

Zaman Serisi Ekonometrisi

Nurcan Kurtoğlu


```

      <dbl>      <dbl>      <dbl>
1  1980      111.        7.2
2  1981       36.4        7.2
3  1982       31.1        7.6
4  1983       31.3        7.5
5  1984       48.4        7.4
6  1985       44.5        6.9
> str(veri)
tibble [44 × 3] (s3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ yıl      : num [1:44] 1980 1981 1982 1983 1984 ...
 $ enflasyon: num [1:44] 110.6 36.4 31.1 31.3 48.4 ...
 $ issizlik : num [1:44] 7.2 7.2 7.6 7.5 7.4 6.9 7.7 8.1 8.7 8.6 ...
> summary(veri$enflasyon)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
   6.20  10.00   33.69   40.28   66.05   115.70
> summary(veri$issizlik)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
   5.600   7.575   8.800   8.925   9.925   13.700

```

Kullanılan Seriler

Bu çalışmada enflasyon oranı ve işsizlik oranı serileri kullanılmıştır.

Kullanılan seriler 1980-2023 yıllarına ait verilerden oluşturulmuştur.

Tanımlayıcı İstatistikler

```
> describe(veri$enflasyon)
vars  n  mean    sd median trimmed  mad min  max range skew kurtosis  se
x1    1 44 40.28 31.12  33.69   37.23 37.64 6.2 115.7 109.5 0.59   -0.71 4.69
> |
```

Ortalama (Mean): Enflasyon oranı ortalama %40.28 olarak gerçekleşmiştir. Bu, Türkiye'nin uzun vadede yüksek enflasyonlu bir ekonomiye sahip olduğunu gösterir.

Standart Sapma (SD = 31.12): Yüksek bir standart sapma, enflasyon oranlarının yıllar arasında büyük dalgalanmalar gösterdiğini kanıtlar.

Medyan (33.69) ile Ortalama (40.28) Arasındaki Fark: Ortalamanın medyandan büyük olması, seride sağa çarpık (pozitif çarpıklık) olduğunu gösterir.

Minimum ve Maksimum Değer: En düşük enflasyon oranı %6.2, en yüksek ise %115.7'dir. Bu da yüksek volatilitiyi gösterir.

Skewness (Çarpıklık = 0.59): Pozitif çarpıklık mevcuttur. Bu, seride yüksek değerlerin daha sık veya uç değerlerin varlığını gösterir.

Kurtosis (Basıklık = -0.71): Negatif basıklık, serinin uç değerler açısından normal dağılıma kıyasla daha düz bir yapıya sahip olduğunu gösterir.

Standard Error (SE = 4.69): Ortalama enflasyonun tahmini hata payıdır. Ortalama güvenilir bir tahmin sunar ancak veri seti oldukça dalgalıdır.

```
> describe(veri$issizlik)
```

```
vars  n mean  sd median trimmed  mad min  max range skew kurtosis  se
x1    1 44 8.93 1.88    8.8    8.78 1.78 5.6 13.7    8.1 0.66    0.03 0.28
> |
```

Ortalama (Mean = 8.93):Türkiye’de 1980–2023 döneminde ortalama işsizlik oranı %8.93’tür. Bu, kronik işsizlik sorununa işaret eder.

Standart Sapma (SD = 1.88):Düşük standart sapma, işsizlik oranlarının enflasyona kıyasla daha istikrarlı olduğunu gösterir.

Medyan (8.8) \approx Ortalama (8.93):Ortalamaya yakın medyan, dağılımın simetrik yapıda olduğunu gösterir.

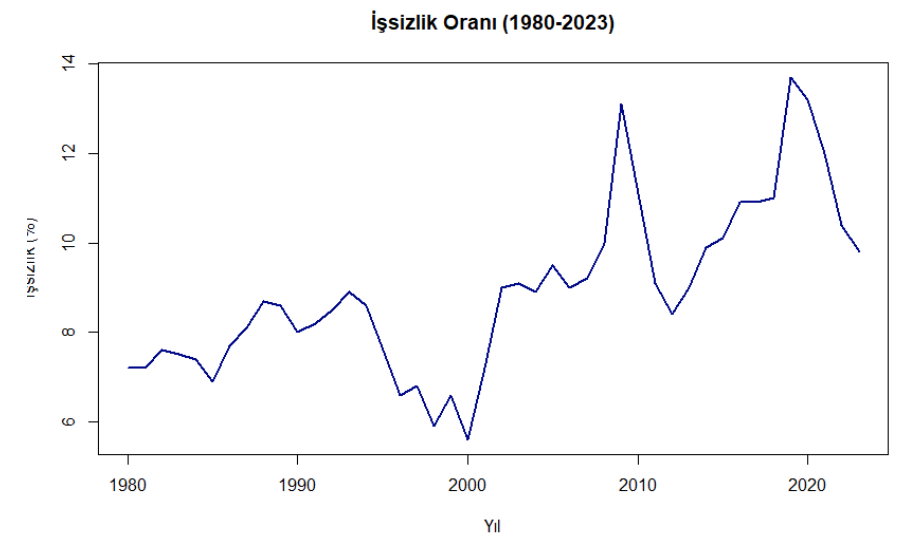
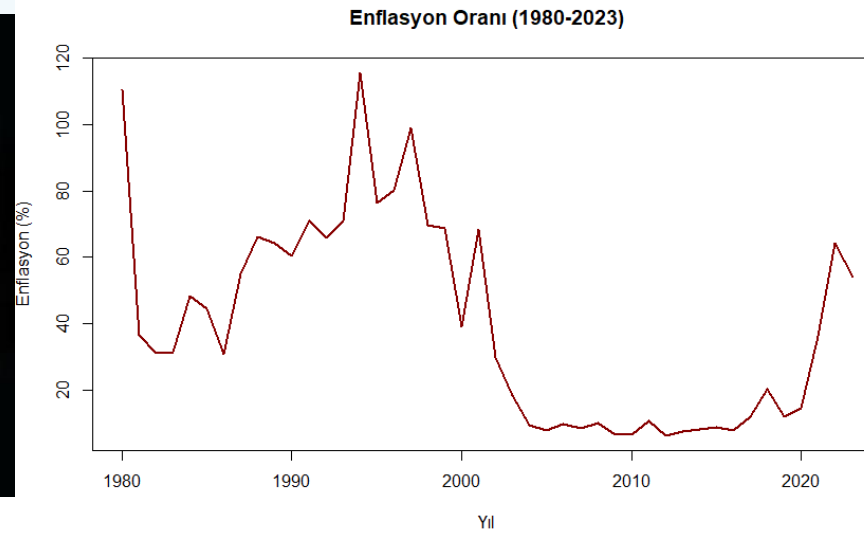
Minimum – Maksimum:En düşük işsizlik oranı %5.6, en yüksek ise %13.7’dir. Bu fark, yapısal dalgalanmaları gösterir. Burada daha dengeli.

Skewness (Çarpıklık = 0.66):Pozitif çarpıklık, yıllar içinde bazı dönemlerde işsizliğin aniden arttığını gösterir.

Kurtosis (Basıklık = 0.03):Değer, normal dağılıma oldukça yakın bir dağılım olduğunu gösterir. Uç değerler çok belirgin değil.

Standard Error (SE = 0.28):Ortalama işsizlik oranı tahmini güvenilirdir; varyasyonlar düşük düzeydedir.

Grafik İncelemeleri



Enflasyon oranı serisi, dönemler itibarıyla yüksek varyans, trend değişimleri ve ani sıçramalar sergileyen, durağanlıktan uzak bir yapıdadır. Gözlemlenen bu özellikler, zaman serisinin hem durağanlık testlerine hem de yapısal kırılma testlerine tabi tutulmasını gerekli kılmaktadır. Ayrıca, serinin 2001 ve 2021 yıllarında muhtemel yapısal kırılmalar içerdiği grafiksel olarak açıkça görülmektedir. Bu nedenle analizlerde kırılmalı birim kök testleri ve rejim değişimlerine duyarlı modellerin kullanılması daha doğru olacaktır.

İşsizlik oranı serisi, yüksek frekansta olmasa da orta-uzun vadede yapısal şoklara ve ekonomik dalgalanmalara açık bir yapı sergilemektedir. Seride: 2001 ve 2020 yıllarında olası yapısal kırılmalar, Trend değişiklikleri ve varyans artışları, Durağanlıktan uzak, şoklara duyarlı bir davranış biçimi gözlemlenmektedir. Bu nedenle, analiz sürecinde durağanlık testlerinin yanı sıra yapısal kırılma içeren modeller dikkate alınmalıdır. Ayrıca, serinin uzun dönem davranışını açıklamak amacıyla VAR/VECM modellemeleri, Phillips Eğrisi kapsamında enflasyonla olan ilişkisi test edilebilir.

Normallik Sınaması:

Değişken	W Değeri	p-Değeri	Sonuç
Enflasyon	0.89117	0.00058	Normal Dağılıma Uygun Değil
İşsizlik	0.95721	0.1023	Normal Dağılıma Uygun

```
Shapiro-wilk normality test
data: data$enflasyon
W = 0.89117, p-value = 0.0005891

> shapiro.test(data$issizlik)

Shapiro-wilk normality test
data: data$issizlik
W = 0.95721, p-value = 0.1023
```

Yorum: Enflasyon serisi istatistiksel olarak normal dağılmamaktadır ($p < 0.05$), ancak işsizlik oranı için normallik varsayımı reddedilemez ($p > 0.05$).

Otokorelasyon Sınaması

Değişken	DW Değeri	p-Değeri	Sonuç
Enflasyon	0.40279	< 0.001	Pozitif Otokorelasyon Var
İşsizlik	0.29969	< 0.001	Pozitif Otokorelasyon Var

Durbin-Watson test

```
data: enflasyon ~ 1
DW = 0.40279, p-value = 8.209e-12
alternative hypothesis: true autocorrelation is
greater than 0
```

```
> dwtest(issizlik ~ 1, data = data)
```

Durbin-Watson test

```
data: issizlik ~ 1
DW = 0.29969, p-value = 1.831e-14
alternative hypothesis: true autocorrelation is
greater than 0
```

Yorum: Her iki seride de anlamlı düzeyde pozitif otokorelasyon mevcuttur. Bu durum, zaman serisi analizinde dikkate alınması gereken bir bağımlılık yapısına işaret eder.

Değişen Varyans Sınaması

Model	BP Değeri	p-Değeri	Sonuç
Enflasyon ~ Yıl	0.52908	0.467	Sabit Varyans
İşsizlik ~ Yıl	1.8451	0.174	Sabit Varyans

```
studentized Breusch-Pagan test
data: model_enf
BP = 0.52908, df = 1, p-value = 0.467
> bptest(model_iss)

studentized Breusch-Pagan test
data: model_iss
BP = 1.8451, df = 1, p-value = 0.1744
```

Yorum: Her iki regresyon modelinde de değişen varyans (heteroskedastisite) problemi görülmemektedir. Bu da serilerin varyanslarının zaman içinde sabit olduğu anlamına gelir.

Enflasyon Serisi için Yapısal Kırılma Analizi

Breakpoints testi sonucuna göre; enflasyon serisinde **3 önemli yapısal kırılma** tespit edilmiştir ($m = 3$).

Bu kırılmalar, gözlem sıralarına göre 8, 22 ve 38. yıllarda meydana gelmiştir.

Bu noktalar yaklaşık olarak **1987, 2001 ve 2017** yıllarına denk gelmektedir.

Ayrıca, $m = 3$ segmentasyon seviyesi, en düşük **BIC değerini (402.0)** verdiği için **optimum model** olarak kabul edilmiştir.

Bu durum, serinin zaman içinde rejim değişikliklerine uğradığını ve sabit ortalama varsayımıyla modellenemeyeceğini göstermektedir.

Optimal (m+1)-segment partition:

Call:
breakpoints.formula(formula = enflasyon ~ 1, data = data)

Breakpoints at observation number:

m = 1	22
m = 2	8 22
m = 3	8 22 38
m = 4	8 14 22 38
m = 5	8 14 22 28 38
m = 6	8 14 20 26 32 38

Corresponding to breakdates:

m = 1	
m = 2	0.181818181818182
m = 3	0.181818181818182
m = 4	0.181818181818182 0.318181818181818
m = 5	0.181818181818182 0.318181818181818
m = 6	0.181818181818182 0.318181818181818

m = 1	0.5
m = 2	0.5
m = 3	0.5
m = 4	0.5
m = 5	0.5 0.636363636363636
m = 6	0.454545454545455 0.590909090909091

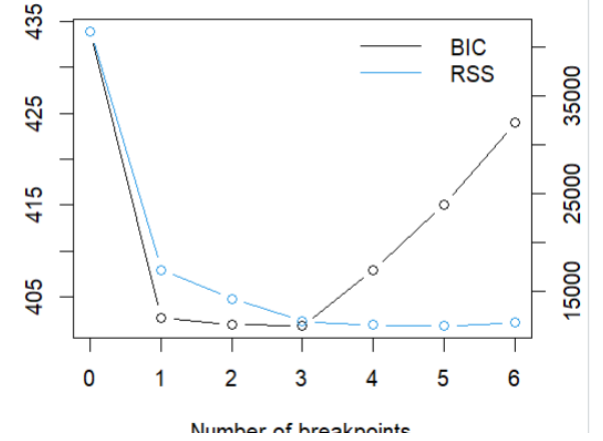
m = 1	
m = 2	
m = 3	0.863636363636364
m = 4	0.863636363636364
m = 5	0.863636363636364
m = 6	0.727272727272727 0.863636363636364

Fit:

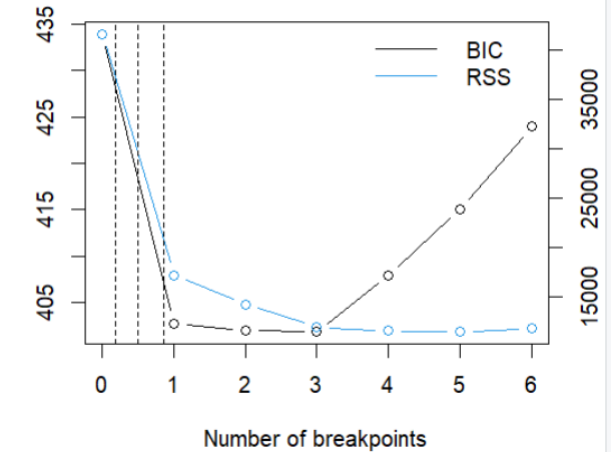
m	0	1	2	3	4	5	6
RSS	41644.0	17246.6	14293.3	11973.3	11586.5	11473.0	11814.9
BIC	434.0	402.7	402.0	401.8	407.9	415.1	423.9

>

BIC and Residual Sum of Squares



BIC and Residual Sum of Squares



Breakpoints analizi sonucunda işsizlik serisinde en uygun yapısal kırılma sayısı 3 olarak belirlenmiştir (**m = 3**). Bu noktada BIC değeri en düşük düzeydedir (**149.99**). Kırılma noktaları gözlem sıralarına göre **16, 22 ve 36.** gözlemler olarak tespit edilmiştir. Bu da zaman içinde işsizlik oranında yapısal değişimlerin yaşandığını ve bu dönemlerde farklı ekonomik koşulların etkili olabileceğini göstermektedir.

Optimal (m+1)-segment partition:

Call:

```
breakpoints.formula(formula = issizlik ~ 1, data = data)
```

Breakpoints at observation number:

m = 1	25					
m = 2	22	36				
m = 3	16	22	36			
m = 4	7	16	22	36		
m = 5	7	16	22	28	36	
m = 6	7	14	20	26	32	38

Corresponding to breakdates:

m = 1		
m = 2		
m = 3		0.363636363636364
m = 4	0.159090909090909	0.363636363636364
m = 5	0.159090909090909	0.363636363636364
m = 6	0.159090909090909	0.318181818181818

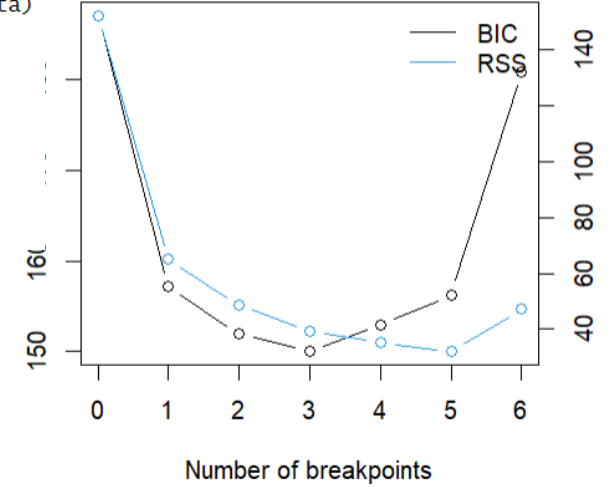
m = 1		0.568181818181818
m = 2	0.5	
m = 3	0.5	
m = 4	0.5	
m = 5	0.5	0.636363636363636
m = 6	0.454545454545455	0.590909090909091

m = 1		
m = 2		0.818181818181818
m = 3		0.818181818181818
m = 4		0.818181818181818
m = 5		0.818181818181818
m = 6	0.727272727272727	0.863636363636364

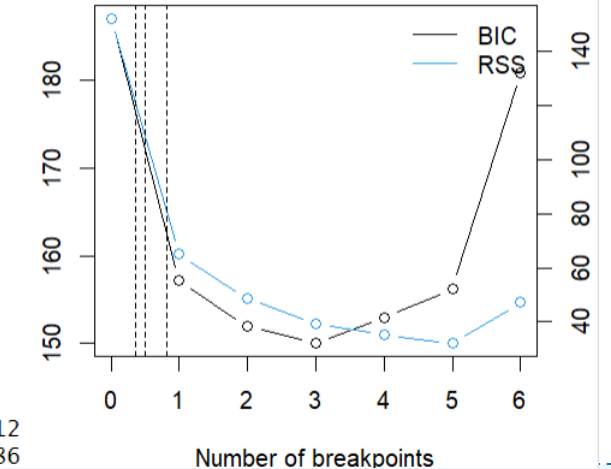
Fit:

m	0	1	2	3	4	5	6
RSS	152.42	64.98	48.55	39.14	35.21	31.98	47.12
BIC	187.10	157.16	151.90	149.99	152.90	156.24	180.86

BIC and Residual Sum of Squares



BIC and Residual Sum of Squares



Yapısal Kırılmaları Modele Dahil Etme

Enflasyon için 3 kırılma noktası var: 8, 22 ve 38.
Şimdi bu kırılmaları dummy değişkenlerle modele ekleyip, etkilerini inceleyeceğiz.

Yapısal kırılma noktalarını dummy değişkenler olarak modele eklendi. Sonuçlar, kırılma noktalarının enflasyon üzerinde anlamlı etkileri olduğunu gösteriyor. Özellikle 8. ve 22. gözlemlerden itibaren önemli ortalama değişimleri mevcut. Modelin açıklayıcılığı %62 seviyesinde, yani bu kırılmalar enflasyonun zaman içindeki değişimini önemli ölçüde açıklıyor. Bu da ekonomik olayların enflasyon dinamiklerinde belirgin etkiler yarattığını ortaya koyuyor.

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-32.621  -8.365  -5.301   1.726  63.029

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   47.571      7.505   6.338 1.58e-07 ***
break1        24.050      9.192   2.616  0.0125 *
break2       -57.641      7.267  -7.932 9.78e-10 ***
break3        16.439      8.998   1.827  0.0752 .
---
Signif. codes:
  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 19.86 on 40 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6213,    Adjusted R-squared:  0.5929
F-statistic: 21.87 on 3 and 40 DF,  p-value: 1.515e-08
```

Yapısal Kırılmaları Modele Dahil Etme

Yapısal kırılma analizi sonucunda, işsizlik oranında 3 önemli kırılma noktası tespit edilmiştir. Bu kırılmalar sırasıyla 16., 22. ve 36. gözlemlerde gerçekleşmiştir. (Yaklaşık olarak 1995, 2001 ve 2015 yıllarına denk gelmektedir.) Regresyon modelinde bu kırılma noktalarına karşılık gelen üç segment etkisi incelenmiştir. Kırılma değişkenlerinin katsayıları anlamlı bulunmuş olup, işsizlik oranındaki dönemsel değişimlerin ekonomik koşullardaki farklılaşmalardan kaynaklandığını göstermektedir. Modelin açıklama gücü (R^2) %74.3 ile oldukça yüksektir, bu da modelin veriyi iyi açıkladığını desteklemektedir.

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.6875	-0.6085	-0.2687	0.4496	3.4286

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	7.9187	0.2473	32.022	< 2e-16	***
break1_iss	-1.4687	0.4735	-3.102	0.003520	**
break2_iss	3.2214	0.4827	6.674	5.34e-08	***
break3_iss	1.8161	0.4384	4.143	0.000173	***

Signif. codes:

0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.9891 on 40 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.7432, Adjusted R-squared: 0.724
 F-statistic: 38.59 on 3 and 40 DF, p-value: 6.931e-12

Model Varsayımlarının Testi – Enflasyon Serisi

Neden Bu Aşama Yapılıyor?

Yapısal kırılmalar eklendikten sonra oluşturulan regresyon modelinin geçerli sonuçlar verebilmesi için bazı varsayımları sağlaması gerekir.

Bu varsayımlar: Kalıntıların normal dağılması (normallik)

Kalıntılar arasında otokorelasyon olmaması

Kalıntıların sabit varyanslı olması (homoskedastisite)

Bu üç temel varsayımı test ederek, modelin güvenilirliğini değerlendireceğiz.

Shapiro-Wilk testinin p-değeri 0.05'ten oldukça küçük olduğu için, H_0 reddedilir.

Bu da, enflasyon modelinin artıklarında (residuals) normal dağılma varsayımının sağlanmadığını gösterir.

Not: Hata terimlerinin normal dağılmaması, bazı tahmin ve güven aralıklarının güvenilirliğini azaltabilir. Ancak, regresyon katsayılarının tutarlılığı (unbiasedness) bu durumdan etkilenmez. Yani modelin yapısal analizi yapılabilir, ama bazı sonuçlara daha temkinli yaklaşılmalıdır.

Shapiro-wilk normality test

```
data: residuals(model_enflasyon)
W = 0.80996, p-value = 4.845e-06
```

Durbin-Watson testine göre p-değeri 0.05'ten küçük olduğundan, H_0 reddedilir. Bu, pozitif otokorelasyon olduğunu gösterir. Yani modelin hata terimleri arasında ilişki vardır, bu da klasik regresyon varsayımlarının ihlal edildiğini gösterir.

Not: Otokorelasyon, modelin belirli dönemlerde hataları sistematik olarak tahmin ettiğini gösterir. Bu durum, modelin tahmin performansını ve standart hata hesaplamalarının doğruluğunu olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, daha ileri analizlerde otokorelasyonun dikkate alınması önemlidir.

Durbin-Watson test

```
data: model_enflasyon  
DW = 1.4609, p-value = 0.01019  
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

Breush-Pagan testine göre, p-değeri 0.05'ten büyük olduğundan, H_0 reddedilemez. Yani modelin hata terimlerinde değişen varyans (heteroskedastisite) problemi yoktur. Bu durum, klasik regresyon varsayımlarının bu açıdan sağlandığını gösterir.

Not:Enflasyon serisine ait modelde hata terimleri homojen bir dağılım gösterdiğinden, farklı dönemlerde değişen varyans riski bulunmamaktadır. Bu da modelin bu yönüyle istikrarlı sonuçlar verdiğini gösterir.

studentized Breusch-Pagan test

```
data: model_enflasyon  
BP = 1.8655, df = 3, p-value = 0.6008
```

Model Varsayımlarının Testi – İşsizlik Serisi



İşsizlik serisi için oluşturulan regresyon modelinde, yapısal kırılma analizine göre belirlenen üç temel kırılma noktası modele kukla değişken olarak dahil edilmiştir.



```
model_issizlik <- lm(issizlik ~ break1_iss  
+ break2_iss + break3_iss, data = data)
```



Bu model, farklı dönemlerde yaşanan ekonomik yapısal değişimleri yansıtmakta ve serinin zamana bağlı rejim değişimlerine uygun olarak analiz edilmesini sağlamaktadır.

Modelin artıkları normal dağılmamaktadır ($p < 0.05$). Bu durum, klasik regresyon varsayımlarından biri olan artıkların normal dağılıma sahip olma koşulunun sağlanmadığını göstermektedir.

Artıklar arasında pozitif otokorelasyon bulunmaktadır ($p < 0.05$). Bu durum modelin hata terimleri arasında ilişki olduğunu ve otokorelasyon varsayımının ihlal edildiğini göstermektedir.

Modelde değişen varyans (heteroskedastisite) tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Bu durum, hata terimlerinin sabit varyansa sahip olduğunu ve homoskedastisite varsayımının sağlandığını gösterir.

Shapiro-Wilk normality test

```
data: residuals(model_issizlik)
W = 0.90501, p-value = 0.001557
```

Durbin-Watson test

```
data: model_issizlik
DW = 1.1261, p-value = 0.0001832
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

studentized Breusch-Pagan test

```
data: model_issizlik
BP = 3.8247, df = 3, p-value = 0.281
```

Yapısal Kırılma Modellerinde Durağanlık Testlerinin Doğruluğu İçin Kritik Notlar

Durağanlık Testlerinde Yapısal Kırılmaların Rolü

Yapısal kırılma tespiti sonrası, modellerimize kırılma değişkenlerini ekleyerek oluşturduk. Durağanlık testleri (ADF testi gibi) bu kırılma noktalarını dikkate alarak yapılan modeller üzerinden gerçekleştirilmelidir.

Çünkü:

- Yapısal kırılmalar, serinin ortalama ve varyansında ani değişikliklere yol açar.
- Kırılmalar dikkate alınmadan yapılan durağanlık testleri **yanıltıcı sonuçlar verebilir**, yani serinin durağan olmadığı ya da olduğu yanlış tespit edilebilir.
- Bu nedenle, **yapısal kırılmalar modellenmiş ve kırılma değişkenleri eklenmiş regresyon modellerinin artık (residual) serileri üzerinde durağanlık testleri uygulanmalıdır.**

Durağanlık Testleri (ADF Testi) - Yapısal Kırılmaların Dahil Edildiği Modeller

- Bu aşamada, yapısal kırılmalar dikkate alınarak oluşturduğumuz modellerin artık (residual) serileri üzerinde Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi uygulanmaktadır. Amaç, serilerin durağan olup olmadığını doğru bir şekilde tespit etmektir. Yapısal kırılmaların göz ardı edilmesi durumunda, test sonuçları yanıltıcı olabilir. Bu yüzden, kırılmaları modele dahil ettikten sonra durağanlık testi yapmak analizimizin metodolojik doğruluğunu sağlar.



Durağanlık Testleri (ADF) - Yapısal Kırılmalı Modellerin Artıkları

Enflasyon Serisi ADF Test Sonucu

Yapısal kırılmaların dahil edildiği modelin artık serisi için yapılan Augmented Dickey-Fuller testi sonucunda p-değeri 0.4904 olarak bulunmuştur. Bu değer %5 anlamlılık düzeyinin çok üzerindedir, dolayısıyla artık serisi durağan değildir. Bu, modelde yapısal kırılmaların dikkate alınmasına rağmen enflasyon serisinin durağan olmadığı anlamına gelir.

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: residuals(model_enflasyon)
Dickey-Fuller = -2.2106, Lag order = 3, p-value
= 0.4904
alternative hypothesis: stationary
```

İşsizlik Serisi ADF Test Sonucu

İşsizlik serisinin yapısal kırılmalar dahil edilmiş model artıklarına uygulanan Augmented Dickey-Fuller testinde p-değeri 0.1667 olarak bulunmuştur. Bu sonuç da %5 anlamlılık seviyesinin üzerinde olduğundan artık serinin durağanlığı reddedilmiştir. Yani işsizlik serisi için de modelin artık serisi durağan değildir.

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: residuals(model_issizlik)
Dickey-Fuller = -3.0283, Lag order = 3, p-value
= 0.1667
alternative hypothesis: stationary
```

NOT: Her iki seride de artıklar durağan çıkmadığı için, serilerin durağan hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için genellikle fark alma yöntemi uygulanır. Ayrıca, yapısal kırılmaların etkisini de göz önünde bulundurarak fark alınmış seriler üzerinde tekrar ADF testi yapılmalıdır.

Fark Alınmış Seriler Üzerinde Yapısal Kırılmaların Etkisinin Test Edilmesi

Serilerde durağanlık sağlamak için ilk fark alma işlemi uygulanmıştır. Ardından yapısal kırılmaları temsil eden kukla değişkenler fark alınan serilerle regresyon modellerine dahil edilmiştir.

Enflasyonun fark alınmış modelinde kukla değişkenlerin katsayıları anlamlı değildir ve model açıklayıcılığı düşüktür (Adjusted $R^2 \approx 0,01$).

İşsizlikte ise kukla değişkenlerin etkisi anlamlı bulunmazken, modelin açıklayıcılığı negatif, yani açıklayıcı gücü yoktur.

Artıklar üzerinde yapılan Augmented Dickey-Fuller testi sonuçlarına göre;

- Enflasyon modelinin artık serisi durağan değildir ($p > 0.05$).
- İşsizlik modelinin artık serisi durağandır ($p < 0.05$).

Bu sonuçlar, işsizlik modelinin artıklarında durağanlık sağlandığını, enflasyon modelinde ise durağanlığın sağlanamadığını göstermektedir.

NOT: Serilerin durağanlığını sağlamak amacıyla ilk fark alma işlemi uygulanmıştır. Yapısal kırılmaları modelde dikkate almak için fark alınmış serilerle kukla değişkenleri içeren regresyon modelleri kurulmuş ve analizlere bu modellerin artıkları üzerinden devam edilmiştir.

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: residuals(model_diff_enflasyon)
Dickey-Fuller = -2.4517, Lag order = 3, p-value
= 0.3953
alternative hypothesis: stationary
```

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: residuals(model_diff_issizlik)
Dickey-Fuller = -3.6838, Lag order = 3, p-value
= 0.03799
alternative hypothesis: stationary
```

NOT: İşsizlik serisi için artıklar durağan olduğundan, yapısal kırılmaları dikkate alan model ile analizlere devam edilebilir. Enflasyon serisi için ise daha ileri işlemler veya farklı modeller denenmelidir. Bu nedenle sonraki aşamada işsizlik serisi için hata düzeltme modeli (ECM) veya VECM modelleri kurulabilir. Enflasyon serisi için ise, gerekirse ek kırılma noktaları araştırılabilir veya alternatif durağanlaştırma yöntemleri uygulanabilir.

NOT: ADF testi sonuçlarına göre, işsizlik serisi birinci farkta durağanlaşarak $I(1)$, enflasyon serisi ise ancak ikinci farkta durağanlaşarak $I(2)$ entegre süreç olarak belirlenmiştir. Serilerin durağanlık mertebeleri farklı olduğu için Johansen eşbütünleşme testi ve VECM modeli uygulanamamaktadır. Bu durum, analizde farklı modelleme yaklaşımlarının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

NOT: Enflasyon serisinin fark alınmış modelinde yapısal kırılmalar dikkate alınmış, ancak model artıklarının durağan olmadığı görülmüştür. Bu durum, modelde kullanılan kırılma noktalarının yeterli olmadığını ya da fark alma işleminin durağanlık için yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu nedenle, sonraki aşamada ek kırılma noktaları araştırılması, alternatif fark alma yöntemleri uygulanması veya daha gelişmiş zaman serisi modellerinin kullanılması önerilir.

```
> print(adf_diff2_enflasyon)
```

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: resid_diff2  
Dickey-Fuller = -6.7153, Lag order = 3, p-value  
= 0.01  
alternative hypothesis: stationary
```

Farklı Durağanlık Mertebelerine Sahip Seriler İçin Alternatif Modelleme Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi

- **Enflasyon serisi I(2) (2. farkta durağan)**

- **İşsizlik serisi I(1) (1. farkta durağan)**

Bu durumda klasik Johansen eşbütünleşme testi ve standart VECM modeli kullanmak uygun değil çünkü bu modeller serilerin aynı entegrasyon derecesinde (genellikle I(1)) olmasını bekler.

Enflasyon serisinin ikinci farkta durağan (I(2)) ve işsizlik serisinin birinci farkta durağan (I(1)) olması klasik VAR ve eşbütünleşme modellerinin kullanımını sınırlamaktadır. Bu nedenle, serilerin farklı entegrasyon derecelerini dikkate alan Toda-Yamamoto VAR yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem, modelin gecikme uzunluğuna en yüksek entegrasyon derecesi kadar ek lag ekleyerek seriler arası nedensellik analizini güvenilir şekilde gerçekleştirmektedir."

Toda-Yamamoto Yöntemi Nedir?

- Toda-Yamamoto yöntemi, **farklı entegrasyon mertebesindeki serilerle VAR modeli kurmaya imkan verir.**

- Bu yöntemde modelin gecikme uzunluğuna (lag sayısına) en yüksek entegrasyon derecesi (dmax) kadar ek lag eklenir.

- Böylece, **serilerin farklı entegrasyon düzeyleri olsa bile, VAR modellemesi yapılabilir ve Granger nedensellik testleri uygulanabilir.**

Toda-Yamamoto VAR Modeli Kurma ve Nedensellik Testi (Granger Causality)

Model Gecikme Uzunluğunu (Lag Length) Belirleme

Neden?

VAR modelinin doğru çalışması için önce uygun gecikme sayısını bulmamız gerekir. Toda-Yamamoto yöntemi için de bu önemli. Sonrasında, modele en yüksek entegrasyon derecesi kadar (bizim durumda 2) ekstra lag ekleyeceğiz.

Kriter	Optimal Gecikme Sayısı (Lag)
AIC (Akaike)	2
HQ (Hannan-Quinn)	1
SC (Schwarz)	1
FPE (Final Prediction Error)	2

Optimal gecikme uzunluğunu belirlemek için dört farklı kriter kullanılmıştır: AIC, HQ, SC ve FPE. AIC ve FPE kriterleri, en uygun gecikme uzunluğunu 2 olarak önerirken, HQ ve SC kriterleri 1 olarak belirlemiştir. Genellikle, AIC daha hassas ve iyi performans gösterdiği için bu çalışmada 2 gecikme uzunluğu tercih edilmiştir. Bu seçim, modelin hem parametre sayısı hem de bilgi kaybı arasında dengeli bir tercih yapılmasını sağlamaktadır. Bu gecikme uzunluğu, Toda-Yamamoto yöntemi ile Granger nedensellik testlerinin uygulanmasında temel alınacaktır.

Analizin Yön Değiştirme Gerekçesi

Yapılan çalışmada serilerin durağanlık derecelerinin farklı olması (enflasyonun düzeyde durağan, işsizliğin birinci farkta durağan olması) sebebiyle geleneksel eşbütünleşme testleri sınırlı kalmıştır. Ayrıca her iki seride de birden fazla yapısal kırılmanın gözlemlenmesi, uygulanan birim kök testlerinin sonuçlarının güvenilirliğini tartışmalı hale getirmiştir. Bu bağlamda, Zivot-Andrews testi gibi tek kırılmalı birim kök testlerinin yetersiz kalabileceği düşünülmüş, ancak birden fazla yapısal kırılmayı dikkate alabilecek daha ileri düzey testlere (örneğin Lee-Strazicich testi) geçilmesinde teknik zorluklar yaşanmıştır.

Toda-Yamamoto nedensellik testi gibi yöntemlere geçilmesi planlansa da bu yöntemin modelleme gerekleri, serilerin durağanlık seviyelerine ilişkin belirsizlikler ve karşılaşılan otokorelasyon problemleri sebebiyle uygulanabilirliği zayıflamıştır. Ayrıca analizlerin yürütüldüğü R programlama diline ilişkin teknik bilgi ve tecrübe eksikliği, yapılan testlerin doğruluğuna duyulan güveni azaltmış ve sürecin metodolojik olarak tutarsız ilerlemesine neden olmuştur.

Bu sebeplerle, analiz sürecine mevcut verilerle ve R platformu üzerinden devam edilmemesi uygun görülmüştür. Çalışmanın bu aşamasından itibaren, metodolojik tutarlılık ve teknik yeterlilik sağlamak adına farklı zaman serileri kullanılarak **EViews** yazılımı üzerinden analizlere devam edilecektir.