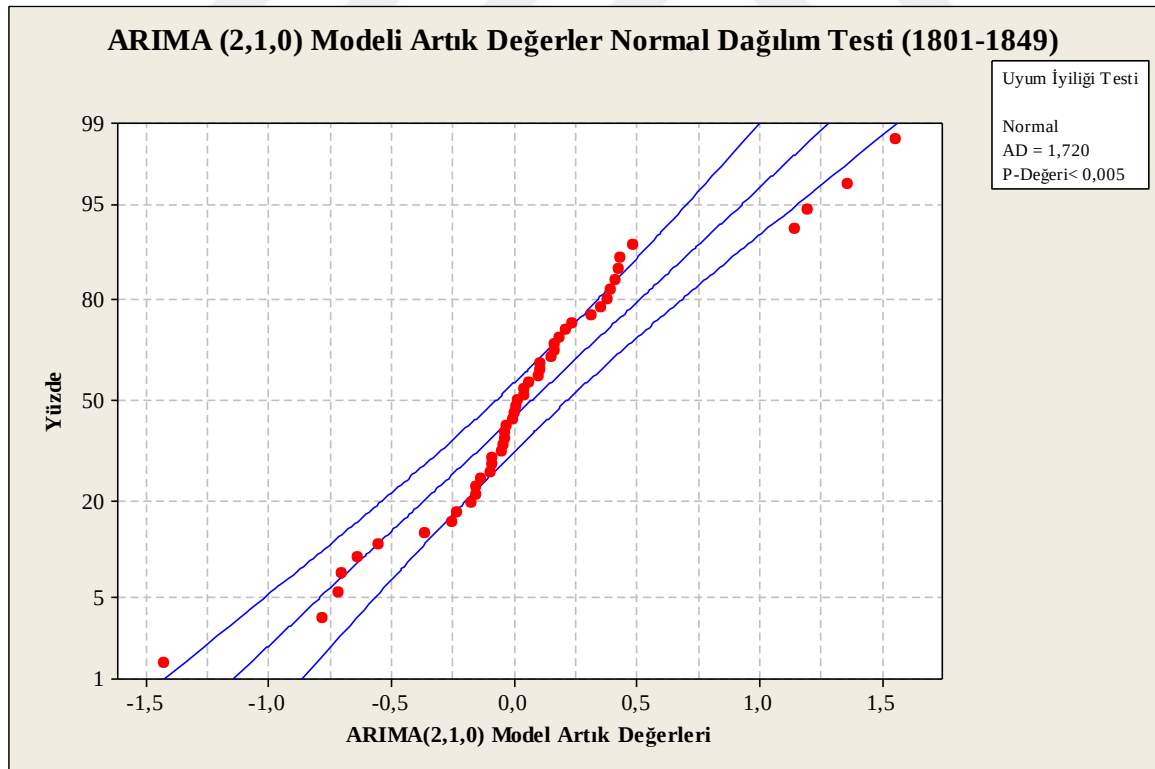
| Model         |        | Katsayı |        |    |         | t-değerleri |       |    |       | Artıklar |          |
|---------------|--------|---------|--------|----|---------|-------------|-------|----|-------|----------|----------|
| Tür           | MSE    | AR(1)   | AR(2)  | MA | Sabit   | AR(1)       | AR(2) | MA | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA (1,1,0) | 0,3549 | 0,6768  | 0      | 0  | 0,25471 | 5,57        | -     | -  | 2,95  | Normal   | 0        |
| ARIMA (2,1,0) | 0,283  | 0,3993  | 0,5894 | 0  | 0       | 3,05        | 4,43  | -  | -     | Normal   | 0        |

İngiltere’nin kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin 1801-1849 yılları arasında yer alan kısmında MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması sebebiyle ARIMA(2,1,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (2,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.92.’de gösterilmiştir.



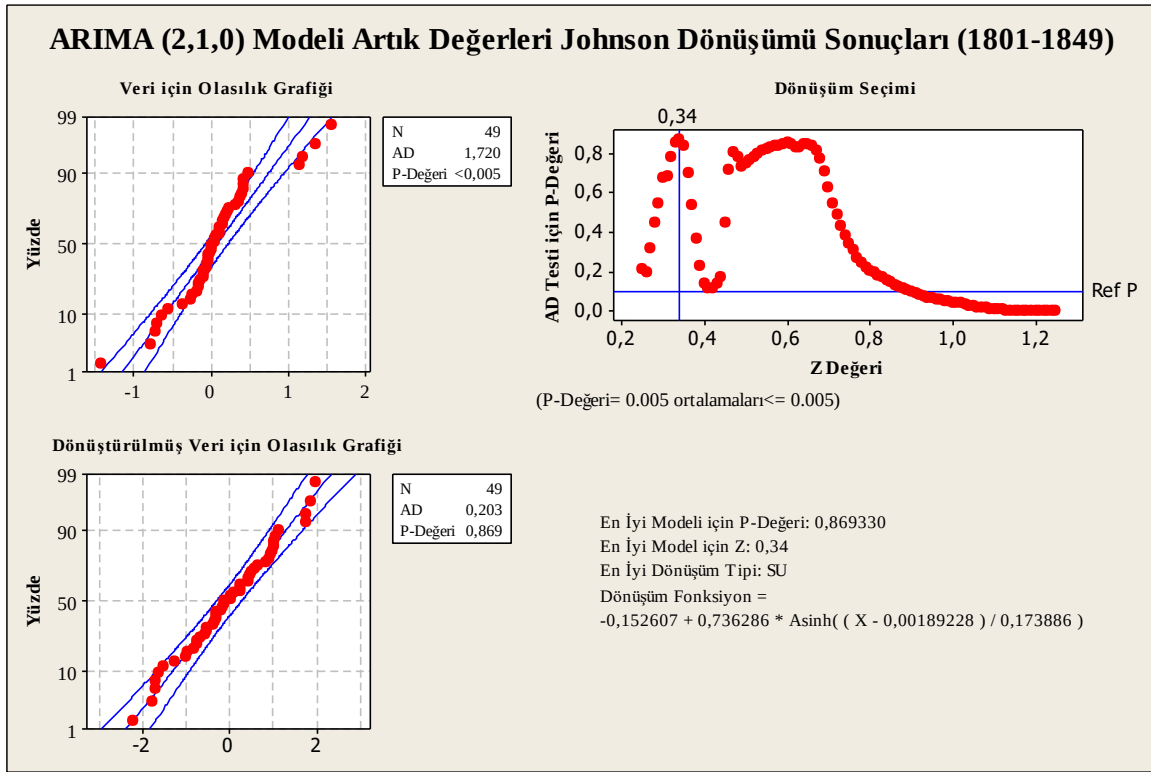
Şekil 4-92. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerleri (1801-1849)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (EK-71 ve EK-72). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.93.).



Şekil 4-93. ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1801-1849)

Normal dağılmayan artık değerlere Johnson Dönüşümü yapılmış, dönüşüm sonrası artık değerlerin normal dağılıma sahip olduğu görülmüştür (bkz. Şekil 4.94.).



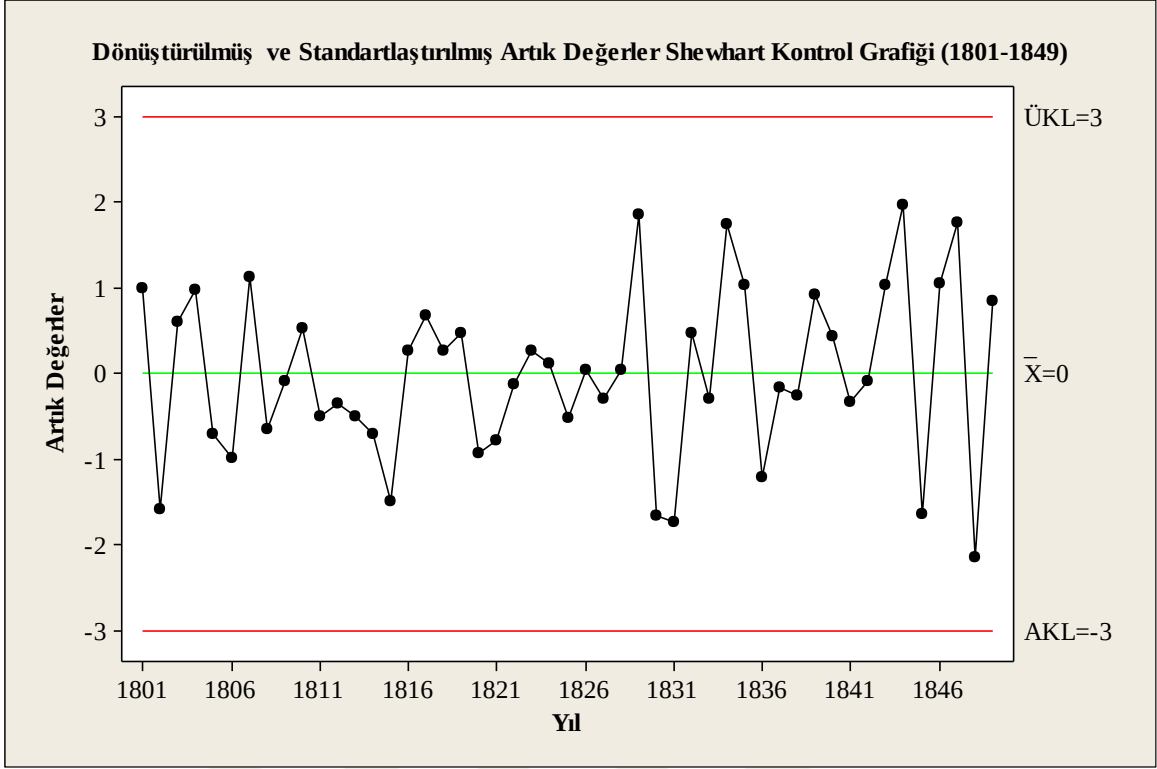
Şekil 4-94. ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1801-1849)

Veri setine ait dönüşümlü artık değerlerin parametre kestirimleri çizelgede gösterilmektedir. (bkz. Çizelge 4.24.)

Çizelge 4.24. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1801-1849)

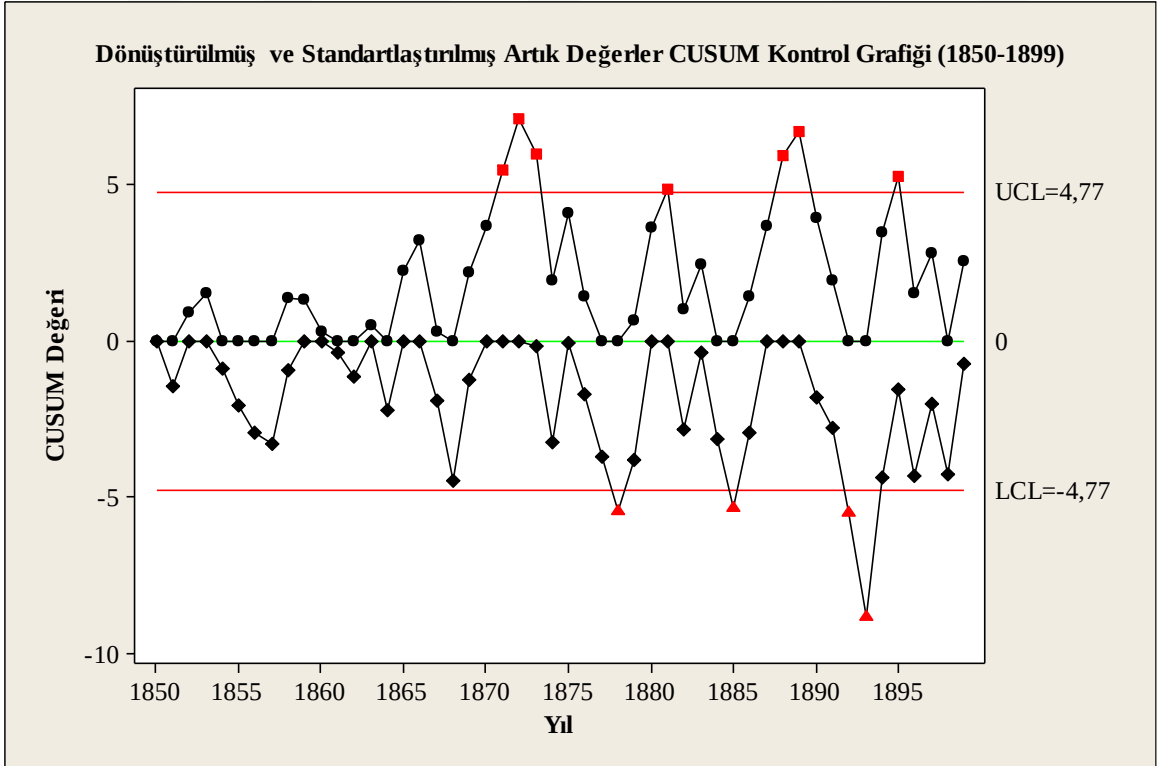
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | -0,02964 | 1,01776        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.95.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-95. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1801-1849)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.96.'da gösterilmiştir.

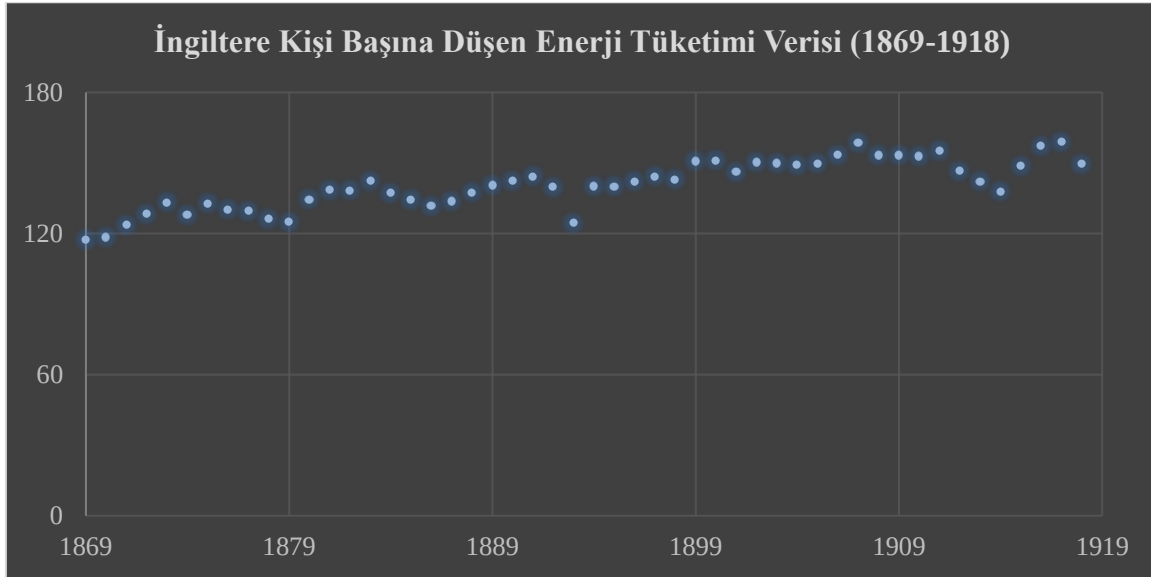


Şekil 4-96. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899)

Grafığe göre kontrol dışına çıkma 1871 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişimi 1869 yılında başladığı görülmektedir.

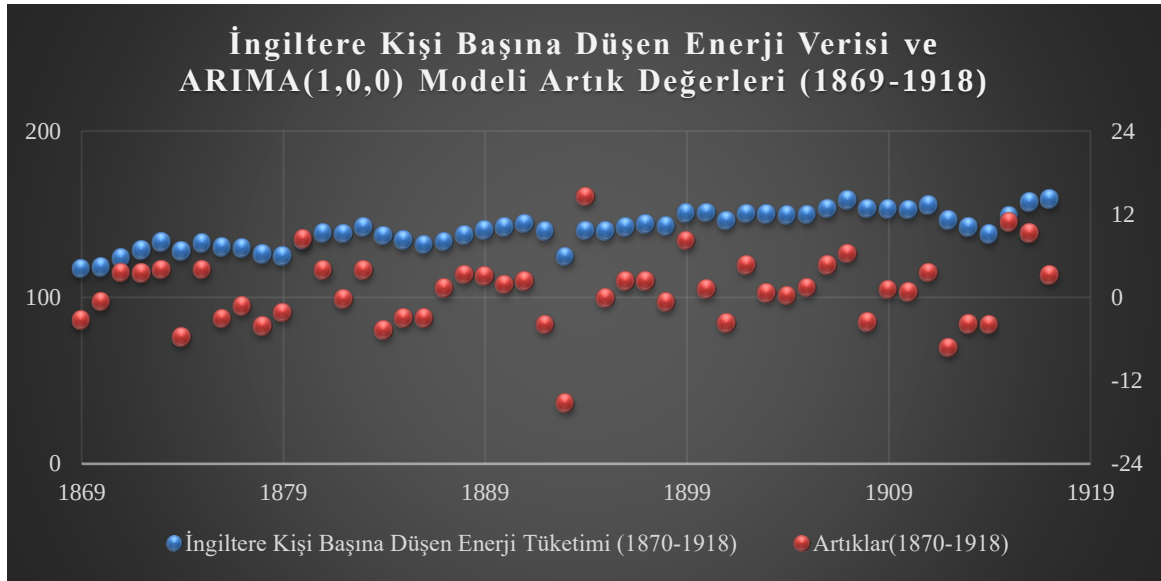
#### 4.4.1.2. İkinci Değişim Noktası

İngiltere'nin kişi başına düşen enerji tüketimi verisi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1869 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.97.). Bu veri seti incelendiğinde, pozitif eğime sahip olduğu ve veri setinin ortalamasının değiştiği görülmektedir.



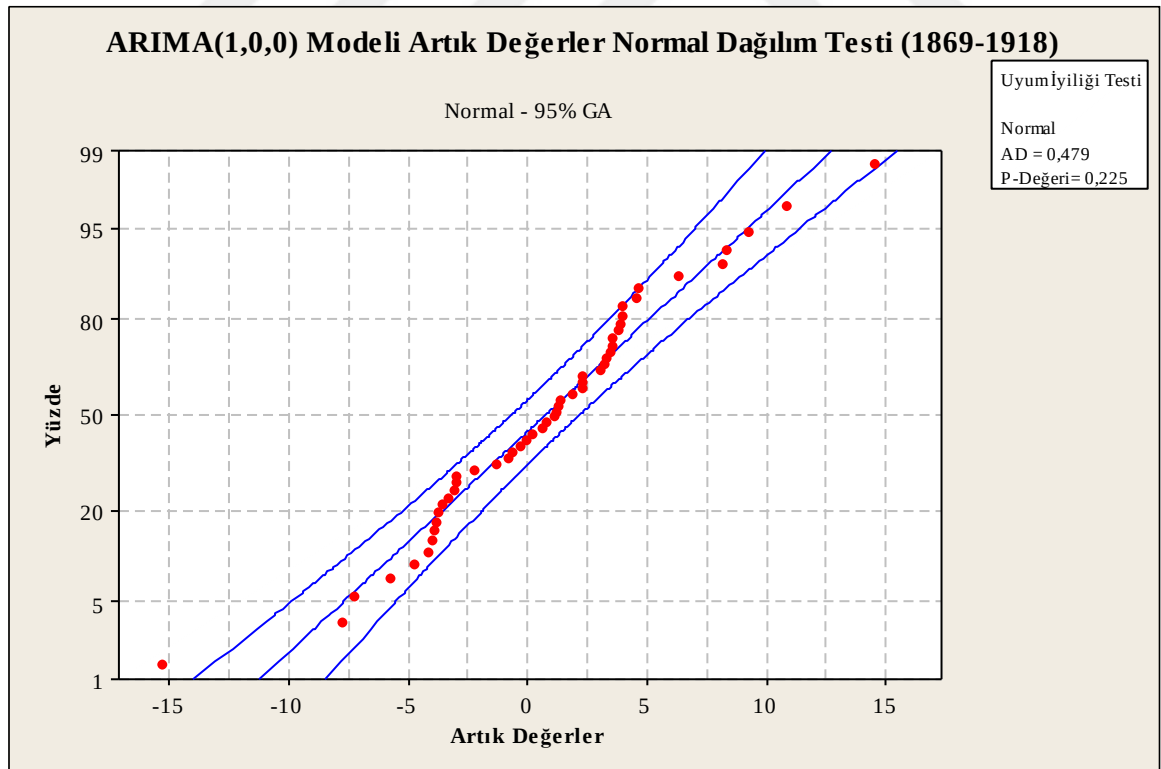
Şekil 4-97. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1869-1918)

50 yıllık veri seti için ACF ve PACF grafikleri EK-73 ve EK-74'de sunulmuştur. Veri setine uygun modelin ARIMA(1,0,0) olduğu düşünülmekte olup grafikler bu durumu desteklemektedir. ARIMA (1,0,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.98.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-98. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1869-1918)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği (bkz. EK-75 ve EK-76), yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.99.).



Şekil 4-99. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1869-1918)

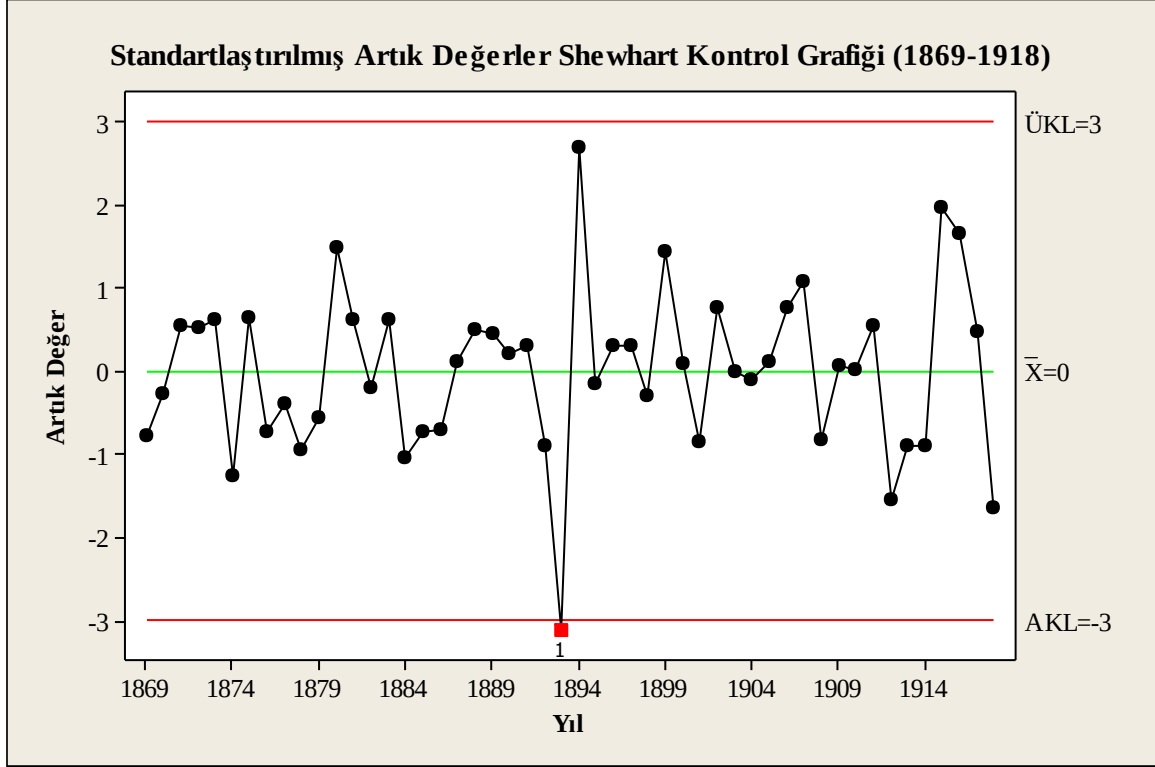
Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.25’de gösterilmektedir.



Çizelge 4.25: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri  
Parametre Kestirimi (1870-1918)

| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,74156  | 5,15131        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.100.’de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-100. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1870-1918)

1893 yılına ait artık değer Shewhart kontrol grafikleri limitlerinin dışında kalarak uyarı vermiştir. Bu nokta için yapılan tarihsel incelemede 1893 yılının “93 Paniği” olarak bilinen ekonomik kriz dönemine ilişkin olduğu görülmüştür. Bu sebepten dolayı ilgili yıla ait veri, veri setinden çıkarılmış ve regresyon modeli ile oluşturulmuş tahmini veri, veri setine atanmıştır. İkinci değişim noktası tespiti için gerçekleştirilen çalışmanın başlangıç yılı olan 1869 yılından 1892 yılına kadar olan veri seti ile bir regresyon modeli kurulmuştur.

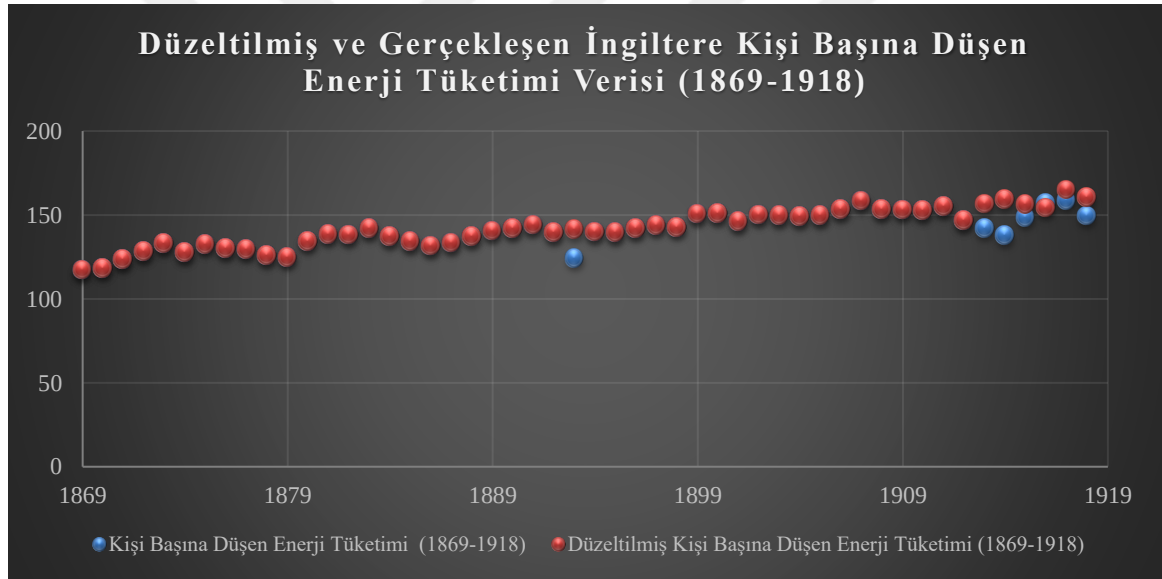
Ayrıca I. Dünya Savaşı etkisinde kişi başına düşen enerji tüketimi verisinden çıkarılması, incelemelerin yansız sonuçlar vermesi açısından önemli olacaktır. Bu sebeple 1913-1918 yılları arası verilerin, veri setinden çıkarılması gerekmektedir. Verilerin çıkarılması sonrasında kayıp değer atama işlemi yapılmıştır. Bunun için 1913 yılı öncesine ait ve 1893 yılını içermeyen 30, 50 ve 53 yıllık veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modellerinin

karşılaştırılması Çizelge 4.26.'da gösterilmiştir. Karşılaştırma sonucunda 1869-1912 arasında kalan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin en iyi  $R^2_{pred}$  değerine sahip olması sebebiyle kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.26. I. Dünya Savaşı Regresyon Modeli Karşılaştırılması

| Model Aralığı | Sabit     | Çarpan     | $R^2$  | $R^2_{adj}$ | $R^2_{pred}$ | Artık Dağılımı | Artıkların P-Değeri |
|---------------|-----------|------------|--------|-------------|--------------|----------------|---------------------|
| 1869-1912     | -1.257,32 | 0,73908894 | 86,41% | 86,08%      | 84,79%       | Normal         | 0,867               |
| 1872-1912     | -1.146,50 | 0,68071258 | 84,33% | 83,92%      | 82,46%       | Normal         | 0,817               |
| 1882-1912     | -1.114,87 | 0,66409396 | 76,00% | 75,14%      | 71,40%       | Normal         | 0,962               |

1869-1912 arasında yer alan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin oluşturduğu tahmini veriler atanırken rasgele hata terimi eklenmiştir. Atama işlemi sonrasında 1869-1918 yılları arasında gerçekleşen ve düzeltilmiş veri seti karşılaştırılması Şekil 4.101.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-101. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1869-1918)

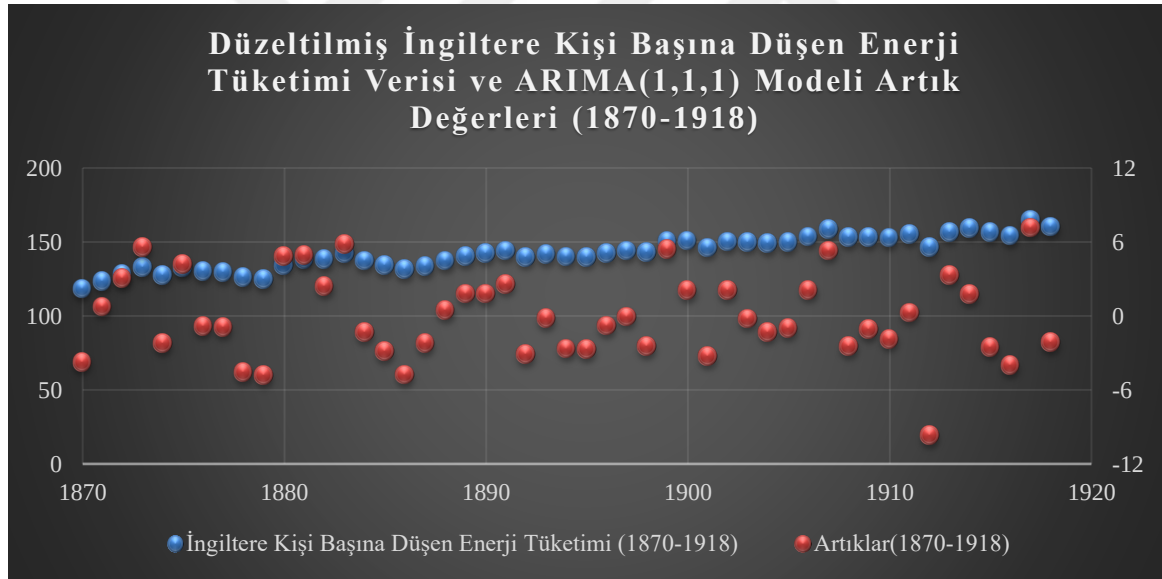
Düzeltilmiş veri setinin sahip olduğu modelin tespiti amacıyla ACF ve PACF grafikleri oluşturulmuştur (bkz. EK-77 ve EK-78). Veri setinin durağan olmadığı ADF testi ile tespit edildikten sonra fark alma işlemi uygulanarak veri seti durağan hale getirilmiştir. Fark alınan değerlere ilişkin ACF ve PACF grafikleri EK-79 ve EK-80'de sunulmuştur. Bu grafiklerin yönlendirmesi ile ARIMA modelleri oluşturulmuştur. Bu modellerin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.27.'dedir.

Çizelge 4.27: Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1869-1918)

| Model        | Katsayı |         |       |        |         | T     |       |      |       | Artıklar |          |
|--------------|---------|---------|-------|--------|---------|-------|-------|------|-------|----------|----------|
| Tür          | MSE     | AR(1)   | AR(2) | MA     | Sabit   | AR(1) | AR(2) | MA   | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA(0,1,1) | 16,273  | 0       | 0     | 0,4278 | 0,8716  | -     | -     | 3,25 | 2,64  | Normal   | 0,269    |
| ARIMA(1,1,0) | 16,825  | -0,2464 | 0     | 0      | 1,123   | -1,71 | -     | -    | 1,92  | Normal   | 0,667    |
| ARIMA(1,1,1) | 12,441  | 0,3595  | 0     | 0,9549 | 0,48441 | 2,07  | -     | 6,69 | 11,31 | Normal   | 0,207    |

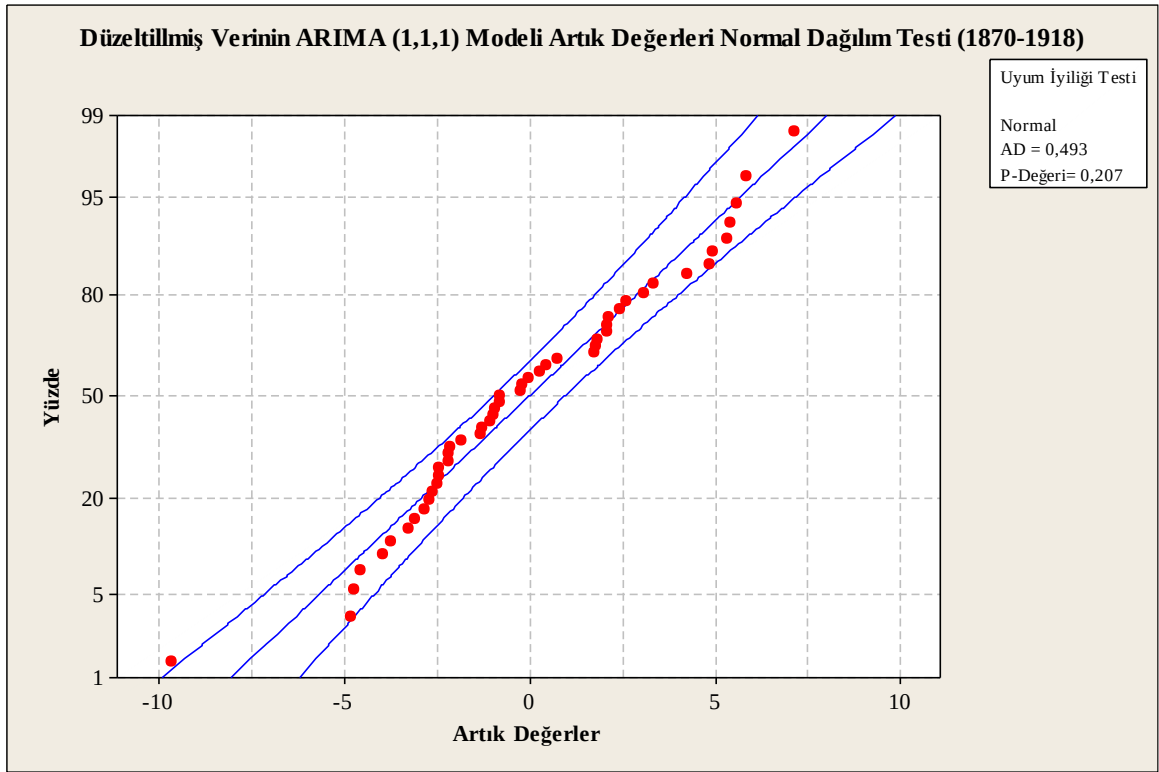
İngiltere kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait düzeltilmiş veri setinin 1869-1918 yılları arasında yer alan kısmında MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması sebebiyle ARIMA(1,1,1) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. Ayrıca grafiklere göre veriyi en basit ve en kapsamlı şekilde açıklayabilen modelin ARIMA (1,1,1) olduğu görülmüştür.

ARIMA (1,1,1) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.102.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-102. Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri (1870-1918)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği (bkz. EK-81 ve EK-82), yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.103.).



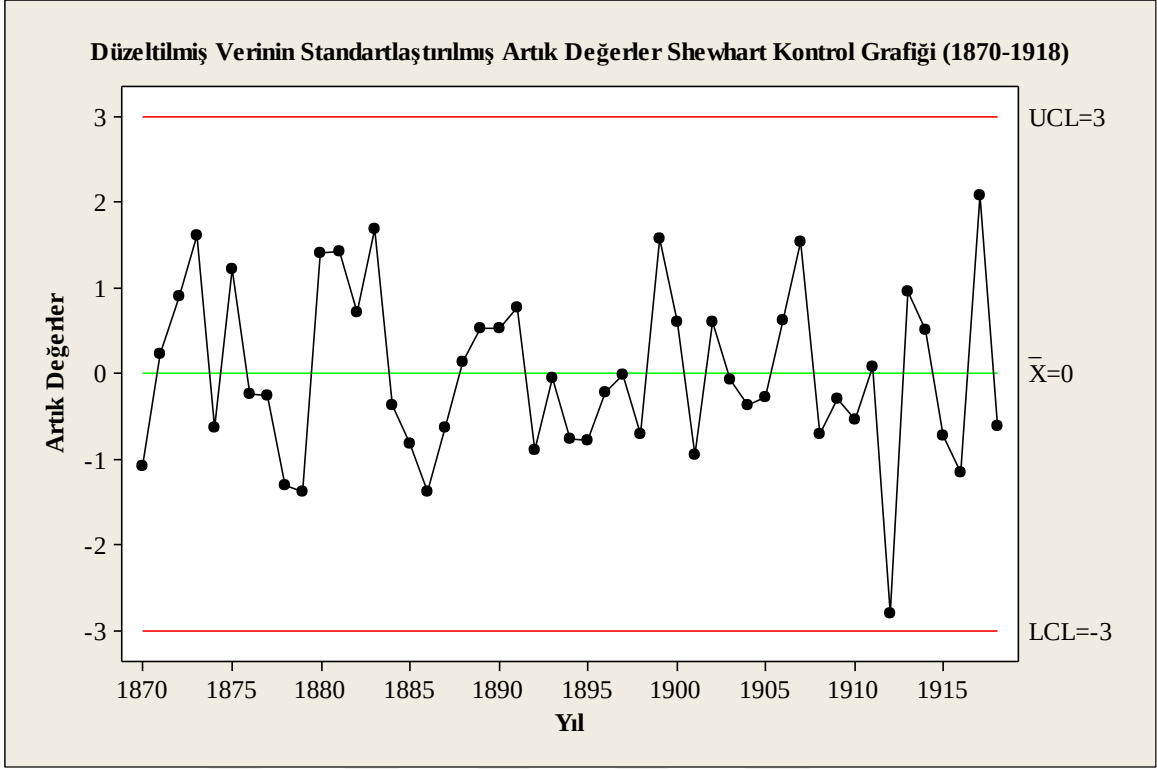
Şekil 4-103. Düzeltilmiş Verinin ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1870-1918)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.28’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.28. Düzeltilmiş İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1870-1918)

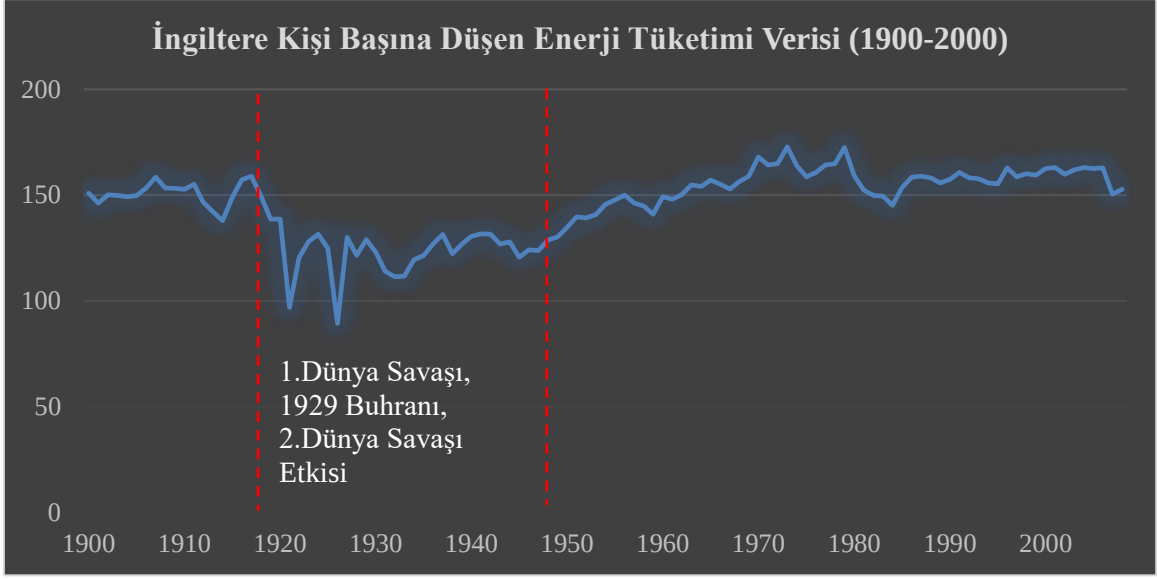
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | -0,04547 | 3,45262        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.104.’de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



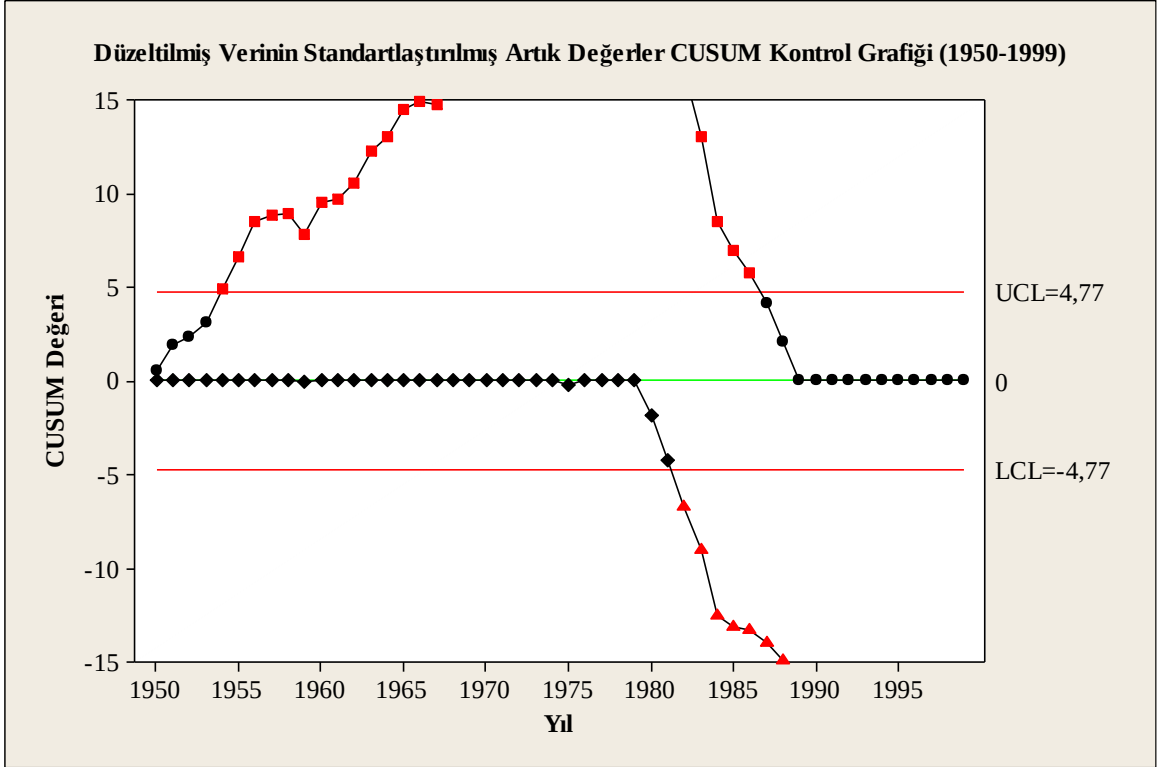
Şekil 4-104. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1870-1918)

Faz-2 aşaması için izlenecek olan veri setine bakıldığında özellikle I. Dünya Savaşı'nın bitmesi ile kişi başına düşen enerji tüketimi verisinin dalgalandığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.105.). Bu dalgalanmaların etkisini azaltmak için atama uygulanmaya çalışılmış ancak tüketilen enerji verisi 1960'larda tekrar 1912 seviyesine geldiğinden, kişi başına düşen enerji verisinde kabul edildiği gibi, Marshall yardımının tarihi olan 1948 yılında CUSUM sıfırlanmış ve artık değerler 1950 yılından itibaren izlenmeye başlanmıştır.



Şekil 4-105. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1900-2000)

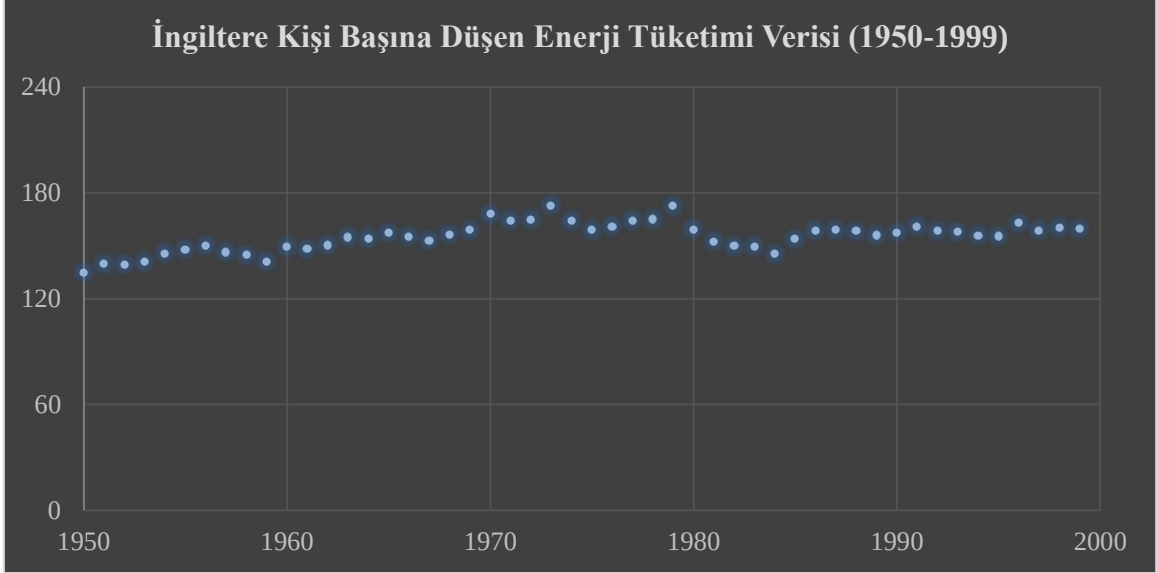
1929 Buhranı ve II. Dünya Savaşının etkisi CUSUM kontrol grafiğinin 1948 yılında sıfırlanmasıyla atıldıktan sonra, 1948 yılından sonraki yıllara ait veriler için oluşturulan değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Şekil 4.106'da sunulan CUSUM grafiğine göre kontrol dışına çıkma 1954 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişimin 1950 yılında başlamıştır.



Şekil 4-106. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1950-1999)

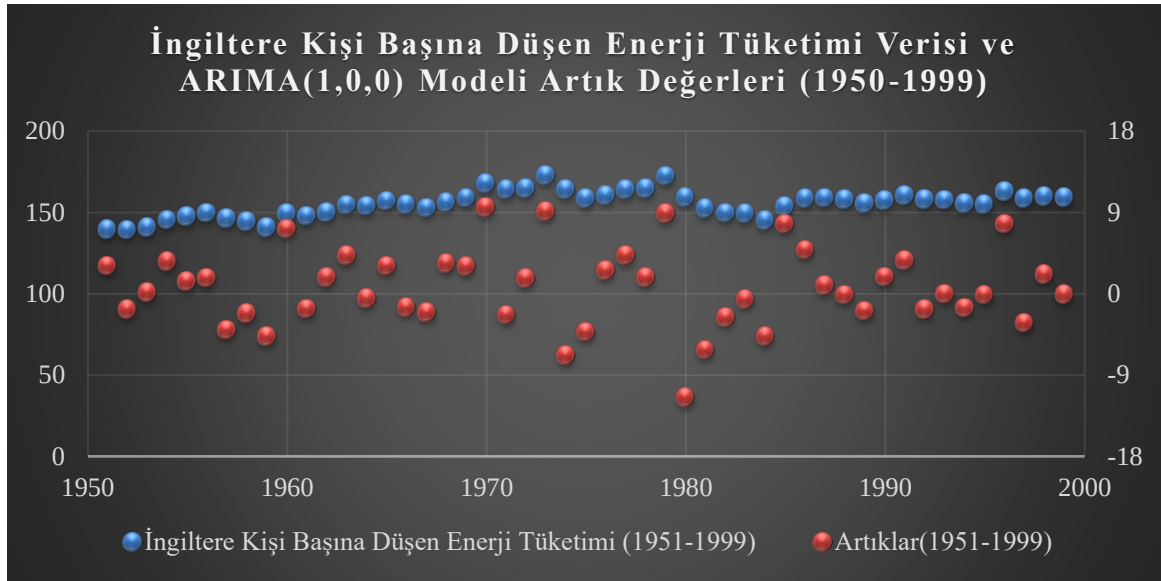
#### 4.4.1.3. Üçüncü Değişim Noktası

İngiltere'nin kişi başına düşen enerji tüketimi verisi göstergesine ait veri setinin üçüncü değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1950 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.107.). Veri seti incelendiğinde durağan bir yapıda olduğu görülmektedir.



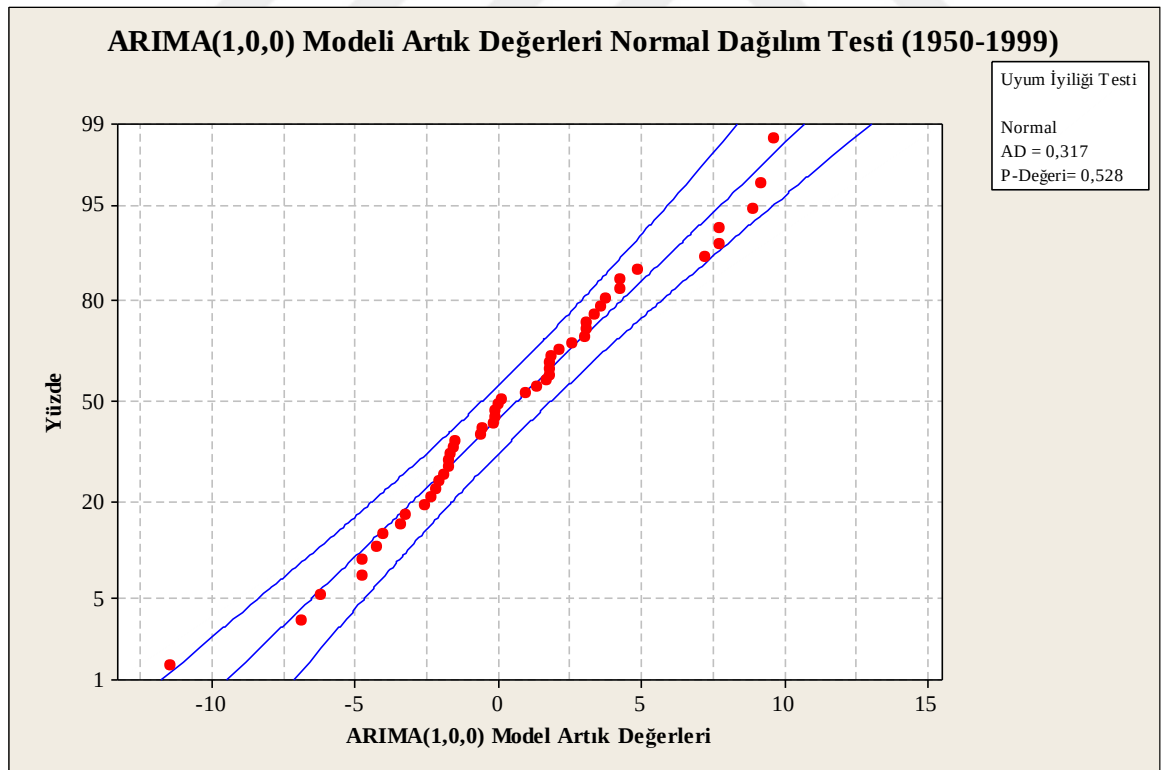
Şekil 4-107. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1950-1999)

Üçüncü değişim noktası incelemesi için 1950 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 18 yıl olacak şekilde toplam 68 yıllık bir veri seti kullanılmıştır. 50 yıllık veri seti için ACF ve PACF grafikleri EK-83 ve EK-84'de sunulmuştur. MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması sebebiyle ARIMA(1,0,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,0,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.108.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-108. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1950-1999)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-85 ve EK-86). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.109.).



Şekil 4-109. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1950-1999)

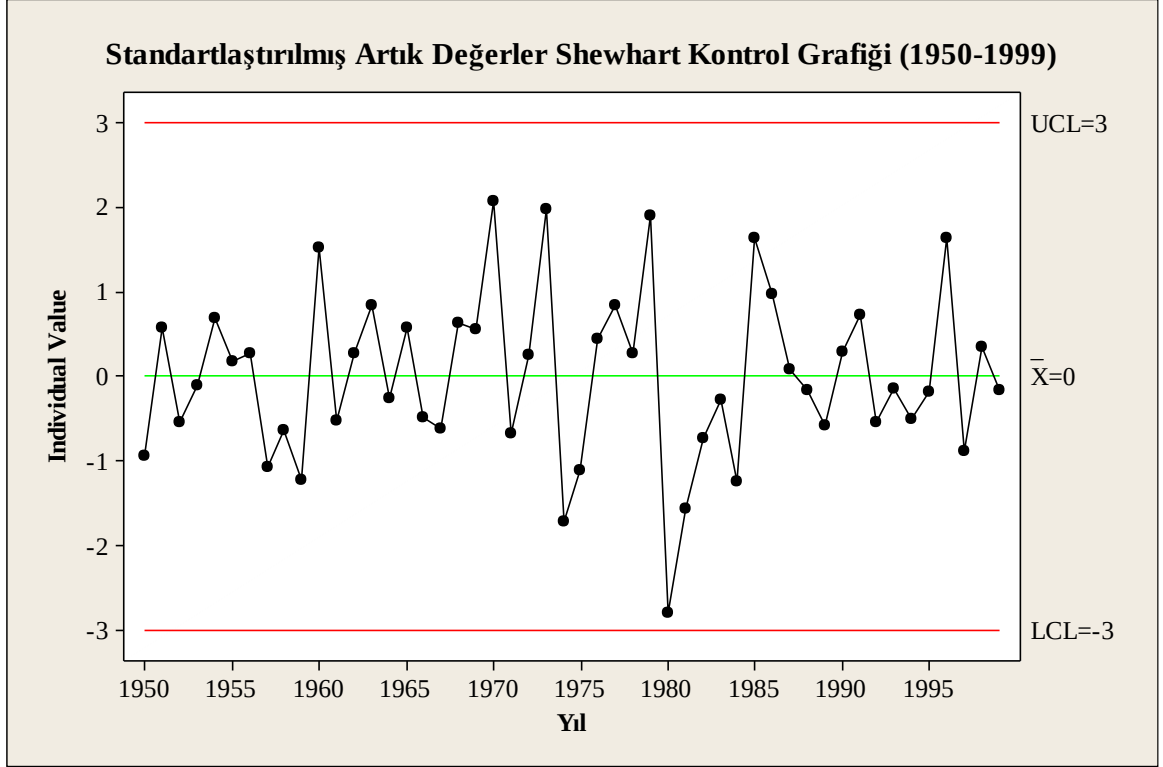
Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.29.'da gösterilmektedir.



Çizelge 4.29. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1950-1999)

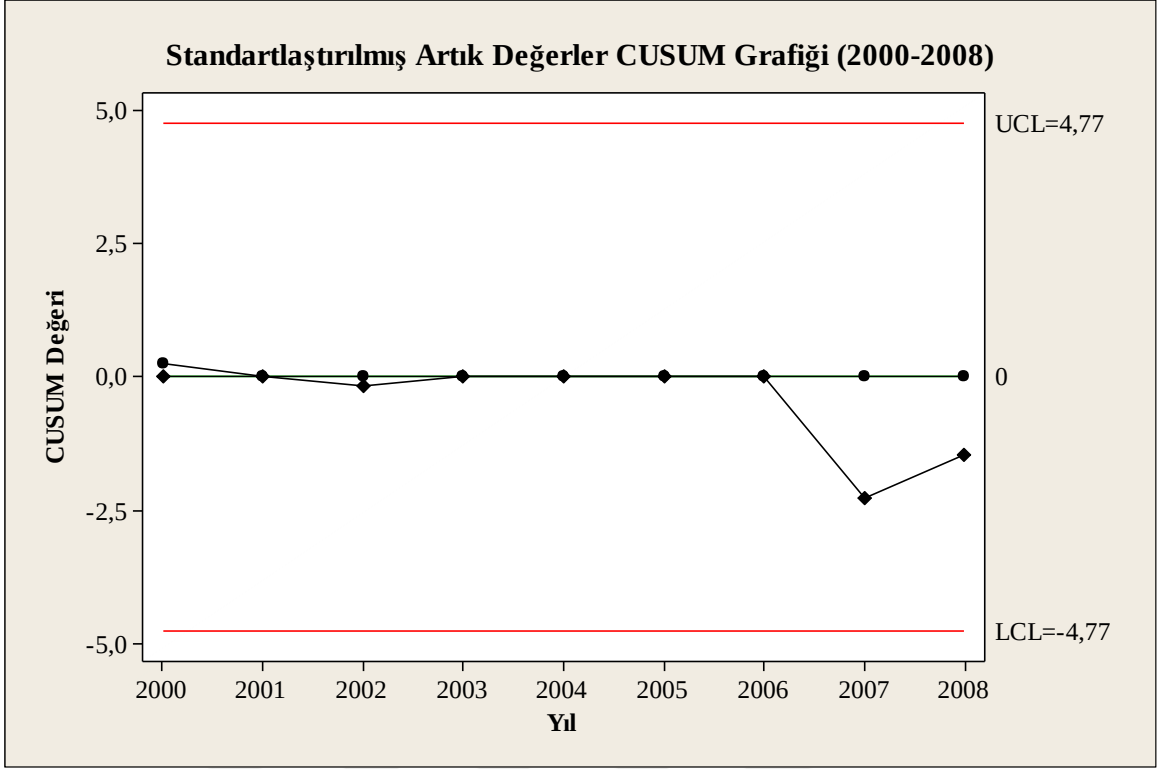
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,6173   | 4,33255        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.110.'da gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-110. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1950-1999)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.111.'de gösterilmiştir.



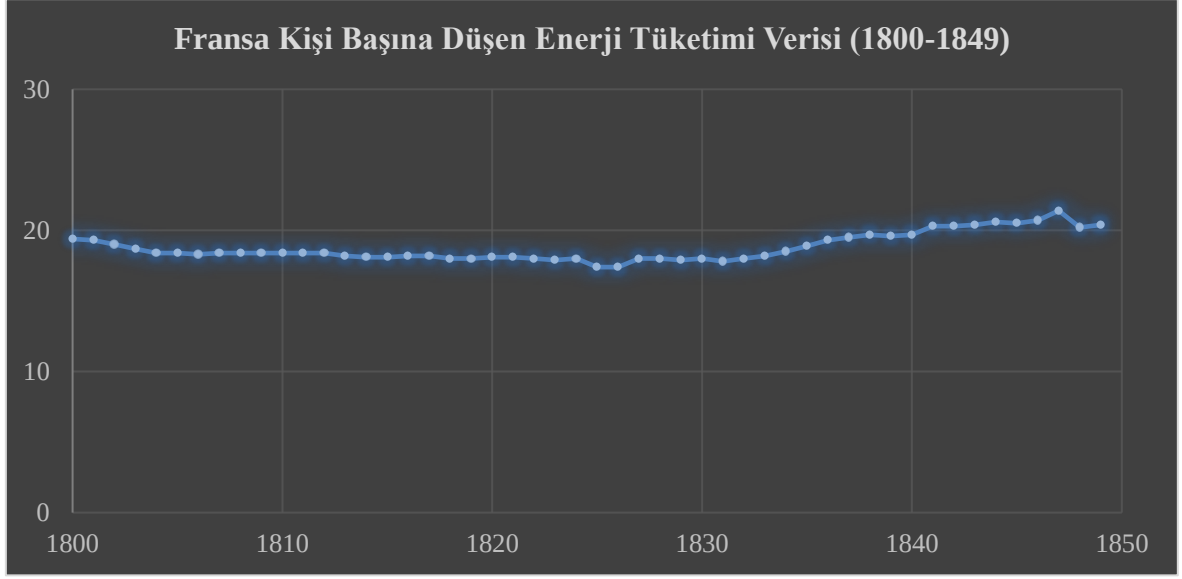
Şekil 4-111. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2000-2008)

2000-2008 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Standartlaştırılmış artık değerlerin 2000-2008 yılları arasında kontrol dışına çıkmadığı kontrol grafiğinde görülmüştür.

#### 4.4.2. Fransa

##### 4.4.2.1. Birinci Değişim Noktası

Fransa'nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1800 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.112.). Veri seti incelendiğinde durağan bir yapıda olduğu görülmektedir.



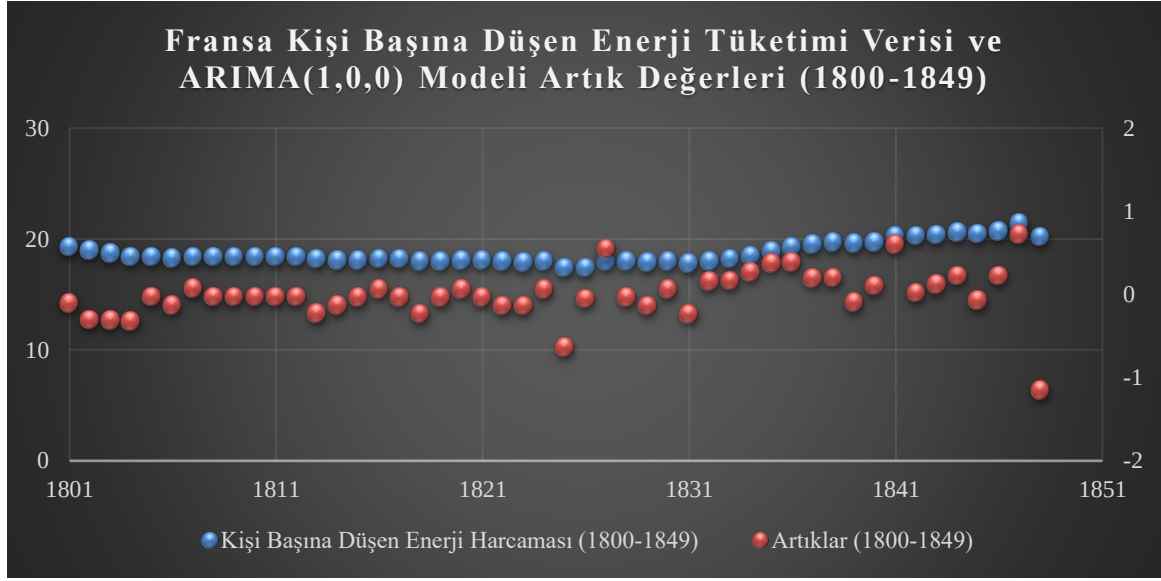
Şekil 4-112. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1800-1849)

ACF ve PACF grafikleri EK-87 ve EK-88’de sunulmuştur. Oluşturulan ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.30.’dadır.

Çizelge 4.30. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1800-1849)

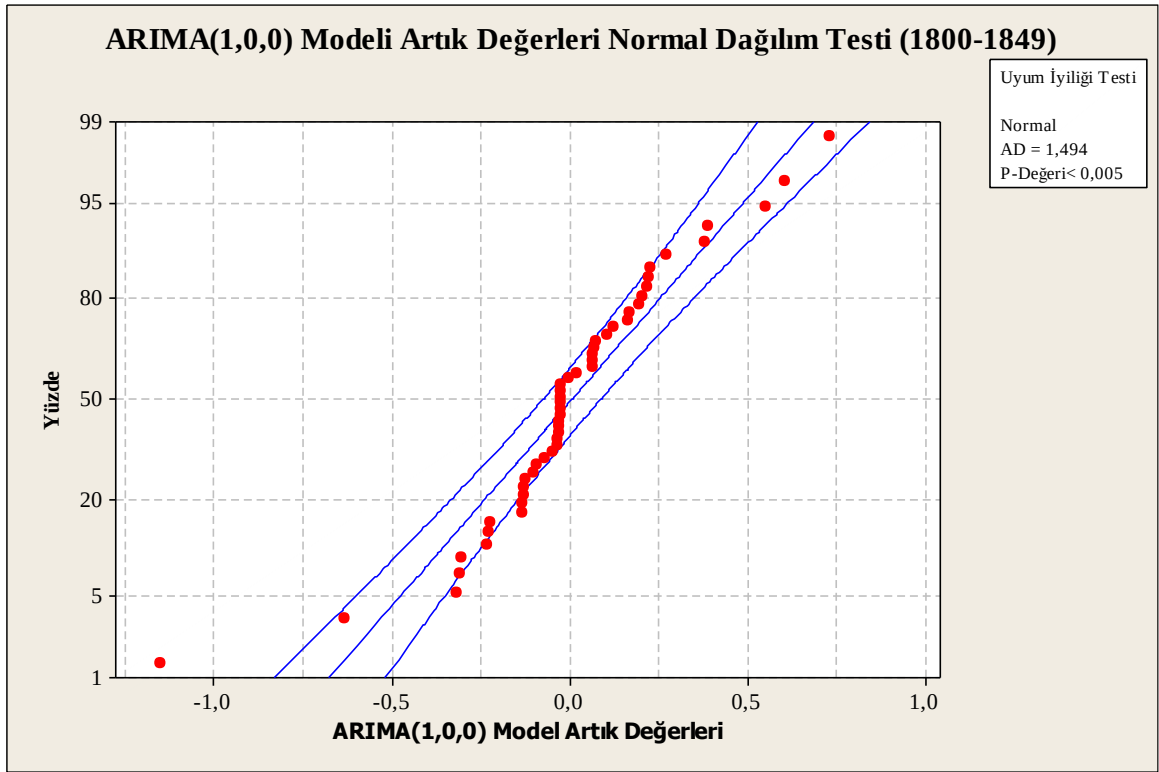
| Model        |        | Katsayı |    |         | t-değerleri |    |       | Artıklar |          |
|--------------|--------|---------|----|---------|-------------|----|-------|----------|----------|
| Tür          | MSE    | AR(1)   | MA | Sabit   | AR(1)       | MA | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA(1,1,0) | 0,0891 | -0,086  | 0  | 0,02206 | -0,59       | -  | 0,52  | Normal   | 0        |
| ARIMA(1,0,0) | 0,0875 | 0,9763  | 0  | 0,46146 | 22,43       | -  | 8,87  | Normal   | 0        |

Fransa’nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması ve grafiklerle uyumlu olması sebebiyle ARIMA(1,0,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,0,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.113.’de gösterilmiştir.



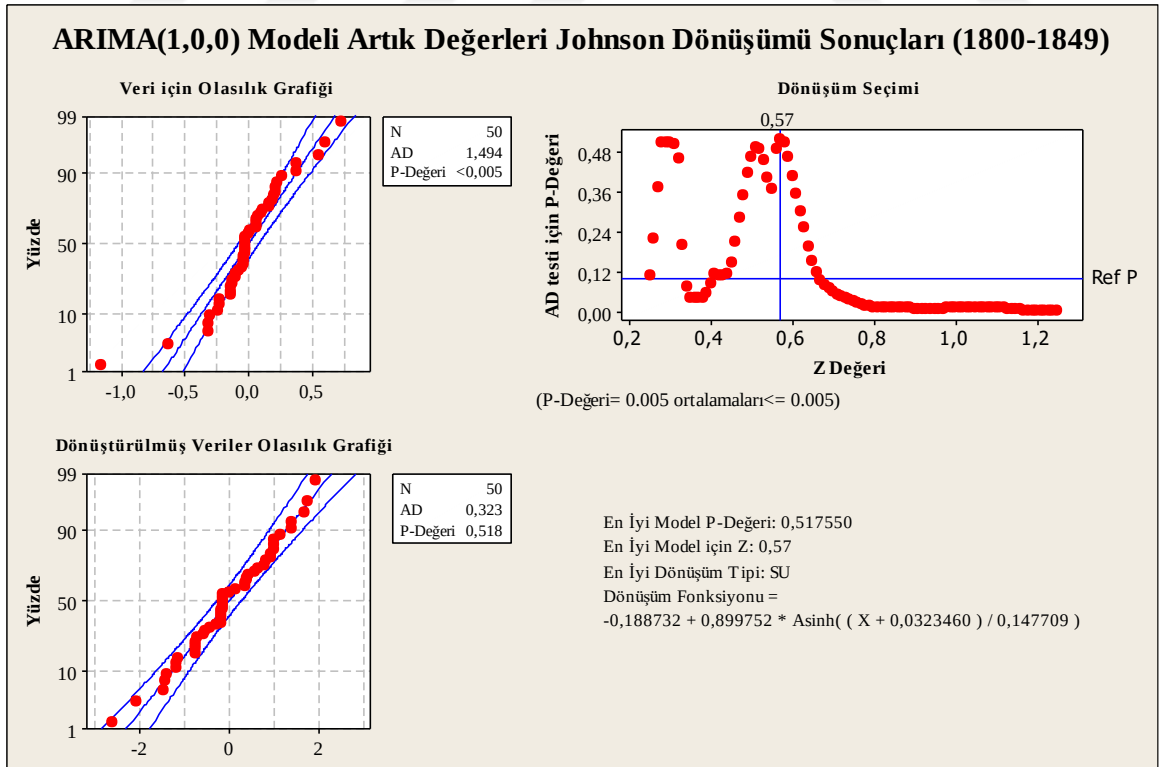
Şekil 4-113. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1800-1849).

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-89 ve EK-90). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında ise değerlerin normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.114.).



Şekil 4-114. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1800-1849)

Bu nedenle, artık değerlere Johnson Dönüşümü yapılmış, dönüşüm sonrası artık değerlerin normal dağılıma sahip olduğu Şekil 4.115.'den görülmüştür.



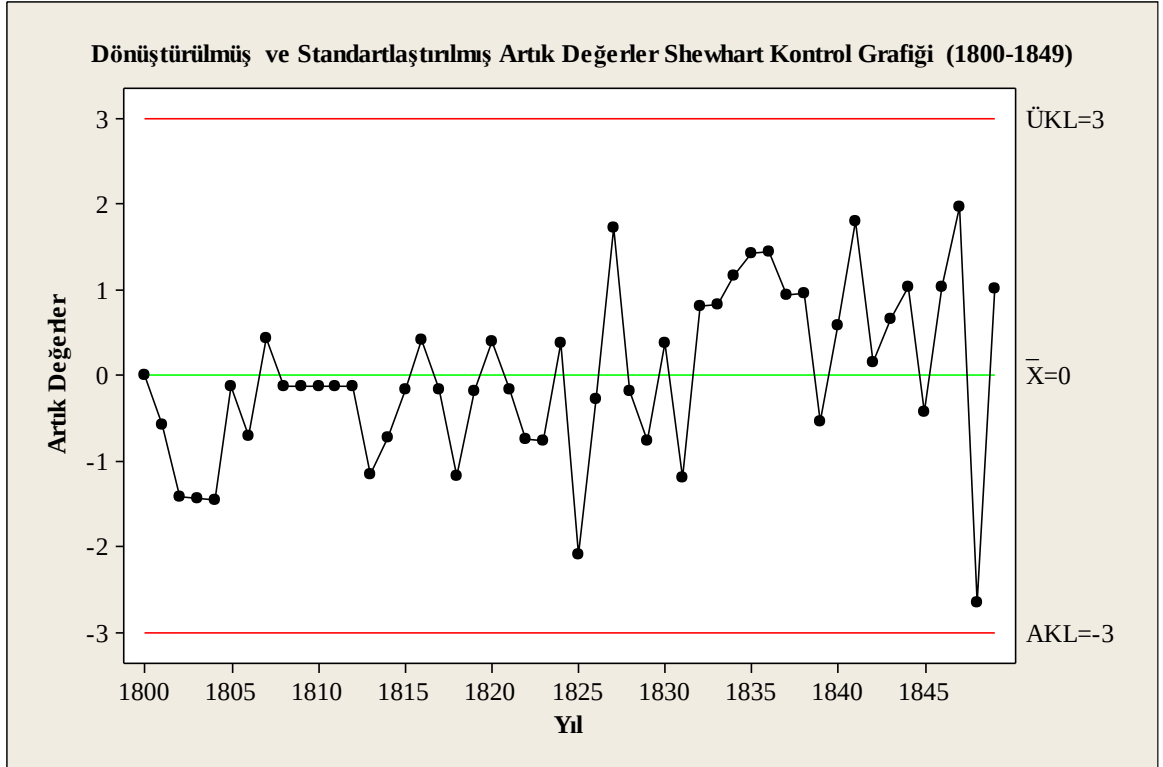
Şekil 4-115. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1800-1849)

Veri setine ait dönüşümlü artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.31’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.31. İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1800-1849)

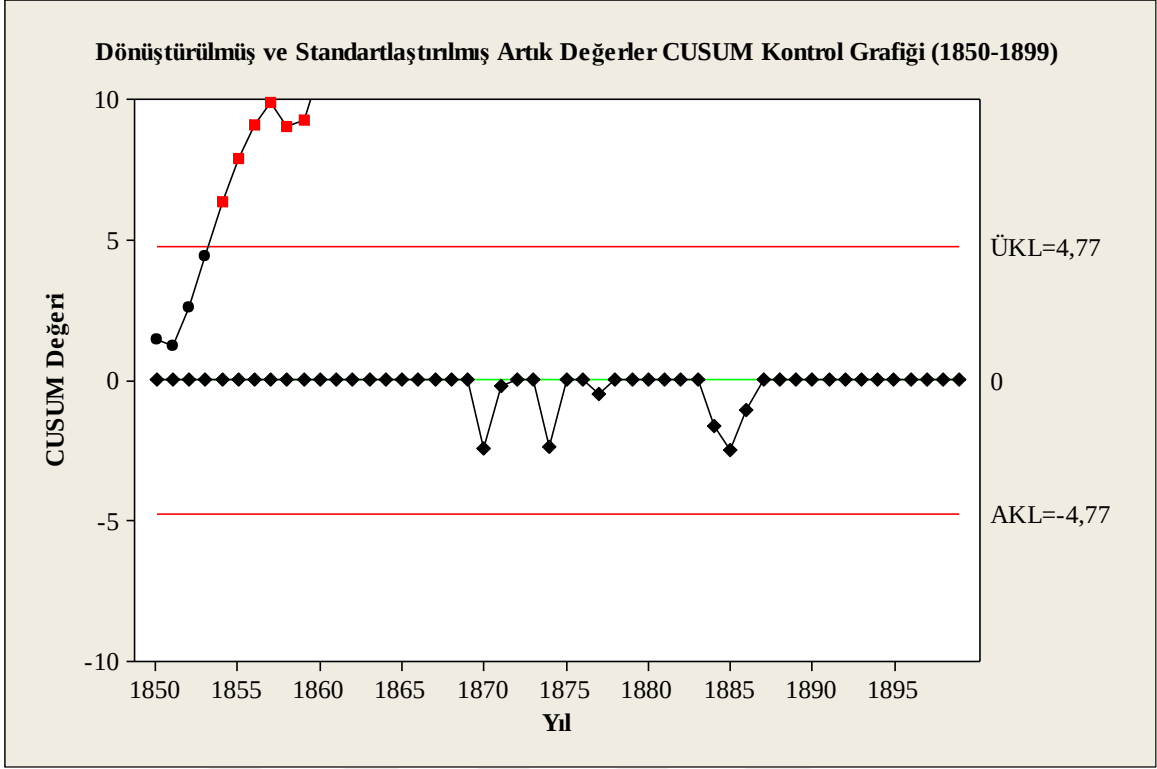
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | -0,02662 | 0,98845        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.116.’da gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-116. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1800-1849)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.117.’de gösterilmiştir.

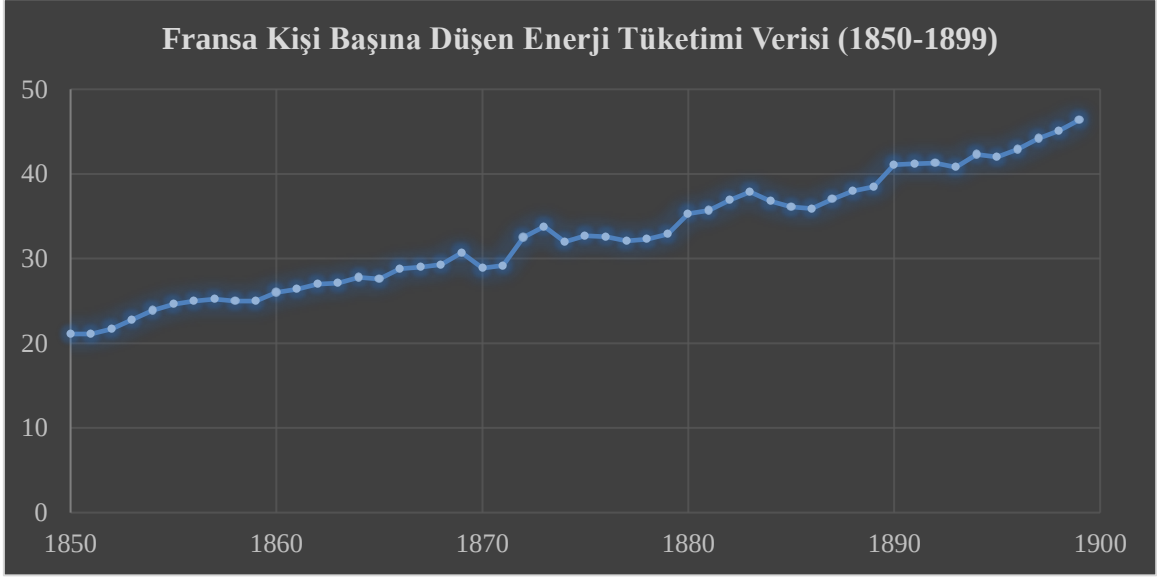


Şekil 4-117. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899)

1850-1899 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Grafiğe göre kontrol dışına çıkma 1854 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişiminin 1850 yılında başladığı görülmüştür.

#### 4.4.2.2. İkinci Değişim Noktası

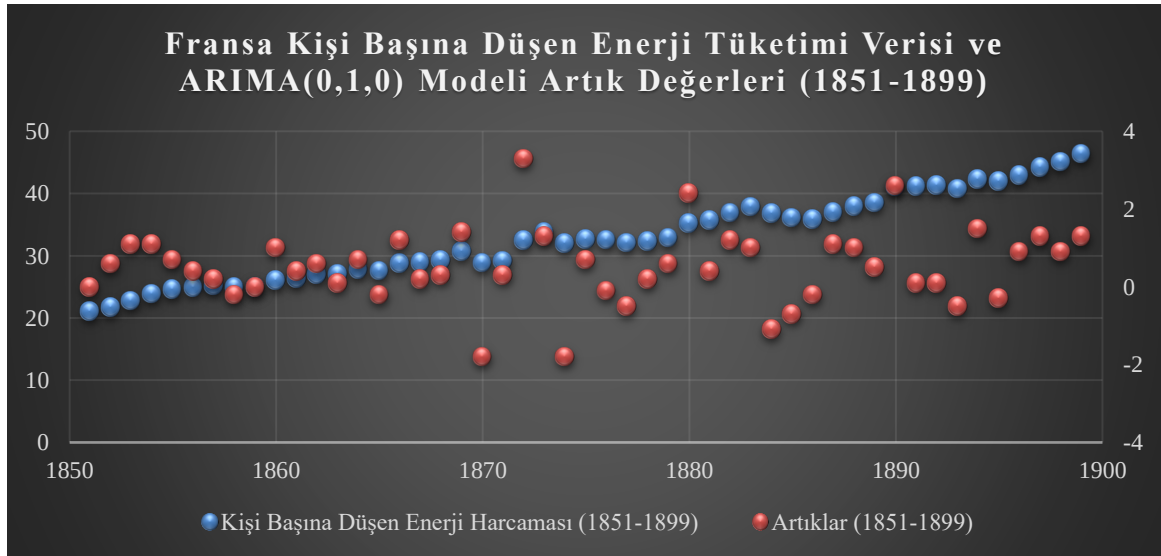
Fransa'nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1850 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.118.). 1850-1899 yılları arasında alınan 50 yıllık veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4-118. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1850-1899)

ACF ve PACF grafikleri EK-91 ve EK-92’de sunulmuştur. Grafikler incelendiğinde ADF testinin yapılarak veri setinin durağanlığının analizinin gerçekleştirilmesi gerektiği düşünülmüştür. ADF testine göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi yapılarak veri seti durağan hale getirilmiştir. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-93 ve EK-94).

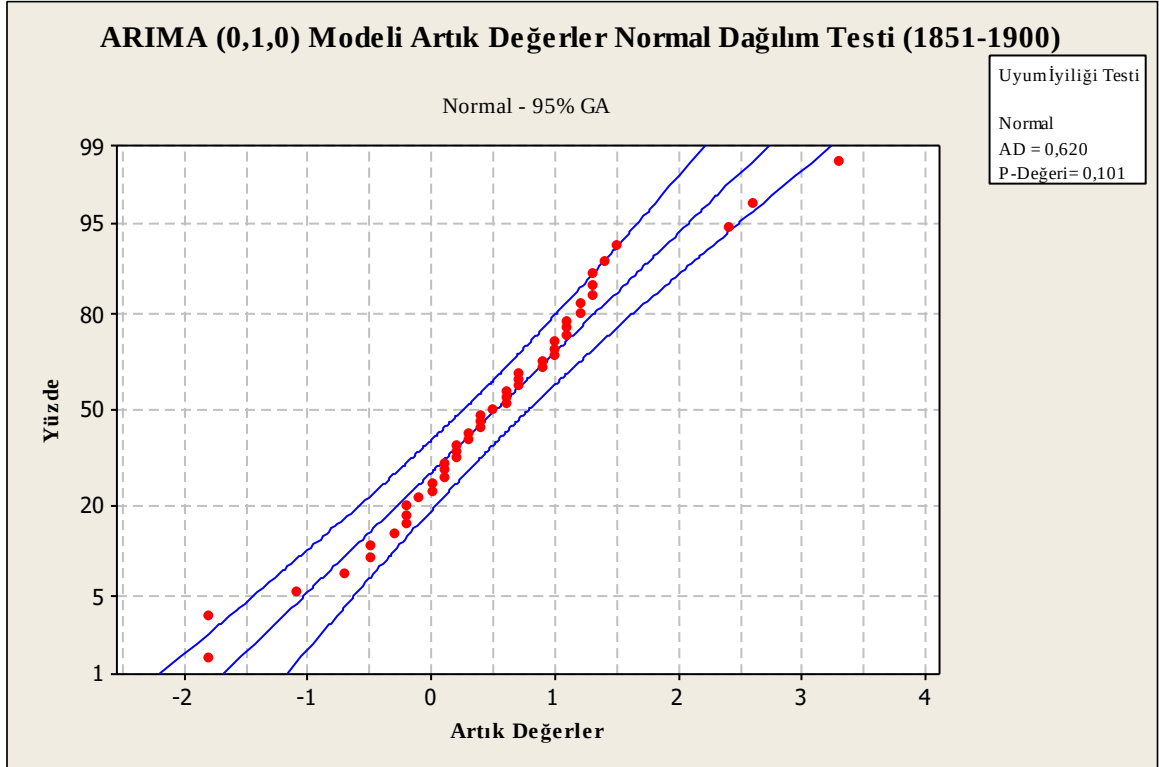
ARIMA (0,1,0) bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.119.’de gösterilmiştir.



Şekil 4-119. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1851-1899)



Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.120.).



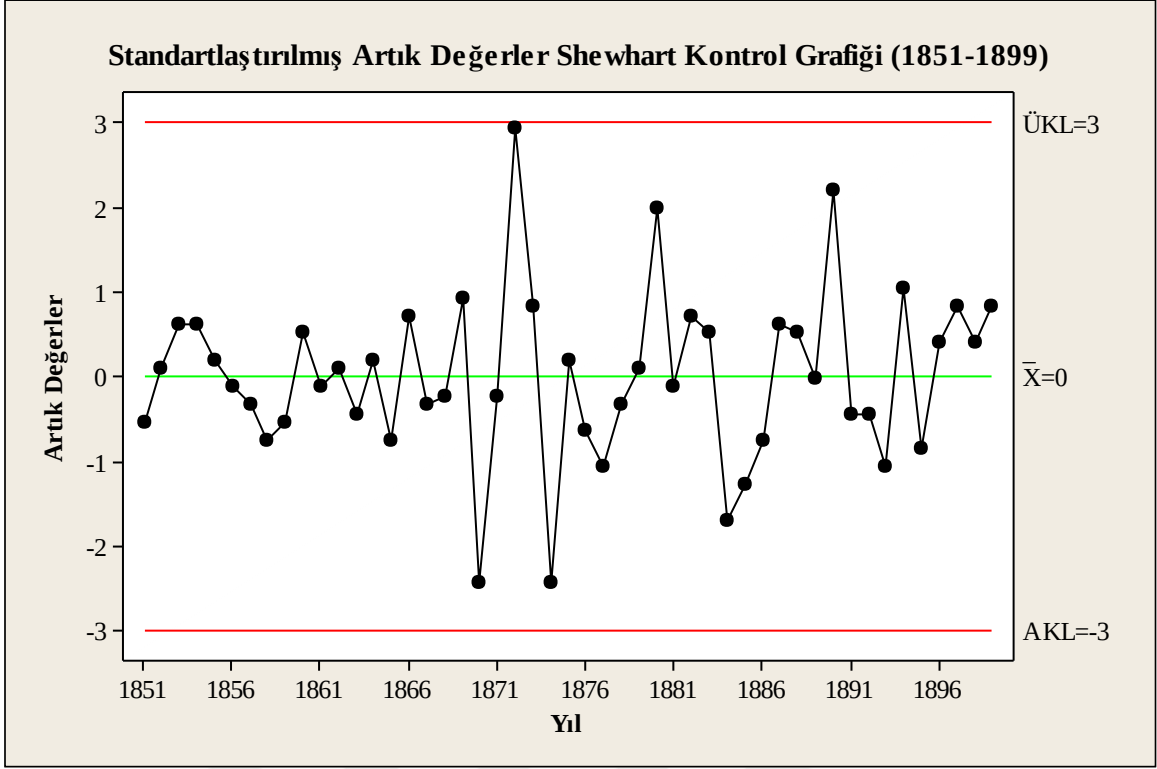
Şekil 4-120. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1851-1899)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.32.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.32. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1851-1899)

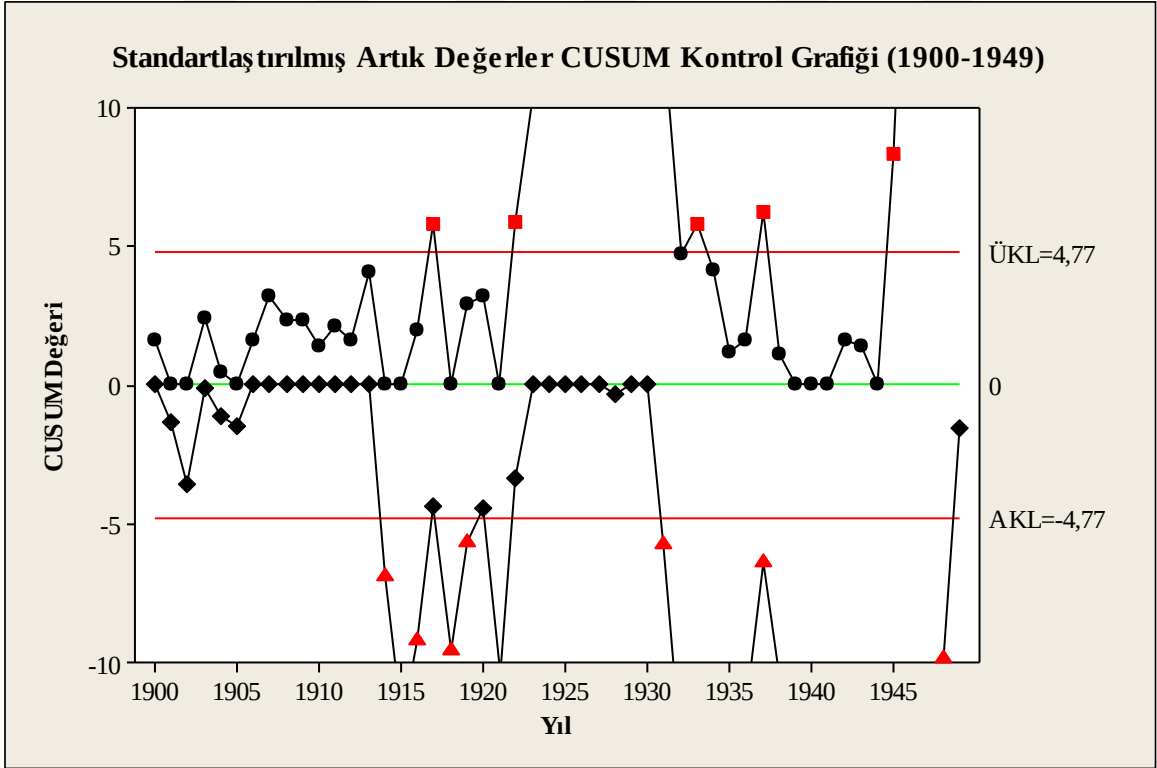
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,51633  | 0,94942        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.121.'de sunulmuş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-121. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1851-1899)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.122.'de gösterilmiştir.



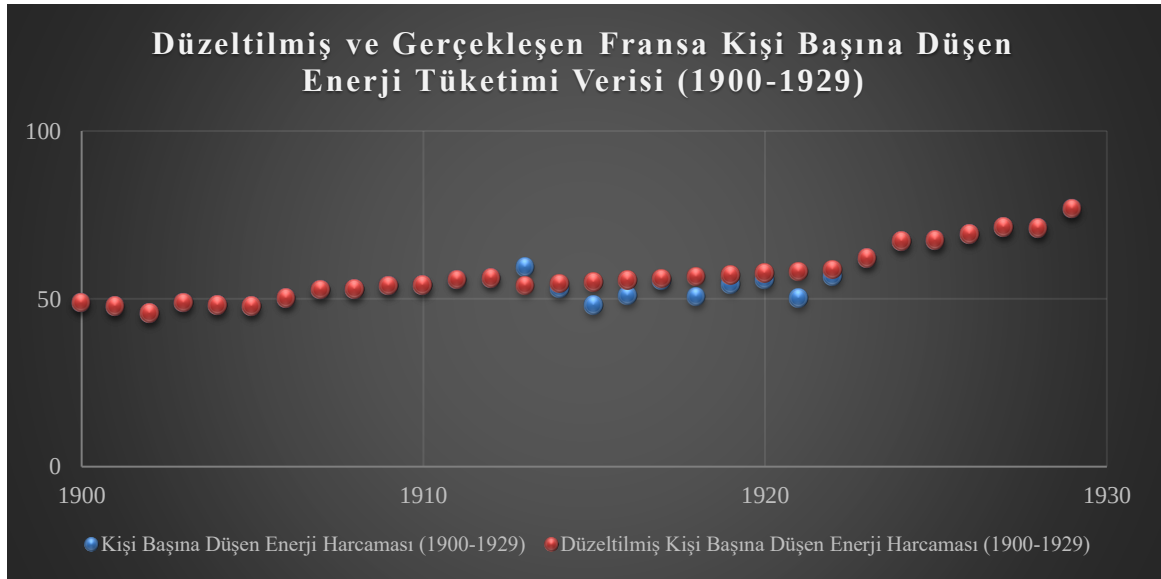
Şekil 4-122. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1949)

CUSUM kontrol grafiği incelendiğinde, I. Dünya Savaşı, 1929 buhranı ve II. Dünya Savaşı etkisinin kişi başına düşen enerji göstergesine yansıdığı görülmektedir. Faz-2 aşamasında önce I. Dünya Savaşı etkisi çıkartılarak CUSUM kontrol grafiği incelenmiştir. I. Dünya Savaşı'nın etkisi yüzünden kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesinin düşmeye başladığı görülmüş olup, 1913 - 1923 yılı arası kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veriler, veri setinden çıkarılmıştır. Verilerin çıkarılması sonrasında kayıp değer atama işlemi yapılmıştır. Bunun için 1912 yılı öncesine ait 30, 50 ve 63 yıllık veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modellerinin karşılaştırılması Çizelge 4.22.'de gösterilmiştir. Karşılaştırma sonucunda, 1850-1912 arasında kalan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin en iyi  $R^2_{pred}$  değerine sahip olması sebebiyle kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.33. I. Dünya Savaşı Regresyon Modeli Karşılaştırılması

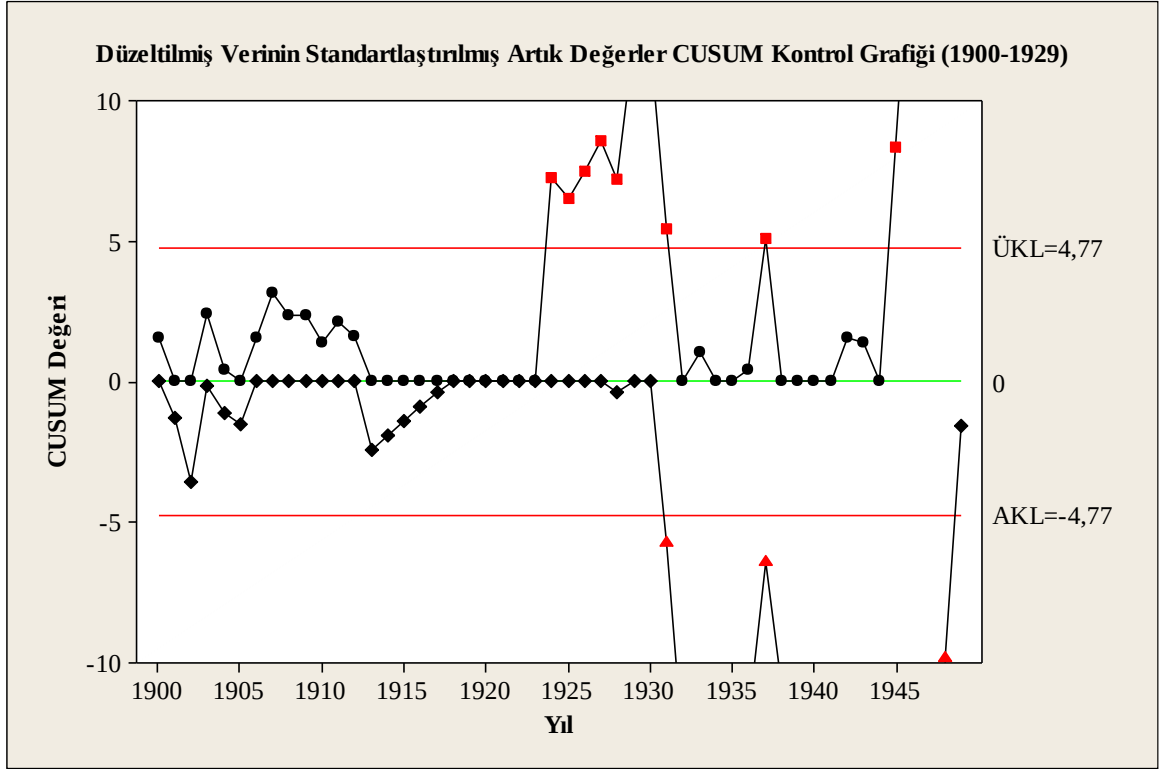
| Model Aralığı | Sabit     | Çarpan | $R^2$  | $R^2_{adj}$ | $R^2_{pred}$ | Artık Dağılım | Artıkların P-Değeri |
|---------------|-----------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|---------------------|
| 1850-1912     | -958,05   | 0,529  | 97,42% | 97,38%      | 97,23%       | Normal        | 0,536               |
| 1863-1912     | -1.037,88 | 0,57   | 96,76% | 96,69%      | 96,45%       | Normal        | 0,109               |
| 1883-1912     | -1.268,90 | 0,69   | 96,00% | 95,86%      | 95,32%       | Normal        | 0,905               |

1850-1912 arasında yer alan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin oluşturduğu tahmini verilere rasgele hata eklenmemiştir. Atama işlemi sonrasında 1900-1929 yılları arasında gerçekleşen ve düzeltilmiş veri seti karşılaştırılması Şekil 4.123.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-123. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1900-1929)

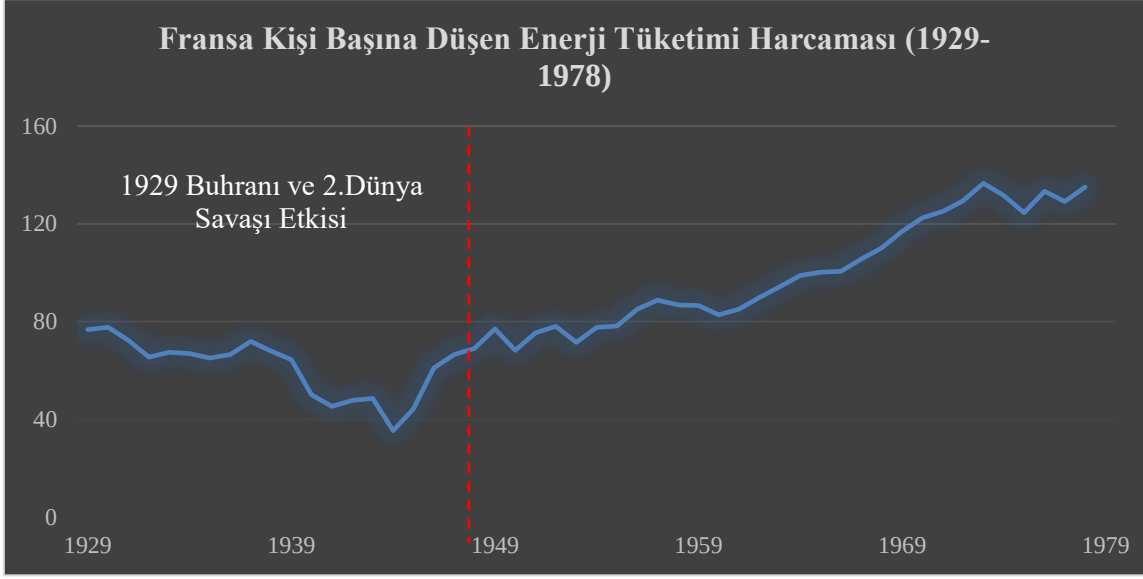
Şekil 4.124.'de sunulan CUSUM grafiğine göre kontrol dışına çıkma 1924 yılında gerçekleşmiştir.



Şekil 4-124. Düzeltilmiş Verinin Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1929)

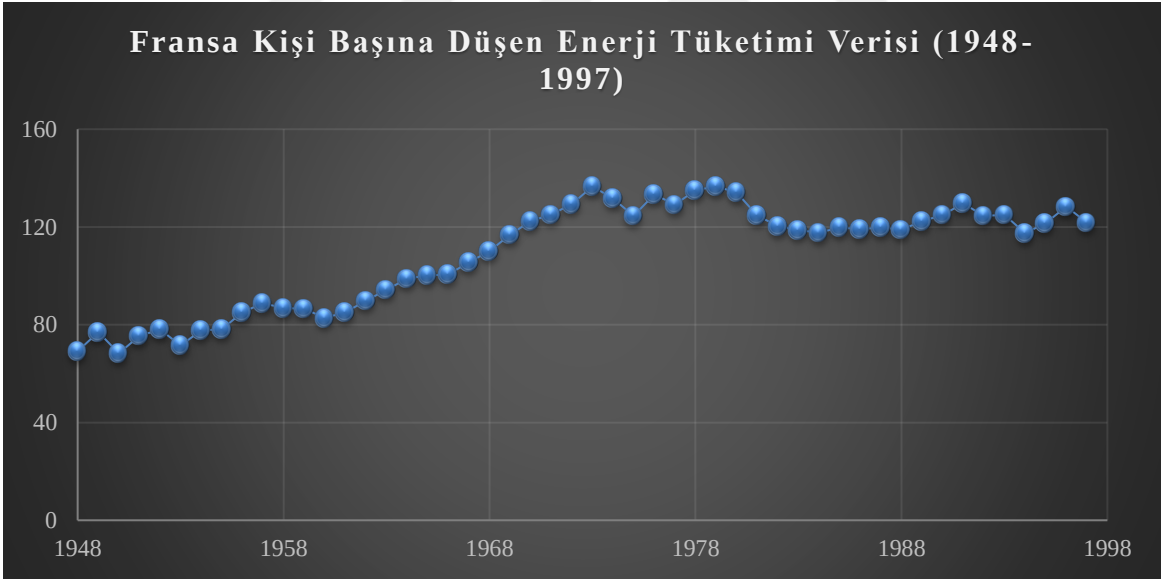
#### 4.4.2.3. Üçüncü Değişim Noktası

Fransa'nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin üçüncü değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1948 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.125.). İkinci değişim noktası tahmin edicisi olarak belirlenen 1924 yılından sonra gerçekleşen 1929 Buhranı ve II. Dünya Savaşı etkilerinin kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait verileri büyük oranda etkilediği Şekil 4.126.'den görülmektedir. Bu sebeple üçüncü değişim noktası incelemelerine, Fransa'nın kişi başına düşen enerji göstergesine ait atama işlemlerinin de yapıldığı son tarih olan 1948 yılından itibaren başlanmıştır.



Şekil 4-125. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1929-1978)

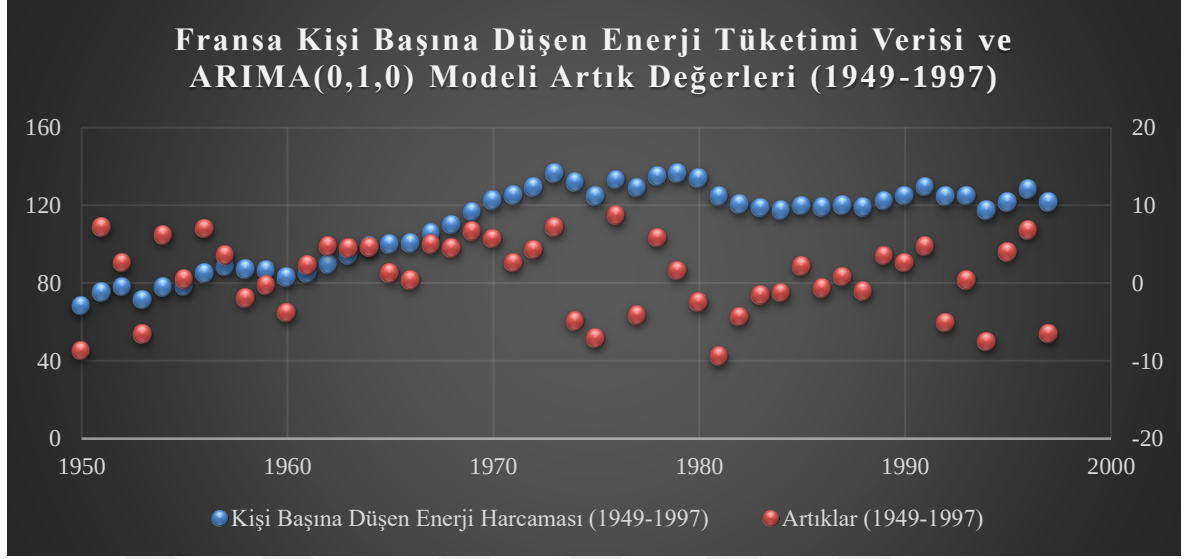
1948-1997 yılları arasında alınan 50 yıllık veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmekte olup veri setinin ortalamasının değiştiği ve veri setinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4-126. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1948-1997)

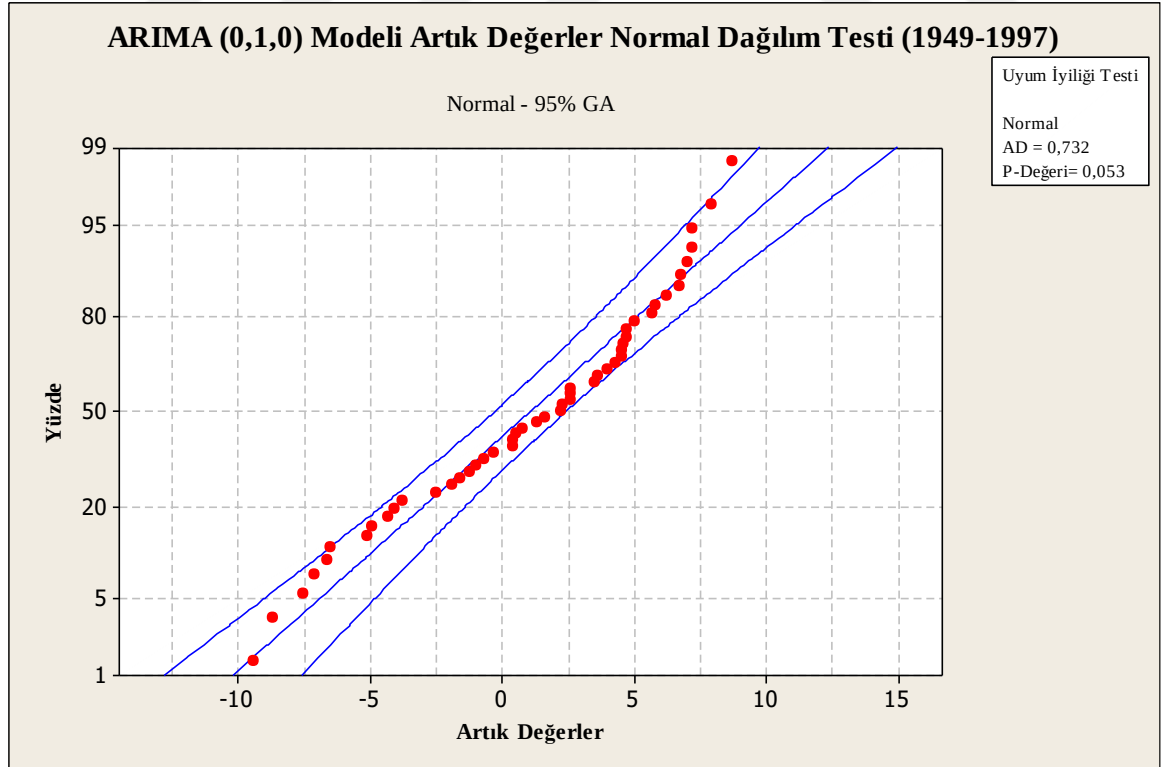
ACF ve PACF grafikleri EK-95 ve EK-96'da sunulmuştur. Grafikler veri setinin durağan olmadığını göstermektedir. Veri setine ADF testi uygulanmış ve veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi uygulanarak veri seti durağan hale getirilmiştir. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-97 ve EK-98).

ARIMA (0,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.127.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-127. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1949-1997)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında ise değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.128.).



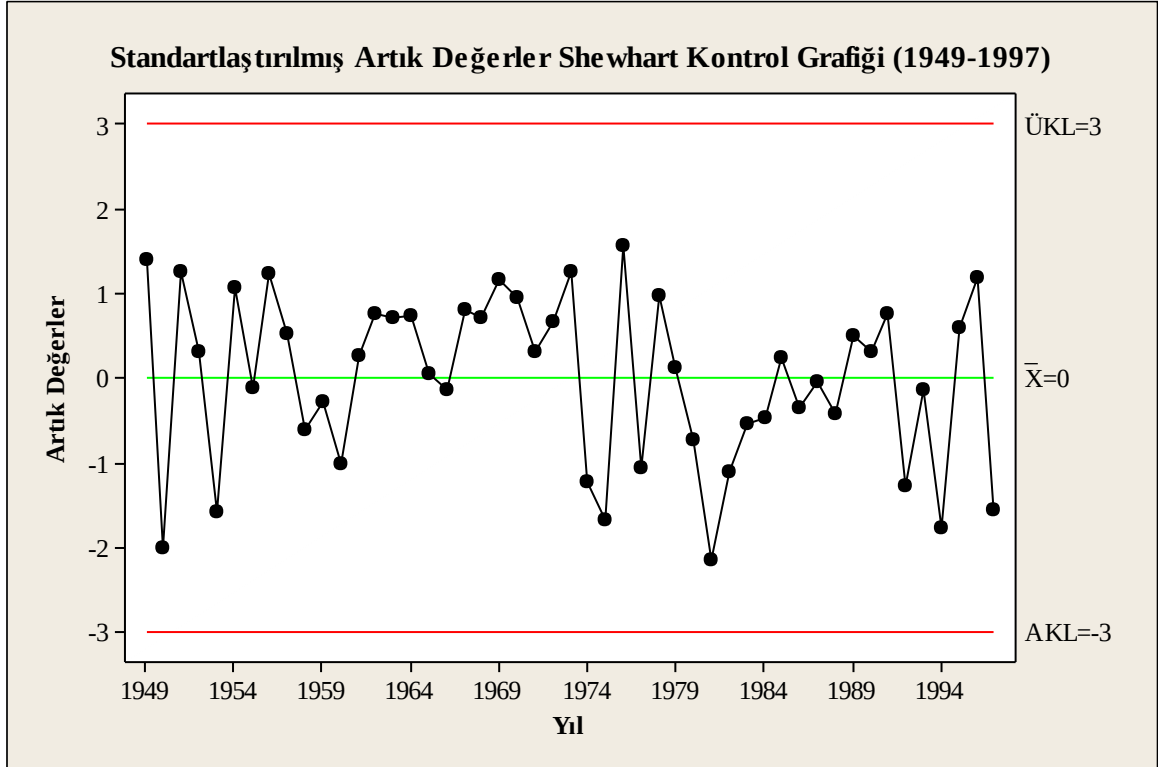
Şekil 4-128. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1949-1997)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.34.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.34. Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Dönüştürülmüş Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1949-1997)

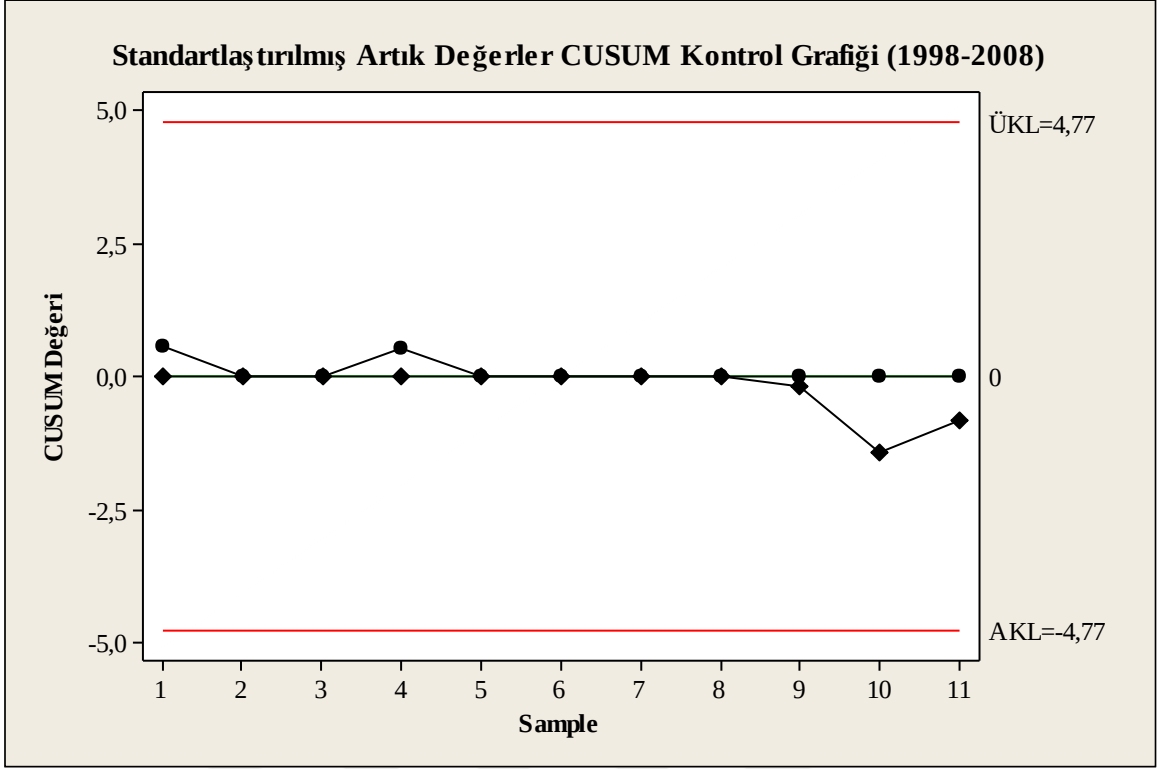
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 1,07551  | 4,84753        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.129.'da gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-129. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1949-1997)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.130.'da gösterilmiştir.



Şekil 4-130. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1998-2008)

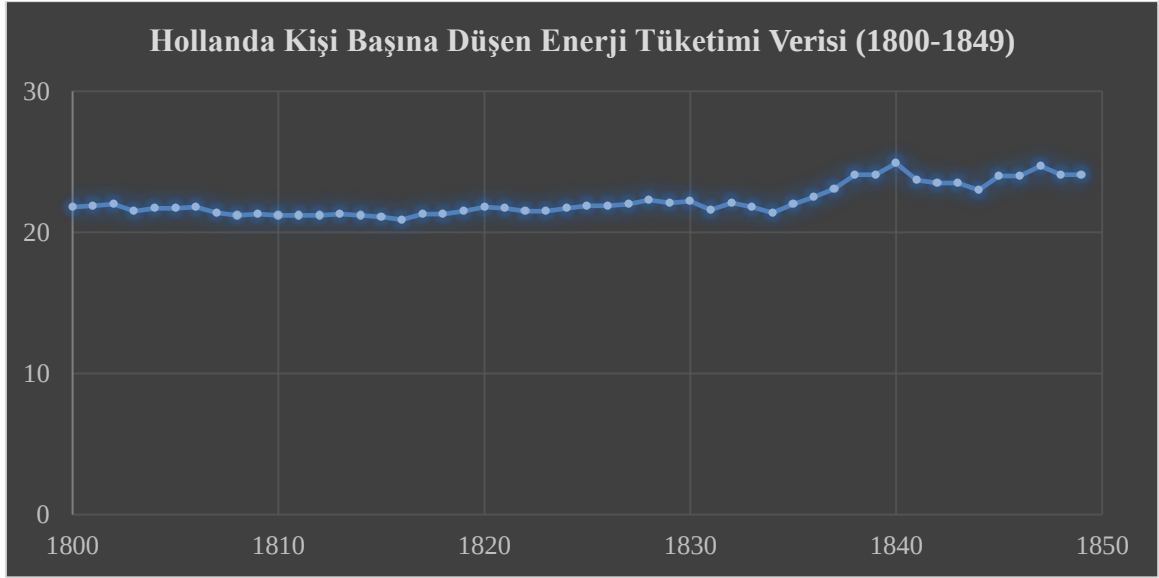
1998-2008 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiğiyle izlenmiştir. Dönüştürülmüş ve standartlaştırılmış artık değerlerin 1998-2008 yılları arasında kontrol dışına çıkmadığı Şekil 4.130.'da sunulan kontrol grafiğinde görülmektedir.

#### 4.4.3. Hollanda

##### 4.4.3.1. Birinci Değişim Noktası

Hollanda'nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1800 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.131.). Veri seti incelendiğinde durağan bir yapıda olduğu görülmektedir.





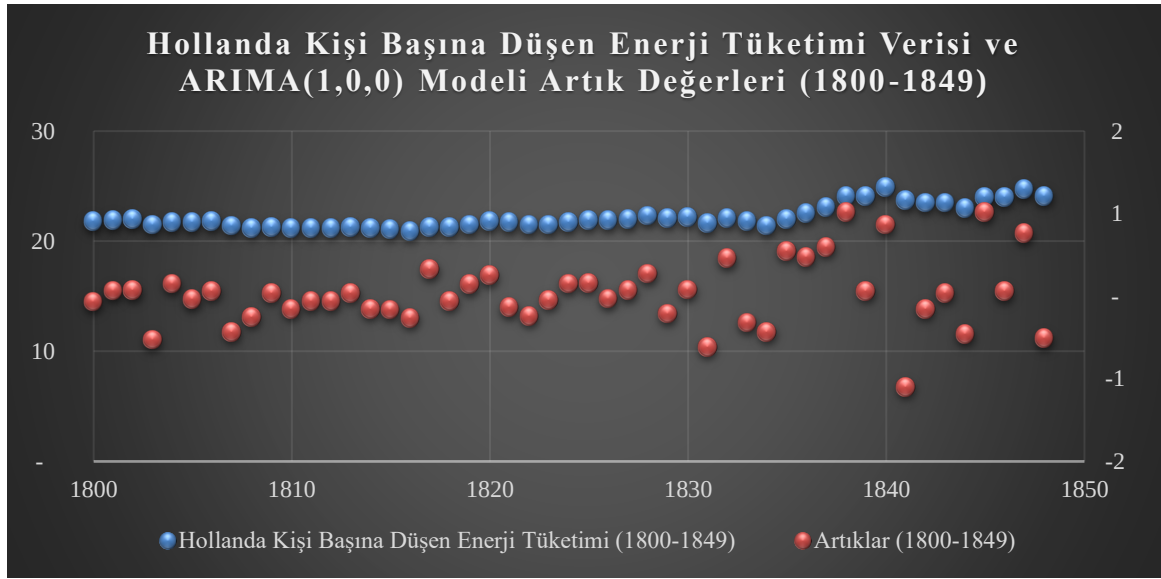
Şekil 4-131. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1800-1849)

ACF ve PACF grafikleri EK-99 ve EK-100’da sunulmuştur. Oluşturulan ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.35.’dedir.

Çizelge 4.35. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1800-1849)

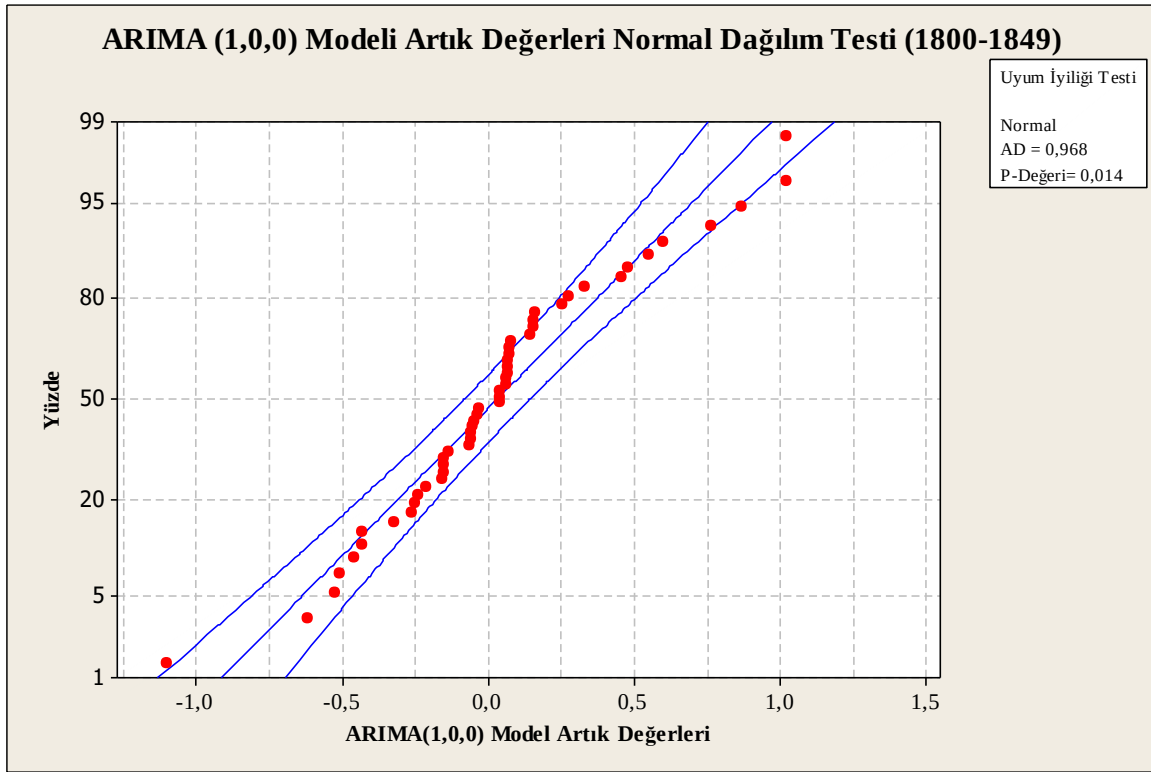
| Model               |        | Katsayı |       |      |       | t-değerleri |       |    |       | Artıklar |          |
|---------------------|--------|---------|-------|------|-------|-------------|-------|----|-------|----------|----------|
| Tür                 | MSE    | AR(1)   | AR(2) | MA   | Sabit | AR(1)       | AR(2) | MA | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| <b>ARIMA(1,0,0)</b> | 0,1681 | 0,96    | 0,00  | 0,00 | 0,97  | 17,30       | -     | -  | 15,66 | Normal   | 0,014    |
| <b>ARIMA(1,1,0)</b> | 0,1682 | -0,16   | 0,00  | 0,00 | 0,05  | -1,13       | -     | -  | 0,93  | Normal   | 0,113    |

Hollanda’nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin 1800-1849 yılları arasında yer alan kısmında MSE değerinin düşük olması, t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması ve grafiklerle uyumlu olması sebebiyle ARIMA(1,0,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,0,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.132.’de gösterilmiştir.



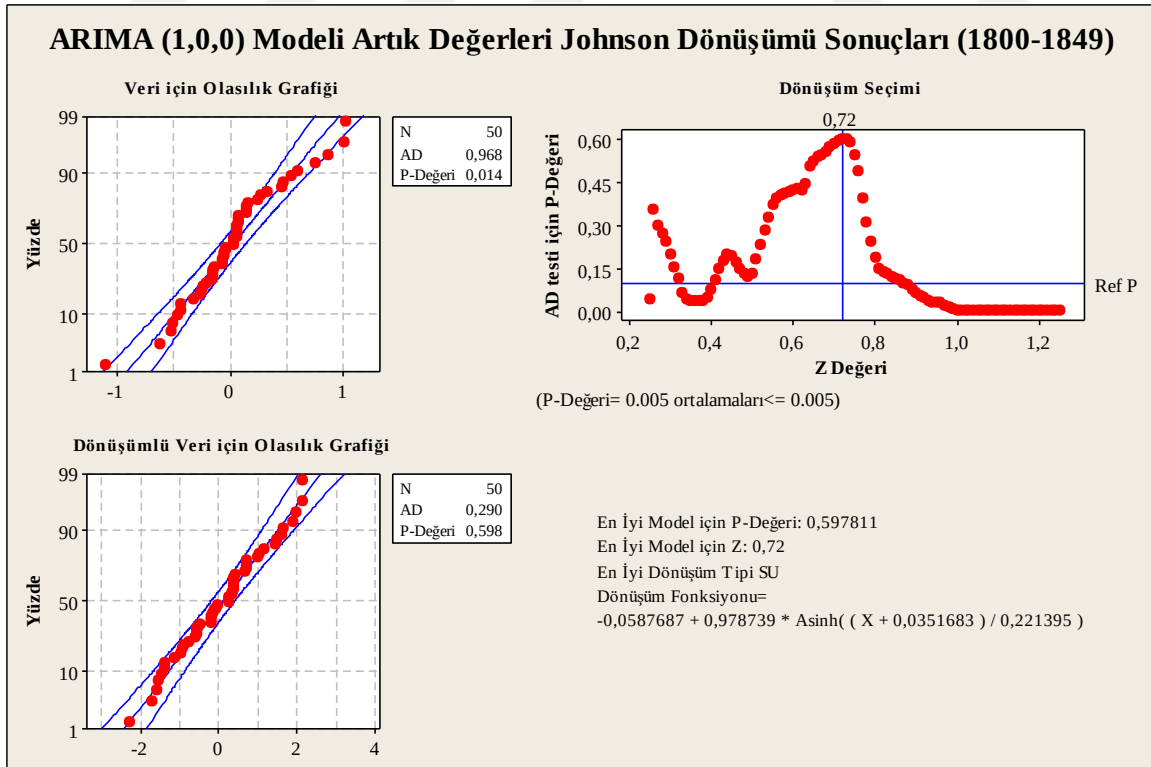
Şekil 4-132. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri (1800-1849)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-101 ve EK-102). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında ise değerlerin normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.133.).



Şekil 4-133. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1800-1849)

Bu nedenle, artık değerlere Johnson Dönüşümü yapılmış, dönüşüm sonrası artık değerlerin normal dağılıma sahip olduğu Şekil 4.134.'dan görülmüştür.



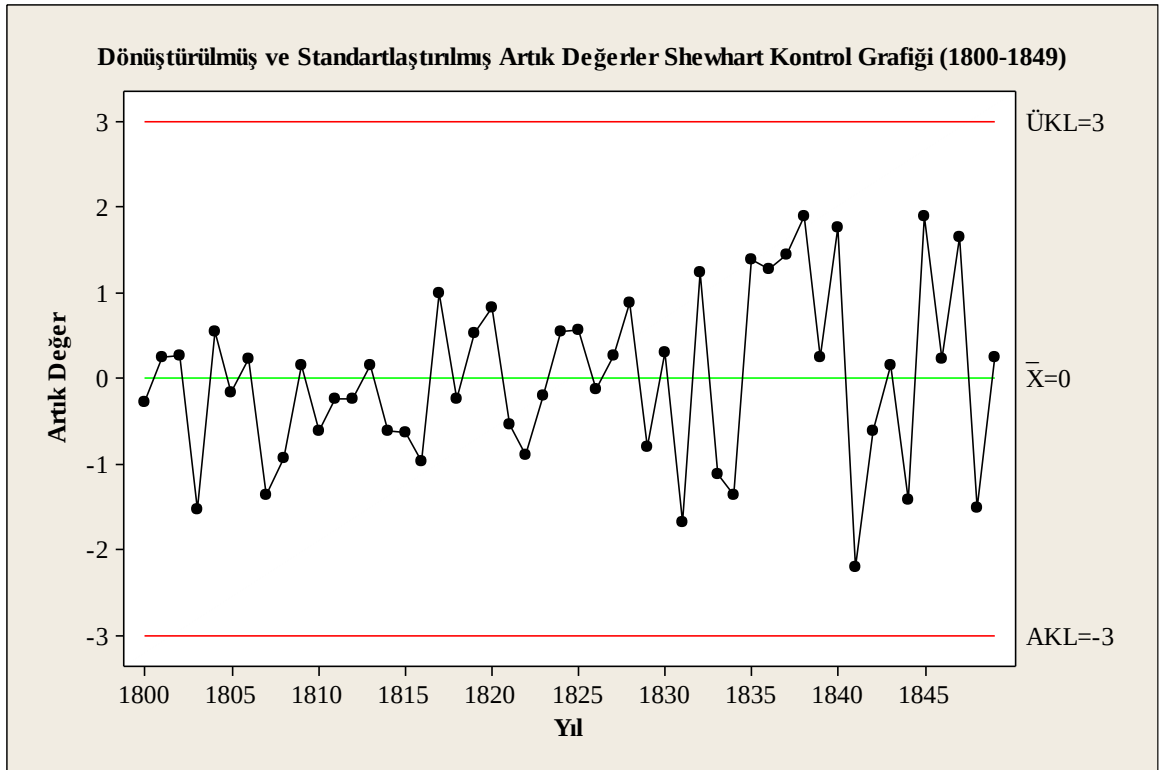
Şekil 4-134. ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1800-1849)

Veri setine ait dönüşümlü artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.36.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.36. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri  
Parametre Kestirimi (1800-1849)

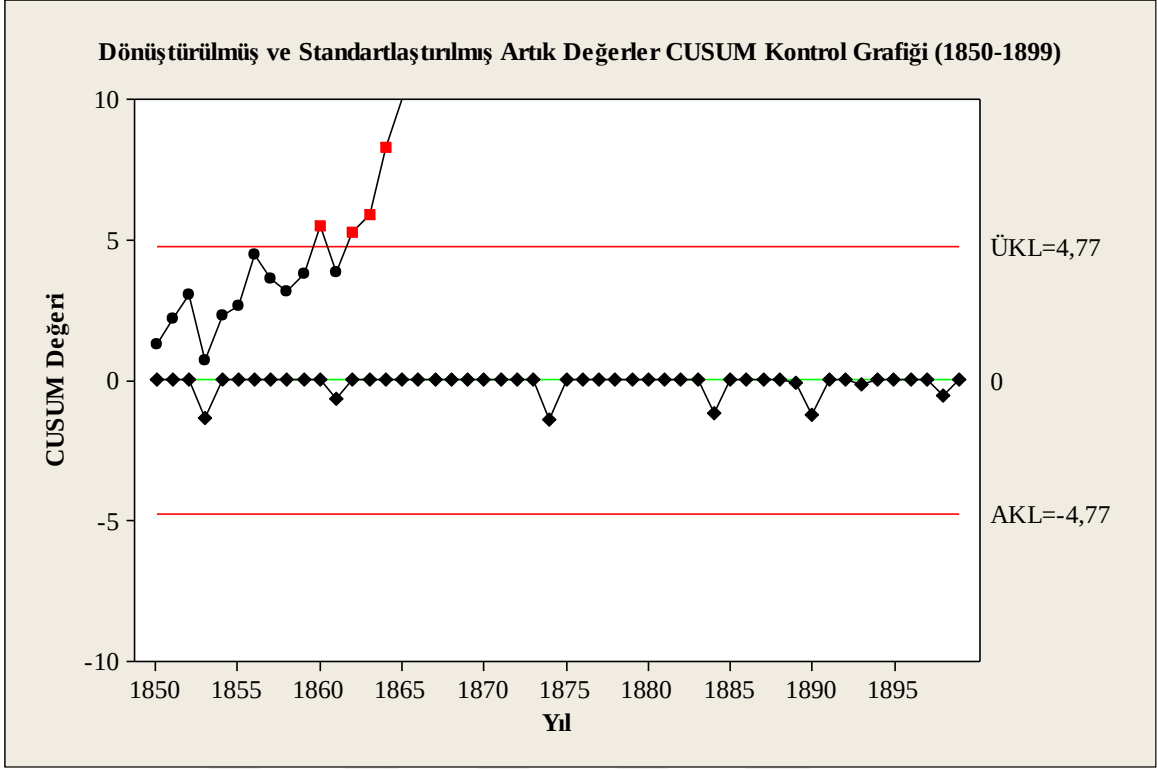
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,09738  | 1,08518        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.135.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-135. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1800-1849)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.136.'da gösterilmiştir.

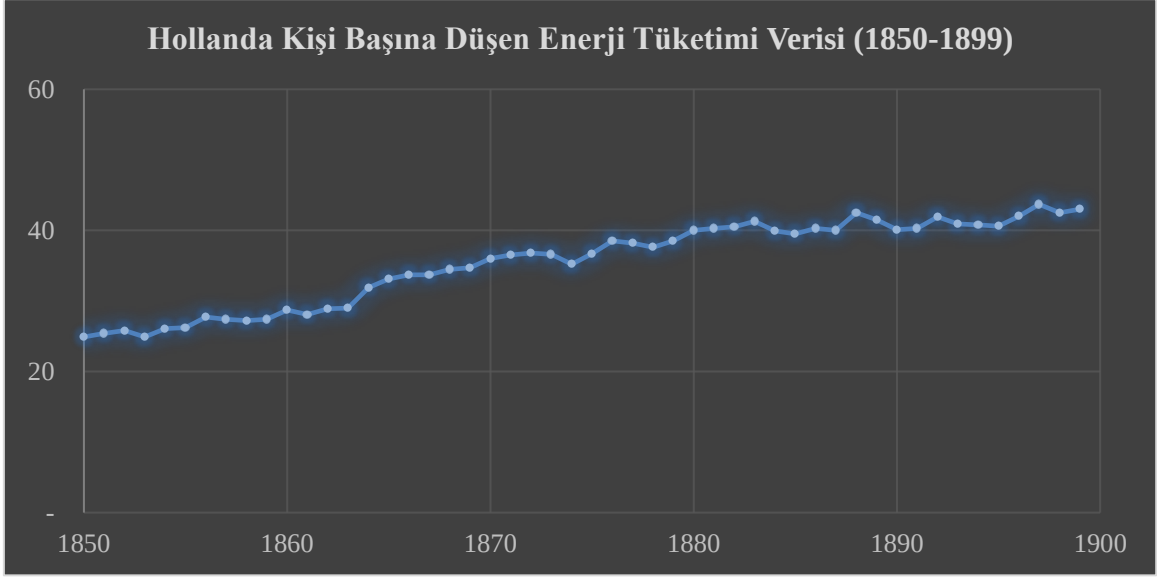


Şekil 4-136. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1850-1899)

1850-1899 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Grafığe göre kontrol dışına çıkma sinyali 1860 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişiminin ise 1850 yılında başladığı görülmüştür.

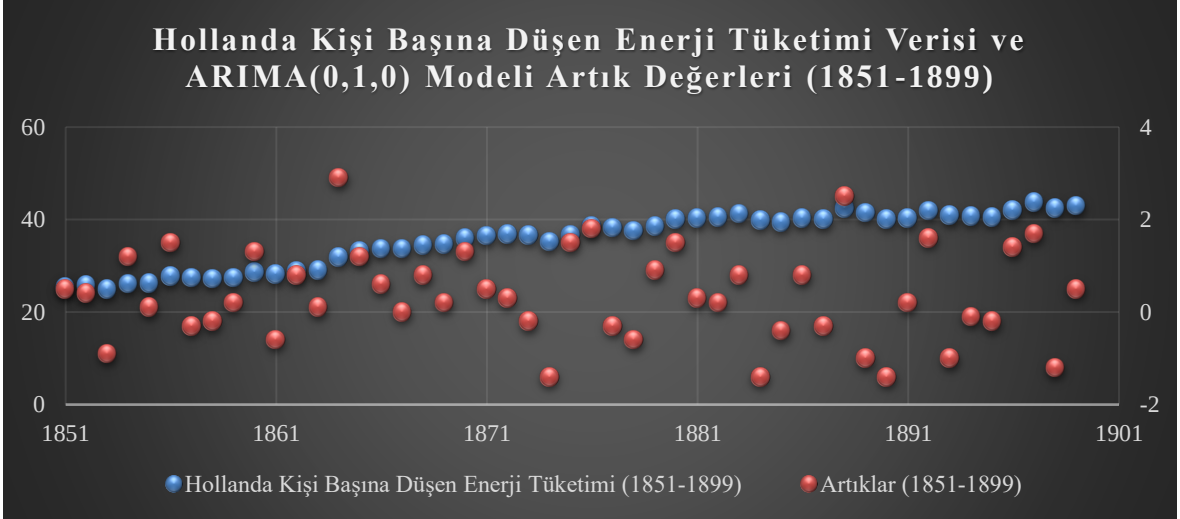
#### 4.4.3.2. İkinci Değişim Noktası

Hollanda'nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1850 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.137). 1850-1899 yılları arasında alınan 50 yıllık veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmektedir.



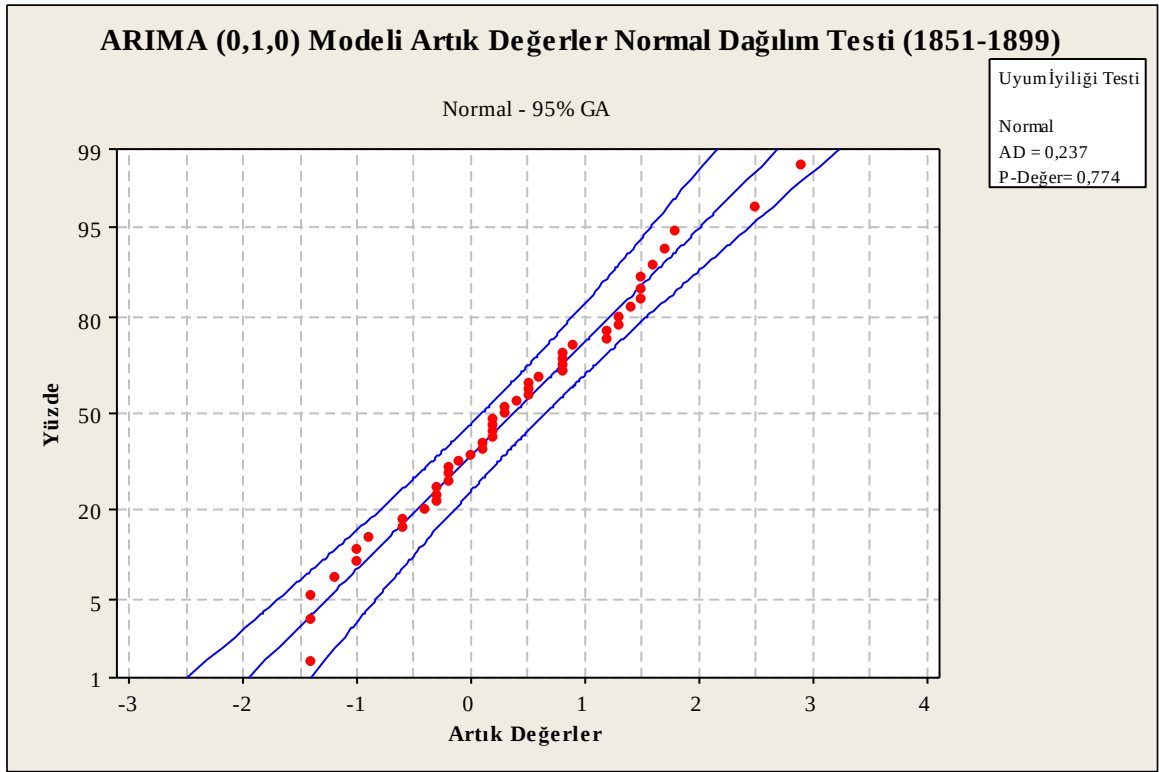
Şekil 4-137. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1850-1899)

ACF ve PACF grafikleri EK-103 ve EK-104’da sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Veri setine ADF testi uygulanmış olup veri setinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Fark alma işlemi uygulanan veri seti durağan hale getirilmiştir. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmüştür (bkz. EK-105 ve EK-106). ARIMA (0,1,0) bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.138.’de gösterilmiştir.



Şekil 4-138. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1851-1899)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.139.).



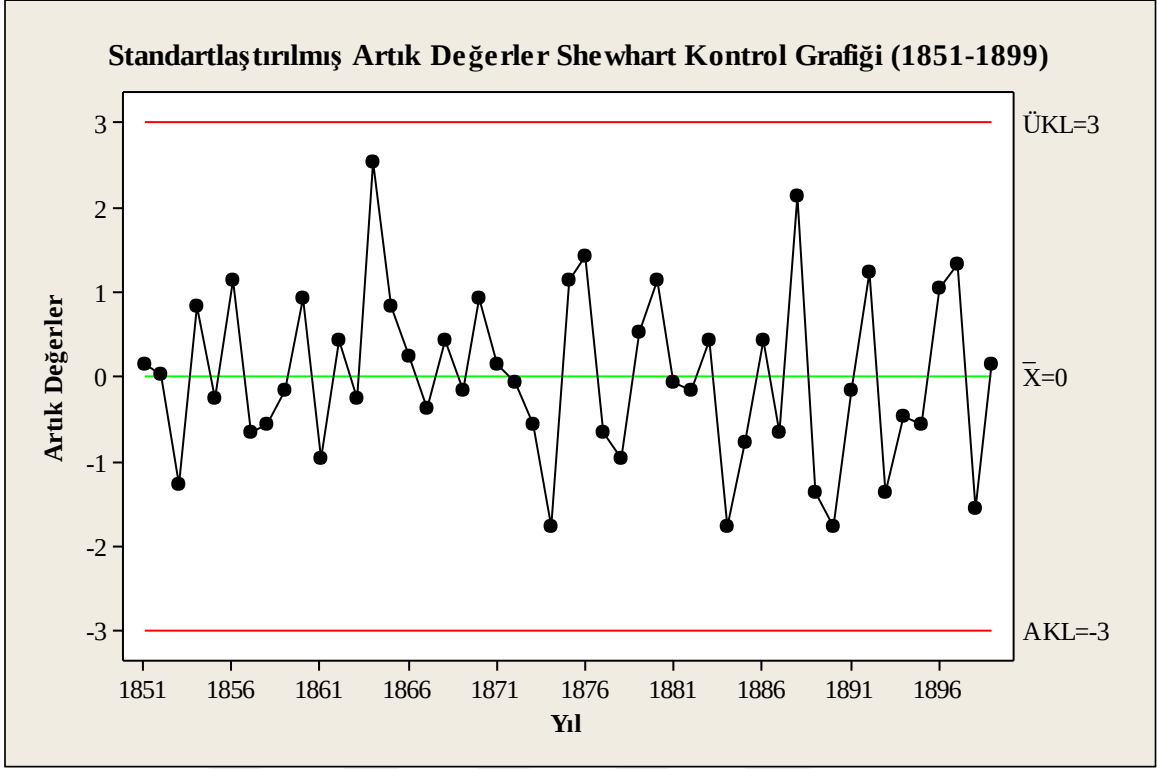
Şekil 4-139. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1851-1899)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.37.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.37. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri  
Parametre Kestirimi (1851-1899)

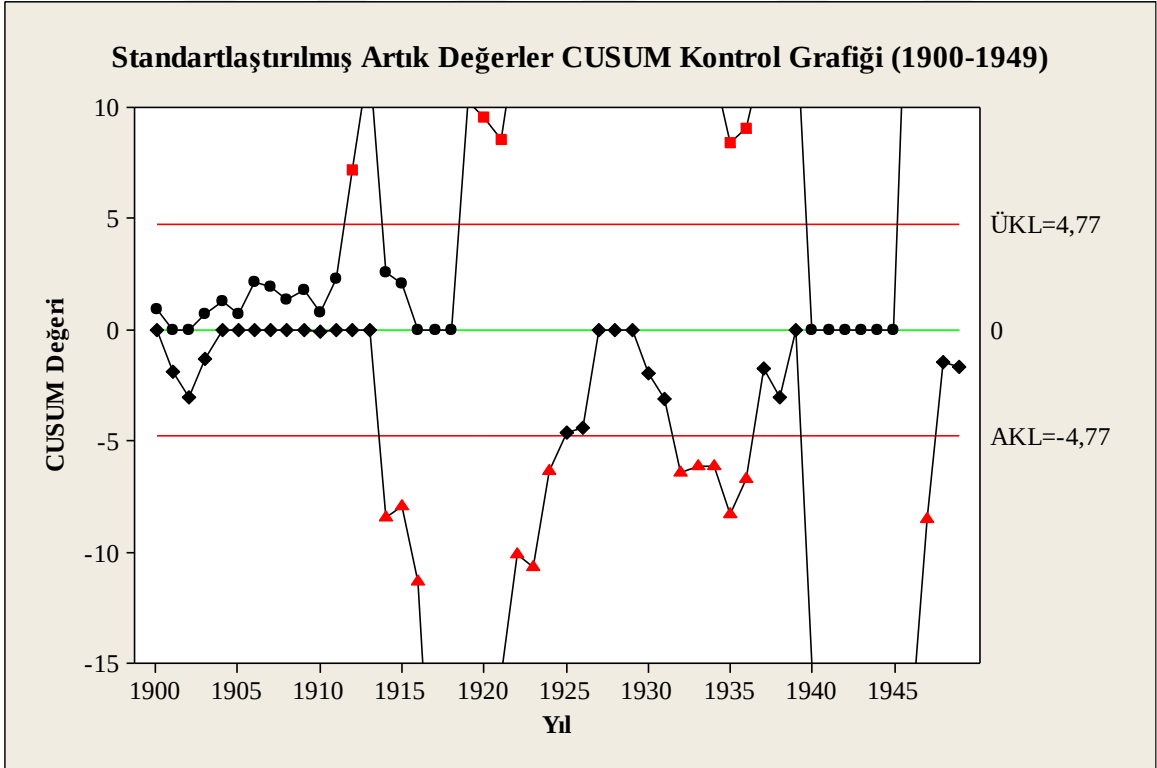
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,36939  | 1,00046        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.140.'da sunulmuş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-140. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1851-1899)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.141.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-141. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1900-1949)

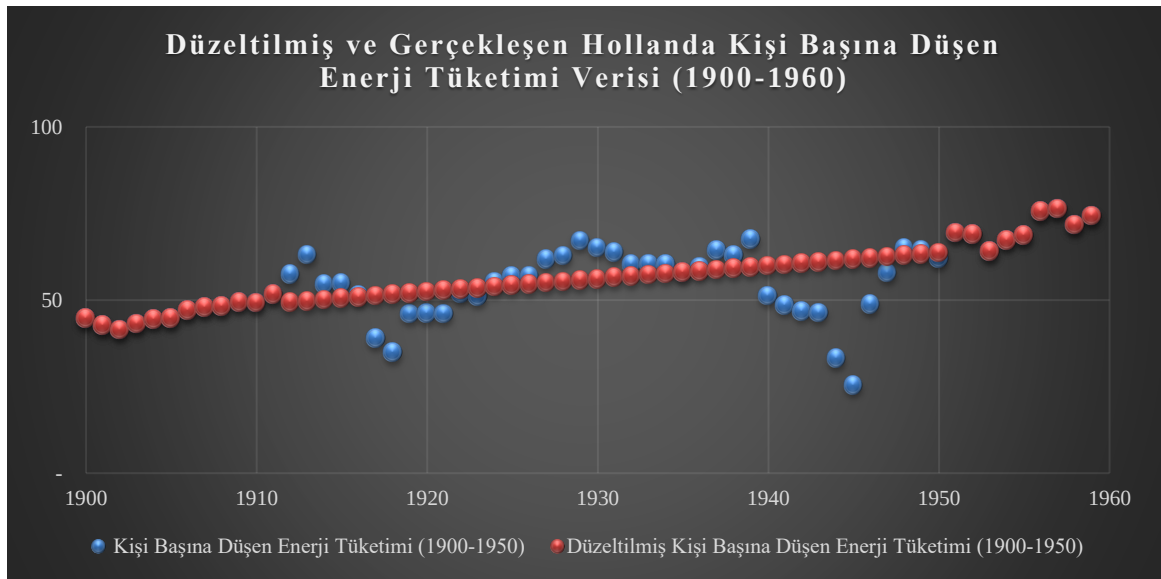


CUSUM kontrol grafiği incelendiğinde I. Dünya Savaşı, 1929 buhranı ve II. Dünya Savaşı etkisinin kişi başına düşen enerji göstergesine yansıdığı görülmektedir. Faz-2 aşamasında, önce I. Dünya Savaşı, 1929 Buhranı ve II. Dünya Savaşı etkileri arındırılarak kontrol grafiği bir daha oluşturulmuştur. Kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait verilerin dalgalanmaya başladığı 1912 yılından, verinin normal seyrine döndüğü 1950 yılına kadar olan veriler, veri setinden çıkarılmıştır. Verilerin çıkarılması sonrasında kayıp değer atama işlemi yapılmıştır. Bunun için 1911 yılı ve öncesine ait 30, 50 ve 62 yıllık veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modellerinin karşılaştırılması Çizelge 4.38.'de gösterilmiştir. Karşılaştırma sonucunda 1850-1911 arasında kalan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin en iyi  $R^2_{pred}$  değerine sahip olması sebebiyle kullanılmasına karar verilmiştir.

Çizelge 4.38. Dünya Savaşları ve 1929 Buhranı Regresyon Modeli Karşılaştırılması

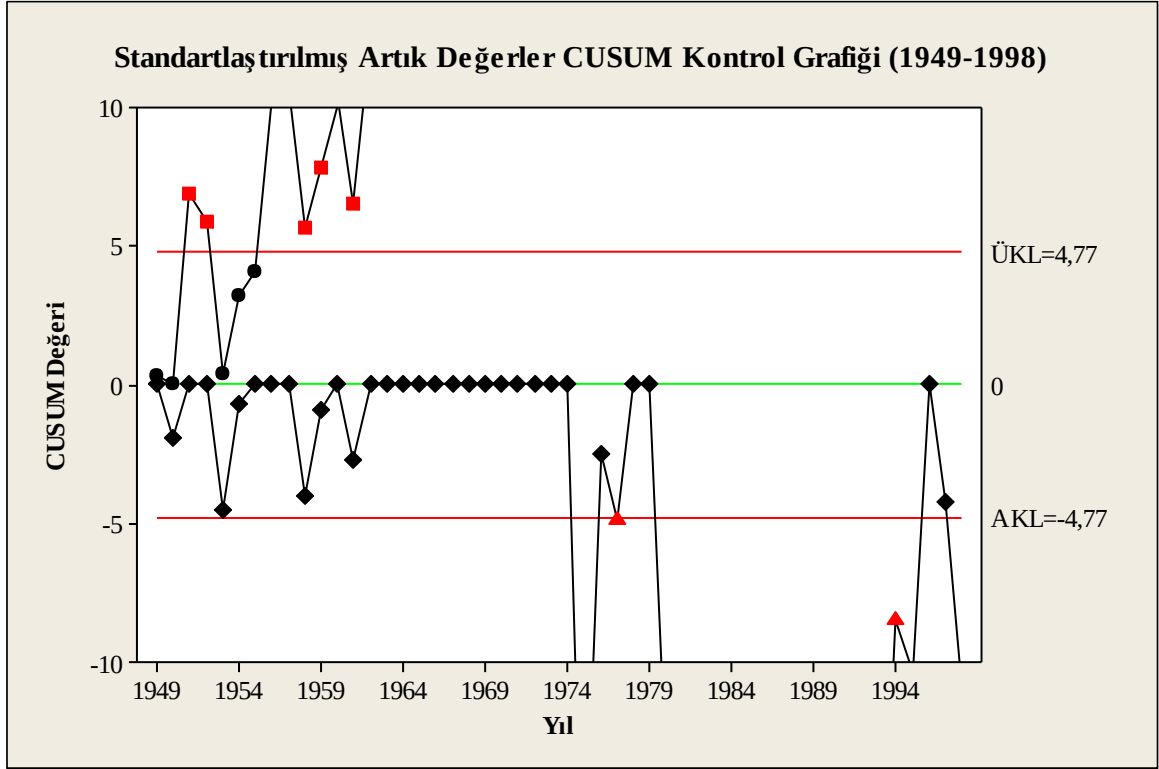
| Model Aralığı | Sabit   | Çarpan | $R^2$  | $R^2_{adj}$ | $R^2_{pred}$ |
|---------------|---------|--------|--------|-------------|--------------|
| 1850-1911     | -668,76 | 0,376  | 93,76% | 93,65%      | 93,35%       |
| 1862-1911     | -569,97 | 0,323  | 89,88% | 89,67%      | 88,81%       |
| 1882-1911     | -569,84 | 0,323  | 75,15% | 74,26%      | 70,61%       |

1850-1911 arasında yer alan yıllara ait veriler kullanılarak oluşturulan regresyon modelinin oluşturduğu tahmini verilere rasgele hata eklenmesi işlemi yapılmamıştır. Atama işlemi sonrasında 1900-1960 yılları arasında gerçekleşen ve düzeltilmiş veri seti karşılaştırılması Şekil 4.142.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-142. Düzeltilmiş ve Gerçekleşen Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1900-1960)

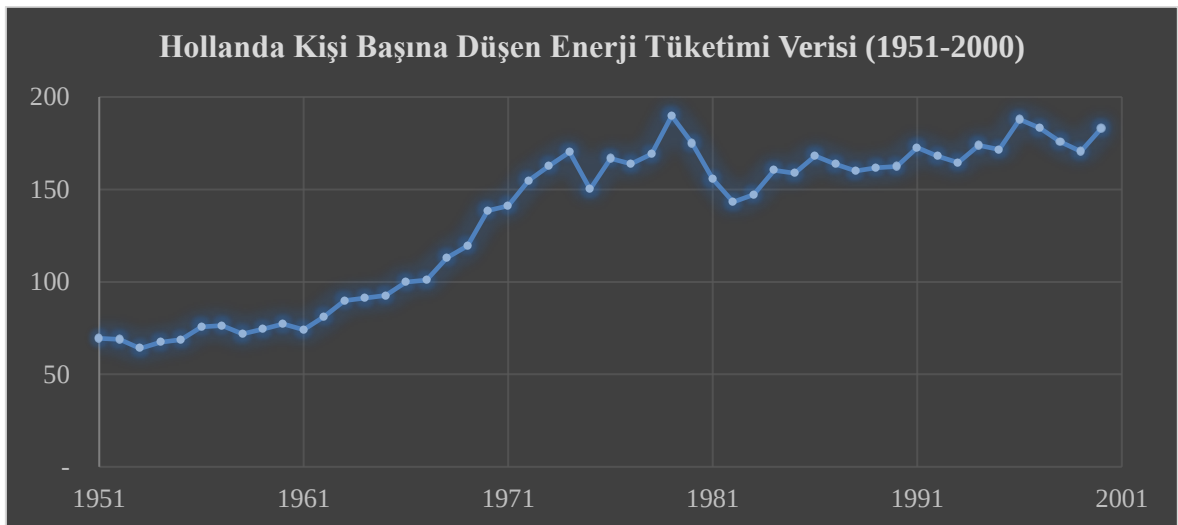
Şekil 4.143.'de sunulan CUSUM grafiğine göre kontrol dışına çıkma ile yönelimin başladığı sene 1951 yılıdır.



Şekil 4-143. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1949-1998)

#### 4.4.3.3. Üçüncü Değişim Noktası

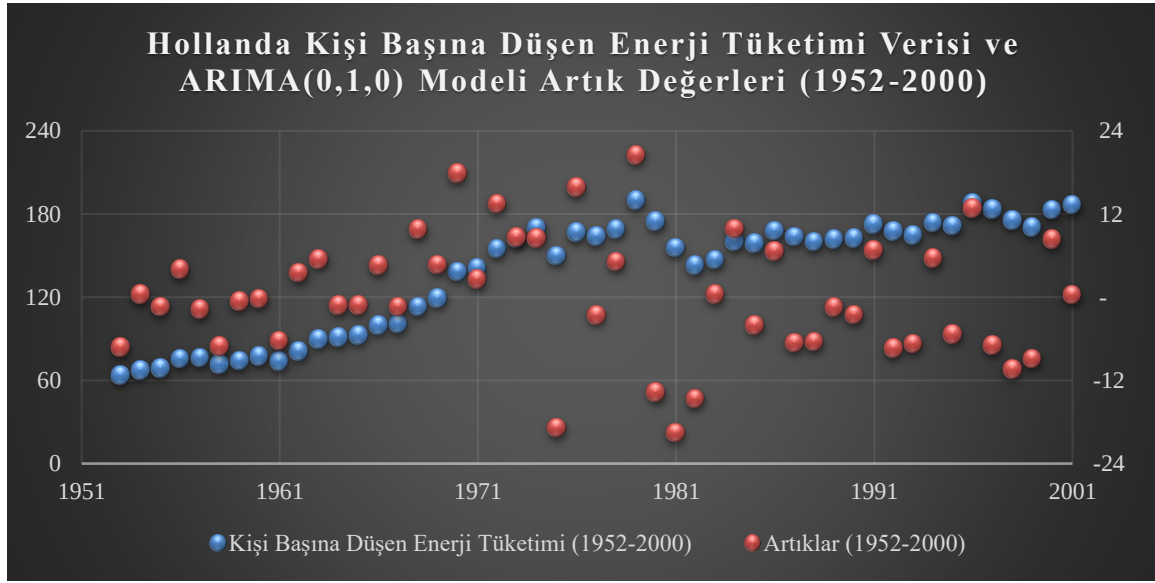
Hollanda'nın kişi başına düşen enerji tüketimi verisinin üçüncü değişim noktasının tahmininin yapılması için 1951 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.144.). Bu veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmekte olup veri setinin ortalamasının değiştiği ve veri setinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4-144. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1951-2000)

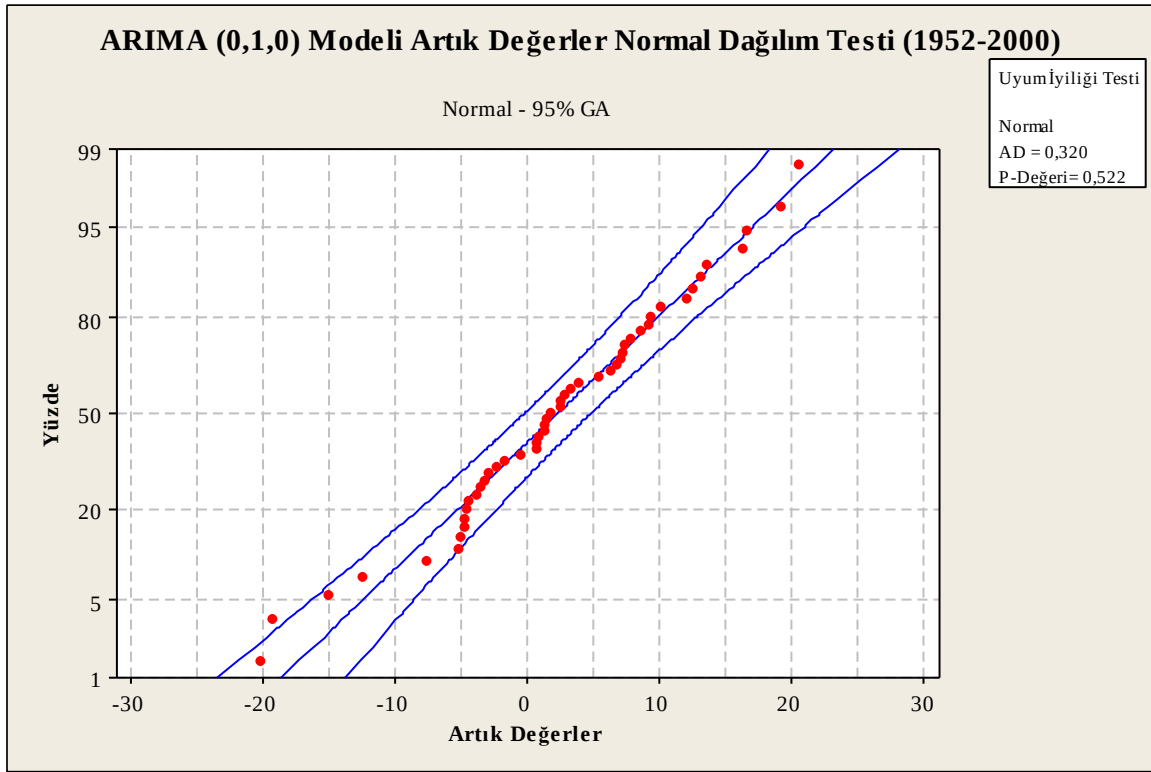
ACF ve PACF grafikleri EK-107 ve EK-108’de sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı şüphesi olduğundan veri setine ADF testi uygulanmıştır. ADF test sonucuna göre veri setinin durağan olmadığı görülmüş olup veri setine fark alma işlemi yapılmıştır. Durağan hale getirilen veri setine ait artık değerlerin ACF ve PACF grafikleri çıkarılmıştır. Grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model içermediği görülmektedir (bkz. EK-109 ve EK-110).

ARIMA (0,1,0) bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.145.’de gösterilmiştir.



Şekil 4-145. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1952-2000)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.146.).



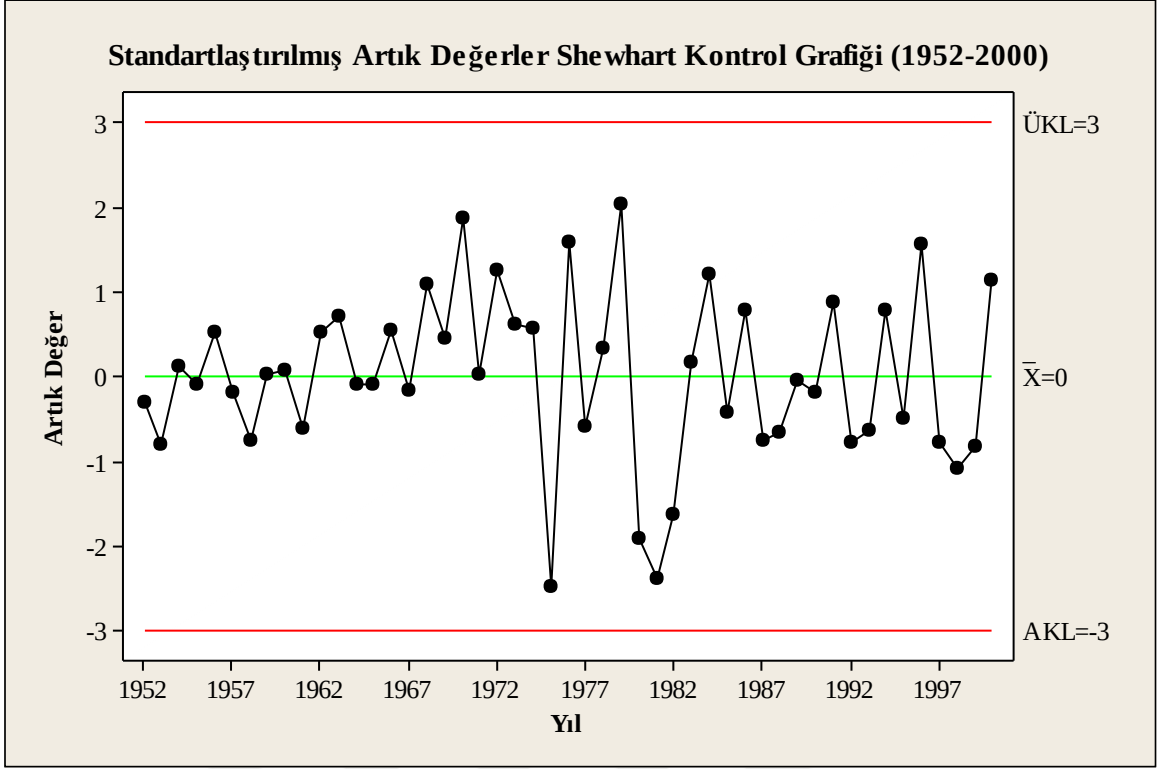
Şekil 4-146. ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1952-2000)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.39.'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.39. Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri  
Parametre Kestirimi (1952-2000)

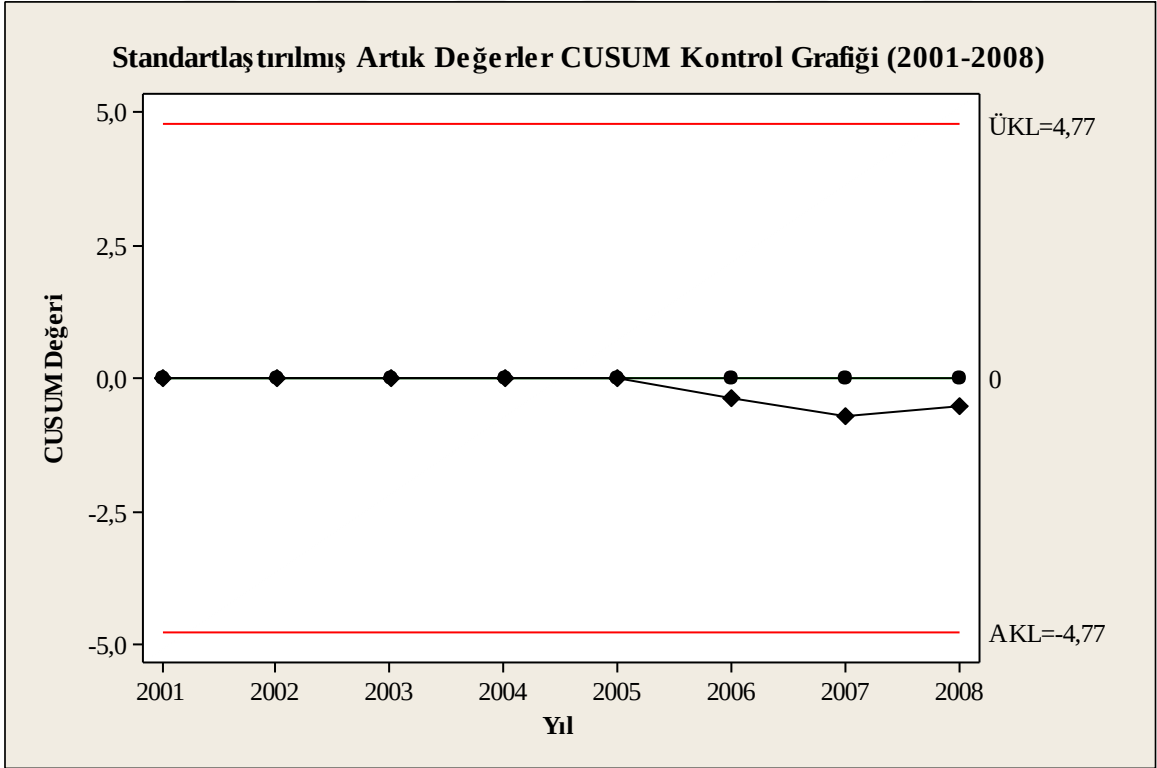
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 2,31837  | 8,99258        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.147.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-147. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1952-2000)

Faz-2 aşaması CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.148.'de gösterilmiştir.



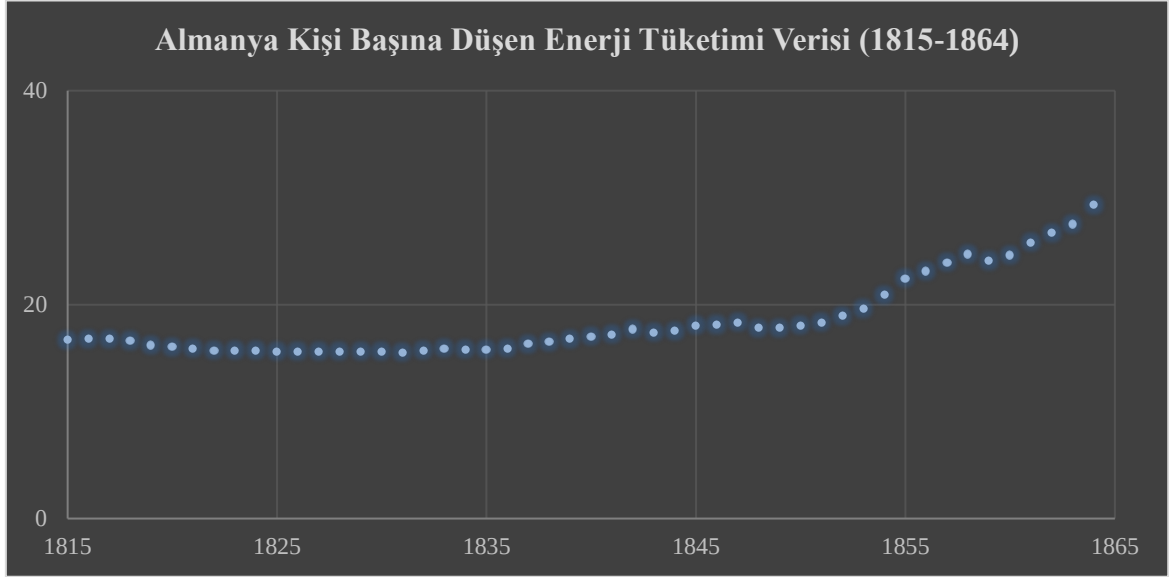
Şekil 4-148. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2001-2008)

2001-2008 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiği ile izlenmiştir. Standartlaştırılmış artık değerlerin 2001-2008 yılları arasında kontrol dışına çıkmadığı görülmektedir.

#### 4.4.4. Almanya

##### 4.4.4.1. Birinci Değişim Noktası

Almanya'nın kişi başına düşen enerji tüketimi verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1815 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.149.). Bu veri seti incelendiğinde, pozitif eğime sahip olduğu görülmekte olup, veri setinin ortalamasının değiştiği ve veri setinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır.



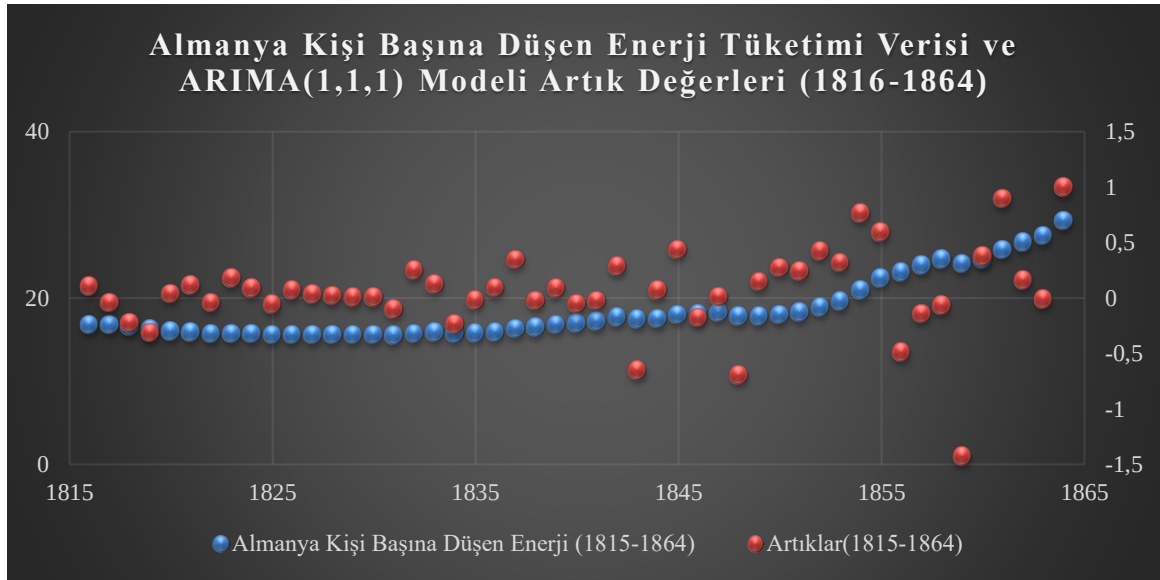
Şekil 4-149. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1815-1864)

ACF ve PACF grafikleri EK-111 ve EK-112'de sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı düşünülmüş olup veri setine ADF testi yapılmıştır. ADF testi sonucunda veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi yapılarak veri seti durağan hale getirilmiştir. Fark alma işlemi sonucu oluşan artık değerlere ilişkin ACF ve PACF grafikleri çıkarılmış olup veri setinin halen model bilgisi içerdiği görülmüştür (bkz. EK-113 ve EK-114). Grafiklere göre oluşturulan ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.40.'dadır.

Çizelge 4.40. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması  
(1815-1864)

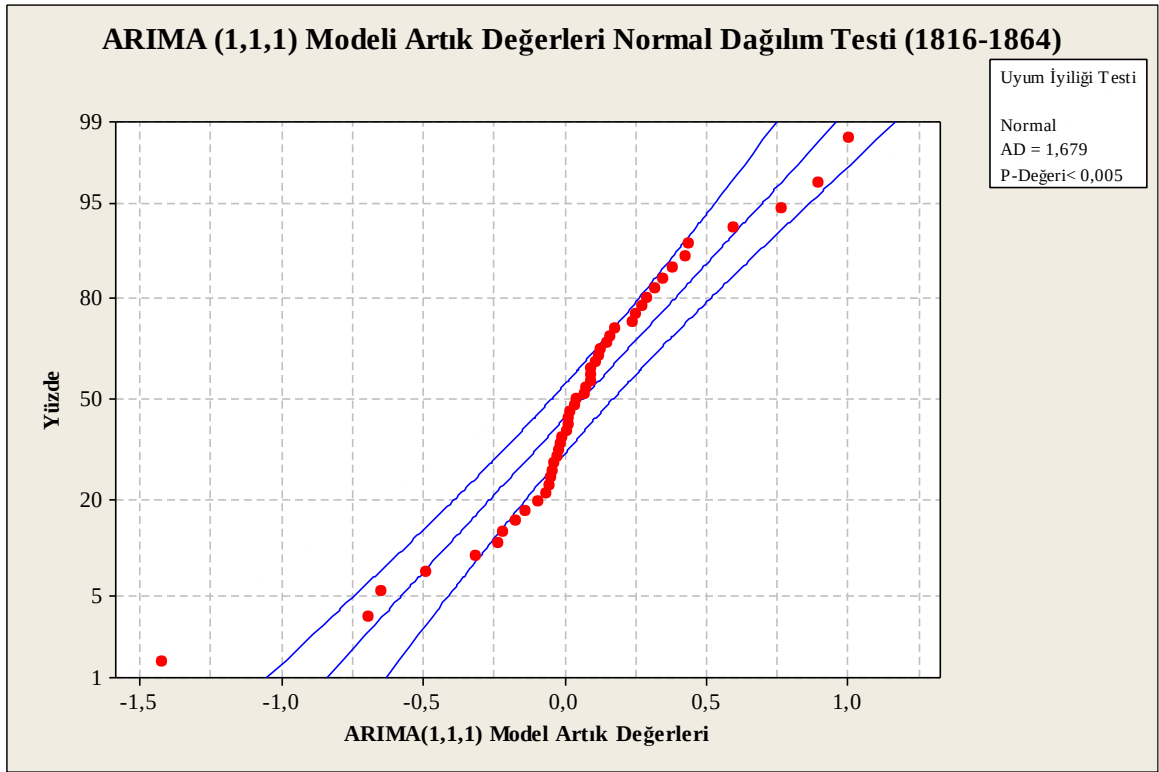
| Model         | Katsayı |        |       |        |       | t-değerleri |       |      |       | Artıklar |          |
|---------------|---------|--------|-------|--------|-------|-------------|-------|------|-------|----------|----------|
| Tür           | MSE     | AR(1)  | AR(2) | MA     | Sabit | AR(1)       | AR(2) | MA   | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA (1,1,1) | 0,15664 | 0,9927 | 0     | 0,5037 | 0     | 12          | 0     | 3,05 | -     | Normal   | 0        |
| ARIMA(1,1,0)  | 0,16478 | 0,7793 | 0     | 0      | 0     | 6,62        | -     | -    | -     | Normal   | 0        |

Grafiklere göre, MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması sebebiyle ARIMA(1,1,1) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,1,1) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.150.'de gösterilmiştir.



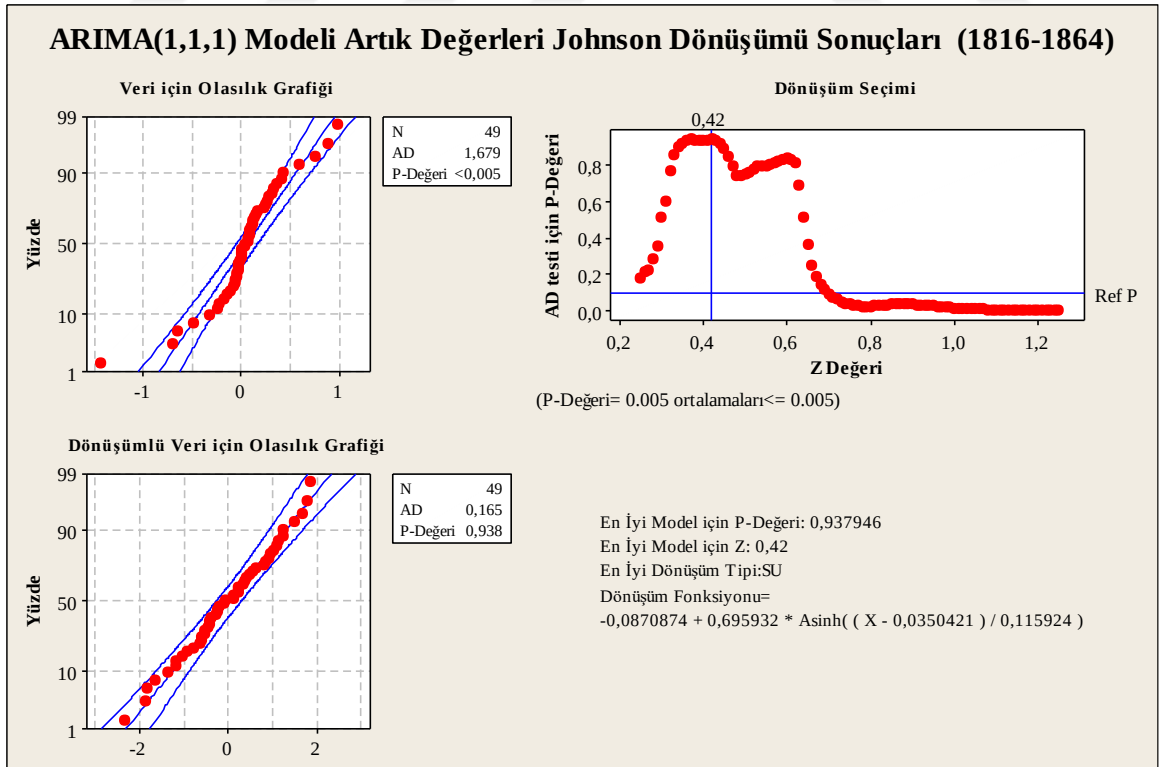
Şekil 4-150. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri (1816-1864)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-115 ve EK-116). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin ise normal dağılmadığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.151.).



Şekil 4-151. ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1816-1864)

Bu nedenle, artık değerlere Johnson Dönüşümü uygulanmış, dönüşüm sonrası artık değerlerin normal dağıldığı Şekil 4.152.'den görülmüştür.



Şekil 4-152. ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerleri Johnson Dönüşümü Sonuçları (1816-1864)

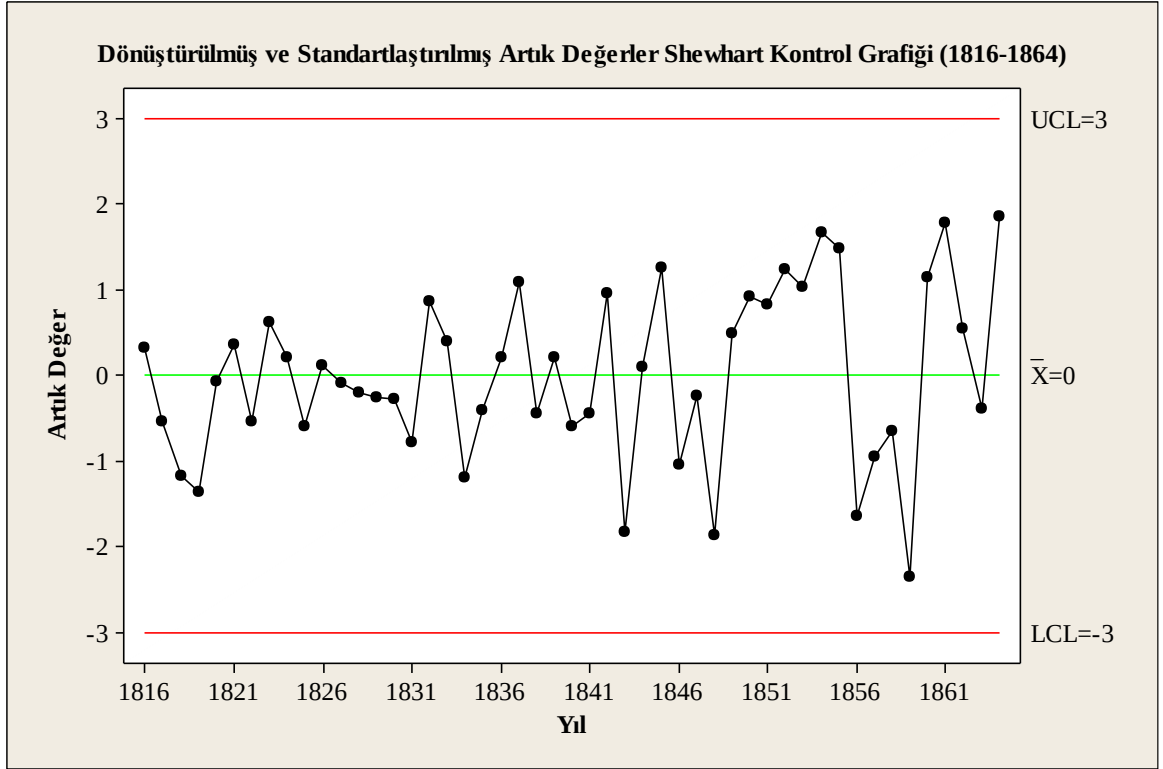


Veri setine ait dönüşümlü artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.41.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.41. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri  
Parametre Kestirimi (1816-1864)

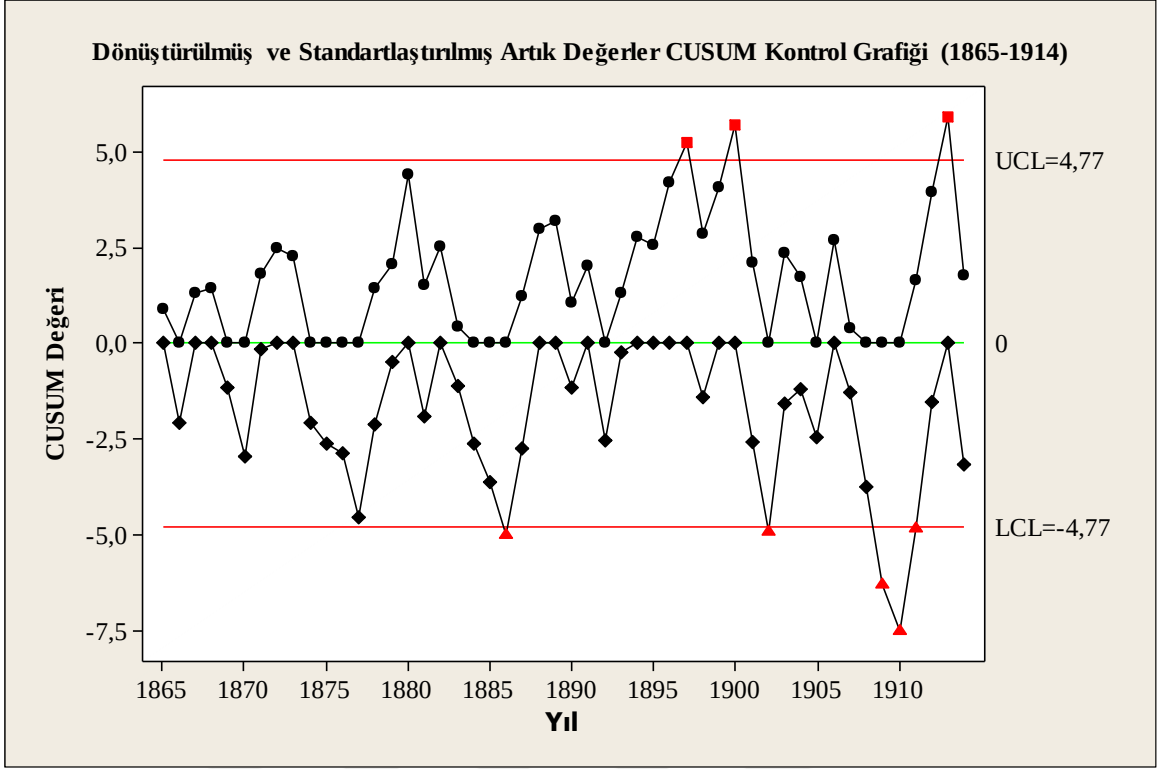
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,01039  | 0,99947        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.153.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-153. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1816-1864)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.154.'de gösterilmiştir.

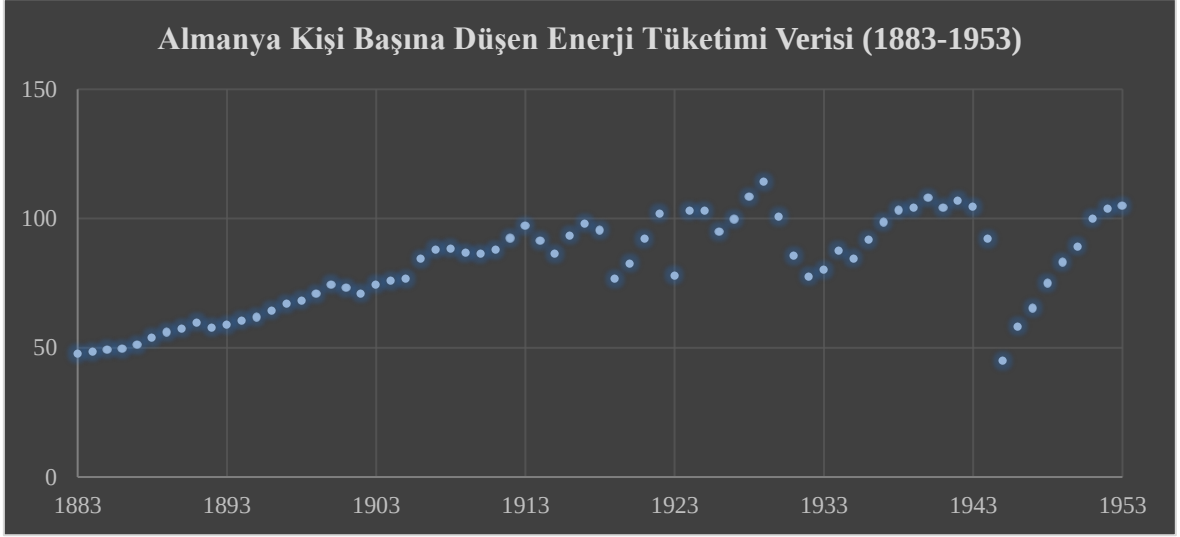


Şekil 4-154. Dönüştürülmüş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1865-1914)

1865-1914 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Grafığe göre kontrol dışına çıkma 1886 yılında gerçekleşmiş, sürecin değişiminin 1883 yılında başladığı görülmüştür.

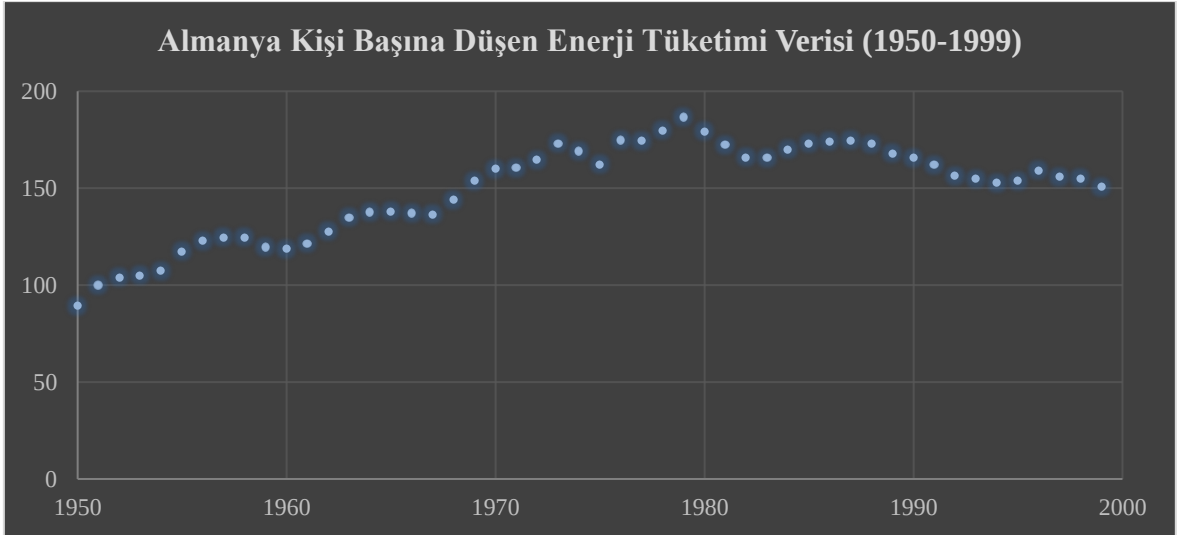
#### 4.4.4.2. İkinci Değişim Noktası

Almanya'nın kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası olarak tahmin edilen 1883 yılından itibaren 50 yıllık bir süreçte alınan verinin I. Dünya Savaşı ve 1929 Buhranı'ndan etkilendiği görülmektedir. Almanya'nın dünya savaşlarından en çok etkilenen ülke olması sebebiyle Faz-1 aşaması tasarımı sırasında I. Dünya Savaşı ve sonrası dönemin hesaplama dahil edilmesi yanlı sonuçlara sebebiyet verecektir. Özellikle 1949 yılında iki devletli yapıya geçene kadar Alman performans göstergeleri oldukça dalgalı bir seyir göstermiştir. Şekil 4.155.'de verilen 1883-1953 yılları arasında kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri seti incelendiğinde bu dalgalanma görülmektedir.



Şekil 4-155. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1883-1953)

Kontrol grafiklerinin tasarlanması sürecinde alınacak veri setinin 1950 yılından itibaren başlaması yansız sonuçların elde edilmesi için gereklidir. Bu sebeple, Almanya'nın kişi başına düşen enerji tüketimi verisi göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1950 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.156.). 1950-1999 yılları arasını kapsayan veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmekte olup veri setinin ortalamasının değiştiği ve veri setinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4-156. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi (1950-1999)

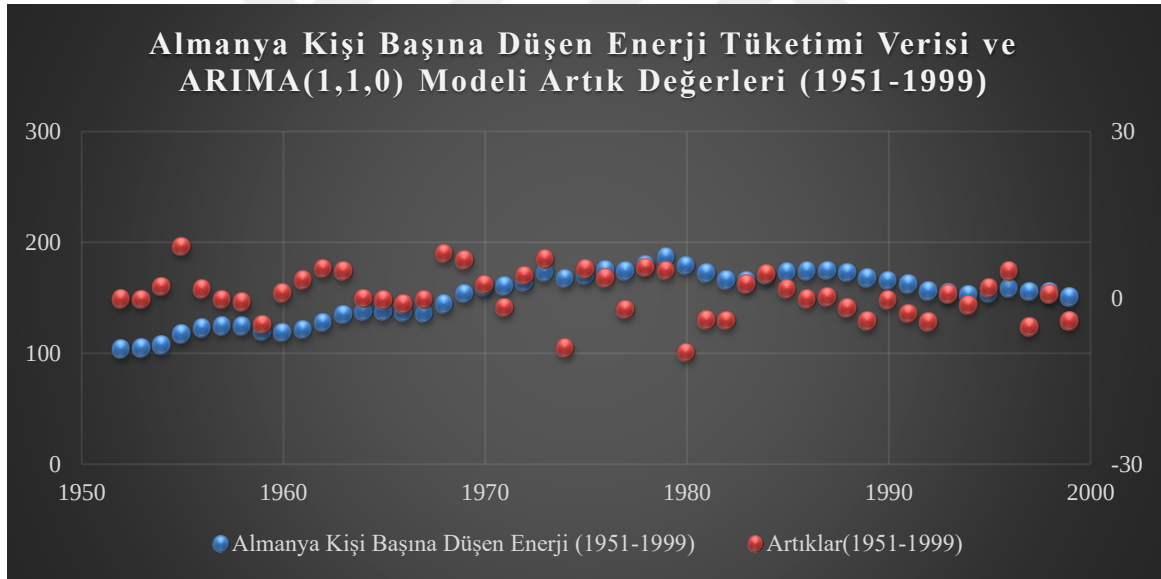
İkinci değişim noktası incelemesi için 1950 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 18 yıl olacak şekilde toplam 68 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 50 yıllık veri seti için ACF ve PACF grafikleri EK-117 ve EK-118'de sunulmuştur. Grafiklere göre veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Veri setine ADF testi uygulanmış olup veri

setinin durağan olmadığı görülmüştür. Fark alma işlemi yapılarak veri seti durağan hale getirilmiş ve ACF ve PACF grafikler bir daha alınmıştır (bkz. EK-119 ve EK-120). Veri setinin halen model bilgisi içerdiği anlaşılmış ve grafiklere göre oluşturulan ARIMA modellerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi Çizelge 4.42.'dadır.

Çizelge 4.42. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Model Karşılaştırılması (1950-1999)

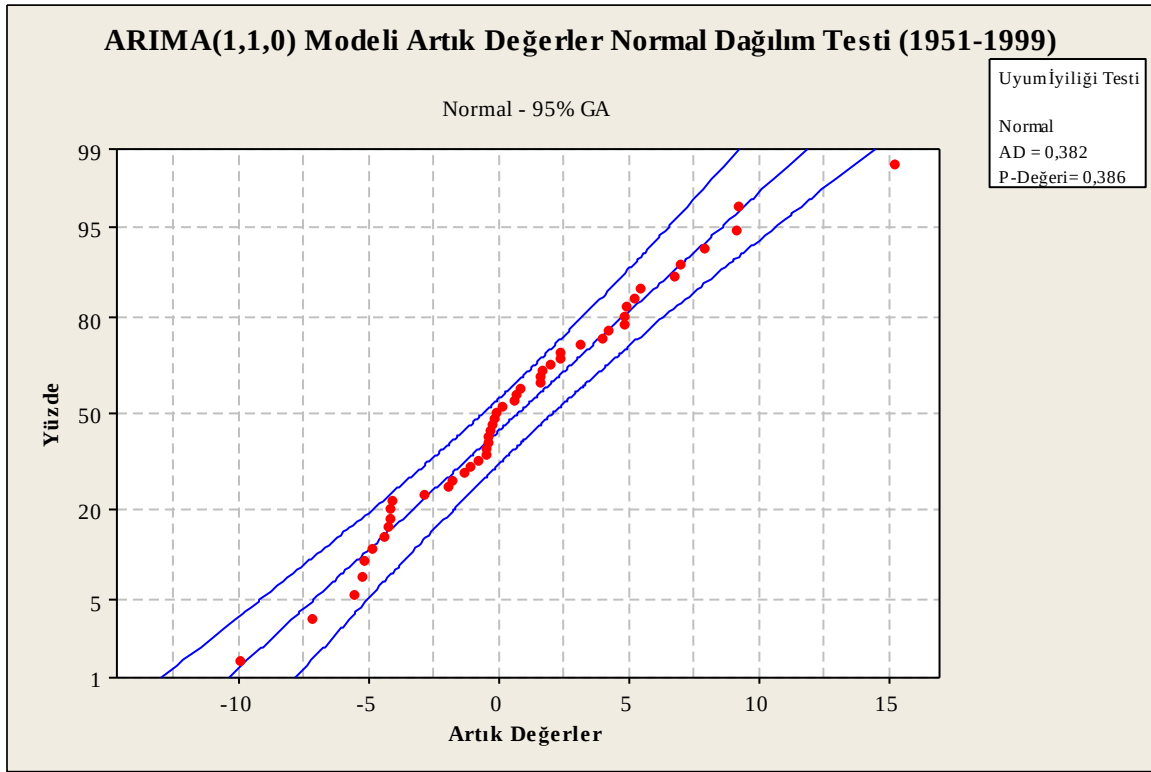
| Model        | Katsayı |        |       |         |       | t-değerleri |       |      |       | Artıklar |          |
|--------------|---------|--------|-------|---------|-------|-------------|-------|------|-------|----------|----------|
| Tür          | MSE     | AR(1)  | AR(2) | MA      | Sabit | AR(1)       | AR(2) | MA   | Sabit | Dağılım  | p-değeri |
| ARIMA(1,1,0) | 23,41   | 0,3765 | 0     | 0       | 0     | 2,81        | -     | -    | -     | Normal   | 0,386    |
| ARIMA(1,1,1) | 21,93   | -0,358 | 0     | -0,8335 | 0     | -1,76       | -     | -6,7 | -     | Normal   | 0,447    |

MSE değerinin düşük olması ve t değerlerinin gerekli koşulları sağlaması ve grafiklere uygun olması sebebiyle ARIMA(1,1,0) modelinin uygun bir model olduğu görülmektedir. ARIMA (1,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.157.'da gösterilmiştir.



Şekil 4-157. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ve ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri (1951-1999)

Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (EK-107 ve EK-108). Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.158.).



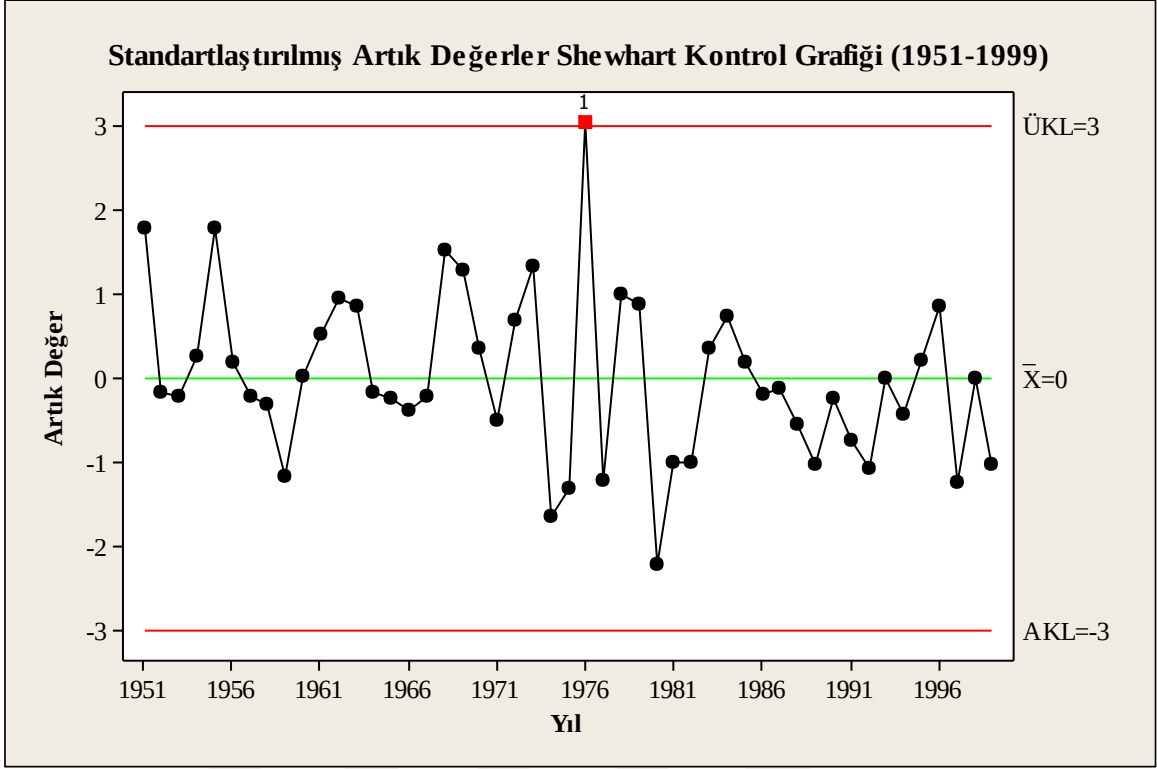
Şekil 4-158. ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1951-1999)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.43.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.43. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi Artık Değerleri  
Parametre Kestirimi (1951-1999)

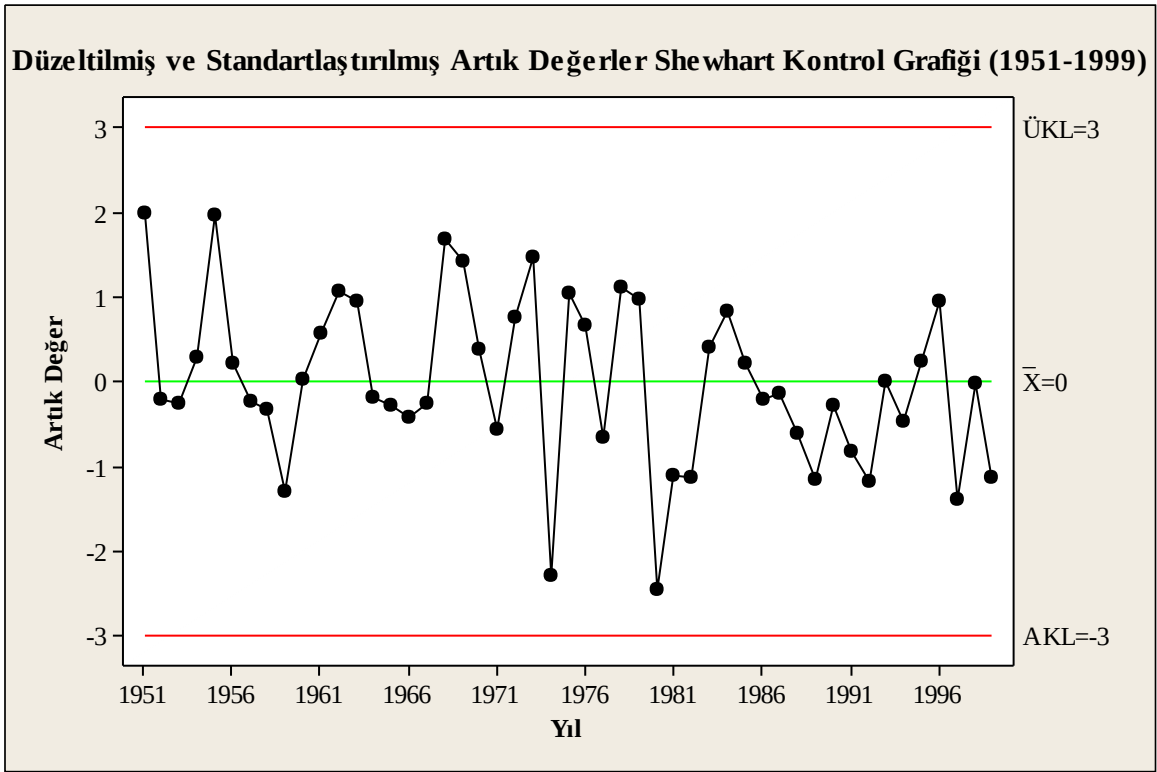
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,71747  | 4,78338        |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.159.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olmadığı görülmektedir.



Şekil 4-159. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1951-1999)

1976 yılında olduğu görülen uyarı noktasının 1973 OPEC krizi etkisi sebebiyle oluştuğu düşünülmektedir. Bu sebeple 1974 ve 1975 yıllarına ait veriler, veri setinden çıkarılmış yerlerine 1950-1973 yılları arasında yer alan veriler ile oluşturulan regresyon modeli uyarınca tahmin edilen veriler atanmıştır. Düzeltilmiş veri seti için oluşturulan Shewhart Kontrol Grafiği 4.160’da sunulmuştur.



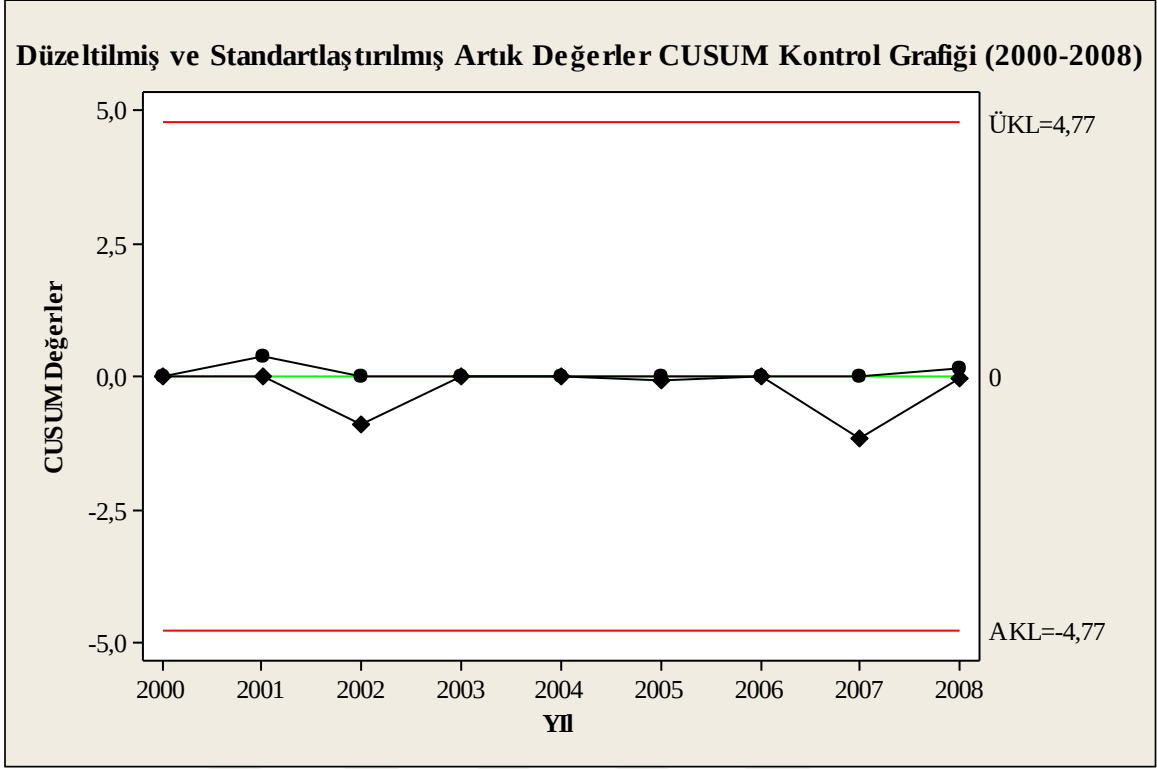
Şekil 4-160. Düzeltilmiş ve Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1951-1999)

Kontrol grafiğine göre veri kontrol altındadır. Düzeltilmiş veri seti için oluşturulan parametre kestirimleri Çizelge 4.44’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.44. Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Düzeltilmiş Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimi (1951-1999)

| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 0,7175   | 4,2958         |

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.161.’de gösterilmiştir.



Şekil 4-161. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (2000-2008)

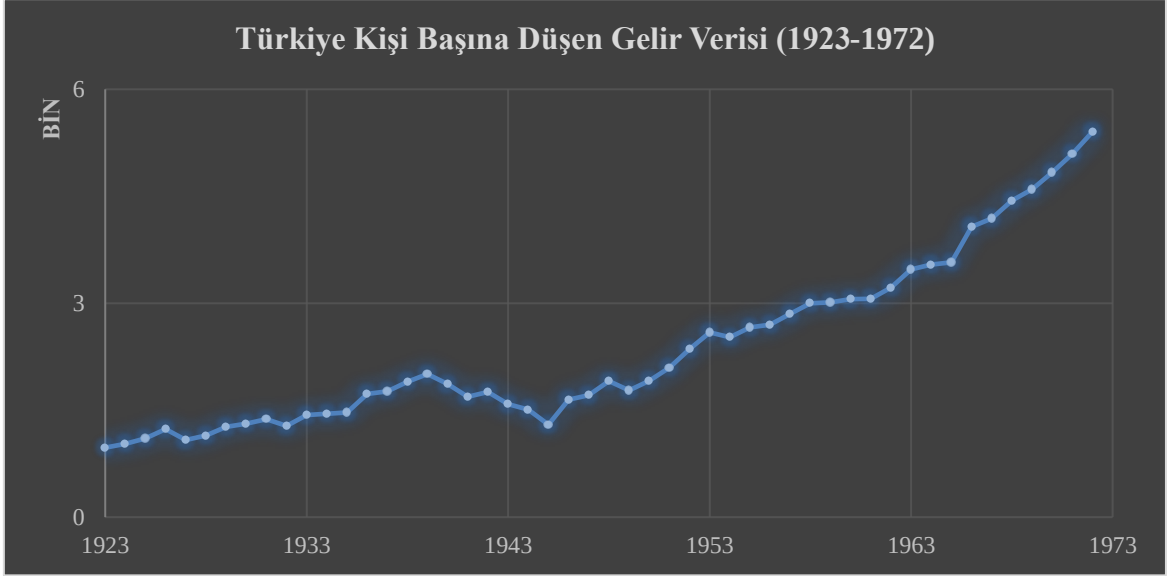
2000-2008 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Standartlaştırılmış artık değerlerin 2000-2008 yılları arasında kontrol dışına çıkmadığı görülmüştür.

#### 4.5. Türkiye

##### 4.5.1. Birinci Değişim Noktası

Türkiye'nin kişi başına düşen gelir verisi göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmini incelemesinin yapılması için 1923 yılından itibaren 50 yılı içerecek bir veri seti kullanılmıştır (bkz. Şekil 4.162.). 1923-1972 yılları arasında alınan 50 yıllık veri seti incelendiğinde pozitif eğime sahip olduğu görülmekte olup veri setinin ortalamasının değiştiği ve veri setinin durağan olmadığı anlaşılmaktadır.

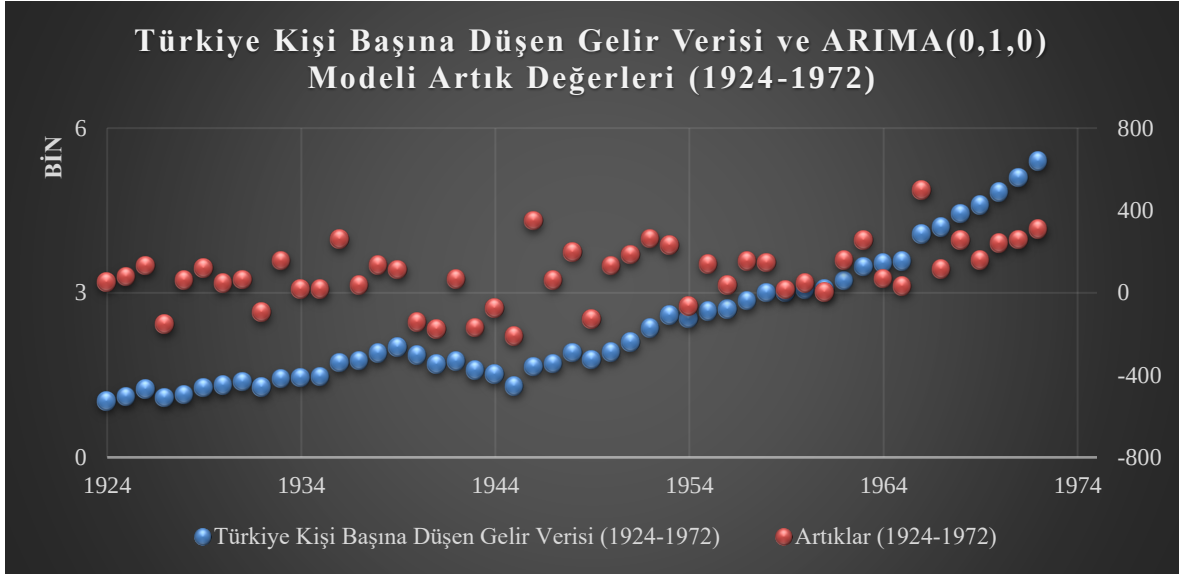




Şekil 4-162. Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi (1923-1972)

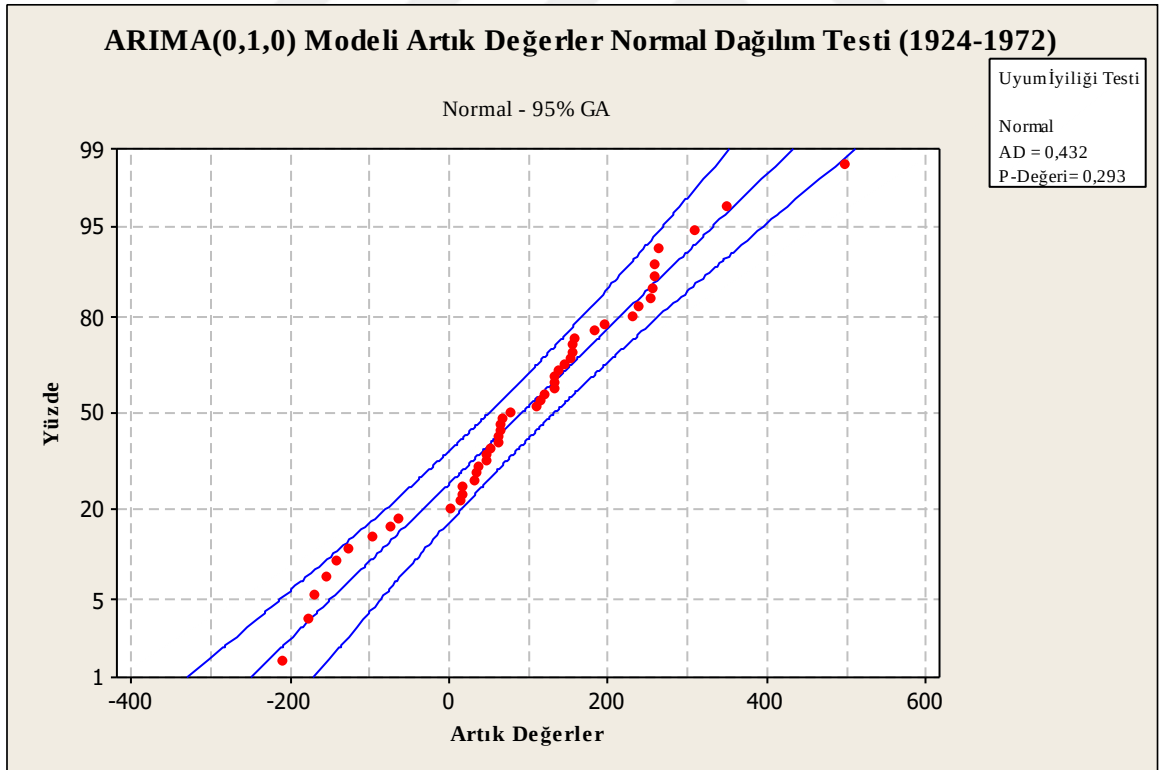
Birinci değişim noktası incelemesi için 1923 yılından itibaren Faz-1 aşaması için 50 yıl ve Faz-2 aşaması için 45 yıl olacak şekilde toplam 95 yıllık bir veri seti kullanılacaktır. 50 yıllık veri seti için ACF ve PACF grafikleri çıkarılmıştır (EK-121 ve EK-122). Grafiklere veri setinin durağan olmadığı görülmüştür. Veri setine ADF testi uygulanmış olup veri setinin durağan olmadığı tespit edilmiş ve fark alma işlemi yapılarak veri seti durağan hale getirilmiştir. Artık değerlere ait ACF ve PACF grafik sonuçlarına göre artık değerlerin ek bir model bilgisi içermediği görülmektedir (bkz. EK-123 ve EK-124).

ARIMA (0,1,0) model bilgisi veri setinden çıkarılınca ortaya çıkan artık değerler ile veri setinin karşılaştırılması Şekil 4.163.'de gösterilmiştir.



Şekil 4-163: Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ve ARIMA(0,1,0) Modeli Artık Değerleri (1924-1972)

Yapılan normal dağılım testi sonuçlarında değerlerin normal dağıldığı görülmektedir (bkz. Şekil 4.164.).



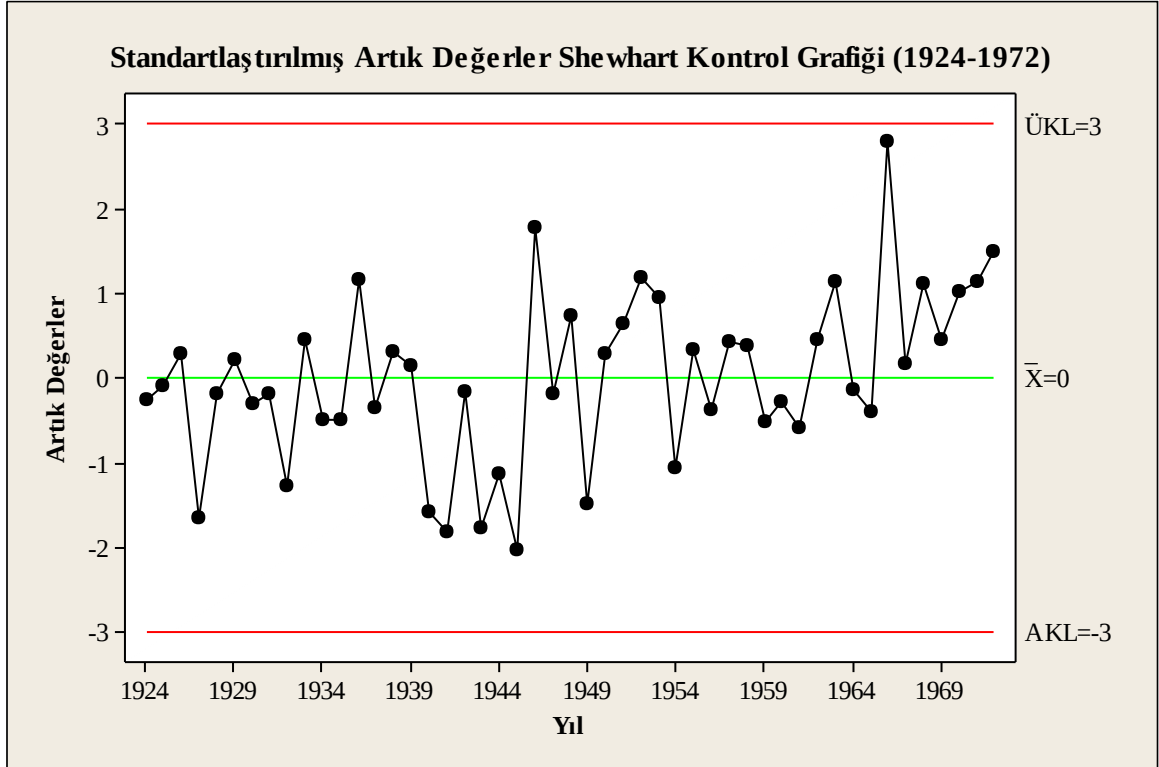
Şekil 4-164. ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerleri Normal Dağılım Testi (1924-1972)

Veri setine ait artık değerlerin parametre kestirimleri Çizelge 4.45.de gösterilmektedir.

Çizelge 4.45. Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi Artık Değerleri Parametre Kestirimleri (1924-1972)

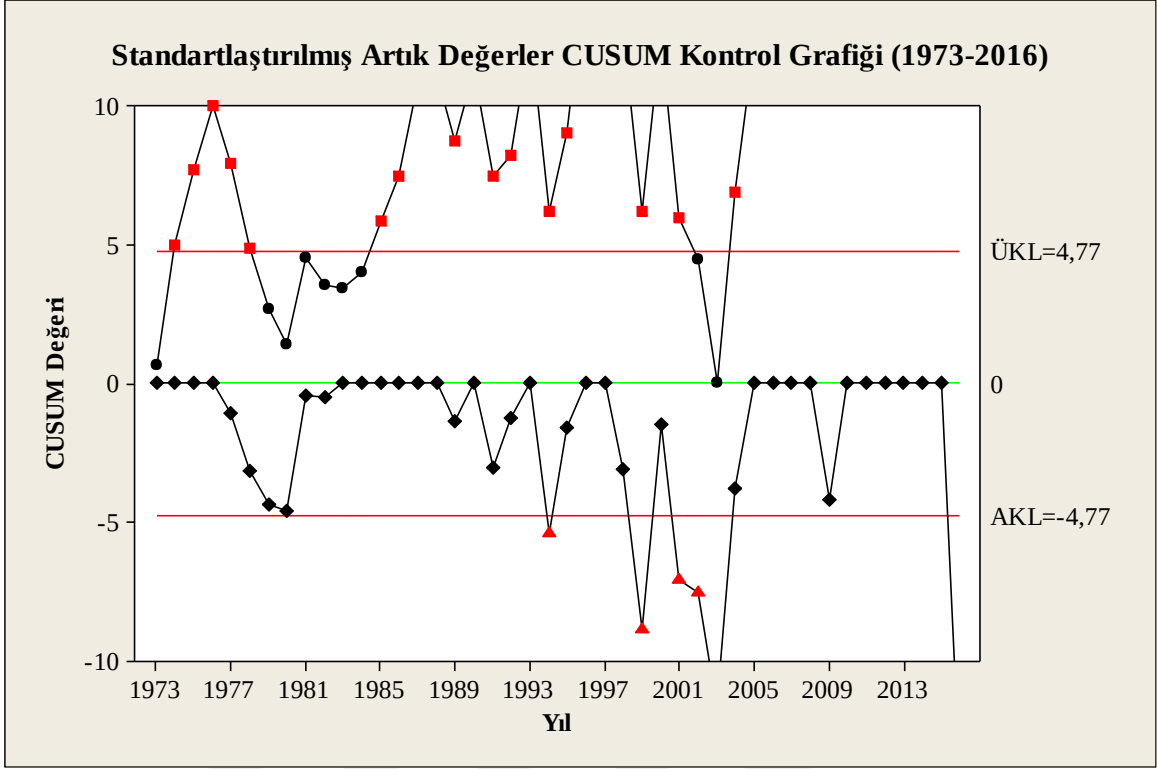
| Dağılım | Ortalama | Standart Sapma |
|---------|----------|----------------|
| Normal  | 90,36735 | 146,76536      |

Faz-1 aşaması sonucunda ortaya çıkan Shewhart kontrol grafiği Şekil 4.165.'de gösterilmiş olup sürecin kontrol altında olduğu görülmektedir.



Şekil 4-165. Standartlaştırılmış Artık Değerler Shewhart Kontrol Grafiği (1924-1972)

Faz-2 aşaması için oluşturulan CUSUM kontrol grafiği Şekil 4.166.'da gösterilmiştir.



Şekil 4-166. Standartlaştırılmış Artık Değerler CUSUM Kontrol Grafiği (1973-2016)

1973-2016 yılları arasına ait artık değerler CUSUM kontrol grafiklerinde izlenmiştir. Grafiğe göre kontrol dışına çıkma 1975 yılında gerçekleşmiş olsa da sürecin 1973 yılında başladığı görülmektedir.

Çizelge 4.46.'da değişim noktaları tahmin edicilerinin ülkeler için hangi endüstri devrimlerinin etkilerini gösterdiği gösterilmiştir.

Çizelge 4.46. Ülke Göstergelerine İlişkin Gerçekleştirilen Hesaplamaların Sonuçları\*

| Ülkeler   | Gösterge                 | 1.Endüstri Devrimi |               |            | 2.Endüstri Devrimi |               |            | 3.Endüstri Devrimi |               |             | 4.Endüstri Devrimi |               |      |
|-----------|--------------------------|--------------------|---------------|------------|--------------------|---------------|------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------|---------------|------|
|           |                          | Yıl                | Model         | Veri       | Yıl                | Model         | Veri       | Yıl                | Model         | Veri        | Yıl                | Model         | Veri |
| İngiltere | Kişi Başına Düşen Gelir  | 1820               | ARIMA (1,0,0) | 2,181.-USD | 1894               | ARIMA (0,1,0) | 4,944.-USD | 1953               | ARIMA (0,1,0) | 9,957.-USD  | -                  | ARIMA (1,1,0) | -    |
| Fransa    | Kişi Başına Düşen Gelir  | 1880               | ARIMA (1,1,0) | 2,812.-USD | 1951               | ARIMA (0,1,0) | 7,277.-USD | -                  | ARIMA (1,1,0) | -           | -                  | -             | -    |
| Hollanda  | Kişi Başına Düşen Gelir  | 1880               | ARIMA (0,1,0) | 3,276.-USD | 1951               | ARIMA (0,1,0) | 7,397.-USD | -                  | ARIMA (1,1,0) | -           | -                  | -             | -    |
| ABD       | Kişi Başına Düşen Gelir  | 1878               | ARIMA (0,1,0) | 4,044.-USD | 1936               | ARIMA (0,1,0) | 9,718.-USD | 1995               | ARIMA (0,1,0) | 39,391.-USD | -                  | -             | -    |
| Almanya   | Kişi Başına Düşen Gelir  | -                  | -             | -          | 1951               | ARIMA (0,1,0) | 6120.-USD  | 2004               | ARIMA (0,1,0) | 35,908.-USD | -                  | -             | -    |
| Türkiye   | Kişi Başına Düşen Gelir  | -                  | -             | -          | 1973               | ARIMA (0,1,0) | 5660.-USD  | -                  | -             | -           | -                  | -             | -    |
| İngiltere | Kişi Başına Düşen Enerji | -                  | -             | -          | 1869               | ARIMA (2,1,0) | 117,3 GJ   | 1950               | ARIMA (1,1,1) | 134,8 GJ    | -                  | ARIMA (1,0,0) | -    |
| Fransa    | Kişi Başına Düşen Enerji | 1850               | ARIMA (1,0,0) | 21,1 GJ    | 1924               | ARIMA (0,1,0) | 67,1 GJ    | -                  | ARIMA (0,1,0) | -           | -                  | -             | -    |
| Hollanda  | Kişi Başına Düşen Enerji | 1850               | ARIMA (1,0,0) | 24,9 GJ    | 1951               | ARIMA (0,1,0) | 69,5 GJ    | -                  | ARIMA (0,1,0) | -           | -                  | -             | -    |
| Almanya   | Kişi Başına Düşen Enerji | 1883               | ARIMA (1,1,1) | 47,6 GJ    | 1950               | -             | 89,1 GJ    | -                  | ARIMA (1,1,0) | -           | -                  | -             | -    |

\*Tabloda değerleri ortaya konan yıllar endüstri devrimi etkilerinin ilgili göstergeye etkisinin görülmeye başlandığı yıl olarak alınmıştır. Bu yıl bir sonraki endüstri devrimine ilişkin sürecin incelenmeye başlandığı yıldır. Veriler ilgili göstergeye ait o yıla ait ülkelerin değerleridir.

## 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Tez kapsamında, bir yöntem bütünüyle (bkz. EK-125), gerçekleştirilen analizler ile göstergelere ait veri setlerinin değişim noktalarına ilişkin tahmin ediciler hesaplanmıştır. Endüstri devrimleri etkilerinin toplumsal ve ekonomik yapıları kökünden değiştirdiği varsayımının kabul edildiği tez çerçevesinden bakıldığında, yazın ile paralel sonuçlar elde edilmiştir. Tezin kullandığı veri setlerine ilişkin ortaya konan modellerin farklı modeller ile yer değiştirmesi durumunda tahmini tarihlerin değişebileceği söylenebilse de farklı modeller için bile değişim noktalarının benzer sonuçlara yöneldiği görülmüştür.

İncelemelerin gerçekleştirilme mantığı sorgulandığında, İngiltere'nin kesintisiz en uzun sürelerde verilere sahip olması aslında bu ülkenin daha uzun süre istikrarlı bir şekilde endüstri devrimleri yolunda ilerlediğini göstermektedir. Zira, Fransa'nın 1789 yılında yaşadığı devrim ve ABD'nin 1776 yılında kurulum aşaması düşünüldüğünde, endüstri devrimleri anlamında gerek teknolojik gerekse ekonomik olarak İngiltere'ye göre daha geride endüstri devrimleri sürecine başladıkları bir gerçektir. Endüstri devrimlerinin bir anlık bir gelişime karşılık gelmemesi, süreç halinde ilerleyen birden fazla gelişmenin tetiklediği bütünleşik bir etkiye sahip olduğu düşünüldüğünde, kesintisiz olarak gelişim göstermek endüstri devrimlerinin yaşanması anlamında ülkelerin ihtiyacı olan en temel özelliktir. Endüstri devrimine yönelik adımların ve gelişmelerin yaşandığı ilk toplumda bu süreç bir zaman zarfı çerçevesinde ilerlerken, diğer ülkeler bu gelişmeleri endüstri devrimini yaşayan ülkeden aldıkları ölçüde yaşarlar. Bu durum onlara devrimi daha hızlı yaşama şansı verse de devrimden geri adımlar atılması anlamına gelen toplumsal ve ekonomik olayların yaşanma olasılığı artar.

İngiltere kara Avrupa'sından ayrı olarak süreklilik arz eden bir gelişim içinde ekonomik ve toplumsal hayatını ilerletmiştir. Bu sebeple, dönüşümlerin göstergelerde izlenmesi çok daha kolay olmuştur. Hayatın doğal akışı ile gelişim gösteren toplum, uzun süreler alan teknolojik gelişim dönemlerinin ardından toplumsal refahı arttırıcı etkileri hissetmiştir.

Bu durum ikincil olarak ABD'de görülmektedir. 20. yüzyıl başında, İngiltere ve özellikle kara Avrupa'sı dünya savaşları yüzünden gelişimlerini önemli ölçüde duraklatmışken, ABD dünya savaşlarından uzun süre uzak kalarak ve işgal görmeyerek savaşın olumsuz etkilerini kendisinden uzak tutmuştur. İki dünya savaşı arasında yer alan yıllar Avrupa için büyük bir yıkım getirmiş ve etkileri uzun yıllar sürmüştür. Kişi başına düşen gelir ve enerji tüketimlerine ait gösterge verileri bu iki dönem arası genel anlamda dalgalı seyir izlemiş ve

I. Dünya Savaşı öncesi döneme dönmeleri oldukça zor olmuştur. İki savaş sırasıyla 4 ve 6 yıl sürse de etkileri bu sürelerin çok daha üzerinde olmuştur. Bu durum ise çalışmanın sağlıklı bir şekilde yapılmasını engellemiş ve önce atama sonra CUSUM sıfırlama gerçekleştirilerek etkilerin azaltılmasına çalışılmıştır. Ancak ABD için bu savaşlar Avrupa kadar büyük olumsuz etkilere yol açmamıştır. ABD özellikle bu dönemde Avrupa'yı yakalamış ve geçmiştir. Hollanda ve Fransa 18. ve 19. yüzyıl için ABD'den önce gelen ve İngiltere'nin rakibi olarak gözüken devletler iken, ABD, dünya savaşları sonrası güçlenmiş ve diğer devletlerden daha etkin bir role bürünmüştür. İngiltere'den sonra ABD'de endüstri devrimlerinin yaşanması için gerekli olan süreklilik arz eden gelişim ile büyüyerek toplumsal dönüşümünü hayatın akışına uygun bir şekilde yaşamayı başarmıştır.

Fransa ve Hollanda ise 18. yüzyıl ve 19 yüzyılda kara Avrupa'sında İngiltere'nin en büyük rakibi olarak görülmekteyken, denizlerde üstünlüğünü İngiltere'ye kaptırmaları yüzünden pazar arayışında geri kalmaları sebebiyle, 20. yüzyıl başlarında etkilerini yitirmeye başlamışlardır. Sırasıyla Birinci ve İkinci Endüstri Devrimi'ni yaşayan toplumlar için ekonomik büyümenin bir kaynağı olan pazar arayışının sonucu ortaya çıkan dünya savaşlarının endüstri devrimlerinden ayrı düşünülmesi mümkün değildir.

Almanya, birliğini 1871'de tamamlayan bir ülke olarak bu yarışta oldukça geride kalmıştır. 1850 yılından itibaren kişi başına düşen gelir veri setine sahip olduğumuz Almanya, dünya savaşlarından en çok etkilenen ülkedir. İki dünya savaşında büyük yıkımlar getirdiği Almanya için endüstri devrimleri sürecinin diğer ülkelere nazaran çok daha hızlı geçtiğini görmek mümkündür.

Türkiye'de ise endüstri devrimlerinin etkileri toplumsal dönüşümün teknolojik gelişmeler ile birlikte bir uyum içinde gerçekleşmesi şeklinde değil, teknolojik gelişmelerin toplumsal dönüşümü zorlaması şeklinde yaşanmıştır. Endüstri devrimlerinin yaşanması için Deane'in de [9] gerekli gördüğü sermaye stoğu Türkiye'de oluşmamıştır. Özellikle tarımsal alanda gelişmemenin vermiş olduğu eksiklik ile sanayide atılması gereken adımlar uzun süre atılamamış ve en sonunda devletin bizzat sürece dahil olması ile sermaye oluşturulmaya çalışılmıştır. Mülki haklar konusunda ilk gelişme 1839 yılında açıklanan Tanzimat Fermanı ile ortaya atılsa da ilk ciddi modern hukuksal düzen Cumhuriyet ile ortaya konabilmiştir. Cumhuriyet'in kurulduğu 1923 yılı öncesine ilişkin sağlıklı bir istatistik tutulma işleminin olmaması veya tutulan verilere ulaşımın olmaması sebebiyle performans göstergelerine ait veri setlerinin oluşturulamaması neticesinde tez kapsamında incelemelere 1923 yılından itibaren başlanmıştır. Esasında istatistik tutulmamasının yanında belli bir sanayileşme süreci

de geçirmeyen Türk toplumu için Cumhuriyet bir sanayileşme dönemi anlamına da gelmiş ancak çağdaş medeniyete ulaşmak için atılan sanayileşme adımları sanayileşmiş toplumlardan çok daha hızlı ve ani yaşanmıştır. Örneğin Deane'in [9] 18.yüzyılda İngiltere'de yaşanan kanallaşma süreci Türkiye'nin günümüzde yaşadığı altyapı yatırımlarının bir benzeri olarak düşünülebilir. Türkiye parça parça endüstri devrimleri sürecini yaşamak zorunda olan diğer gelişmekte olan ülkeler için önemli bir ülkedir. Diğer bir benzerlik ise 1980 sonrası köylerde yaşayan insanların hızla kentlere yerleşmesi sürecinin yarattığı toplumsal dönüşümün Birinci Endüstri Devrimi sonunda yaşanan fabrikalaşma ile beraber İkinci Endüstri Devrimi sürecinde köylerin Avrupa'da hızla kentlere akması olarak gösterilebilir.

Endüstri devrimlerini yaşamakta olan veya yaşamamış olan ülkeler de benzer sorunlar yaşamaktadır. Endüstri devrimlerinin teknolojik ve ekonomik gelişmelerle toplumda karşılık bulması ile birlikte oluşan uyumlu dönüşüm sadece endüstri devrimlerini kendi bünyelerinden çıkartmış ülkelerde görülmektedir. Gelişmekte olan veya gelişmemiş ülkeler medeniyet seviyesinden uzakta kaldıkça medeniyetin yaşadığı sorunlara çözüm önerileri sunma şanslarını daha çok kaybetme durumuyla karşılaşarak medeniyetle yabancılaşma sürecine girmektedirler. Ancak bu yarışa giren ülkeler, yaşanan sorunların çözümüne öneri getirebilme şansına sahip oldukları ölçüde medeniyetin ilerleme aşamalarını yönetebilme ve toplumlarının uyumlu dönüşümü yaşamalarına imkan verebilmektedirler.

Bu bağlamda düşünüldüğünde en avantajlı ülkenin İngiltere olduğu görülmektedir. İngiltere, tarih bağlamında düşünüldüğünde günümüzdeki anlamıyla endüstriyelleşme aşamalarını tam anlamıyla yaşamış ve geçmişin getirdiği avantajları süreklilik içeren gelişimiyle beraber toplumsal ve ekonomik dönüşümlere taşıyabilmiş bir ülkedir. İngiltere'nin endüstri devrimlerini yaşama süreci, dışarıdan görme ve kendisine bunu getirme şeklinde hiç olmamış, sürekli bu dönüşümün merkezi olmuştur. Dünya savaşları sonrasında yaşanan süreçte liderliği ABD'ye kaptırmış olsa da hiçbir zaman Fransa ve Hollanda'nın yaşadığı düşüşleri yaşamamıştır. Endüstri devrimlerini bir süreç halinde teknolojik gelişmelerin getirdiği toplumsal dönüşümlere uyumlu değişim halinde yönetsel çözümlere yansıtabilmiş olan İngiltere, tez kapsamında yapılan 50 yıllık süreçlerle oluşturulan modellerin en başarılı sonuçlarının bu ülkeden alınmasını sağlamıştır. Bunun sebebi diğer ülkelerden farklı olarak uzun süre aynı gelişim yönelimini izlemesidir.

İngiltere'nin; yazında, endüstri devrimini ilk yaşayan ülke olduğuna dair yaygın kanıyla beraber düşünüldüğünde, kişi başına düşen gelir göstergelerine ait veri setlerine ilişkin



hesaplanan değişim noktası tahmin edicilerine göre ilk endüstri devriminin etkisinin görüldüğü ülkenin İngiltere çıkması sonuçların anlamlılığına işaret etmektedir.

İngiltere'nin kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinde 1820 yılında model değişimi yaşanmıştır. Bu değişim Birinci Endüstri Devrimi sürecinin yansımasının yaşanması olarak adlandırılabilir. 1820 yılı İngiltere özelinde kişi başına düşen gelir göstergesine göre bir değişim tarihi tahmin edicisidir. Buna göre 1820 öncesi Birinci Endüstri Devrimi'ne ilişkin teknolojik gelişmeler ve ekonomik değişimler devam ederken 1820 yılı ile birlikte İkinci Endüstri Devrimi'ne hazırlanma ve ona doğru yönelme başlamıştır. Tezin başında da belirtildiği üzere, endüstri devrimleri birbirini takip eden ve birbirinden beslenen süreçlerdir. Bu yanıyla düşünöldüğünde, toplumların aşması gereken eşik değeri anlamına da gelebilecek olan endüstri devrimlerinin eşik değeri geçtiği tarihin tahmin edicisi 1820 yılıdır. Teknolojik gelişmeler toplumsal dönüşümleri getirmiş ve kişi başına düşen gelir belli bir noktayı aşarak gelişmelerin sadece var olanı iyileştirmeden ziyade daha yeni olanı bulup bütünleşik ilerleme sağlaması gerektiğini göstermiştir. İkinci Endüstri Devrimi etkisinin yansıması 1894 yılında değişim noktasını ortaya çıkarmıştır. 1894 yılında İngiltere'de kişi başına düşen gelir göstergesine göre İkinci Endüstri Devrimi için gerekli olan eşik değeri aşılmış ve toplum Üçüncü Endüstri Devrimi'ne doğru hareketlenmiştir. Ancak burada dünya savaşları bu sürekliliği bozmuştur. Ancak 1953 yılında İngiltere kişi başına düşen gelir göstergesi değişim yaşamış ve Üçüncü Endüstri Devrimi etkisi başlamıştır. Bu durum tarihsel süreçler göz önüne alındığında doğrulanmaktadır.

Rostow'un Sanayi Devrimi için işaret ettiği tarih aralığı 1840-1860 yılları tez kapsamında bulunan 1820 yılına oldukça yakındır. Rostow 1790 yılı öncesinde yaşanan sanayileşme sürecinin akabinde 1790 yılı sonrasında hızlı büyüme sürecine giren İngiltere'nin 1810-1815 arası bir duraklama dönemi yaşadıktan sonra kendi kendini büyüten sisteme kavuştuğunu belirtmektedir. Bu sisteme göre katma değeri üretim akabinde oluşan sermaye fazlasının tekrar yatırıma dönüşme suretiyle yenilikleri yaratması sürekli gelişmeyi ve kendi kendini büyüten yapıyı oluşturmaktaydı [15]. 1840-1860 arasını Endüstri Devrimi için olgunlaşma dönemi olarak tanımlayan Rostow'dan farklı olarak tez, bu dönemi diğer endüstri devrimine geçiş olarak adlandırmaktadır. 18. yüzyılda yaşanan teknolojik gelişmeler ve iyileşmelerden farklı olarak teknolojik alanda yaşanan gelişmelerle beraber toplumsal hayata yeni bütünleşik ürünleri girmesi ile Birinci Endüstri Devrimi'nin başat ilerlettiği toplum İkinci Endüstri Devrimi sürecine geçmiştir. Bu nokta Jensen'in [4] makalesinde belirttiği katma değeri ürünleri iyileştirmenin anlamının silikleştiiği, yeni bütünleşik çözümlerin toplum

hayatında yerini bulmaya başladığı dönemdir. Deane'in [9] Birinci Endüstri Devrimi'nin gerçekleştiği döneme ilişkin olarak sunduğu görüşüne göre ise, eğer devrimi imalat sanayinin milli ekonomiyi şekillendirdiği ve getirdiği yeniliklerle toplum hayatını değiştirdiği dönem olarak düşünürsek, 19. yüzyılın ikinci çeyreği bu sürecin İngiltere'de yaşandığı dönem olarak gösterilebilecektir ki bu durumda tez kapsamında bulunan tarihi doğrulamaktadır.

1894 yılı kişi başına düşen gelir göstergesi için İkinci Değişim Noktası tahmin edicisinin olduğu yıldır. Bu yıl İkinci Endüstri Devrimi etkisini Üçüncü Endüstri Devrimi etkisine bıraktığı yılın tahmin edicisi olarak hesaplanmıştır. 1850 yıllarında çeliğin yaygınlaşması, elektrik kullanımının 19. yüzyıl sonlarında artması, 1792 yılında keşfedilen telgrafın tellerinin, 1851 yılında ilk kez su altına döşenir hale gelmesi ve 1880'lerin başında keşfedilen ampulün İngiltere'nin bu değişimi yaşamasında bu kadar hızlı etkilere sahip olması toplumsal dönüşümün teknolojik gelişmelerle doğrudan yaşandığı İngiltere'de değişimin nüfus etme hızının çok yüksek olduğunu göstermektedir [14][27]. Kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait değişim noktası tahmin edicisinin 1869 olarak çıkması, harcanan enerji verisinin tüketim yöneliminin değişiminin endüstri devriminin Rostow'un belirttiği olgunlaşma aşaması öncesinde olan hazırlık aşamasında yaşandığını göstermektedir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte yaşanan enerji tüketim alışkanlığı farklılığı, bir bakıma daha sonra yaşanacak kişi başına düşen gelir değişiminin habercisi olmuştur.

II. Dünya Savaşı İngiltere göstergeleri için değişim noktası tahmin edicilerini barındıran yıllar olmuştur. Kişi başına düşen enerji tüketimi ve gelir verileri için sırasıyla 1950 ve 1953 yılları değişim noktası tahmin edicileri olmuştur. Bu durum sadece İngiltere için değil, incelenen diğer ülkeler içinde geçerlidir. II. Dünya Savaşı sonrası dünyanın aldığı yeni konjüktürel durum ve kurumsal yapılar her ne kadar Soğuk Savaş dönemi bitse de halen devam etmektedir. Bununla beraber düşünüldüğünde sadece İngiltere özelinde olmamak kaydıyla Endüstri 4.0 olarak adlandırılan sürecin yaratacağı kırılma İngiltere'ye ait iki göstergede de gözlemlenmemiştir.

ABD, İngiltere'den sonra süreklilik arz eden büyüme gösterme hususunda önemli bir konumdadır. Özellikle dünya savaşlarından asgari etkiyle çıkması sebebiyle Avrupa ile arasındaki farkı kapatma şansı yakalayan ABD için 1878 yılı kişi başına düşen gelir göstergesinin birinci değişim noktası tahmin edicisi olmuştur. 1776 yılında kurulan ve sonrasında savaşlarla uğraşan ABD, 1878 yılında Endüstri Devrimi etkilerinin kişi başına düşen gelir göstergesine yansması ile İkinci Endüstri Devrimi sürecine geçmiştir. Burada

göz önüne alınması gereken husus, İngiltere etkisinin yaşandığı ABD’de İngiltere’nin hemen akabinde bu değişimin yaşanmasıdır. İçine kapalı, koruyucu yönetim ve ekonomi anlayışını 20. yüzyıl ile birlikte yavaş yavaş değiştiren ABD, yeniliklerin ve değişimin öncüsü olarak ön plana çıkmış ve dünya savaşları ile birlikte dünyada gelişimin sağlayıcısı olmuştur. Elektriğin yaygınlaşması, Ford ile birlikte değişim geçiren üretim süreçleri, ulaşımın ve televizyon ile beraber değişen iletişimin etkisiyle 1929 Buhranı akabinde hızla değişen ABD 1936 yılında ikinci değişim noktasını yakalamıştır. 1936 yılı, 1929 Buhranı sonrası olması ile kafa karışıklığına sebep olsa da, bu buhranın yaratmış olduğu yıkım akabinde kişi başına düşen gelir göstergesinin değişimi farklılaşmış ve yeni bir modele oturmuştur. Aslında bu durumu belki de Adam Smith’in görüşünden Keynesyen tavra dönen ekonomi yönetimi olarak tanımlayabilecek olsak da, yaşanan teknolojik gelişmelerin ve bunun yarattığı toplumsal değişimin görülmemesi hata olacaktır. Esasen bu durum bize endüstri devrimlerinin yarattığı dönüşümün ekonomik, yönetsel, sosyal ve toplumsal alanların bir veya birden fazlasını etkileyebildiğini göstermesi açısından önemlidir.

ABD’de kişi başına düşen gelir göstergesine ilişkin üçüncü değişim noktası tahmin edicisinin 1995 yılı olması, özellikle 1960’lara kadar gelen süreçte çok sert yaşanan Soğuk Savaş döneminin yıprattığı toplumun Soğuk Savaş bitimine çok yakın bir senede Üçüncü Endüstri Devrimi sürecine geçişine ilişkin yansımalar yaşadığı göstermektedir. 1960’dan itibaren başlayan internet araştırmaları, 1969’da gerçekleşen Ay’da yürüyüş, 1969’da PLC’nin keşfi ve 1973 yılında yaşanan OPEC krizi ile paranın altına bağlılığının yerini petrole bırakması akabinde ABD toplumu, teknolojik gelişmelerin yansımalarını kişi başına düşen gelir göstergesinde yaşamaya başlamıştır.

Fransa, 1820 öncesi her ne kadar sanayileşmiş bir ülke olsa da, 1789 Devrimi sonrası yaşanan süreçte odak noktasını oldukça farklılaştırmıştır. Birinci değişim noktası tahmin edicisi 1880 yılı olan Fransa, İngiltere ve ABD’nin arkasına düşmüş ve bir bakıma takipçi durumuna geçmiştir. Ancak dünya savaşlarına kadar gücünü korumayı bir şekilde başaran Fransa, savaşlar ile birlikte ABD ve İngiltere karşısında oldukça güç yitirmiştir. Birinci Endüstri Devrimi etkisine ait yansımaların eşliğini kişi başına düşen gelir göstergesinde 1880 yılında aşan Fransa, İkinci Dünya Savaşı ile birlikte Üçüncü Endüstri Devrimi’ne ilişkin hazırlık aşamasına geçmiş ancak vizyonu ortaya konan Endüstri 4.0’a hazırlık aşaması için Üçüncü Endüstri Devrimi’ne ait eşik değeri aşamamış gözükmektedir. Kişi başına düşen enerji göstergesine ait veri setinin değişim noktası tahmin edicileri kişi başına düşen gelir göstergesine ait tahmin edicilerden daha erken tarihlerdir. İngiltere örneğinde olduğu gibi

enerji rejiminde yaşanan değişim gelirde yaşanan değişimden önce gerçekleşmiş enerji, gelirin öncüsü olmuştur. 1850 yılı birinci değişim noktası tahmin edicisi olarak hesaplanan enerji tüketimi verisine göre, 1850 yılı sonrasına ait dönemde İkinci Endüstri Devrimi için üretimsel ve toplumsal olarak gerekli olan enerji tüketimi değişimi yaşanmıştır. Şekil 2.7’de de görüldüğü üzere 1850 yılı sonrası hızla kömür tüketimi artan Fransa’nın enerji rejimi değişmiştir. İkinci değişim noktası tahmin edicisi 1924 yılı olan Fransa kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait veri setinin kömür kullanımından petrol kullanımına geçişi yine Şekil 2.7’de görülmüştür. 1950 yılında yaşanan kişi başına düşen gelir göstergesi tahmin edicisinden önce Birinci Dünya Savaşı’nın hemen akabinde değişim yaşayan enerji göstergesi gelir göstergesinin öncülü olmuştur.

Hollanda, 18. yüzyılda İngiltere ve Fransa ile birlikte en güçlü ülkeler arasında sayılan bir durumda iken dünya savaşları öncesinden başlayarak hızla güç kaybetmiştir. Kişi başına düşen gelir göstergesine ait birinci değişim noktası tahmin edicisi 1880 yılı olan Hollanda, Fransa ile aynı anda bu etkiyi yaşasa da, Birinci Endüstri Devrimi için gerekli olan eşik değerin aşılmasında gösterdiği hızı ikinci eşik değeri için gösterememiştir. 1951 yılında Üçüncü Endüstri Devrimi’ne hazırlık aşamasına geçen Hollanda da, II. Dünya Savaşı’ndan oldukça fazla etkilenmiştir. 1913 yılında kişi başına düşen gelir 5,482.-USD iken 1947 yılında bu rakam 5,877.-USD olmuştur. 1951 yılında Üçüncü Endüstri Devrimi’ne hazırlık dönemine ilişkin olarak yansımaların görüldüğü Hollanda kişi başına düşen gelir göstergesinde üçüncü değişim noktası tahmin edicisi henüz oluşmamıştır. Kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesi Fransa gibi bir rota izleyen Hollanda’nın sırasıyla iki değişim noktası tahmin edicisi 1850 ve 1951 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, gelir göstergesinin öncüsü olan enerji verisini doğrulamakta ve aynı zamanda İkinci Dünya Savaşı’nın Avrupa’yı derinden etkilediği varsayımını sağlamlaştırmaktadır.

Almanya diğer ülkelerden çok daha sonra birliğini sağlamış ve hızla Birinci Endüstri Devrimi sürecini aşmıştır. 20. yüzyıl başında İngiltere’yi teknoloji olarak yakalayan Almanya dünya savaşlarının çıkışında önemli rol oynamıştır. Almanya’nın endüstriyelleşme anlamında gelişiminin devamı için gerekli olan pazar arayışları Avrupa’yı dünya savaşları yaşamaya itmiş ve önemli toplumsal dönüşümlerin önünü açmıştır. Birinci Endüstri Devrimi etkisine ilişkin yansımaların Almanya’nın kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinde oldukça az olması ve dünya savaşlarının en çok bu ülkeyi etkilemesi göz önüne alındığında 1950 yılında yaşanan değişim noktası olağan karşılanmalıdır. Birinci Endüstri Devrimi etkisine ilişkin yansımaların ayrıştırılamadığı Almanya’nın kişi başına düşen gelir

göstergesine ait veri setinin birinci değişim noktası tahmin edicisi, İkinci Endüstri Devrimi sürecine ilişkin yansımaların yerini Üçüncü Endüstri Devrimi'ne hazırlık aşamasının getirmiş olduğu yansımalarla bıraktığı seneyi işaret etmektedir. 1951 yılında Üçüncü Endüstri Devrimi'ne hazırlık aşamasına ilişkin yansımaların olduğu Almanya'nın kişi başına düşen gelir göstergesine ait veri setinin ikinci değişim noktası tahmin edicisi ise 2004 yılıdır. Bu durum Almanya'nın 2008 krizinin hemen akabinde ortaya koyduğu Endüstri 4.0 vizyonu ile beraber düşünüldüğünde anlam kazanmaktadır. Almanya, Üçüncü Endüstri Devrimi etkilerine ilişkin yansımaların değiştiği 2004 yılından itibaren yeni bir devrimin ön aşamasında olduğunun farkına vararak bir vizyon ortaya koymuştur.

Çalışmada ortaya çıkan sonuca göre kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait değişim noktalarının kişi başına düşen gelir göstergesine ait değişim noktalarından genellikle daha önce olduğu görülmektedir. Endüstri devrimi süreçlerinde enerji rejiminde yaşanan değişikliklerin önce yaşandığı, enerji tüketimi değişikliklerinin ise kişi başına düşen geliri değiştirdiği görülmektedir.

Gerçekleştirilen çalışmada kişi başına düşen gelir göstergesine ait geçiş değerlerinin;

- İkinci Endüstri Devrimi sürecine hazırlık aşamasına geçiş için, tahmin edicilere göre 2,200.-USD,
- Üçüncü Endüstri Devrimi sürecine hazırlık aşamasına geçiş için, tahmin edicilere göre 4,500.-USD
- Dördüncü Endüstri Devrimi sürecine hazırlık aşamasına geçiş için, İngiltere'yi hariç tutarsak tahmin edicilere göre 35,000.-USD ve üstü olduğu görülmektedir.

Ayrıca kişi başına düşen enerji tüketimi göstergesine ait geçiş değerlerin ise;

- İkinci Endüstri Devrimi sürecine hazırlık aşamasına geçiş için tahmin edicilere göre 20 GJ,
- Üçüncü Endüstri Devrimi sürecine hazırlık aşamasına geçiş için tahmin edicilere göre 60 GJ üstü olduğu görülmüştür.

Vizyonu ortaya konan Endüstri 4.0 için kişi başına düşen gelir göstergesine ait değişim noktaları bir hazırlık aşamasını İngiltere, Almanya ve ABD için gösterse de, enerji tüketimi verisinde aynı sonuçları görememekteyiz. Bu durum enerji rejimi değişikliğinin henüz yaşanmadığını ve tez boyunca belirtildiği üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının toplumsal hayatta yeterince değişim oluşturmadığının göstergesidir. Endüstri devrimlerinin enerji tüketimi süreçlerinde yaşatacağı değişimin akabinde bir gelir farklılaşmasının yaşanacağı

varsayılırsa Endüstri 4.0'a ilişkin gelişmelerin daha başlangıcında olduğumuz gözlemlenmiş olacaktır.

Genel anlamıyla bakıldığında, yeniliklerin tek tek neler getirdiğinden çok bütünleşik çözümlerin insan hayatına getirdiği katma değerler bütünü olarak tanımlanabilecek endüstri devrimleri tarihi, bizim henüz Endüstri 4.0 kapsamında oldukça erken dönemlerde olduğumuzu göstermektedir. Hayatın her alanına hızla yayılma belirtileri gösteren yazılım sektörünün henüz yeterince toplumsal hayatta realize olamaması, enerji rejiminin hala aynı kaynakların kullanılmasına istinaden değişmemesi, üretim süreçlerinde yenilikçi anlayışın yeni yeni yaygınlaşması bu durumun en belirgin göstergeleridir. Telgrafın elektrik ile kullanımı, kömürün İngiltere'de 19. yüzyıl başlarında yaygınlaşan kanal inşaatları sayesinde hızla ve büyük hacimlerde taşınarak ev ve üretimde hızla kullanımının artması, kömürle veya petrol türevleriyle çalışan motorların ulaşım tarzını demiryolu veya karayolu olarak değiştirmesi gibi bütünleşik ürünlerin henüz tam olarak oluşmadığını görmekteyiz. Endüstri 4.0, bir uzgörü olarak gelişmiş ülkelerin önünde durmak ve geliştirmekte olan ülkeler için ulaşılması daha da zor bir eşik noktasını işaret etmektedir. Ancak Türkiye örneğinde olduğu gibi, geliştirmekte olan ülkelerin şansı halen Endüstri 4.0'ın hazırlık aşamasında bir dünyada olmamızdır. Geliştirmekte olan ülkeler bir an önce bir uzgörü dahilinde bu sürece dahil olmanın çabasını göstermelidirler. Aksi takdirde, toplumlar arası refah farkı kapatılamaz boyutlara ulaşacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] Rifkin, J., *Üçüncü Sanayi Devrimi: Yanal Güç, Enerjiyi, Ekonomiye ve Dünyayı Nasıl Dönüştürüyor*, (çev: Sıral, P., Başekim, M.), İletişim Yayınları, **2014**
- [2] Berg, M., Hudson, P., Rehabilitating the industrial revolution, *Economic History Review*, 45, 24-50, **1992**
- [3] Crafts, N.F.R., The First Industrial Revolution: A Guided Tour for Growth Economists, *The American Economic Review*, 86, 197-201, **1996**
- [4] Jensen M.C., The Modern Industrial Revolution, Exit, and the Failure of Internal Control System, *The Journal of Finance*, 48, 831-880, **1993**
- [5] Crafts, N.F.R., Industrial Revolution in England and France: Some Thoughts on the Question, “Why was England First?”, *The Economic History Review*, 30, 429–441, **1977**
- [6] Jones, C.I., Was an Industrial Revolution Inevitable?: Economic Growth Over the Very Long Run, *Advances in Macroeconomics*, 1, 1–43, 2001
- [7] Gore, A., *Gelecek Global Değişimi Yaratan 6 Dinamik*, (çev: Kök Ç., Kızıldağ, E.), MediaCat Kitapları, **2014**
- [8] Piketty, T., *Yirmi Birinci Yüzyılda Kapital*, (çev: Koçak, H.), Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, **2015**
- [9] Deane, P., *İlk Sanayi İnkılabı*, (çev: Güran, T.), Türk Tarih Kurumu , **2000**
- [10] Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D., *The Machine That Changed the World*, 1.Baskı, Scribner Press, **1990**
- [11] Ashton, T.S., Some Statistics of the Industrial Revolution in Britain, *The Manchester School*, 16, 214-234, **1948**
- [12] Kander, A., Malanima, P., Warde, P., *Power to the People Energy in Europe over the Last Five Century*, 5.Baskı, Princeton University Press, **2014**

- [13] Tunzelmann, N.V., Historical Coevolution of Governance and Technology in the Industrial Revolution, *Structural Change and Economic Dynamics*, 14, 365-384, **2003**
- [14] Gordon, R.J., Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds, *Structural Change and Economic Dynamics*, 14, 365-384, **2003**
- [15] Rostow, W.W., *İktisadi Gelişimin Merhaleleri*, (çev: Güngör, E.), Ötüken Yayınevi, **1999**
- [16] Acemoğlu, D., Robinson, J.A., *Ulusların Düşüşü: Güç, Zenginlik ve Yoksulluğun Kökenleri*, (çev: Velioğlu, F.R.), Doğan Kitap, **2017**
- [17] Gimpel, J., *Ortaçağda Endüstri Devrimi*, (çev: Özüydin, N.), TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, **2005**
- [18] Kondratieff, N.D., The Static and the Dynamic View of Economies, *Oxford Journals*, 39, 575-583, **1925**
- [19] Kondratieff, N.D., The Long Waves in Economic Life, *Review*, 2, 519-562, **1979**
- [20] Williamson, J.G., Why Was British Growth So Slow During the Industrial Revolution?, *The Journal of Economic History*, 44, 687-712, **1984**
- [21] Landes, D.S., What Room for Accident in History?: Explaining Big Changes by Small Events, *Economic History Review*, 47, 637-656, **1994**
- [22] Kışlalı, A.T., *Siyasal Sistemler*, 8. Baskı, İmge Kitabevi, **2010**
- [23] Nef, J.U., The Progress of Technology and The Growth of Large-Scale Industry in Great Britain, 1540-1640, *The Economic History Review*, 5, 3-24, **1934**
- [24] Walde, P., *Energy Consumption in England and Wales*, 1. Baskı, Consiglio Nazionale delle Ricerche, **2007**
- [25] Crafts, N.F.R., British Economic Growth, 1700-1831: A Review of the Evidence, *The Economic History Review*, 36, 177-199, **1983**
- [26] Chang, H., *Sanayileşmenin Gizli Tarihi*, (çev: Akçaoğlu, E.), Efil Yayınevi, **2015**



- [27] Mokyr, J., *The Lever of Riches*, 1. Baskı, Oxford University Press, **1990**
- [28] Uluğbay, H., *İmparatorluktan Cumhuriyete Petropolitik*, 1.Baskı, Ayraç Yayınevi, **2003**
- [29] Yergin, D., *Petrol Para ve Güç Çatışmasının Öyküsü*, (çev: Tuncay, K.), Türkiye İş Bankası Yayınları, **2016**
- [30] Curran, J., Fenton, N., Freedman, D., *Misunderstanding the Internet*, 1.Baskı, Taylor & Francis Books, **2012**
- [31] Kleinrock, L., An Early History of the Internet, IEEE Communication Magazine, 48, 26-36, **2010**
- [32] Kleinrock, L., History of the Internet and Its Flexible Future, IEEE Wireless Communication, 15, 8-18, **2008**
- [33] Melton, T., The Benefits of Lean Manufacturing, Chemical Engineering Research and Design, 83, 662-673, **2005**
- [34] Shah, E., Ward, P.T., Defining and Developing Measures of Lean Production, Journal of Operational Management, 25, 785-805, **2007**
- [35] Krafcik, J.F., Triumph of the Lean Production System, Sloan Management Review, 30, 41-52, **1988**
- [36] Zhang, H., Li, F., Wang, Z., Sanin, C., Szczerbicki, E., Experience-Oriented Intelligence for Internet of Things, Cybernetics and Systems, 48, 162-181, **2017**
- [37] Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., Rosenberg, M., How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective, International Journal of Science, Engineering and Technology, 8, 37-44, **2014**
- [38] Lee, J., Kao, H., Bagheri, B., A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems , Manufacturing Letters, 3, 18-23, **2015**

- [39] Lee, J., Kao, H., Yang, S., Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment, *Procedia CIRP* , 16, 3-8, **2014**
- [40] Wrigley, E.A., Energy and the English Industrial Revolution, *Philosophical Transaction of the Royal Society*, 14, 1-10, **2013**
- [41] Dalkey, N., Helmer, O., Experimental application of the Delphi Method to the use of experts, *Management Science*, 9, 458-467, **1963**
- [42] Schmidt, R.C., Managing Delphi Surveys Using Nonparametric Statistical Techniques, *Decision Sciences*, 28(3), 763-774, **1997**
- [43] Montgomery, .D.C., Jennings C.L., Kulahci,M., *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*, 1.Baskı, John Wiley Sons Inc., **2008**
- [44] Pankratz, A., *Forecasting With Univariate Box-Jenkins Models*, 1.Baskı, John Wiley Sons Inc., **1983**
- [45] Harvey. A.C., Todd, P.H.J., Forecasting Economi Time Series with Structural and Box-Jenkins Models: A Case Study, *Journal of Business and Economic Statistic*, 1, 37-41, **1983**
- [46] Ediger V.Ş., Akar, S., ARIMA forecasting of primary energy demand by fuel in Turkey, *Energy Policy*, 35, 1701-1708, **2007**
- [47] Couley. J., Im, E.I., Intervention Policy Analysis of Skyjacking and Other Terrorist Incident, *American Economic Association*, 78, 27-31, **1988**
- [48] Enders, W., Sandler, T., Couley. J., Assessing the impact of terrorist-thwarting policies: An intervention time series approach, *Defence Economics*, 2, 1-18, **1990**
- [49] Feng, H., Liu, J., A SETAR model for Canadian GDP: non-linearities and forecast comparisons, *Applied Economics*, 35, 1957-1964, **2003**
- [50] Ervural,B.Ç., Evren, R., Demirel, O.F., Forecasting Energy Consumption in Turkey Using Regression Analysis and Arima Models, 2nd Global Conference on Engineering and Technology Management, 4-5 Eylül, Chicago, ABD, **2015**

- [51] Lu, C., Lee, T., Chiu, C., Financial time series forecasting using independent component analysis and support vector regression, *decision Support Systems*, 47, 115-125, **2009**
- [52] Montgomery, A., Peck, E.A., Vining, G.G., *Introduction to Linear Regression Analysis*, 5.Baskı, John Wiley Sons Inc., **2012**
- [53] Bernal, J.A.L., Gasparri, A., Artundo, C.M., McKee, M., The Effect of the late 2000's financial crisis on suicides in Spain: an interrupted time series analysis, *European Journal of Public Health*, 23, 732-736, **2013**
- [54] Zhu. B., Wang, K., Chevallier, J., Wang, P., Wei, Y., Can China achieve its carbon intensity target by 2020 while sustaining economic growth, *Ecological Economics*, 119, 209-216, **2015**
- [55] Sözen, A., Arcaklioglu, E., Prediction of net energy consumption based on economic indicators (GNP and GDP) in Turkey, *Energy Policy*, 35, 4981-4992, 2007
- [56] Szoplik, j., Forecasting of natural gas consumption with artificial neural networks, *Energy*, 85, 208-220, **2015**
- [57] Goves, C., North, R., Johnston, R., Fletcher, G., Short term traffic prediction on the UK motorway network using neural network, *Transportation Research Procedia*, 13, 184-195, **2016**
- [58] Zhang, G.P., Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model, *Neurocomputing*, 50, 159-175, **2003**
- [59] Kaastra, I., Boyd, M., Designing a neural network for forecasting financial and economic time series, *Neurocomputing*, 10, 215-236, **1996**
- [60] Montgomery, D.C., The Use of Statistical Process Control and Design of Experiments in Product and Process Improvement, *IIE Transaction*, 24, 4-17, **1992**
- [61] Montgomery, D.C., *Introduction to Statistical Quality Control*, 6.Baskı, John Wiley & Sons Inc., **2009**
- [62] Harris, T.J., Ross, H.W., Statistical Process Control Procedures for Correlated Observation, *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 69, 48-57, **1991**

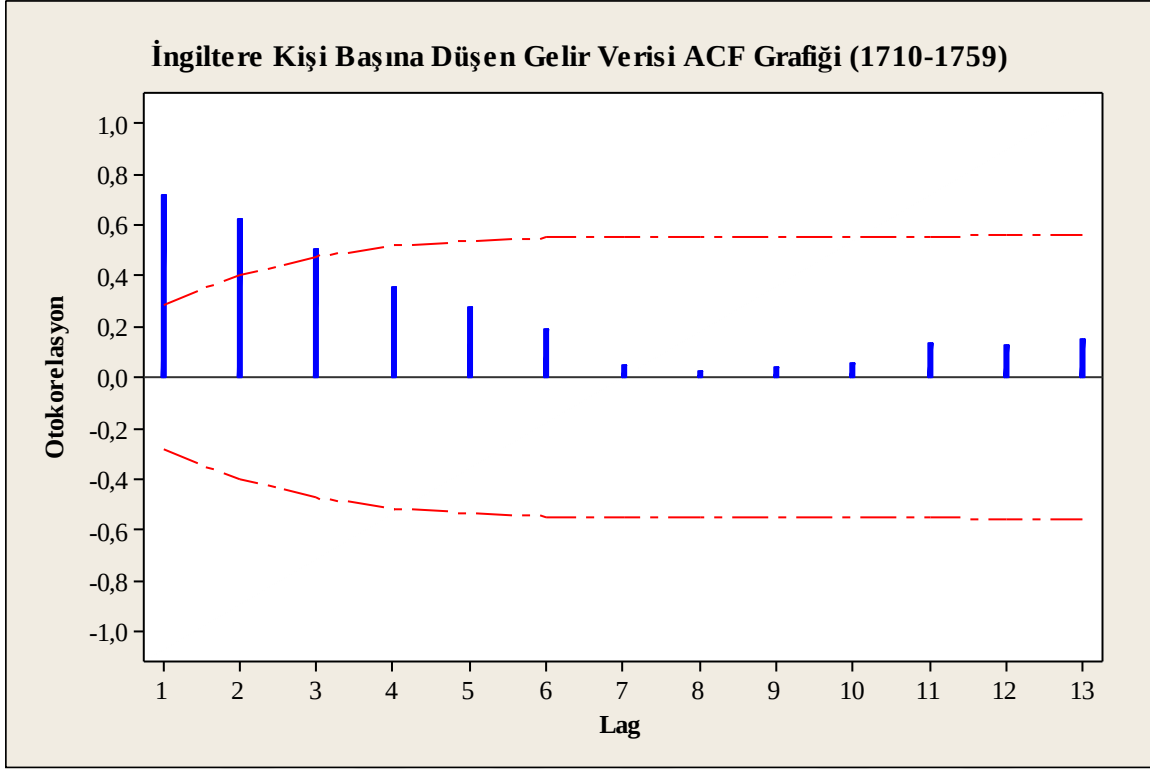
- [63] Runger, G.C., Willemain, T.R., Prabhu, S., Average Run Lengths for CUSUM Control Charts Applied to Residuals, *Communications in Statistics – Theory and Methods*, 24, 273-282, **1995**
- [64] Page, E.S., Continuous Inspection Schemes, *Biometrika*, 41, 100-115, **1954**
- [65] Page, E.S., Cumulative Sum Charts, *Technometrics*, 3, 1-9, **1961**
- [66] Lucas, J.M., Crosier, R.B., Robust CUSUM: A Robustness Study for CUSUM Quality Control Schemes, *Communication in Statistics-Theory and Methods*, 11, 2669-2687, **1982**
- [67] Wardell, D.G., Moskowitz, H., Plante, R.D., Run-Length Distribution of Special-Cause Control Charts fo Correlated Processes, *Technometrics*, 36, 3-17, **1994**
- [68] Johnson, R.A., Bagshaw, M., The Effect of Serial Correlation on the Performance of CUSUM Tests, *Technometrics*, 16, 103-112, **1974**
- [69] Johnson, R.A., Bagshaw, M., The Effect of Serial Correlation on the Performance of CUSUM Tests II, *Technometrics*, 17, 73-80, **1975**
- [70] Blankers, M., Koete, M.J.W., Schippers, G.M., Missing Data Approaches in eHealth Research: Simulation Study and a Tutorial for Nonmathematically Inclined Researchers, *Journal of Medical Internet Research*, 12, e54, **2010**
- [71] Donders, A.R.T., Geert, J.M.G., Heijder, V.D., Stijnen, T., Moons, K.G.M., Review: A Gentle Introduction to Imputation of Missing Values, *Journal of Clinical Epidemiology*, 59, 1087-1091, **2006**
- [72] Heijder, D.F., Annotation: What Can Be Done About Missing Data? Approaches to Imputation, *American Journal of Public Health*, 87, 548-550, **1997**
- [73] White, I.R., Carlin, J.B., Bias and Efficiency of Multiple Imputation Compared with Complete-Case Analysis for Missing Covariate Values, *Statistics in Medicine*, 29, 2920-2931, **2010**
- [74] Allison P.D., *Missing Data*, 1. Bask1, Sage University Papers Series on Quantitative Application in the Social Sciences, **2002**

- [75] Marshall,A., Altman, D.G., Holder, R.L.,Comparison of Imputation Methods for Handling Missing Covariate Data When Fitting a Cox Proportional Hazards Model: Resampling Study, BioMed Central Medical Research Methodology, 10, 112, **2010**
- [76] Graham, J.W., Missing Data Analysis: Making It Work in the Real World, Annual Rev. Psychology., 60, 549-576, **2009**
- [77] Heijder, V.D., Donders, A.R.T., Stijnen, T., Moons, K.G.M., Imputation of Missing Value is Superior to Complete Case Analysis and the Missing-Indicator Method in Multivariable Diagnostic Research: A Clinical Example, Journal of Clinical Epidemiology, 59, 1102-1109, **2006**
- [78] Engels, J.M., Diehr, P., Imputation of Missing Longitudinal Data: A Comparison of Methods, Journal of Clinical Epidemiology, 56, 968-976, **2003**
- [79] Landerman, L.R., Land, K.C., Pieper C.F., An Empirical Evaluation of the Predictive Mean Matching Method for Imputing Missing Value, Sociological Methods & Research, 26, 3-33, **1991**
- [80] King, G., Honaker, J., Joseph, A., Scheve, K., Analyzing Incomplete Political Science Data: An Alternative Algorithm for Multiple Imputation, American Political Science Review, 95, 49-69, **2001**
- [81] Nakai, M., Simulation Study: Introduction of Imputation Methods for Missing Data in Longitudinal Analysis, Applied Mathematical Sciences, 5, 2807-2818, **2011**
- [82] Testik, M.C., Conditional and Marginal Performance of the Poisson CUSUM Control Chart with Parameter Estimation, International Journal of Production Research, 45, 5621-5638, **2007**
- [83] Samuel,T.R., Pignatiello Jr., J.J., Calvin, J.A., Identifying the Time of a Step Change with  $\bar{X}$  Control Charts, Quality Engineering, 10, 521-527, **1998**
- [84] Perry, M.B., Pignatiello Jr., J.J., Estimation of the Change Point of a Normal Process Mean with a Linear Trend Disturbance in SPC, Quality Technology & Quantitative Management, 3, 325-334, **2006**
- [85] Nishina, K., A Comparison of Control Charts from the Viewpoint of Change-Point Estimation, Quality and Reliability Engineering International, 8, 537-541, **1992**
- [86] Freeman, C., Louça, F., *Zaman Akıp Giderken Sanayi Devrimlerinden Bilgi Devrimine*, (çev:Binatlı, O.S.), 1.Baskı, İthaki Yayınları, **2013**

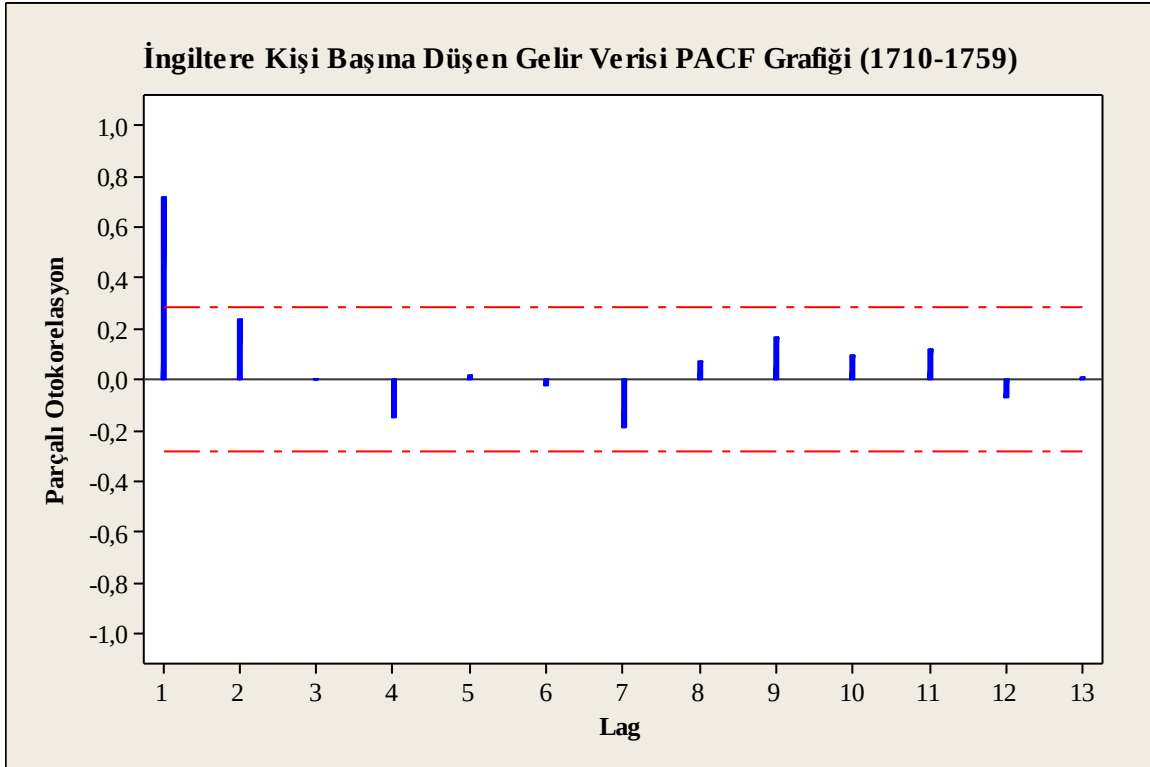
- [87] Strauss E., Sir William Petty, British Medical Journal, 1, 30-32, **1975**
- [88] Coyle D., *GDP: A Brief But Affectionate History*, 1.Baskı, Princeton University Press, **2013**
- [89] Carson, C.S., The History of The United States National Income and Product Accounts: The Development of an Analytical Tool, Review of Income and Wealth 21, 153–181, **1975**
- [90] England, R.W., Measurement of Social Well-Being: Alternative to Gross Domestic Product, Ecological Economics, 25, 89-103, **1998**
- [91] Galbraith, J.K., *Büyük Kriz 1929*, (çev: Akbaş, E., A.), 1.Baskı, Pegasus Yayınları, **2009**

## EKLER

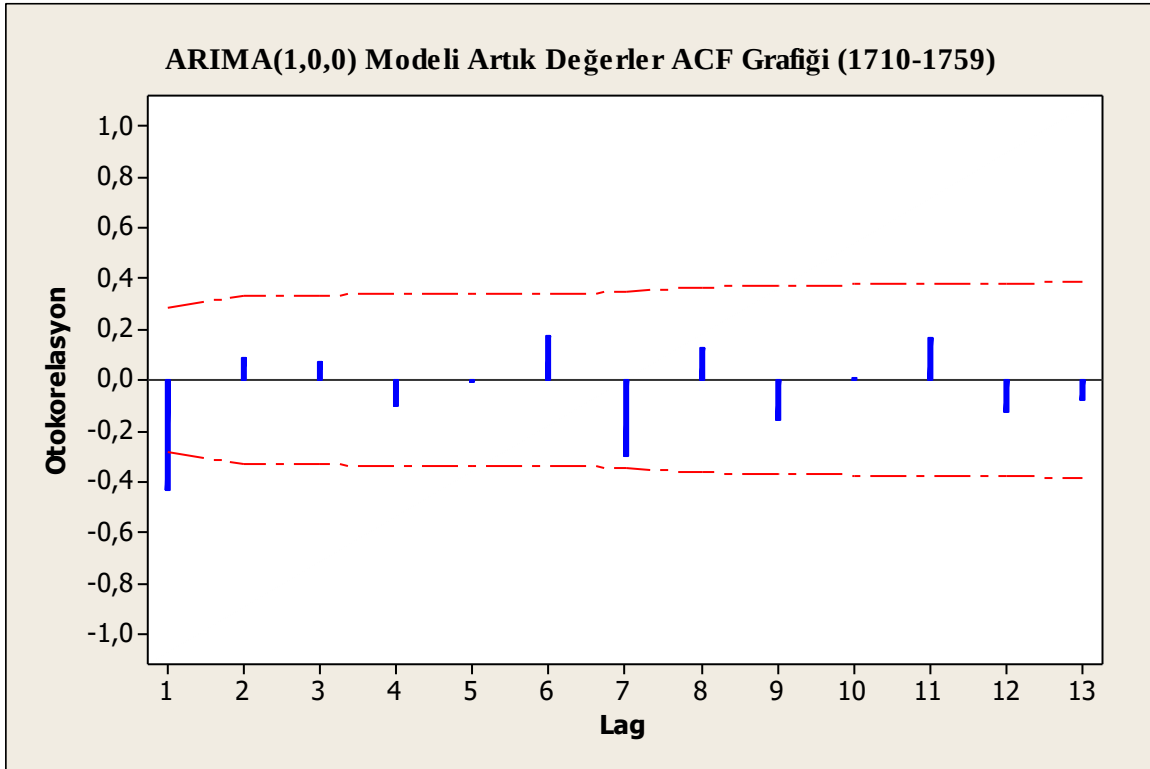
**EK-1: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1710-1759)**



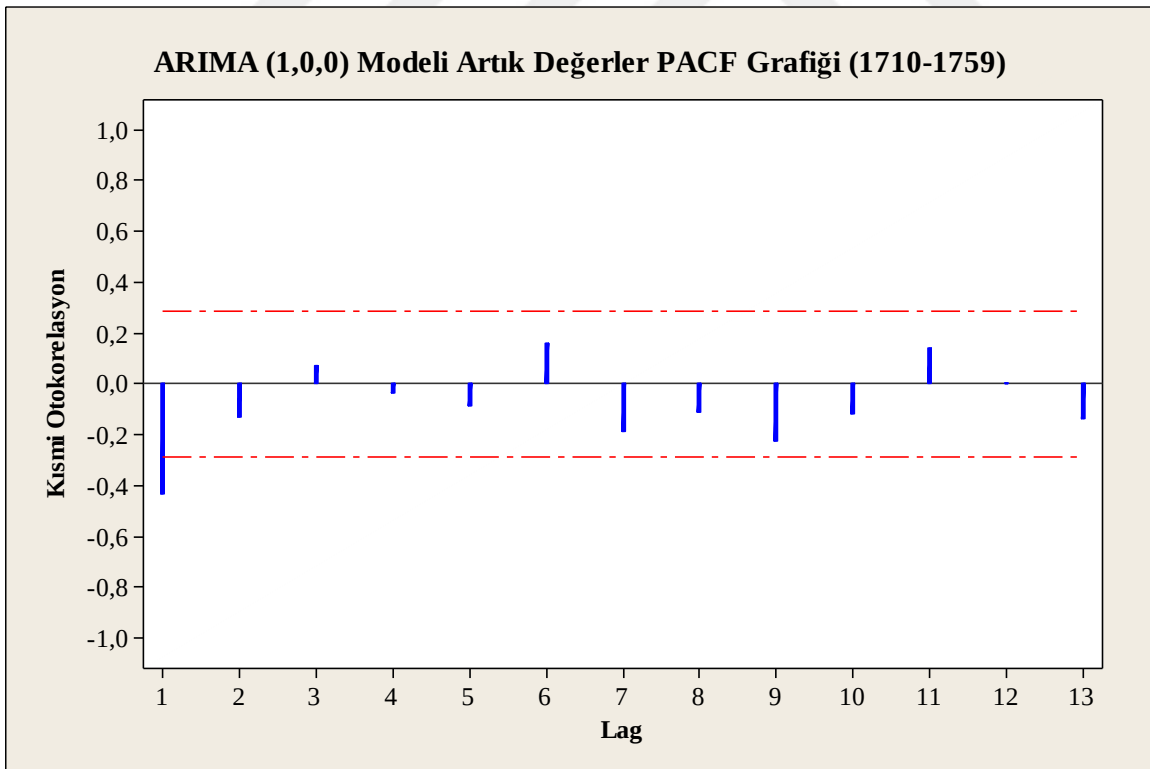
**EK-2: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1710-1759)**



**EK-3: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1710-1759)**

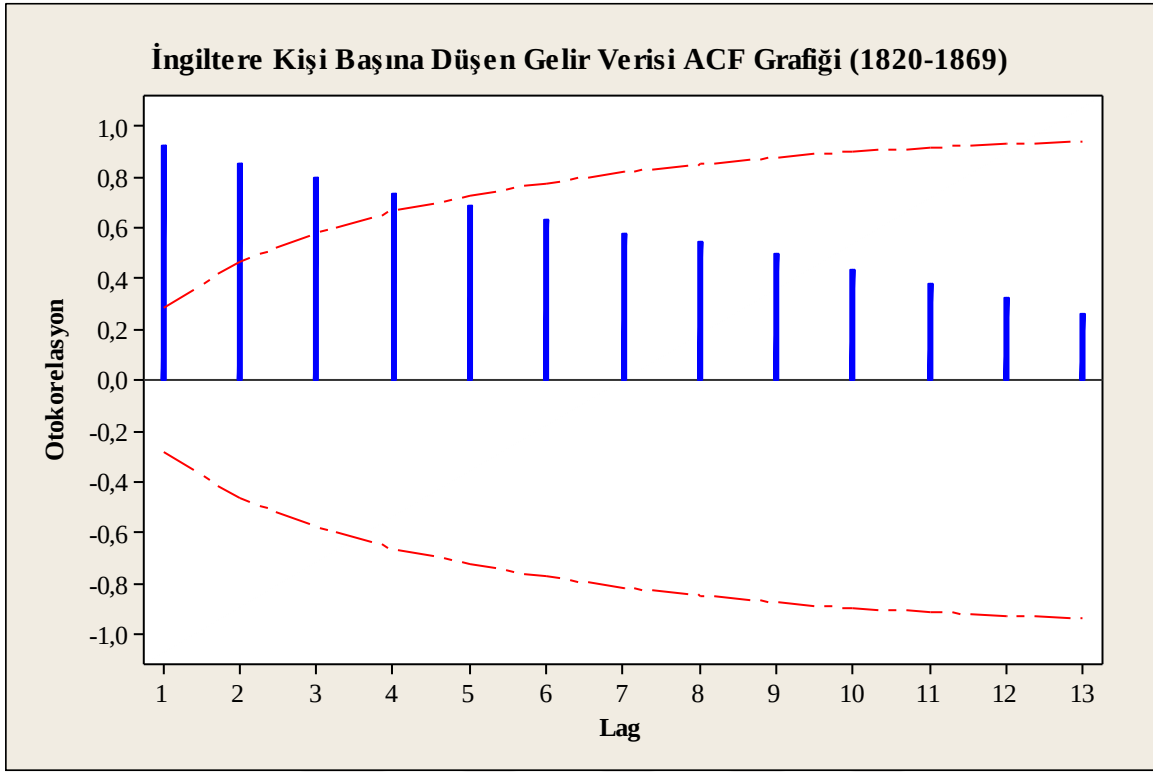


**EK-4: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1710-1759)**

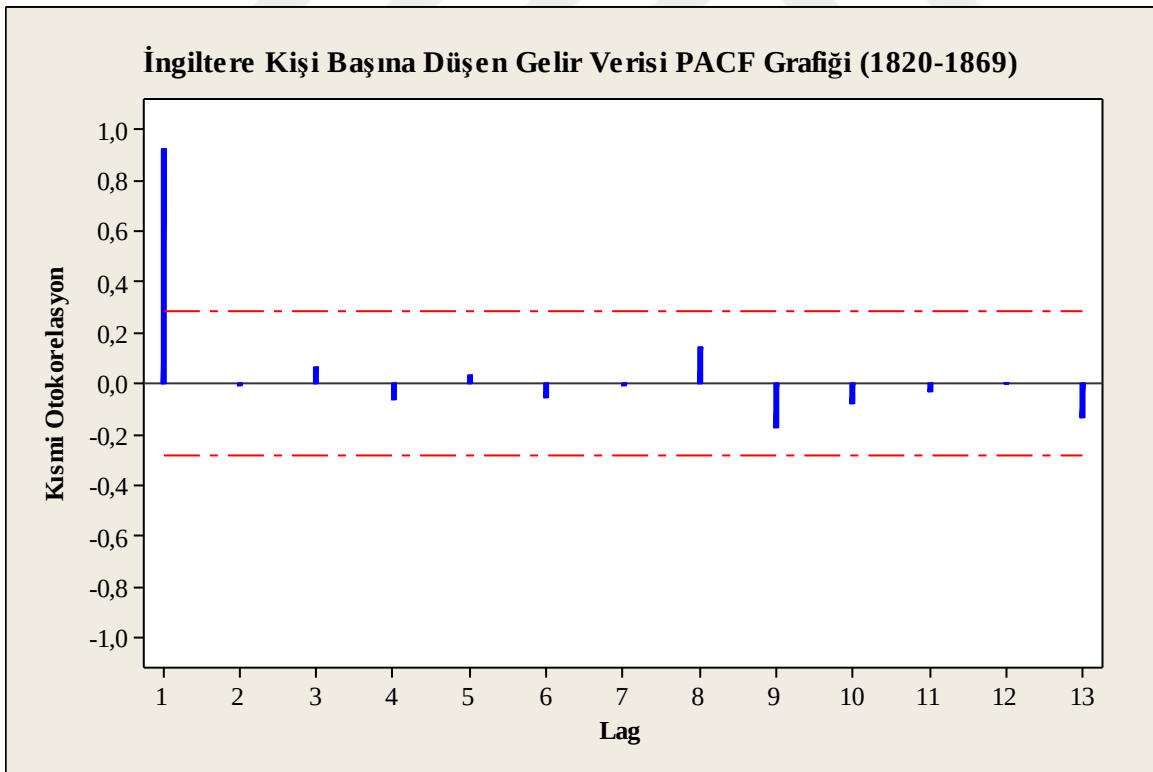




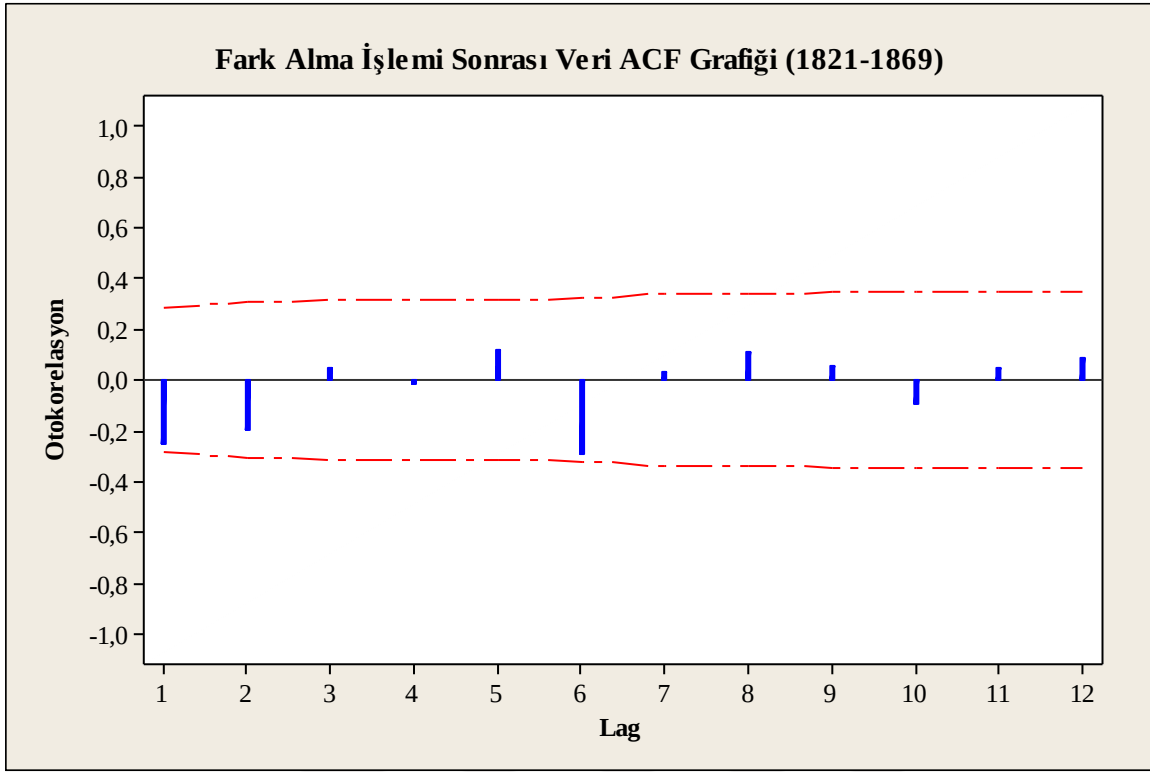
**EK-5: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1820-1869)**



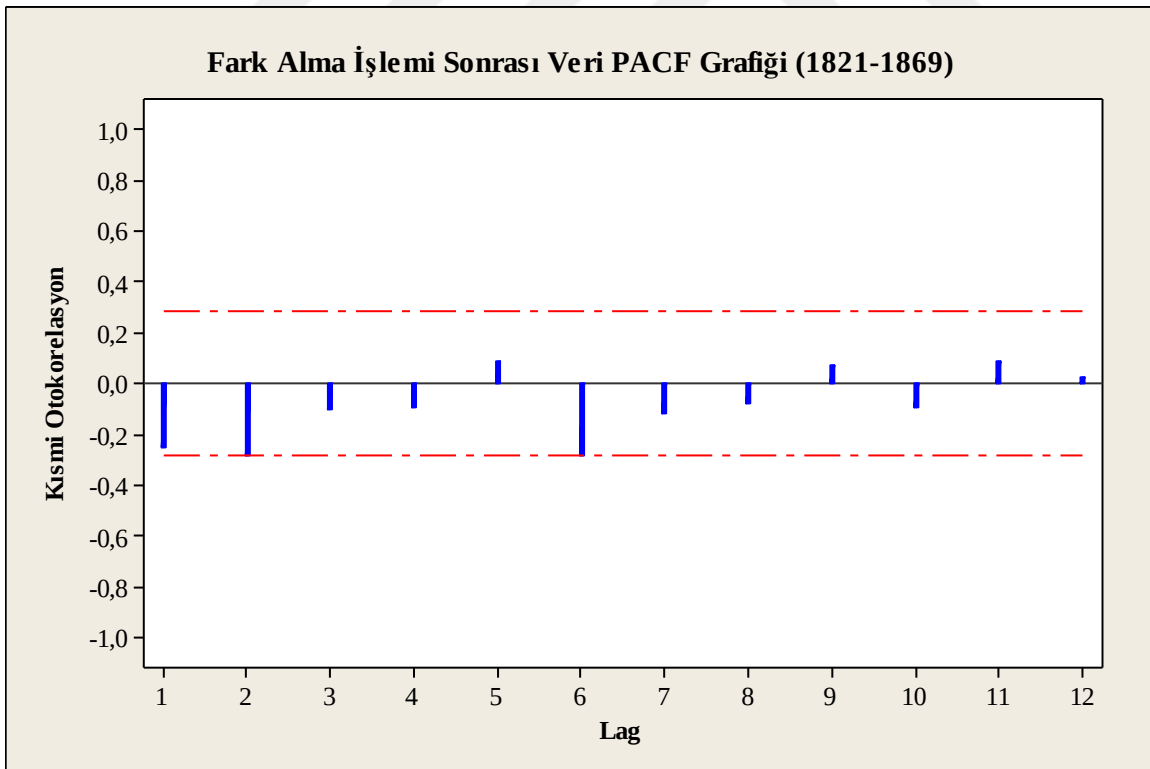
**EK-6: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1820-1869)**



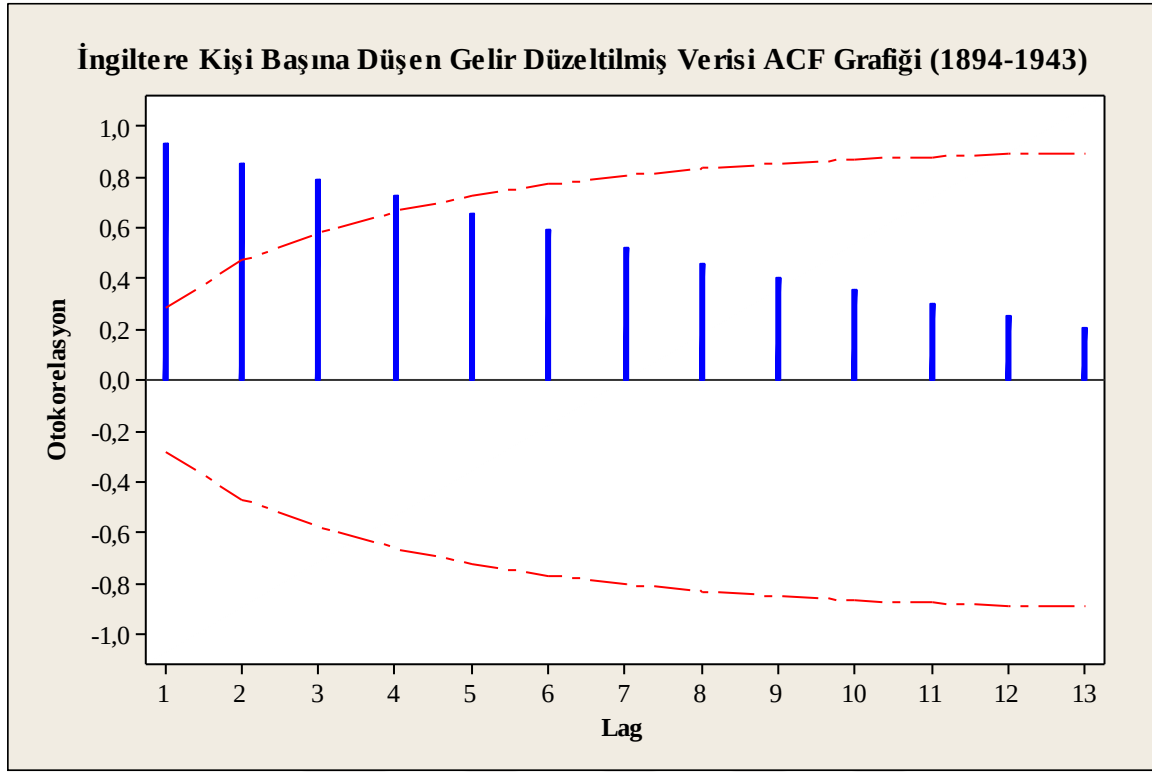
**EK-7: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1821-1869)**



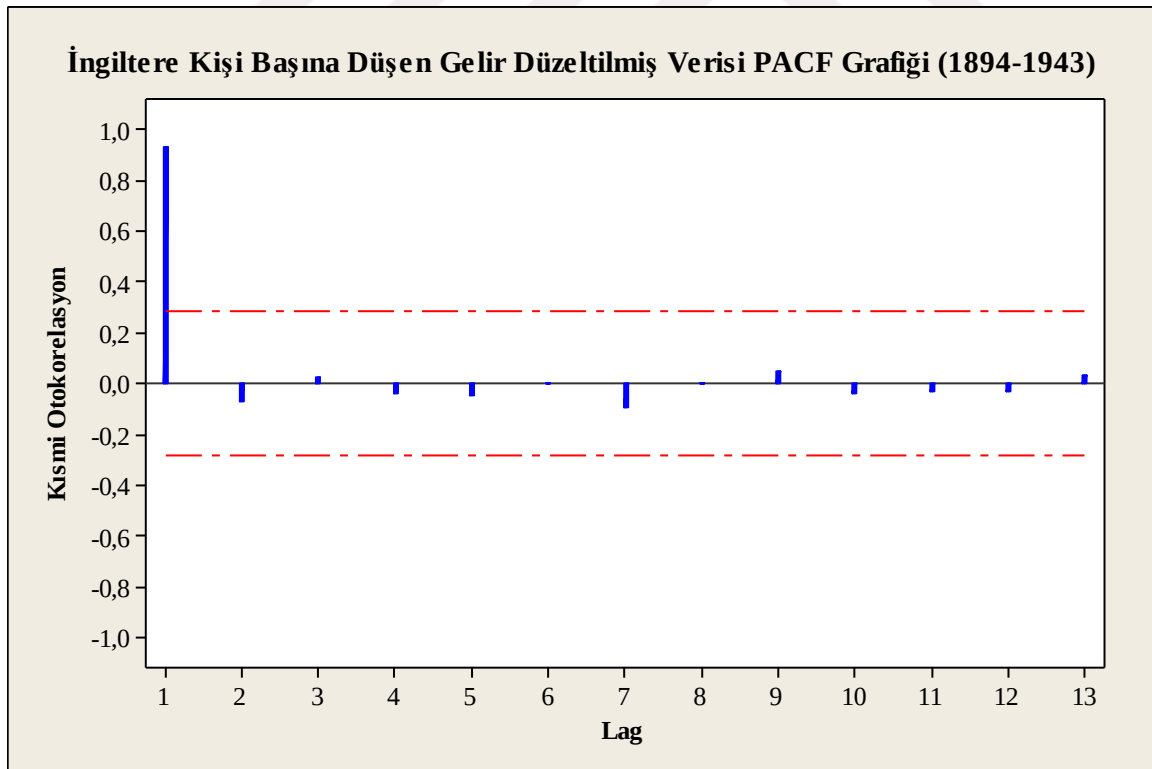
**EK-8: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1821-1869)**



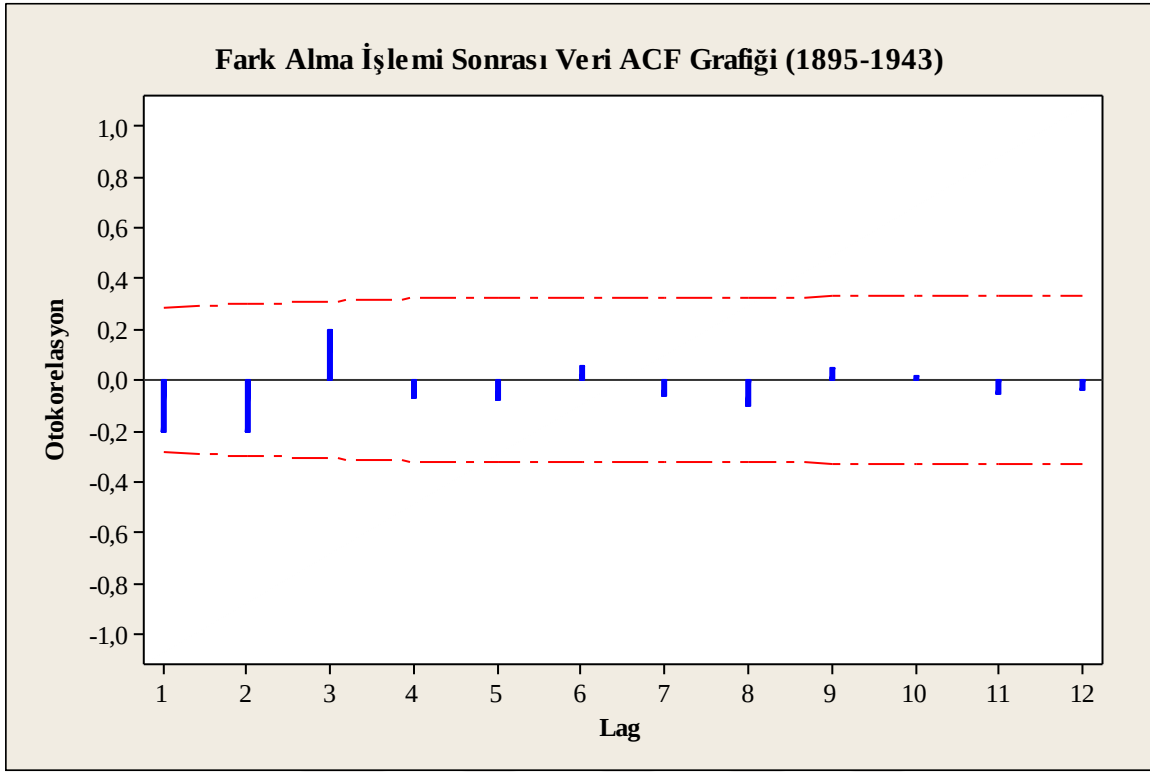
**EK-9: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ACF Grafiği (1894-1943)**



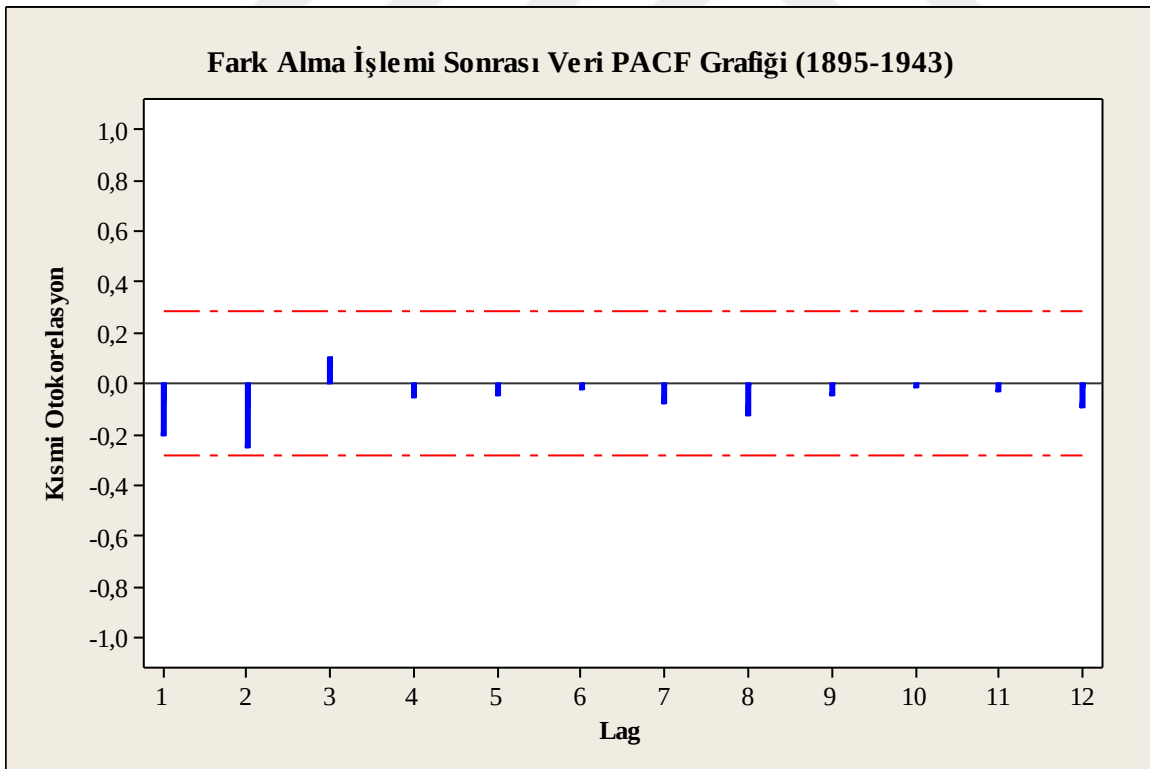
**EK-10: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi PACF Grafiği (1894-1943)**



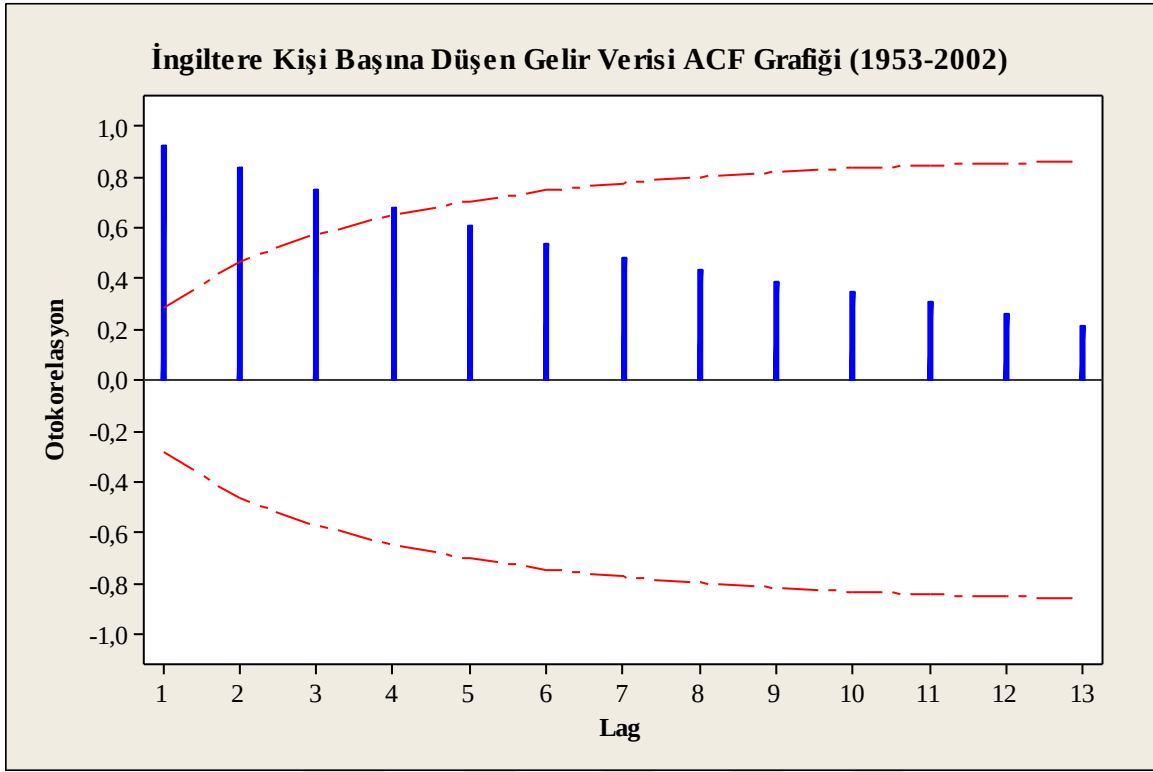
**EK-11: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1895-1943)**



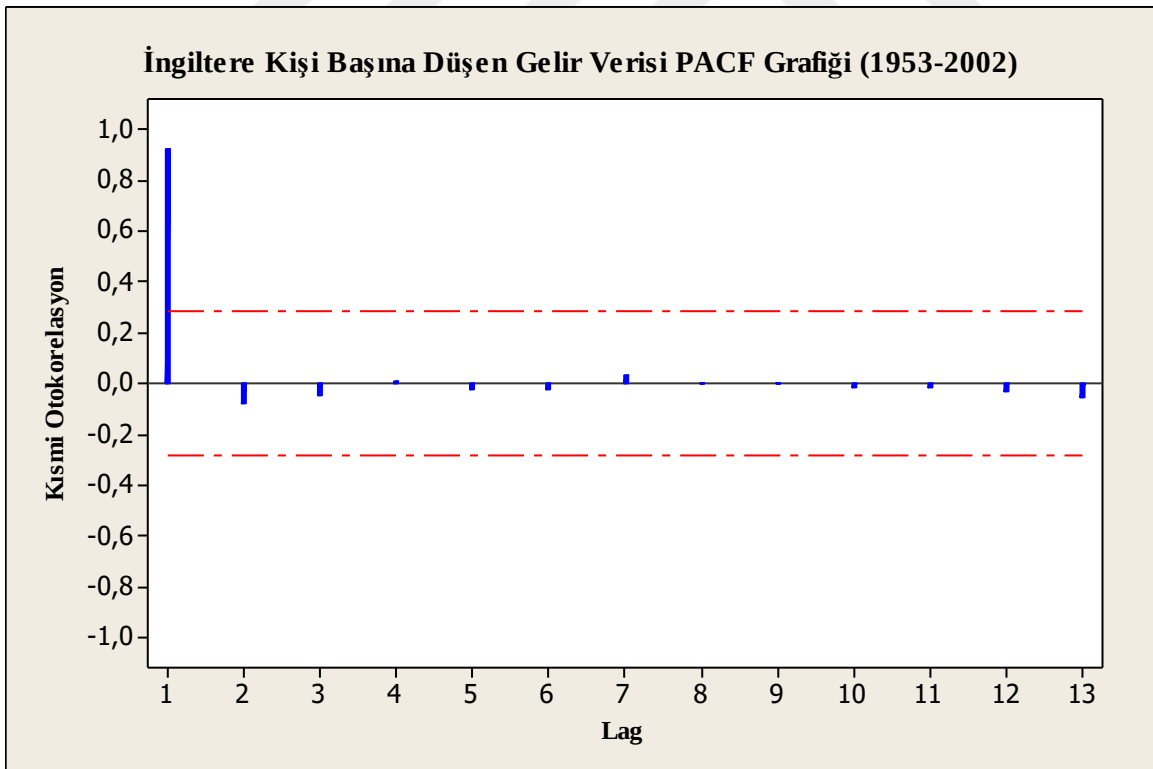
**EK-12: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1895-1943)**



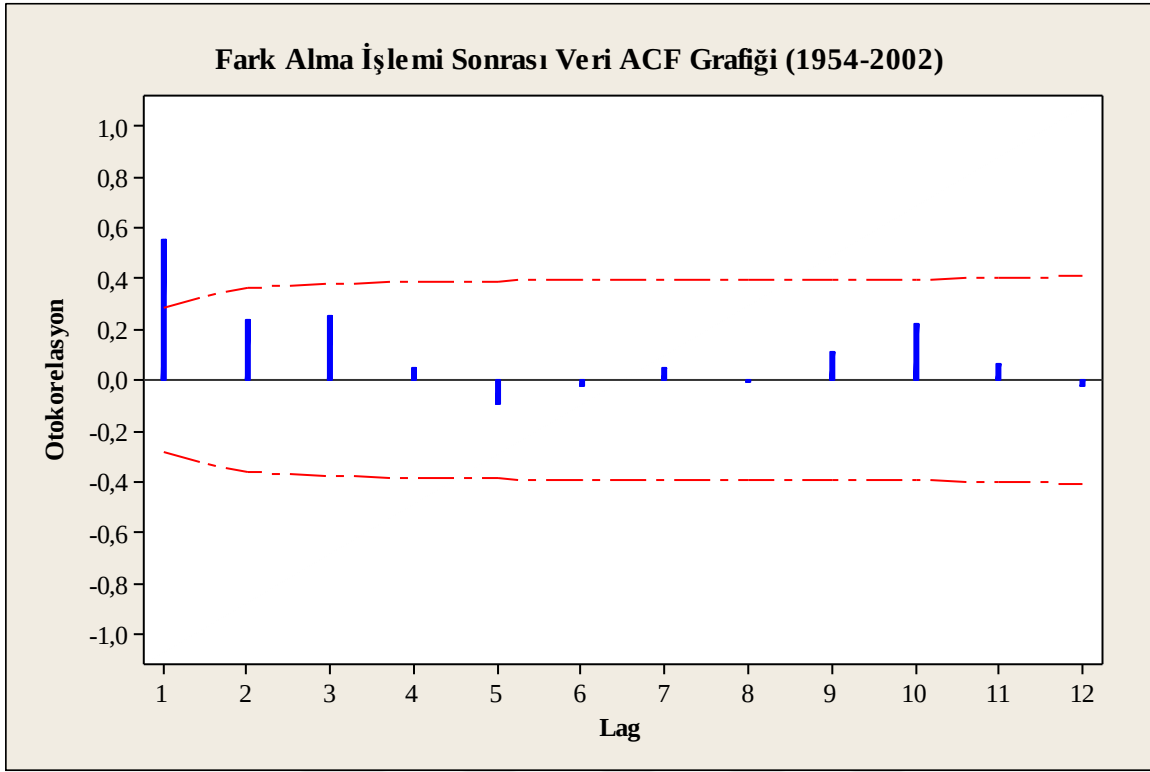
**EK-13: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1953-2002)**



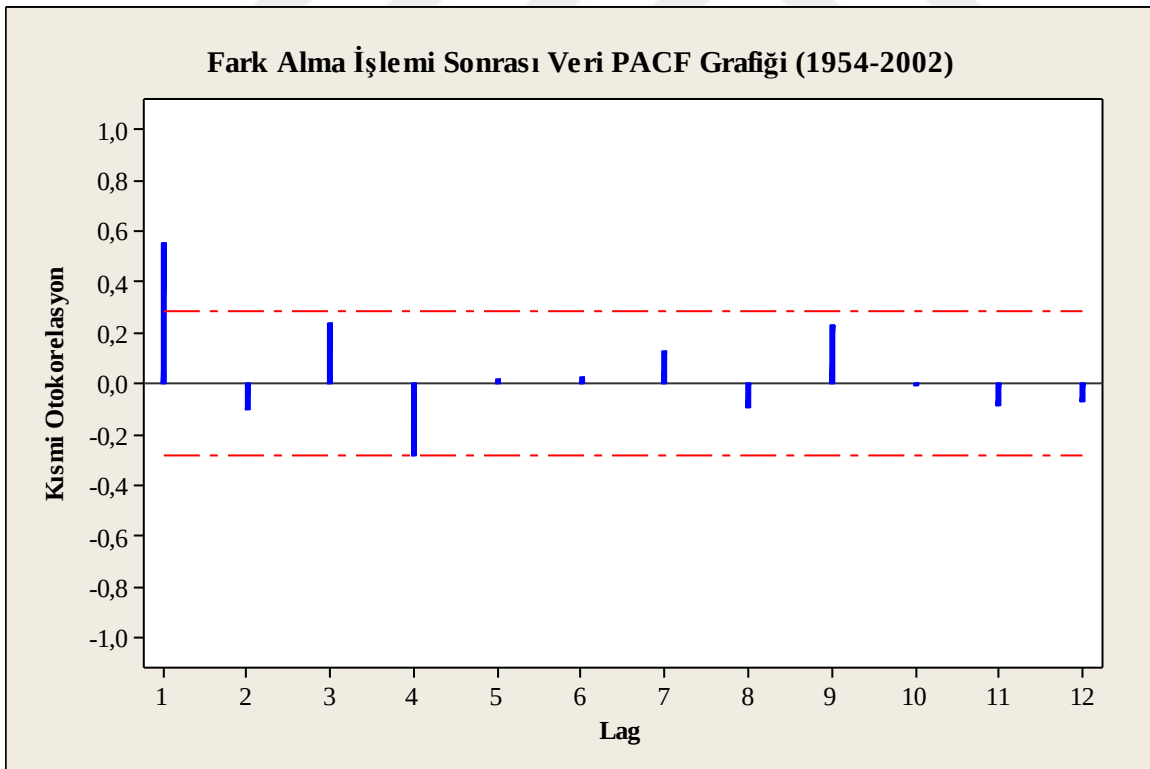
**EK-14: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1953-2002)**



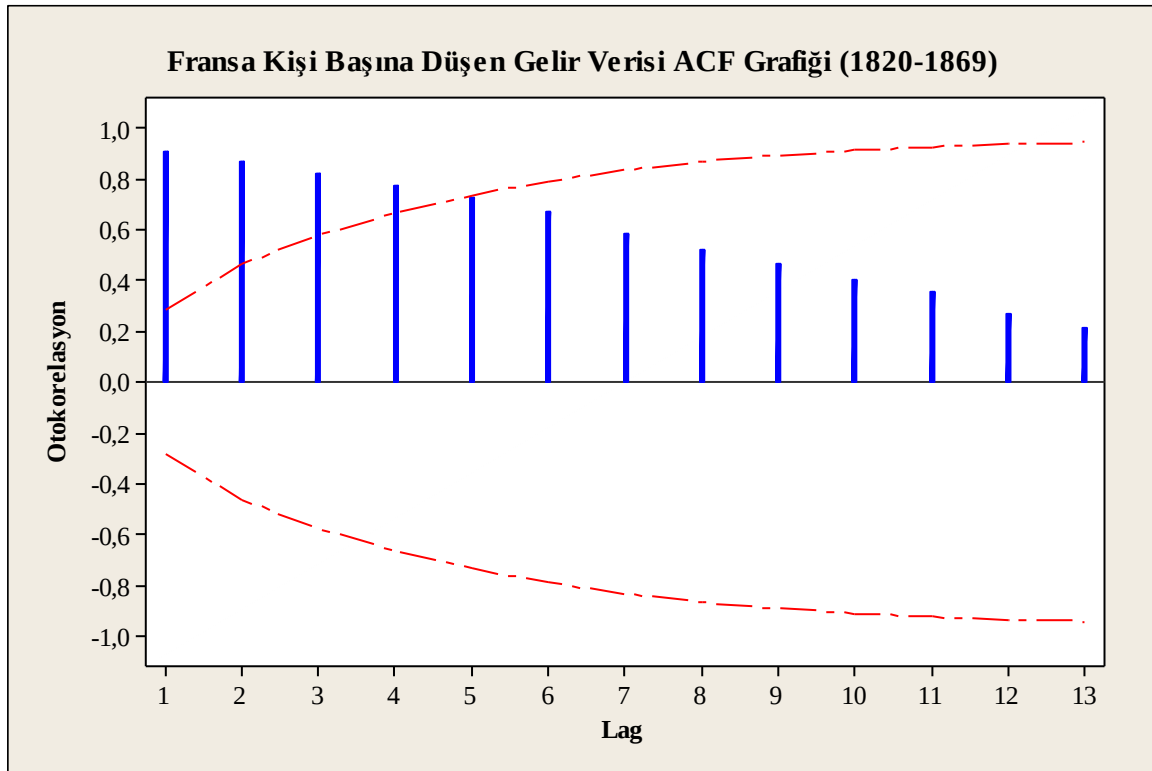
**EK-15: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1954-2002)**



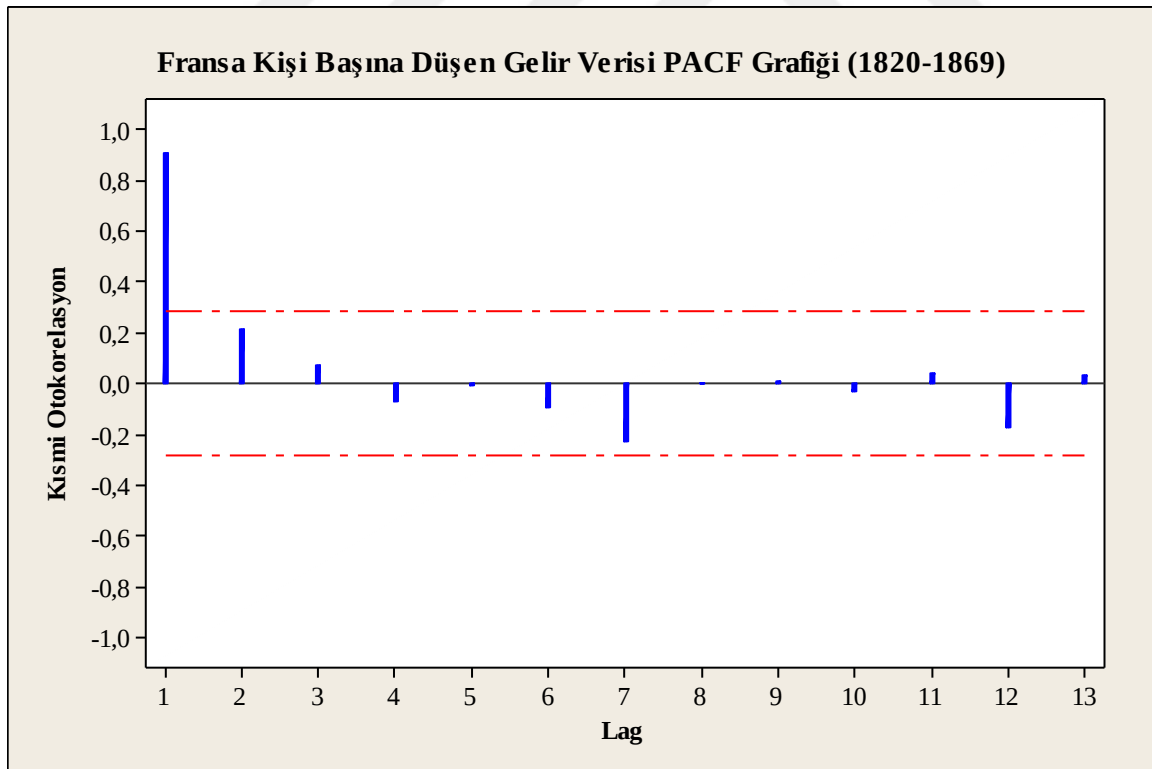
**EK-16: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1954-2002)**



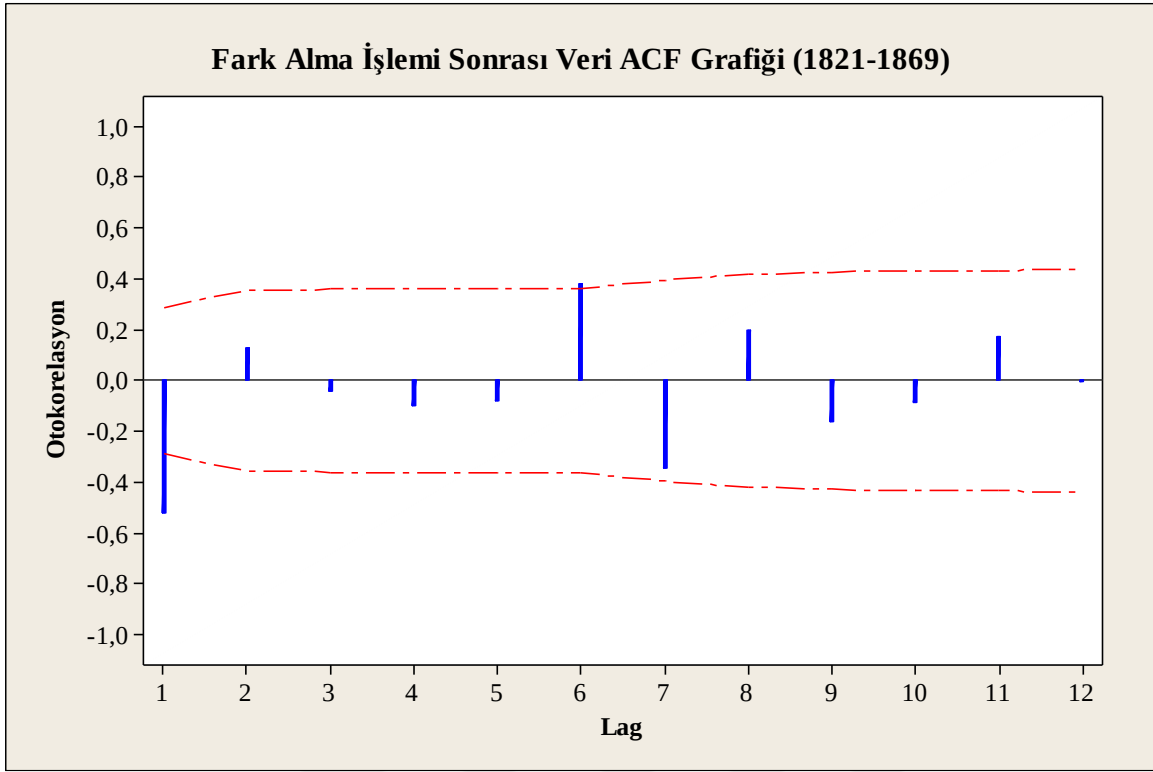
**EK-17: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1820-1869)**



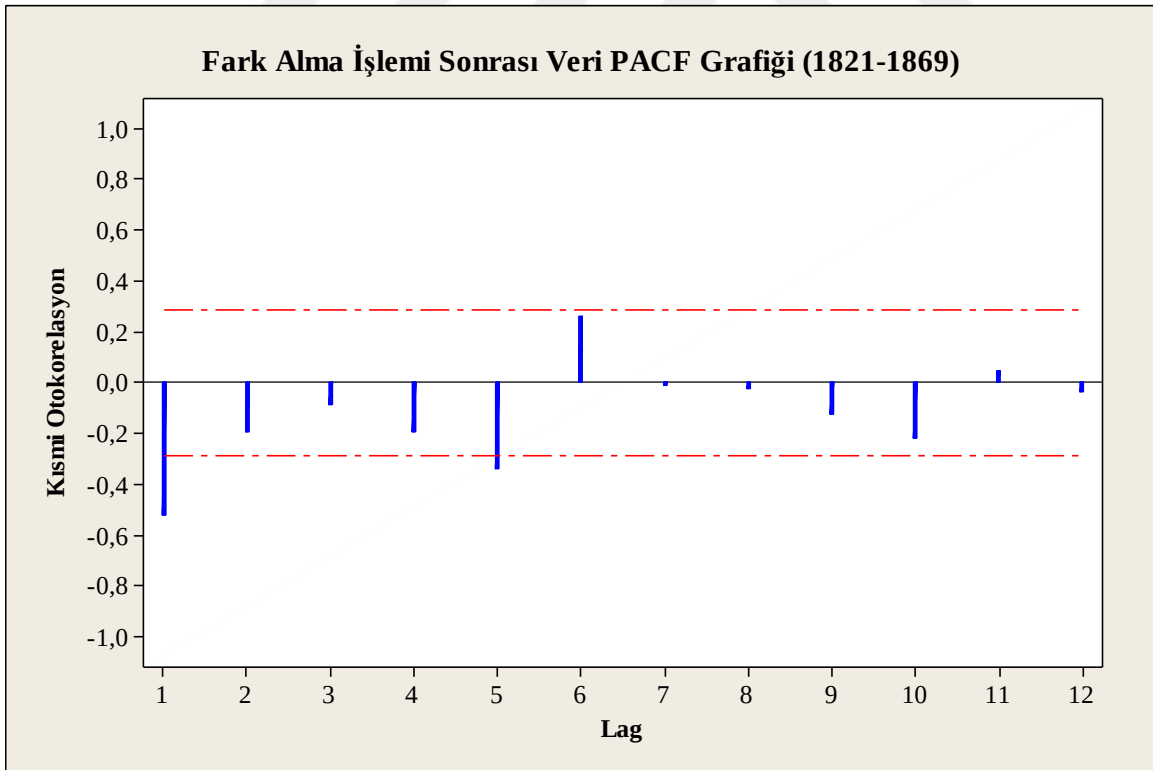
**EK-18: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1820-1869)**



**EK-19: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1821-1869)**

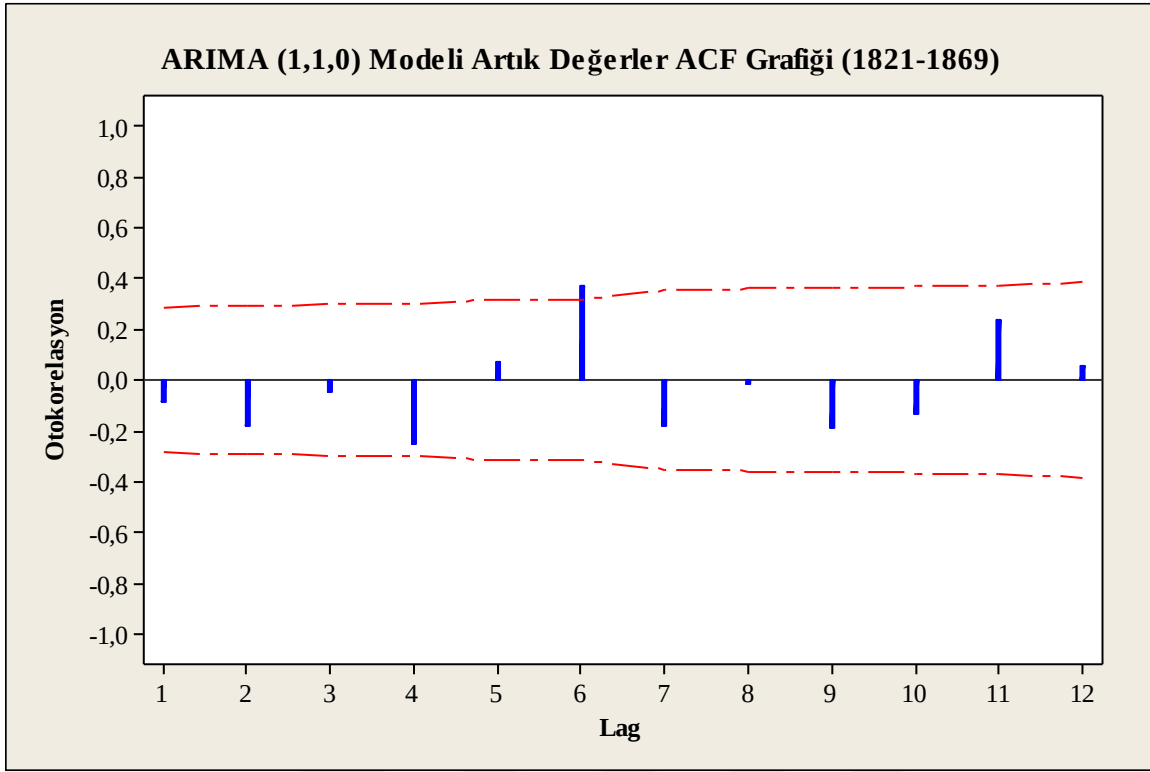


**EK-20: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1821-1869)**

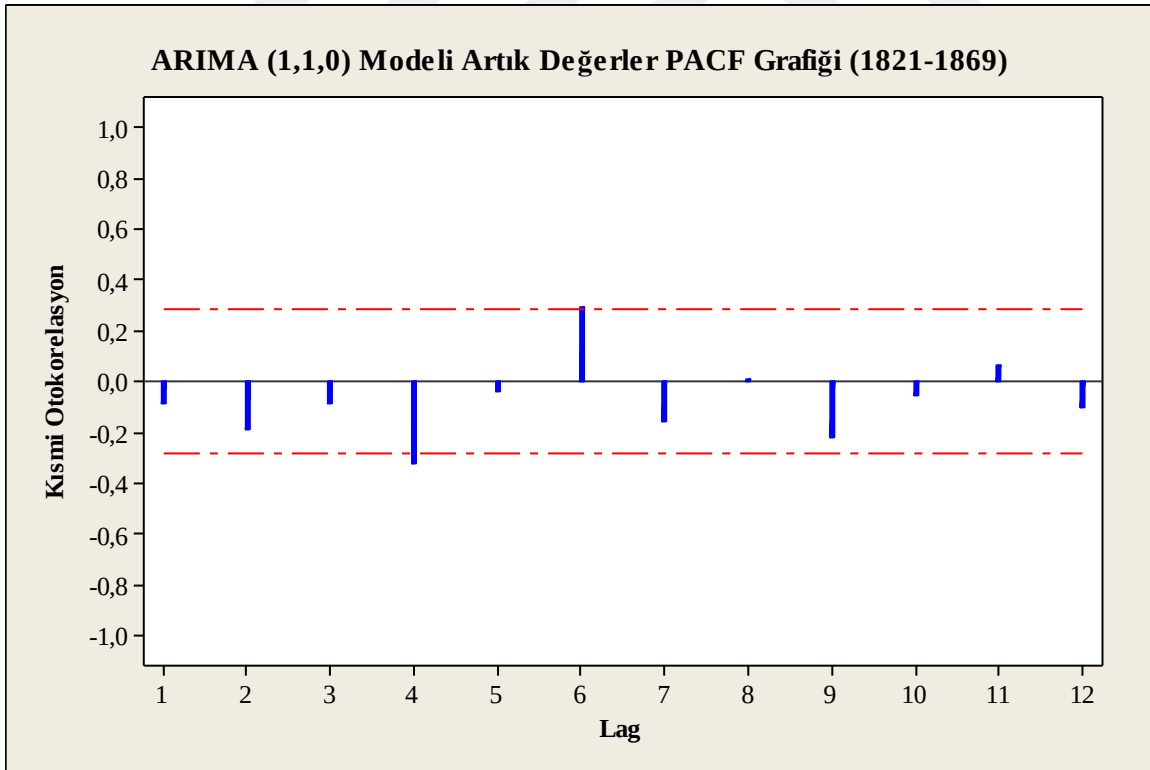




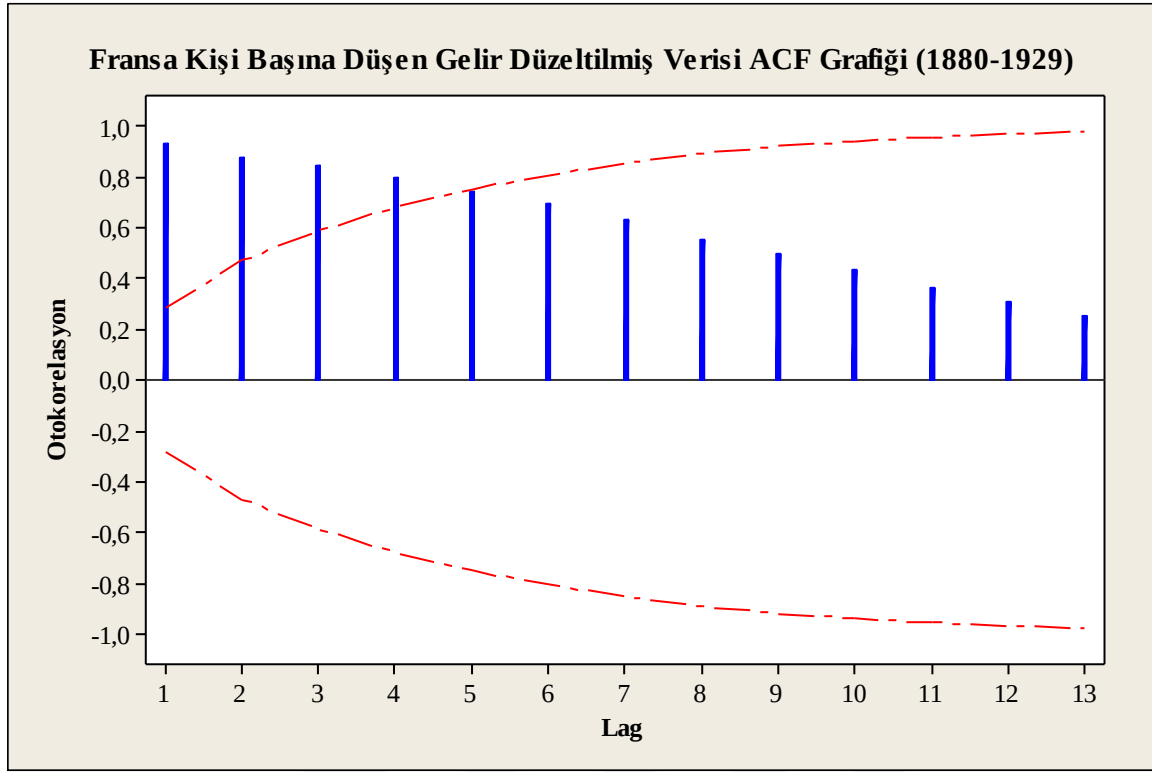
**EK-21: ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1821-1869)**



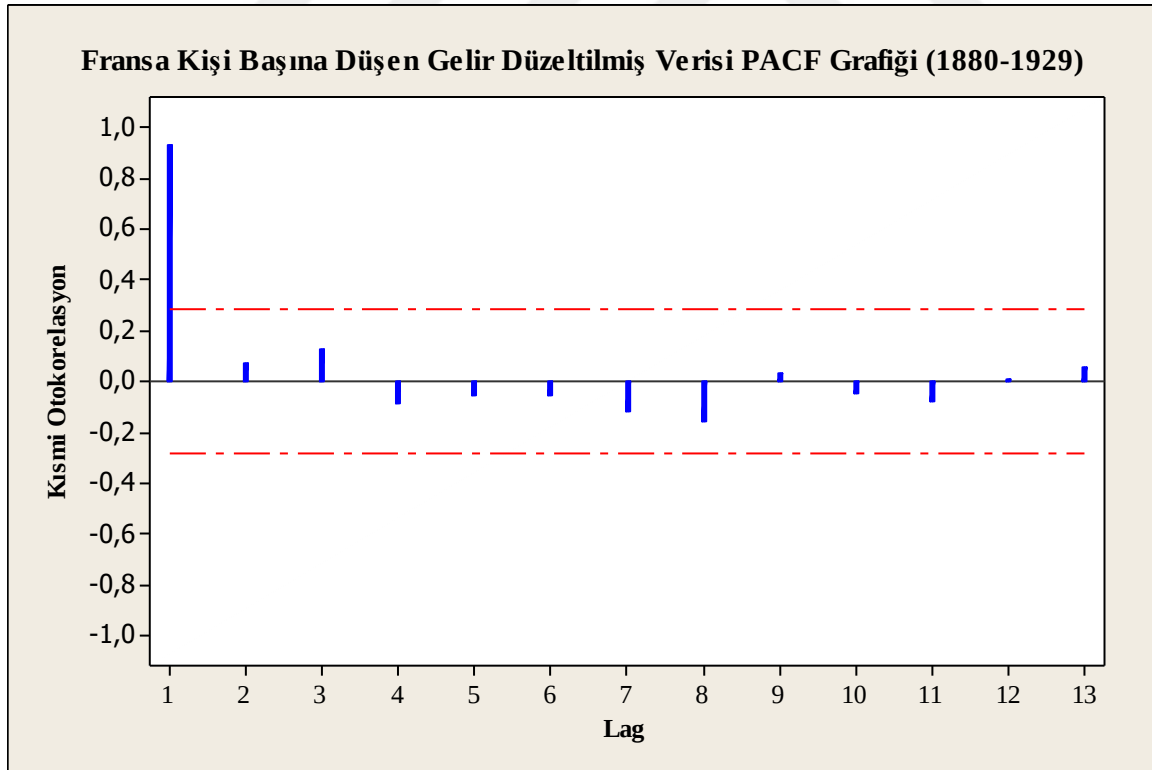
**EK-22: ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1821-1869)**



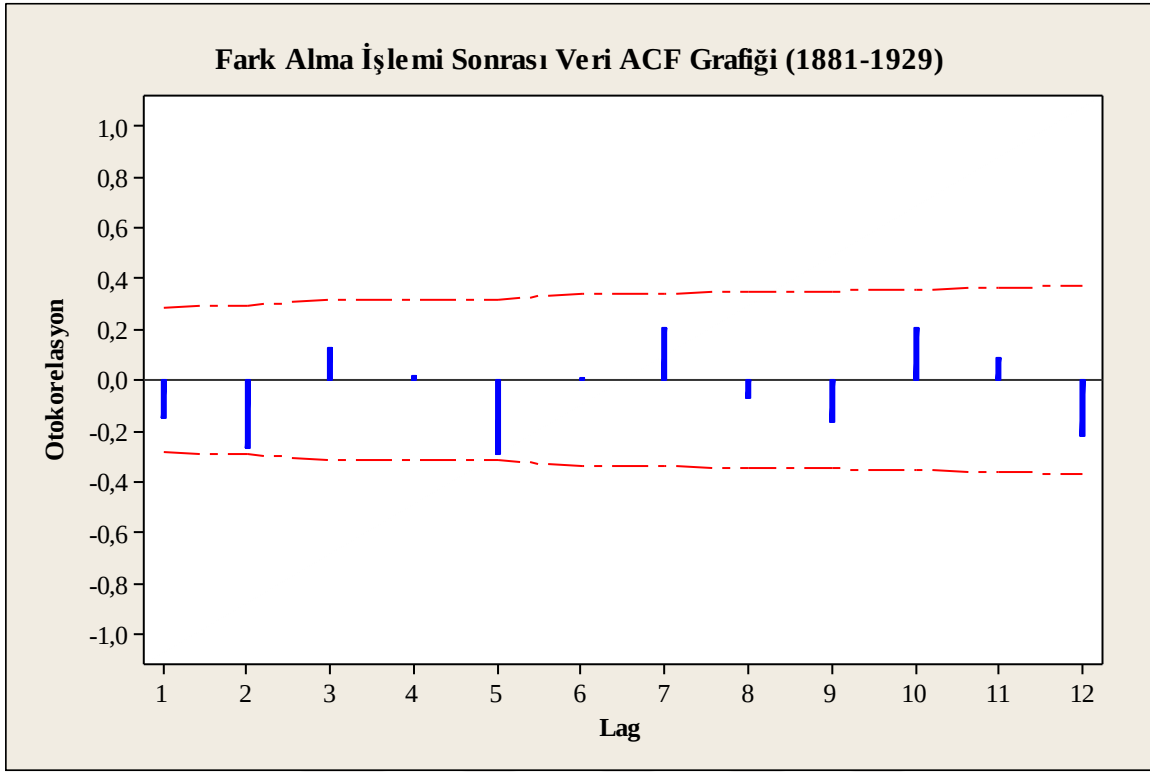
**EK-23: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ACF Grafiği (1880-1929)**



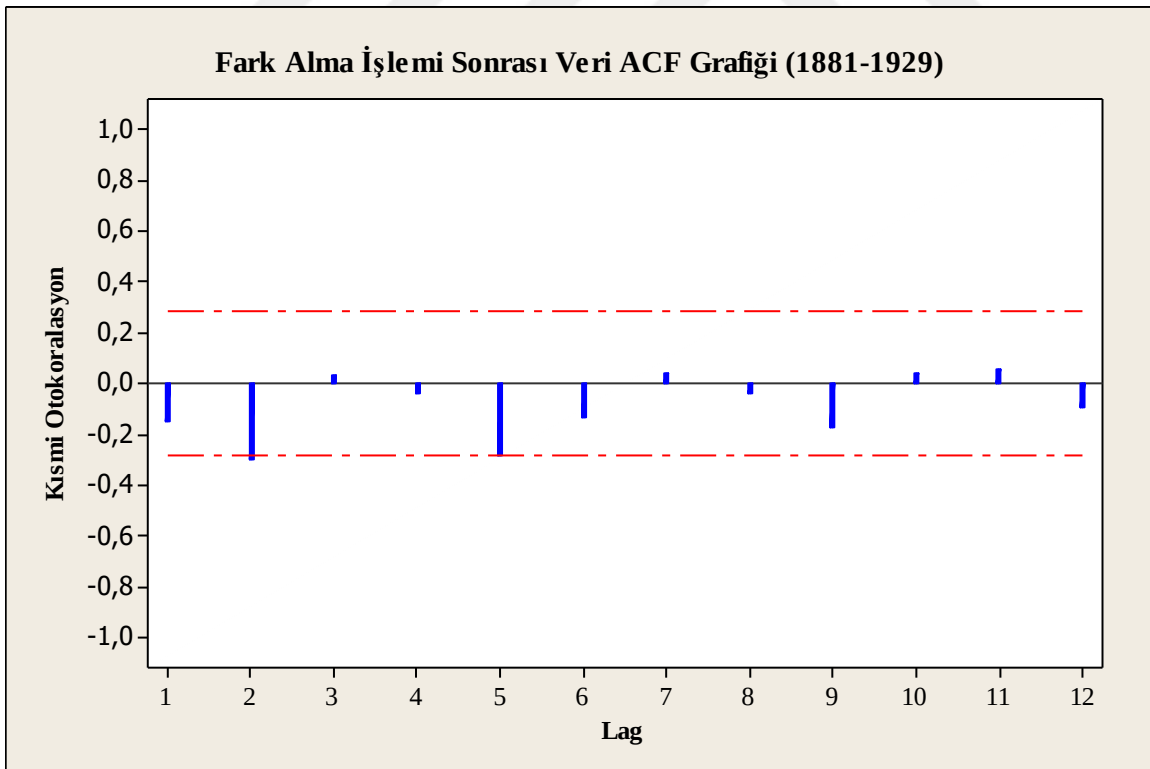
**EK-24: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi PACF Grafiği (1880-1929)**



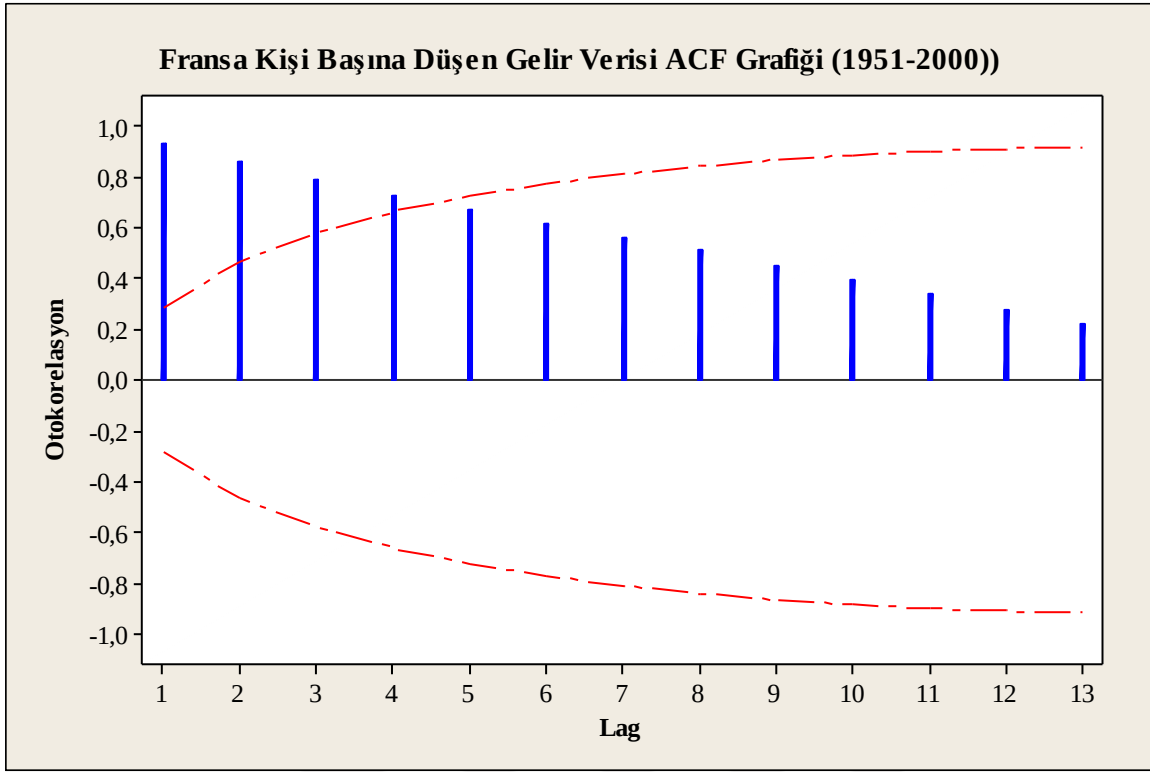
**EK-25: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1881-1929)**



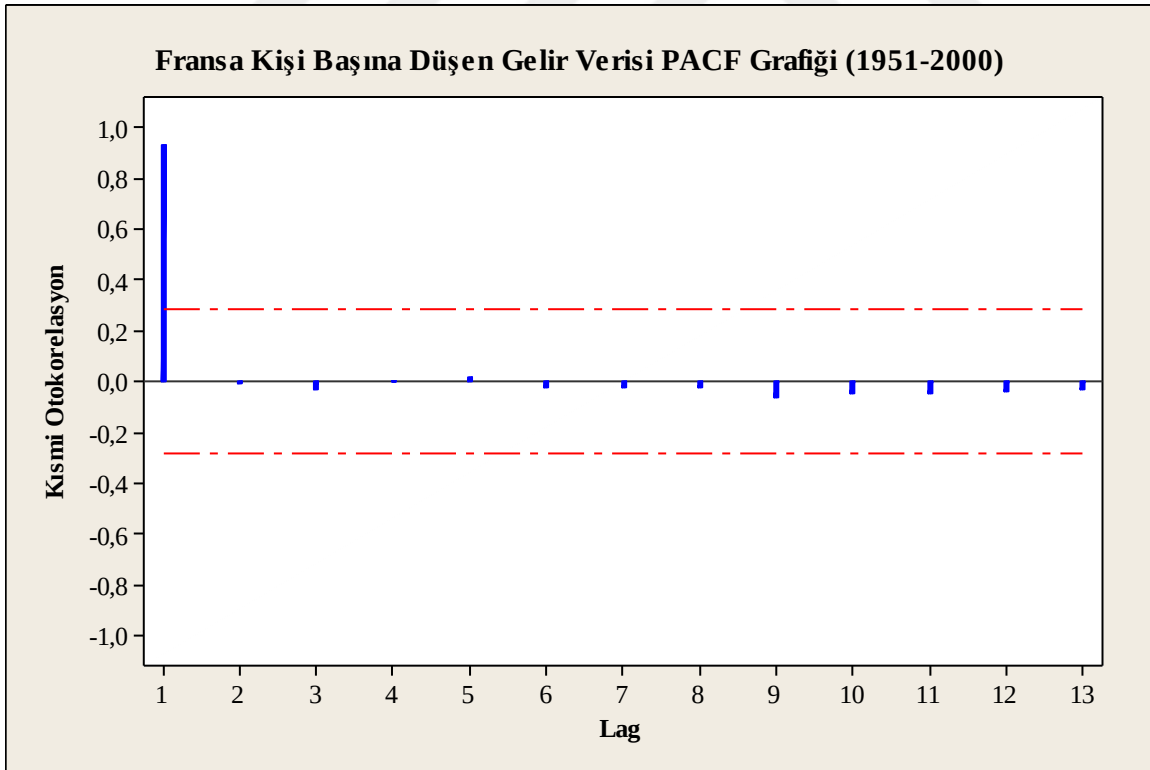
**EK-26: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1881-1929)**



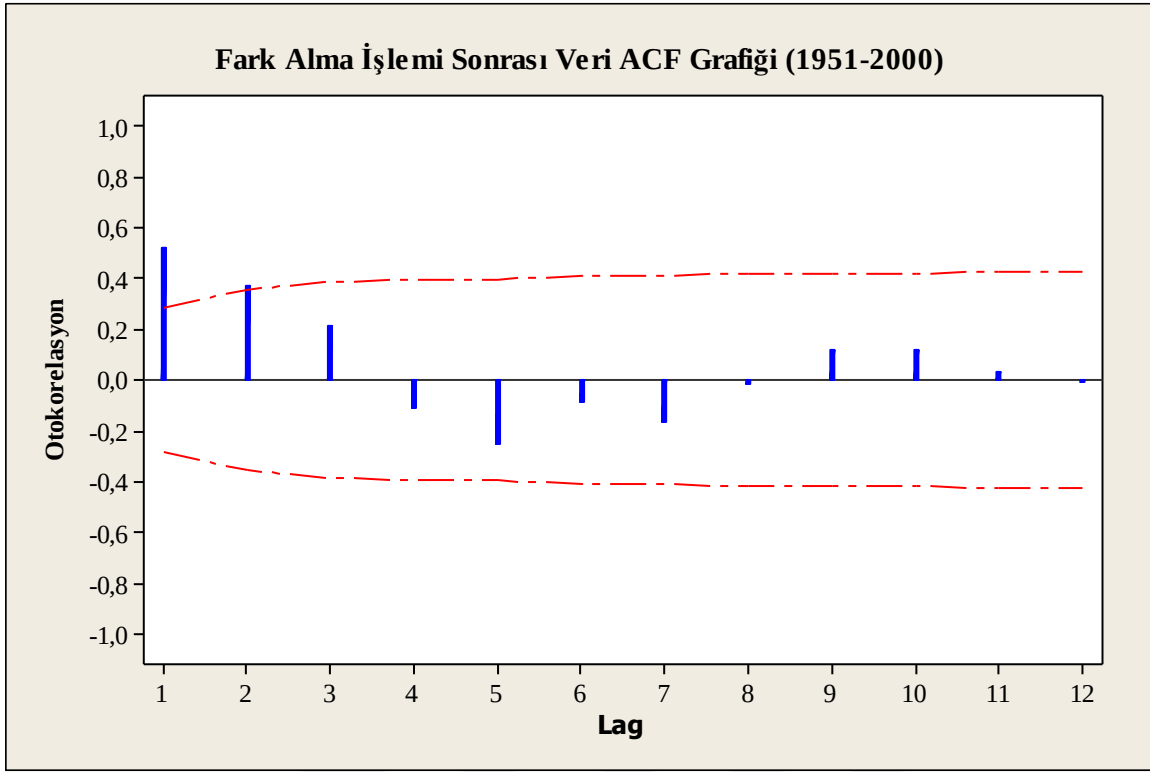
**EK-27: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1951-2000)**



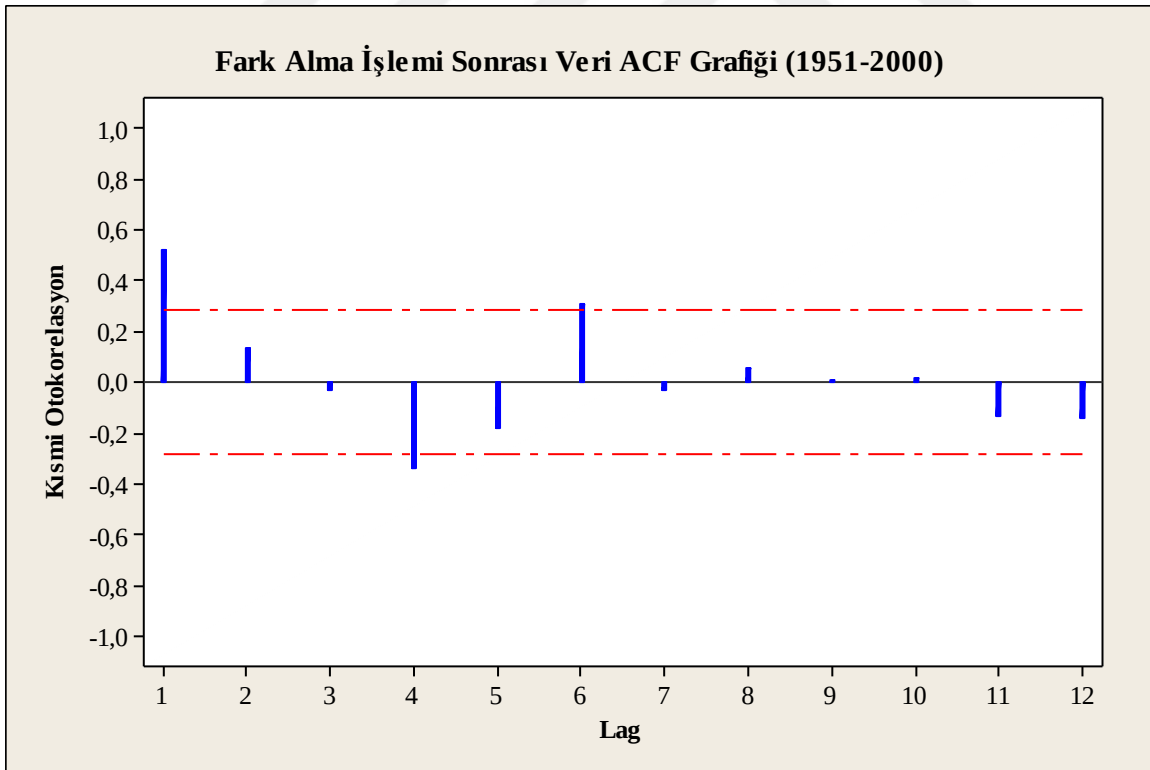
**EK-28: Fransa Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1951-2000)**



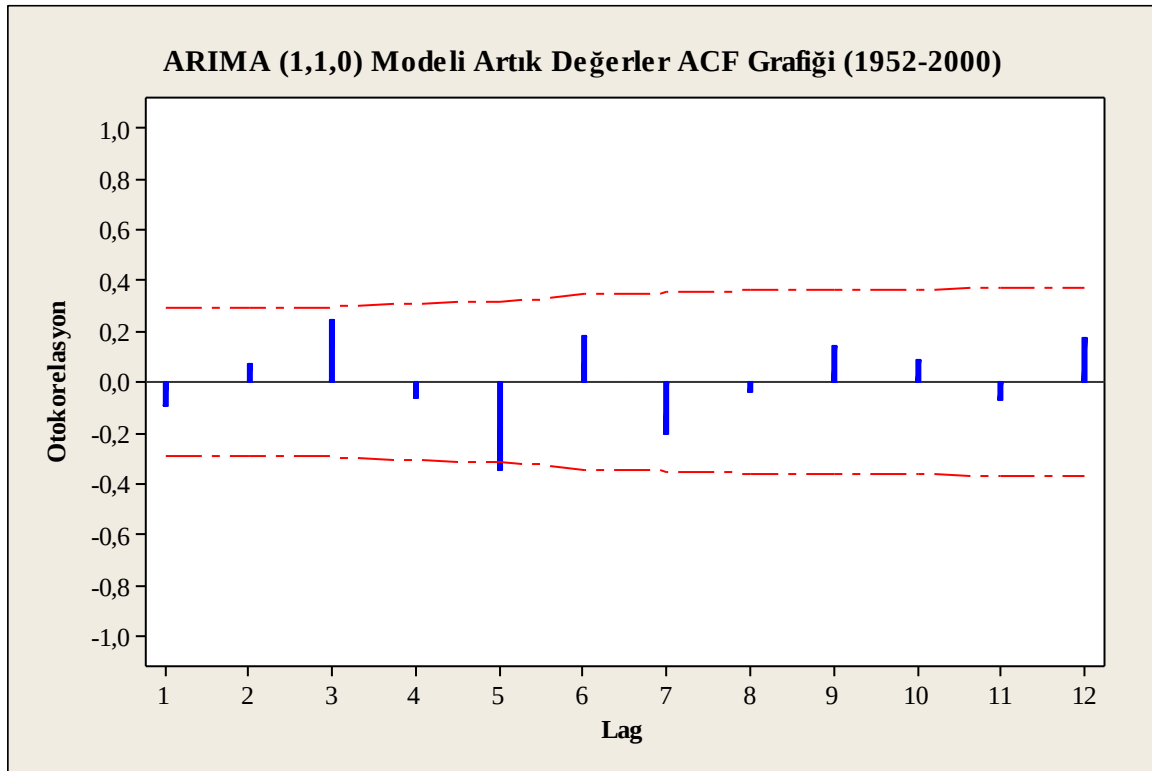
**EK-29: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1951-2000)**



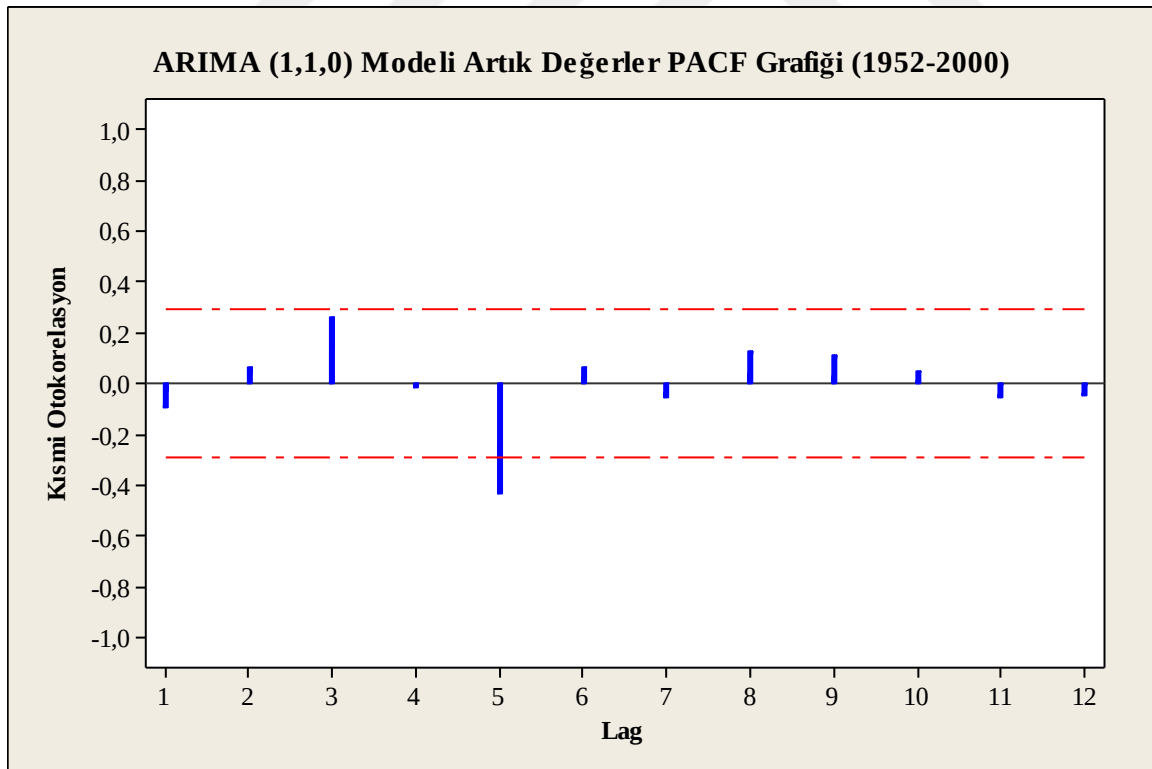
**EK-30: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1951-2000)**



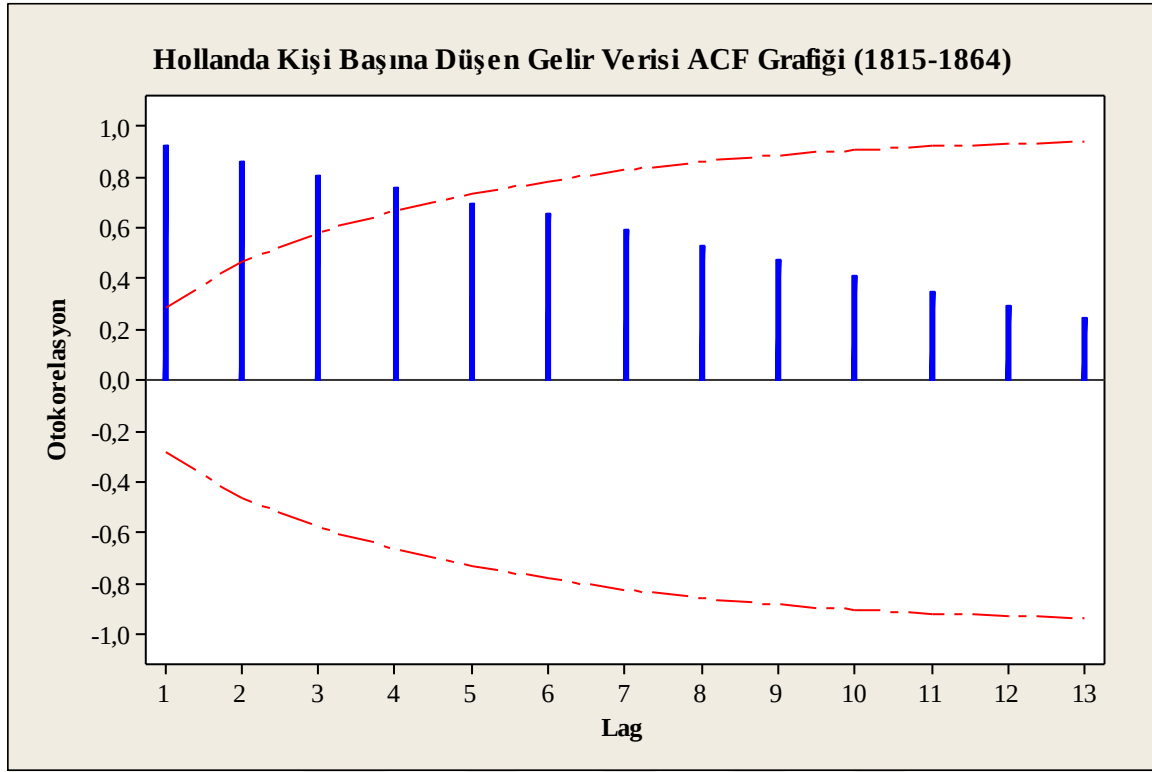
**EK-31: ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1952-2000)**



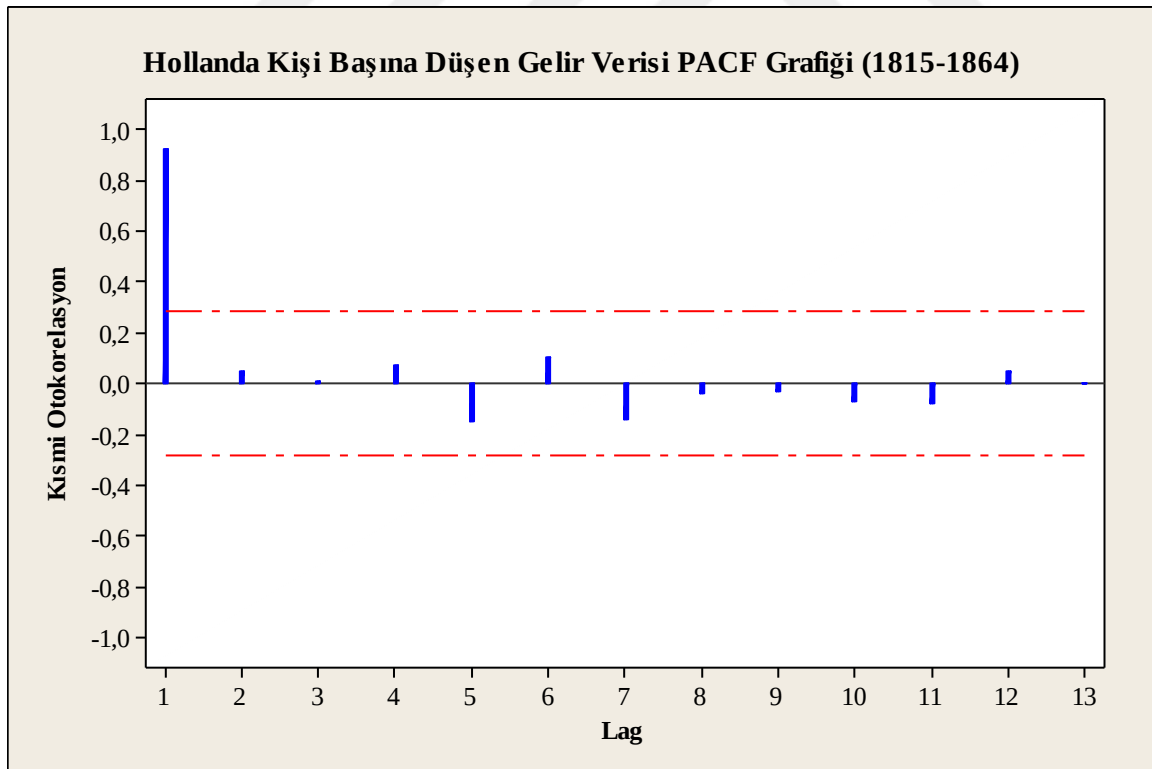
**EK-32: ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1952-2000)**



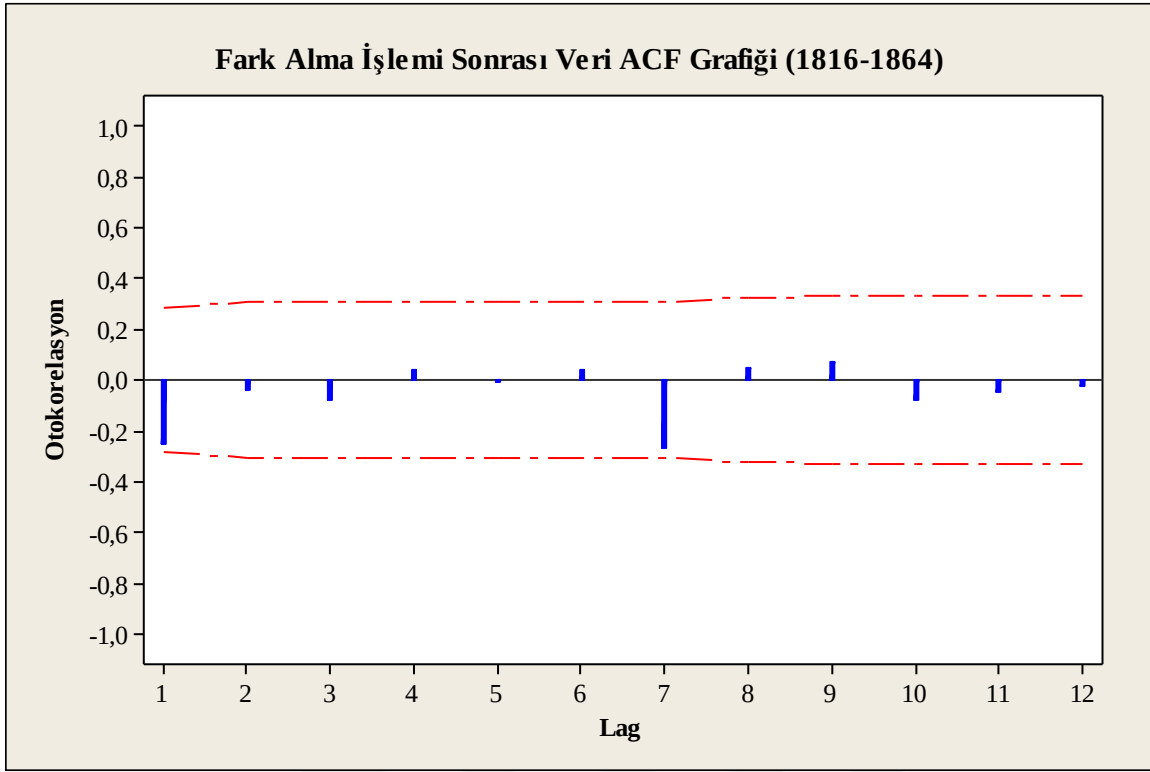
**EK-33: Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1815-1864)**



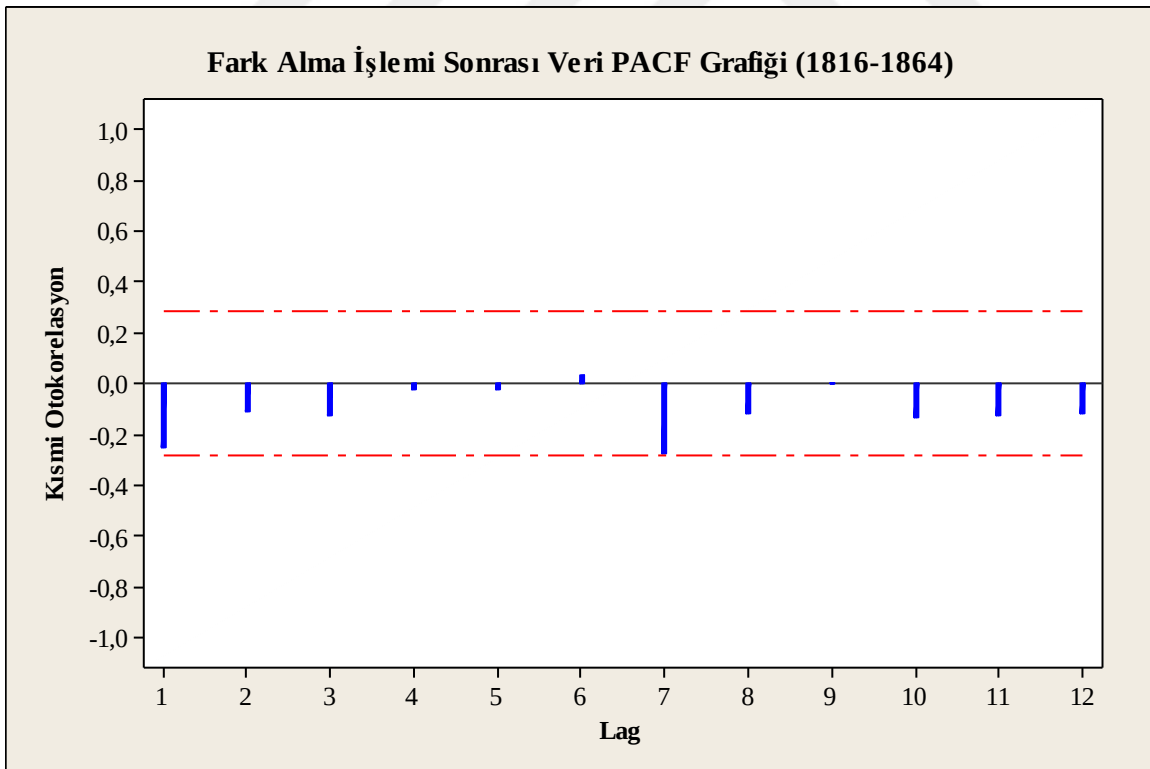
**EK-34: Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1815-1864)**



**EK-35: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1816-1864)**

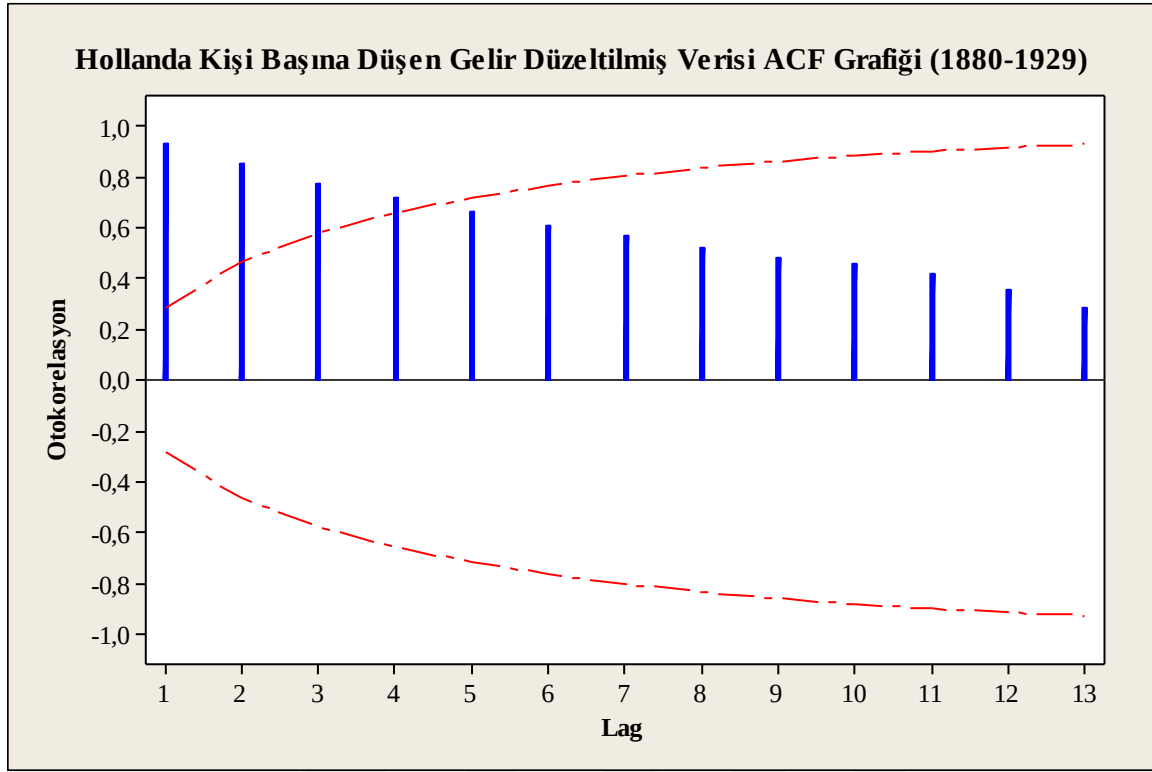


**EK-36: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1816-1864)**

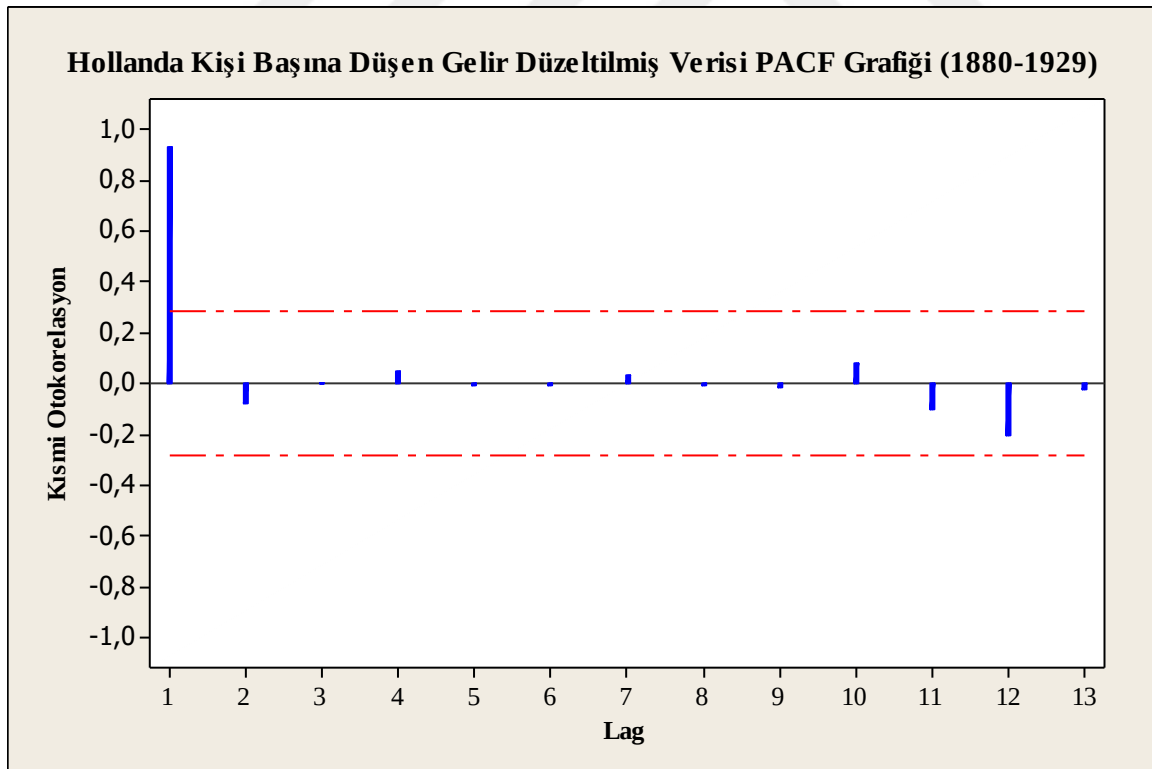




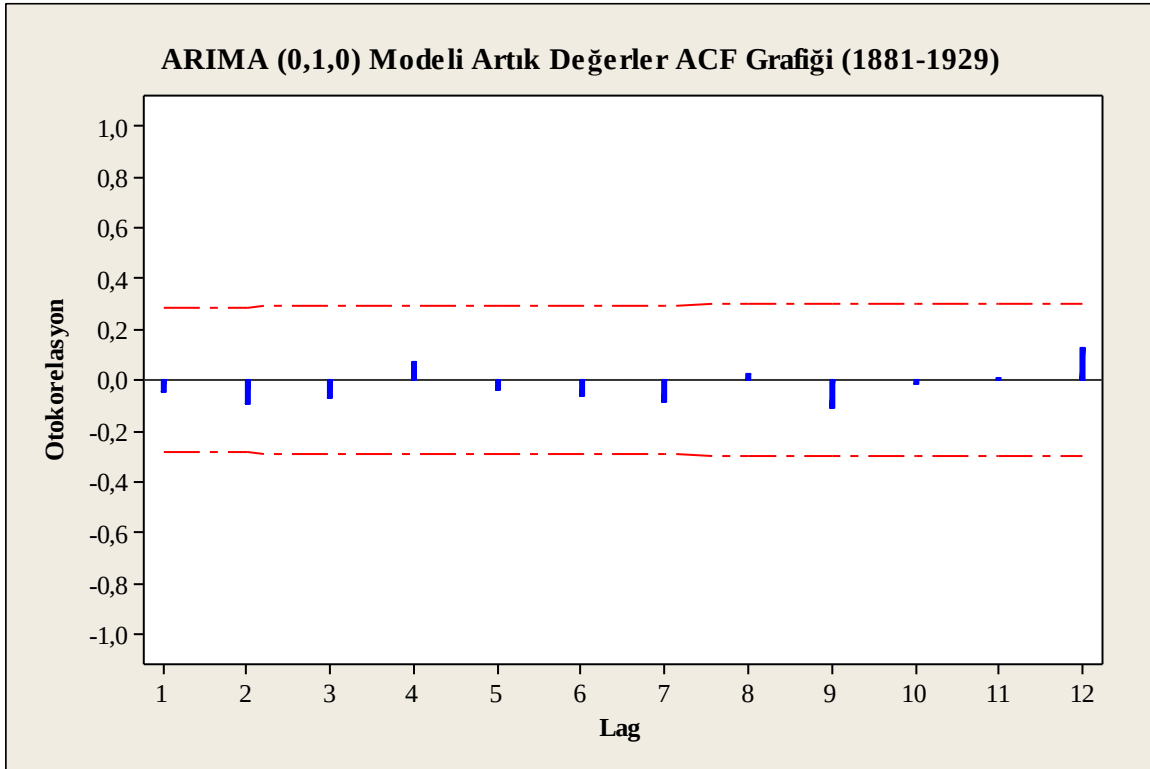
**EK-37: Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ACF Grafiği (1880-1929)**



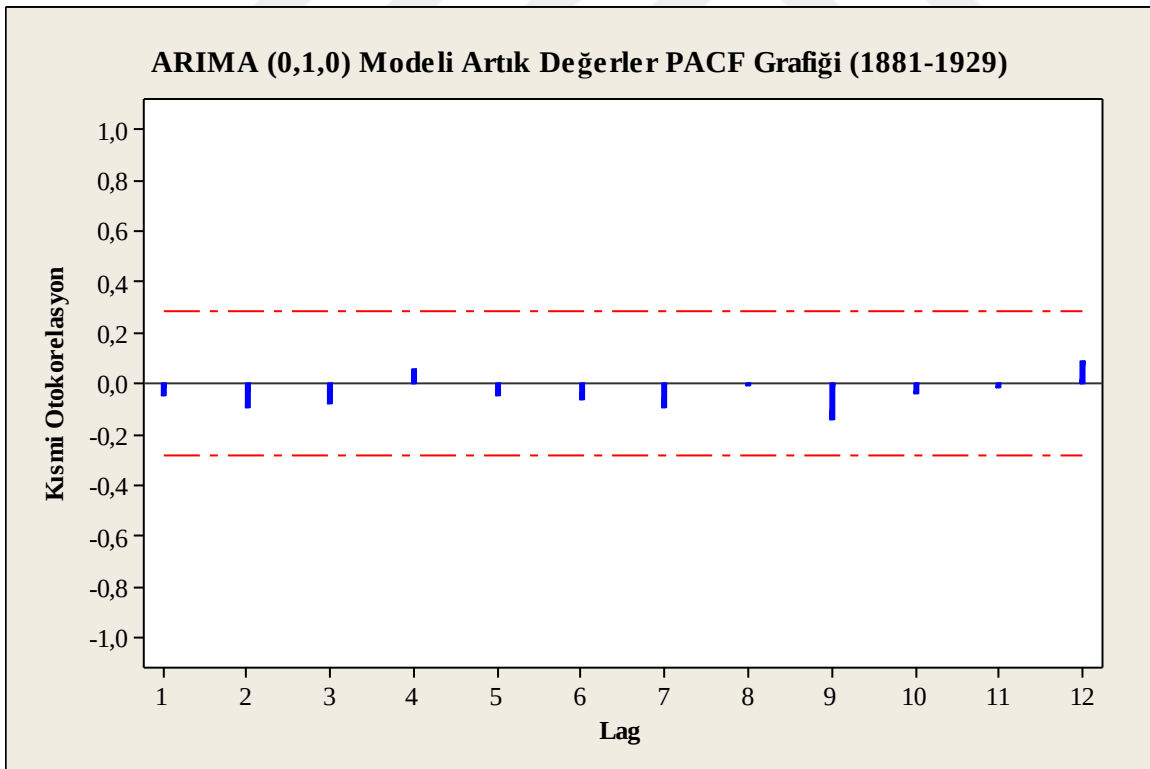
**EK-38: Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi PACF Grafiği (1880-1929)**



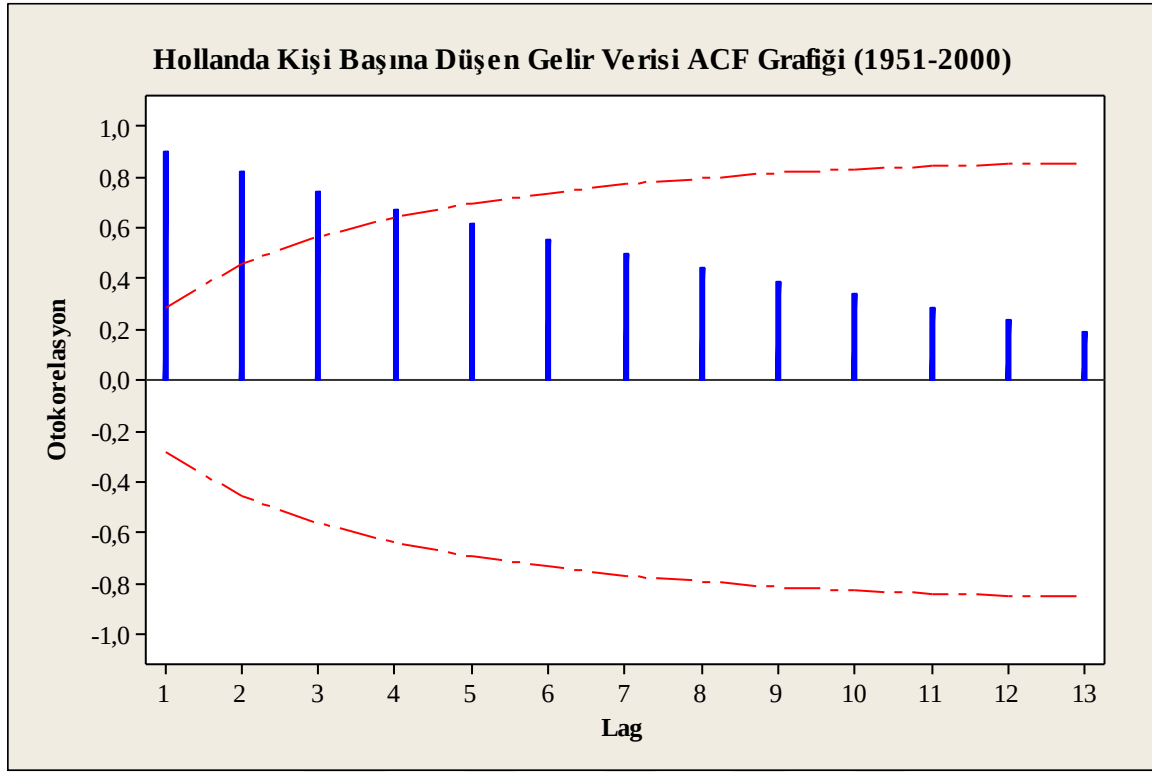
**EK-39: ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1881-1929)**



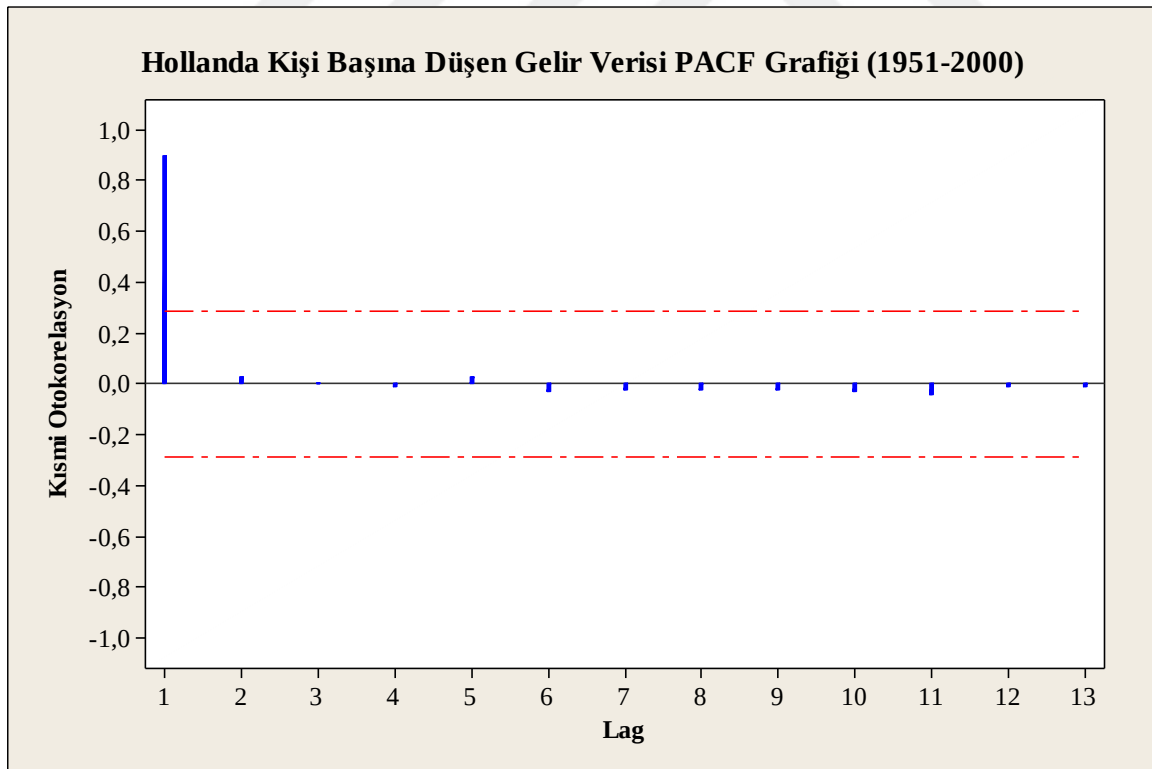
**EK-40: ARIMA (0,1,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1881-1929)**



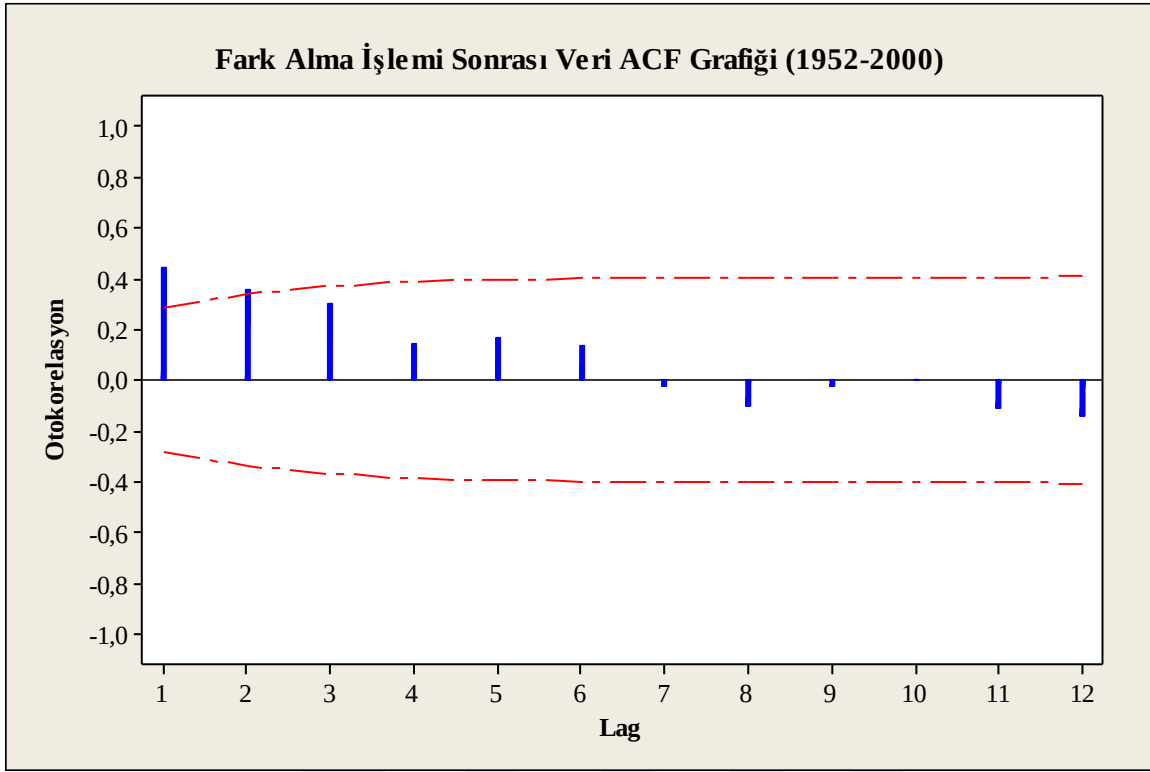
**EK-41: Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1951-2000)**



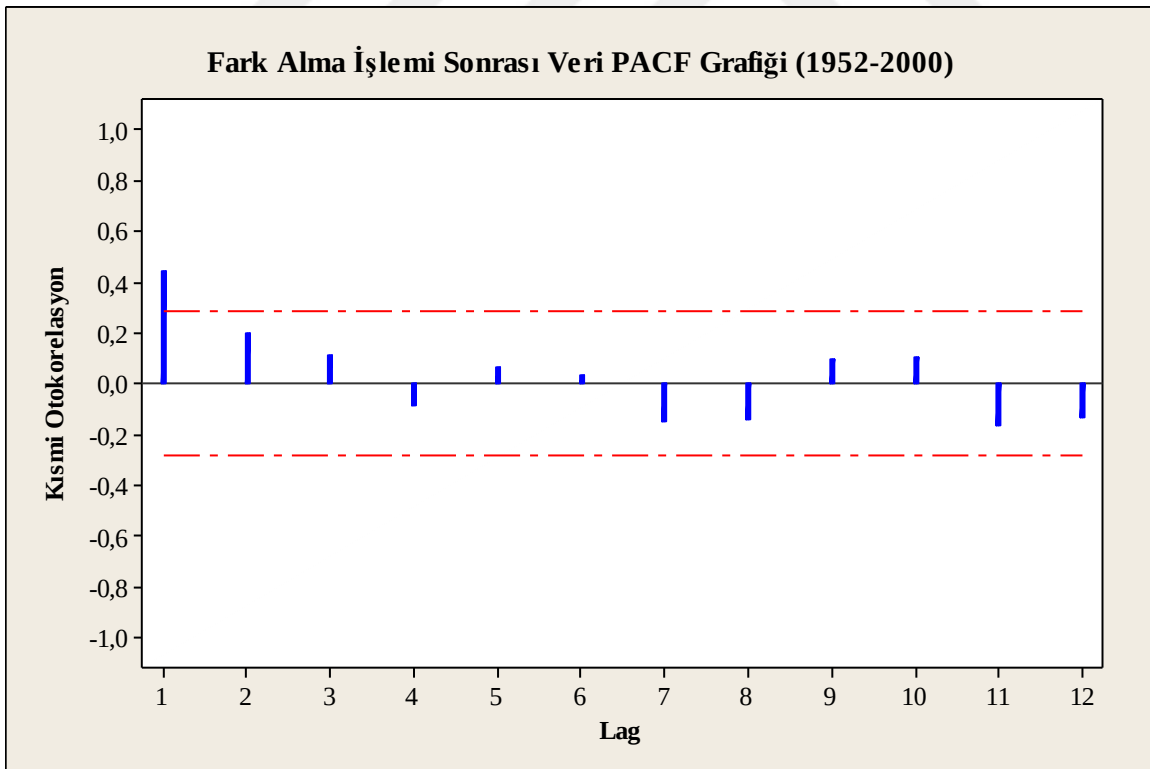
**EK-42: Hollanda Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1951-2000)**



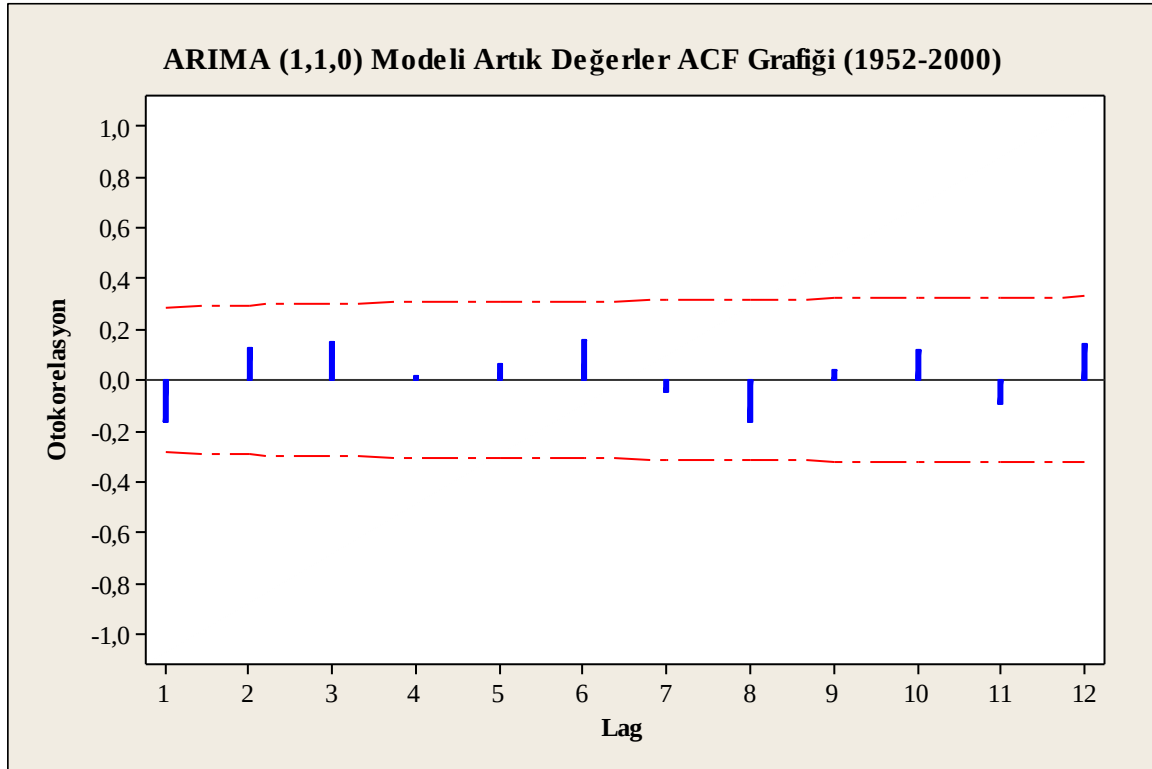
**EK-43: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1952-2000)**



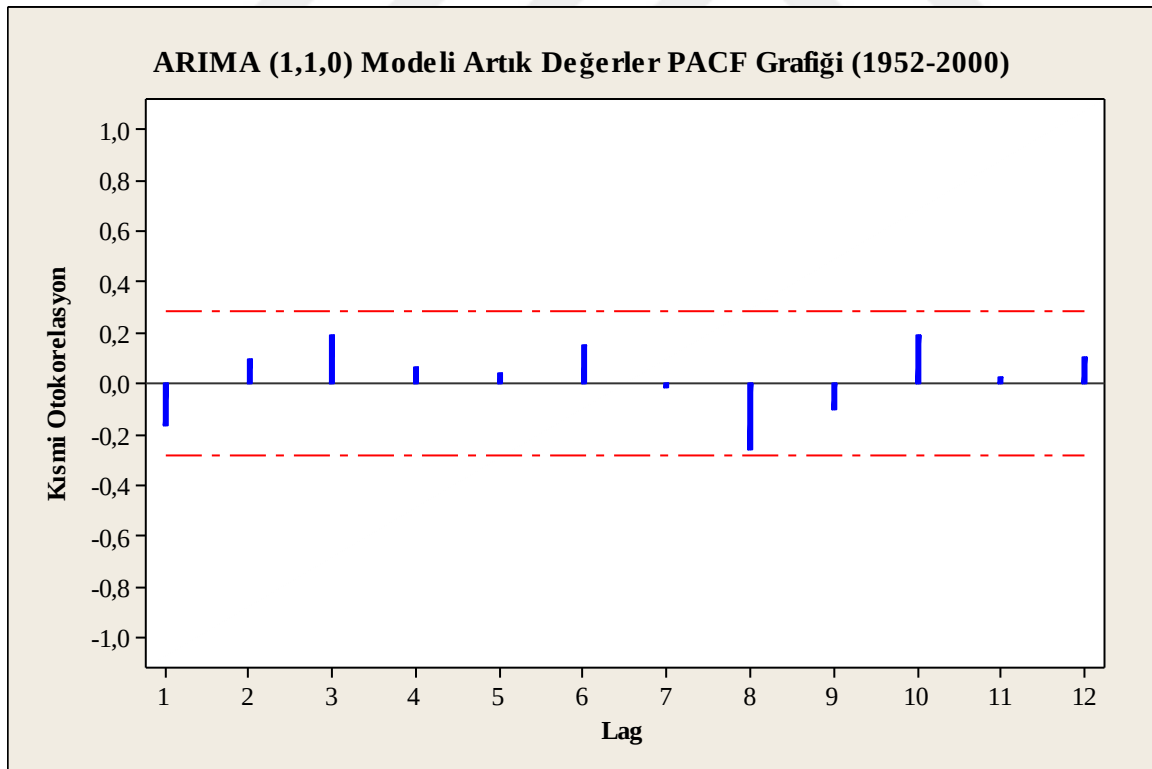
**EK-44: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1952-2000)**



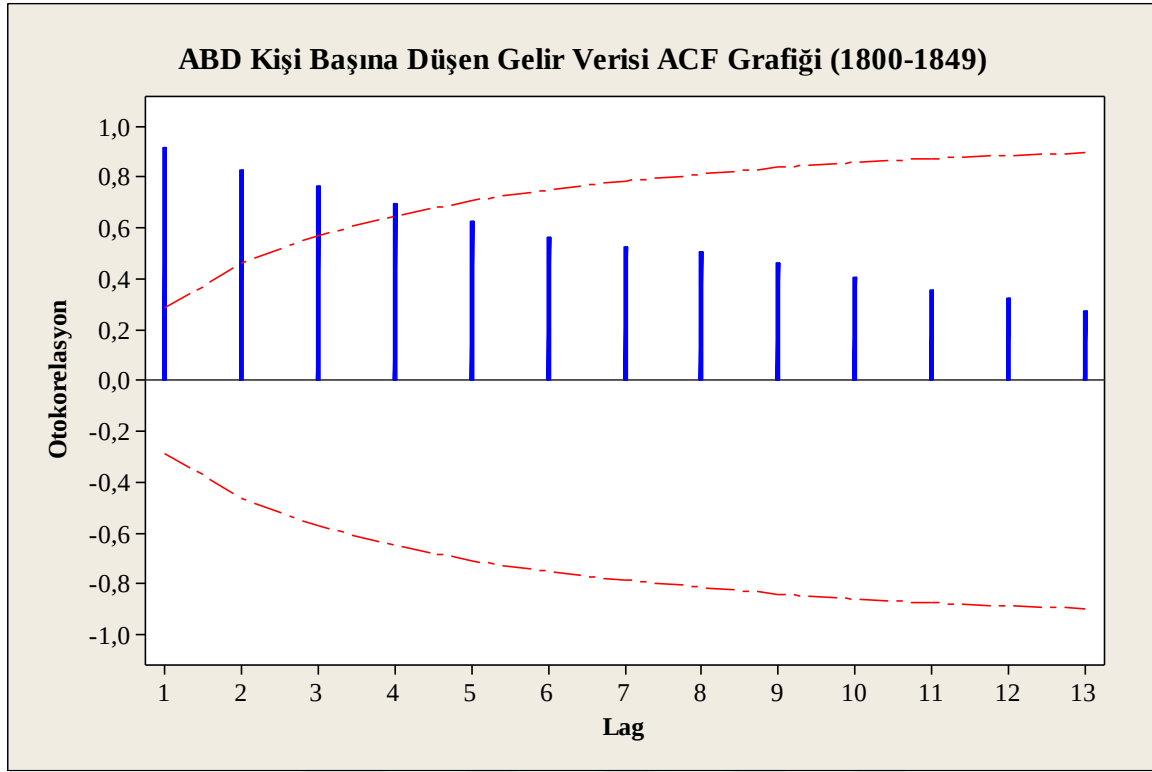
**EK-45: ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1952-2000)**



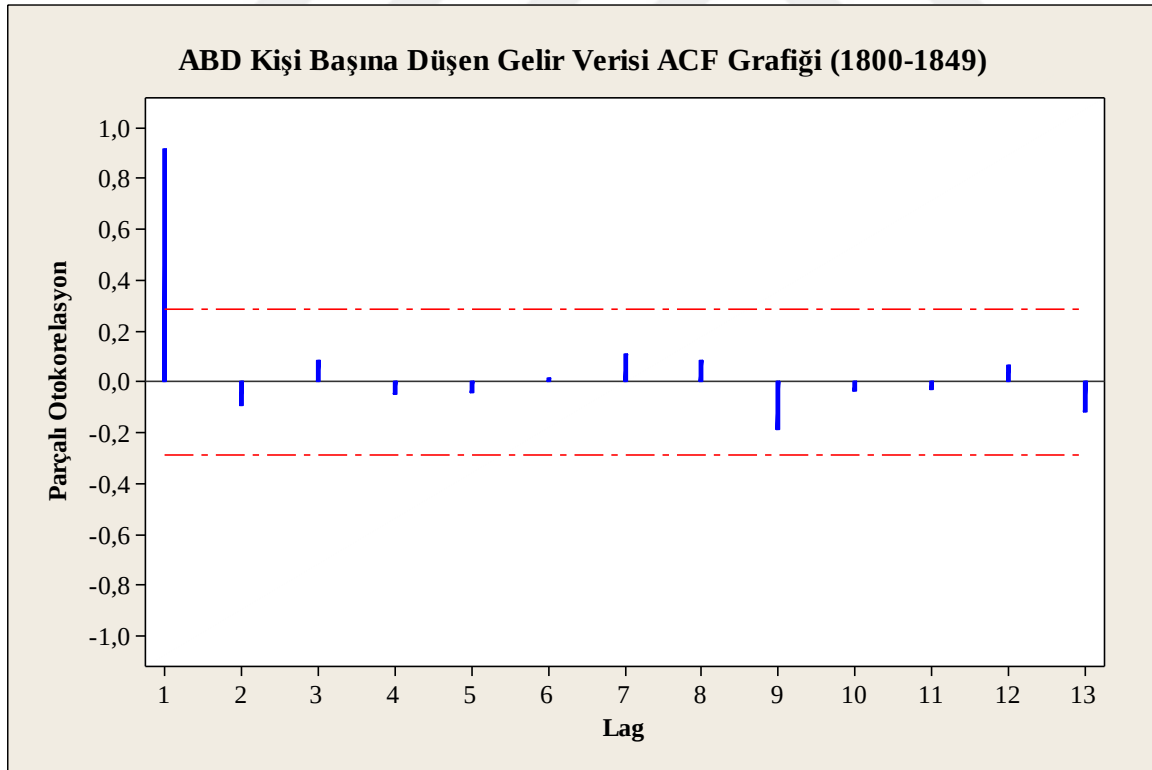
**EK-46: ARIMA (1,1,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1952-2000)**



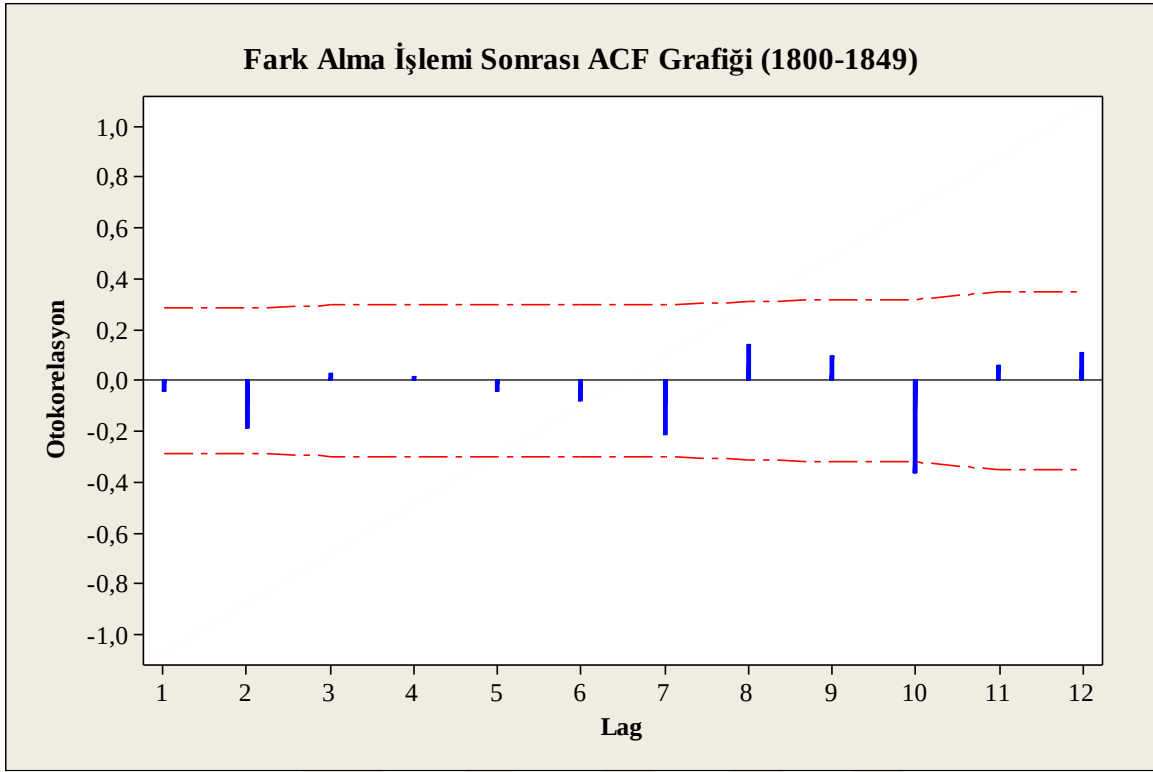
**EK-47: ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1800-1849)**



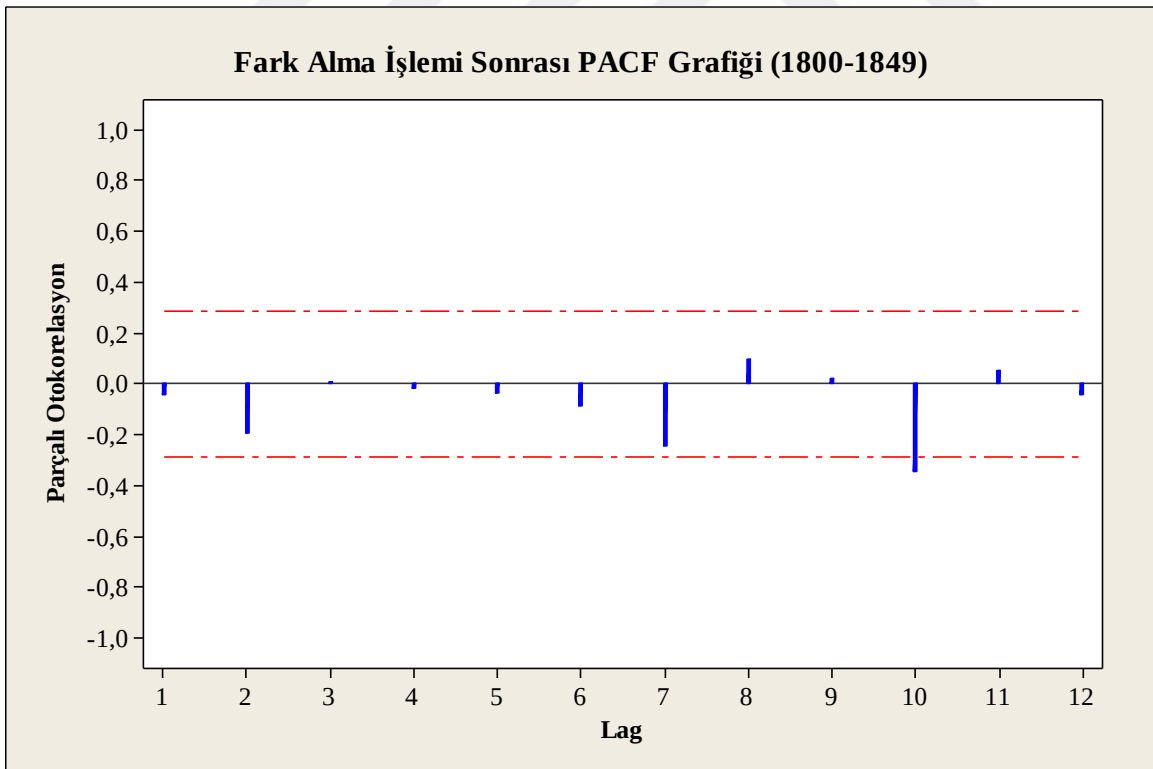
**EK-48: ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1800-1849)**



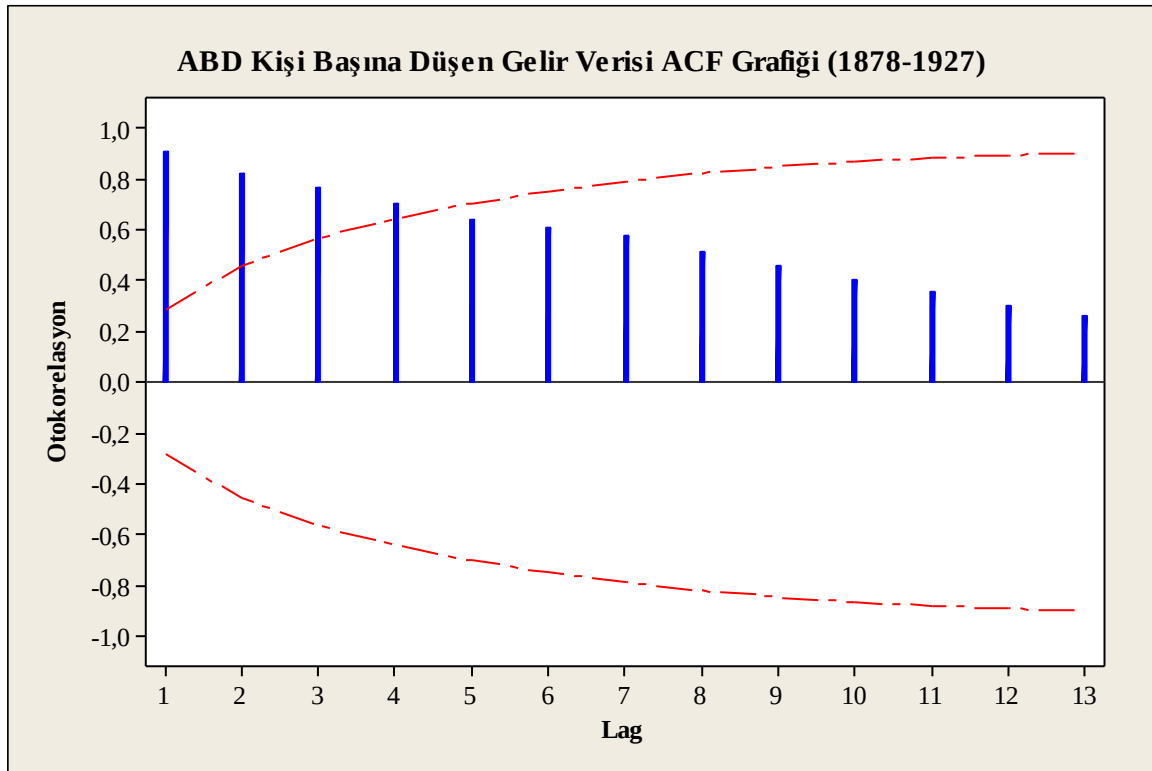
**EK-49: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1800-1849)**



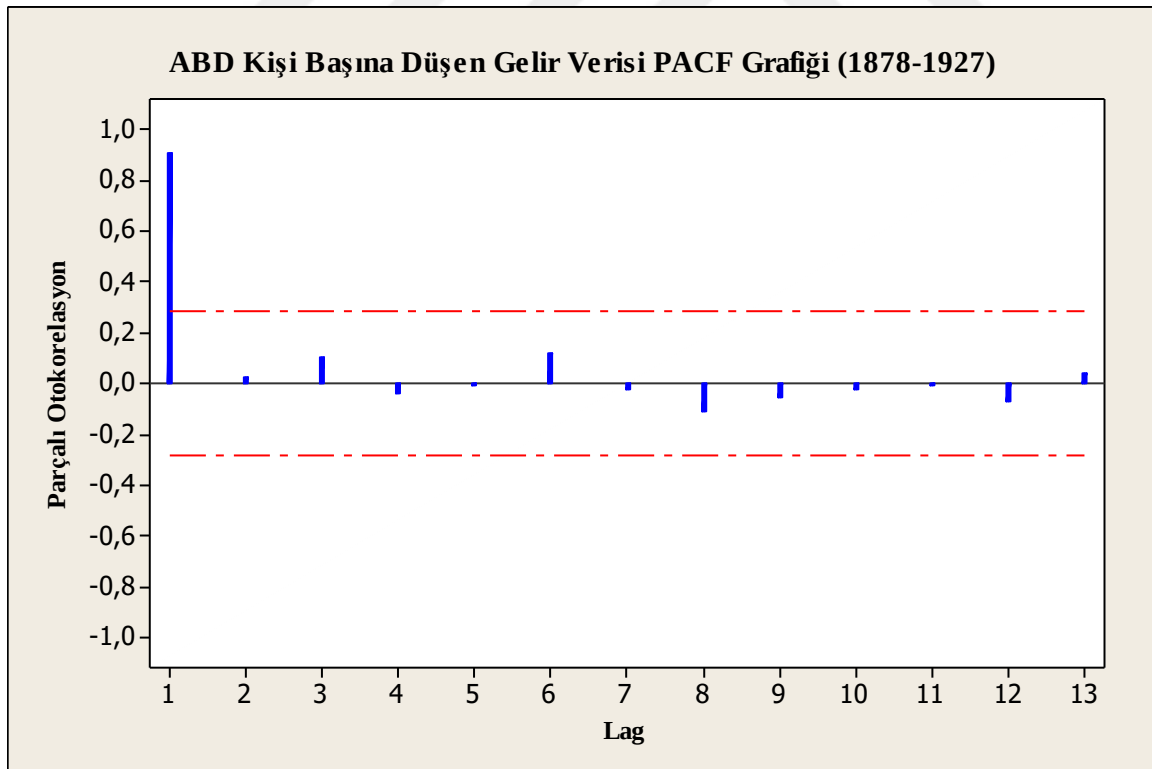
**EK-50: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1800-1849)**



**EK-51: ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1878-1927)**

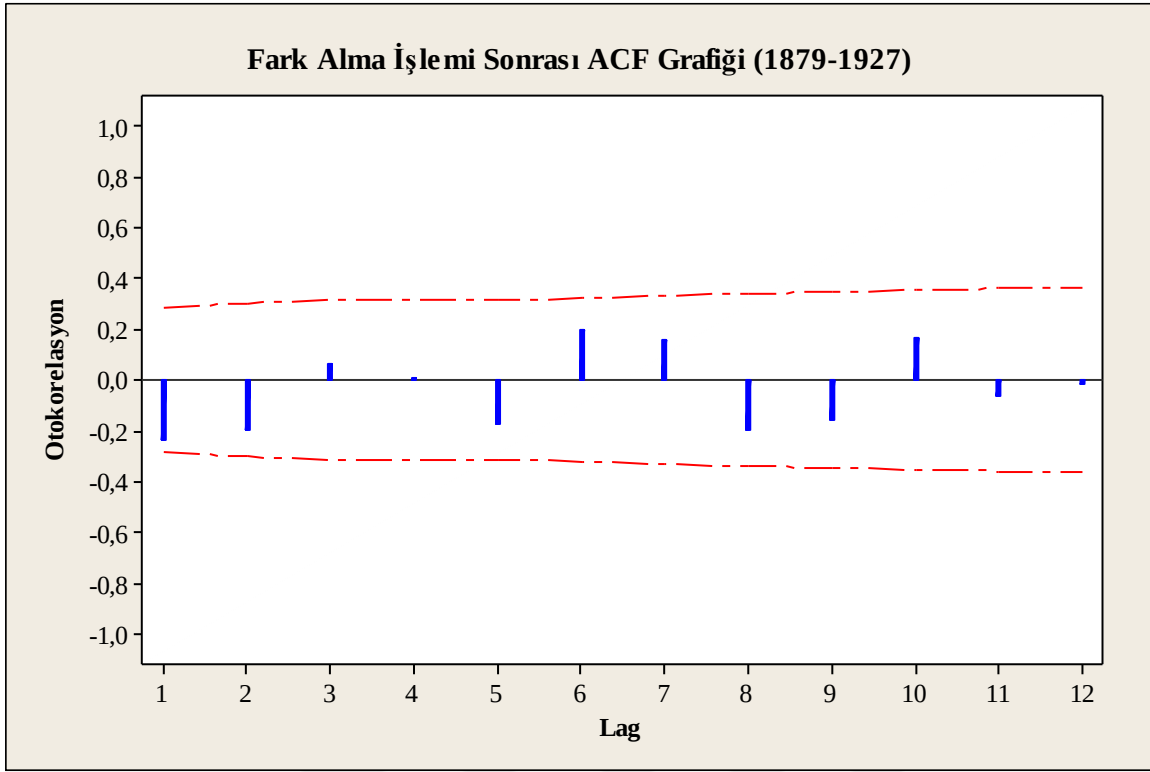


**EK-52: ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1878-1927)**

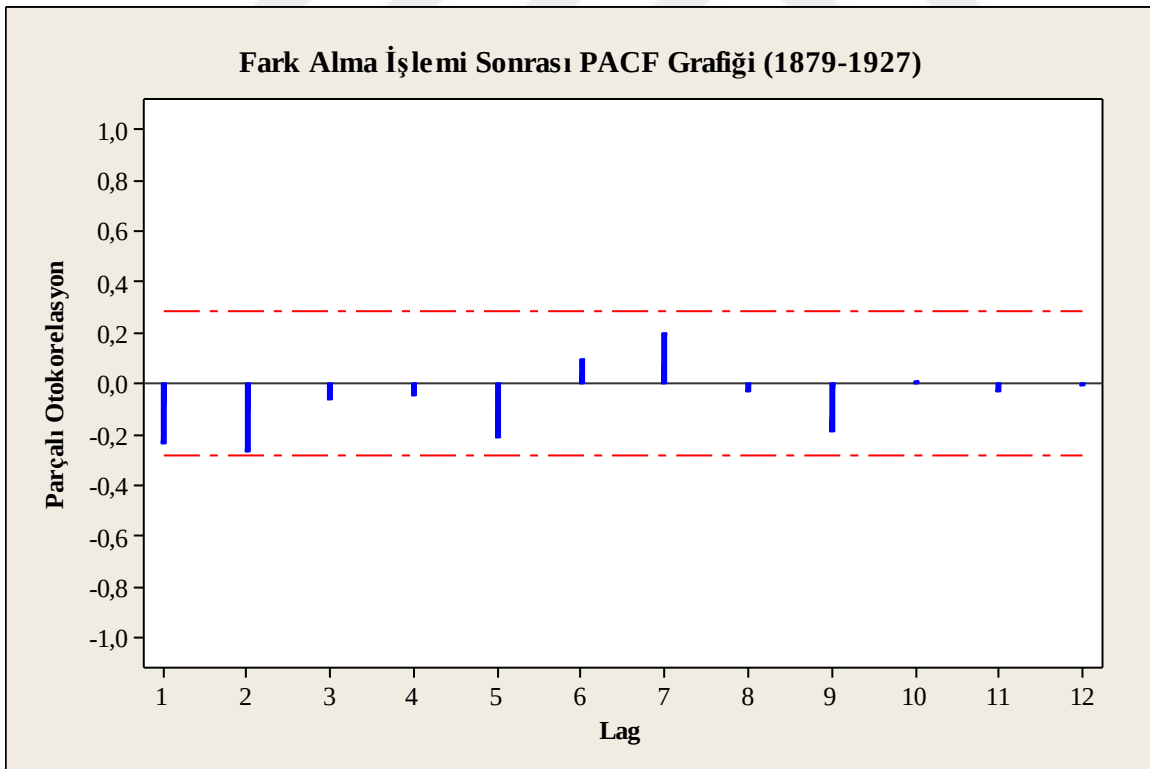




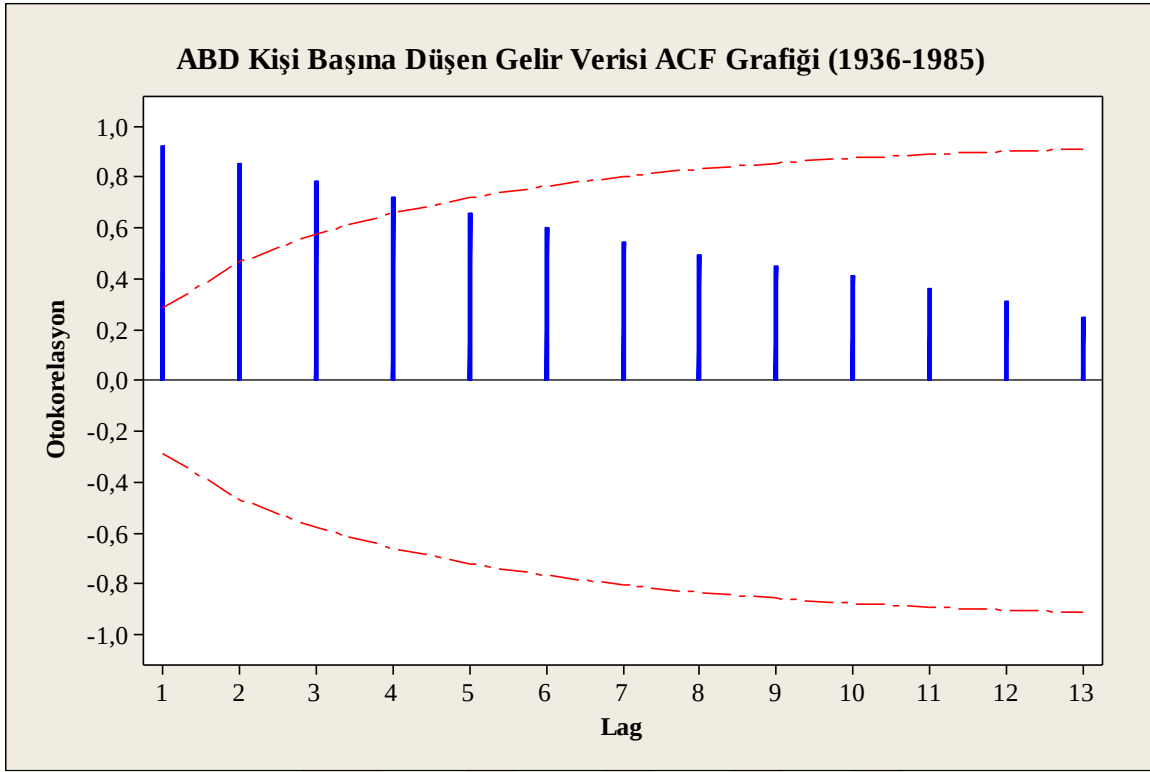
**EK-53: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1879-1927)**



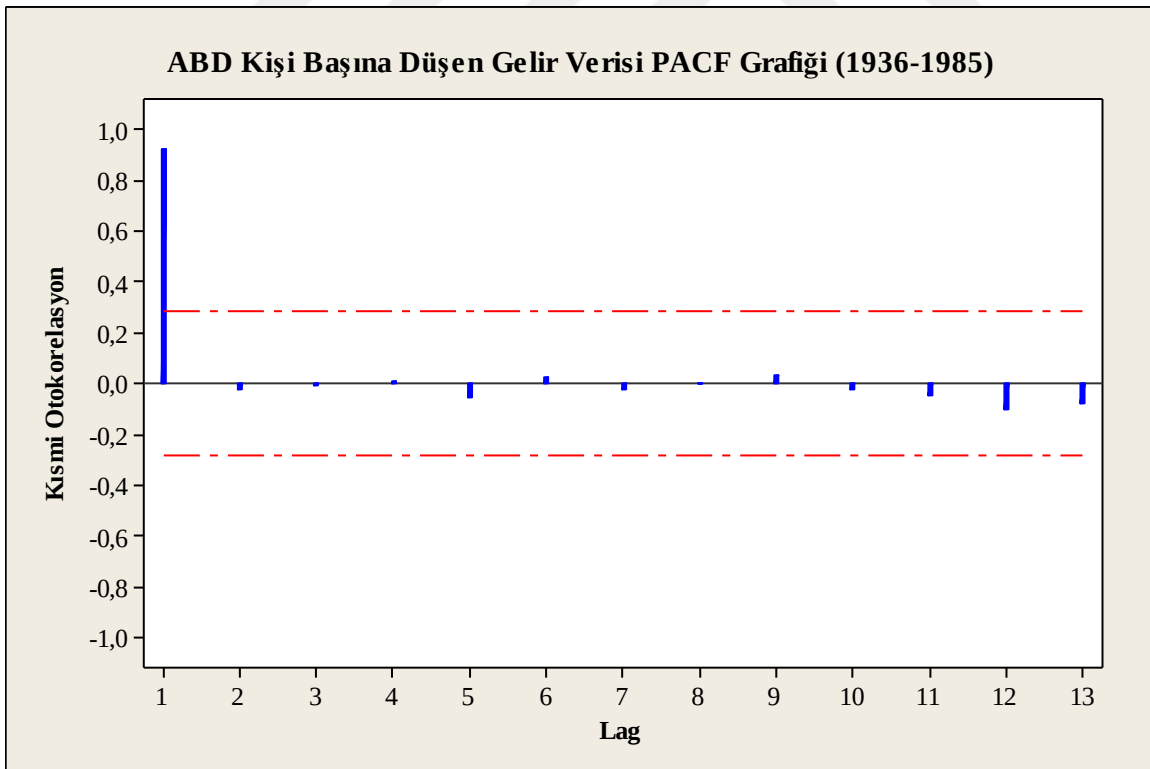
**EK-54: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1879-1927)**



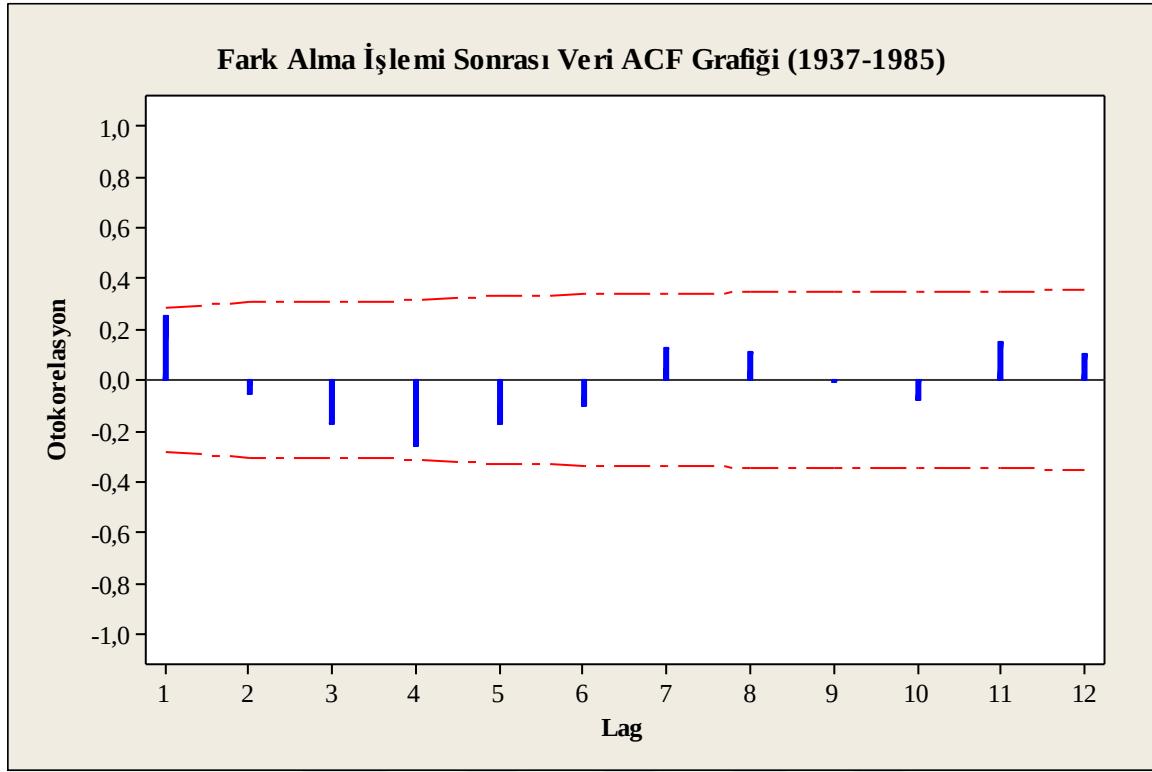
**EK-55: ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1936-1985)**



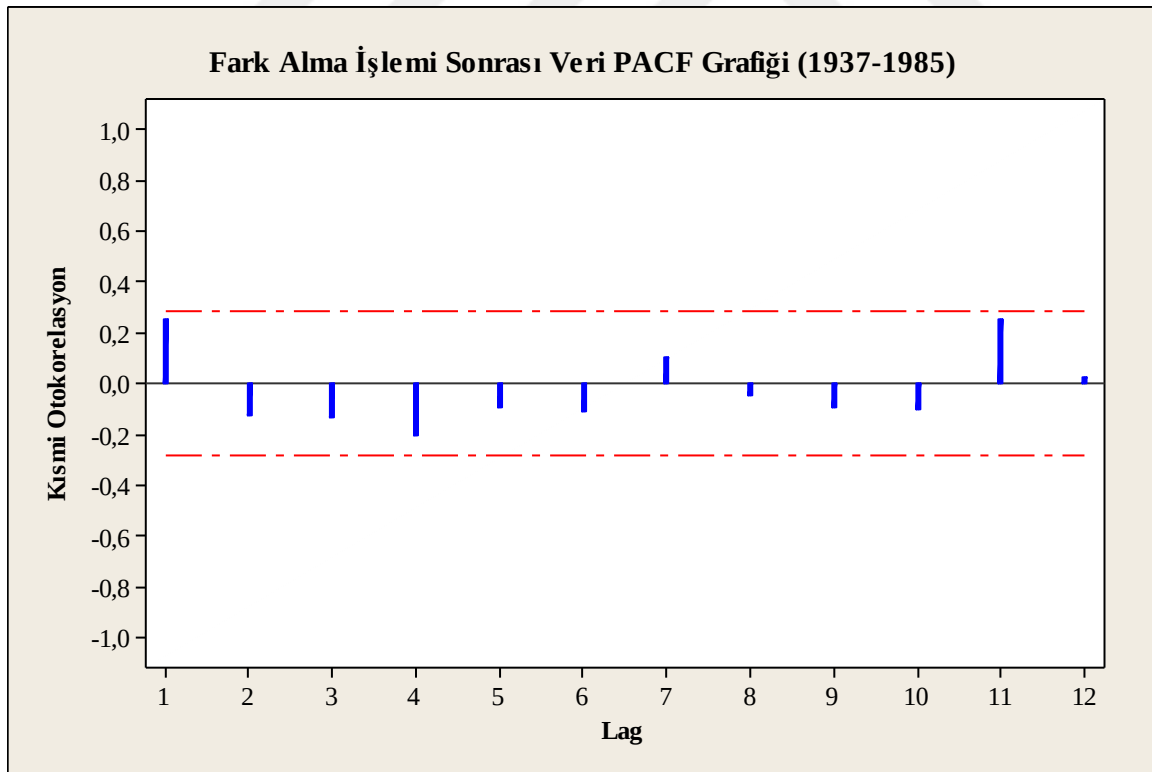
**EK-56: ABD Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1936-1984)**



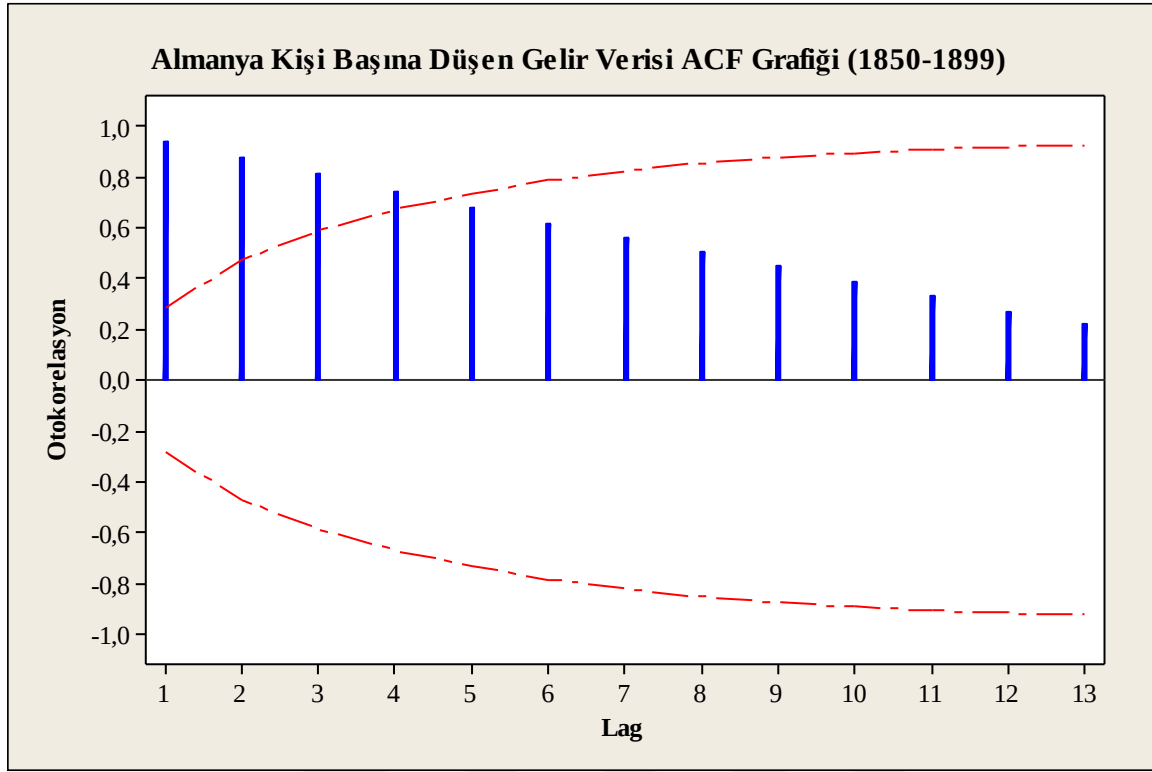
**EK-57: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1937-1985)**



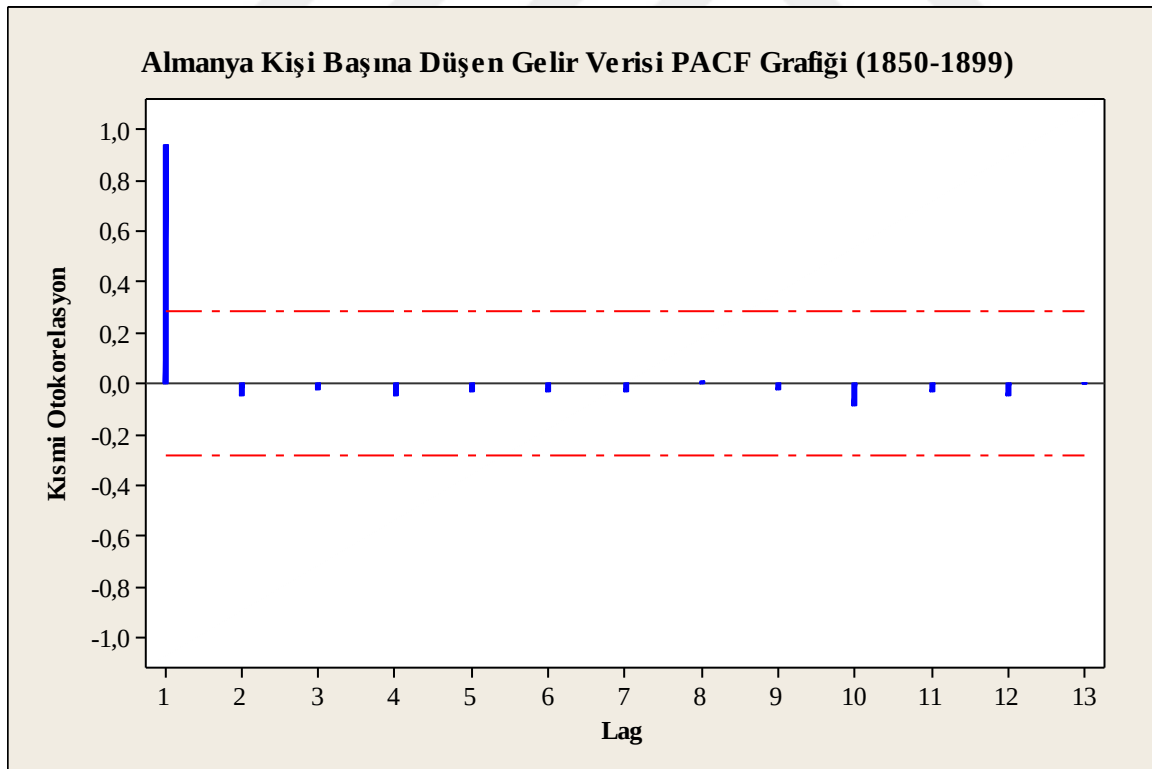
**EK-58: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1937-1985)**



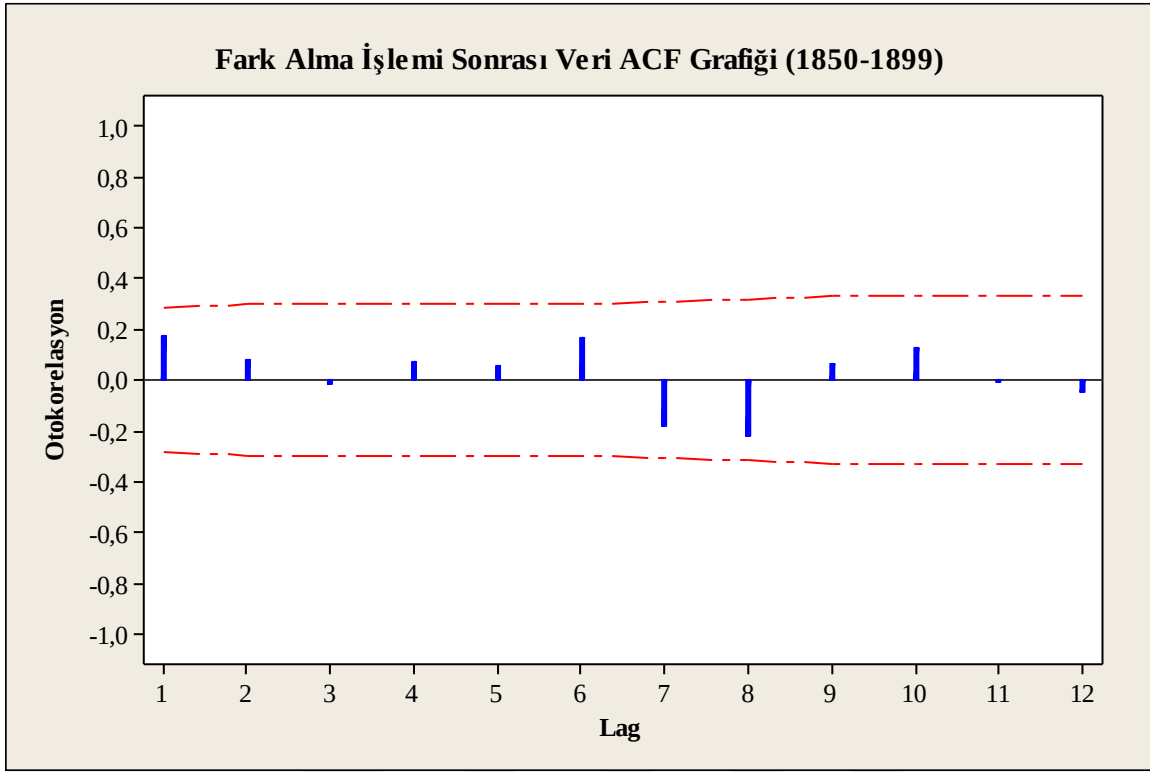
**EK-59: Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1850-1899)**



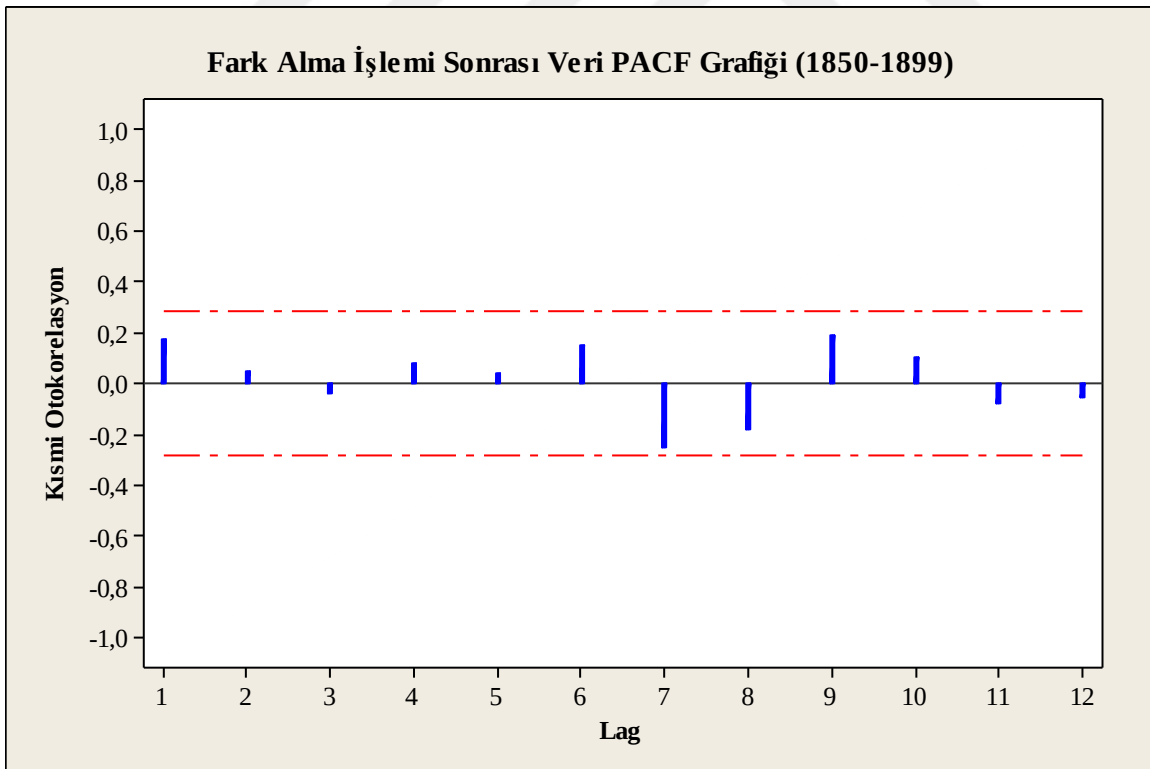
**EK-60: Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1850-1899)**



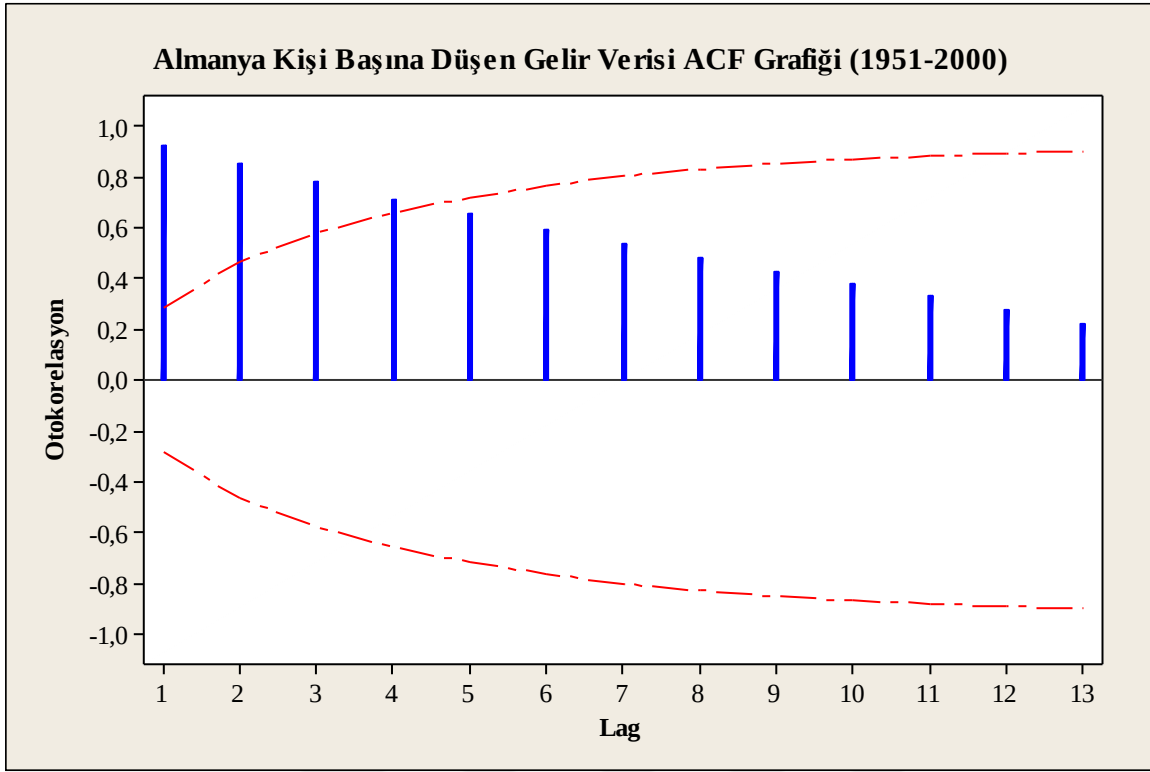
**EK-61: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1850-1899)**



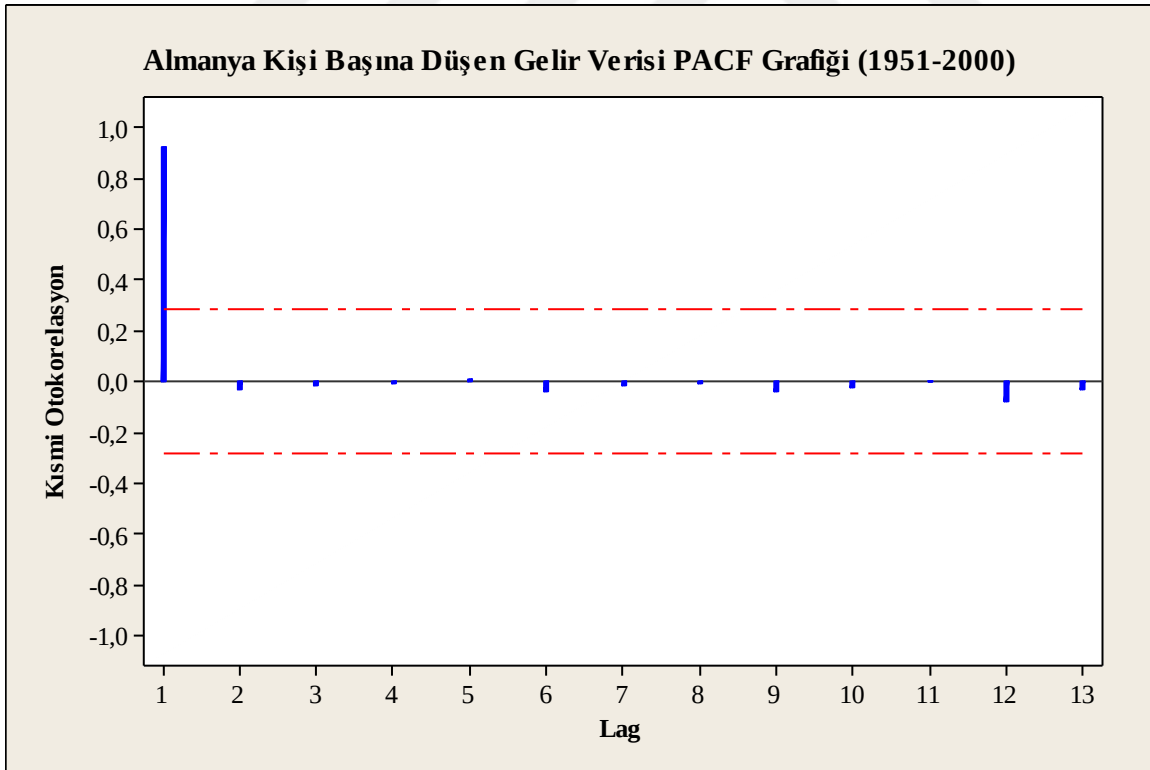
**EK-62: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1850-1899)**



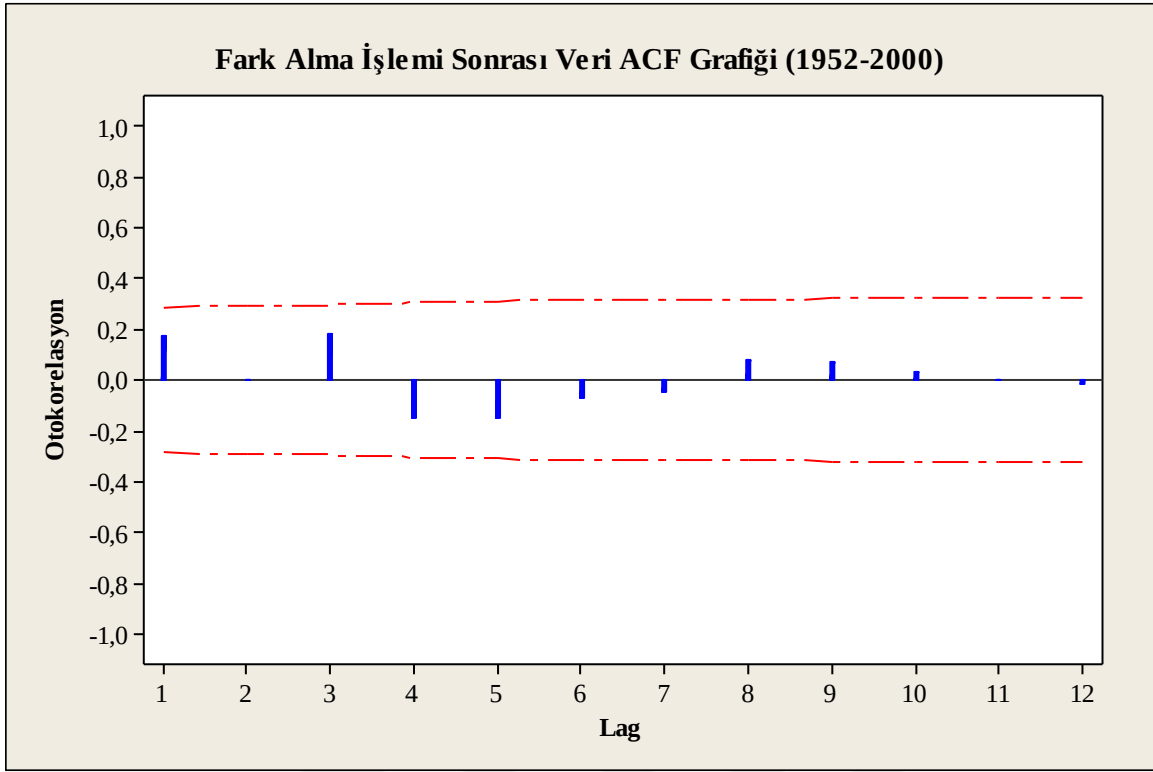
**EK-63: Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1951-2000)**



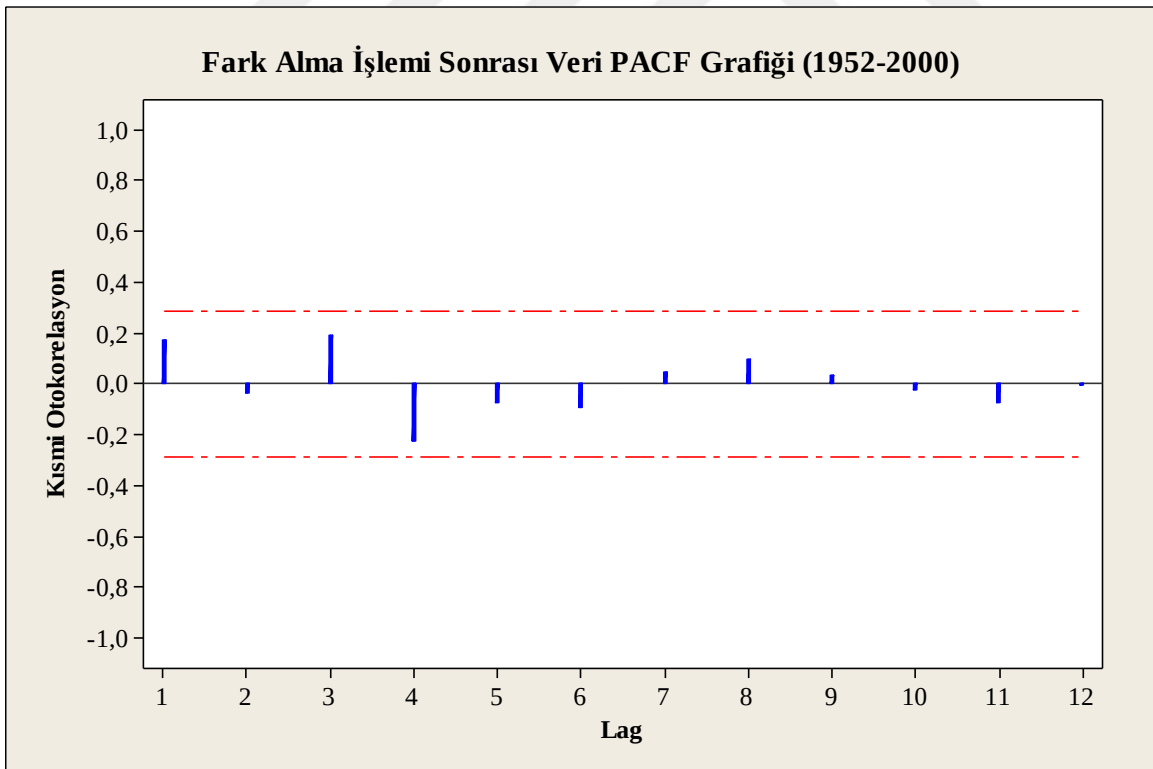
**EK-64: Almanya Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1951-2000)**



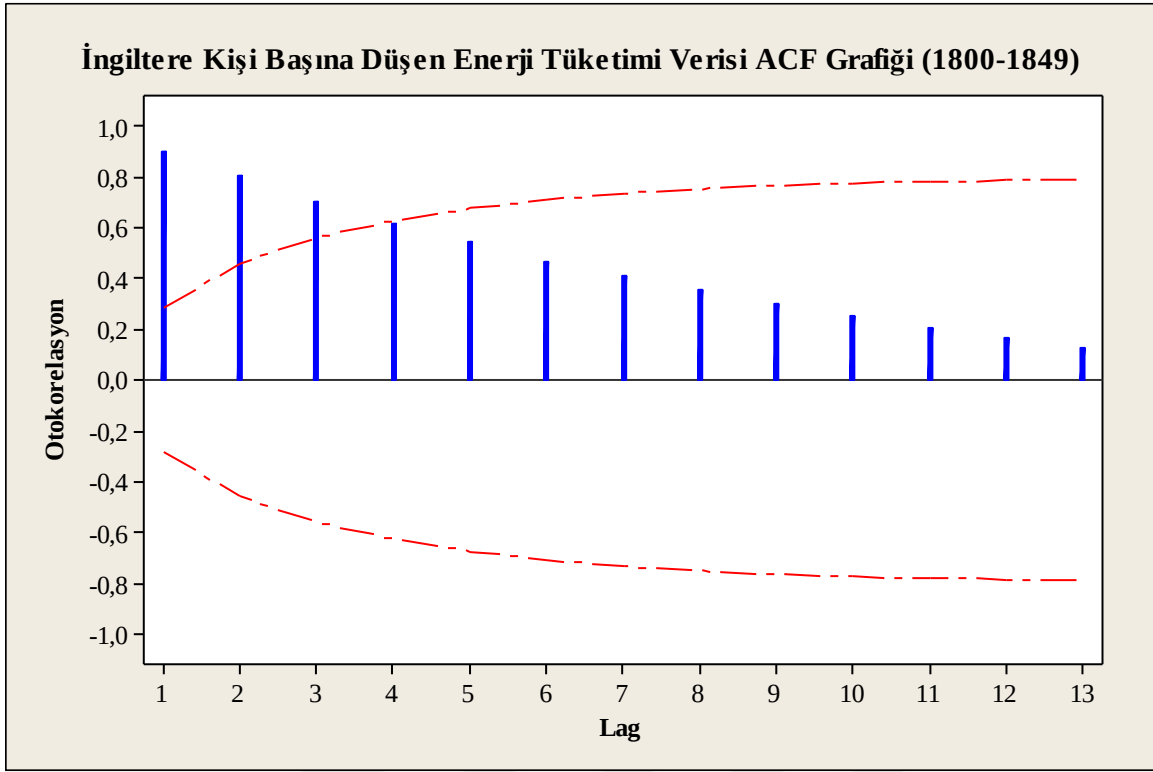
**EK-65: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1952-2000)**



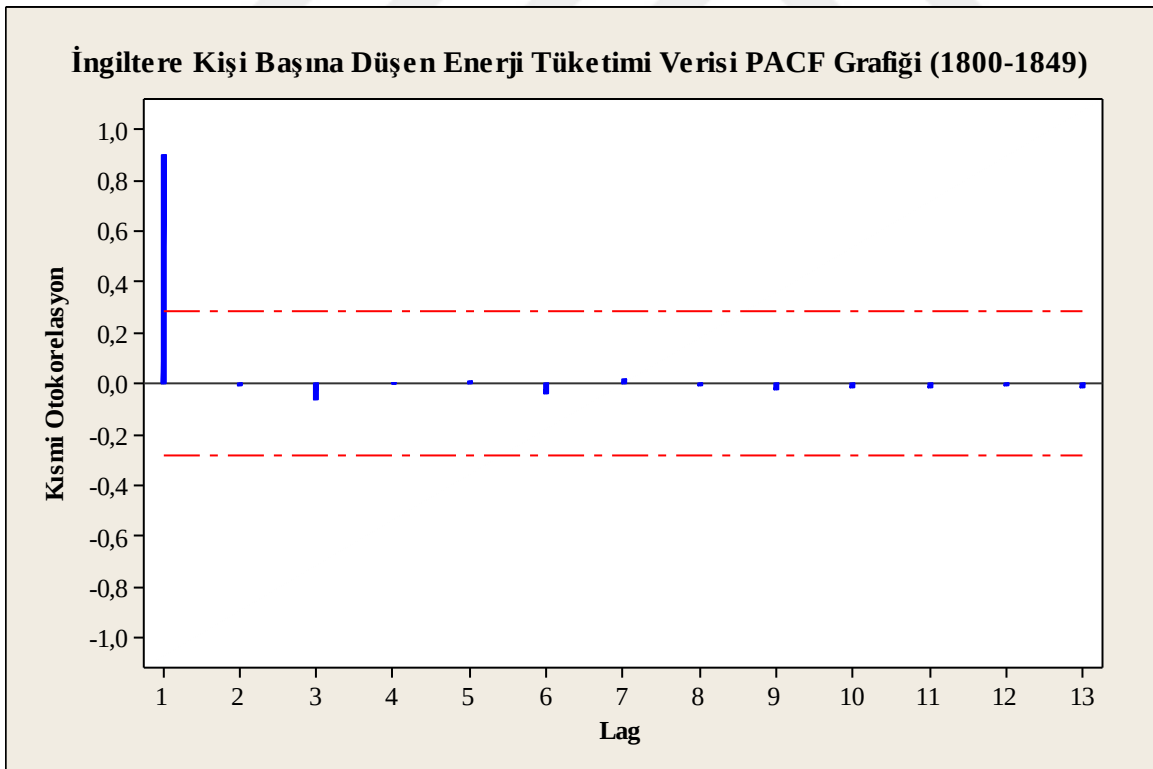
**EK-66: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1952-2000)**



**EK-67: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1800-1849)**

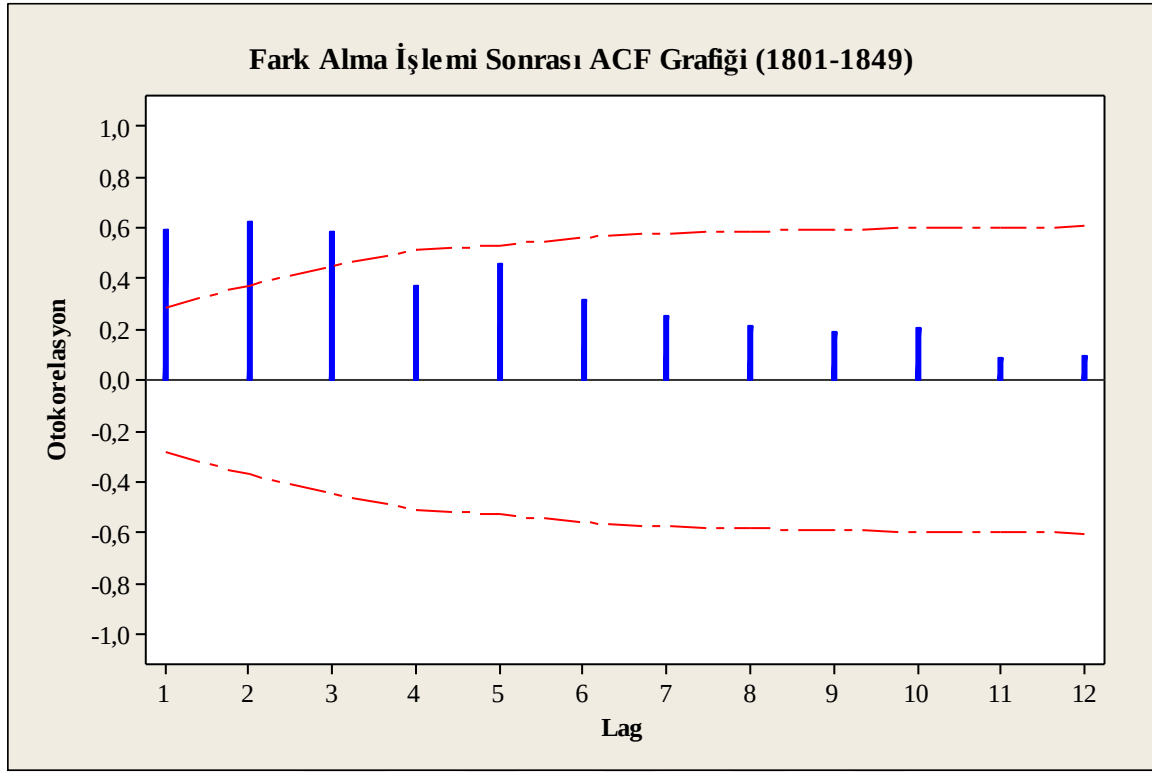


**EK-68: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1800-1849)**

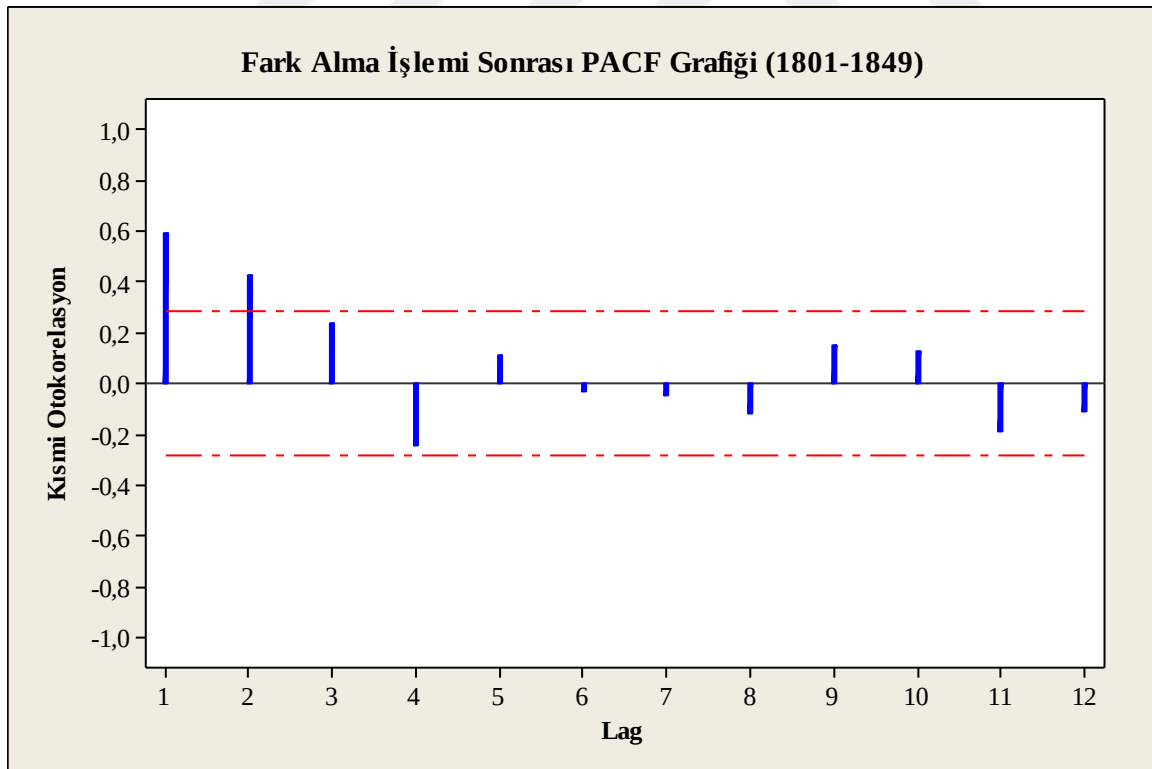




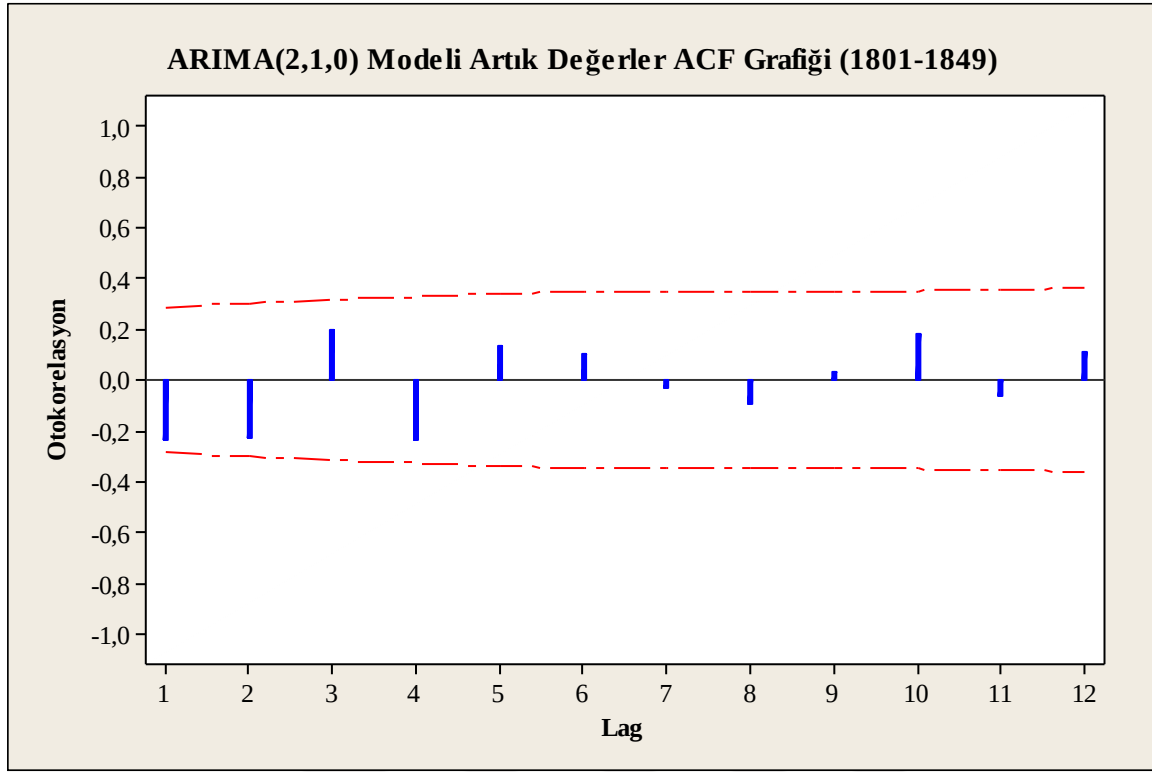
**EK-69: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1801-1849)**



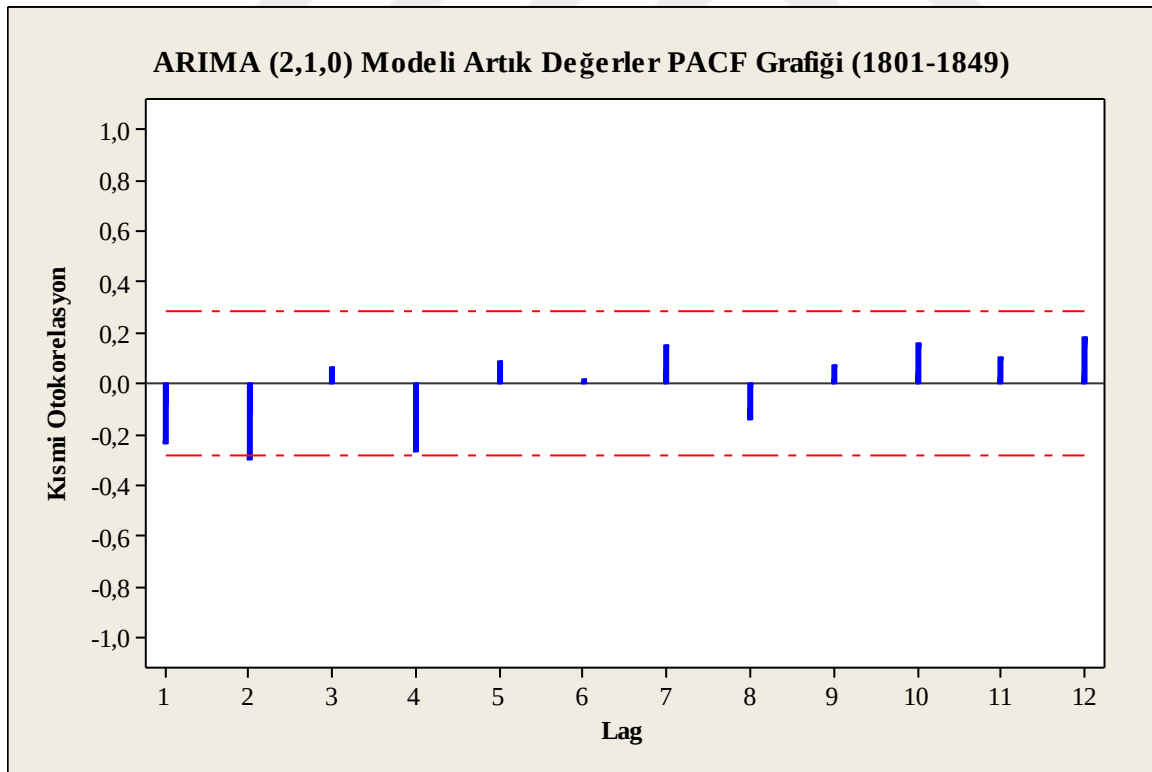
**EK-70: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1801-1849)**



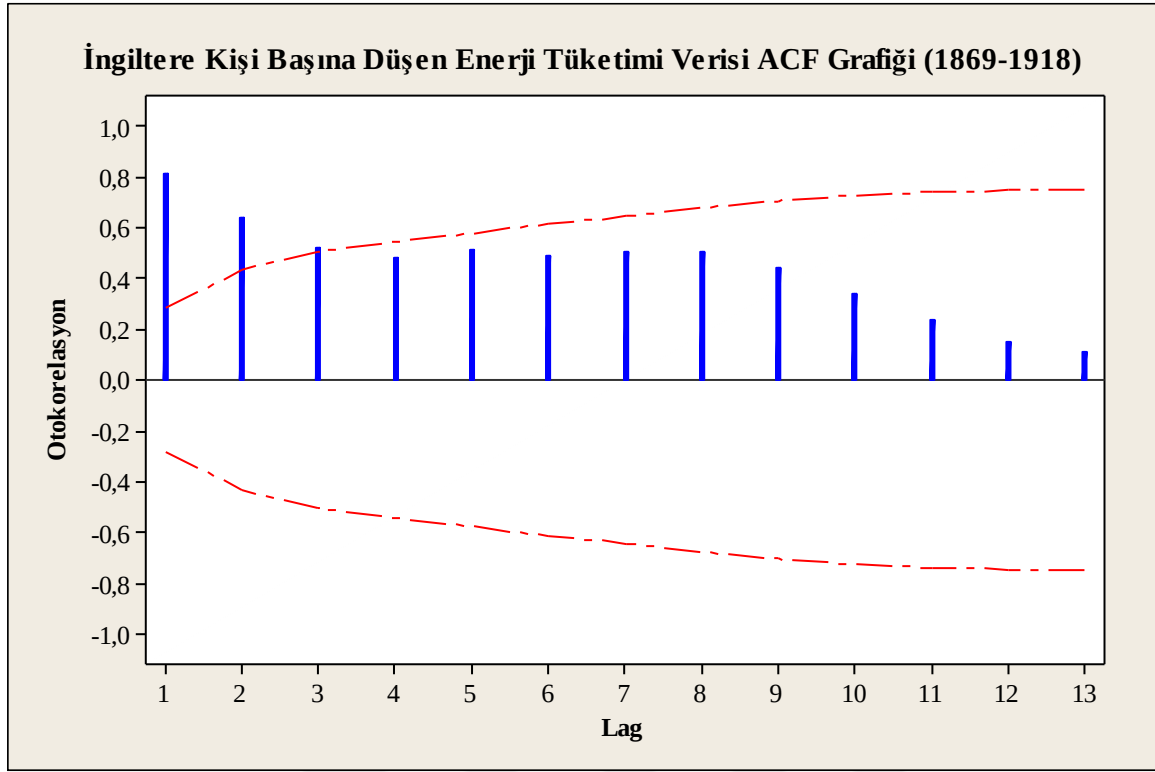
**EK-71: ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1801-1849)**



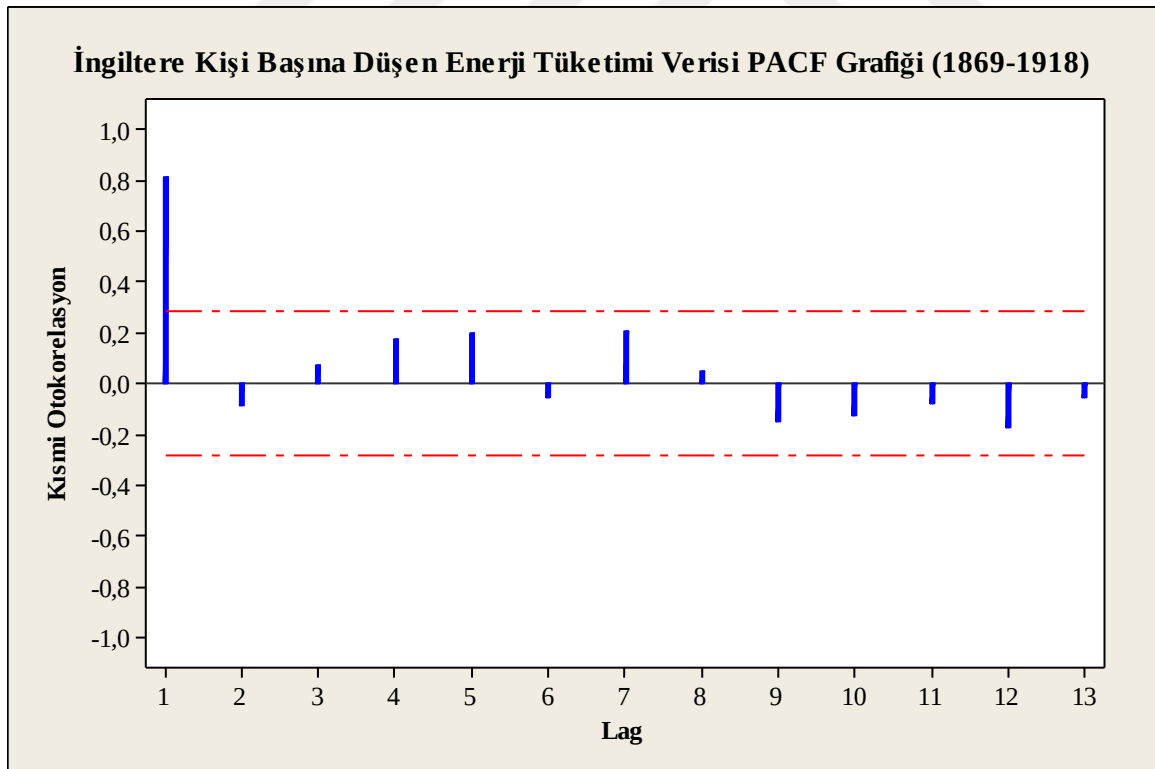
**EK-72: ARIMA (2,1,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1801-1849)**



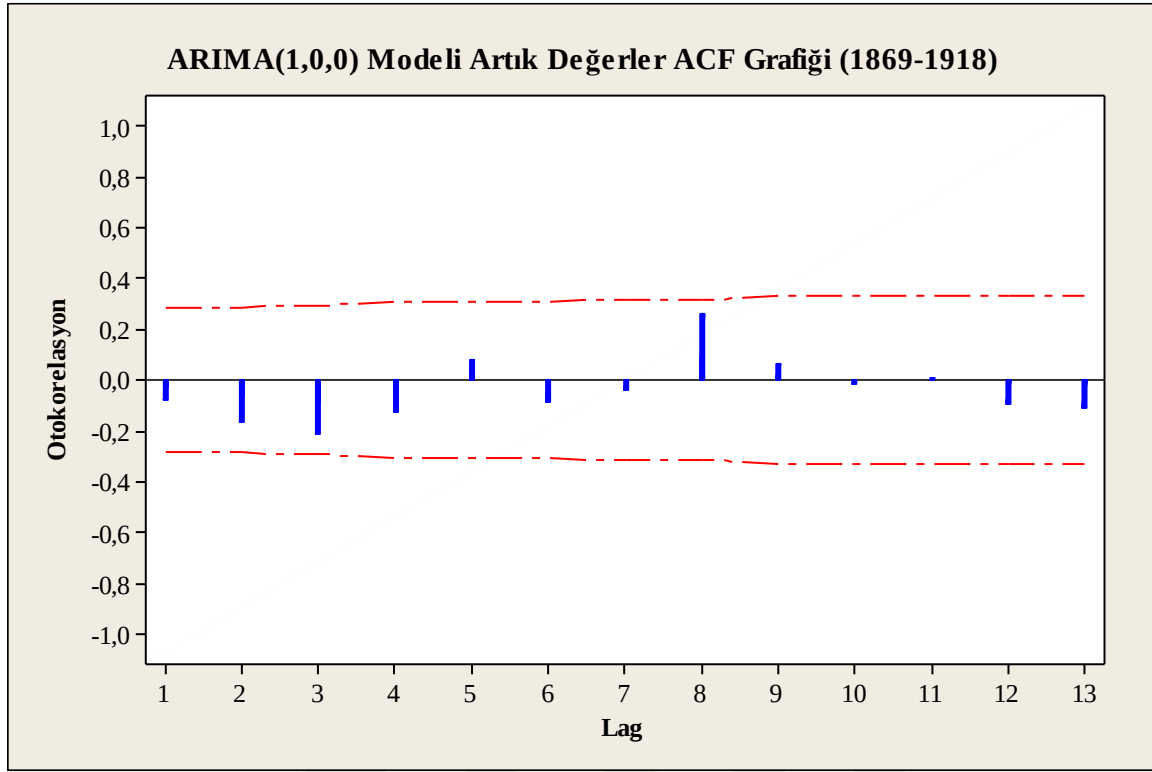
**EK-73: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1869-1918)**



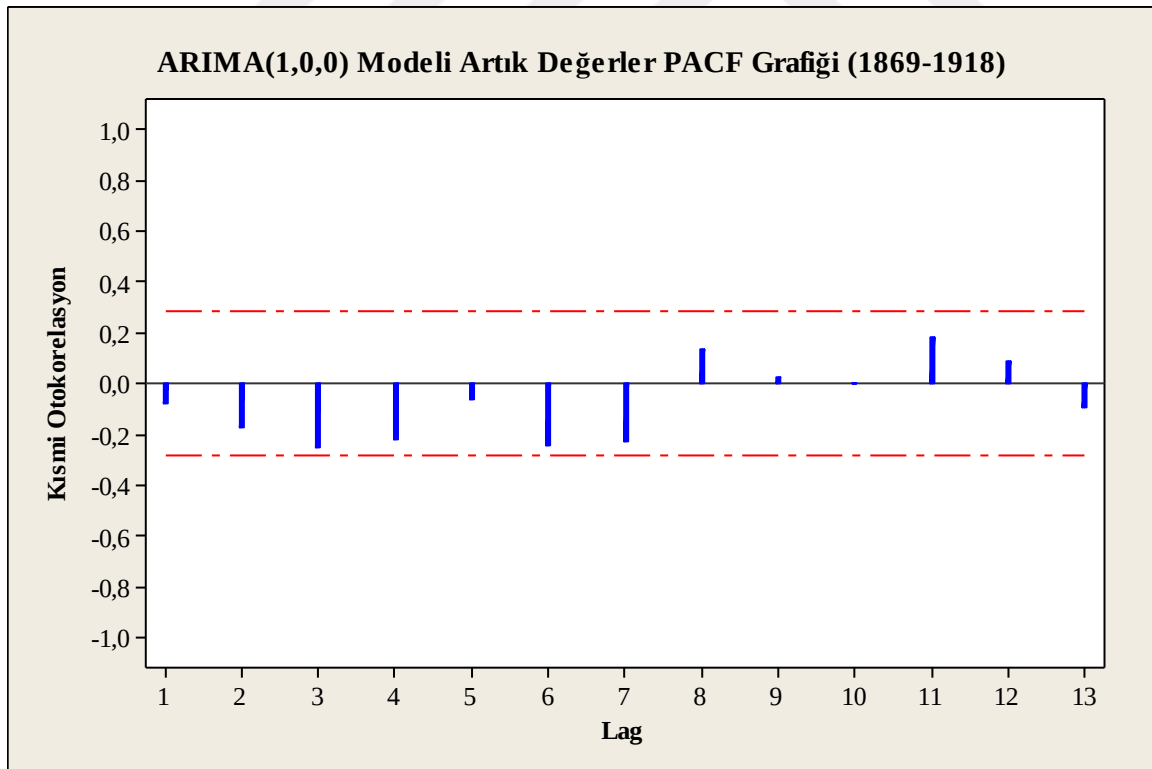
**EK-74: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1869-1918)**



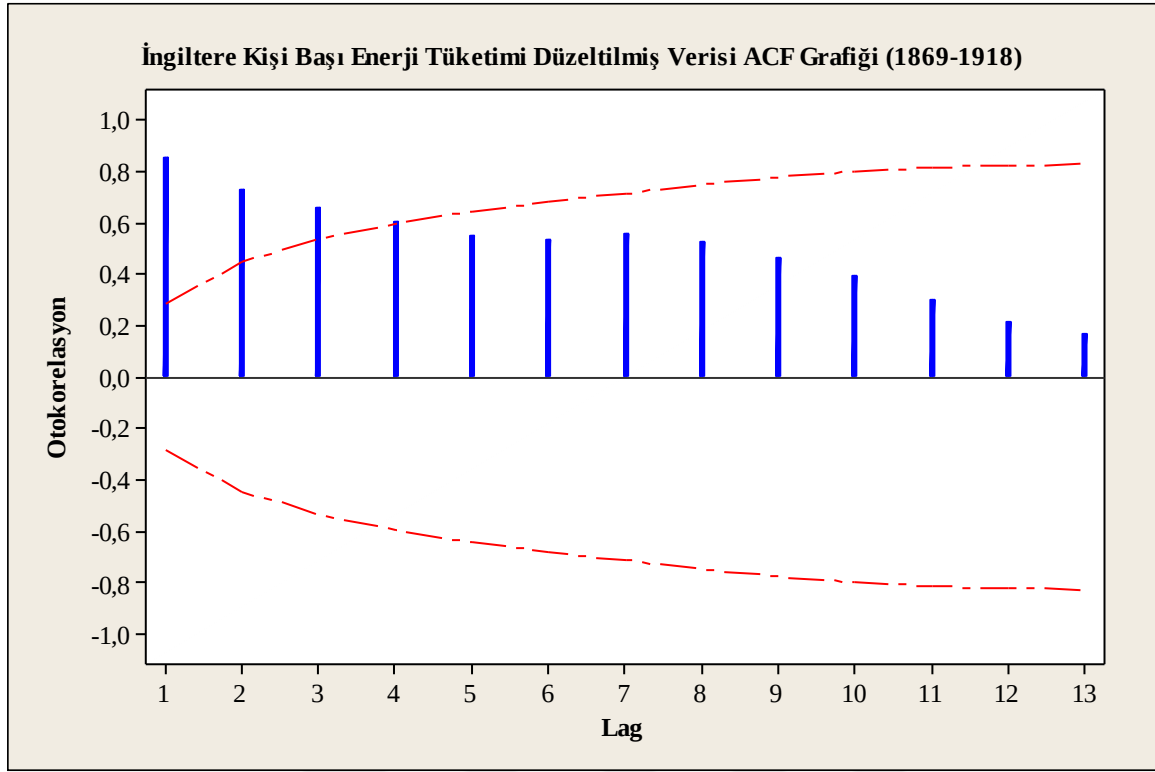
**EK-75: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1869-1918)**



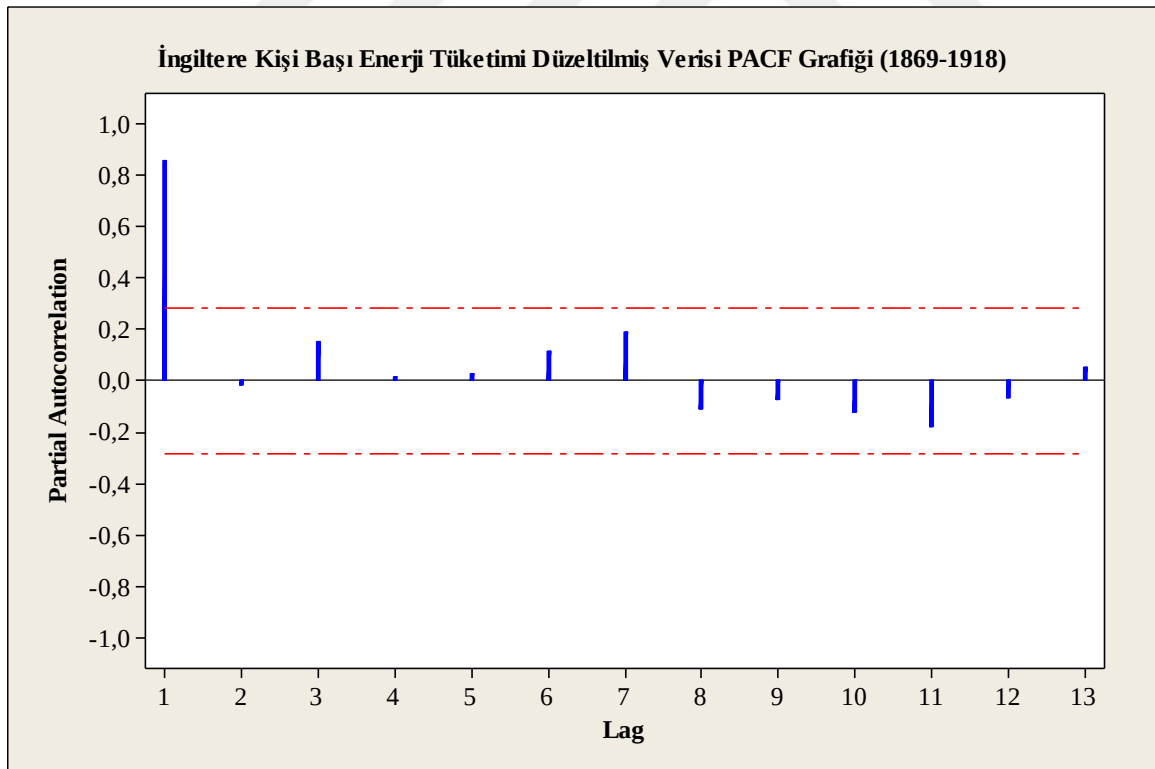
**EK-76: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1869-1918)**



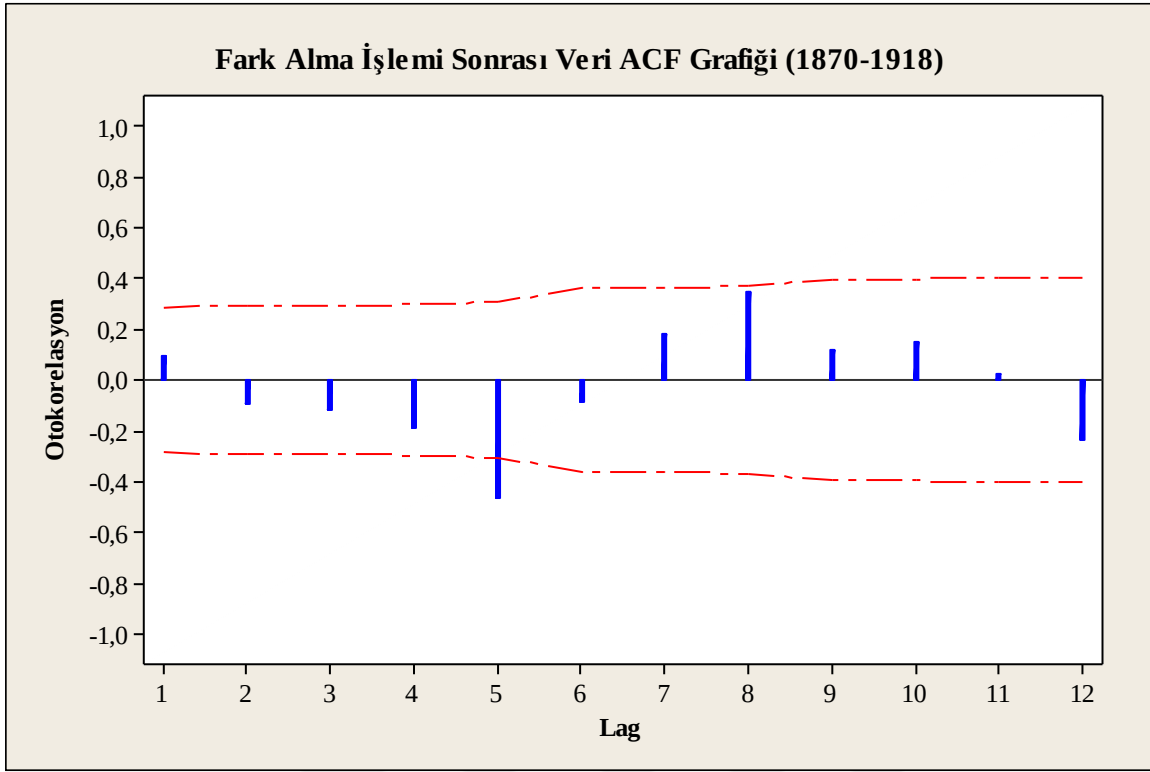
**EK-77: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi ACF Grafiği (1869-1918)**



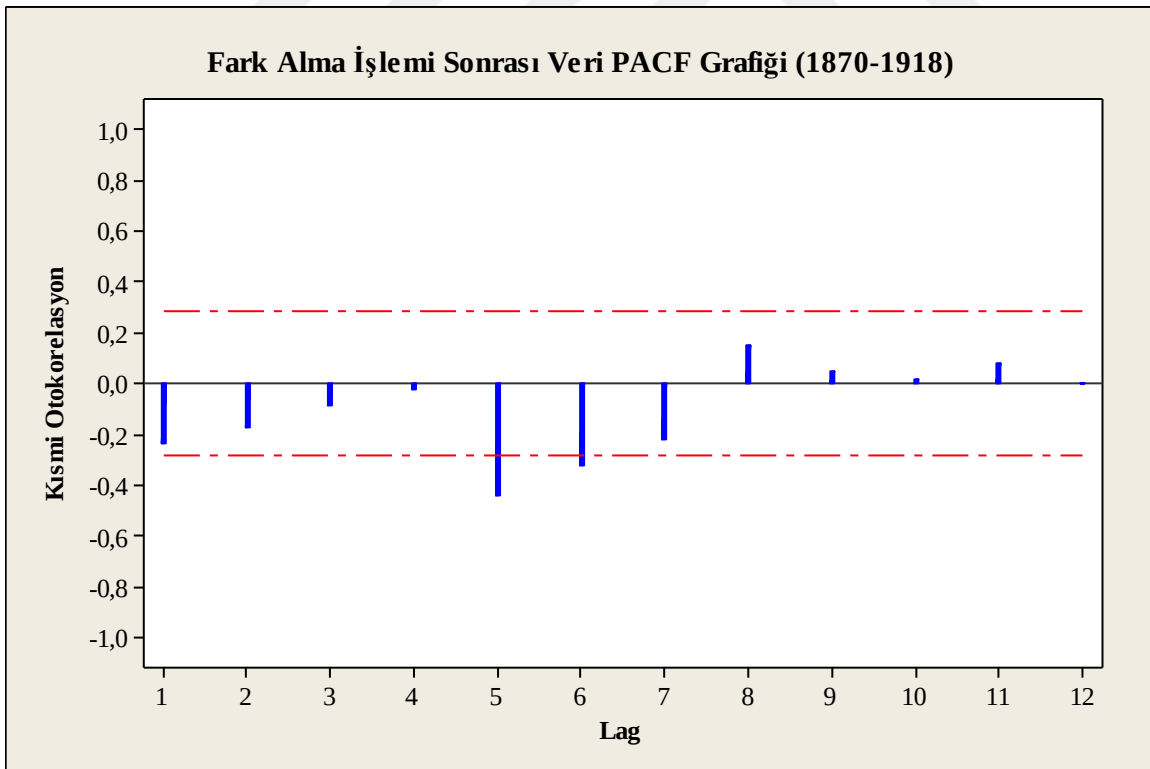
**EK-78: İngiltere Kişi Başına Düşen Gelir Düzeltilmiş Verisi PACF Grafiği (1869-1918)**



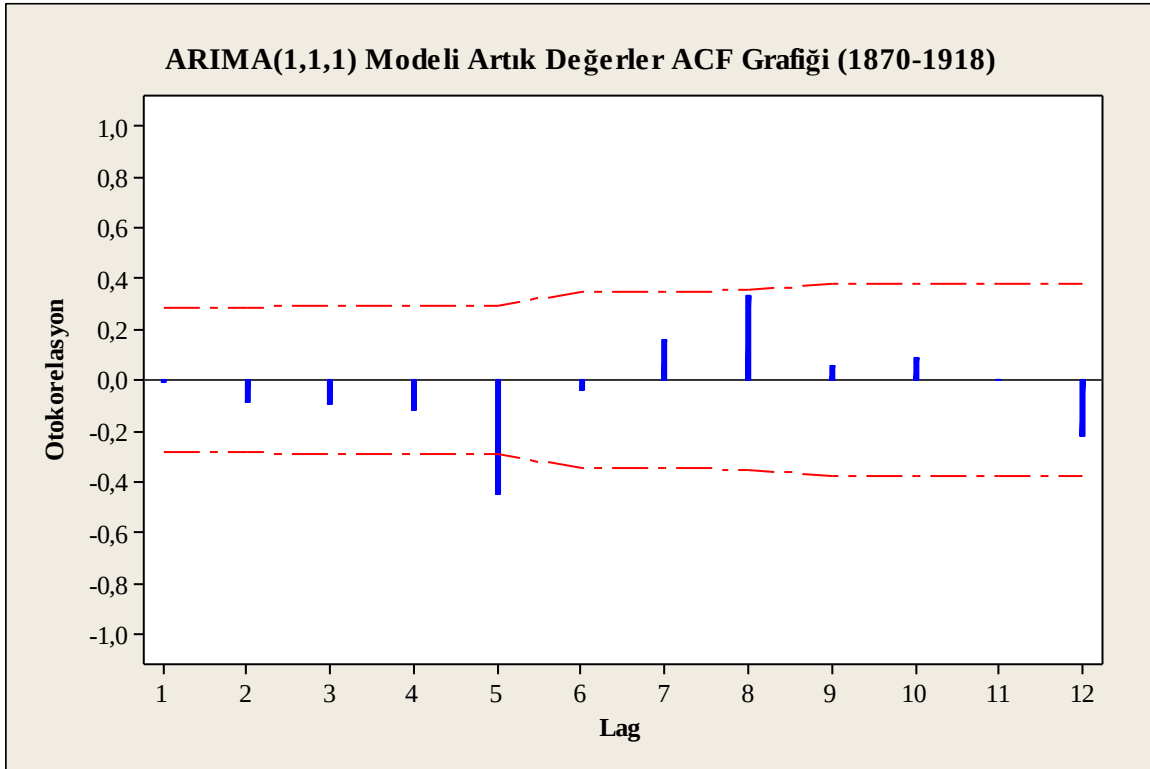
**EK-79: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1870-1918)**



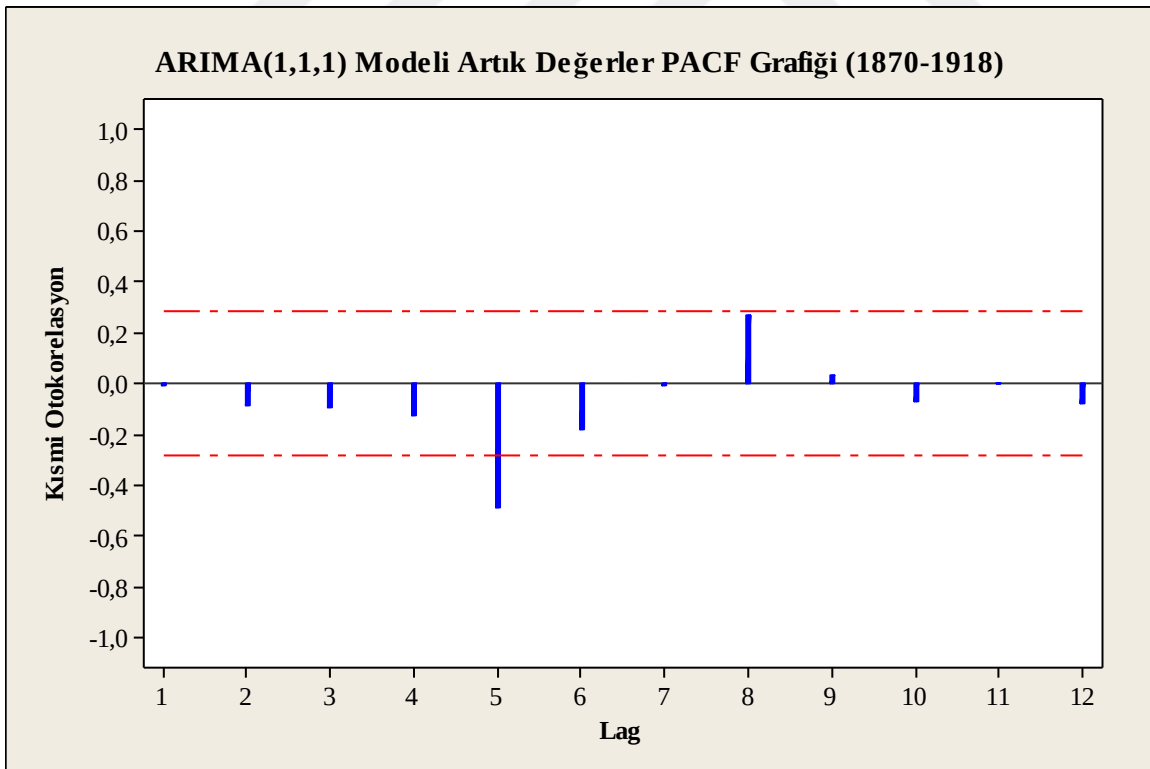
**EK-80: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1870-1918)**



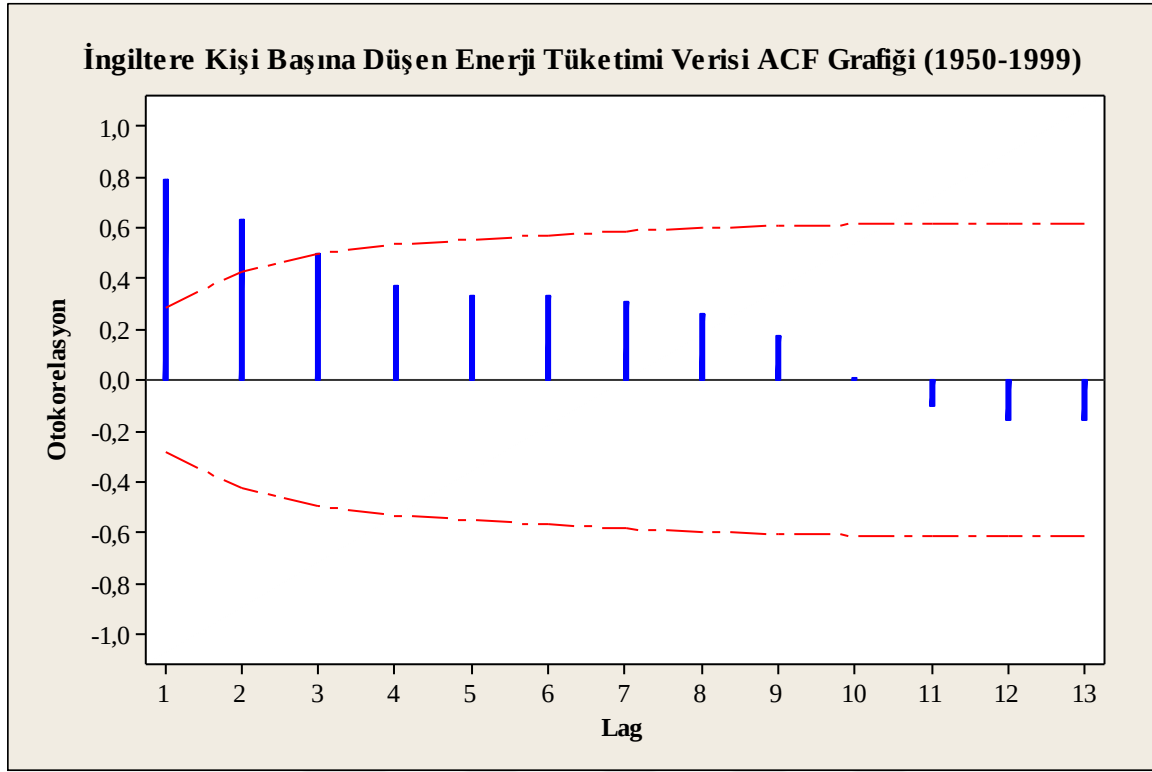
**EK-81: ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1870-1918)**



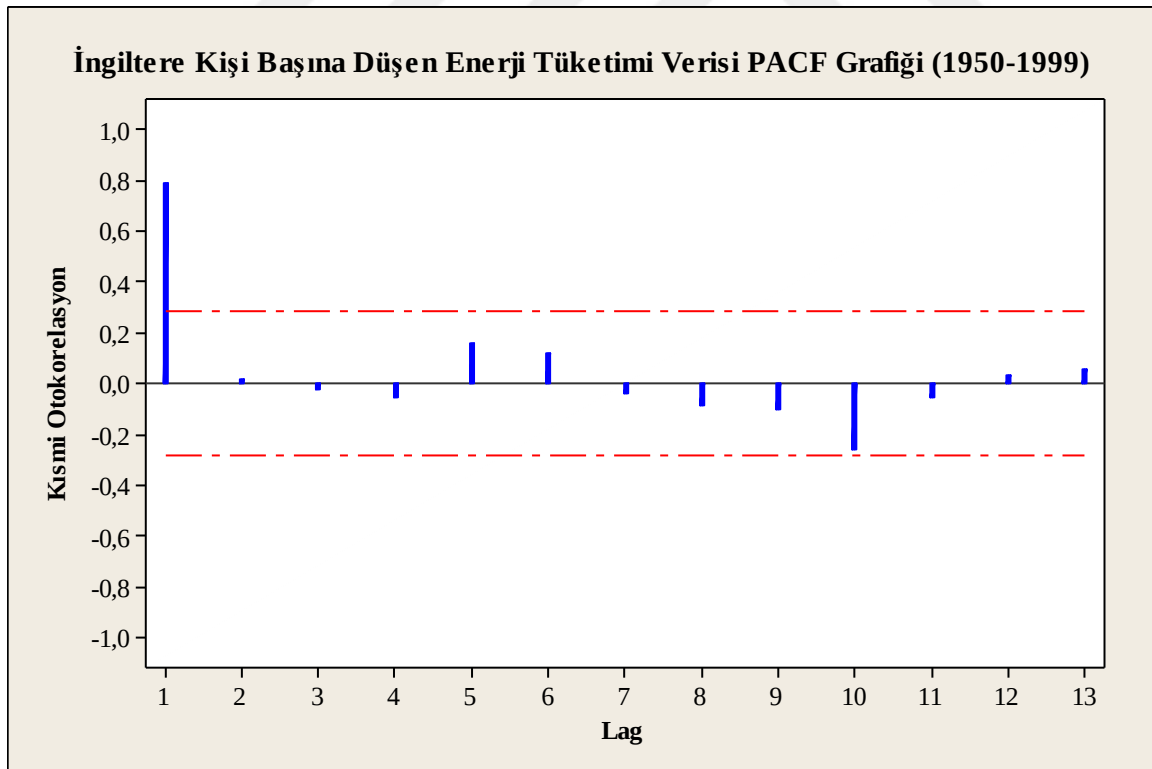
**EK-82: ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1870-1918)**



**EK-83: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1950-1999)**

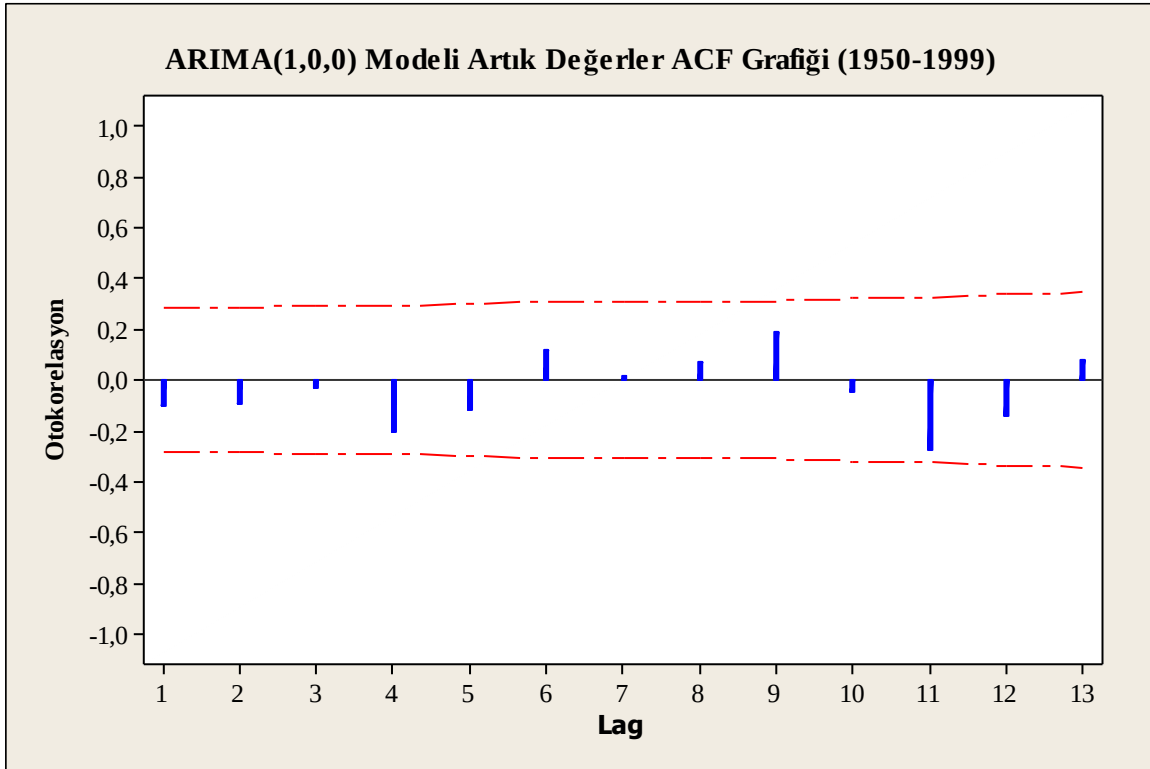


**EK-84: İngiltere Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1950-1999)**

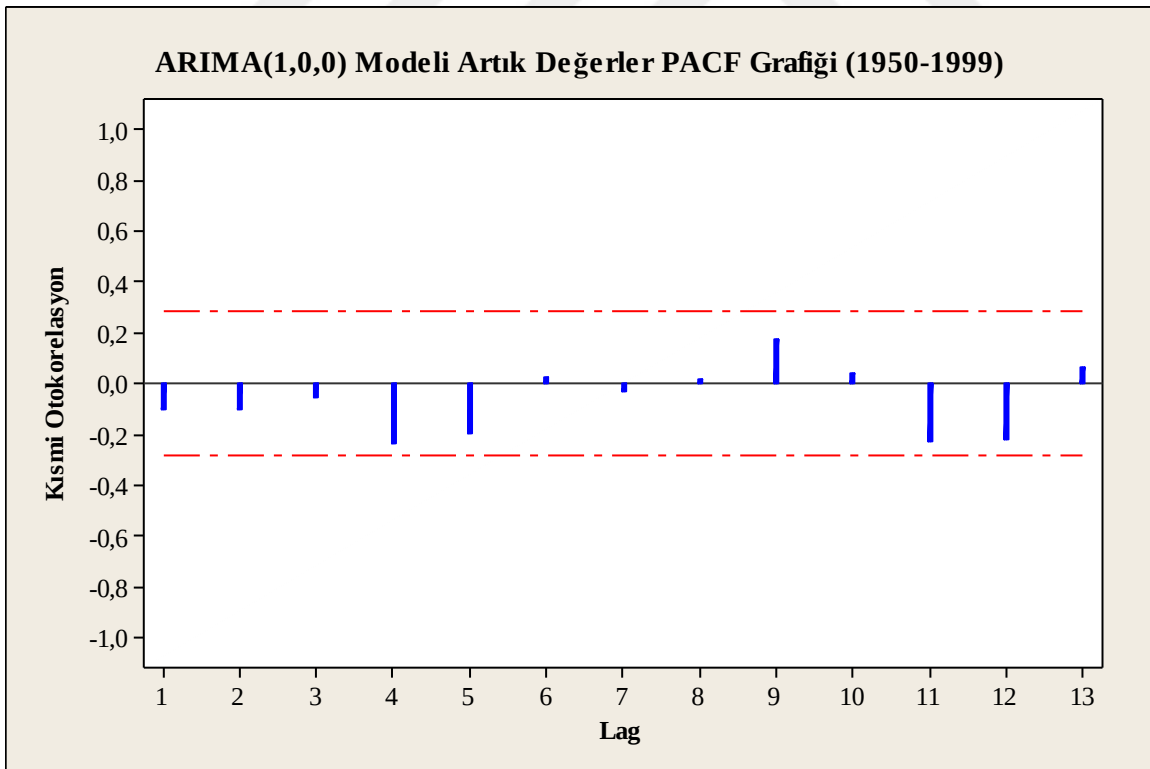




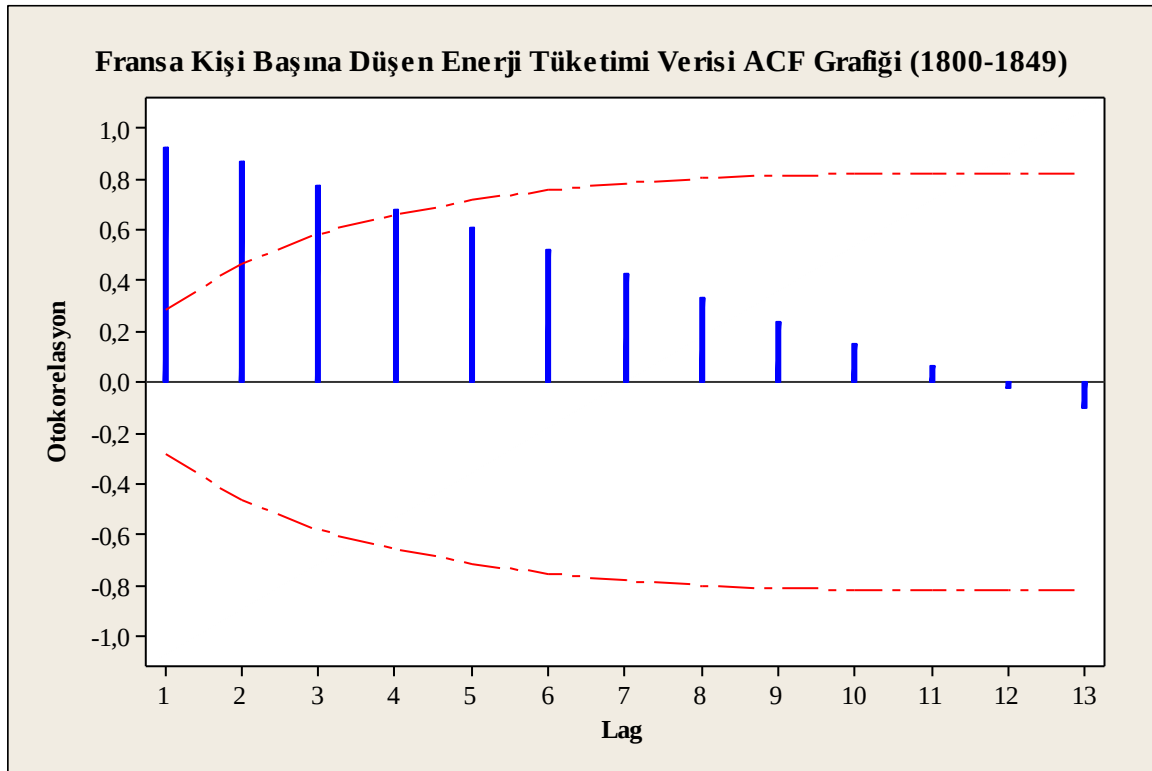
**EK-85: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1950-1999)**



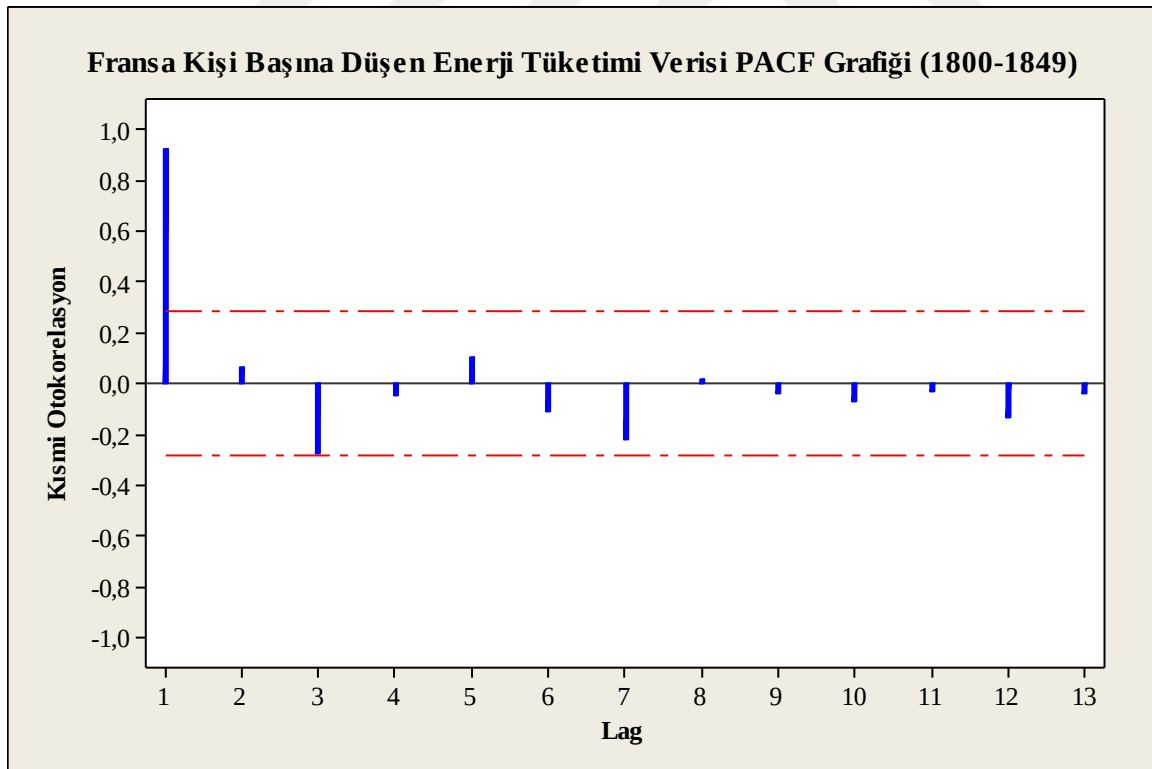
**EK-86: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1950-1999)**



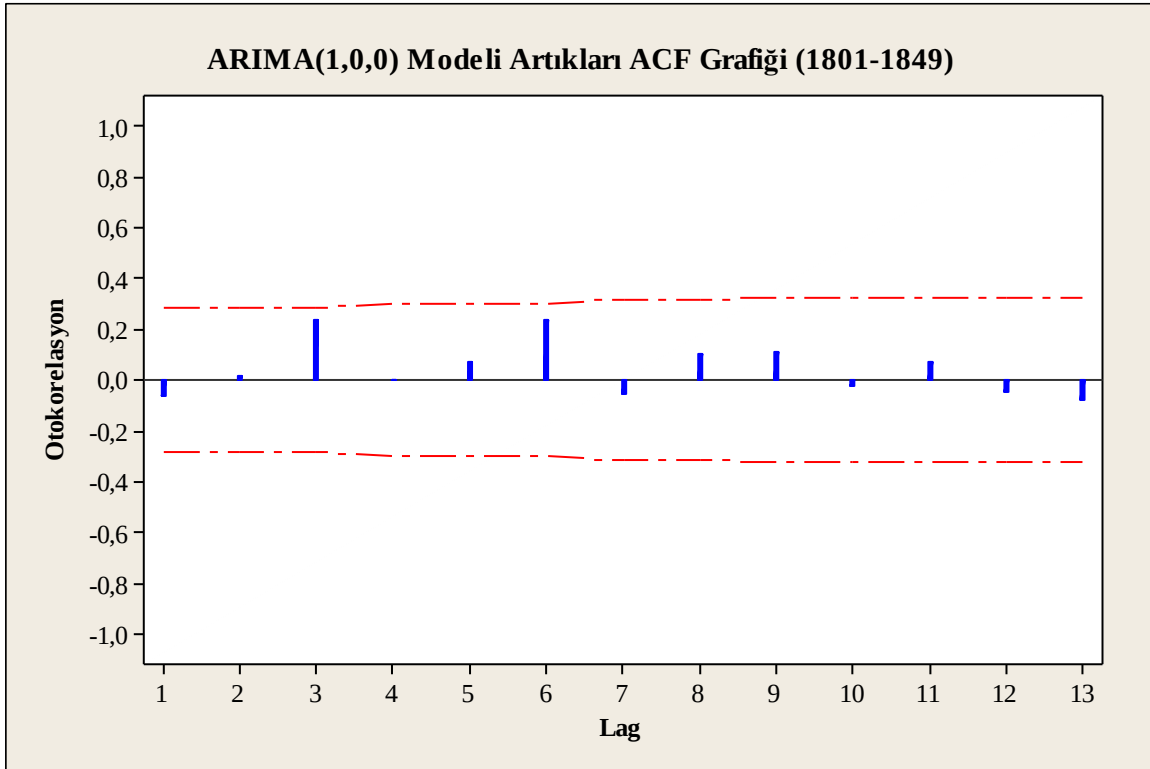
**EK-87: Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1800-1849)**



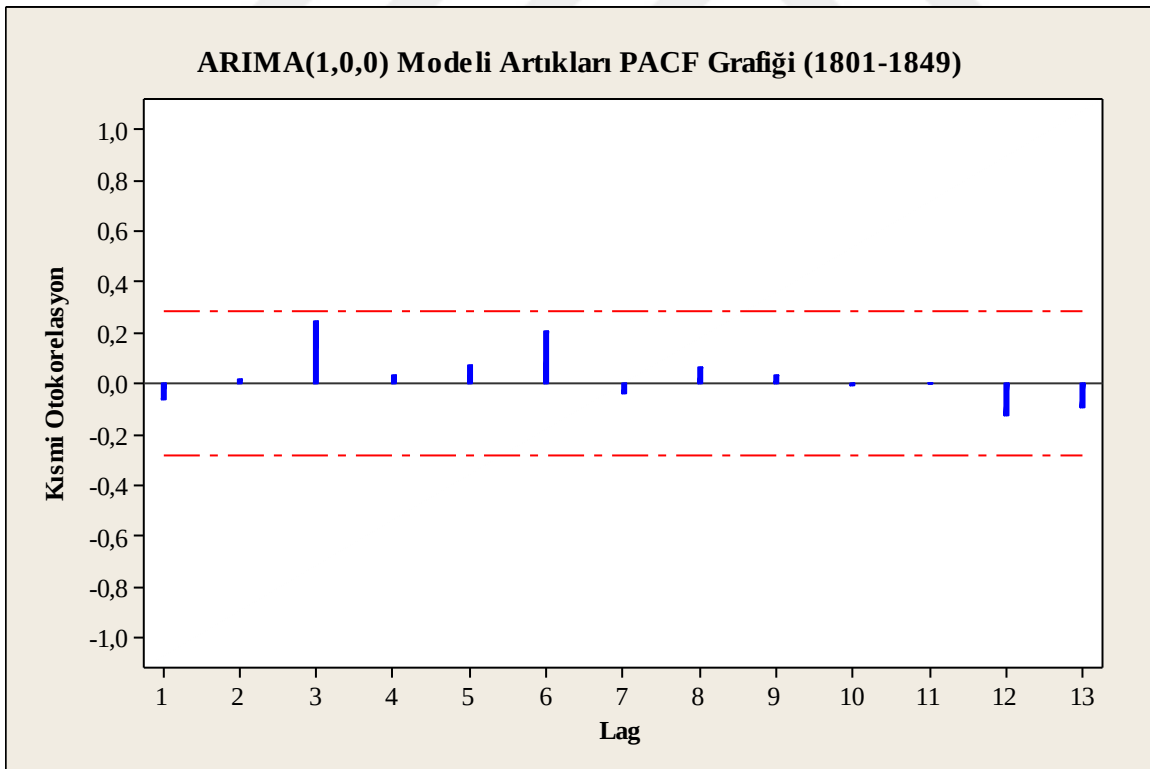
**EK-88: Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1800-1849)**



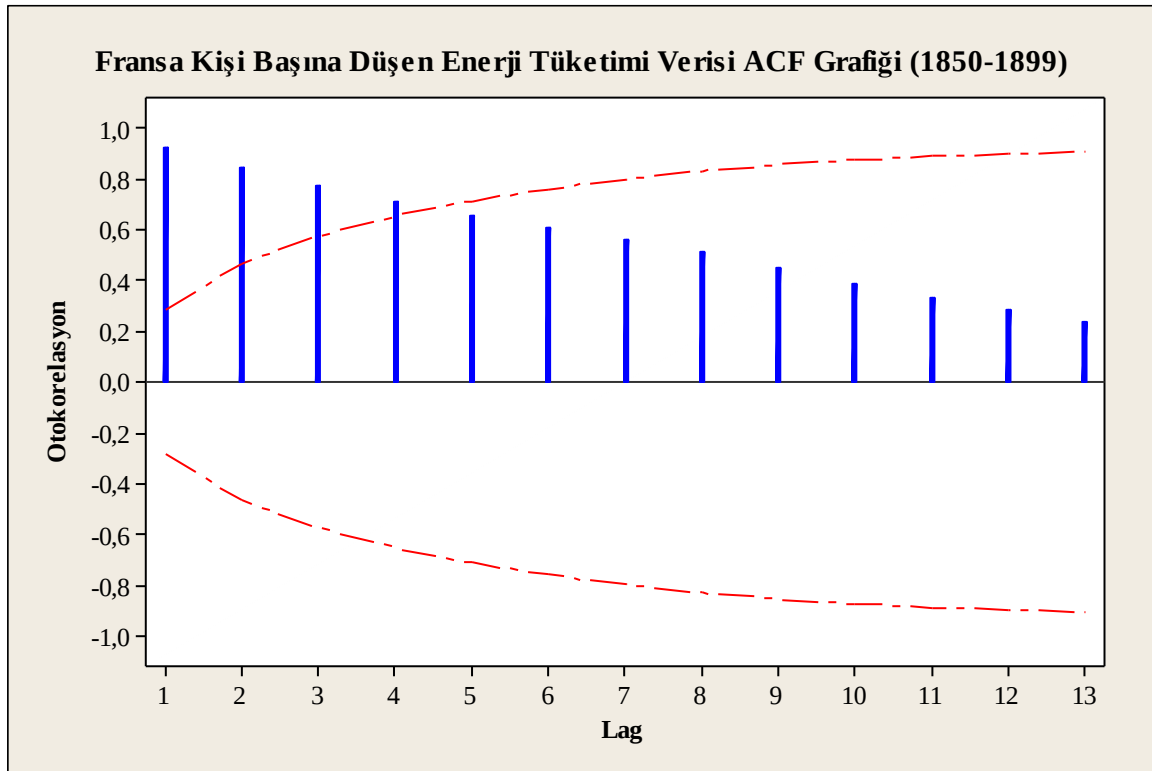
**EK-89: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1801-1849)**



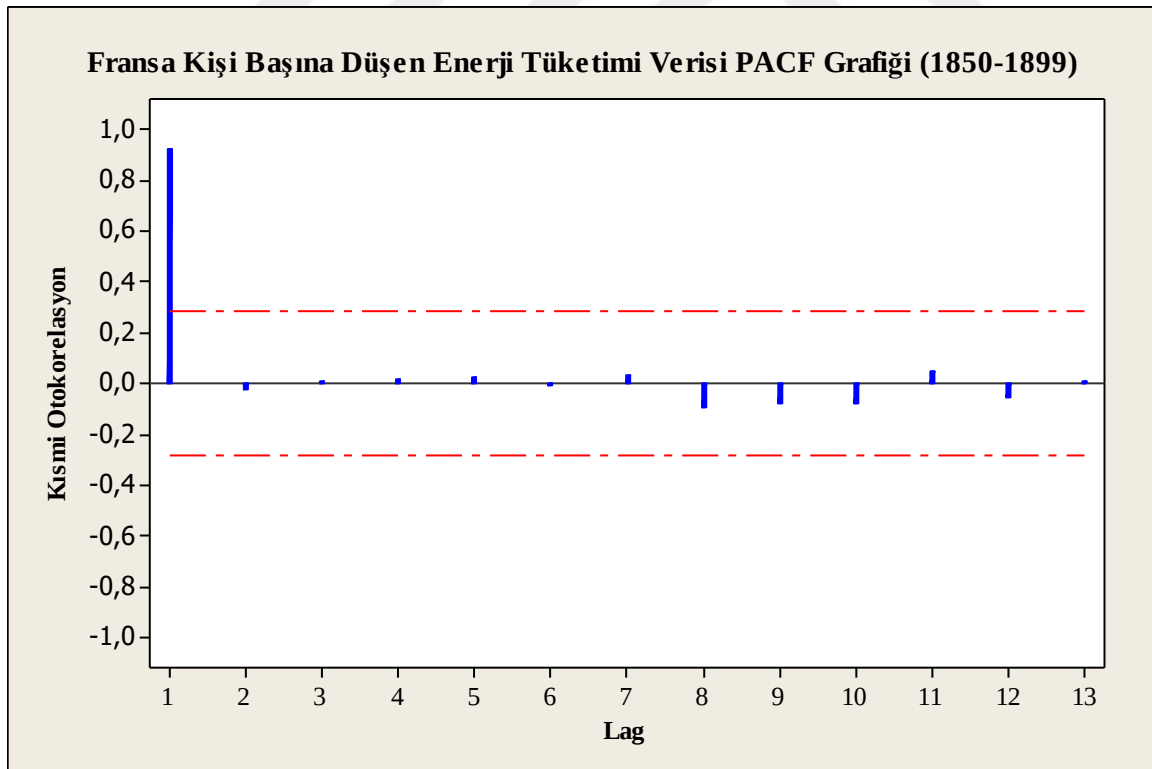
**EK-90: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1801-1849)**



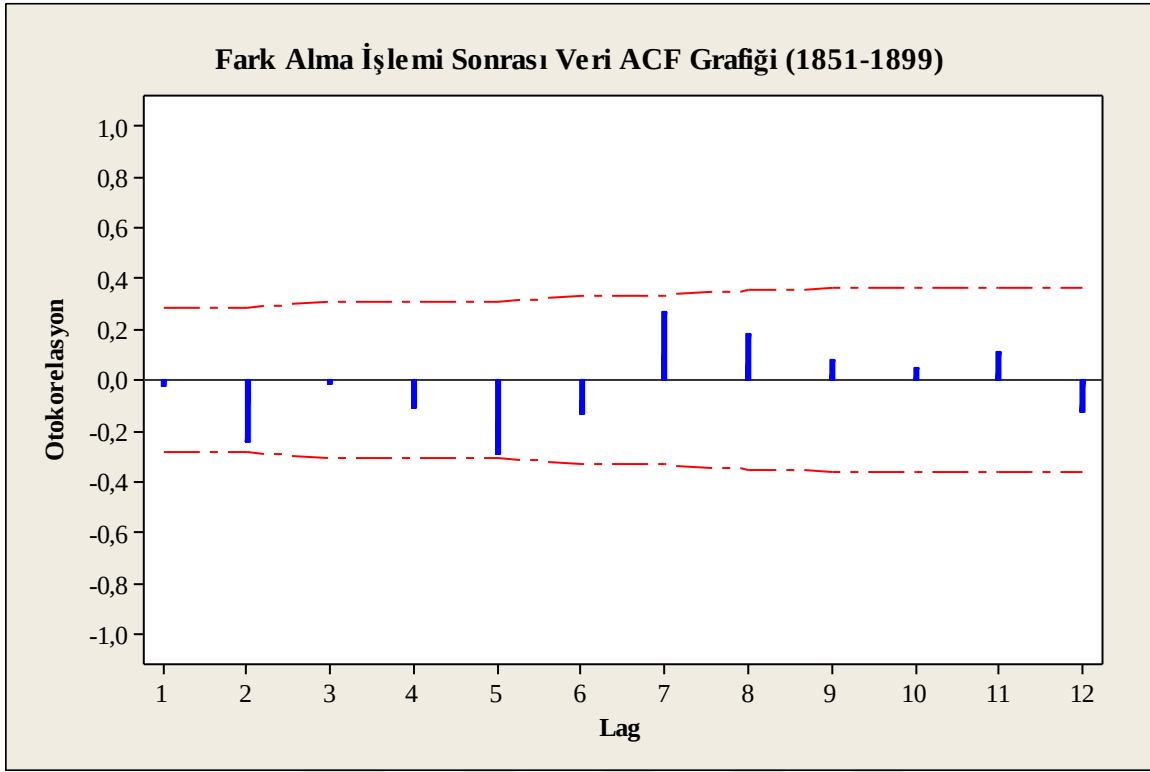
**EK-91: Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1850-1899)**



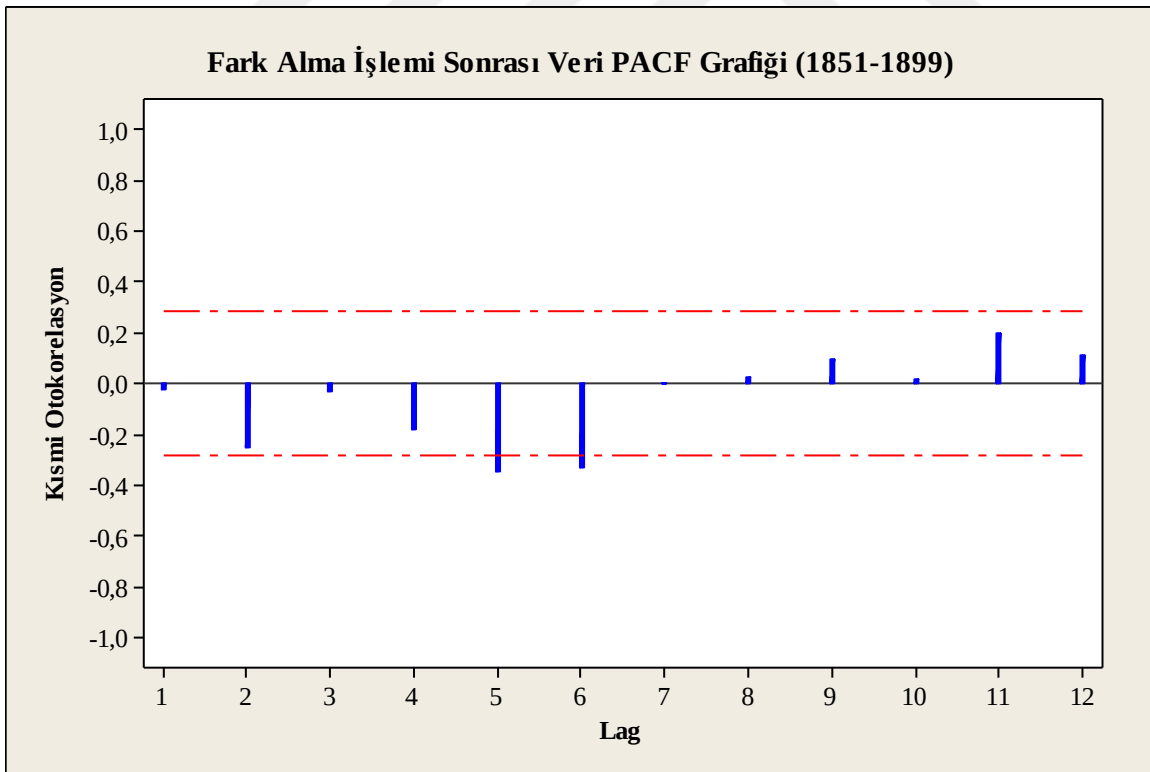
**EK-92: Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1850-1899)**



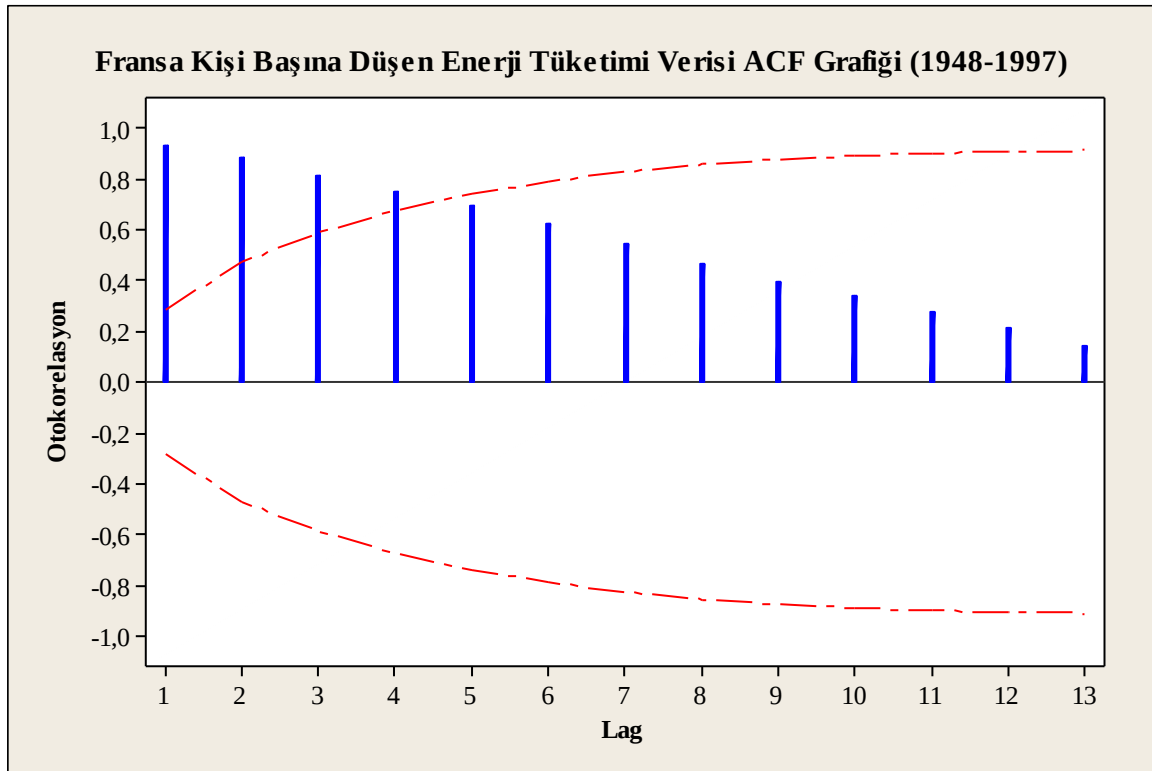
**EK-93: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1851-1899)**



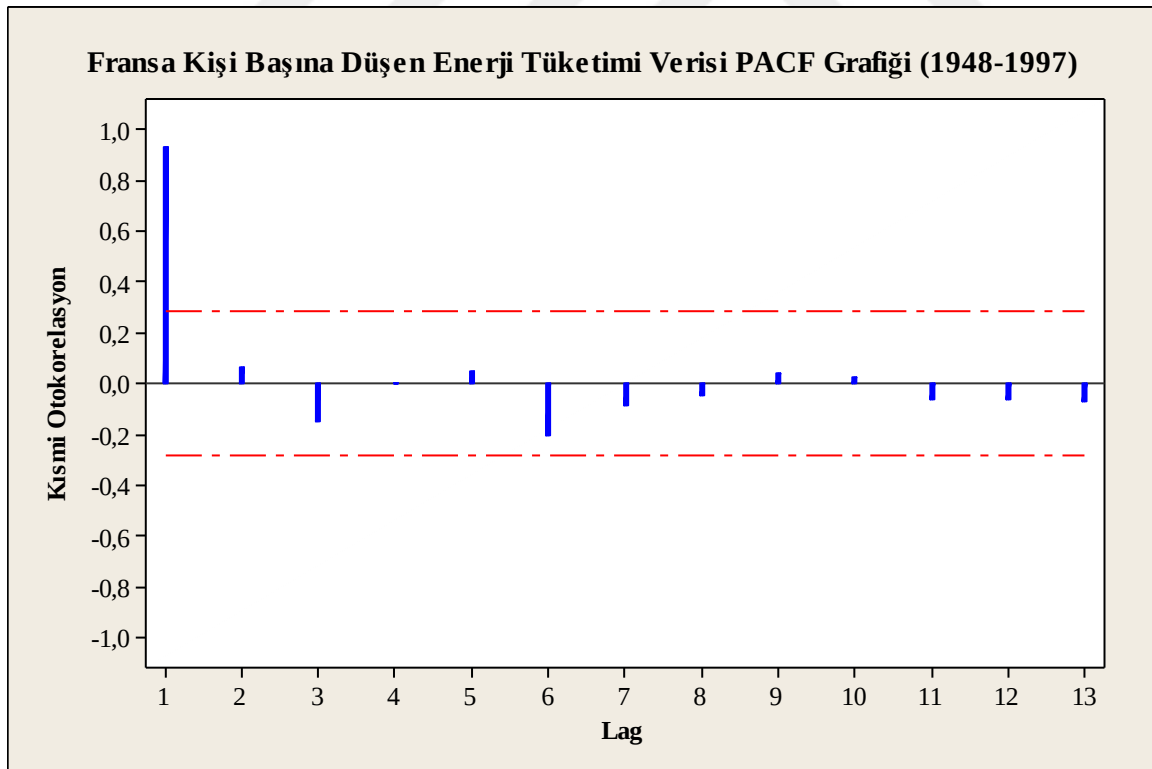
**EK-94: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1851-1899)**



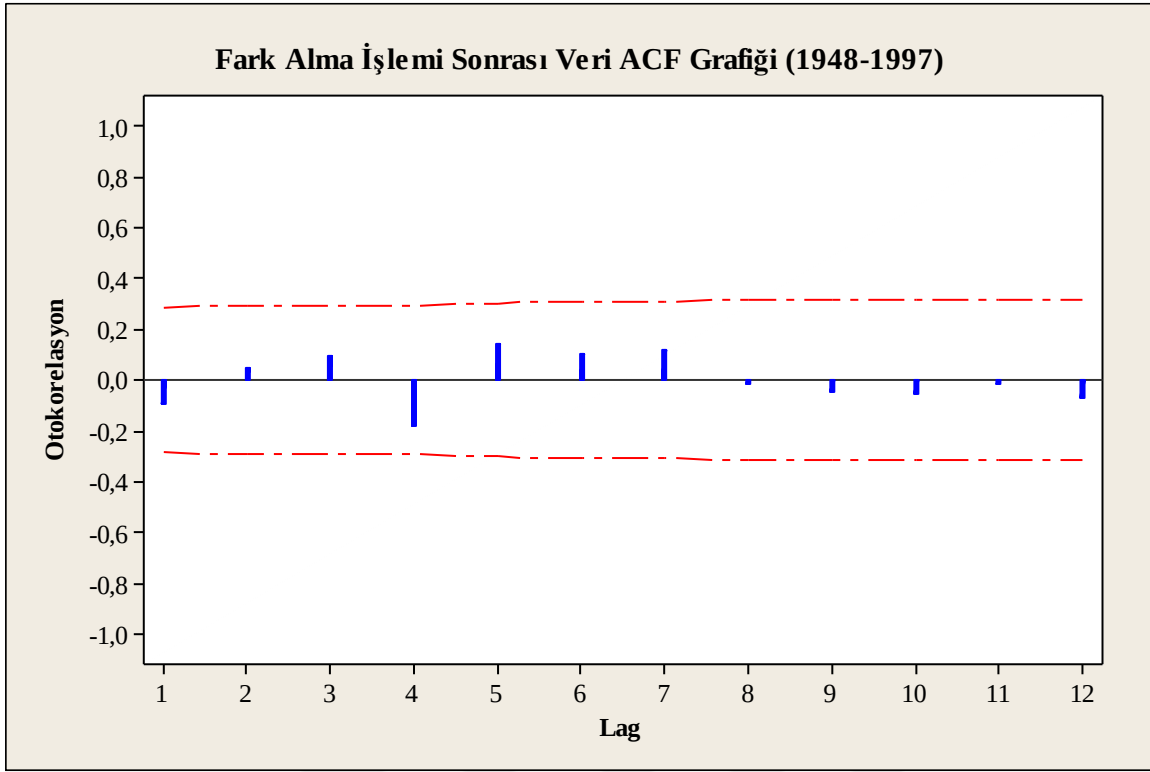
**EK-95: Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1948-1997)**



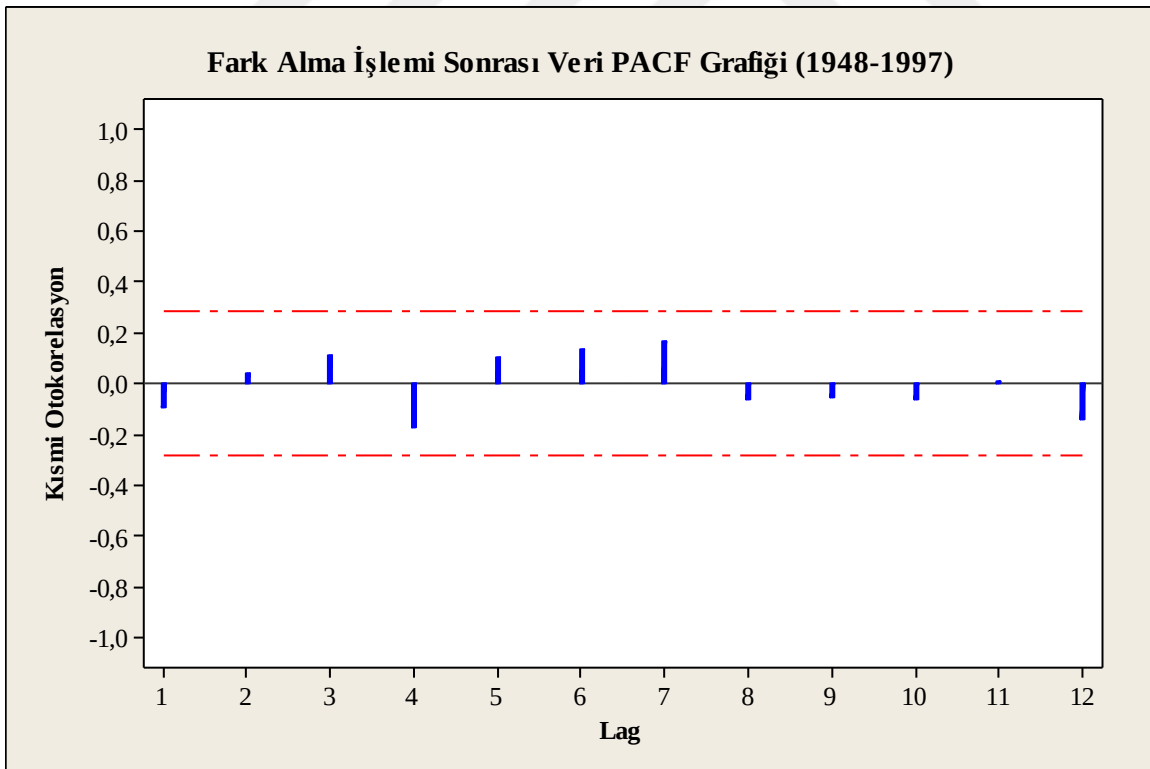
**EK-96: Fransa Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1948-1997)**



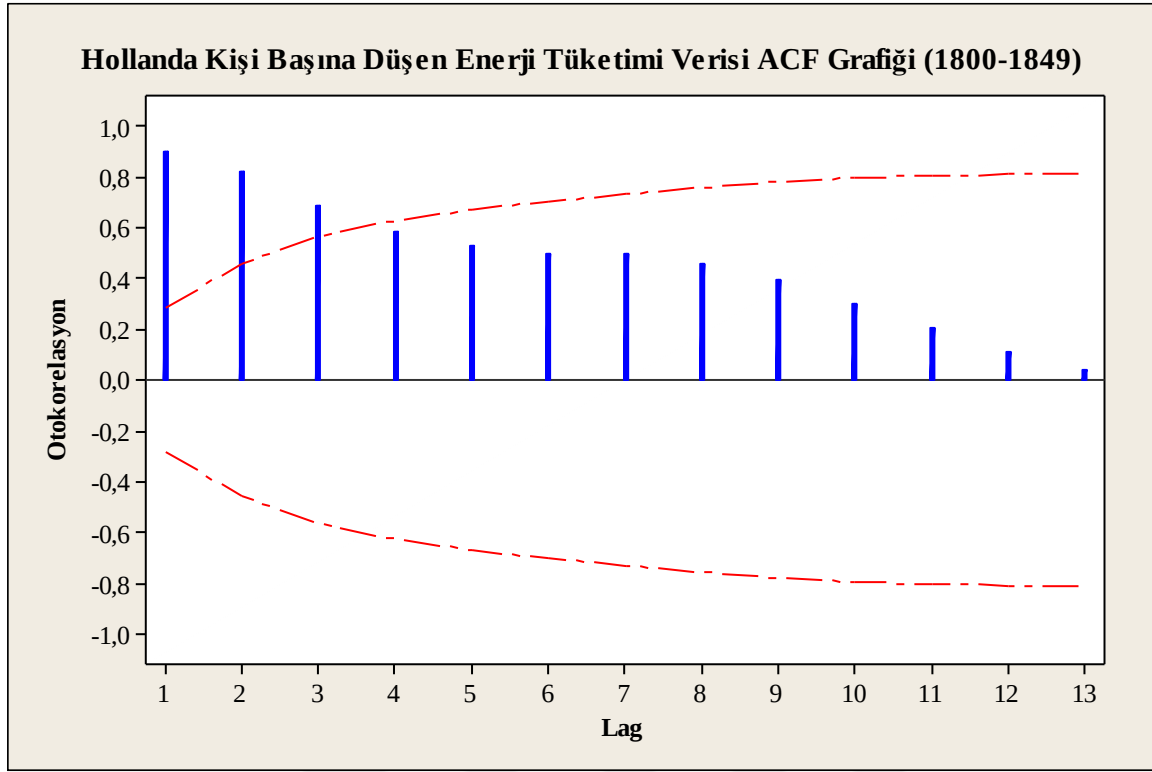
**EK-97: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1948-1997)**



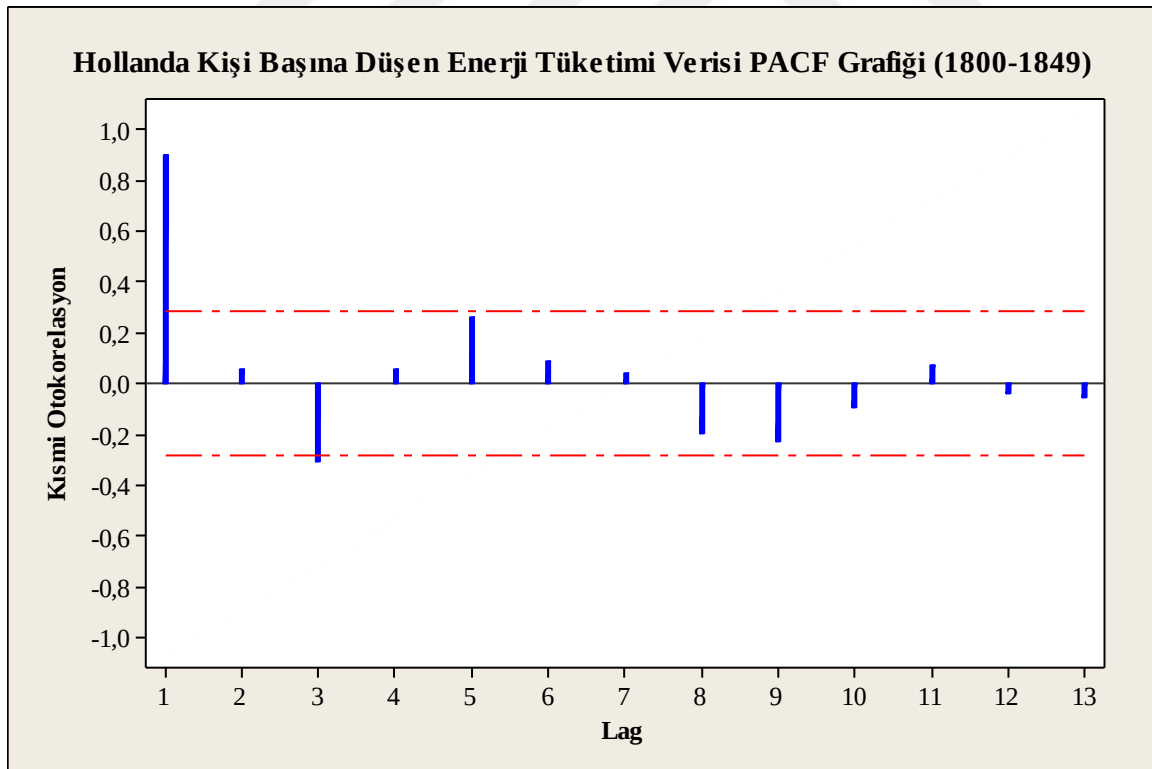
**EK-98: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1948-1997)**



**EK-99: Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1800-1849)**

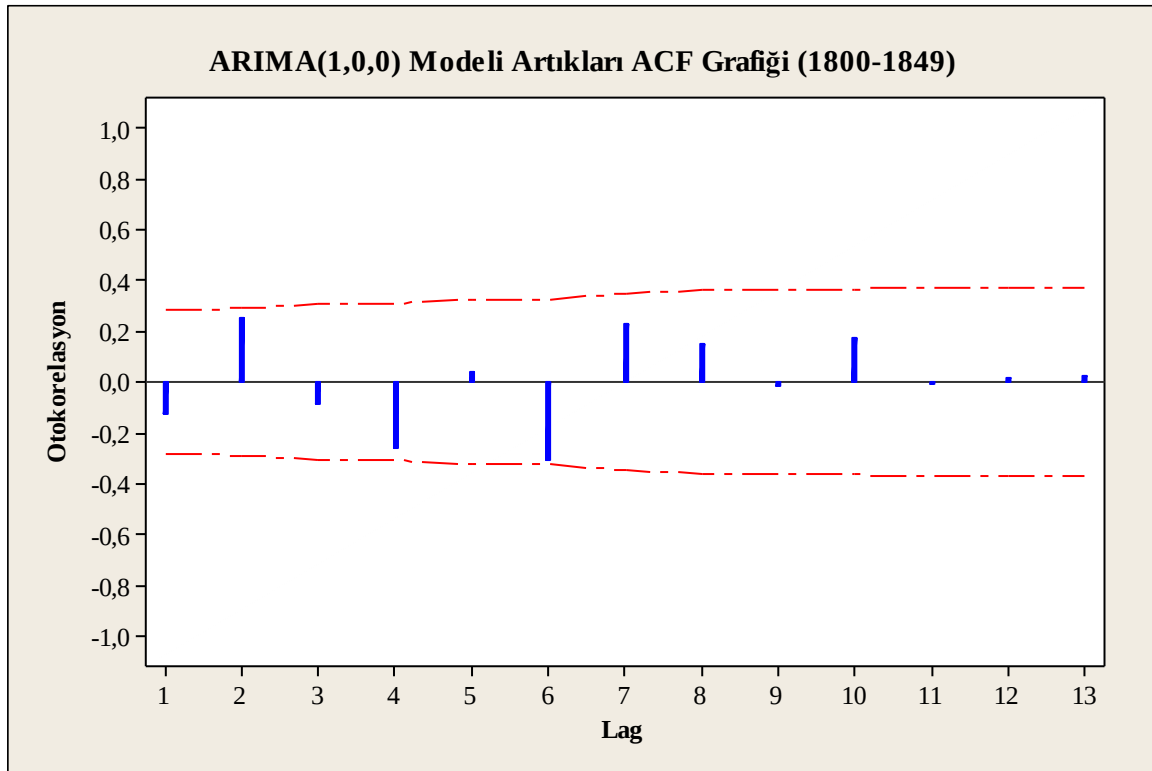


**EK-100: Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1800-1849)**

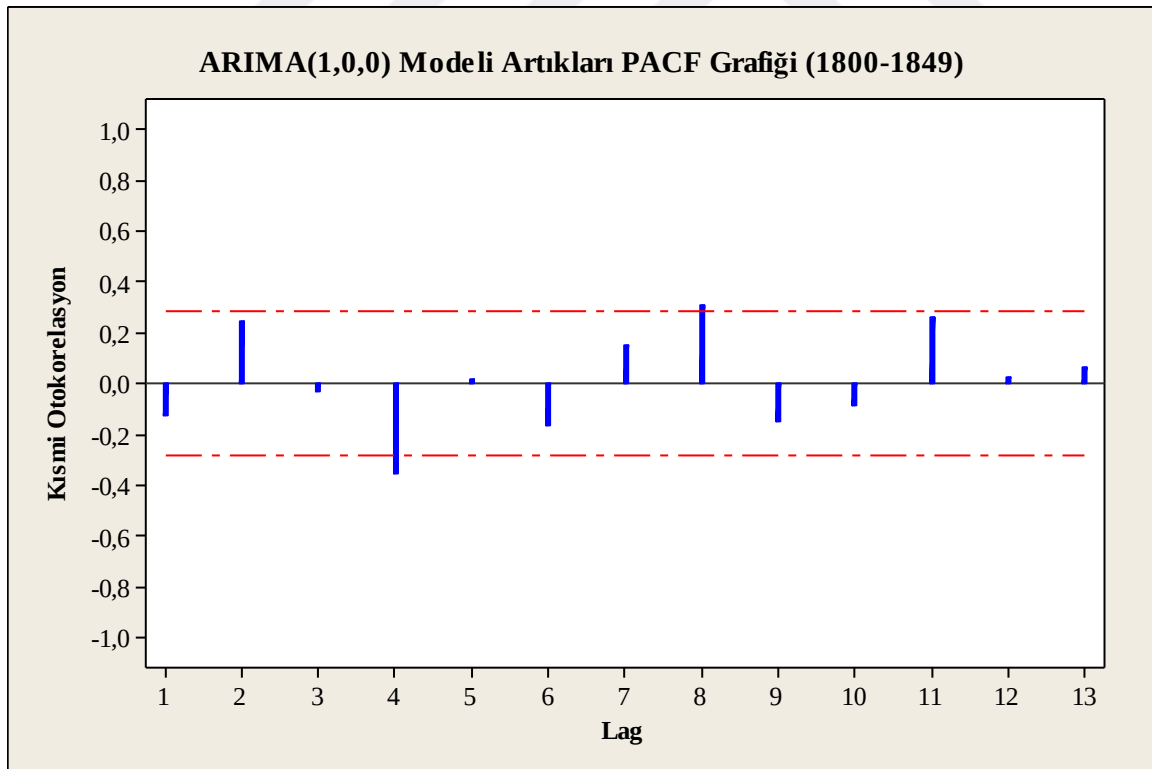




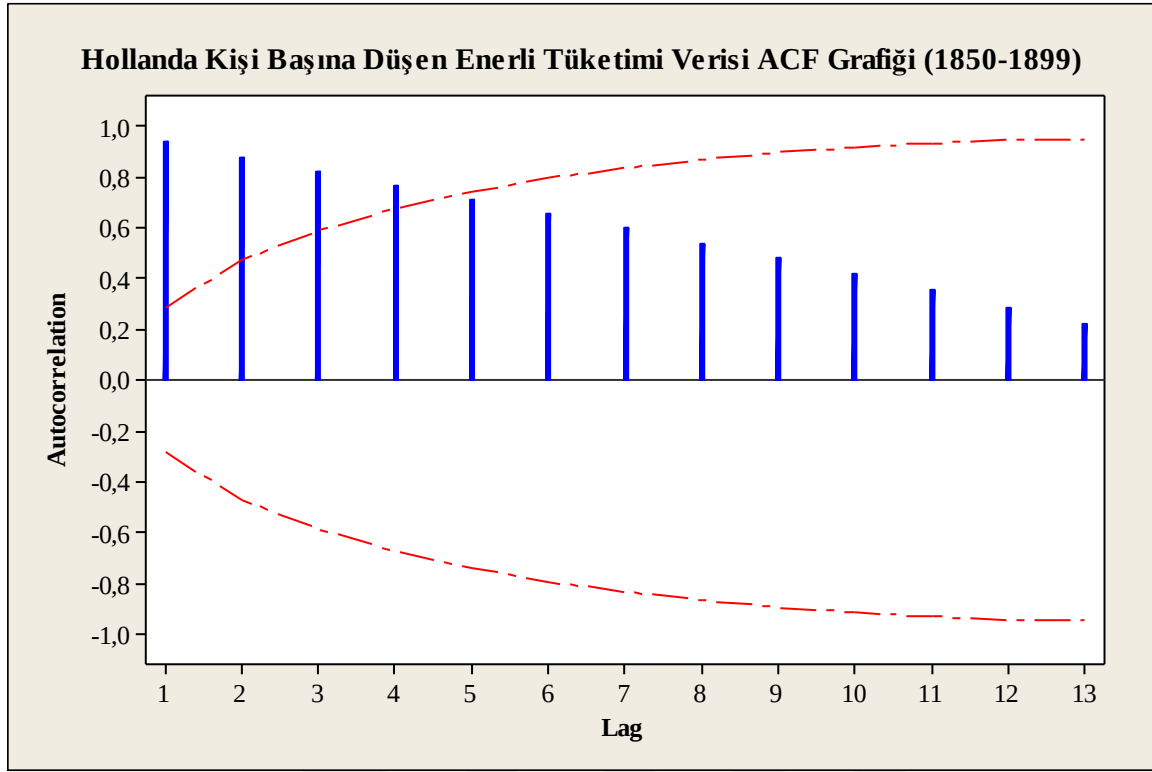
**EK-101: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1800-1849)**



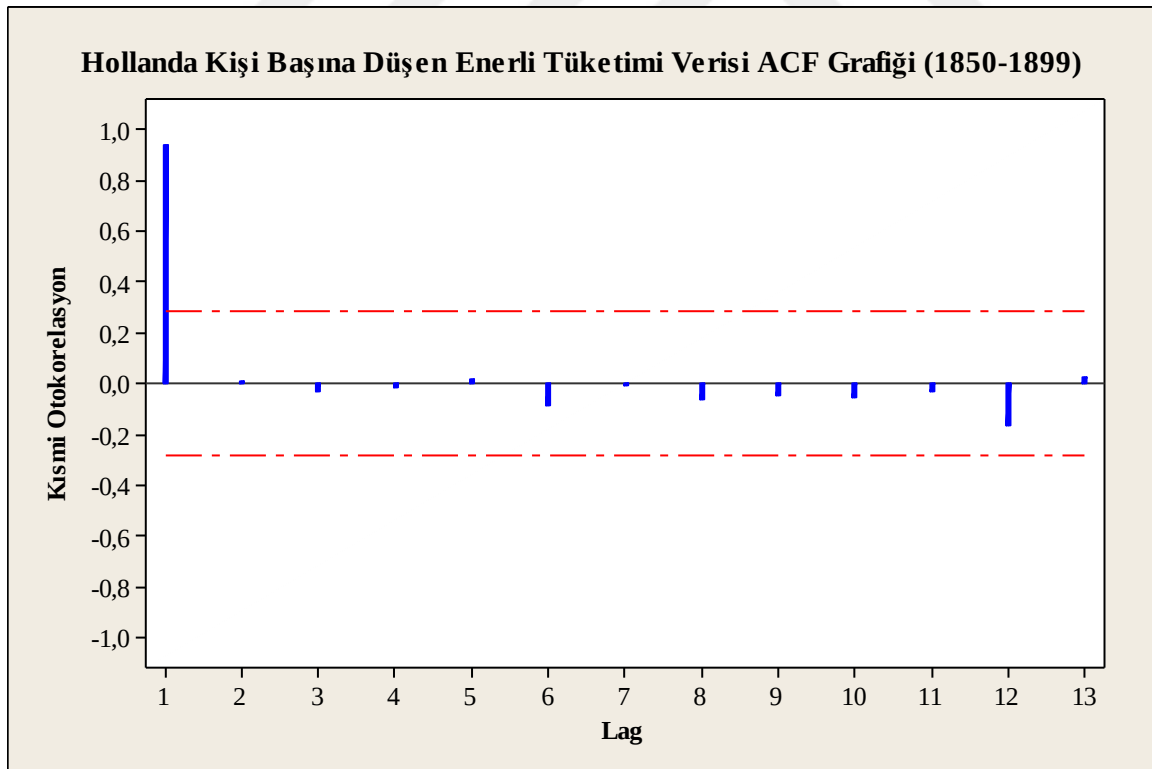
**EK-102: ARIMA (1,0,0) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1800-1849)**



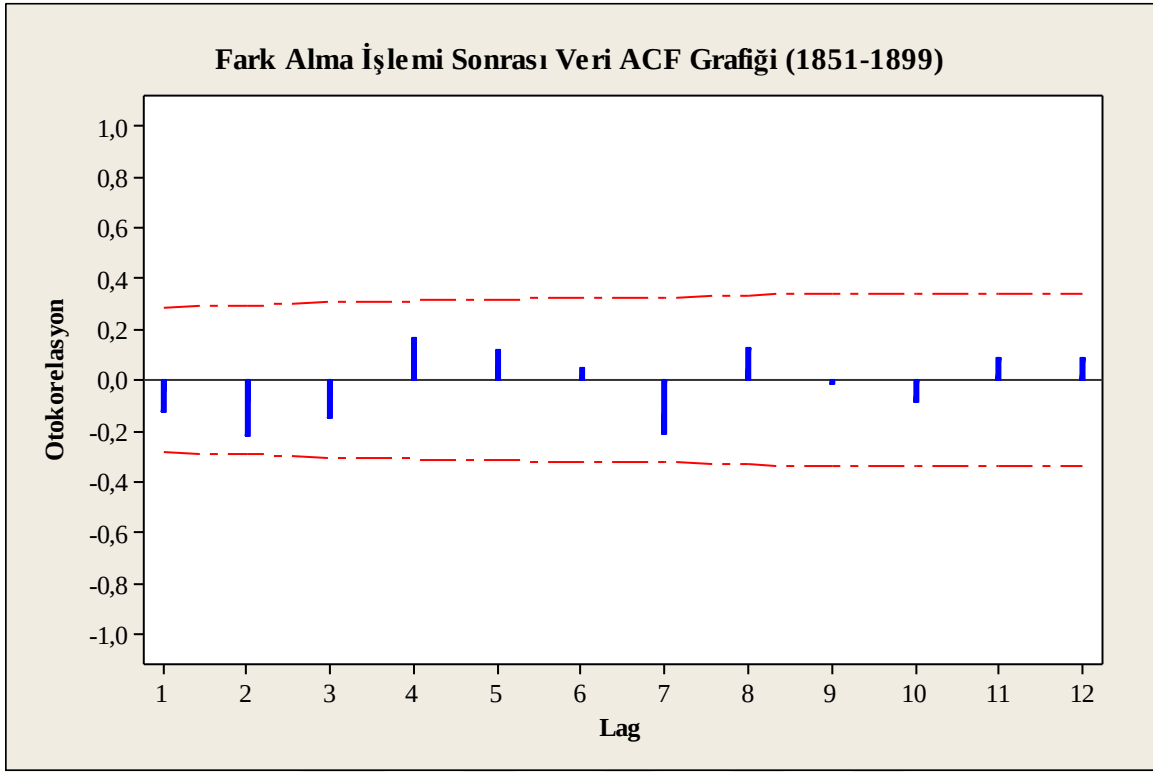
**EK-103: Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1850-1899)**



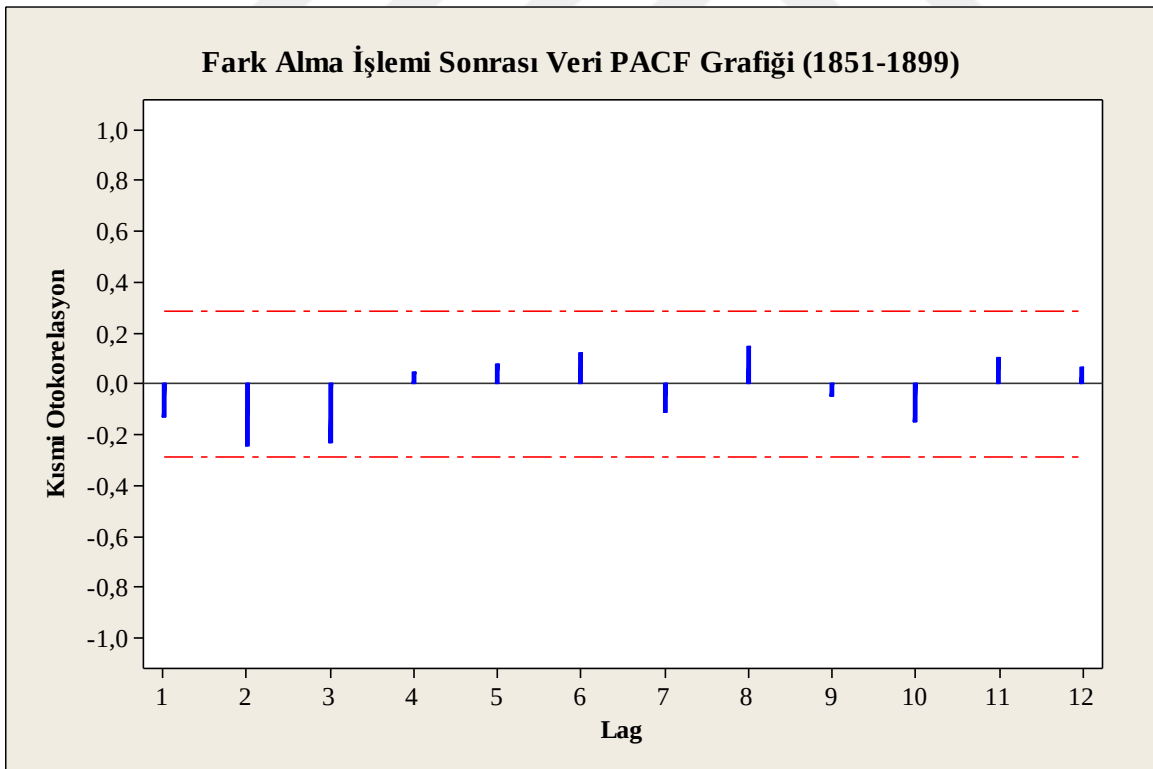
**EK-104: Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1850-1899)**



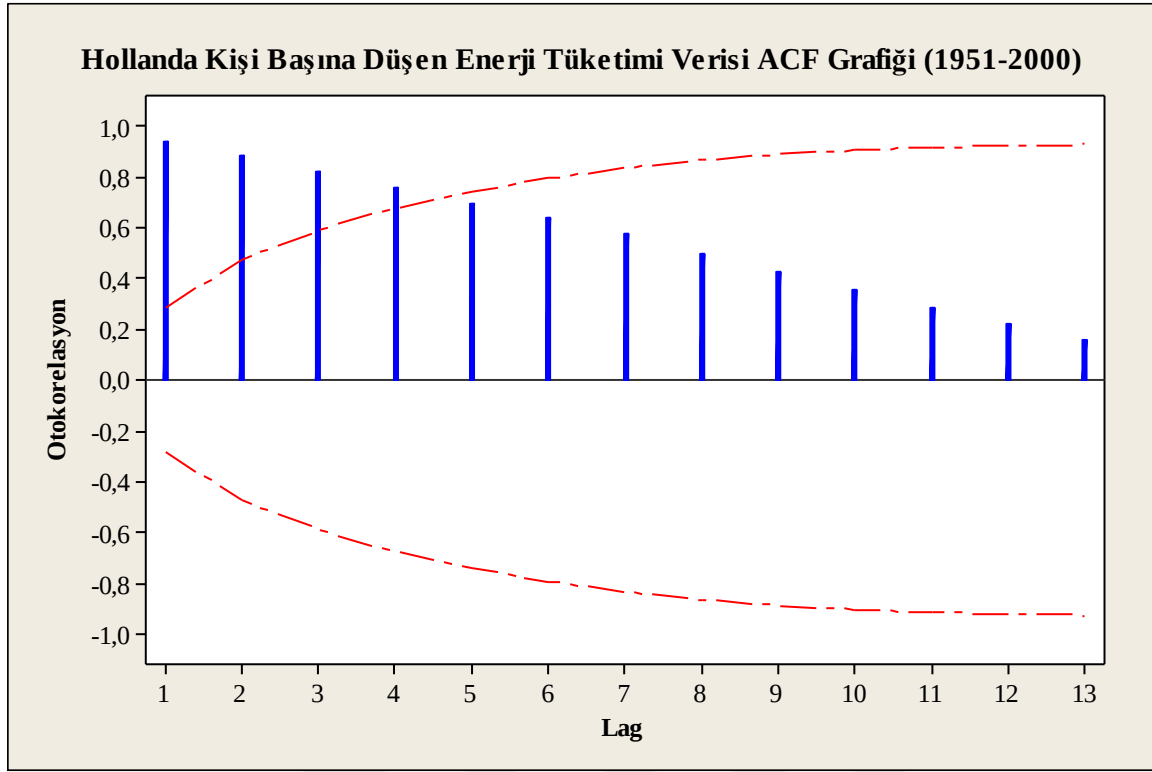
**EK-105: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1851-1899)**



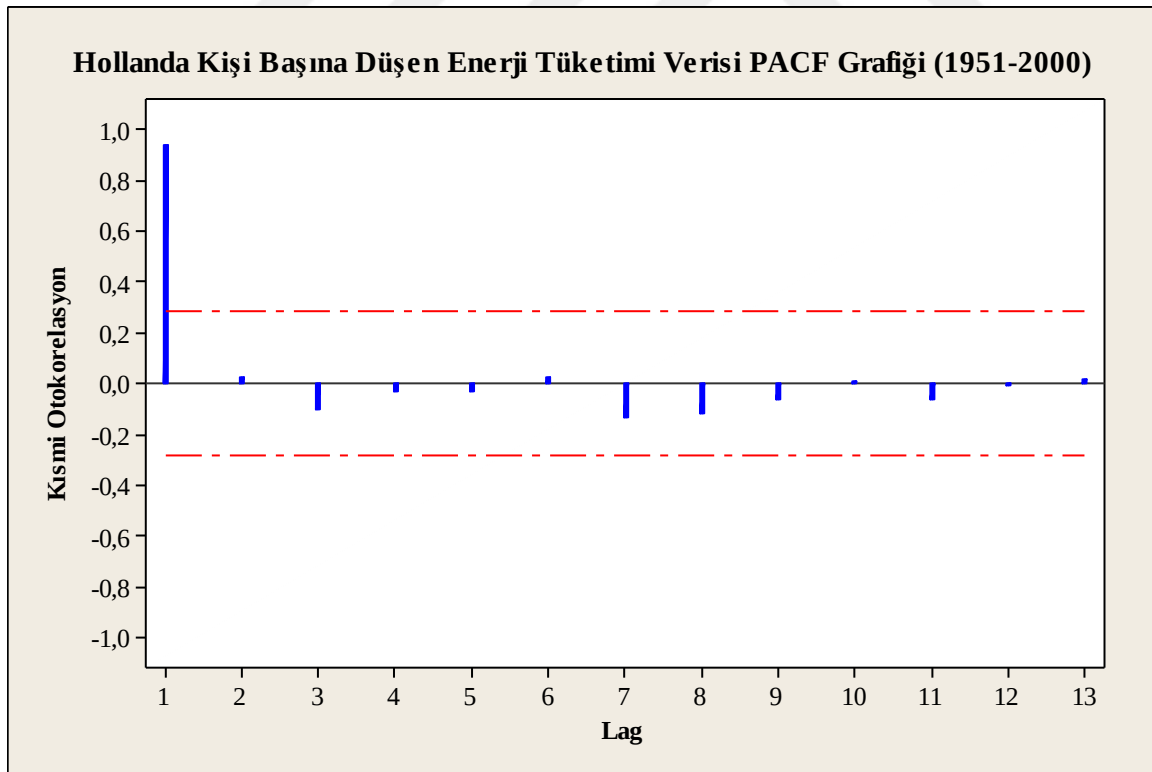
**EK-106: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1851-1899)**



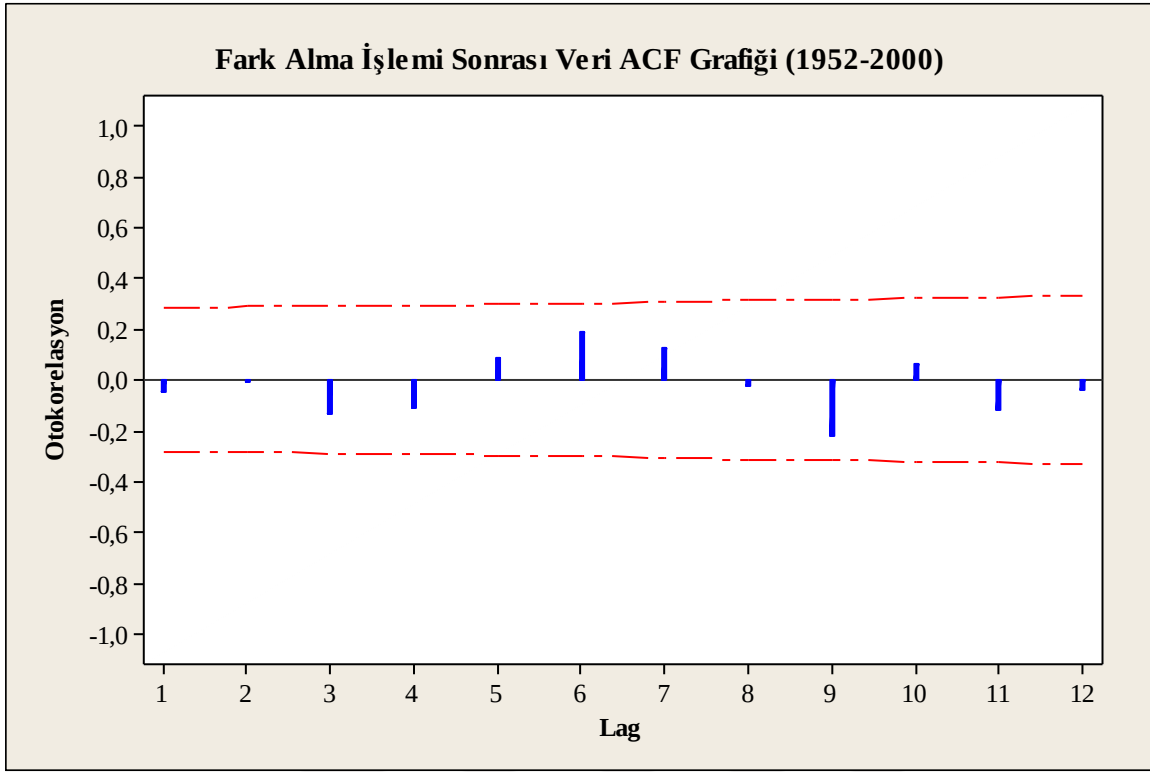
**EK-107: Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1951-2000)**



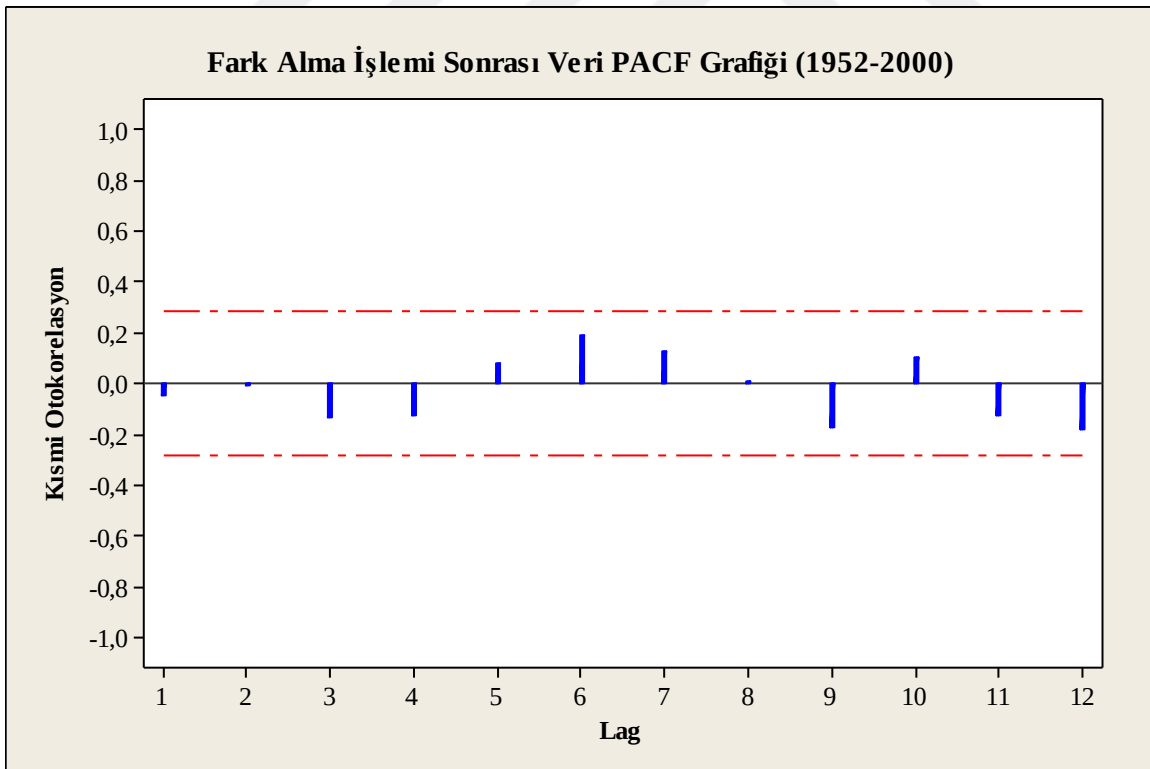
**EK-108: Hollanda Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1951-2000)**



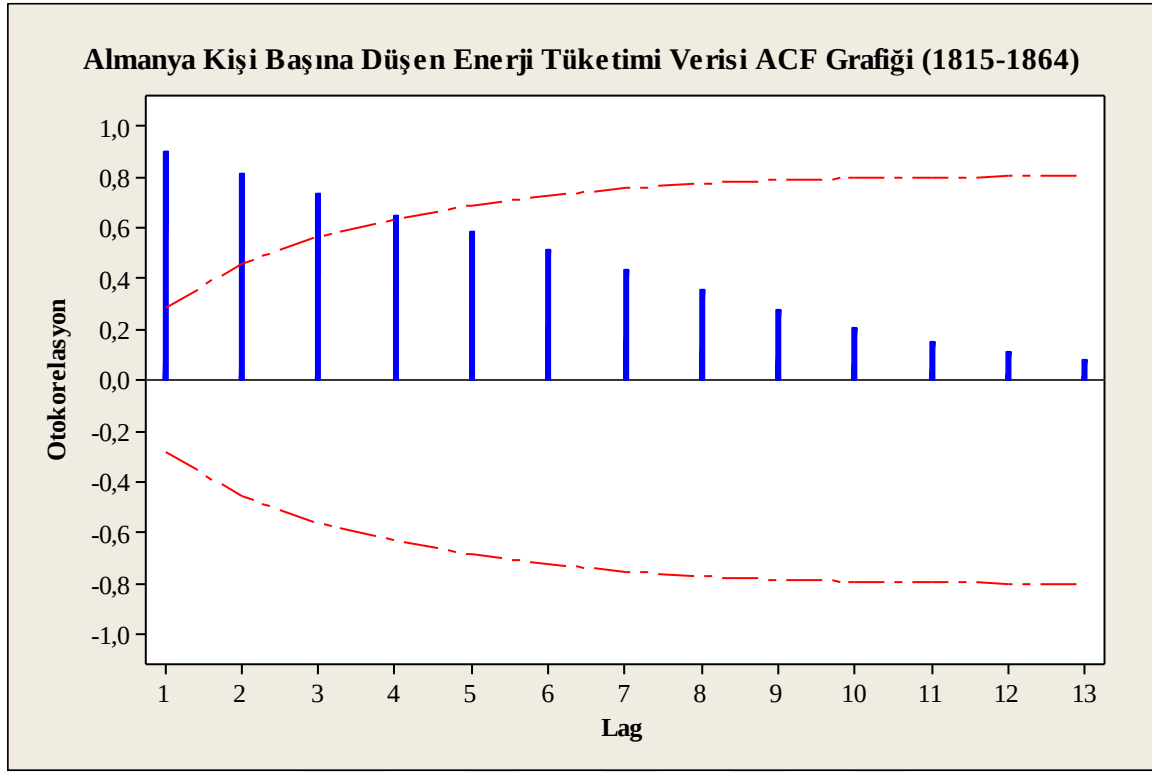
**EK-109: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1952-2000)**



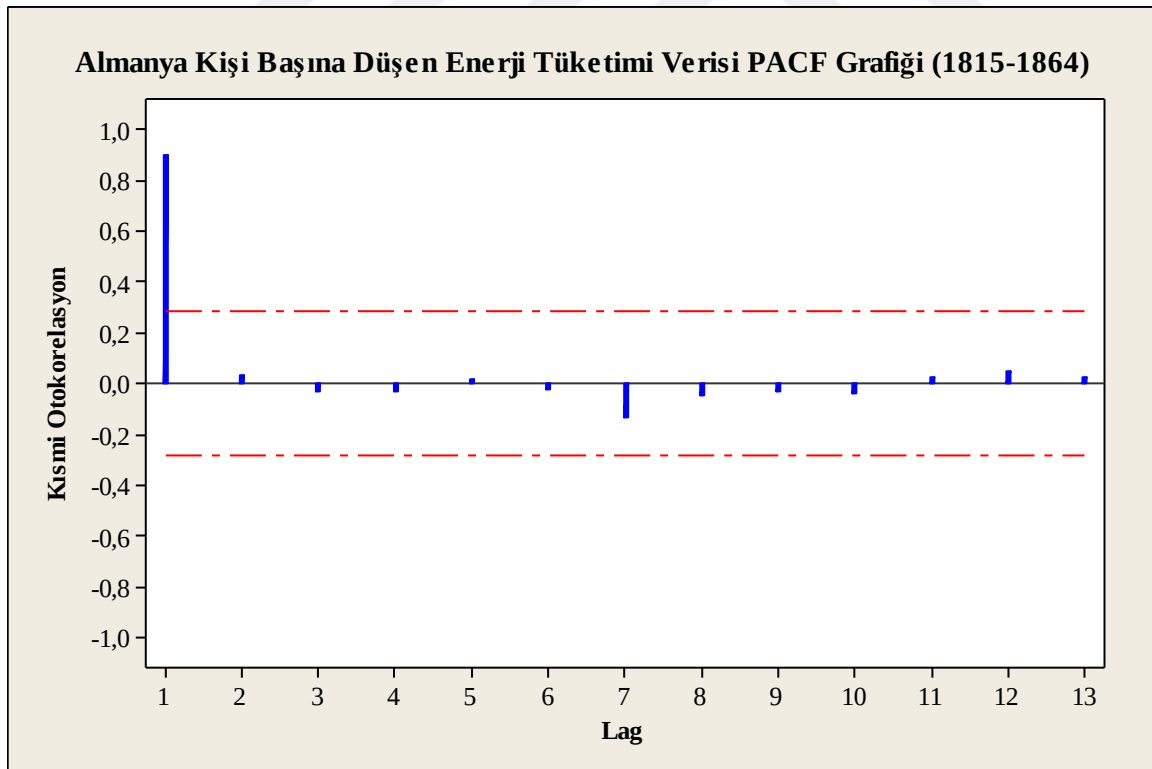
**EK-110: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1952-2000)**



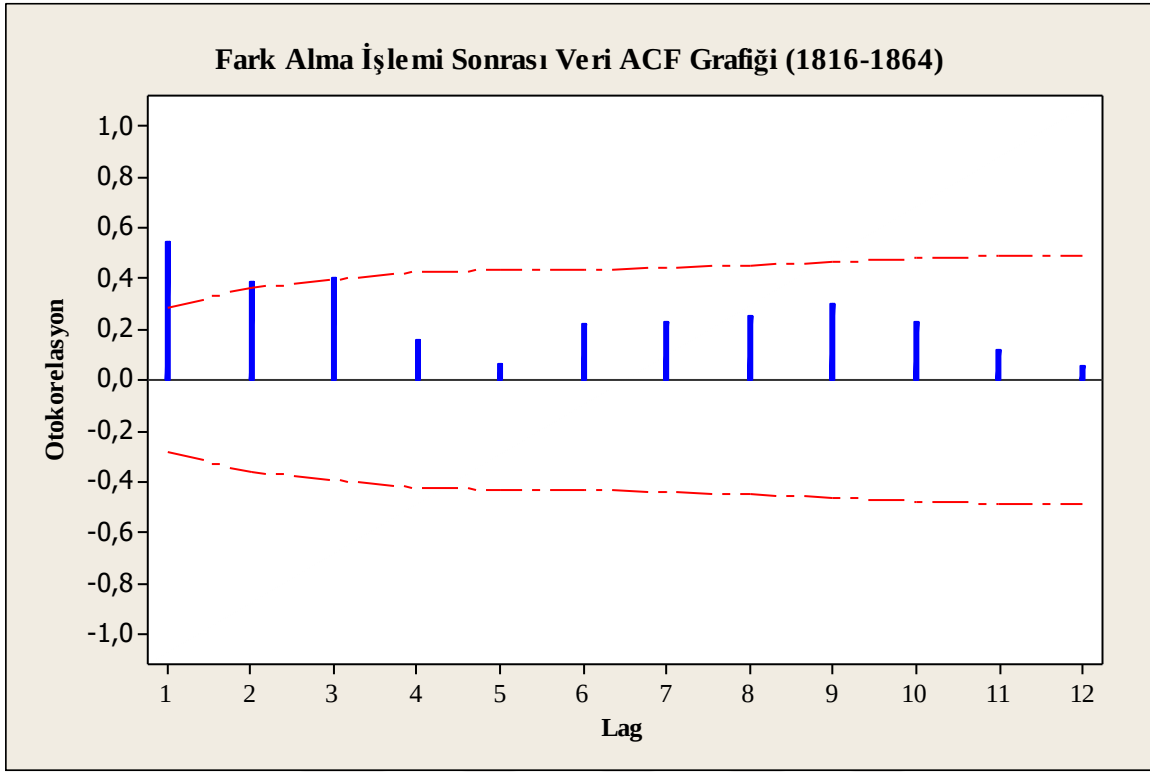
**EK-111: Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1815-1864)**



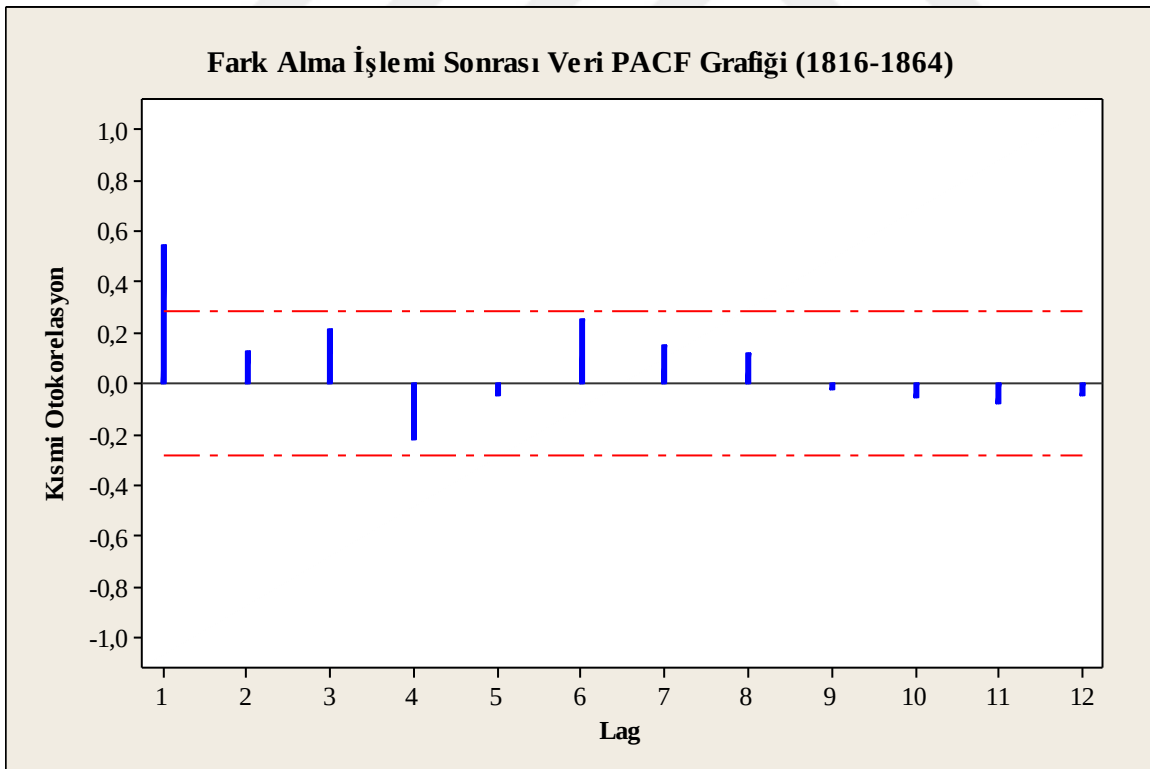
**EK-112: Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi PACF Grafiği (1815-1864)**



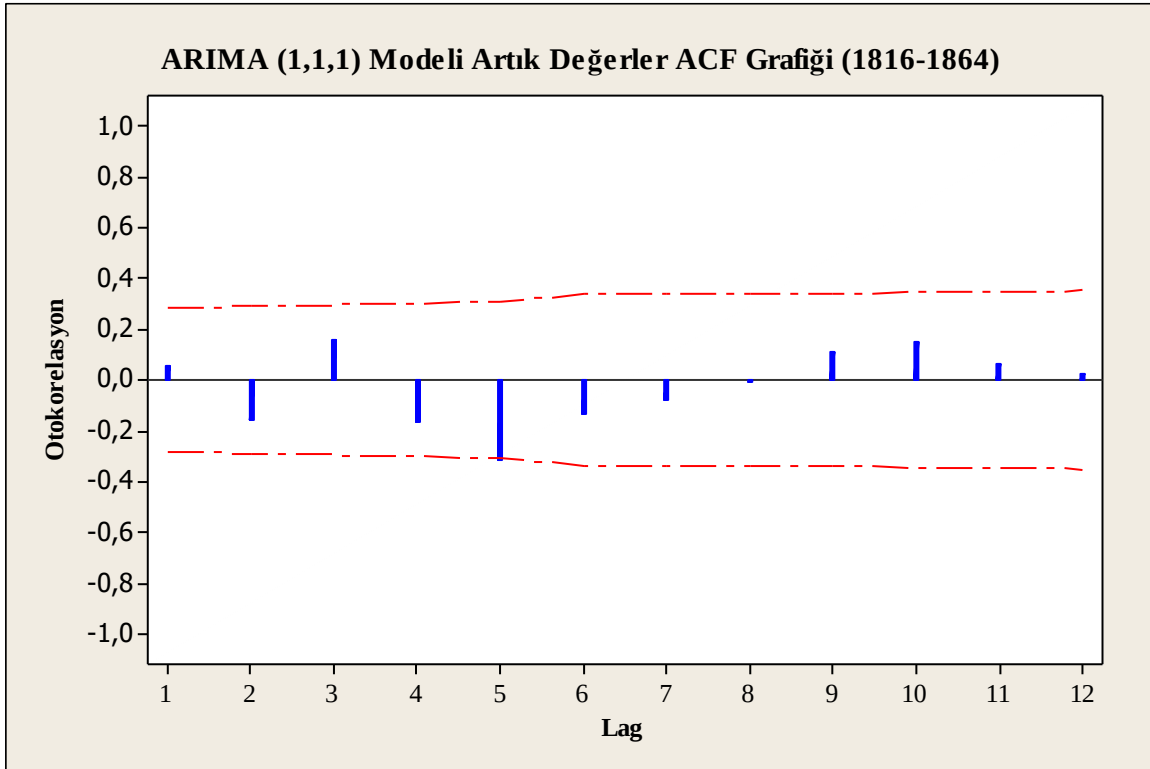
**EK-113: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1816-1864)**



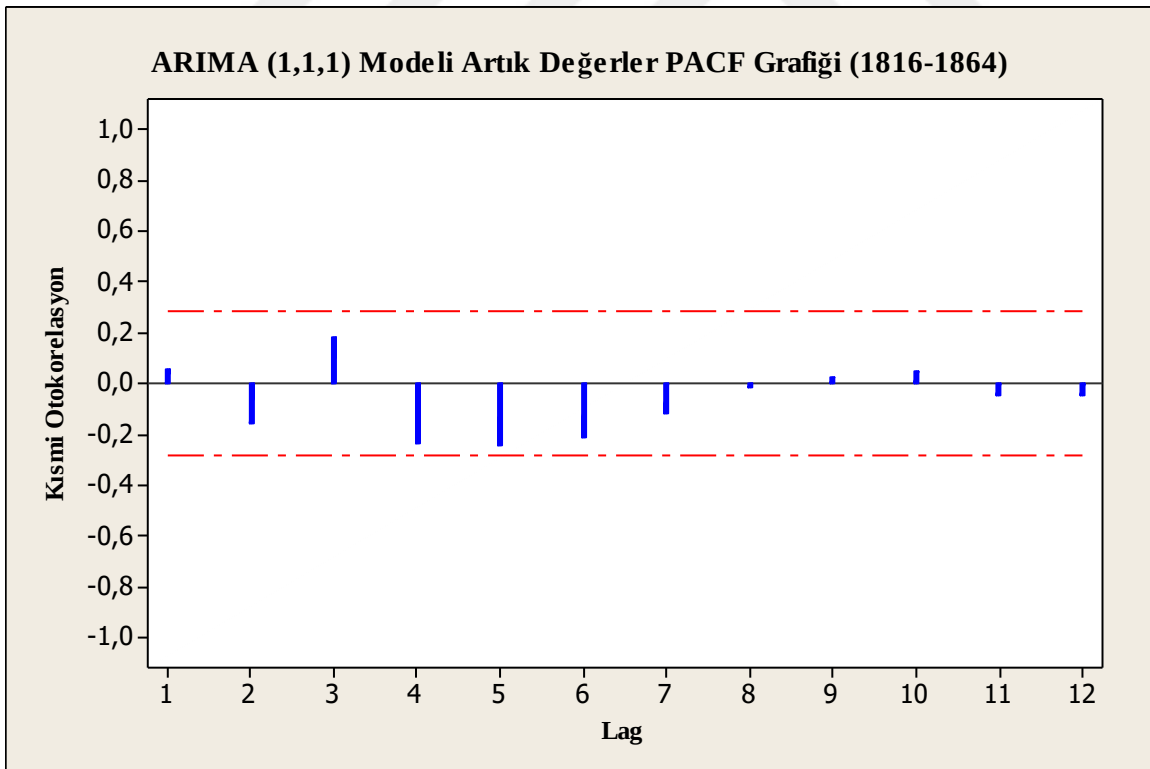
**EK-114: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1816-1864)**



**EK-115: ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerler ACF Grafiği (1816-1864)**

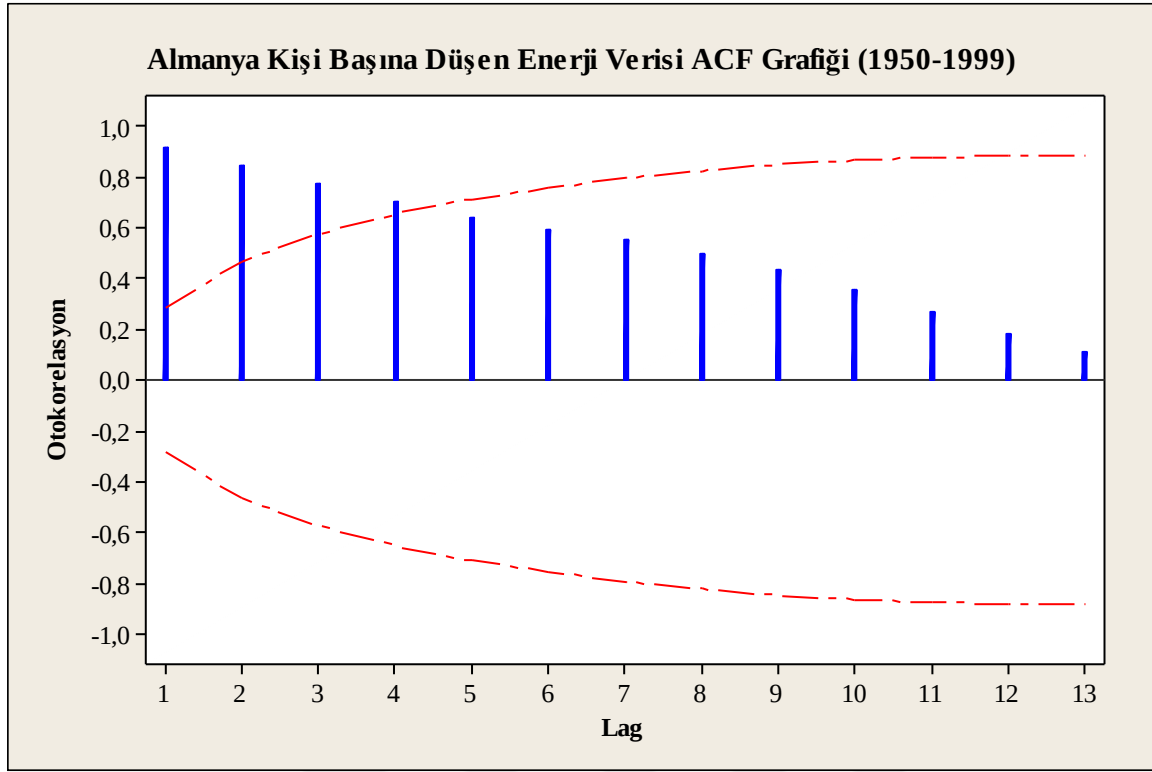


**EK-116: ARIMA (1,1,1) Modeli Artık Değerler PACF Grafiği (1816-1864)**

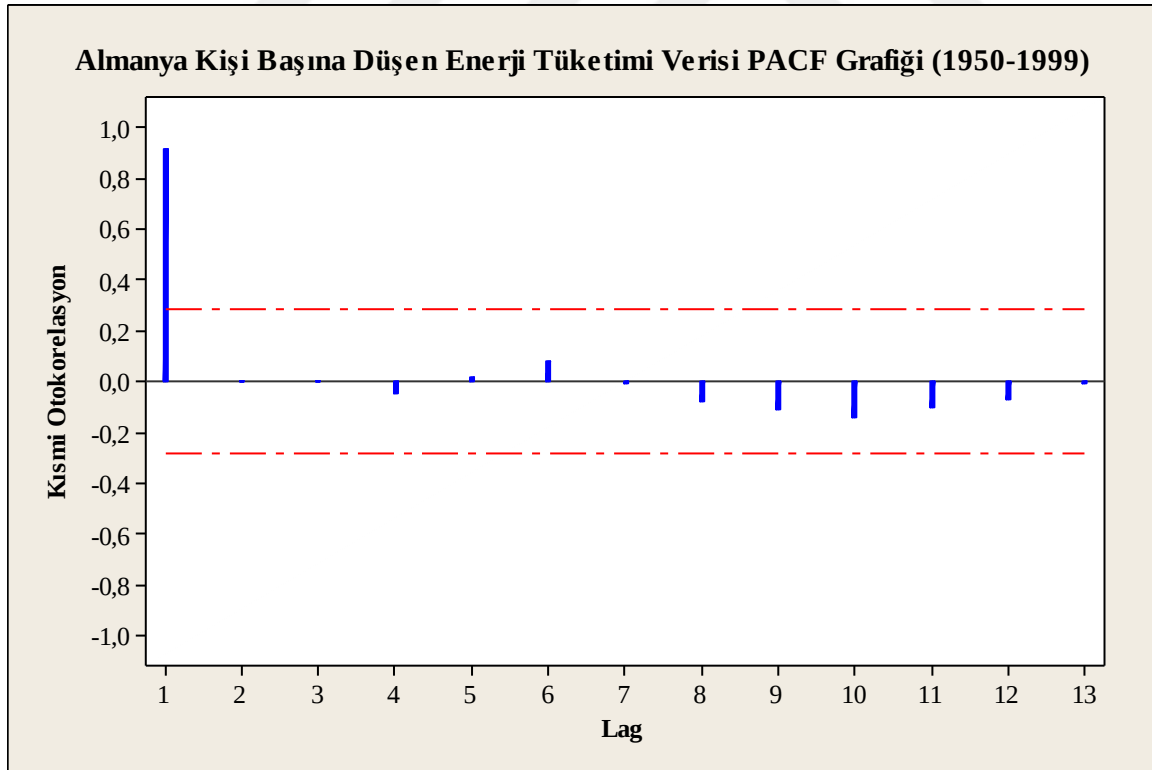




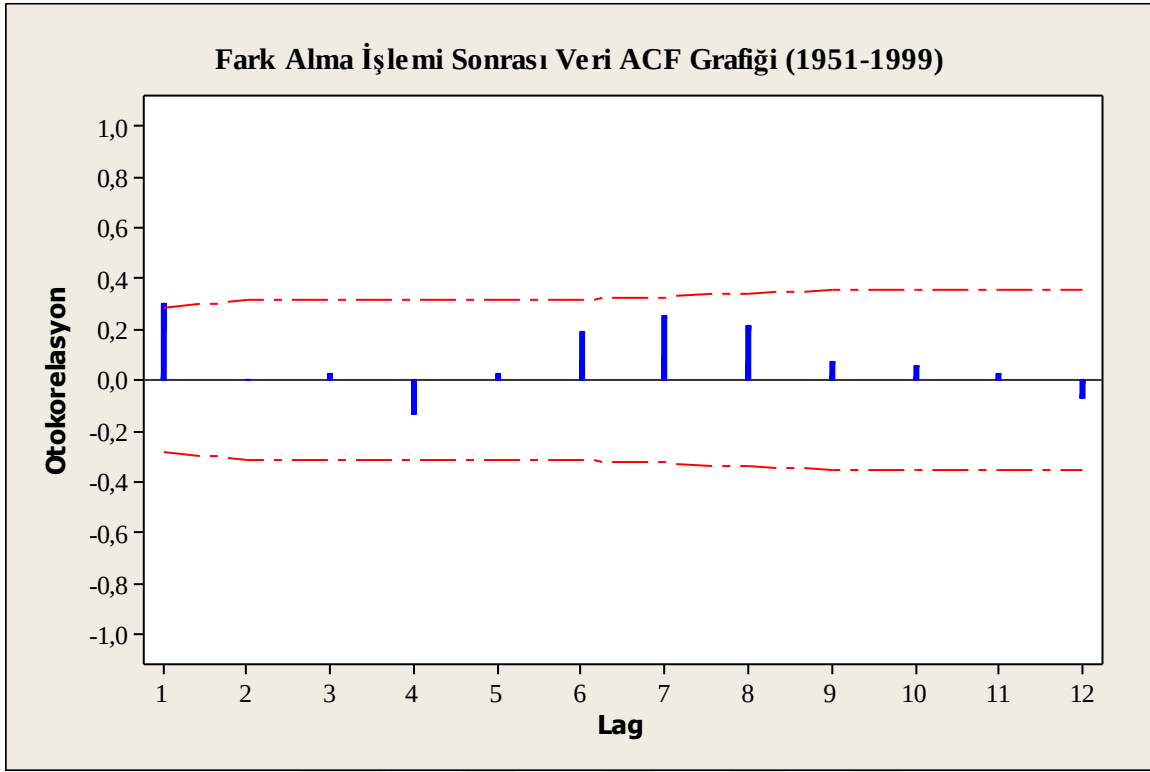
**EK-117: Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1950-1999)**



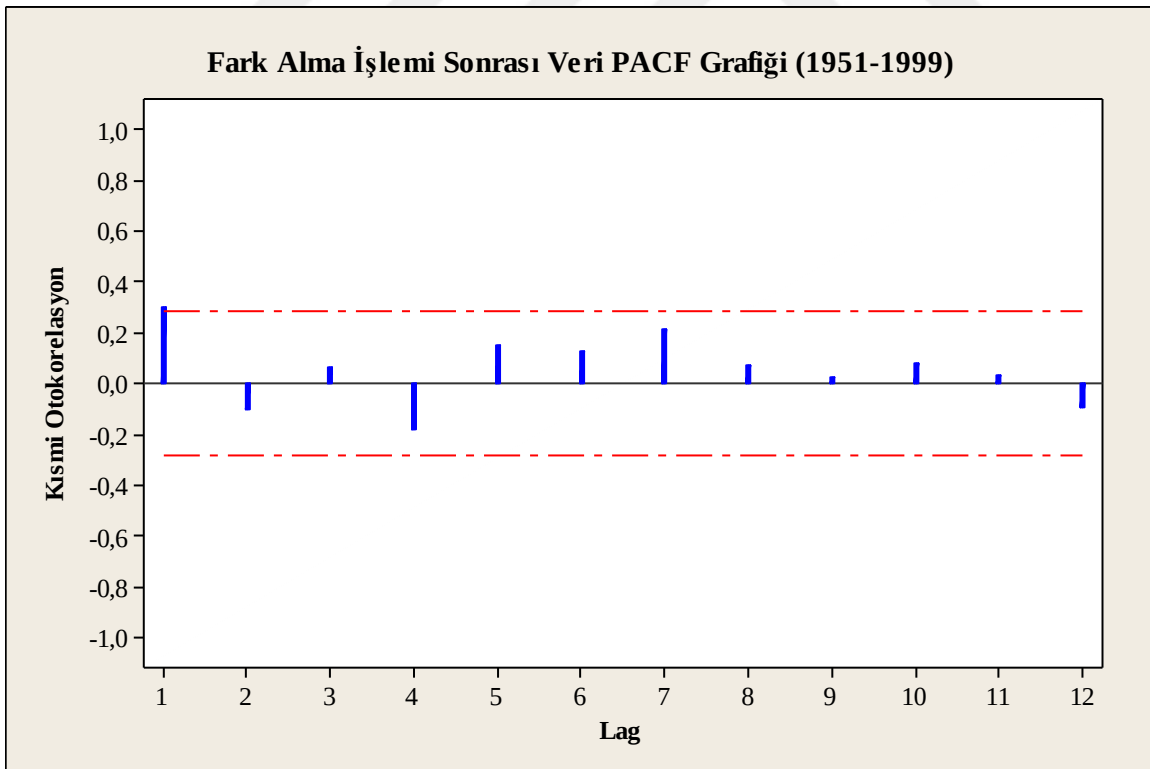
**EK-118: Almanya Kişi Başına Düşen Enerji Tüketimi Verisi ACF Grafiği (1950-1999)**



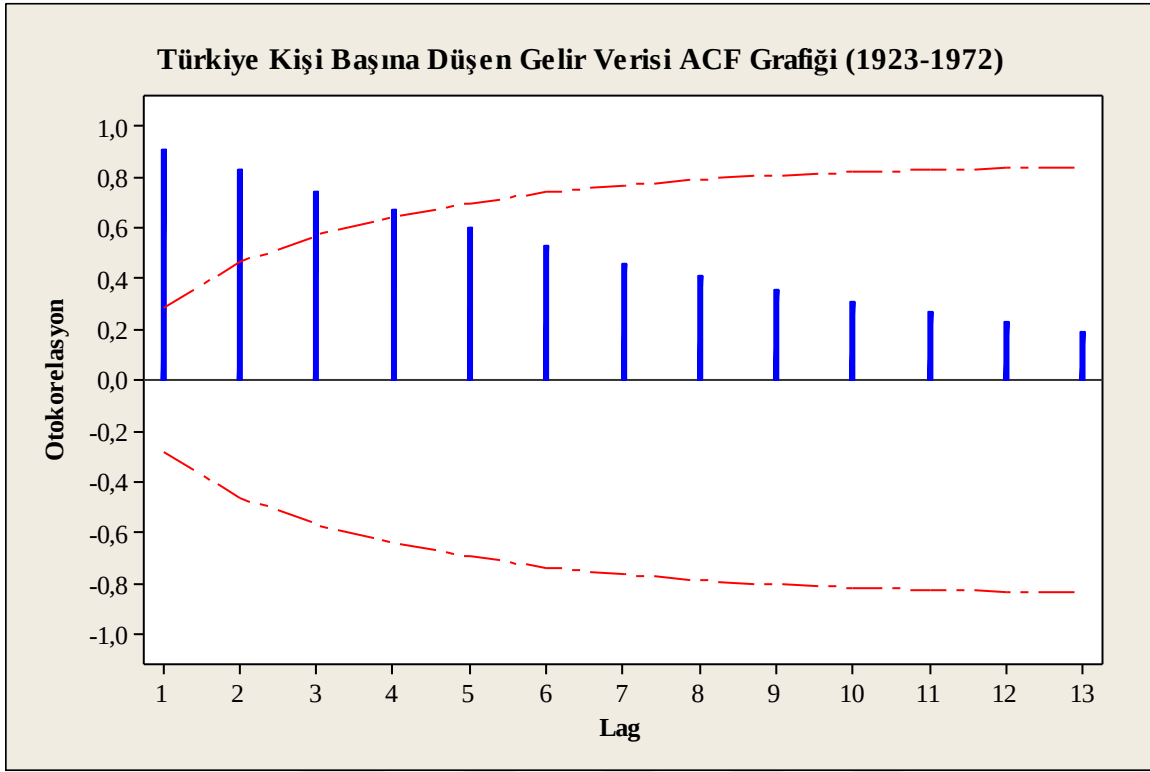
**EK-119: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1951-1999)**



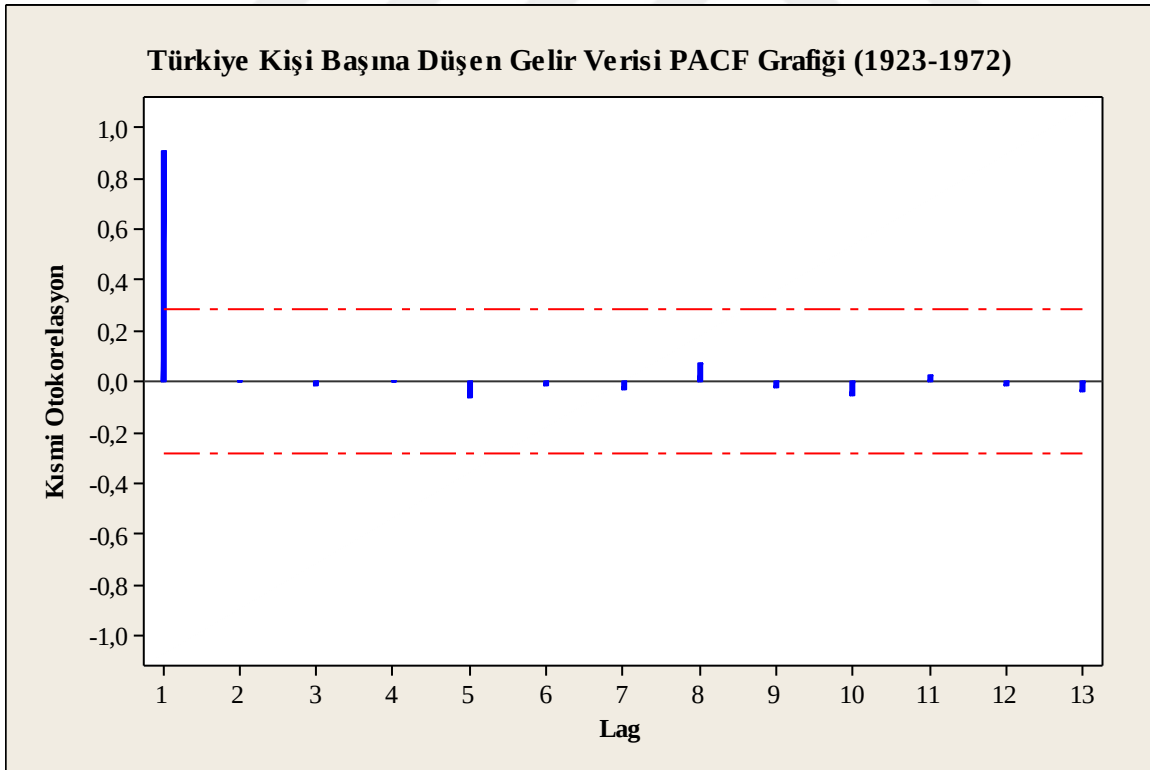
**EK-120: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1951-1999)**



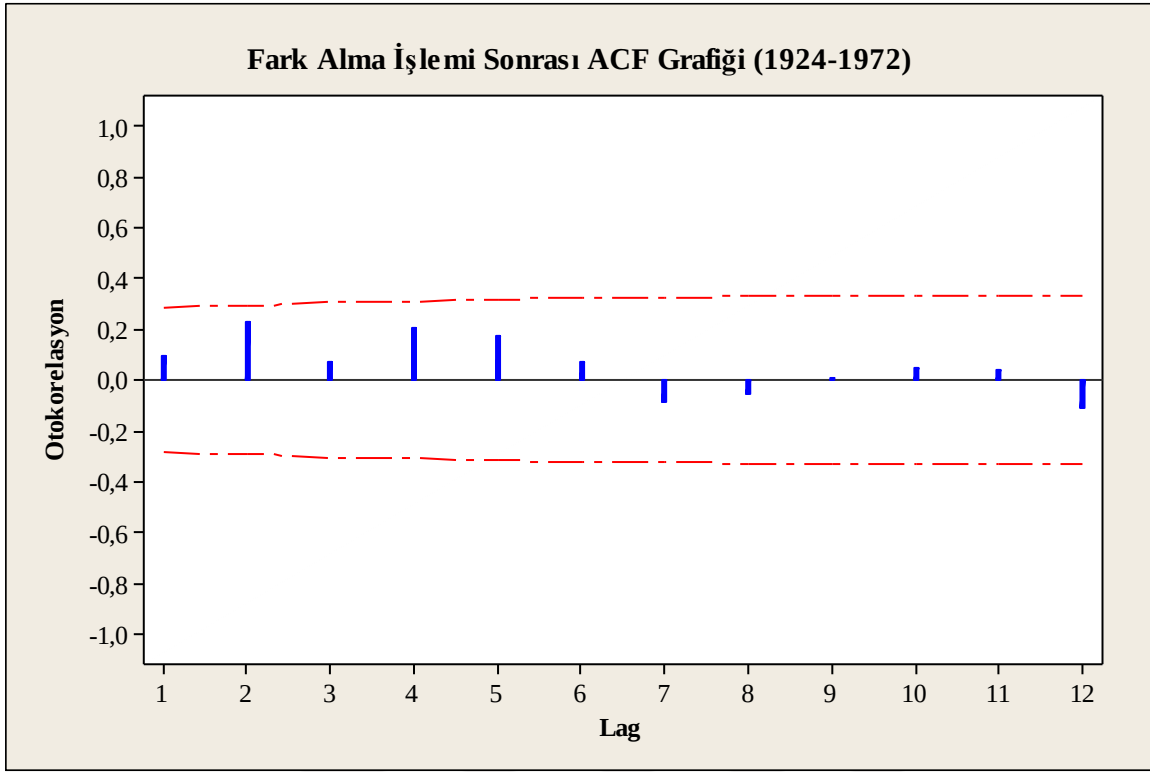
**EK-121: Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi ACF Grafiği (1923-1972)**



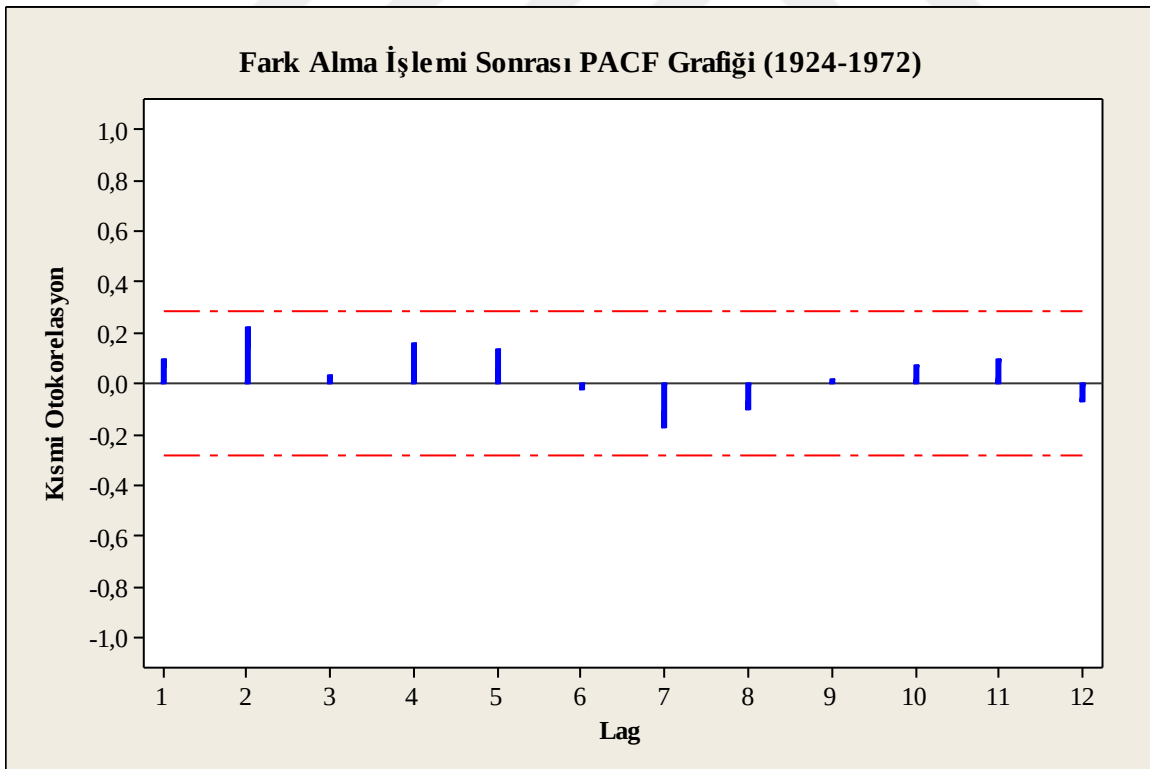
**EK-122: Türkiye Kişi Başına Düşen Gelir Verisi PACF Grafiği (1923-1972)**



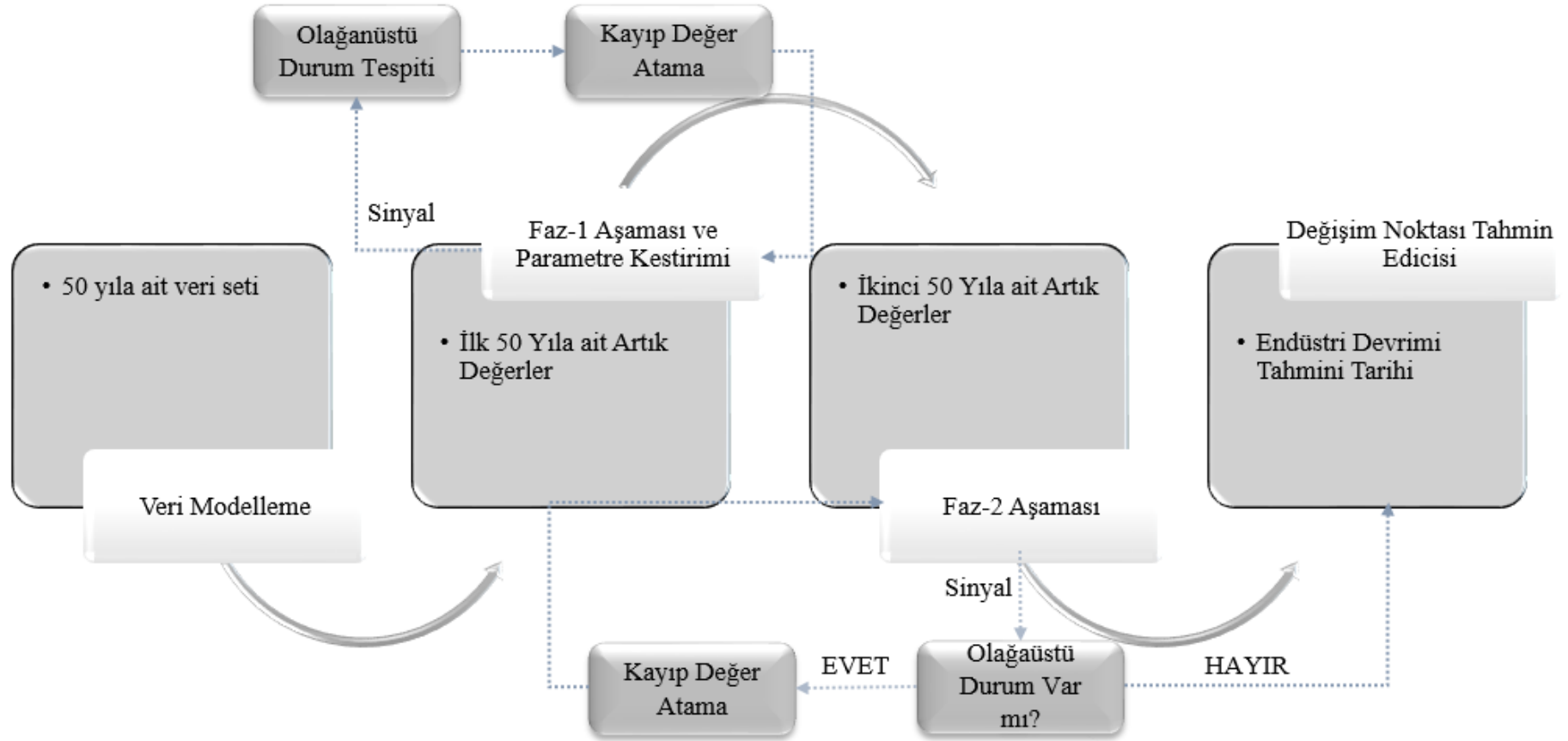
**EK-123: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri ACF Grafiği (1924-1972)**



**EK-124: Fark Alma İşlemi Sonrası Veri PACF Grafiği (1924-1972)**



## EK-125: İZLENEN YÖNTEM ŞEMASI



## ÖZGEÇMİŞ

### Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Özgün SARIKULAK

Doğum Yeri : Çankaya/ANKARA

Medeni Hali : Evli

E-posta : ozgunsarikulak@hotmail.com

Adresi : Eğilmez sk., 12/5, Aydınlikevler, Altındağ/ANKARA

### Kimlik Bilgileri

Lise : Gazi Anadolu Lisesi

Lisans : Hacettepe Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

### Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce : İngilizce (TOEFL : 102, YDS : 86,25)

### İş Deneyimi

Garanti Bankası - Müfettiş (2012-2015)

Aselsan - Mühendis (2016- )

### Deneyim Alanları

-

### Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

### Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

### Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

-



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU**

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih:04/06/2018

Tez Başlığı / Konusu: Endüstri Devrimlerinin Performans Göstergelerine Etkilerinin İncelenmesi İle Endüstri 4.0 Analizi

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 212 sayfalık kısmına ilişkin, 04/06/2018 tarihinde tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 1 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar dâhil
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

11.06.2018

|                       |                                                                                                                       |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Adı Soyadı:</b>    | Özgün Sarıkulak                                                                                                       |
| <b>Öğrenci No:</b>    | N14321659                                                                                                             |
| <b>Anabilim Dalı:</b> | Endüstri Mühendisliği                                                                                                 |
| <b>Programı:</b>      | Endüstri Mühendisliği                                                                                                 |
| <b>Statüsü:</b>       | <input checked="" type="checkbox"/> Y.Lisans <input type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/> Bütünleşik Dr. |

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

Prof. Dr. Murat Caner TESTİK

(Unvan, Ad Soyad, İmza)