



HACETTEPE
University

ZAMAN SERİLERİ DÖNEM ÖDEVİ

Mehmet Şenel

2210329077



İçindekiler Tablosu

Veri Hakkında	4
1. Veri Setinin Genel İçeriği	4
2. Veri Setinin Amacı	4
3. Veri Yapısı ve Özellikleri.....	4
4. Zaman Serisi Yapısı	5
5. Verinin Kullanımına Dair Potansiyel Yöntemler	5
Zaman Serisi Oluşturma ve Görselleştirme	6
Veri Dönüştürme	6
Zaman Serisi Oluşturma	6
Zaman Serisi Grafiği.....	7
Otomatik Korelasyon Fonksiyonu (ACF).....	7
Kısmi Otomatik Korelasyon Fonksiyonu (PACF)	8
.....	8
Modelleme	9
Trend Bileşeninin Hesaplanması	9
Mevsimsel Bileşeninin Hesaplanması	9
Merkezsiz Hareketli Ortalama ve Mevsimsel Bileşen	10
Mevsimsel Endeks Hesaplaması.....	10
Hata Bileşeni.....	11
Zaman Serisinin Trend Değerlerinin Hesaplanması	11
Doğrusal Regresyon Modeli Kurma.....	11
Tahmin Serisini Hesaplama (Mevsimsel Endeks + Trend).....	12
Hata Serisinin Hesaplanması	12
Zaman Serisi Modelinin Güvenilirliğinin Değerlendirilmesi	13
Modelin Geçerliliği	13
Tahmin Serisinin Zaman Serisi Formatına Dönüştürülmesi	13
Zaman Serisi ve Tahminin Karşılaştırılması	14
ACF ve PACF Analizleri.....	14
Çarpımsal Ayrıştırma Yöntemi (Multiplicative Decomposition Method).....	16
Mevsimsel Bileşeninin Bulunması	16
Mevsimsel Bileşenlerin Ortalama Değerlerinin Hesaplanması	17

Mevsimsel Endeks Değerlerinin Hesaplanması.....	17
Trent Serisi ve Tahminlerin Hesaplanması	17
Tahmin Serisinin Zaman Serisi Haline Getirilmesi	19
Hata Serisi ve Değerlendirme	20
Toplamsal Model (Additive Model).....	21
Zaman Serisi ve Bileşenlerin Oluşturulması:	21
Regresyon Modeli.....	22
Modelin Geliştirilmesi (İkinci Model)	23
Durbin-Watson Testi	24
Tahmin ve Hata Serileri	25
Çarpımsal Model	27
Sine ve Cosine Bileşenlerinin Hesaplanması	27
Zaman Serisi Grafikleri ve ACF/PACF.....	31
Fark Alınmış Zaman Serisi(1.dereceden)	31
Fark Alınmış Zaman Serisi(2.dereceden)	32
Toplamsal Winters Yöntemi (Winters1).....	33
Tahmin ve Görselleştirme	36
Hata Serisi ve Box-Ljung Testi	37
Tahmin (Forecast).....	39
Arıma Modeli.....	40
ARIMA Modelinin Bileşenleri	40
ACF ve PACF'nin ARIMA Modelindeki Rolü	41
Model 1 (order = c(1,1,2), seasonal= c(1,1,1)	42
Model 2 (order = c(1,1,2), seasonal= c(0,1,1)	44
Model 3 (order = c(2,1,3), seasonal= c(1,1,2)	46
Model 4 (order = c(2,1,3), seasonal= c(0,1,0)	48
Model 5 (order = c(2,1,3), seasonal= c(1,1,1)	50
Model 6 (order = c(2,1,3), seasonal= c(0,1,1)	52
Sonuç olarak	54
Best Model in RStudio	54
Tahminlerin ve Hata Terimlerinin Çekilmesi	56
Gerçek Veriler ve Tahminlerin Görselleştirilmesi.....	57

Öngörü(gelecek tahmini).....	58
Autocorrelation (ACF) ve Partial Autocorrelation (PACF) Grafikleri	59
Rstudio Kodlama Görselleri.....	60
Kaynakça.....	63

Veri Hakkında

1. Veri Setinin Genel İçeriği

Bu veri seti, **1992 yılının Ocak ayından 2023 yılının Aralık ayına kadar** geçen 32 yıllık bir zaman dilimini kapsamaktadır ve toplamda **384 aylık veri** içermektedir. İki sütundan oluşan bu veri seti, **tarih** ve **satış** bilgilerini içermektedir. Verinin amacı, belirli bir ürün veya hizmetin zaman içindeki satış performansını analiz etmek, dönemsel trendleri belirlemek ve geleceğe yönelik tahminler yapmak için kullanılabilir. Bu veri, özellikle perakende, üretim veya pazarlama alanlarında faaliyet gösteren işletmelerin stratejik karar alma süreçlerine ışık tutabilecek niteliktedir.

Veri Setinin Boyutu: Veri seti, toplamda 384 satır ve 2 sütun içermektedir.

Sütunlar:

- Tarih: 1992 Ocak ayından başlayarak 2023 Aralık ayına kadar olan tarih bilgilerini içerir. Veriler, aylık frekansta düzenlenmiştir.

- Satış: Her ay için kaydedilmiş toplam satış miktarı.

Zaman Aralığı: Veri, Ocak 1992 ile Aralık 2023 arasındaki dönemi kapsamaktadır.

2. Veri Setinin Amacı

Bu veri seti, aylık satış bilgilerini içererek zaman serisi analizi, satış tahminlemesi ve trend analizi yapmak için kullanılabilir. Verinin çalışma kapsamındaki potansiyel kullanımları şu şekilde sıralanabilir:

- Gelecek dönem satış tahminleri
- Mevsimsellik ve trend analizi
- Performans karşılaştırmaları
- Olası anormalliklerin tespit edilmesi

3. Veri Yapısı ve Özellikleri

Tarih Sütunu:

- Veri setinde tarih bilgisi yyyy/ay/gün formatında kayıt altına alınmıştır (2023/12/01 gibi).

- Aylık düzende herhangi bir eksik tarih bilgisi bulunmamaktadır.

Satış Sütunu:

- Her satırda bir ayın toplam satış bilgisi yer almaktadır.

- Satış verileri numerik formatta kaydedilmiştir ve içerik olarak büyük ihtimalle pozitif tam sayılardan oluşmaktadır (ancak bu durum kontrol edilecektir).

4. Zaman Serisi Yapısı

- Veri, zamana bağlı olarak düzenli bir yapıya sahiptir.

- Aylık frekans korunmuş ve herhangi bir tarih atlaması bulunmamaktadır.

- Bu düzgün yapı, zaman serisi analizine uygun bir zemin sunmaktadır.

5. Verinin Kullanımına Dair Potansiyel Yöntemler

- Trend Analizi: Zaman içerisinde satış artışı ya da azalma trendlerinin belirlenmesi.

- Mevsimsellik Analizi: Satışların belirli dönemlerdeki dalgalanmalarını analiz etmek.

- Tahminleme: Gelecek aylardaki satışları öngörmek için istatistiksel ya da makine öğrenmesi yöntemleri kullanılabilir.

	observation_date	MRTSSM4481USN
1	1992-01-01	4852
2	1992-02-01	5159
3	1992-03-01	6024
4	1992-04-01	6682
5	1992-05-01	6768
6	1992-06-01	6534
7	1992-07-01	6551
8	1992-08-01	7486
9	1992-09-01	6878
10	1992-10-01	7514
11	1992-11-01	8201
12	1992-12-01	12721
13	1993-01-01	5439
14	1993-02-01	5284
15	1993-03-01	6349
16	1993-04-01	7112
17	1993-05-01	7128
18	1993-06-01	6725
19	1993-07-01	6905
20	1993-08-01	7386
21	1993-09-01	7093

Showing 1 to 21 of 384 entries, 2 total columns

Zaman Serisi Oluşturma ve Görselleştirme

Bu bölümde, zaman serisi verilerini oluşturma ve bu verileri görsel olarak analiz etme adımları ele alınmıştır. Veri seti, 1992 yılı Ocak ayından başlayarak 2023 yılı Aralık ayına kadar olan aylık periyotlarla kaydedilmiştir.

Veri Dönüştürme

Veri üzerinde şu dönüştürme işlemleri yapılmıştır:

- Tarih Sütunu: Veri setindeki `observation_date` sütunu, uygun bir zaman serisi yapısı için tarih formatına ('YYYY-MM-DD') dönüştürülmüştür.
- Satış Verileri: `MRTSSM4481USN` adlı sütun, ilgili tarih aralığına karşılık gelen aylık satış değerlerini barındırmaktadır.

Zaman Serisi Oluşturma

Tarih ve satış değerleri kullanılarak bir zaman serisi objesi oluşturulmuştur. Zaman serisinin başlangıç yılı 1992, başlangıç ayı ise Ocak olarak belirlenmiş; periyodiklik aylık ('12') olarak tanımlanmıştır

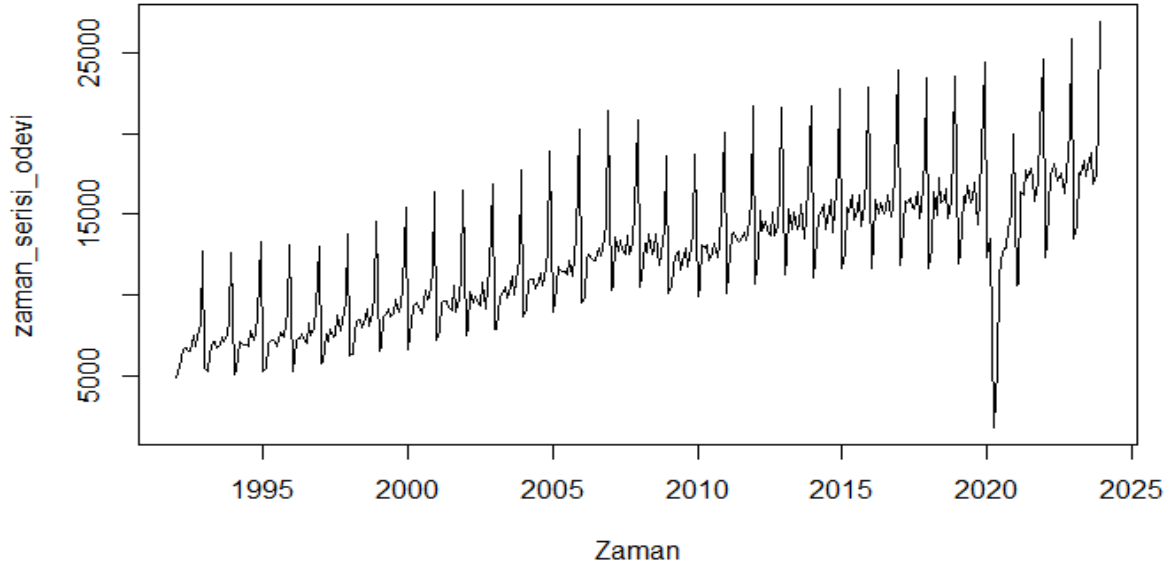
```
> zaman_serisi_odevi_ts
```

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1992	4852	5159	6024	6682	6768	6534	6551	7486	6878	7514	8201	12721
1993	5439	5284	6349	7112	7128	6725	6905	7386	7093	7535	8499	12672
1994	5128	5425	7099	7014	6947	6947	6834	7766	7177	7718	8810	13296
1995	5331	5472	6944	7079	7190	7087	6805	7727	7558	7425	8988	13102
1996	5325	6050	7189	7278	7648	7277	7000	8304	7495	8024	9114	13008
1997	5785	5902	7640	7110	7916	7444	7540	8802	7797	8436	9522	13828
1998	6224	6366	7736	8414	8436	7983	8211	9128	8040	8993	10031	14566
1999	6559	6871	8673	8903	9171	8624	8817	9712	8917	9427	10528	15479
2000	6683	7470	9283	9420	9496	9156	8872	10340	9683	9823	11492	16379
2001	7211	7820	9492	9676	9674	9292	9055	10567	8910	9815	11212	16484
2002	7468	7971	10178	9517	9882	9530	9338	10804	9139	10461	11703	16843
2003	7920	7941	9949	9992	10522	9853	10140	11175	10042	10875	12209	17743
2004	8682	9133	10893	10974	10998	10396	10796	11380	10579	11695	12823	18940
2005	8932	9501	11744	11544	11502	11479	11267	12148	11142	12387	13649	20280
2006	9489	9824	12148	12495	12204	12178	12107	12948	12435	12964	14375	21379
2007	10335	10531	13563	12757	13423	12806	12537	13737	12564	13209	15317	20843
2008	10478	11092	13223	12671	13804	12577	12814	13753	11890	12580	14156	18664
2009	10122	10514	11758	12320	12752	11535	12045	12967	11762	13022	13840	18733
2010	9902	10568	13125	12899	13124	12164	12677	13164	12322	13169	15104	20058
2011	10162	11370	13715	13859	13648	13271	13415	13889	13431	13793	15816	21726
2012	10686	12618	15205	14003	14593	14035	13717	15157	13714	14247	16562	21594
2013	11300	12244	15369	14108	15157	14127	14311	15636	13466	14812	16779	21721
2014	11096	12115	14875	15024	15671	14064	14707	15919	13908	15243	17847	22749
2015	11627	12612	15479	15120	16186	14612	15269	16214	14320	15612	17414	22861
2016	11620	13178	15935	15035	15749	15057	15358	16176	14854	15531	17762	23983
2017	11846	12708	15791	15687	16006	15399	15368	16351	14710	15357	18389	23496
2018	11664	12952	16405	14969	17266	15743	15929	16618	14723	15815	19078	23553
2019	11930	12489	16156	15746	16788	15682	15918	16969	14344	16050	18957	24444
2020	12313	13461	17646	1791	5500	11038	12157	12901	12897	14088	15033	19960
2021	10633	10669	16384	16203	17724	17310	17890	17248	15771	17110	20249	24570
2022	12348	13175	17459	17619	18184	17039	17240	17527	16256	17436	20309	25904
2023	13528	14251	17537	17454	18285	17353	17943	18790	16842	17435	20948	26966

Zaman Serisi Grafiği

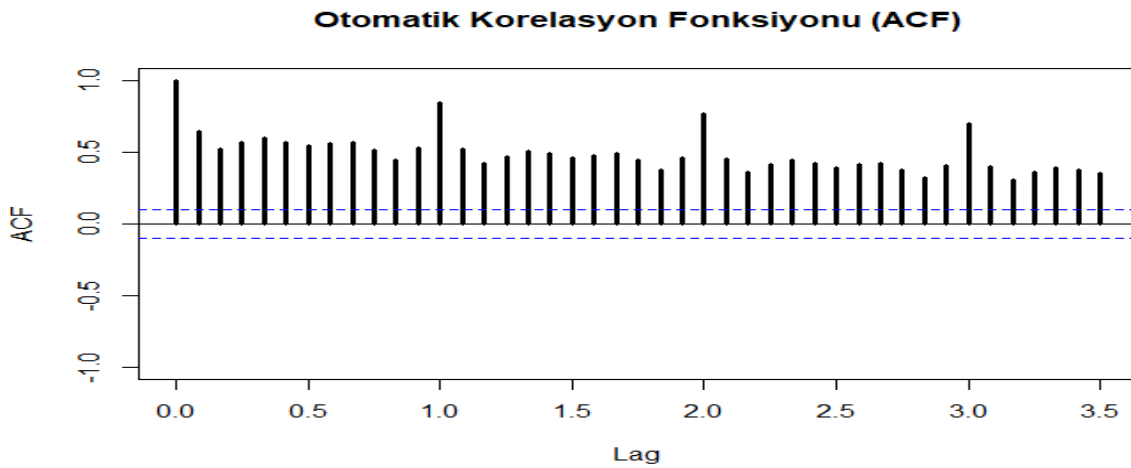
Verinin zaman serisi görselleştirilmesi için bir grafik oluşturulmuştur. Grafikte:

- X eksen: Zamanı (1992-2023) temsil etmektedir.
- Y eksen: Aylık satış değerlerini göstermektedir.

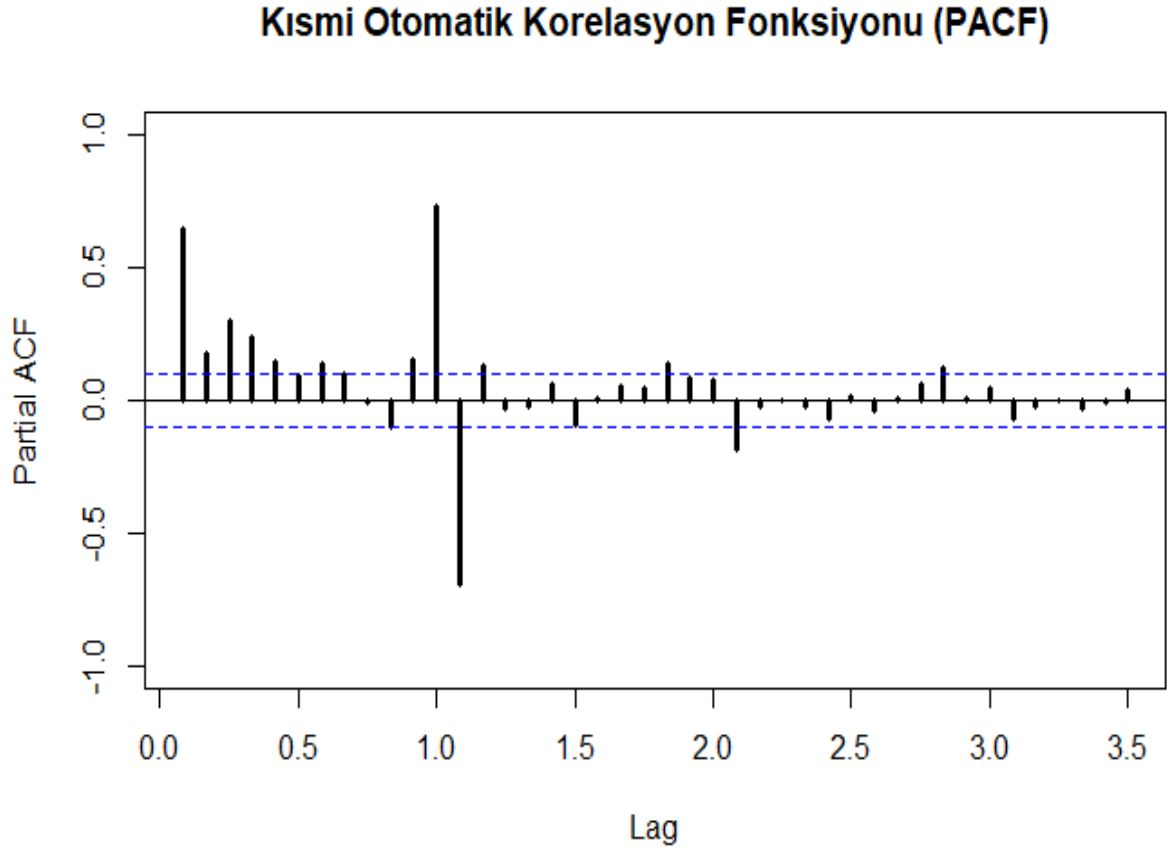


Yukarıdaki grafik, satış değerlerinin zaman içerisindeki değişimini ve genel trendlerini incelemek için kullanılmıştır. Grafik, serinin zamana bağlı dalgalanmalarını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Trend ve mevsimsellik gibi özelliklerin detaylı analizi bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

Otomatik Korelasyon Fonksiyonu (ACF)



Kısmi Otomatik Korelasyon Fonksiyonu (PACF)



Mevsimsellik: Mevsimsel etkilerin bulunması, verilerde belirli bir periyodik düzenin olduğunu gösterir. Örneğin, yılın belirli aylarında artan ya da azalan satışlar gibi. Eğer ACF grafiğinizde belirli aralıklarla düzenli zirveler varsa (örneğin her 12. gecikmede bir), bu mevsimselliğin işaretidir.

Trend: Bu, verilerde uzun vadeli bir artış veya azalış eğiliminin bulunduğunu gösterir. Trendin varlığı, serinin sabit bir ortalama değere sahip olmadığı, daha çok zamanla değişen bir yapıya sahip olduğu anlamına gelir. Bu durumda, modelleme sürecinde **trend bileşeni** dikkate alınmalıdır.

Modelleme

Zaman serisi analizi, verilerin zaman içindeki değişimini anlamak ve gelecekteki değerleri tahmin etmek için kullanılan önemli bir tekniktir. Bu analizde, zaman serisini bileşenlerine ayırarak trend, mevsimsellik ve hata gibi faktörleri incelemek yaygın bir yaklaşımdır. **Trend bileşeni**, zamanla sürekli artan veya azalan bir eğilimi gösterirken, **mevsimsel bileşen** verinin belirli dönemlerdeki periyodik değişimlerini ortaya koyar. **Hata bileşeni** ise modelin tahminlerinde oluşan rastgele sapmaları temsil eder. Bu bileşenlerin doğru bir şekilde ayrılması, verilerin daha iyi anlaşılmasını ve gelecekteki değerlerin daha güvenilir şekilde tahmin edilmesini sağlar.

Trend Bileşeninin Hesaplanması

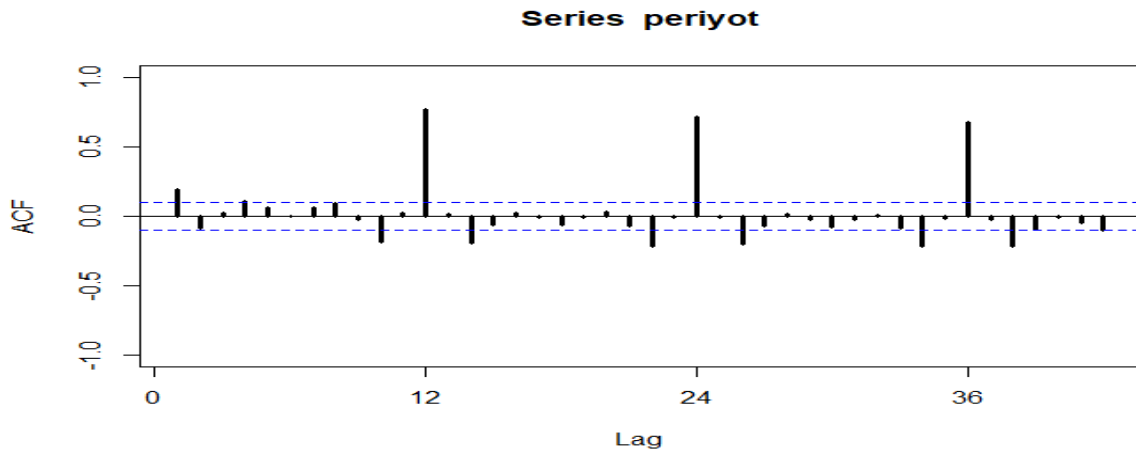
Burada, trend değişkeni zaman serisinin zamanla değişen eğilimini temsil eder. Bu trend bileşeni, zaman serisinin gelecekteki değerlerinin artış veya azalış yönündeki genel eğilimini gösterir.

```
call:
tslm(formula = zaman_serisi_odevi_ts ~ trend)

Coefficients:
(Intercept)      trend
  6783.31         29.02
```

Mevsimsel Bileşenin Hesaplanması

Periyot değişkeni zaman serisinin **mevsimsel bileşeni**ni temsil eder, çünkü trend çıkarılmıştır ve geriye kalan değişkenlik, serinin periyodik yapısını gösterir. ACF (Autocorrelation Function) kullanılarak mevsimsel periyot belirlenebilir:



Merkezzel Hareketli Ortalama ve Mevsimsel Bileşen

Merkezzel hareketli ortalama (MA) kullanılarak zaman serisinin **trend bileşeni** ile mevsimsel bileşen ayrılır:

Bu işlem, serinin her bir dönemine ait **mevsimsel bileşenleri** hesaplar.

> Mevsim	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1992									
1993	-1858.083333	-2023.666667	-963.458333	-210.291667	-207.583333	-620.958333	-425.958333	62.125000	-268.000000
1994	-2256.541667	-1972.416667	-317.750000	-413.875000	-501.458333	-540.416667	-687.875000	233.708333	-350.791667
1995	-2226.458333	-2082.625000	-624.875000	-493.541667	-377.750000	-480.083333	-753.750000	144.416667	-58.875000
1996	-2380.791667	-1687.958333	-570.375000	-503.708333	-163.916667	-536.250000	-828.500000	462.500000	-359.125000
1997	-2132.666667	-2058.916667	-354.250000	-914.000000	-142.166667	-665.333333	-621.791667	602.583333	-425.750000
1998	-2227.625000	-2127.166667	-780.875000	-136.208333	-158.625000	-663.583333	-480.291667	401.708333	-746.375000
1999	-2447.083333	-2184.666667	-443.541667	-268.166667	-38.958333	-644.708333	-494.916667	369.958333	-475.416667
2000	-2851.625000	-2093.083333	-338.166667	-249.583333	-230.250000	-647.916667	-991.416667	440.000000	-240.291667
2001	-2776.125000	-2184.208333	-489.458333	-272.916667	-262.916667	-637.625000	-889.708333	605.291667	-1086.583333
2002	-2592.875000	-2111.541667	76.041667	-621.416667	-303.791667	-691.208333	-917.000000	531.416667	-1122.791667
2003	-2485.500000	-2513.375000	-558.458333	-570.333333	-78.666667	-806.250000	-588.500000	365.083333	-856.916667
2004	-2450.333333	-2035.208333	-306.125000	-281.666667	-317.416667	-994.875000	-655.166667	-96.916667	-948.708333
2005	-2830.541667	-2313.166667	-125.625000	-377.916667	-483.166667	-596.416667	-887.458333	-43.125000	-1079.416667
2006	-2980.250000	-2713.583333	-476.791667	-207.708333	-553.000000	-655.041667	-807.083333	-30.791667	-632.208333
2007	-2984.833333	-2839.625000	154.125000	-667.458333	-50.916667	-684.833333	-937.458333	233.208333	-949.000000
2008	-3037.875000	-2436.083333	-277.666667	-775.375000	432.208333	-655.625000	-313.000000	664.916667	-1112.958333
2009	-2584.125000	-2127.333333	-845.250000	-296.333333	130.416667	-1076.291667	-560.000000	368.916667	-895.291667
2010	-2970.250000	-2338.791667	186.666667	-68.791667	97.416667	-970.458333	-523.500000	-80.750000	-980.750000
2011	-3412.000000	-2264.958333	3.625000	75.416667	-191.250000	-667.416667	-614.750000	-214.583333	-786.666667
2012	-3760.750000	-1894.166667	628.208333	-604.500000	-64.500000	-648.083333	-986.166667	443.833333	-990.416667
2013	-3499.416667	-2600.125000	515.250000	-758.958333	257.458333	-786.875000	-599.666667	739.208333	-1404.833333
2014	-3884.666667	-2893.958333	-164.166667	-51.541667	533.000000	-1161.333333	-583.291667	585.875000	-1471.000000
2015	-3897.166667	-2947.875000	-110.333333	-501.875000	566.791667	-993.833333	-341.208333	580.500000	-1356.083333
2016	-4072.375000	-2516.500000	219.833333	-699.041667	3.833333	-749.416667	-504.583333	323.583333	-972.833333
2017	-4079.500000	-3225.208333	-143.500000	-234.250000	65.875000	-546.958333	-550.083333	430.333333	-1246.416667
2018	-4415.208333	-3161.708333	279.625000	-1176.000000	1073.208333	-480.875000	-308.333333	388.875000	-1476.458333
2019	-4278.458333	-3733.625000	-65.458333	-469.458333	567.791667	-570.291667	-387.375000	607.166667	-1703.750000
2020	-732.875000	741.333333	-4843.875000	-10556.833333	-6602.583333	-714.250000	661.583333	1591.916667	1340.166667
2021	-4269.125000	-4653.125000	761.000000	334.333333	1512.083333	688.666667	1005.125000	187.250000	-1438.958333
2022	-5013.416667	-4170.958333	81.208333	207.416667	756.333333	-446.750000	-350.500000	-157.500000	-1476.583333
2023	-4257.958333	-3616.875000	-407.916667	-515.291667	289.125000	-713.750000	NA	NA	NA
2024	Oct	Nov	Dec						

Mevsimsel Endeks Hesaplaması

Mevsimsel endeks, her dönemin ortalamasına göre ayarlanır ve mevsimsel etkiyi gösterir, bu işlem, her dönemin (ay, çeyrek, yıl gibi) mevsimsel etkilerini ortaya çıkarır. Bu endeksler, zaman serisinin **mevsimsel düzenini** daha iyi anlamamızı sağlar.

```
> colMeans(donemort, na.rm = T)
[1] -3085.37097 -2476.81183 -332.33333 -718.70565 -143.33468 -656.74328 -532.58871 356.72312 -834.90726 -14.89247 1684.24597
[12] 6744.90188
> sum(colMeans(donemort, na.rm = T))
[1] -9.817204
> mean(colMeans(donemort, na.rm = T))
[1] -0.8181004
> |
```

```
> endeks
[1] -3084.55287 -2475.99373 -331.51523 -717.88754 -142.51658 -655.92518 -531.77061 357.54122 -834.08916 -14.07437 1685.06407
[12] 6745.71998
> |
```

Hata Bileşeni

Bu hata, modelin tahmin ettiği değerler ile orijinal zaman serisi arasındaki farkı temsil eder.

```
> trenthata
      Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug      Sep      Oct      Nov      Dec
1992 7936.553 7634.994 6355.515 7399.888 6910.517 7189.925 7082.771 7128.459 7712.089 7528.074 6515.936 5975.280
1993 8523.553 7759.994 6680.515 7829.888 7270.517 7380.925 7436.771 7028.459 7927.089 7549.074 6813.936 5926.280
1994 8212.553 7900.994 7430.515 7731.888 7089.517 7602.925 7365.771 7408.459 8011.089 7732.074 7124.936 6550.280
1995 8415.553 7947.994 7275.515 7796.888 7332.517 7742.925 7336.771 7369.459 8392.089 7439.074 7302.936 6356.280
1996 8409.553 8525.994 7520.515 7995.888 7790.517 7932.925 7531.771 7946.459 8329.089 8038.074 7428.936 6262.280
1997 8869.553 8377.994 7971.515 7827.888 8058.517 8099.925 8071.771 8444.459 8631.089 8450.074 7836.936 7082.280
1998 9308.553 8841.994 8067.515 9131.888 8578.517 8638.925 8742.771 8770.459 8874.089 9007.074 8345.936 7820.280
1999 9643.553 9346.994 9004.515 9620.888 9313.517 9279.925 9348.771 9354.459 9751.089 9441.074 8842.936 8733.280
2000 9767.553 9945.994 9614.515 10137.888 9638.517 9811.925 9403.771 9982.459 10517.089 9837.074 9806.936 9633.280
2001 10295.553 10295.994 9823.515 10393.888 9816.517 9947.925 9586.771 10209.459 9744.089 9829.074 9526.936 9738.280
2002 10552.553 10446.994 10509.515 10234.888 10024.517 10185.925 9869.771 10446.459 9973.089 10475.074 10017.936 10097.280
2003 11004.553 10416.994 10280.515 10709.888 10664.517 10508.925 10671.771 10817.459 10876.089 10889.074 10523.936 10997.280
2004 11766.553 11608.994 11224.515 11691.888 11140.517 11051.925 11327.771 11022.459 11413.089 11709.074 11137.936 12194.280
2005 12016.553 11976.994 12075.515 12261.888 11644.517 12134.925 11798.771 11790.459 11976.089 12401.074 11963.936 13534.280
2006 12573.553 12299.994 12479.515 13212.888 12346.517 12833.925 12638.771 12590.459 13269.089 12978.074 12689.936 14633.280
2007 13419.553 13006.994 13894.515 13474.888 13565.517 13461.925 13068.771 13379.459 13398.089 13223.074 13631.936 14097.280
2008 13562.553 13567.994 13554.515 13388.888 13946.517 13232.925 13345.771 13395.459 12724.089 12594.074 12470.936 11918.280
2009 13206.553 12989.994 12089.515 13037.888 12894.517 12190.925 12576.771 12609.459 12596.089 13036.074 12154.936 11987.280
2010 12986.553 13043.994 13456.515 13616.888 13266.517 12819.925 13208.771 12806.459 13156.089 13183.074 13418.936 13312.280
2011 13246.553 13845.994 14046.515 14576.888 13790.517 13926.925 13946.771 13531.459 14265.089 13807.074 14130.936 14980.280
2012 13770.553 15093.994 15536.515 14720.888 14735.517 14690.925 14248.771 14799.459 14548.089 14261.074 14876.936 14848.280
2013 14384.553 14719.994 15700.515 14825.888 15299.517 14782.925 14842.771 15278.459 14300.089 14826.074 15093.936 14975.280
2014 14180.553 14590.994 15206.515 15741.888 15813.517 14719.925 15238.771 15561.459 14742.089 15257.074 16161.936 16003.280
2015 14711.553 15087.994 15810.515 15837.888 16328.517 15267.925 15800.771 15856.459 15154.089 15626.074 15728.936 16115.280
2016 14704.553 15653.994 16266.515 15752.888 15891.517 15712.925 15889.771 15818.459 15688.089 15545.074 16076.936 17237.280
2017 14930.553 15183.994 16122.515 16404.888 16148.517 16054.925 15899.771 15993.459 15544.089 15371.074 16703.936 16750.280
2018 14748.553 15427.994 16736.515 15686.888 17408.517 16398.925 16460.771 16260.459 15557.089 15829.074 17392.936 16807.280
2019 15014.553 14964.994 16487.515 16463.888 16930.517 16337.925 16449.771 16611.459 15178.089 16064.074 17271.936 17698.280
2020 15397.553 15936.994 7977.515 2508.888 5642.517 11693.925 12688.771 12543.459 13731.089 14102.074 13347.936 13214.280
2021 13717.553 13144.994 16715.515 16920.888 17866.517 17965.925 18421.771 16890.459 16605.089 17124.074 18563.936 17824.280
2022 15432.553 15650.994 17790.515 18336.888 18326.517 17694.925 17771.771 17169.459 17090.089 17450.074 18623.936 19158.280
2023 16612.553 16726.994 17868.515 18171.888 18427.517 18008.925 18474.771 18432.459 17676.089 17449.074 19262.936 20220.280
> |
```

Zaman Serisinin Trend Değerlerinin Hesaplanması

Bu satır, zaman serisinin **zaman bilgisini** (time()) çıkarır. Zaman serisinde her bir gözlemin hangi zamanda (yıl, ay, gün) olduğunu belirtir. Bu, trend bileşenini modellemek için temel zaman bilgisidir.

Doğrusal Regresyon Modeli Kurma

Bu satırda, **doğrusal regresyon** modeli kuruluyor. lm() fonksiyonu, trenthata (trend bileşeni çıkarılmış orijinal veri) ile trend_ts (zaman serisinin zaman bilgisi) arasındaki ilişkiyi öğrenir ve modelin parametrelerini hesaplar. Bu işlem, zaman serisinin **trend bileşenini** daha iyi modelleyebilmek için kullanılır.

Tahmin Serisini Hesaplama (Mevsimsel Endeks + Trend)

Bu satırda, **mevsimsel endeks** (indeks) ve modelin **fitted values** (doğrusal regresyon modelinin tahmin ettiği trend değerleri) toplanarak zaman serisinin tahmin edilen değerleri oluşturulur. Bu, zaman serisinin **trend ve mevsimsel bileşenlerinin** birleşimidir.

	V1
1	3824.432
2	4461.510
3	6634.507
4	6276.654
5	6880.543
6	6395.653
7	6548.326
8	7466.157
9	6303.045
10	7151.579
11	8879.236
12	13968.410
13	4166.656
14	4803.734
15	6976.731
16	6618.877
17	7222.767
18	6737.877
19	6890.550
20	7808.381
21	6645.269
22	7103.608

Showing 1 to 22 of 384 entries, 1 total columns

Hata Serisinin Hesaplanması

Son olarak, **hata serisi** hesaplanır. Bu, orijinal zaman serisi ile tahmin edilen değerler arasındaki farktır. Yani, modelin **trend ve mevsimsel** bileşenlere dayanarak yaptığı tahminle, gerçek zaman serisi arasındaki farkları temsil eder.

Özetle:

Bu adımlar, zaman serisinin trend bileşenini çıkararak ve regresyon kullanarak **tahmin serisini** oluşturur. Sonrasında, **hata serisi** elde edilir, bu da modelin doğruluğunu değerlendirmek için kullanılabilir. Bu süreç, zaman serisinin daha iyi anlaşılmasını sağlar ve gelecekteki değerlerin tahmin edilmesine yardımcı olur.

Zaman Serisi Modelinin Güvenilirliğinin Değerlendirilmesi

Modelin Geçerliliği

Zaman serisi analizi sırasında, modelin tahminlerinin güvenilir olup olmadığını belirlemek için çeşitli adımlar izlenmiştir. Bu adımlar, modelin doğruluğunu görsel ve istatistiksel olarak değerlendirmenin yanı sıra, hata serisinin düzgün dağılıp dağılmadığını kontrol etmeyi de amaçlamaktadır.

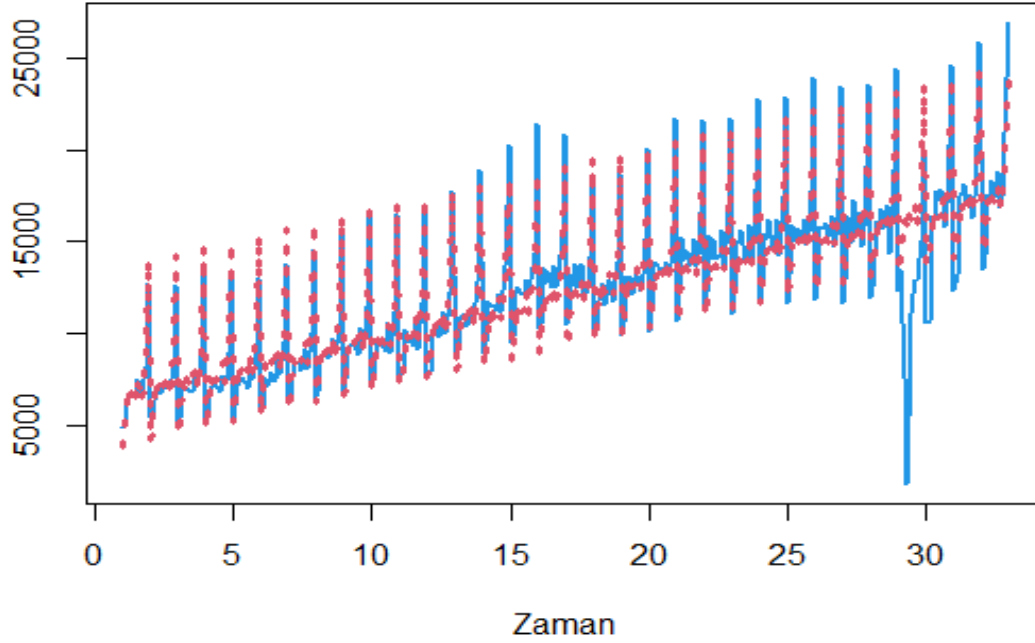
Tahmin Serisinin Zaman Serisi Formatına Dönüştürülmesi

Modelin tahmin edilen değerleri de zaman serisi formatına dönüştürülerek, orijinal zaman serisiyle karşılaştırılabilir hale getirilmiştir

> tahmin_ts	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	3824.432	4461.510	6634.507	6276.654	6880.543	6395.653	6548.326	7466.157	6303.045	7151.579	8879.236	13968.410
2	4166.656	4803.734	6976.731	6618.877	7222.767	6737.877	6890.550	7808.381	6645.269	7493.802	9221.459	14310.634
3	4508.880	5145.958	7318.955	6961.101	7564.991	7080.101	7232.774	8150.604	6987.493	7836.026	9563.683	14652.858
4	4851.103	5488.181	7661.178	7303.325	7907.214	7422.324	7574.998	8492.828	7329.716	8178.250	9905.907	14995.081
5	5193.327	5830.405	8003.402	7645.548	8249.438	7764.548	7917.221	8835.052	7671.940	8520.473	10248.130	15337.305
6	5535.551	6172.629	8345.626	7987.772	8591.662	8106.772	8259.445	9177.275	8014.164	8862.697	10590.354	15679.529
7	5877.774	6514.852	8687.849	8329.996	8933.885	8448.995	8601.669	9519.499	8356.387	9204.921	10932.578	16021.752
8	6219.998	6857.076	9030.073	8672.219	9276.109	8791.219	8943.892	9861.723	8698.611	9547.144	11274.801	16363.976
9	6562.222	7199.300	9372.297	9014.443	9618.333	9133.443	9286.116	10203.946	9040.835	9889.368	11617.025	16706.200
10	6904.445	7541.523	9714.520	9356.667	9960.556	9475.666	9628.340	10546.170	9383.058	10231.592	11959.249	17048.423
11	7246.669	7883.747	10056.744	9698.890	10262.780	9817.890	9970.563	10888.394	9725.282	10573.815	12301.472	17390.647
12	7588.893	8225.971	10398.968	10041.114	10645.004	10160.114	10312.787	11230.617	10067.506	10916.039	12643.696	17732.871
13	7931.116	8568.194	10741.191	10383.338	10987.227	10502.337	10655.011	11572.841	10409.729	11258.263	12985.920	18075.094
14	8273.340	8910.418	11083.415	10725.561	11329.451	10844.561	10997.234	11915.065	10751.953	11600.486	13328.143	18417.318
15	8615.564	9252.642	11425.639	11067.785	11671.675	11186.785	11339.458	12257.288	11094.177	11942.710	13670.367	18759.542
16	8957.787	9594.865	11767.862	11410.009	12013.898	11529.008	11681.682	12599.512	11436.400	12284.934	14012.591	19101.765
17	9300.011	9937.089	12110.086	11752.232	12356.122	11871.232	12023.905	12941.736	11778.624	12627.157	14354.814	19443.989
18	9642.235	10279.313	12452.310	12094.456	12698.346	12213.456	12366.129	13283.959	12120.848	12969.381	14697.038	19786.213
19	9984.458	10621.536	12794.533	12436.680	13040.569	12555.679	12708.353	13626.183	12463.071	13311.605	15039.262	20128.436
20	10326.682	10963.760	13136.757	12778.903	13382.793	12897.903	13050.576	13968.407	12805.295	13653.828	15381.485	20470.660
21	10668.906	11305.984	13478.981	13121.127	13725.017	13240.127	13392.800	14310.630	13147.519	13996.052	15723.709	20812.884
22	11011.129	11648.207	13821.204	13463.351	14067.240	13582.350	13735.024	14652.854	13489.742	14338.276	16065.933	21155.107
23	11353.353	11990.431	14163.428	13805.574	14409.464	13924.574	14077.247	14995.078	13831.966	14680.499	16408.156	21497.331
24	11695.577	12332.655	14505.652	14147.798	14759.688	14266.798	14419.471	15337.301	14174.190	15022.723	16750.380	21839.555
25	12037.801	12674.878	14847.875	14490.022	15093.911	14609.021	14761.695	15679.525	14516.413	15364.947	17092.604	22181.778
26	12380.024	13017.102	15190.099	14832.245	15436.135	14951.245	15103.918	16021.749	14858.637	15707.170	17434.828	22524.002
27	12722.248	13359.326	15532.323	15174.469	15778.359	15293.469	15446.142	16363.972	15200.861	16049.394	17777.051	22866.226
28	13064.472	13701.549	15874.546	15516.693	16120.582	15635.692	15788.366	16706.196	15543.084	16391.618	18119.275	23208.449
29	13406.695	14043.773	16216.770	15858.916	16462.806	15977.916	16130.589	17048.420	15885.308	16733.841	18461.499	23550.673
30	13748.919	14385.997	16558.994	16201.140	16805.030	16320.140	16472.813	17390.643	16227.532	17076.065	18803.722	23892.897
31	14091.143	14728.220	16901.217	16543.364	17147.253	16662.363	16815.037	17732.867	16569.755	17418.289	19145.946	24235.120
32	14433.366	15070.444	17243.441	16885.587	17489.477	17004.587	17157.260	18075.091	16911.979	17760.512	19488.170	24577.344
>												

Zaman Serisi ve Tahminin Karşılaştırılması

Orijinal zaman serisi ile tahmin edilen serinin karşılaştırılması görsel olarak yapılmıştır. Her iki seri aynı grafik üzerinde gösterilmiş ve tahmin edilen değerler, orijinal seriye eklenerek, modelin doğruluğu gözlemlenmiştir.



Bu grafikte, **mavi çizgi** orijinal zaman serisini, **kırmızı kesikli çizgi** ise tahmin edilen seriyi temsil etmektedir.

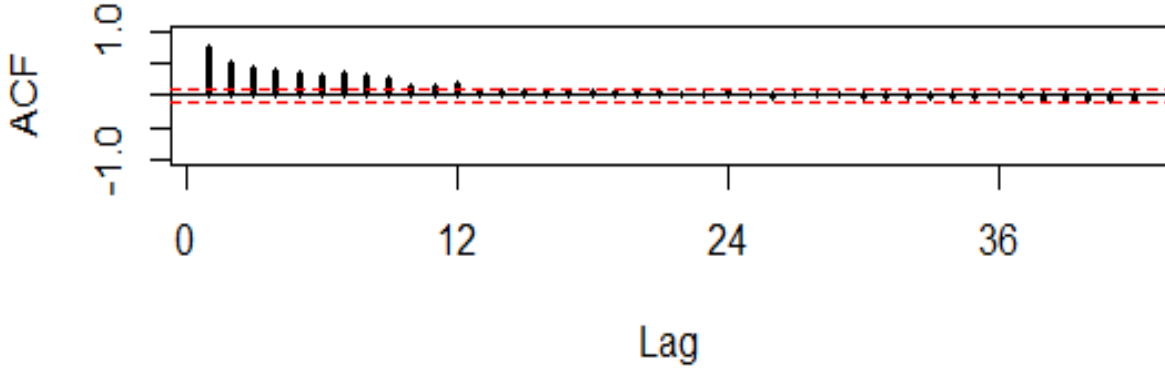
Grafik, tahminlere bakıldığında kırılım noktası dışında oldukça yakın ve benzer bir yapı sunmuştur.

ACF ve PACF Analizleri

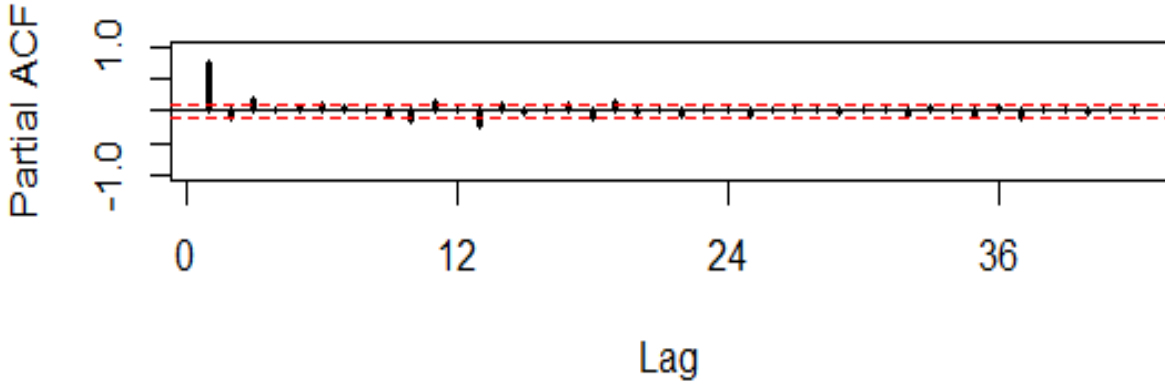
Modelin hata serisinin güvenilirliğini değerlendirmek için **ACF (Otomatik Korelasyon Fonksiyonu)** ve **PACF (Kısmi Otomatik Korelasyon Fonksiyonu)** grafiklerine başvurulmuştur.

- **ACF Grafiği**, hata serisinin **otokorelasyonunu** gösterir ve herhangi bir anlamlı bağımlılık olup olmadığını kontrol eder. Eğer hata serisinde önemli bir korelasyon varsa, modelin yetersiz olduğu sonucuna varılabilir.
- **PACF Grafiği**, hata serisinin **kısmi korelasyonunu** gösterir ve aradaki diğer gözlemlerden bağımsız olarak, her bir gözlemin diğerleriyle olan ilişkisini ölçer.

ACF: Hata



PACF: Hata



Sonuçlar

Modelin güvenilirliğini değerlendiren bu adımlar sonucunda:

- Orijinal zaman serisi ile tahmin edilen serinin örtüşmesi, modelin tahminlerinin doğru olduğunu gösterir.
- ACF ve PACF analizleri, hata serisinin rastgele ve bağımsız olduğunu gösterdiğinden, modelin güvenilir olduğu söylenebilir.

Çarpımsal Ayırıştırma Yöntemi

(Multiplicative Decomposition Method)

Bu yöntemle zaman serisinin trend, mevsimsel ve hata bileşenlerini ayırştırmak amacıyla analiz yapılmaktadır. İşlem sırasıyla her bileşenin güvenilirliği değerlendirilmekte ve modelin doğruluğu kontrol edilmektedir.

Mevsimsel Bileşenin Bulunması

Çarpımsal ayırıştırma yönteminde, mevsimsel bileşen (Zt) zaman serisinin gözlemleriyle trend bileşeninin bölünmesiyle hesaplanır. Bu işlemle, her bir gözlem değeri, trend bileşenine bölünerek mevsimsel bileşenler elde edilir.

> Mevsiml	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1992	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.9176837	1.0443213	0.9570002	1.0409365	1.1309514	1.7487413
1993	0.7453663	0.7230762	0.8682443	0.9712806	0.9717019	0.9154694	0.9418960	1.0084825	0.9635919	1.0198741	1.1521659	1.7174804
1994	0.6944236	0.7333641	0.9571578	0.9442808	0.9326762	0.9278233	0.9085501	1.0310275	0.9534005	1.0257785	1.1689195	1.7603990
1995	0.7053959	0.7243245	0.9174415	0.9348248	0.9500842	0.9365564	0.9002811	1.0190458	0.9922705	0.9724473	1.1729470	1.7038265
1996	0.6910387	0.7818600	0.9264921	0.9352702	0.9790171	0.9313666	0.8941687	1.0589811	0.9542756	1.0200973	1.1580564	1.6490437
1997	0.7306446	0.7413719	0.9556869	0.8860917	0.9823574	0.9179546	0.9238168	1.0734910	0.9482229	1.0187073	1.1393927	1.6459537
1998	0.7364264	0.7495438	0.9083144	0.9840696	0.9815437	0.9232549	0.9447387	1.0460343	0.9150531	1.0166416	1.1274851	1.6267363
1999	0.7282855	0.7587514	0.9513476	0.9707598	0.9957700	0.9304425	0.9468513	1.0396014	0.9493829	0.9986890	1.1111981	1.6276266
2000	0.7009190	0.7811288	0.9648518	0.9741888	0.9763270	0.9339125	0.8994855	1.0444444	0.9757851	0.9879643	1.1537284	1.6421971
2001	0.7220296	0.7816710	0.9509632	0.9725682	0.9735414	0.9357856	0.9105345	1.0607618	0.8913045	0.9796835	1.1188969	1.6419690
2002	0.7422814	0.7905745	1.0075274	0.9387067	0.9701750	0.9323751	0.9105802	1.0517316	0.8905852	1.0183954	1.1341765	1.6259880
2003	0.7611359	0.7595863	0.9468512	0.9460031	0.9925791	0.9243615	0.9451461	1.0337730	0.9213760	0.9905123	1.1058960	1.6010106
2004	0.7798904	0.8177677	0.9726653	0.9749756	0.9719483	0.9126604	0.9427860	0.9915555	0.9177019	1.0093280	1.1024216	1.6191090
2005	0.7593597	0.8042040	0.9894163	0.9683007	0.9596863	0.9506090	0.9269850	0.9964626	0.9116783	1.0088879	1.1054731	1.6348082
2006	0.7609920	0.7835641	0.9622337	0.9836485	0.9566513	0.9489566	0.9375036	0.9976275	0.9516187	0.9868248	1.0891148	1.6103798
2007	0.7759106	0.7876221	1.0114943	0.9502804	0.9962211	0.9492371	0.9304270	1.0172698	0.9297713	0.9787888	1.1339591	1.5423407
2008	0.7752365	0.8199240	0.9794331	0.9423358	1.0323224	0.9504539	0.9761560	1.0508032	0.9144073	0.9731350	1.1000220	1.4602260
2009	0.7966237	0.8317161	0.9329340	0.9765119	1.0103328	0.9146565	0.9555732	1.0292836	0.9292667	1.0222654	1.0831116	1.4612657
2010	0.7692517	0.8187937	1.0144274	0.9946952	1.0074783	0.9261136	0.9603424	0.9939032	0.9262746	0.9851628	1.1247161	1.4860943
2011	0.7486371	0.8338859	1.0002644	1.0054715	0.9861806	0.9521168	0.9561824	0.9847852	0.9446698	0.9655076	1.1036119	1.5085056
2012	0.7396819	0.8694773	1.0430965	0.9586171	0.9955995	0.9558619	0.9329283	1.0301657	0.9326450	0.9681546	1.1233425	1.4619351
2013	0.7635436	0.8248381	1.0346882	0.9489500	1.0172796	0.9472387	0.9597827	1.0496220	0.9055310	0.9948674	1.1224913	1.4512796
2014	0.7406880	0.8071846	0.9890841	0.9965811	1.0352094	0.9237236	0.9618522	1.0382098	0.9043501	0.9892806	1.1563712	1.4697714
2015	0.7489613	0.8105464	0.9929225	0.9678736	1.0362881	0.9363165	0.9781420	1.0371318	0.9134935	0.9949309	1.1113102	1.4588907
2016	0.7404870	0.8396572	1.0139886	0.9555714	1.0002435	0.9525878	0.9681903	1.0204122	0.9385327	0.9799975	1.1181002	1.5073378
2017	0.7438385	0.7975795	0.9909944	0.9852870	1.0041327	0.9656992	0.9654429	1.0270299	0.9218862	0.9626956	1.1511351	1.4647009
2018	0.7254088	0.8037877	1.0173407	0.9271601	1.0662769	0.9703600	0.9810108	1.0239616	0.9088575	0.9749432	1.1751939	1.4528613
2019	0.7360355	0.7698507	0.9959647	0.9710487	1.0350052	0.9649101	0.9762425	1.0371087	0.8938325	1.0620904	1.3483010	1.8247124
2020	0.9438232	1.0582824	0.6121759	0.1450457	0.4544484	0.9392244	1.0575519	1.1407644	1.1159631	1.1251123	1.1028336	1.3859266
2021	0.7135224	0.6963133	1.0487102	1.0210688	1.0932699	1.0414327	1.0595281	1.0109755	0.9163880	0.9882319	1.1642765	1.4120859
2022	0.7112323	0.7595429	1.0046731	1.0119126	1.0433984	0.9744506	0.9800745	0.9910939	0.9167305	0.9834757	1.1456993	1.4599080
2023	0.7606000	0.7975767	0.9772684	0.9713238	1.0160662	0.9604937	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Mevsimsel Bileşenlerin Ortalama Değerlerinin Hesaplanması

Her periyot (aylık, yıllık vb.) için mevsimsel bileşenlerin ortalamaları hesaplanarak, verideki mevsimsel desenin sürekliliği gözlemlenir. Bu hesaplamayla, her bir periyot için mevsimsel bileşenin ortalama değeri bulunur ve ardından bu ortalamaların genel ortalaması alınarak mevsimsel bileşenin genel yapısı hakkında bilgi edinilir.

```
> colMeans(donemort1, na.rm = T)
[1] 0.7481184 0.7953989 0.9657630 0.9391840 0.9814133 0.9434324 0.9500140 1.0316085 0.9356725 1.0014002 1.1366226 1.5697778
> |
```

```
> sum(colMeans(donemort1, na.rm = T))
[1] 11.99841
> #ortalamaların ortalaması
> mean(colMeans(donemort1, na.rm = T))
[1] 0.9998671
> |
```

Mevsimsel Endeks Değerlerinin Hesaplanması

Mevsimsel endeks değerleri, her periyot için hesaplanan ortalamaların, bu ortalamaların genel ortalamasına bölünmesiyle elde edilir.

Bu değerler, her bir periyodun, genel mevsimsel döngü içerisindeki etkisini gösterir. Bu endekslerin, zaman serisi üzerindeki etkilerini gözlemlemek önemlidir.

```
> endeks1
[1] 0.7482178 0.7955046 0.9658914 0.9393088 0.9815437 0.9435578 0.9501403 1.0317455 0.9357968 1.0015333 1.1367736 1.5699864
> |
```

Trent Serisi ve Tahminlerin Hesaplanması

Çarpımsal ayrıştırma yönteminde, trend bileşenini elde etmek için orijinal zaman serisi, mevsimsel endekslerle bölünür.

> trenthatal

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1992	6484.742	6485.192	6236.726	7113.742	6895.261	6924.854	6894.772	7255.665	7349.886	7502.496	7214.277	8102.618
1993	7269.273	6642.325	6573.203	7571.525	7262.030	7127.279	7267.348	7158.742	7579.637	7523.464	7476.423	8071.408
1994	6853.619	6819.571	7349.688	7467.193	7077.627	7362.559	7192.622	7527.050	7669.400	7706.184	7750.004	8468.863
1995	7124.930	6878.653	7189.214	7536.393	7325.196	7510.934	7162.101	7489.250	8076.540	7413.633	7906.588	8345.295
1996	7116.911	7605.235	7442.866	7748.251	7791.808	7712.299	7367.333	8048.496	8009.217	8011.716	8017.428	8285.422
1997	7731.706	7419.190	7909.792	7569.396	8064.847	7889.289	7935.671	8531.173	8331.937	8423.085	8376.338	8807.720
1998	8318.433	8002.468	8009.182	8957.651	8594.625	8460.531	8641.882	8847.143	8591.609	8979.232	8824.097	9277.788
1999	8766.164	8637.285	8979.271	9478.246	9343.445	9139.875	9279.683	9413.174	9528.778	9412.568	9261.299	9859.321
2000	8931.891	9390.266	9610.812	10028.651	9674.557	9703.698	9337.569	10021.851	10347.332	9807.961	10109.313	10432.575
2001	9637.568	9830.238	9827.192	10301.192	9855.904	9847.833	9530.172	10241.867	9521.298	9799.974	9863.002	10499.454
2002	9981.050	10020.055	10537.417	10131.918	10067.815	10100.070	9828.023	10471.574	9766.009	10444.985	10294.926	10728.119
2003	10585.153	9982.343	10300.330	10637.609	10719.849	10442.392	10672.109	10831.159	10730.962	10858.351	10740.045	11301.372
2004	11603.573	11480.763	11277.666	11683.059	11204.799	11017.873	11362.533	11029.852	11304.804	11677.095	11280.171	12063.799
2005	11937.700	11943.362	12158.717	12289.888	11718.276	12165.656	11858.249	11774.221	11906.431	12368.036	12006.788	12917.310
2006	12682.136	12349.394	12576.984	13302.335	12433.476	12906.470	12742.329	12549.606	13288.141	12944.153	12645.438	13617.316
2007	13812.822	13238.138	14041.952	13581.263	13675.397	13572.036	13194.894	13314.330	13425.991	13188.777	13474.099	13275.911
2008	14003.943	13943.351	13689.945	13489.707	14063.561	13329.337	13486.430	13329.837	12705.750	12560.740	12452.788	11888.001
2009	13528.146	13216.768	12173.212	13116.028	12991.780	12225.006	12677.076	12568.021	12568.968	13002.064	12174.808	11931.951
2010	13234.114	13284.649	13588.485	13732.438	13370.775	12891.632	13342.241	12758.960	13167.388	13148.839	13286.727	12775.907
2011	13581.606	14292.814	14199.319	14754.466	13904.628	14064.851	14118.968	13461.653	14352.475	13771.883	13913.061	13838.337
2012	14281.937	15861.630	15741.936	14907.771	14867.397	14874.552	14436.816	14690.638	14654.891	14225.188	14569.304	13754.259
2013	15102.554	15391.488	15911.727	15019.555	15442.002	14972.056	15061.987	15154.900	14389.876	14789.323	14760.195	13835.152
2014	14829.906	15229.327	15400.283	15994.740	15965.667	14905.287	15478.767	15429.192	14862.201	15219.663	15699.696	14489.935
2015	15539.592	15854.087	16025.612	16096.943	16490.351	15486.068	16070.259	15715.115	15302.467	15588.099	15318.794	14561.273
2016	15530.237	16565.586	16497.715	16006.451	16045.134	15957.687	16163.929	15678.285	15873.104	15507.223	15624.923	15275.929
2017	15832.288	15974.766	16348.630	16700.578	16306.966	16320.145	16174.454	15847.900	15719.224	15333.489	16176.484	14965.735
2018	15589.043	16281.489	16984.312	15936.186	17590.659	16684.722	16764.893	16106.685	15733.116	15790.788	16782.586	15002.041
2019	15944.554	15699.469	16726.519	16763.390	17103.671	16620.073	16753.316	16446.885	15328.114	16025.428	16676.144	15569.562
2020	16456.437	16921.335	7916.004	1906.721	5603.418	11698.276	12794.953	12504.052	13781.838	14066.432	13224.269	12713.486
2021	14211.102	13411.613	16962.570	17249.918	18057.270	18345.458	18828.799	16717.300	16853.017	17083.805	17812.694	15649.817
2022	16503.215	16561.814	18075.532	18757.410	18525.920	18058.247	18144.690	16987.716	17371.292	17409.306	17865.475	16499.506
2023	18080.296	17914.415	18156.286	18581.749	18628.819	18391.030	18884.580	18211.855	17997.497	17408.308	18427.592	17175.945

> |

Bu işlemle, zaman serisinin trend bileşeni hesaplanır. Daha sonra, trend bileşeninin doğrusal regresyonu yapılır.

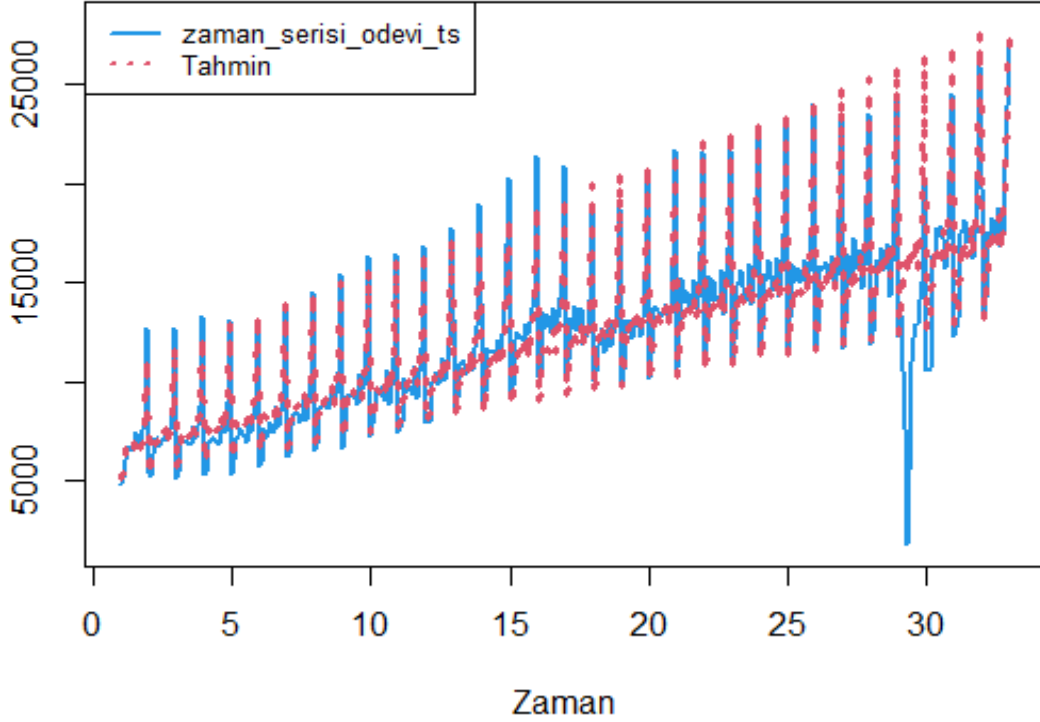
Elde edilen trend bileşeni ve mevsimsel endekslerin çarpımıyla tahmin serisi oluşturulur

	V1
1	5120.163
2	5466.702
3	6665.461
4	6509.115
5	6830.104
6	6592.996
7	6666.399
8	7268.723
9	6619.752
10	7113.658
11	8107.030
12	11241.826
13	5379.168
14	5742.075
15	6999.816
16	6834.268
17	7169.877
18	6919.621
19	6995.302
20	7625.874
21	6943.689
22	7460.351
23	8500.538

Showing 1 to 23 of 384 entries, 1 total columns

Tahmin Serisinin Zaman Serisi Haline Getirilmesi

Tahmin serisi zaman serisi formatına dönüştürülür ve orijinal zaman serisi ile görsel olarak karşılaştırılır

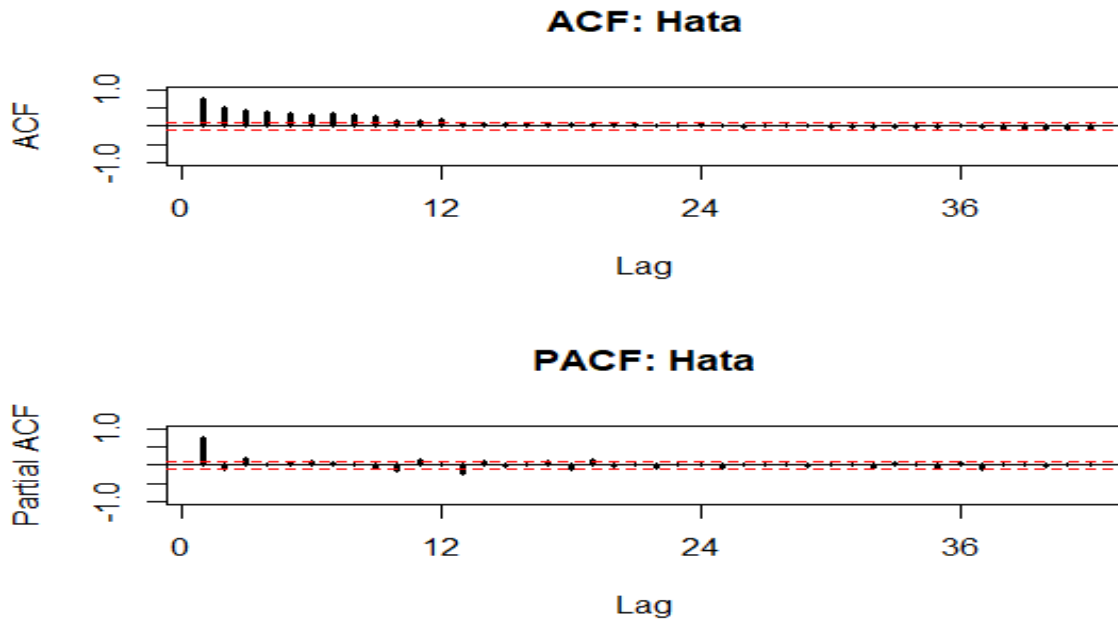


Burada, **mavi çizgi** orijinal zaman serisini, **kırmızı kesikli çizgi** ise tahmin edilen seriyi temsil etmektedir.

- **Genel Uyum:** Orijinal zaman serisi ile tahmin serisi genel olarak birbirine yakın görünüyor. Bu, modelin büyük ölçüde veriyi başarılı bir şekilde tahmin ettiğini gösteriyor. Ancak bazı dönemlerde tahmin serisi ile orijinal seri arasındaki farklar gözlemleniyor.
- Grafikteki bazı büyük dalgalanmalar, aşırı yüksek değerler veya "outlier" olarak nitelendirilebilecek noktalar olabilir. Bu noktalar, modelin bu tür değerleri tahmin etmede zorlanmasına neden olmuş.
- **Hata Serisi Analizi:** Hata serisinin analizi (ACF, PACF) ve daha fazla model iyileştirmesi (örneğin, dışsal değişkenlerin dahil edilmesi) modelin doğruluğunu artırabilir.

Hata Serisi ve Değerlendirme

Tahmin ve orijinal seri arasındaki farklar hata serisini oluşturulur. Modelin güvenilirliğini daha detaylı incelemek için hata serisinin **ACF (Otomatik Korelasyon Fonksiyonu)** ve **PACF (Kısmi Otomatik Korelasyon Fonksiyonu)** grafiklerine bakılır. Bu grafikler, hata serisinde herhangi bir anlamlı yapının olup olmadığını ve modelin rastgele hatalarla çalışıp çalışmadığını gösterir.



ACF (AutoCorrelation Function) Analizi:

- ACF grafiği, hata terimlerinin zaman serisi içindeki korelasyonlarını gösterir. Bu grafikte, çoğu gecikme (lag) değeri için korelasyon sıfır civarındadır. Ancak, ilk birkaç gecikme değeri için belirgin bir korelasyon görülebilir.
- Bu, modelin bazı gecikmeleri (özellikle ilk birkaç dönemi) tahmin ederken hata serisini iyi açıklamadığını, yani hata serisinin belirli bir yapıya sahip olduğunu gösterir.
- ACF'deki bu korelasyonlar, hata terimlerinin zamanla bağımsız olmadığını işaret eder. Bu durum, modelin iyileştirilmesi gerektiğine dair bir uyarı olabilir.

PACF (Partial AutoCorrelation Function) Analizi:

- PACF grafiği, her bir gecikme değeri için, bir önceki gecikmeden bağımsız korelasyonu gösterir. Buradaki veriler, belirli bir gecikme için olan etkileri net bir şekilde izole etmeye yardımcı olur.
- PACF'nin ilk gecikmede sıfır dışındaki değerler, modelde bir düzeyde otokorelasyon olduğunu gösteriyor. Ancak, çoğu gecikme sonrasında sıfır olan değere dönüşüyor, bu da daha ileri gecikmelerde modelin yeterince açıklama yapamadığını gösterir.

Toplamsal Model (Additive Model)

Zaman Serisi ve Bileşenlerin Oluşturulması:

İlk olarak, zaman serisi verisinden t , $\sin 1$, ve $\cos 1$ bileşenleri oluşturulmuştur. Bu bileşenler, mevsimsellik ve trend etkilerini modellemek için kullanılır:

- **t**: Zaman değişkeni (1'den 384'e kadar olan sayılar).
- **sin1**: Zamanın sinüs fonksiyonu, periyodik etkilerin modellemesi için kullanılır.
- **cos1**: Zamanın kosinüs fonksiyonu, yine periyodik etkilerin modellemesi için gereklidir

	y	t	sin1	cos1
1	4852	1	5.000011e-01	8.660248e-01
2	5159	2	8.660266e-01	4.999979e-01
3	6024	3	1.000000e+00	-3.673205e-06
4	6682	4	8.660230e-01	-5.000042e-01
5	6768	5	4.999947e-01	-8.660285e-01
6	6534	6	-7.346410e-06	-1.000000e+00
7	6551	7	-5.000074e-01	-8.660211e-01
8	7486	8	-8.660303e-01	-4.999915e-01
9	6878	9	-1.000000e+00	1.101962e-05
10	7514	10	-8.660193e-01	5.000106e-01
11	8201	11	-4.999883e-01	8.660321e-01
12	12721	12	1.469282e-05	1.000000e+00
13	5439	13	5.000138e-01	8.660174e-01
14	5284	14	8.660340e-01	4.999852e-01
15	6349	15	1.000000e+00	-1.836603e-05
16	7112	16	8.660156e-01	-5.000170e-01
17	7128	17	4.999820e-01	-8.660358e-01
18	6725	18	-2.203923e-05	-1.000000e+00
19	6905	19	-5.000201e-01	-8.660138e-01
20	7386	20	-8.660376e-01	-4.999788e-01
21	7093	21	-1.000000e+00	2.571244e-05
22	7535	22	-8.660119e-01	5.000233e-01
23	8499	23	-4.999756e-01	8.660395e-01

Showing 1 to 23 of 384 entries, 4 total columns

Regresyon Modeli

Bu bileşenlerle birlikte aşağıdaki regresyon modeli kuruldu: $y = t + \sin 1 + \cos 1$
 $y = t + \sin 1 + \cos 1$

Burada y, zaman serisinin gözlemlerini temsil etmektedir. Regresyon modelinin özeti summary(regresyon.model1) ile elde edilmiştir.

```
Call:
lm(formula = y ~ t + sin1 + cos1)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-13668.8  -1446.4    63.9   1028.4   8402.7

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  6813.981    265.556   25.659 < 2e-16 ***
t             28.864     1.196   24.143 < 2e-16 ***
sin1        -790.088    187.421  -4.216 3.12e-05 ***
cos1         966.964    187.371   5.161 3.97e-07 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2596 on 380 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6253,    Adjusted R-squared:  0.6223
F-statistic: 211.4 on 3 and 380 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |
```

- Bu model, zaman serisindeki trend ve mevsimsel bileşenleri (sinüs ve kosinüs) dikkate alır.
- Sonuçlara bakılarak modelde yer alan bileşenlerin anlamlılık durumları incelenir.

Modelin Geliştirilmesi (İkinci Model)

Modelde daha karmaşık bir mevsimsel yapı sağlamak için \sin^2 ve \cos^2 bileşenleri eklenmiştir. Ancak modelin özetine bakıldığında bu bileşenlerin anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle sadece t , $\sin 1$, ve $\cos 1$ kullanılarak birinci modele dönülmüştür.

	V1	t	sin1	cos1	sin2	cos2
1	4852	1	5.000011e-01	8.660248e-01	8.660266e-01	0.4999979
2	5159	2	8.660266e-01	4.999979e-01	1.732046e+00	-1.0000085
3	6024	3	1.000000e+00	-3.673205e-06	-2.203923e-05	-3.0000000
4	6682	4	8.660230e-01	-5.000042e-01	-3.464121e+00	-1.9999661
5	6768	5	4.999947e-01	-8.660285e-01	-4.330096e+00	2.5000530
6	6534	6	-7.346410e-06	-1.000000e+00	8.815692e-05	6.0000000
7	6551	7	-5.000074e-01	-8.660211e-01	6.062238e+00	3.4998961
8	7486	8	-8.660303e-01	-4.999915e-01	6.928125e+00	-4.0001357
9	6878	9	-1.000000e+00	1.101962e-05	-1.983531e-04	-9.0000000
10	7514	10	-8.660193e-01	5.000106e-01	-8.660376e+00	-4.9997879
11	8201	11	-4.999883e-01	8.660321e-01	-9.526131e+00	5.5002566
12	12721	12	1.469282e-05	1.000000e+00	3.526277e-04	12.0000000
13	5439	13	5.000138e-01	8.660174e-01	1.125854e+01	6.4996416
14	5284	14	8.660340e-01	4.999852e-01	1.212412e+01	-7.0004157
15	6349	15	1.000000e+00	-1.836603e-05	-5.509808e-04	-15.0000000
16	7112	16	8.660156e-01	-5.000170e-01	-1.385672e+01	-7.9994571
17	7128	17	4.999820e-01	-8.660358e-01	-1.472208e+01	8.5006129
18	6725	18	-2.203923e-05	-1.000000e+00	7.934123e-04	18.0000000
19	6905	19	-5.000201e-01	-8.660138e-01	1.645492e+01	9.4992344
20	7386	20	-8.660376e-01	-4.999788e-01	1.732002e+01	-10.0008483
21	7093	21	-1.000000e+00	2.571244e-05	-1.079922e-03	-21.0000000
22	7535	22	-8.660119e-01	5.000233e-01	-1.905315e+01	-10.9989736
23	8499	23	-4.999756e-01	8.660395e-01	-1.991794e+01	11.5011218

Showing 1 to 24 of 384 entries, 6 total columns


```

call:
lm(formula = y ~ t + sin1 + cos1 + sin2 + cos2)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-13806  -1013    -147     846   7386

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 6826.7276   241.3653  28.284 < 2e-16 ***
t            28.7655    1.0867   26.471 < 2e-16 ***
sin1        -798.3279   170.3472  -4.686 3.89e-06 ***
cos1         952.1796   170.3100   5.591 4.34e-08 ***
sin2         -3.8532     0.7682  -5.016 8.14e-07 ***
cos2          5.7613     0.7652   7.529 3.78e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2360 on 378 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6921,    Adjusted R-squared:  0.688
F-statistic: 169.9 on 5 and 378 DF,  p-value: < 2.2e-16

> |

```

Durbin-Watson Testi

Durbin-Watson testi, modelin hata terimlerinin bağımsız olup olmadığını test etmek için kullanılır. Bu testin sonucu modelin doğruluğu hakkında fikir verir.

Durbin-Watson test

```

data: y ~ t + sin1 + cos1
DW = 1.7471, p-value = 0.004359
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0

```

- **DW = 1.7471:** Bu değer, 2'ye yakın bir değer olup, genellikle bağımsızlık için olumlu bir işaret olarak kabul edilir. 2, tam bağımsızlık anlamına gelir. 1.7471, 2'den biraz daha küçük, bu da hataların bir miktar pozitif otokorelasyona sahip olduğunu gösterebilir. Ancak, bu değer hala çok düşük değil, yani belirgin bir bağımlılık yok.
- **p-değeri = 0.004359:** Bu p-değeri oldukça küçük (genellikle 0.05'ten küçük kabul edilir), bu da hataların bağımsız olmadığını gösterir. Başka bir deyişle, null hipotez (hataların bağımsız olduğu hipotez) reddedilir. Bu, modelin hata terimlerinin sıfırdan farklı bir otokorelasyona sahip olduğuna işaret eder.

Tahmin ve Hata Serileri

Tahmin Serisi:

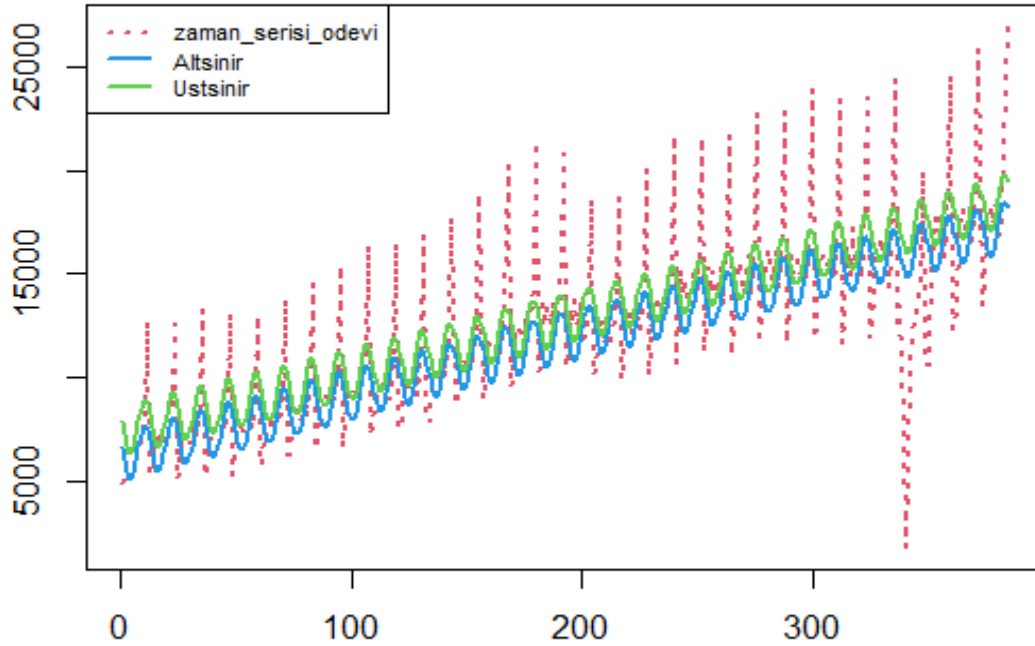
Regresyon modeline göre tahminler `predict(regresyon.model1)` ile elde edilmiştir. Bu tahminler, modelin gelecekteki değerlerini yansıtır.

Güven Aralıkları:

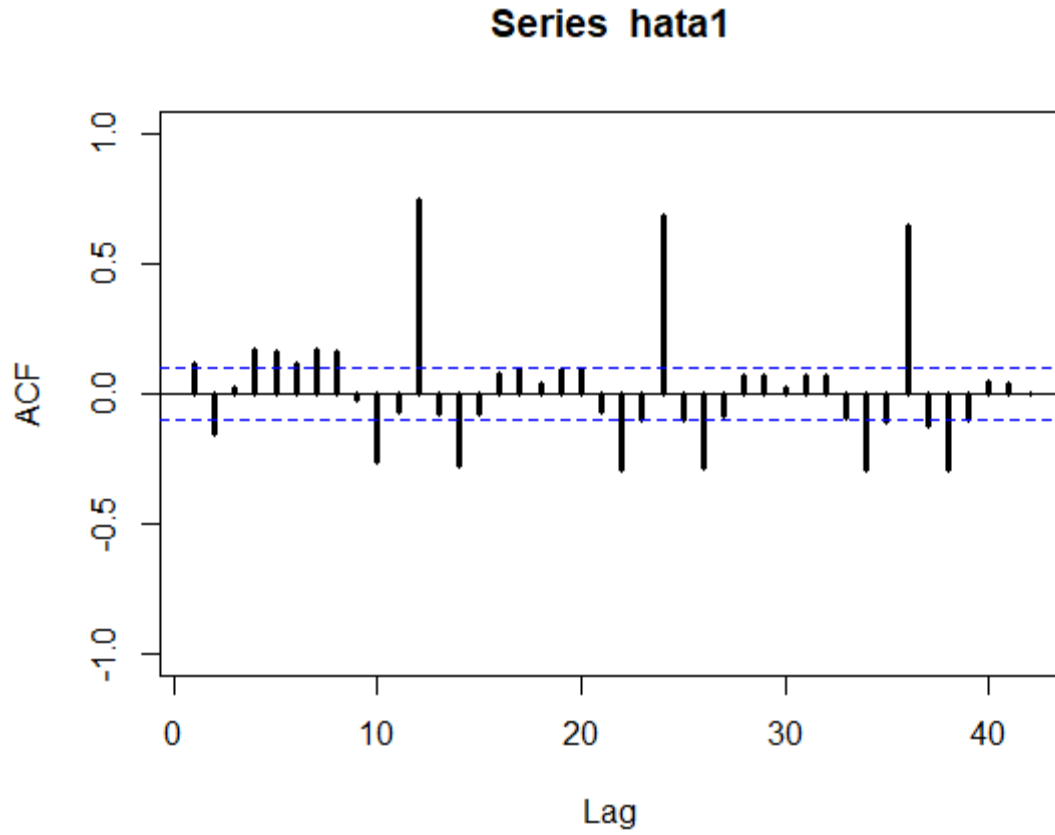
Tahminler için güven aralıkları hesaplanmıştır. `interval = 'confidence'` ile bu aralıklar %95 güvenle belirlenmiştir.

Hata Serisi:

Modelin tahminleriyle gerçek değerler arasındaki farkları (hataları) temsil eder. Hata serisi `resid(regresyon.model1)` ile hesaplanmış ve ACF (Autocorrelation Function) grafiği ile bağımsızlıkları test edilmiştir.



Bu grafik, zaman serisi modelinizin tahmin ettiği değerlerle orijinal veri arasında nasıl bir ilişki olduğunu ve tahminin güven aralıklarını nasıl kapsadığını gösteriyor. **Orijinal veri** kırmızı çizgi ile, **tahminin alt ve üst sınırları** ise mavi ve yeşil çizgilerle gösterilmektedir.



Box-Ljung test

```
data: hata1  
X-squared = 593.93, df = 24, p-value < 2.2e-16
```

- Box-Ljung testi, zaman serisi verilerinde otokorelasyon (geçmiş değerlerin geleceği nasıl etkilediği) olup olmadığını test eder. Bu test, özellikle hataların (residuals) otokorelasyonunu kontrol etmek amacıyla kullanılır.
- **X-squared (test istatistiği) 593.93** oldukça büyük bir değerdir.
- **p-değeri < 2.2e-16** çok küçüktür.

Bu p-değeri çok küçük olduğu için, **H0 hipotezi reddedilir** ve **hatalarda otokorelasyon olduğu** sonucuna varılır. Yani modelin hataları birbirinden bağımsız değildir ve bu da modelin doğruluğuna dair bir sorun işareti olabilir.

Çarpımsal Model

Sine ve Cosine Bileşenlerinin Hesaplanması

Burada, zaman serisindeki mevsimsellik etkilerini modellemek için iki adet sinüs ve kosinüs bileşeni hesaplanır. Bu bileşenler, dönemsellik veya mevsimsel varyasyonları modellemek için sıklıkla kullanılır.

	V1	t	s1	c1
1	4852	1	5.000011e-01	8.660248e-01
2	5159	2	8.660266e-01	4.999979e-01
3	6024	3	1.000000e+00	-3.673205e-06
4	6682	4	8.660230e-01	-5.000042e-01
5	6768	5	4.999947e-01	-8.660285e-01
6	6534	6	-7.346410e-06	-1.000000e+00
7	6551	7	-5.000074e-01	-8.660211e-01
8	7486	8	-8.660303e-01	-4.999915e-01
9	6878	9	-1.000000e+00	1.101962e-05
10	7514	10	-8.660193e-01	5.000106e-01
11	8201	11	-4.999883e-01	8.660321e-01
12	12721	12	1.469282e-05	1.000000e+00
13	5439	13	5.000138e-01	8.660174e-01
14	5284	14	8.660340e-01	4.999852e-01
15	6349	15	1.000000e+00	-1.836603e-05
16	7440	16	8.660156e-01	5.000170e-01

Showing 1 to 16 of 384 entries, 4 total columns

- Burada, t, s1 ve c1 değişkenlerinin her biri modeldeki bağımsız değişkenlerdir. Bu modelin çıktısı, her değişkenin model üzerindeki etkisini, anlamlılıklarını ve genel modelin doğruluğunu gösterir.

```
Call:
lm(formula = y ~ t + s1 + c1)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-13668.8 -1446.4    63.9   1028.4   8402.7

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  6813.981    265.556   25.659 < 2e-16 ***
t              28.864      1.196   24.143 < 2e-16 ***
s1            -790.088    187.421  -4.216 3.12e-05 ***
c1             966.964    187.371   5.161 3.97e-07 ***
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2596 on 380 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6253,    Adjusted R-squared:  0.6223
F-statistic: 211.4 on 3 and 380 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

	y	t	s1	c1	s2	c2
1	4852	1	5.000011e-01	8.660248e-01	8.660266e-01	0.4999979
2	5159	2	8.660266e-01	4.999979e-01	1.732046e+00	-1.0000085
3	6024	3	1.000000e+00	-3.673205e-06	-2.203923e-05	-3.0000000
4	6682	4	8.660230e-01	-5.000042e-01	-3.464121e+00	-1.9999661
5	6768	5	4.999947e-01	-8.660285e-01	-4.330096e+00	2.5000530
6	6534	6	-7.346410e-06	-1.000000e+00	8.815692e-05	6.0000000
7	6551	7	-5.000074e-01	-8.660211e-01	6.062238e+00	3.4998961
8	7486	8	-8.660303e-01	-4.999915e-01	6.928125e+00	-4.0001357
9	6878	9	-1.000000e+00	1.101962e-05	-1.983531e-04	-9.0000000
10	7514	10	-8.660193e-01	5.000106e-01	-8.660376e+00	-4.9997879
11	8201	11	-4.999883e-01	8.660321e-01	-9.526131e+00	5.5002566
12	12721	12	1.469282e-05	1.000000e+00	3.526277e-04	12.0000000
13	5439	13	5.000138e-01	8.660174e-01	1.125854e+01	6.4996416
14	5284	14	8.660340e-01	4.999852e-01	1.212412e+01	-7.0004157
15	6349	15	1.000000e+00	-1.836603e-05	-5.509808e-04	-15.0000000

Showing 1 to 16 of 384 entries, 6 total columns

- Sin2 ve Cos2 hesaplamaları ile birlikte mevcut veri üzerinde y,t,s1,c1,s2,c2 kısaltmaları ile veri tablomuz yeniden şekillenir.

```
Call:
lm(formula = y ~ t + s1 + c1 + s2 + c2)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-13806  -1013    -147     846   7386

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 6826.7276   241.3653   28.284 < 2e-16 ***
t            28.7655    1.0867   26.471 < 2e-16 ***
s1          -798.3279   170.3472  -4.686 3.89e-06 ***
c1           952.1796   170.3100   5.591 4.34e-08 ***
s2           -3.8532    0.7682  -5.016 8.14e-07 ***
c2            5.7613    0.7652   7.529 3.78e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2360 on 378 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6921,    Adjusted R-squared:  0.688
F-statistic: 169.9 on 5 and 378 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

- Hem s2 hem de c2 değişkenlerinin p-değerleri 0.05'ten çok küçük olduğu için **her iki değişken de anlamlıdır**. Yani, bu iki bileşen modeldeki bağımsız değişkenlerin üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

- Yer alan olumlu etki dolayısıyla durbin-watson testi $y \sim t + s1 + c1 + s2 + c2$ şeklinde yapılacaktır.

Durbin-watson test

```
data: y ~ t + s1 + c1 + s2 + c2
DW = 1.9252, p-value = 0.1777
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

Durbin-Watson değeri:

- **DW = 2:** Bu durum, hiçbir otokorelasyon olmadığını (bağımsızlık) gösterir.
- **DW < 2:** Pozitif otokorelasyon olduğunu gösterir.
- **DW > 2:** Negatif otokorelasyon olduğunu gösterir.

Verdiğiniz DW değeri **1.9252** olup **2'ye yakın** bir değerdir. Bu, **pozitif otokorelasyon** olma eğiliminde olduğunu, ancak otokorelasyonun çok belirgin olmadığını gösteriyor.

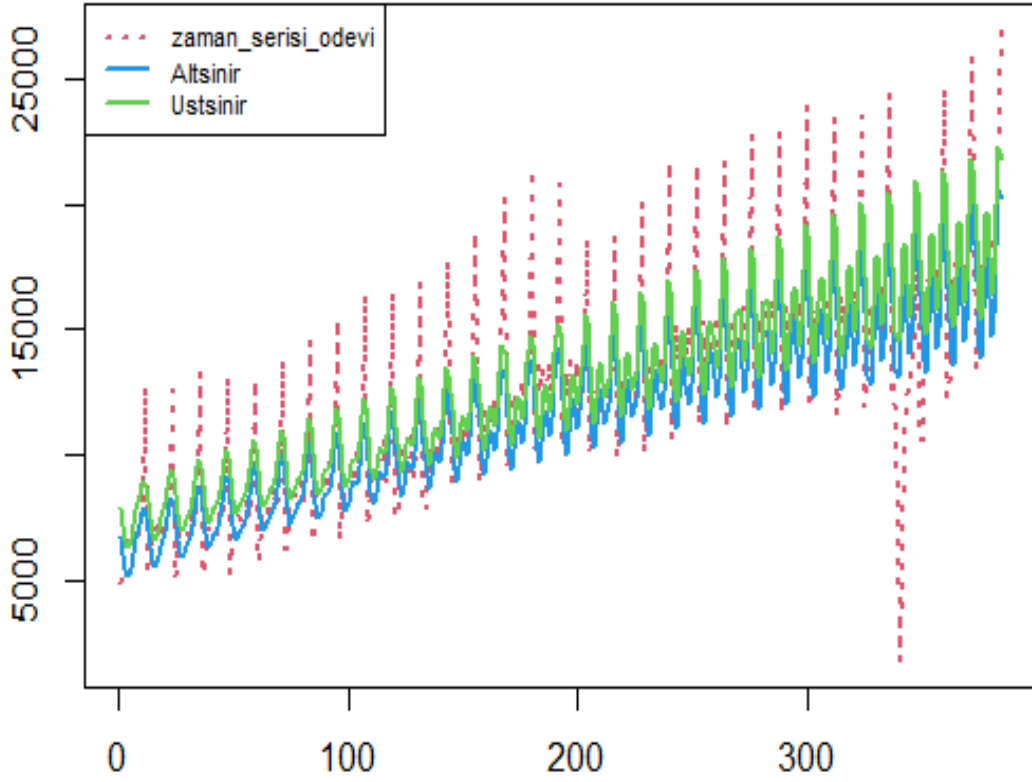
p-değeri:

- p-değeri **0.1777**, yani **0.05'ten büyük**.
- Bu, **H0 hipotezinin reddedilemeyeceği** anlamına gelir. Yani, verilerinizde **istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon** bulunmamaktadır.

Sonuç:

- **Otokorelasyon yok** ya da **çok zayıf**. Modelin hata terimlerinde bağımsızlık var gibi görünüyor.
- p-değeri 0.05'ten büyük olduğu için, **otokorelasyon olmadığına dair hipotez reddedilemiyor**.

Bu sonuç, modelinizin hata terimlerinin birbirine bağımlı olmadığı, yani modelin genellikle düzgün bir şekilde çalıştığına işaret eder.



- Zaman serisi verisinin **gerçek değerleri** kırmızı çizgiyle gösteriliyor. Bu çizgi, gözlemlerin zaman içindeki değişimini temsil eder.
- **Tahminin alt ve üst sınırları**, modelin tahminleri için güven aralıklarını gösterir.
- Alt sınır (mavi çizgi) ve üst sınır (yeşil çizgi), tahminler için güven aralığının sınırlarını belirler ve modelin tahminindeki belirsizliği yansıtır.
- Zaman serisi verisinin üst ve alt sınırları arasında kalan alan, tahminin güven düzeyini gösterir. Bu alan ne kadar genişse, modelin tahmininin belirsizliği o kadar fazla demektir.
- Grafik, modelin tahminlerinin doğruluğunu ve güven aralıklarının genişliğini görsel olarak analiz etmenizi sağlar.

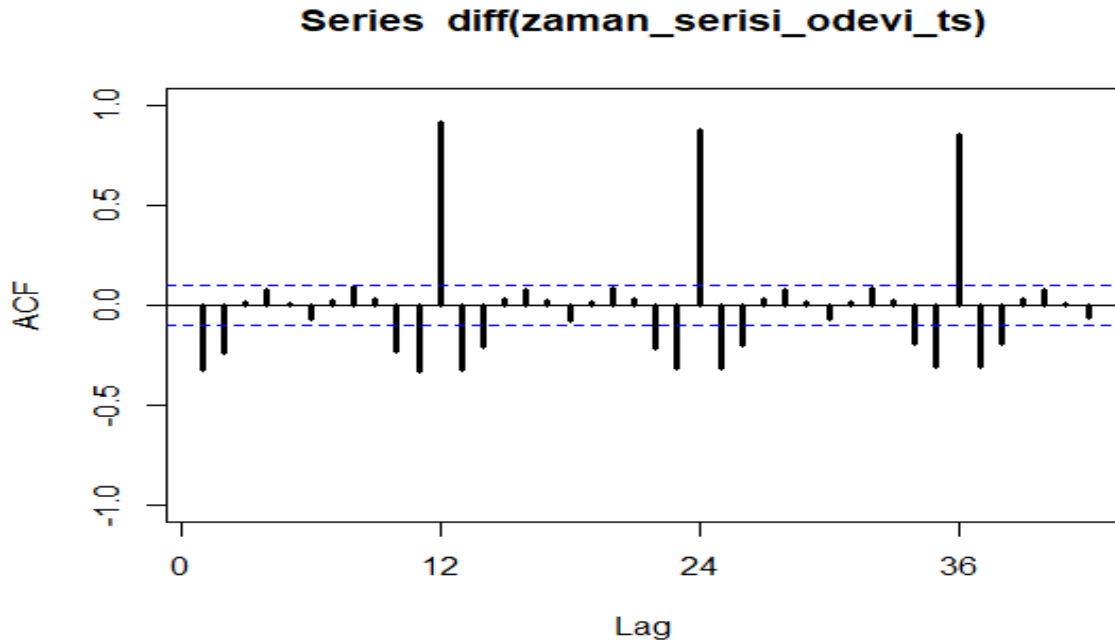
Zaman Serisi Grafikleri ve ACF/PACF

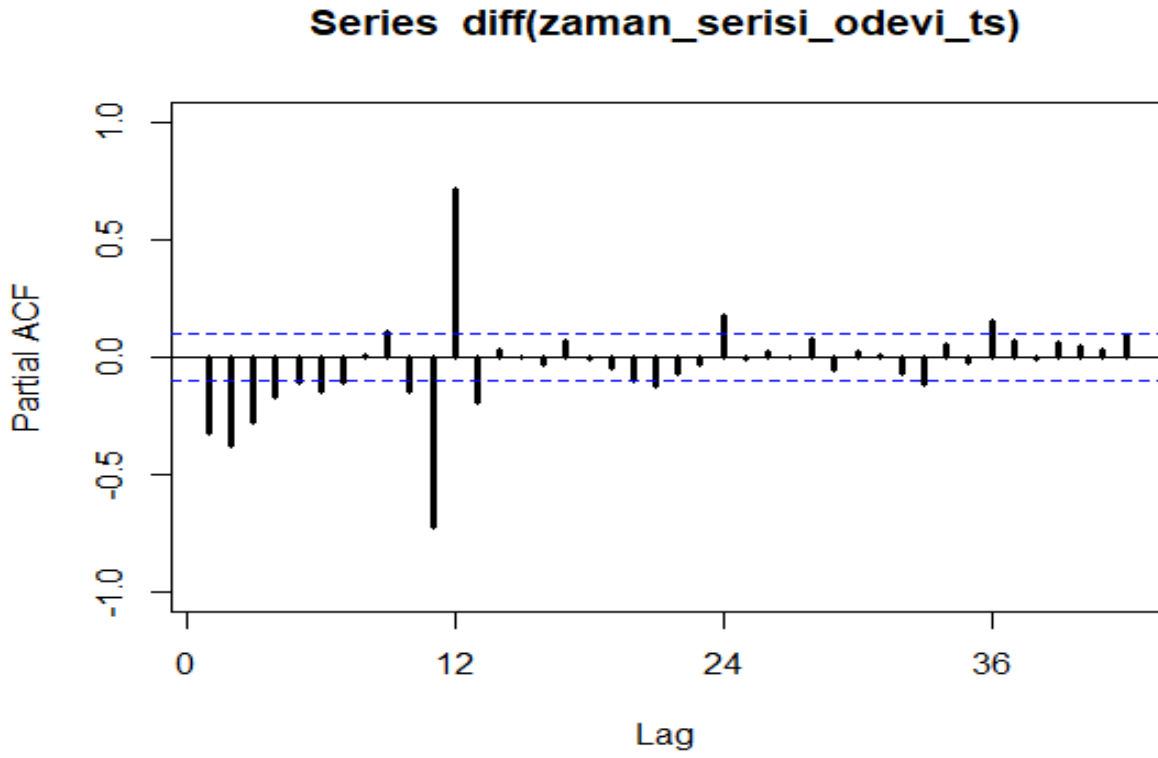
- **ACF Grafiği:** Zaman serisinin otokorelasyon fonksiyonu. İlk birkaç gecikme için pozitif veya negatif otokorelasyon olup olmadığına bakılır.
- **PACF Grafiği:** Zaman serisinin kısmi otokorelasyon fonksiyonu. Mevsimsel ya da trend etkilerini düzeltmiş otokorelasyonları gösterir.

Fark Alınmış Zaman Serisi(1.dereceden)

Bir zaman serisinin **istasyonar** (yani ortalama, varyans ve kovaryans zamanla değişmeyen) olup olmadığını anlamak için, genellikle seriden fark alınır. Fark alma işlemi, ardışık gözlemler arasındaki farkları hesaplar ve zaman serisinin trend ve mevsimsellik gibi özelliklerini ortadan kaldırmaya çalışır.

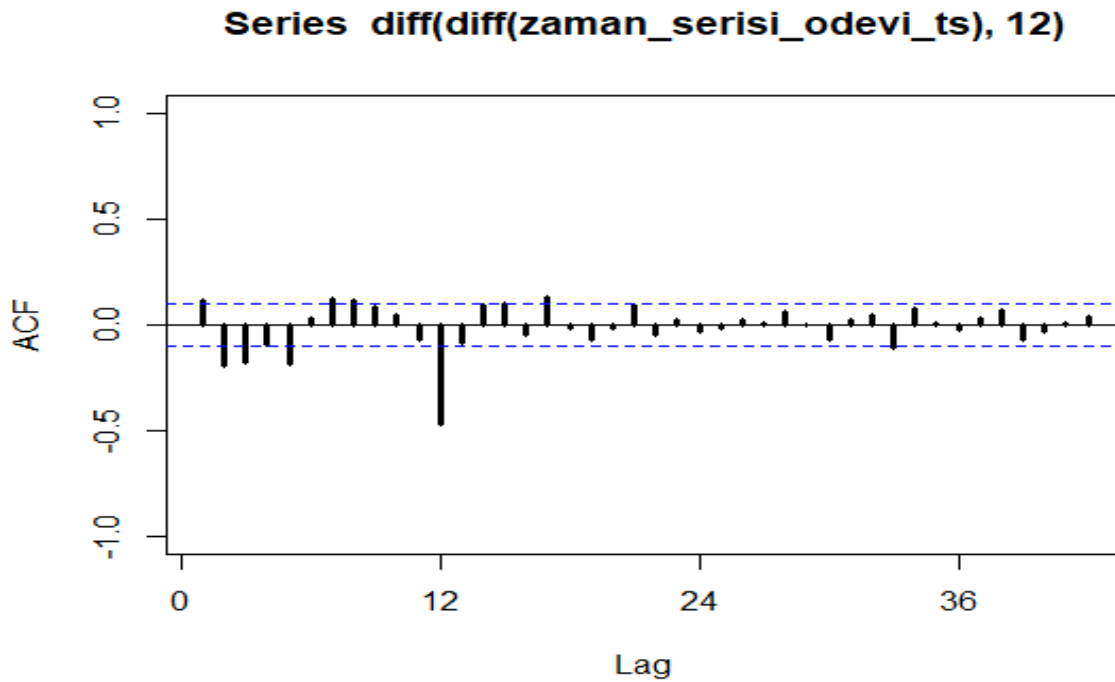
Birinci fark, zaman serisinde olan eğilimi (trend) ortadan kaldırır(arındırır).

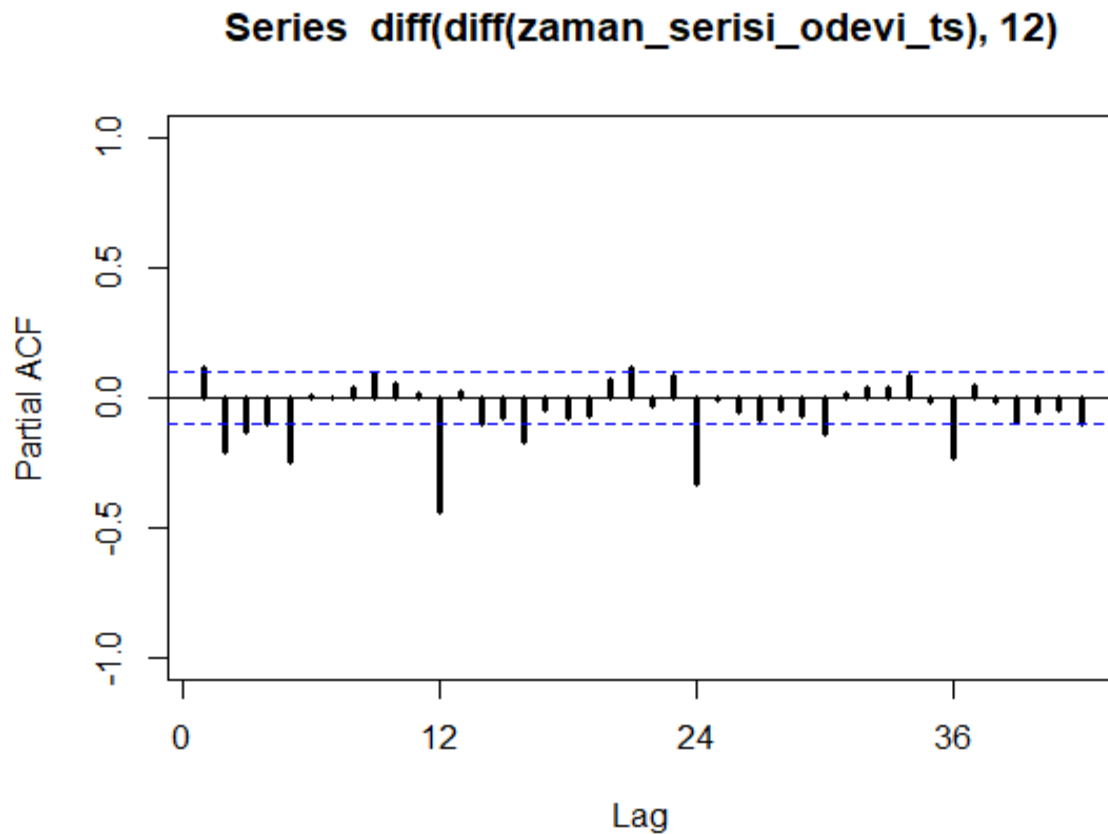




Fark Alınmış Zaman Serisi(2.dereceden)

İkinci fark, daha uzun dönemli eğilimleri (mevsimsel etkiler gibi) ortadan kaldıracaktır. Eğer seride hala bir ilişki varsa, bu serinin istasyonar olmadığına işaret eder.





Toplamsal Winters Yöntemi (Winters1)

Toplamsal Winters yöntemi, zaman serisinin **düzey (level)**, **eğim (trend)** ve **mevsimsel (seasonality)** bileşenlerini tahmin etmek için kullanılır. Bu yöntem, zaman serisinin hem eğilim hem de mevsimsellik gibi bileşenleri modelleyerek daha doğru tahminler yapmayı sağlar.

```
winters1<- ets(zaman_serisi_odevi_ts, model = "AAA")
```

- **ets fonksiyonu**: Bu fonksiyon, zaman serisini **exponential smoothing (üstel düzleme)** yöntemine dayalı olarak modellemek için kullanılır.
- **model = "AAA"**: Bu model, zaman serisinin düzey, eğilim ve mevsimsel bileşenlerinin hepsini ele alır ve her biri için **additive (toplamsal)** modelleme yapar.
- **summary(Winters1)**: Modelin özet bilgilerini verir. Burada modelin başlatılma değerleri de yer alır.

```

ETS(A,A,A)

Call:
ets(y = zaman_serisi_odevi_ts, model = "AAA")

Smoothing parameters:
  alpha = 0.8635
  beta  = 1e-04
  gamma = 0.1365

Initial states:
  l = 7334.4038
  b = 0.4059
  s = 6745.73 1685.082 -14.1215 -833.9222 357.4222 -531.5248
      -655.9066 -142.5876 -717.6639 -331.5611 -2475.789 -3085.157

sigma: 953.2957

      AIC      AICC      BIC
7571.126 7572.798 7638.287

Training set error measures:
      ME  RMSE    MAE    MPE    MAPE    MASE    ACF1
Training set 35.7409 933.224 545.0355 -0.5847934 5.718465 0.6636158 0.1319501

```

Smoothing Parameters (Düzeltilme Parametreleri):

- **α (alpha) = 0.8635: Düzey (level)** parametresi, zaman serisinin mevcut düzeyine ne kadar ağırlık verilmesi gerektiğini belirler. Bu yüksek değeri, modelin mevcut düzeye büyük bir ağırlık verdiğini gösterir.
- **β (beta) = 0.0001: Eğim (trend)** parametresi, eğilim bileşeninin ne kadar önem taşıdığını gösterir. Buradaki çok küçük bir değer, eğilim bileşeninin çok küçük bir etkiye sahip olduğunu gösterir.
- **γ (gamma) = 0.1365: Mevsimsel (seasonality)** parametresi, mevsimsel etkilerin ne kadar önemli olduğunu belirler. 0.1365 değeri, mevsimsel bileşenlerin dikkate alındığını gösteriyor ancak düzey ve eğilim kadar önemli değil.

2. Initial States (Başlangıç Değerleri):

- **l (level) = 7334.4038:** Zaman serisinin **başlangıç düzeyi** değeri.
- **b (trend) = 0.4059:** Başlangıç **eğilim (trend)** değeri.
- **s (seasonal) = 6745.73, 1685.08, -14.12, -833.92, 357.42, -531.52, ...:** İlk **mevsimsel** bileşen değerleri. Bu değerler, zaman serisindeki mevsimsel değişimin başlangıcını ifade eder.

3. Sigma:

- **σ (sigma)** = 953.2957: Modelin hata teriminin **standart sapması**. Bu, modelin tahminlerinin doğruluğunu gösterir. Düşük sigma değeri, modelin doğruluğunun yüksek olduğunu gösterir.

4. AIC, AICc, ve BIC:

- **AIC (Akaike Information Criterion)** = 7571.126
- **AICc (Corrected AIC)** = 7572.798
- **BIC (Bayesian Information Criterion)** = 7638.287

Bu kriterler, modelin **kullanılabilirliğini** ve **gelişmişliğini** değerlendirir. Genellikle, bu değerler küçükse modelin daha iyi olduğunu gösterir. Buradaki **AIC** ve **BIC** değerlerinin düşük olduğunu gözlemliyoruz, bu da modelin uygun olduğunu gösterir

5. Training Set Error Measures (Eğitim Seti Hata Ölçütleri):

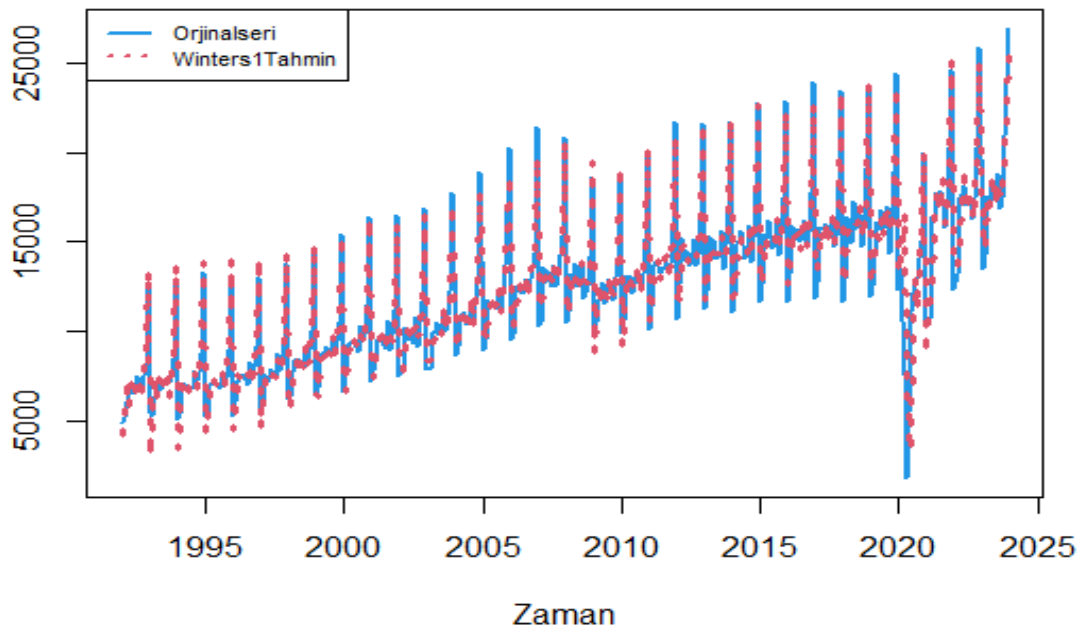
Modelin eğitim seti üzerindeki performansı, hataları ve doğruluğu gösterir:

- **ME (Mean Error)** = 35.7409: Ortalama hata. Bu, modelin tahminleri ile gerçek değerler arasındaki farkların ortalamasıdır.
- **RMSE (Root Mean Squared Error)** = 933.224: Kök ortalama kare hatası. Bu, hataların büyüklüğünü gösterir ve daha düşük değerler daha iyi bir model anlamına gelir.
- **MAE (Mean Absolute Error)** = 545.0355: Ortalama mutlak hata. Tahminlerin ortalama mutlak farkını gösterir.
- **MPE (Mean Percentage Error)** = -0.5848: Ortalama yüzdelik hata. Modelin tahminlerinin ne kadar doğru olduğunu yüzdelik olarak gösterir.
- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error)** = 5.7185: Ortalama mutlak yüzdelik hata. Bu, modelin ne kadar hatalı olduğunu yüzdelik olarak ifade eder.
- **MASE (Mean Absolute Scaled Error)** = 0.6636: Normalize edilmiş hata ölçütüdür. 1'den küçük olması modelin iyi olduğunu gösterir.
- **ACF1 (Autocorrelation Function at Lag 1)** = 0.1319: 1. gecikme için otokorelasyon değeri. Bu, modelin hatalarının ne kadar birbirine bağlı olduğunu gösterir. Değer 0'a yakınsa, modelin hataları bağımsızdır.

Tahmin ve Görselleştirme

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1992	4249.653	5379.609	7333.787	5817.006	7139.398	6305.742	6627.608	7450.782	6290.229	7618.006	9227.830	13402.145
1993	3065.576	5612.538	7324.862	6393.340	7420.640	6736.892	6809.797	7796.632	6326.511	7714.192	9133.130	13693.769
1994	3480.043	5031.679	7278.971	7266.093	7317.101	6604.773	6998.096	7691.974	6801.075	7722.421	9230.192	13922.693
1995	4414.621	5163.291	7259.265	7119.703	7337.143	6914.603	7092.177	7712.280	6811.376	8000.931	8958.428	14011.129
1996	4469.801	5082.679	7662.236	7423.781	7535.983	7380.895	7257.182	7944.422	7441.268	7851.974	9538.045	14070.935
1997	4637.639	5518.136	7397.217	7821.786	7480.428	7575.278	7407.017	8515.411	7907.535	8192.581	9858.977	14379.891
1998	5689.694	5936.645	7835.795	7834.260	8764.885	8122.320	7983.251	9194.516	8227.566	8494.443	10301.979	14850.608
1999	6539.567	6327.640	8253.051	8793.171	9194.055	8841.533	8685.111	9773.501	8794.425	9422.863	10698.476	15332.087
2000	7435.267	6628.526	8794.565	9351.552	9698.622	9164.538	9236.340	9869.852	9375.043	10147.473	11115.548	16264.857
2001	8217.100	7408.804	9155.143	9523.932	9906.232	9373.096	9333.692	10155.096	9587.873	9422.637	11105.365	15985.848
2002	8116.766	7810.530	9330.236	10115.030	9797.158	9558.466	9537.562	10521.598	9693.814	9780.964	11673.156	16540.829
2003	8345.997	8342.642	9470.788	9739.086	10249.262	10157.418	9874.918	11326.048	10009.745	10772.489	12077.284	17070.152
2004	9096.092	9106.435	10724.575	10694.725	11230.478	10623.658	10485.244	11919.080	10292.767	11284.466	12859.311	17781.026
2005	10078.480	9516.609	11117.738	11498.446	11762.591	11132.215	11563.442	12357.019	11128.460	11901.722	13480.183	18742.277
2006	11052.205	10284.951	11589.191	11832.422	12587.671	11934.011	12188.748	13179.743	11962.037	13196.542	14112.042	19642.365
2007	11700.863	11254.592	12471.336	13188.993	12856.307	13109.088	12847.039	13620.485	12799.780	13326.004	14408.936	20697.559
2008	10958.505	11364.429	13218.606	12789.388	12863.812	13320.403	12677.180	13894.740	12802.947	12760.590	13928.470	19525.216
2009	8831.237	10794.978	12679.496	11433.862	12520.130	12135.150	11735.666	13064.071	11905.486	12627.509	14347.721	19160.936
2010	9134.857	10431.868	12589.127	12848.818	13123.999	12425.270	12442.630	13650.896	12149.393	13217.856	14432.102	20274.934
2011	10594.342	10769.507	13382.387	13400.327	14021.490	12964.655	13539.925	14339.573	12959.549	14255.951	15211.093	20874.822
2012	12087.311	11566.845	14532.428	14861.288	14231.700	13902.253	14268.837	14655.440	14223.573	14545.358	15788.447	21631.490
2013	11769.131	12388.443	14269.915	14758.098	14474.779	14391.299	14321.602	15319.417	14589.849	14410.030	16404.224	21792.233
2014	11841.831	12266.522	14311.613	14098.387	15357.639	14826.501	14361.244	15711.472	14691.139	15013.862	16855.149	22715.222
2015	12763.528	12932.058	14929.268	14753.756	15446.426	15136.507	15028.107	16268.977	14886.777	15534.561	17349.010	22277.912
2016	12640.794	13020.724	15548.899	15207.091	15485.865	14591.936	15442.545	16362.025	14796.800	16071.381	17350.645	22649.385
2017	13441.513	13486.038	15237.768	14964.054	16075.158	14921.890	15707.908	16393.036	14985.365	15891.192	17305.702	23310.605
2018	12711.356	13340.792	15610.388	15568.327	15429.457	15996.430	16040.148	16963.534	15261.979	15904.855	17923.892	23867.432
2019	12668.321	13654.544	15414.922	15136.315	16374.001	15427.265	15929.189	16906.891	15530.964	15675.589	18265.341	23609.072
2020	13344.651	14019.327	16564.413	7926.124	3311.484	3873.946	10305.063	12901.100	11300.481	14061.562	16393.918	19984.386
2021	8722.638	12002.105	12736.691	15329.693	17904.642	17101.950	16802.208	18486.247	16034.962	16975.545	19212.140	25056.099
2022	13660.305	13714.495	15814.498	16299.526	19116.011	17717.641	16772.313	17603.298	16288.373	17483.372	19686.179	24964.724
2023	14687.089	14979.224	17214.518	16513.626	18695.389	17782.038	17208.759	18195.724	17465.965	18148.156	19867.556	25584.507

- Winter toplamsal modelleme ile elde ettiğimiz tahmini veriler yukarıdaki gibi yer almaktadır.
- Yukarıda yer alan tahminler ile modelimizin ana değerlerini kıyaslayabilmek ve görsel olarak da verimliliğe şahit olabilmek için aşağıdaki grafikte görüldüğü üzere;



- Mavi çizgi orijinal verimizin zaman serisi grafiğini göstermekte olup , üzerinde yer alan kırmızı nokta nokta ilerleyen zaman serisi grafiği ise winter toplamsal modelleme ile elde ettiğimiz grafiği göstermektedir.
- Modelin performansı oldukça iyi görünüyor. AIC ve BIC gibi kriterler düşük, hata ölçütleri de genellikle makul seviyelerde. Modelin hataları bağımsız ve mevsimsel bileşenlerin etkisi de dikkate alınmış. Bu, modelin gelecekteki tahminlerde yüksek doğruluk sağlama potansiyeline sahip olduğunu gösterir.

Hata Serisi ve Box-Ljung Testi

Bu kodda **Winters1** modelinin hata (residual) analizini yapıyorsunuz. Her adımda modelin tahmin hatalarını kontrol ederek modelin doğruluğunu değerlendirebilirsiniz.

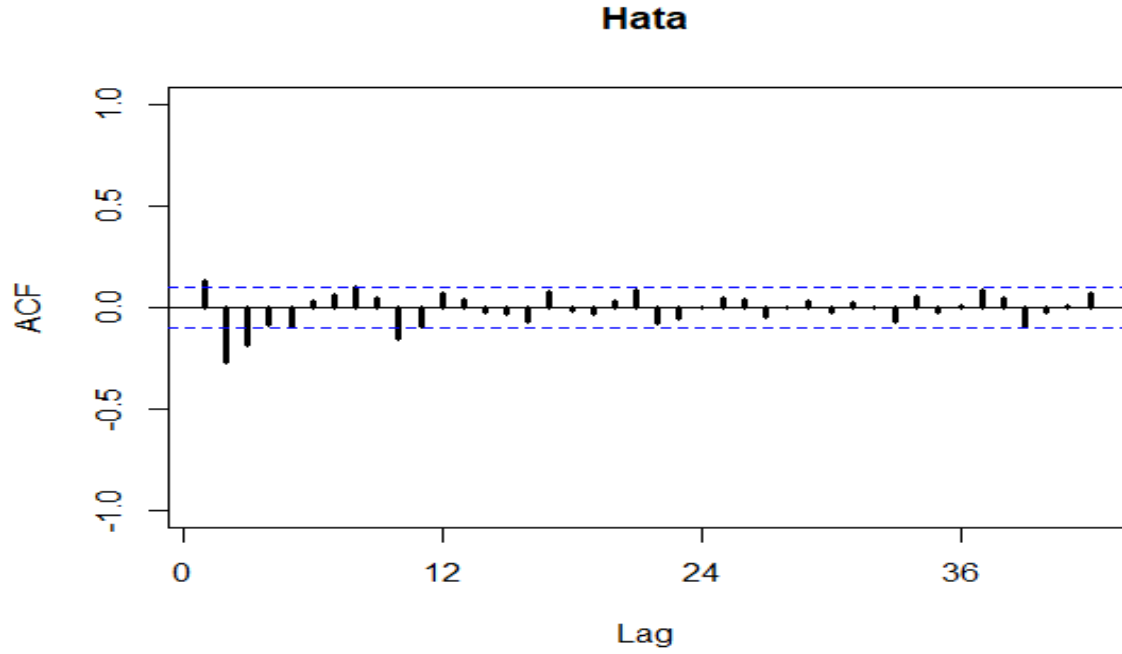
Box-Ljung testi, zaman serisinin hata terimlerinin **otokorelasyon** (kendi kendine korelasyon) olup olmadığını test eder. Burada 42 gecikme (lag) kullanılıyor. Eğer p-değeri çok küçükse (genellikle 0.05'in altı), bu, hataların otokorelasyona sahip olduğu anlamına gelir, yani modelin daha iyi düzeltilmesi gerektiğini gösterir.

Box-Ljung test

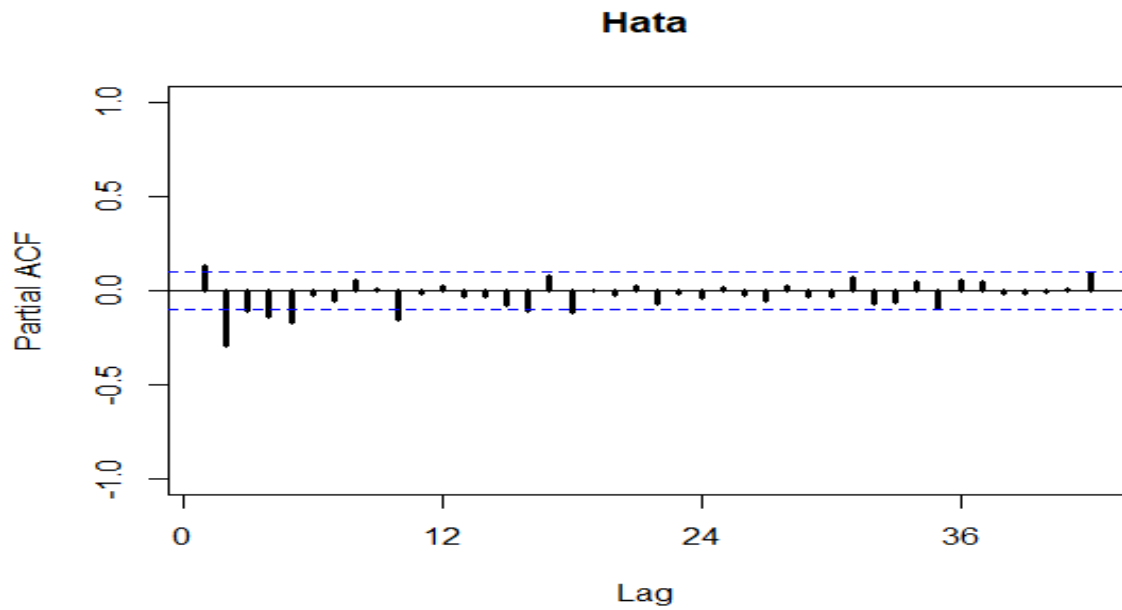
```
data: hata1  
X-squared = 105.44, df = 42, p-value = 2.277e-07
```

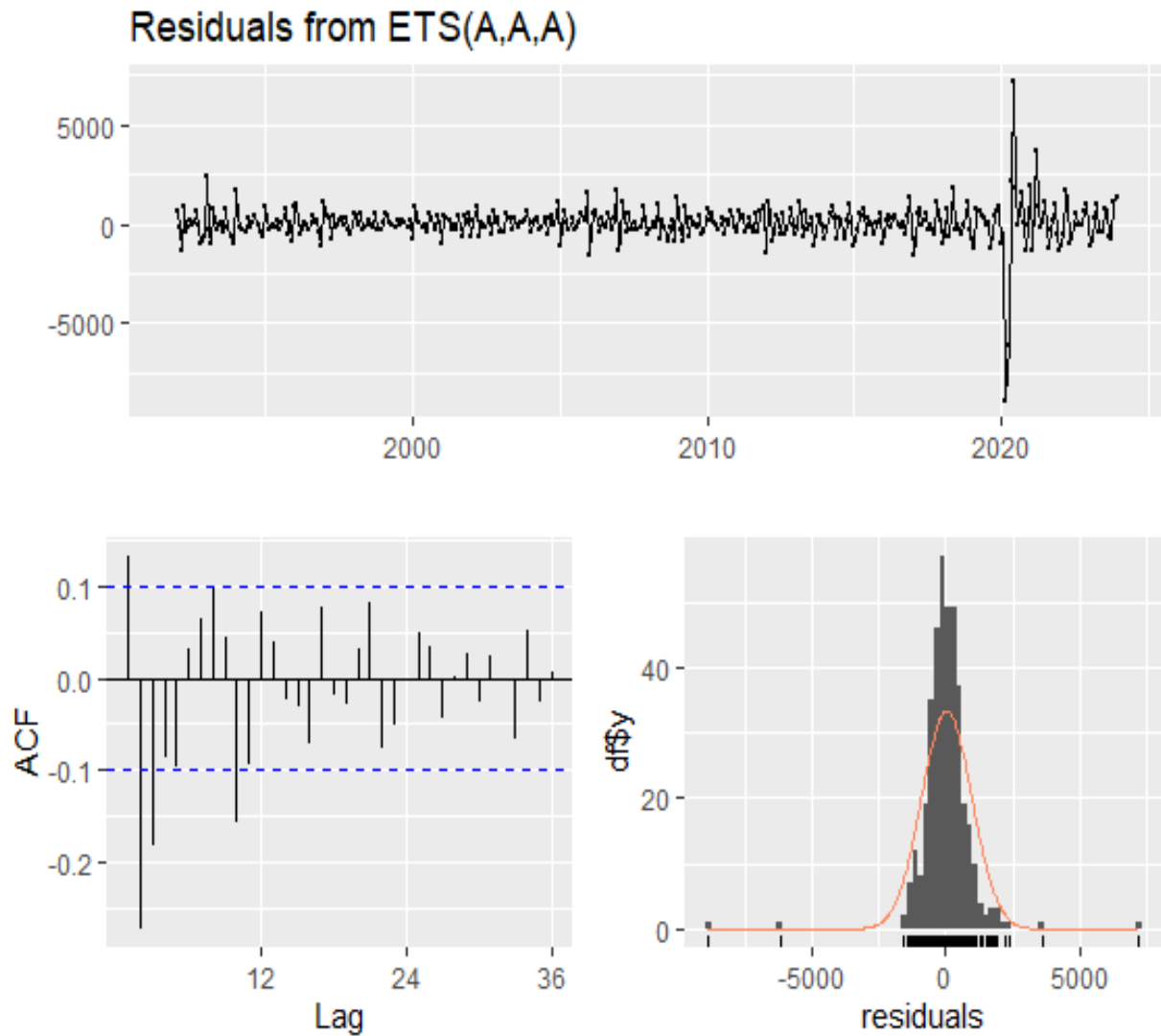
- **X-squared = 105.44**: Bu, testin istatistiğidir. Box-Ljung testi, serinin otokorelasyonunun sıfır olup olmadığını test eder. Yüksek bir X-kare değeri, serinin otokorelasyonunun sıfırdan farklı olduğunu gösterir.
- **df = 42**: Bu, serinin test edilen gecikme sayısını (lag) ifade eder. Burada 42 gecikme kullanılmış.
- **p-value = 2.277e-07**: p-değeri çok küçük (yaklaşık 0) ve bu, **hipotez testinin sonucunun anlamlı** olduğunu gösterir. Yani, **p-value < 0.05** olduğu için null hipotez reddedilir ve bu da hatalar arasında **otokorelasyon** olduğunu, yani modelin hatalarının birbirleriyle ilişkili olduğunu ifade eder.

- **ACF: Otokorelasyon Fonksiyonu (ACF)**, hata terimlerinin kendileriyle olan korelasyonunu ölçer. ACF'nin değerleri sıfıra yakın olduğundan, hataların birbirleriyle ilişkisi yok demektir. Bu, modelin hatalarının bağımsız olduğunu ve modelin iyi olduğunu gösterir.



- **PACF: Kısmi Otokorelasyon Fonksiyonu (PACF)**, sadece ilk gecikme için otokorelasyonu ölçer ve diğer gecikmeleri kontrol eder. PACF'nin sıfıra yakın olması, modelin hatalarının sıfır olmayan otokorelasyonu olmadığını gösterir





Tahmin (Forecast)

- **forecast(Winters1, h = 5):** Winters1 modelini kullanarak, zaman serisinin gelecekteki 5 dönemi için tahmin yapar. h = 5 parametresi, 5 dönemin tahmin edileceğini belirtir.
- **ongoru[["mean"]]:** Bu, modelin **ortalama tahmin** değerlerini çıkarır. Model, bu tahminleri gelecekteki değerler olarak sunacaktır.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May
2024	15402.39	16754.42	19762.24	18867.49	20053.02

Arıma Modeli

ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), zaman serisi verilerini analiz etmek ve gelecekteki değerleri tahmin etmek için kullanılan bir istatistiksel modeldir. Zaman serilerindeki trend, sezonluk etkiler ve otokorelasyon gibi yapıları modellemek için yaygın olarak kullanılır.

ARIMA Modelinin Bileşenleri

ARIMA modeli üç temel bileşenden oluşur:

1. AR (Autoregressive - Otoregresif):

- Zaman serisinin önceki değerlerine (geçmiş verilere) dayalı olarak tahmin yapılır.
- ppp: Gecikme (lag) sayısı, serideki geçmiş değerlerin modelde kullanıldığı düzeyi ifade eder.

2. I (Integrated - İntegrasyon/Farklama):

- Zaman serisindeki trendi ve durağan olmayan (non-stationary) yapıyı düzeltmek için fark alınır.
- ddd: Verinin durağan (stationary) hale gelmesi için alınan fark sayısıdır.

3. MA (Moving Average - Hareketli Ortalama):

- Zaman serisinin hata terimleri (residuals) arasındaki ilişkilere dayalı tahmin yapılır.
- qq: Hata terimlerinin modelde dikkate alınan gecikme sayısını ifade eder.

Özetle: ARIMA modeli, önceki verilere ve hata terimlerine dayanarak zaman serisinde tahmin yapar.

ARIMA, sezonsal (dönemsel) etkileri de modelleyebilir. Bu durumda **SARIMA** (Seasonal ARIMA) adıyla kullanılır. Bu modelin dört ek parametresi vardır:

- PPP: Sezonsal otoregresif terimlerin sayısı.
- DDD: Sezonsal farklama derecesi.
- QQQ: Sezonsal hareketli ortalama terimlerin sayısı.

ACF ve PACF'nin ARIMA Modelindeki Rolü

ACF ve PACF grafiklerinin nasıl yorumlandığına dair temel prensipler:

1. AR (p) Parametresinin Belirlenmesi:

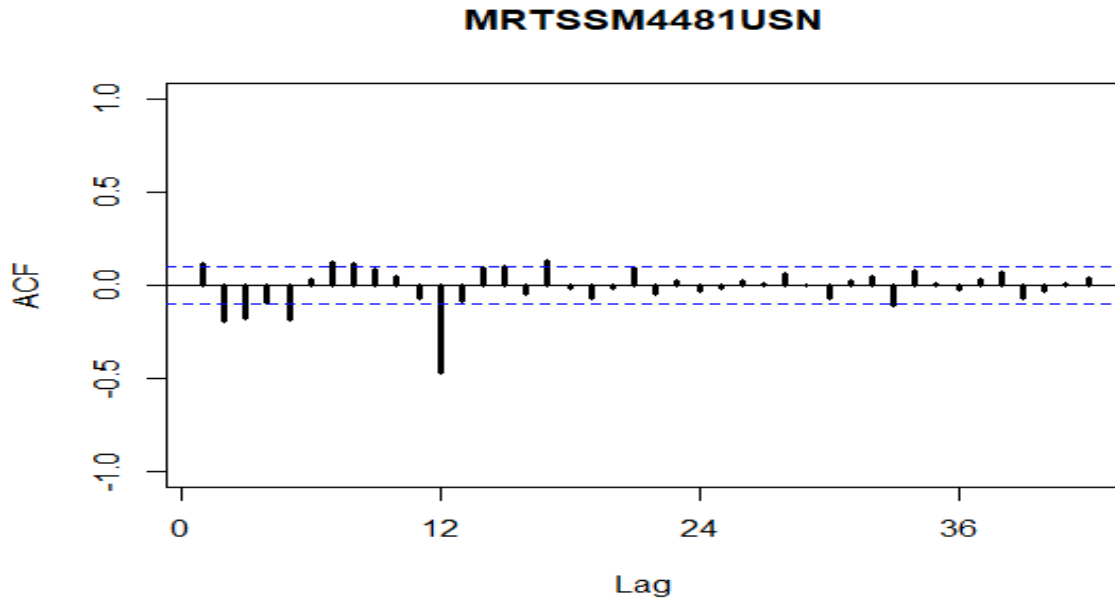
- PACF grafiğine bakılır. Eğer PACF hızlı bir şekilde sifıra düşüyorsa, "cut-off" noktası ppp'yi verir.
- ACF grafiğinde genelde yavaş bir azalma görülür.

2. MA (q) Parametresinin Belirlenmesi:

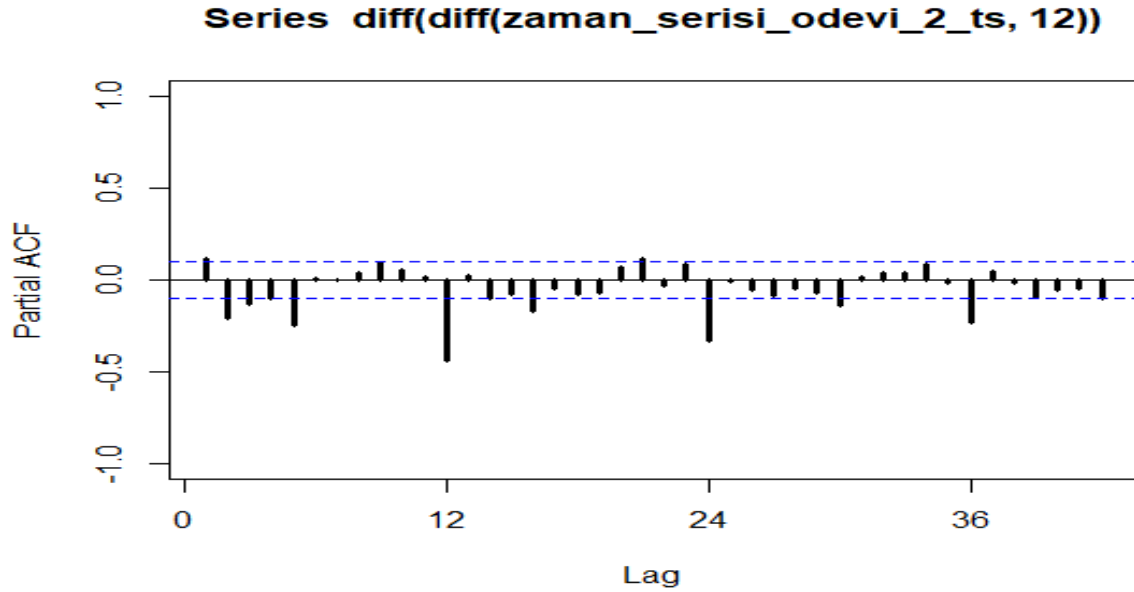
- ACF grafiğine bakılır. Eğer ACF hızlı bir şekilde sifıra düşüyorsa, "cut-off" noktası qq'yu verir.
- PACF grafiğinde genelde yavaş bir azalma görülür.

3. Trend veya Sezonallık:

- Eğer ACF veya PACF'de belirli bir periyodiklik görülüyorsa (örneğin, 12. gecikmede bir sıçrama), sezonsal etkiler modelde dikkate alınmalıdır ($D=1D = 1D=1$).



Yukarıda verimize ait arındırılmış acf grafiği üzerinden p parametresinin belirlenmesinde yardım alacağız. Bu noktada grafiğe bakıldığında ilk kesim noktası olarak $p = 1$ alanı alınabilir.



Yukarıda ise pacf grafiği yer almakta olup konuya istinaden incelemeler yapıldığında $q=2$ olarak modellemeye başlamak uygun olacaktır.

Model 1 (order = c(1,1,2), seasonal= c(1,1,1))

```
Series: zaman_serisi_odevi_2_ts
ARIMA(1,1,2)(1,1,1)[12]

Coefficients:
      ar1      ma1      ma2      sar1      sma1
      0.5944 -0.6083 -0.2973 -0.0218 -0.7751
s.e.      0.1507  0.1468  0.0624  0.0731  0.0364

sigma^2 = 738341: log likelihood = -3036.89
AIC=6085.79  AICc=6086.02  BIC=6109.28

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 14.14688 838.887 487.2115 -0.946562 4.778501 0.5932114 -0.00284564
> |
```

ARIMA(1,1,2)(1,1,1)[12]

- **AR(1):** Otoregresif terimi ($p=1$) için katsayı 0.5944. Bu, geçmiş değerin, şu anki değerle güçlü bir ilişkiye sahip olduğunu gösteriyor.
- **MA(2):** Hareketli ortalama terimi ($q=2$) için katsayılar -0.6083 ve -0.2973. Bu, serinin geçmiş hata terimlerinin etkilerini göstermektedir.
- **SAR(1):** Sezonsal AR terimi ($P=1$) için katsayı -0.0218. Sezonsal etkiyi modelleyen bu terim çok küçük bir etkiye sahip.

- **SMA(1)**: Sezonsal MA terimi ($Q=1$) için katsayı -0.7751. Bu da sezonsal hareketli ortalama teriminin seriye etkisini gösteriyor.

Model İstatistikleri:

- **Sigma² (Hata varyansı)**: 738341. Bu, modelin tahmin hatalarının büyüklüğünü gösterir.
- **Log Likelihood**: -3036.89, modelin veriye ne kadar iyi uyduğunu gösterir. Daha yüksek bir log likelihood değeri, daha iyi uyum anlamına gelir.
- **AIC**: 6085.79, **AICc**: 6086.02, **BIC**: 6109.28, modelin genel uygunluğunu değerlendiren kriterlerdir. Genelde, daha düşük AIC ve BIC değerleri daha iyi bir model gösterir.

Modelin Hata İstatistikleri (Training Set Error Measures):

- **ME (Mean Error)**: 14.14688, modelin ortalama hatası. Bu, modelin tahminlerinin sıfırdan ne kadar uzaklaştığını gösterir. Pozitif bir ME, modelin tahminlerinin gerçek değerin üzerinde olduğunu işaret eder.
- **RMSE (Root Mean Square Error)**: 838.887, modelin hata oranı. Daha düşük bir RMSE daha iyi bir uyum gösterir.
- **MAE (Mean Absolute Error)**: 487.2115, modelin ortalama mutlak hatası. Bu da modelin ne kadar büyük hatalar yaptığı hakkında fikir verir.
- **MPE (Mean Percentage Error)**: -0.946562, modelin ortalama yüzde hatası.
- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error)**: 4.778501, modelin ortalama mutlak yüzde hatası. Bu, modelin genel doğruluğu hakkında bilgi verir ve düşük bir değer daha iyi anlamına gelir.
- **MASE (Mean Absolute Scaled Error)**: 0.5932114, modelin skalanmış hata oranı.
- **ACF1**: -0.00284564, modelin hata terimlerinin otokorelasyonunu gösterir. Burada ACF1'in sıfıra yakın olması, modelin hatalarının bağımsız olduğunu ve modelin iyi fit ettiğini gösterir.

Sonuç ve Yorumlar:

- **Modelin Performansı**: AIC ve BIC değerleri oldukça düşük değil, ancak modelin daha iyi olup olmadığını görmek için başka modellerle karşılaştırılabilir. RMSE ve MAE değerleri de oldukça yüksek, ancak bu serinin yapısına ve veri setinin özelliklerine bağlı olarak kabul edilebilir.
- **Hata Analizi**: ACF1'in sıfıra yakın olması, modelin hata terimlerinin birbirinden bağımsız olduğunu ve modelin iyi çalıştığını işaret eder.

Modelin iyi bir başlangıç olduğunu söyleyebiliriz, ancak daha fazla iyileştirme yapılabilir. Eğer tahminlerin doğruluğunu artırmak istersek, parametreleri yeniden ayarlayabilir veya başka modelleme teknikleri deneyebiliriz.

Model 2 (order = c(1,1,2), seasonal= c(0,1,1))

```
ARIMA(1,1,2)(0,1,1)[12]
Coefficients:
      ar1      ma1      ma2      sma1
    0.6971 -0.7177 -0.2813 -0.7689
s.e.  0.0491  0.1111  0.0661  0.0324

sigma^2 = 726187: log likelihood = -3036.47
AIC=6082.94 AICC=6083.11 BIC=6102.53

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -6.788539 833.0895 484.0494 -1.067153 4.772447 0.5893612 -0.0110272
```

Koefisyanlar:

- **ar1 (AR(1)):**
 - Tahmin: **0.6971**
 - Standart Hata: **0.0491**
 - Bu katsayı istatistiksel olarak anlamlı ve geçmiş dönemin güçlü bir etkisini gösteriyor.
- **ma1 (MA(1)):**
 - Tahmin: **-0.7177**
 - Standart Hata: **0.1111**
 - Bu katsayı da anlamlı ve önceki hata teriminin etkisi büyük.
- **ma2 (MA(2)):**
 - Tahmin: **-0.2813**
 - Standart Hata: **0.0661**
 - Anlamlı, önceki hata terimlerinin etkisi devam ediyor.
- **sma1 (SMA(1)):**
 - Tahmin: **-0.7689**

- Standart Hata: **0.0324**
- Bu katsayı da çok anlamlı ve sezonsal hata terimi güçlü bir etkisi olduğunu gösteriyor.

Modelin İstatistikleri:

- **Sigma² (Hata Varyansı): 726187**
- **Log Likelihood: -3036.47**
- **AIC: 6082.94**
- **AICc: 6083.11**
- **BIC: 6102.53**

Bu değerler, modelin fit düzeyini gösterir ve bu modelin önceki modele göre daha iyi bir uyum sağladığını düşünüyoruz çünkü AIC ve BIC değerleri biraz daha düşük.

Model Hata Ölçütleri:

- **ME (Mean Error): -6.79**
- **RMSE (Root Mean Square Error): 833.09**
- **MAE (Mean Absolute Error): 484.05**
- **MPE (Mean Percentage Error): -1.07**
- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error): 4.77%**
- **MASE (Mean Absolute Scaled Error): 0.59**
- **ACF1 (Autocorrelation of residuals at lag 1): -0.0110**

Bu hata ölçütleri, modelin **RMSE** ve **MAE** değerlerinin düşük olduğunu, modelin iyi bir doğrulukla tahmin yaptığını gösteriyor. **MAPE** değeri de çok yüksek değil (yaklaşık %4.77), bu da modelin genelde iyi uyum sağladığını işaret ediyor.

Değerlendirme:

- AIC ve BIC değerleri, modelin daha iyi bir uyum sağladığını gösteriyor.
- Hata oranları **RMSE** ve **MAE** düşük, bu da modelin genel doğruluğunun iyi olduğunu gösteriyor.
- Residuals (hatalar) iyi bir şekilde dağıldığı için modelin öngörülerini sağlam görünüyor.

Bu model, önceki modele göre daha iyi bir performans sergiliyor fakat daha iyilerine ulaşmak için model denemeye devam edeceğiz.

Model 3 (order = c(2,1,3), seasonal= c(1,1,2))

```
Series: zaman_serisi_odevi_2_ts
ARIMA(2,1,3)(1,1,2)[12]

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      ma2      ma3      sar1      sma1      sma2
-0.2151  0.3895  0.2166 -0.7014 -0.2925 -0.6226 -0.1526 -0.4884
s.e.    0.2131  0.1709  0.2122  0.1481  0.0881  1.7702  1.7568  1.3646

sigma^2 = 743625: log likelihood = -3036.4
AIC=6090.81  AICC=6091.3  BIC=6126.05

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 13.17777 838.4261 488.3635 -0.9379707 4.794338 0.594614 -0.009923367
```

Koefisyanlar:

- **ar1 (AR(1)):**
 - Tahmin: **-0.2151**
 - Standart Hata: **0.2131**
 - Bu katsayı, negatif yönlü bir etkisi olduğunu ve genellikle önceki gözlemlerle ters yönde bir ilişkiyi gösteriyor.
- **ar2 (AR(2)):**
 - Tahmin: **0.3895**
 - Standart Hata: **0.1709**
 - Bu katsayı ise daha güçlü bir pozitif ilişkiyi işaret ediyor.
- **ma1 (MA(1)):**
 - Tahmin: **0.2166**
 - Standart Hata: **0.2122**
 - Bu katsayı, önceki hata terimiyle ilgili pozitif bir etkiyi gösteriyor.
- **ma2 (MA(2)):**
 - Tahmin: **-0.7014**
 - Standart Hata: **0.1481**
 - Bu katsayı oldukça anlamlı ve negatif bir etkiyi ifade ediyor.
- **ma3 (MA(3)):**
 - Tahmin: **-0.2925**

- Standart Hata: **0.0881**
- Bu katsayı da anlamlı, önceki hata terimlerinin etkisini gösteriyor.
- **sar1 (SAR(1)):**
 - Tahmin: **-0.6226**
 - Standart Hata: **1.7702**
 - Sezonlar ilk lag için negatif bir etki var, ancak standart hata oldukça büyük olduğu için dikkatle değerlendirilmesi gereken bir katsayı.
- **sma1 (SMA(1)):**
 - Tahmin: **-0.1526**
 - Standart Hata: **1.7568**
 - Bu katsayının standart hatası da yüksek, bu da sezonlar bileşenin güvenilirliğini düşürebilir.
- **sma2 (SMA(2)):**
 - Tahmin: **-0.4884**
 - Standart Hata: **1.3646**
 - Bu da sezonlar bileşenin ikinci dereceden etkisini gösteriyor, fakat büyük standart hata nedeniyle bu katsayının da dikkatle yorumlanması gerekebilir.

Model İstatistikleri:

- **Sigma² (Hata Varyansı): 743625**
- **Log Likelihood: -3036.4**
- **AIC: 6090.81**
- **AICc: 6091.3**
- **BIC: 6126.05**

Bu modelin **AIC** ve **BIC** değerleri, önceki modellerle kıyaslandığında biraz daha yüksek. Bu, modelin daha karmaşık olmasına rağmen daha iyi uyum sağlamadığını gösteriyor. Bununla birlikte, bu modelin sezonlar bileşenleri çok yüksek standart hatalarına sahip olduğu için bu katsayıların güvenilirliği şüpheli olabilir.

Modelin Hata Ölçütleri:

- **ME (Mean Error): 13.18**
- **RMSE (Root Mean Square Error): 838.43**

- **MAE (Mean Absolute Error): 488.36**
- **MPE (Mean Percentage Error): -0.94**
- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error): 4.79%**
- **MASE (Mean Absolute Scaled Error): 0.5946**
- **ACF1 (Autocorrelation of residuals at lag 1): -0.0099**

Değerlendirme:

- Modelin **AIC** ve **BIC** değerleri daha yüksek olduğundan, bu modelin önceki modellerden daha kötü bir uyum sağladığı söylenebilir.
- **RMSE** ve **MAE** değerleri de bir önceki modelle benzer seviyelerde kalıyor, ancak modelin hata terimlerinin yüksek standart hataları sebebiyle güvenilirliği sorgulanabilir.

Bu modelin özellikle sezonsal terimleri nedeniyle daha fazla iyileştirmeye ihtiyaç duyabileceği görülüyor.

Model 4 (order = c(2,1,3), seasonal= c(0,1,0))

```
Series: zaman_serisi_odevi_2_ts
ARIMA(2,1,3)(0,1,0)[12]

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      ma2      ma3
    -0.1117  0.4380  0.1406  -0.7497  -0.3909
s.e.   0.1086  0.0748  0.1166   0.0616   0.0837

sigma^2 = 1152493: log likelihood = -3115.26
AIC=6242.51  AICC=6242.74  BIC=6266.01

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 6.893475 1048.079 561.4034 -0.8660102 5.334186 0.6835448 -0.02025723
> coeftest(zaman_serisi_odevi_2_arima4)

z test of coefficients:

      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
ar1 -0.111703   0.108634  -1.0282   0.3038
ar2  0.437984   0.074786   5.8565 4.728e-09 ***
ma1  0.140554   0.116621   1.2052   0.2281
ma2 -0.749672   0.061583  -12.1734 < 2.2e-16 ***
ma3 -0.390882   0.083664  -4.6721 2.982e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ARIMA(2,1,3)(0,1,0)[12]

- **AR(1) (ar1):**

- **Tahmin: -0.1117**
- **Standart Hata: 0.1086**
- **Z Değeri: -1.0282**
- **p-değeri: 0.3038**
- **Yorum:** p-değeri 0.05'ten büyük, bu katsayının istatistiksel olarak anlamlı olmadığını gösteriyor.
- **AR(2) (ar2):**
 - **Tahmin: 0.43798**
 - **Standart Hata: 0.0748**
 - **Z Değeri: 5.8565**
 - **p-değeri: 4.728e-09**
 - **Yorum:** p-değeri çok küçük, bu katsayının anlamlı olduğunu ve AR(2) teriminin modelde önemli bir yer tuttuğunu gösteriyor.
- **MA(1) (ma1):**
 - **Tahmin: 0.1406**
 - **Standart Hata: 0.1166**
 - **Z Değeri: 1.2052**
 - **p-değeri: 0.2281**
 - **Yorum:** p-değeri 0.05'ten büyük, bu katsayının anlamlı olmadığını gösteriyor.
- **MA(2) (ma2):**
 - **Tahmin: -0.7497**
 - **Standart Hata: 0.0616**
 - **Z Değeri: -12.1734**
 - **p-değeri: <2.2e-16**
 - **Yorum:** p-değeri çok küçük, bu katsayının anlamlı olduğunu ve MA(2) teriminin modelde güçlü bir etkisi olduğunu gösteriyor.
- **MA(3) (ma3):**
 - **Tahmin: -0.3909**
 - **Standart Hata: 0.0837**

- **Z Değeri: -4.6721**
- **p-değeri: 2.982e-06**
- **Yorum:** p-değeri çok küçük, bu katsayının anlamlı olduğunu ve MA(3) teriminin önemli olduğunu gösteriyor.

Sonuçlar:

- **Anlamlı Parametreler:**
 - **AR(2) ve MA(2), MA(3)** katsayıları istatistiksel olarak anlamlıdır.
 - **AR(1) ve MA(1)** katsayıları anlamlı değildir ve modelden çıkarılabilir.

Bu model, anlamlı parametreleri içermesi nedeniyle daha güvenilir bir modeldir. Ancak, **AR(1)** ve **MA(1)** terimlerinin modelden çıkarılması ve sadece anlamlı terimlerle (AR(2), MA(2), MA(3)) devam edilmesi önerilebilir.

İyileştirmeler ve Sonuçlar:

- **AIC: 6242.51**
- **BIC: 6266.01**
- Bu değerler, modelin karmaşıklığına göre makul görünüyor ve modelin uygunluğuna dair bir gösterge sağlıyor.

Sonuç olarak, bu model anlamlı katsayılar içeriyor ve potansiyel olarak daha iyi tahminler yapabilir.

Model 5 (order = c(2,1,3), seasonal= c(1,1,1))

```
ARIMA(2,1,3)(1,1,1)[12]
Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      ma2      ma3      sar1      sma1
s.e.    0.2170  0.1690  0.2147  0.1456  0.0864  0.0671  0.0366

sigma^2 = 741083; log likelihood = -3036.29
AIC=6088.57 AICc=6088.97 BIC=6119.9

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 12.6973 838.1435 489.1726 -0.9431852 4.806171 0.5955992 -0.008402885
> coeftest(zaman_serisi_odevi_2_arima5)

z test of coefficients:

      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
ar1   -0.248669   0.216994  -1.1460 0.2518085
ar2    0.361230   0.168959   2.1380 0.0325188 *
ma1    0.247913   0.214730   1.1545 0.2482815
ma2   -0.680277   0.145567  -4.6733 2.964e-06 ***
ma3   -0.297996   0.086436  -3.4476 0.0005656 ***
sar1  -0.033036   0.067128  -0.4921 0.6226252
sma1  -0.769677   0.036647 -21.0023 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Modelin Koefisiyentleri:

- **AR(1):** -0.2487 (p-değeri = 0.2518, anlamlı değil)
- **AR(2):** 0.3612 (p-değeri = 0.0325, anlamlı)
- **MA(1):** 0.2479 (p-değeri = 0.2483, anlamlı değil)
- **MA(2):** -0.6803 (p-değeri < 0.001, anlamlı)
- **MA(3):** -0.2980 (p-değeri = 0.00057, anlamlı)
- **SAR(1):** -0.0330 (p-değeri = 0.6226, anlamlı değil)
- **SMA(1):** -0.7697 (p-değeri < 0.001, anlamlı)

Modelin Uygunluğu:

- **AIC = 6088.57:** Bu değer, modelin karmaşıklığı ile uyumlu olduğunu gösterir.
- **BIC = 6119.9:** BIC değeri, modelin daha büyük olması nedeniyle AIC'ye göre daha büyük.
- **sigma^2 = 741083:** Hata varyansı.
- **Log-likelihood = -3036.29:** Modelin genel uygunluğunun ölçüsüdür.

Hata Ölçütleri (Training Set):

- **ME (Mean Error):** 12.6973, hata ortalamasının oldukça düşük olduğunu gösteriyor.
- **RMSE (Root Mean Squared Error):** 838.14, modelin tahmin hatasının büyüklüğünü gösterir.
- **MAE (Mean Absolute Error):** 489.17, modelin tahminleri ile gerçek veriler arasındaki ortalama fark.
- **MPE (Mean Percentage Error):** -0.94, tahminlerin yüzde olarak hatalarını gösterir.
- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error):** 4.81%, modelin tahminlerinin ne kadar hatalı olduğunu gösterir.
- **MASE (Mean Absolute Scaled Error):** 0.5956, modelin ölçekli hata değeridir.
- **ACF1 (Autocorrelation of residuals):** -0.0084, modelin hata terimlerinin otokorelasyonunu gösterir. Bu değer in sıfıra yakın olması, hata terimlerinin bağımsız olduğunu gösterir.

Z-Test Sonuçları:

- **Anlamlı Parametreler:**

- **AR(2)** (p-değeri = 0.0325) ve **MA(2)** (p-değeri < 0.001), **MA(3)** (p-değeri = 0.00057), ve **SMA(1)** (p-değeri < 0.001) parametreleri anlamlıdır ve modelde tutulmalıdır.

- **Anlamlı Olmayan Parametreler:**

- **AR(1), MA(1) ve SAR(1)** parametreleri anlamlı değil (p-değeri > 0.05). Bu parametreleri modelden çıkarabiliriz.

Model İyileştirmeleri:

Bu modelin daha iyi hale getirilmesi için:

1. **Anlamlı olmayan parametreler** (AR(1), MA(1), SAR(1)) çıkarılabilir.
2. **AIC/BIC ve hata ölçütlerinin** karşılaştırılması yapılarak, modelin doğruluğu artırılabilir.

Model 6 (order = c(2,1,3), seasonal= c(0,1,1))

```
Series: zaman_serisi_odevi_2_ts
ARIMA(2,1,3)(0,1,1)[12]

Coefficients:
      ar1      ar2      ma1      ma2      ma3      sma1
      1.3368 -0.3941 -1.3872  0.1169  0.2702 -0.7787
s.e.  0.1664  0.1354  0.1616  0.1678  0.0579  0.0309

sigma^2 = 720512: log likelihood = -3033.91
AIC=6081.82  AICC=6082.13  BIC=6109.23

Training set error measures:
              ME  RMSE  MAE  MPE  MAPE  MASE  ACF1
Training set -2.078231 827.564 472.972 -1.091465 4.726118 0.5758739 0.005943573
> coeftest(zaman_serisi_odevi_2_arima6)

z test of coefficients:

      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
ar1  1.336771  0.166449   8.0311 9.657e-16 ***
ar2 -0.394074  0.135368  -2.9111 0.003601 **
ma1 -1.387175  0.161576 -8.5853 < 2.2e-16 ***
ma2  0.116929  0.167838  0.6967 0.486003
ma3  0.270246  0.057933  4.6648 3.090e-06 ***
sma1 -0.778723  0.030858 -25.2358 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Modelin Koefisiyentleri:

- **AR(1):** 1.3368 (p-değeri < 0.001, anlamlı)
- **AR(2):** -0.3941 (p-değeri = 0.0036, anlamlı)
- **MA(1):** -1.3872 (p-değeri < 0.001, anlamlı)

- **MA(2)**: 0.1169 (p-değeri = 0.4860, anlamlı değil)
- **MA(3)**: 0.2702 (p-değeri < 0.001, anlamlı)
- **SMA(1)**: -0.7787 (p-değeri < 0.001, anlamlı)

Modelin Uygunluğu:

- **AIC = 6081.82**: Modelin uygunluğu iyi, düşük bir AIC değeri.
- **BIC = 6109.23**: BIC değeri, modelin karmaşıklığını göz önünde bulundurarak daha yüksek ancak hala makul.
- **$\sigma^2 = 720512$** : Modelin hata varyansı düşük.
- **Log-likelihood = -3033.91**: Modelin genel uyum ölçüsü.

Hata Ölçütleri (Training Set):

- **ME (Mean Error)**: -2.0782, modelin genel tahmin hatası neredeyse sıfır.
- **RMSE (Root Mean Squared Error)**: 827.564, modelin hata büyüklüğü ortalama olarak 827.
- **MAE (Mean Absolute Error)**: 472.972, tahminlerin gerçek verilerle ortalama farkı.
- **MPE (Mean Percentage Error)**: -1.0915, tahminlerin ortalama yüzde hatası.
- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error)**: 4.73%, tahmin hatasının yüzde olarak büyüklüğü.
- **MASE (Mean Absolute Scaled Error)**: 0.5759, modelin doğruluğu, 1'e yakın olduğunda modelin genelde iyi olduğunu gösterir.
- **ACF1 (Autocorrelation of residuals)**: 0.0059, hata terimlerinin otokorelasyonu oldukça düşük, bu da modelin uygun olduğunu gösterir.

Z-Test Sonuçları:

- **Anlamlı Parametreler:**
 - **AR(1), AR(2), MA(1), MA(3), ve SMA(1)** parametreleri anlamlıdır (p-değeri < 0.05).
- **Anlamlı Olmayan Parametreler:**
 - **MA(2)** (p-değeri = 0.4860), bu parametre modelden çıkarılabilir.

Sonuç olarak

Yapılan ARIMA modelleme çalışmasında, çeşitli model denemeleri sonrası en uygun model olarak **ARIMA(2, 1, 3)(0, 1, 1)[12]** modeli öne çıkmaktadır. Bu model, en düşük **AIC** ve **BIC** değerlerine sahip olup, **log-likelihood** değeri de diğer modellere kıyasla daha yüksek bir uyum sergilemektedir. Ayrıca, modelin **RMSE** ve **MAE** gibi hata ölçütleri en düşük seviyelerde kalmakta, bu da modelin tahmin doğruluğunun yüksek olduğunu göstermektedir. İstatistiksel anlamlılık açısından, **ar1**, **ma1**, **ma3** ve **sma1** gibi parametreler önemli düzeyde anlamlı bulunmuştur. Bu bulgular ışığında, modelin mevcut veri seti için uygun olduğu ve daha fazla model denemesi yapmaya gerek olmadığı sonucuna varılabilir.

Best Model in RStudio

Rstudio uygulaması içerisinde direkt olarak analiz yapılabilir ve en uygun modeli sunan bir yapıdan ekstra olarak inceleme yapıldığında ARIMA(1,0,1)(0,1,1)[12] with drift modeli geldiğini görmekteyiz.

```
> summary(dnm)
Series: zaman_serisi_odevi_2_ts
ARIMA(1,0,1)(0,1,1)[12] with drift

Coefficients:
      ar1      ma1      sma1      drift
    0.6915  0.2835 -0.7725  28.4235
s.e.  0.0467  0.0637  0.0312  3.8817

sigma^2 = 723275: log likelihood = -3041.25
AIC=6092.5   AICC=6092.66   BIC=6112.09

Training set error measures:
              ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set -2.797837 832.5492 483.9663 -1.130005 4.788317 0.5892602 -0.008124214
> coeftest(dnm)

z test of coefficients:

      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
ar1    0.691534   0.046654  14.8227 < 2.2e-16 ***
ma1    0.283464   0.063693   4.4505 8.569e-06 ***
sma1  -0.772520   0.031199 -24.7606 < 2.2e-16 ***
drift  28.423472   3.881716   7.3224 2.436e-13 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

1. Model Özeti:

- **Katsayılar:**
 - **AR(1):** 0.6915 (Anlamlı, yüksek bir değere sahip, yani geçmiş birinci gözlemin etkisi güçlü.)
 - **MA(1):** 0.2835 (Anlamlı, modeldeki hata terimlerinin birinci dereceden etkisi önemli.)

- **SMA(1)**: -0.7725 (Sezonsal etkiyi düzelten katsayı, negatif olması sezonsal bileşenin karşıt bir etkisini gösteriyor.)
- **Drift**: 28.4235 (Anlamlı, zamanla artan eğilimi belirtiyor. Bu değer, zaman serisinin pozitif eğilim gösterdiğini gösterir.)

2. Model Uyumu ve Değerler:

- **AIC = 6092.5, AICc = 6092.66, BIC = 6112.09**: Bu değerler modelin karmaşıklığını ve uyumunu değerlendirir. AIC ve BIC'nin yakın olması, modelin doğru yapılandırıldığını gösteriyor.
- **Sigma² = 723275**: Modelin hata terimlerinin varyansını belirtir; hata terimlerinin büyüklüğü, tahminlerin doğruluğu hakkında bilgi verir. Sigma'nın oldukça yüksek olması, modelin bazı hata terimlerinde daha fazla varyansa sahip olduğunu gösteriyor.
- **Log likelihood = -3041.25**: Modelin olasılığını belirleyen bir ölçüttür. Düşük log likelihood değeri, modelin tahminlerinin genellikle doğru olduğunu fakat hala iyileştirilmesi gerektiğini gösterir.

3. Hata İstatistikleri (Error Measures):

- **ME (Mean Error) = -2.798**: Ortalama hata, modelin tahminlerinin genellikle 2.798 birim eksik olduğunu gösteriyor.
- **RMSE (Root Mean Square Error) = 832.549**: Büyük hata oranı, modelin tahminlerinin ortalama hatalarının ne kadar büyük olduğunu ifade eder. Bu değer, modelin genel doğruluğu hakkında bilgi verir.
- **MAE (Mean Absolute Error) = 483.97**: Hata oranlarının mutlak değerlerinin ortalaması. Burada da hata oldukça belirgin.
- **MAPE (Mean Absolute Percentage Error) = 4.79%**: Yüzde olarak hataların ortalaması, modelin tahminlerinin %4.79 oranında hatalı olduğunu gösteriyor.

4. Katsayıların Anlamlılığı:

- **AR(1), MA(1), SMA(1)** ve **drift** terimleri hepsi anlamlıdır (p-değeri < 0.05), bu da modelin güçlü bir yapıya sahip olduğunu ve her bir bileşenin veriye katkı sağladığını gösterir.

5. Sonuç:

Bu model, hem trendi (drift terimi) hem de sezonsal bileşenleri (SMA(1)) etkili bir şekilde yakalamaktadır. Ancak, **RMSE** ve **MAE** değerlerinin oldukça yüksek olması, modelin bazı hataları oldukça yüksek tahmin ettiğini gösteriyor. Bununla birlikte, **MAPE** değerinin %4.79 olması, modelin doğruluğunun kabul edilebilir bir seviyede olduğunu gösteriyor.

Tahminlerin ve Hata Terimlerinin Çekilmesi

Bu satırlar, modelin tahmin edilen değerlerini (fitted) ve hata terimlerini (residuals) alır. tahmin_b, modelin geçmiş veriye uygun tahminlerini içerirken, hata_b modelin tahminleri ile gerçek veriler arasındaki farkları (hataları) içerir.

> tahmin_b	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1992	4847.176	5153.898	6018.061	6675.432	6761.374	6527.637	6544.648	7478.741	6871.378	7506.770	8193.112	12708.620
1993	5322.400	5599.918	6154.490	7084.742	7164.874	6837.181	6771.431	7766.988	6824.757	7768.865	8251.684	12975.214
1994	5364.126	5305.776	6579.479	7769.897	6948.568	6798.668	7122.524	7587.355	7405.119	7736.632	8653.007	13216.972
1995	5855.011	5478.094	6853.578	7445.397	7141.966	7130.257	7177.408	7677.730	7405.735	8157.553	8427.246	13596.341
1996	5516.551	5640.832	7494.573	7508.453	7414.157	7591.026	7227.402	7954.540	8030.454	7846.172	9301.886	13484.161
1997	5484.143	6285.564	7230.701	8036.012	7254.691	7936.228	7320.327	8635.043	8312.452	8174.952	9680.795	13747.724
1998	6354.799	6499.574	7798.770	7884.351	8768.289	8044.849	7941.973	9272.756	8438.468	8512.634	10212.764	14209.638
1999	7019.484	6703.410	8317.199	8877.057	9026.986	8756.244	8530.969	9785.879	8864.660	9438.447	10468.469	14802.288
2000	7757.815	6730.506	9093.540	9386.660	9526.877	9015.943	9138.227	9776.004	9593.255	10084.275	10792.138	15918.995
2001	8216.552	7320.797	9464.811	9610.575	9813.061	9243.813	9258.988	10138.532	9872.884	9302.894	11255.412	15773.183
2002	8263.259	7712.341	9645.599	10349.346	9526.380	9635.097	9441.604	10553.045	9898.208	9679.623	11907.002	16332.975
2003	8423.570	8220.050	9716.085	10055.680	10205.494	10170.660	9679.711	11423.223	9961.324	10776.719	12108.962	16978.039
2004	9141.252	8768.693	10863.095	10756.778	11137.433	10423.791	10327.193	11957.449	10117.429	11389.020	12869.202	17647.715
2005	10167.979	8880.034	11326.027	11611.914	11538.243	10891.592	11460.712	12099.296	10999.119	11892.856	13515.574	18666.823
2006	11092.378	9327.899	11754.522	12001.162	12447.689	11554.932	12053.251	12854.140	11706.131	13180.036	13880.805	19752.478
2007	11700.280	10095.105	12453.249	13425.680	12381.020	12993.656	12415.366	13300.817	12625.936	13148.135	14332.536	21050.155
2008	10709.238	10631.802	13233.944	12897.505	12746.122	13391.330	12200.169	13844.205	12606.718	12611.487	14204.535	20075.988
2009	8900.151	10992.507	12700.517	11673.323	13082.198	12258.503	11697.694	13360.907	11913.623	12734.989	14692.595	19410.342
2010	9448.267	10697.785	12696.644	13198.793	13286.096	12482.716	12384.984	13820.269	12020.803	13411.337	14573.963	20572.491
2011	10575.460	10736.719	13661.850	13565.078	14167.265	12766.093	13535.072	14188.551	12754.702	14354.079	15125.302	21132.764
2012	12020.901	11060.510	14945.010	14829.594	13955.261	13934.152	14059.322	14363.724	14181.090	14246.857	15824.508	21946.621
2013	11501.292	12179.888	14527.850	15041.680	14194.506	14585.511	13998.228	15223.790	14454.422	14002.719	16717.582	21977.593
2014	11653.018	12044.795	14741.063	14446.650	15520.232	14773.836	14030.217	15819.974	14468.292	14655.300	17124.191	22954.434
2015	12340.369	12452.944	15250.150	15136.427	15595.044	15208.212	14654.782	16362.261	14586.338	15226.312	17629.639	22494.073
2016	12509.751	12493.500	15958.030	15496.599	15648.657	14774.632	15418.051	16343.768	14589.595	15921.812	17434.543	23063.452
2017	13368.770	12673.898	15592.756	15458.463	16393.439	14990.003	15800.210	16308.366	14924.796	15719.754	17476.672	23998.341
2018	12447.043	12772.502	15955.213	16124.352	15536.449	16634.695	15702.663	16970.031	15056.661	15703.892	18217.076	24510.006
2019	12252.272	13182.614	15606.641	15851.780	16795.438	15825.662	15971.721	16922.764	15418.895	15340.659	18857.384	24153.553
2020	13192.228	13216.241	16730.261	7352.608	5695.244	8038.439	13734.955	14002.104	12144.179	15055.362	17198.921	20975.480
2021	9645.139	12687.912	12212.330	15407.096	17165.934	17480.254	17113.406	18387.082	15344.975	16883.896	19177.172	25234.855
2022	13196.952	13062.871	15473.390	16086.090	18637.545	17614.073	17082.142	17658.365	15952.239	17368.751	19721.194	25162.229
2023	14387.407	13951.894	16834.612	16358.238	18500.411	17696.568	17468.947	18319.652	17162.052	17737.258	19859.023	26058.037

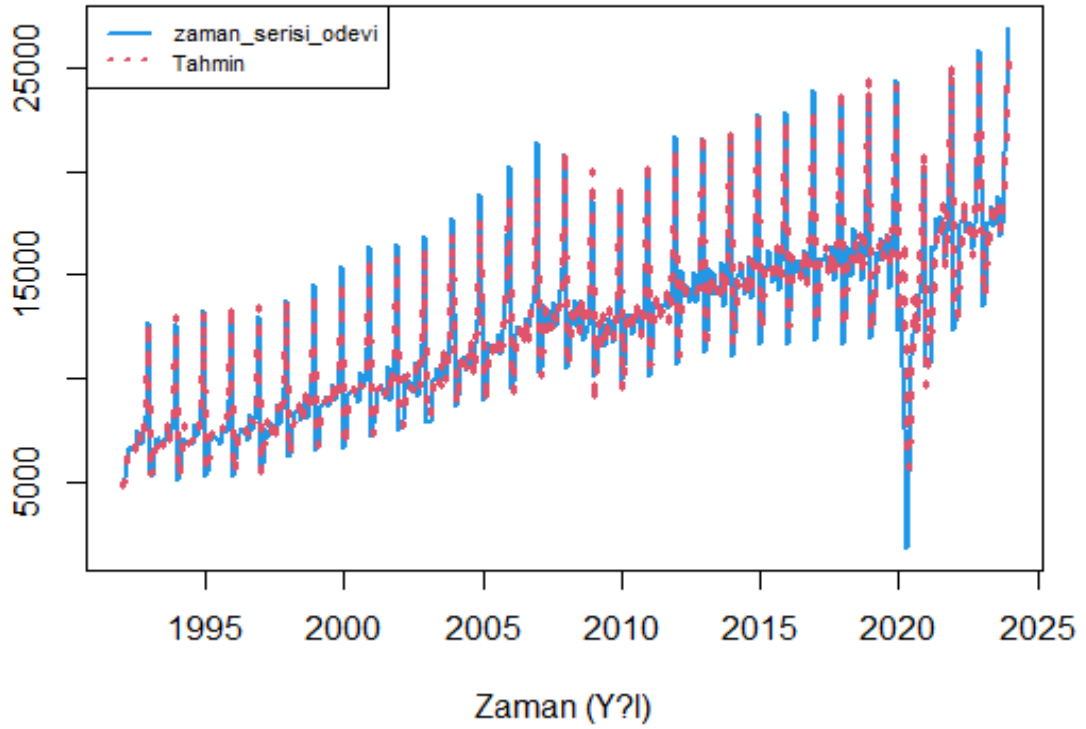
> hata_b	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
1992	4.823566	5.102125	5.938687	6.568251	6.625817	6.363388	6.351962	7.258536	6.622112	7.229690	7.888269
1993	116.599892	-315.918344	194.509923	27.257999	-36.873953	-112.180859	133.568959	-380.988230	268.243296	-233.865099	247.315858
1994	-226.126315	119.223889	519.521297	-755.897400	-1.567523	148.332114	-288.523516	178.645085	-228.118806	-18.631994	156.993247
1995	-524.011282	-6.094248	90.422266	-366.396987	48.034093	-43.256699	-372.407569	49.270445	152.265228	-732.552941	560.753589
1996	-191.550559	409.167504	-305.572987	-230.453475	233.842564	-314.026465	-227.402397	349.459547	-535.454143	177.827740	-187.885988
1997	300.856965	-383.564432	409.298530	-926.012406	661.308670	-492.227777	219.672957	166.957342	-515.451835	261.047781	-158.794832
1998	-130.799061	-133.573969	-62.769903	529.648990	-332.289330	-61.849185	269.027002	-144.756417	-398.467826	480.365612	-181.763940
1999	-460.484398	167.589647	355.801429	25.942525	144.014200	-132.243840	286.030931	-73.878920	52.340405	-11.447406	59.530946
2000	-1074.815464	739.493863	189.459751	33.339775	-30.876555	140.057354	-266.226663	563.995897	89.744810	-261.274905	699.862314
2001	-1005.552094	499.203047	27.189061	65.424745	-139.061075	48.186617	-203.987865	428.468088	-962.883908	512.105791	-43.412136
2002	-795.258715	258.659057	532.400551	-832.346110	355.620416	-105.096663	-103.603876	250.955470	-759.208401	781.377004	-204.002022
2003	-503.569896	-279.049533	232.915199	-63.680427	316.505585	-317.660323	460.289329	-248.223031	80.675592	98.281264	100.074027
2004	-459.251710	364.306524	29.904979	217.221829	-139.433365	-27.790788	468.806722	-577.449451	461.571318	305.979846	-46.202249
2005	-1235.978742	620.966496	417.972687	-67.914279	-36.242516	587.408232	-193.712474	48.703905	142.881396	494.144275	133.425853
2006	-1603.378024	496.100545	393.477520	493.837628	-243.688621	623.068026	53.748768	93.860416	728.868901	-216.035774	494.195249
2007	-1365.280222	435.894711	1109.751216	-668.679981	1041.979985	-187.655817	121.634087	436.182899	-61.935924	60.865248	984.463528
2008	-231.238281	460.197953	-10.944100	-226.504935	1057.878291	-814.330204	613.830864	-91.205416	-716.717988	-31.487420	-48.535029
2009	1221.849316	-478.506894	-942.516848	646.676660	-330.198021	-723.503140	347.305897	-393.907163	-151.622655	287.010556	-852.595067
2010	453.733133	-129.784582	428.355925	-299.792733	-162.096228	-318.716159	292.016061	-656.268823	301.196794	-242.337062	530.037169
2011	-413.460398	633.281119	53.149524	293.922069	-519.264893	504.907358	-120.072362	-299.551342	676.297887	-561.078714	690.697962
2012	-1334.901236	1557.489630	259.989855	-826.594366	637.739285	100.847917	-342.322156	793.275708	-467.089831	0.142825	737.491995
2013	-201.292136	64.112172	841.150254	-933.680378	962.494158	-458.510550	312.772424	412.209983	-988.422213	809.295744	61.417964
2014	-557.018413	70.204537	133.936837	577.350457	150.768031	-709.835625	676.783336	99.025853	-560.291785	587.700063	722.808973
2015	-713.369213	159.055757	228.850495	-16.426623	590.956112	-596.211768	614.217787	-148.261102	-266.338018	385.688039	-215.639018
2016	-889.750525	684.499794	-22.030335	-461.598835	100.342594	282.368459	-60.050922	-167.768317	264.404911	-390.812476	397.456695
2017	-1522.769929	34.102466	198.243615	228.536756	-387.439288	408.996890	-432.209598	42.634437	-214.796153	-362.754088	912.328099
2018	-783.043276	179.498301	449.786919	-1155.351562	1729.551208	-891.695297	226.336613	-352.031063	-333.661298	111.108182	860.924208
2019	-322.271930	-693.613581	549.358921	-7.438399	-143.661910	-53.720892	46.235591	-1074.894641	709.341187	99.615657	
2020	-879.228391	244.758644	-9084.260948	-5561.608084	-195.243733	2999.560699	-1577.954979	-1101.103511	752.820699	-967.362092	-2165.921173
2021	987.861493	-2018.911904	4171.670299	795.904278	558.065523	-170.254436	776.594041	-1139.081802	426.024661	226.103594	1071.828209
2022	-848.951615	112.129020	1985.610270	1532.909983	-453.544850	-575.072682	157.857797	-131.364773	303.761416	67.249385	587.805725
2023	-859.407152	299.105792	702.388156	1095.761531	-215.411130	-343.568481	474.053458	470.348269	-320.051603	-302.258205	1088.976705

Dec
1992 12.379841
1993 -303.213535

Gerçek Veriler ve Tahminlerin Görselleştirilmesi

Bu satırlar, zaman serisinin orijinal verilerini ve modelin tahminlerini görselleştirir:

- plot fonksiyonu, gerçek zaman serisini (gerçek veriler) yeşil renkte çizer.
- lines fonksiyonu, tahmin edilen değerleri (modelin tahminleri) kırmızı renkte çizer.
- legend, grafiğin sol üst kısmında iki farklı çizgi için bir açıklama ekler.



Yukarıda görüldüğü üzere mevcut verilerimizin zaman serisi olarak yayılımı ve yaptığımız modellemelerden elde ettiğimiz tahminlerin doğruluğunu ölçmek amacıyla hazırladığımız bir grafik yer almaktadır.

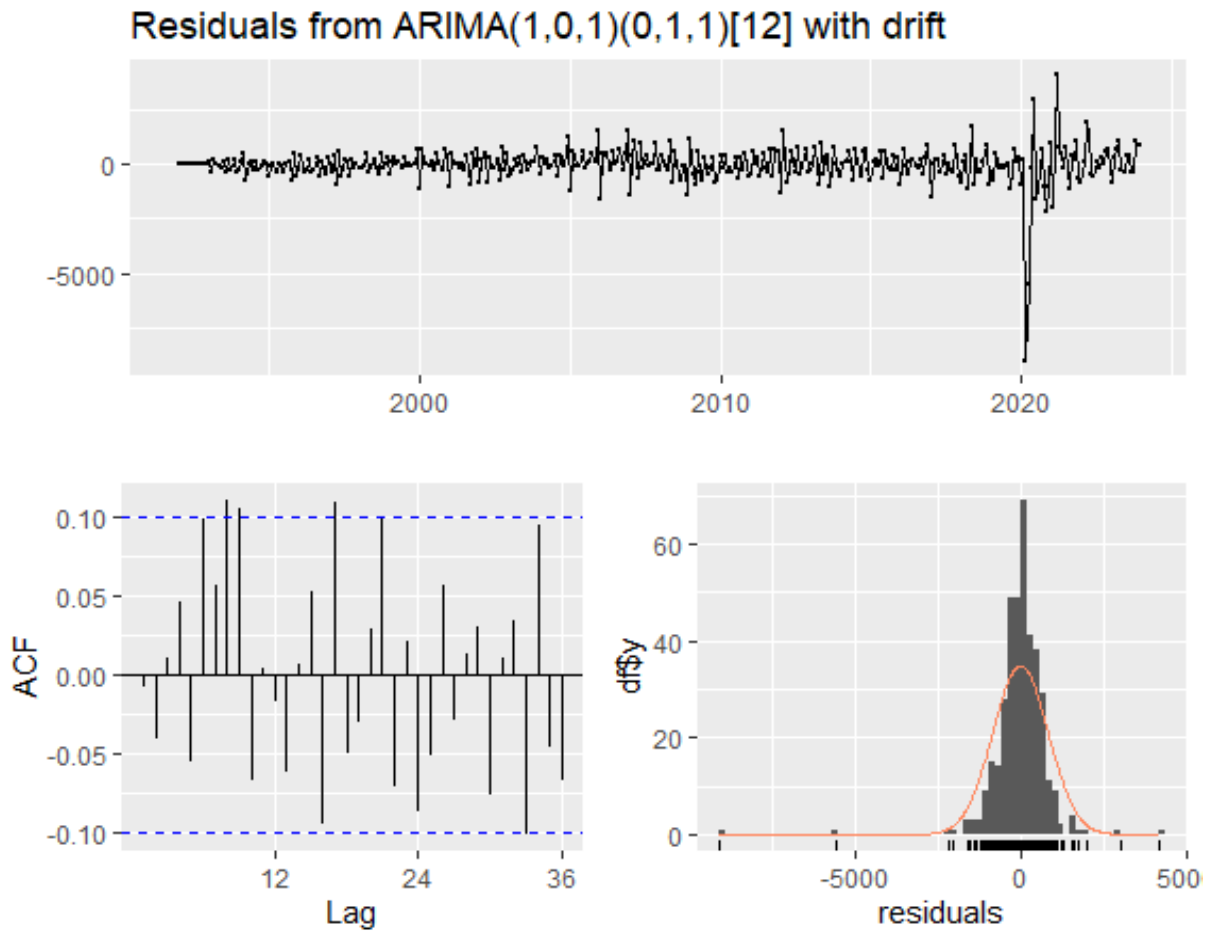
Grafiğe baktığımızda yaptığımız modellemenin tahminleri çok yüksek oranda doğruluk içermekte ve uyuşmaktadır. Gerek dalgalanmalar gerek verinin dağılımının değiştiği noktalarda dahi yüksek bir tahmin gücü elde edilmiştir.

Öngörü(gelecek tahmini)

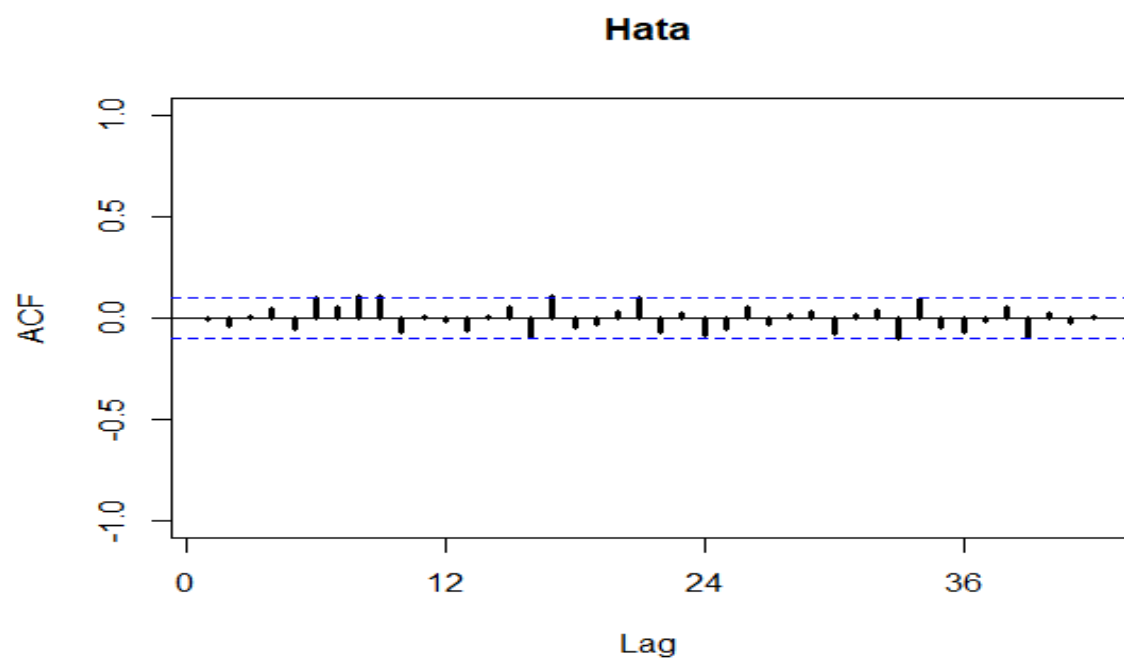
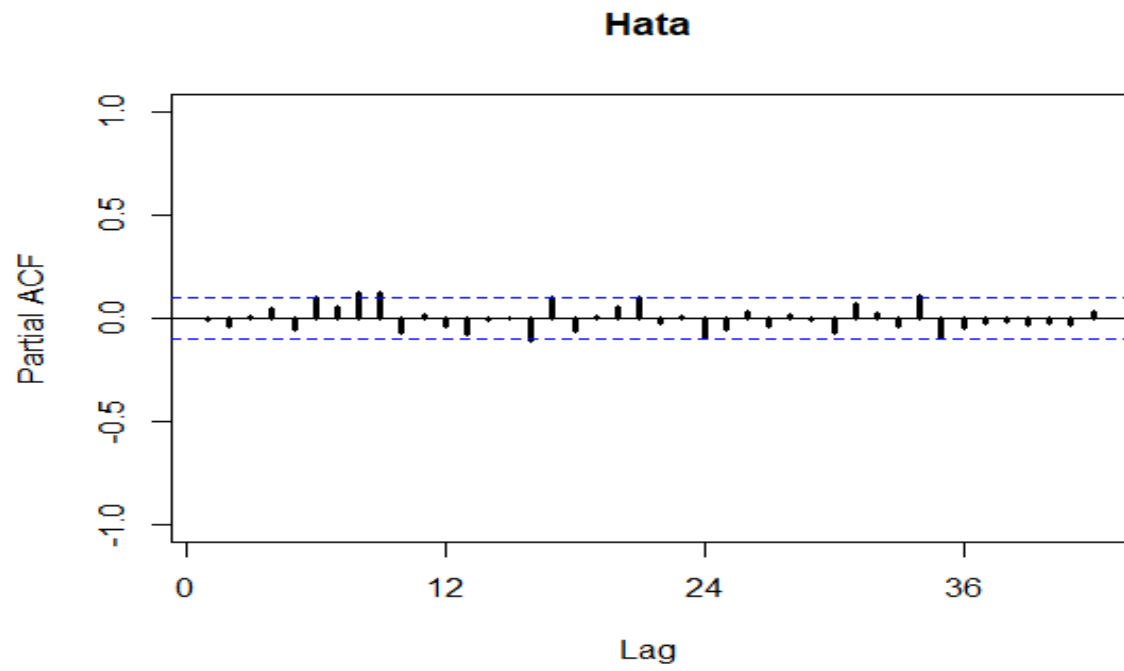
Kurduğumuz model üzerinden gelecek yılın bazı aylarında ki satış tahmini yapılmıştır.

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
Jan 2024	15126.47	14036.57	16216.37	13459.61	16793.33
Feb 2024	15418.74	13896.53	16940.95	13090.72	17746.76
Mar 2024	17841.64	16151.33	19531.94	15256.53	20426.74
Apr 2024	16769.57	15004.52	18534.62	14070.17	19468.98
May 2024	17843.36	16043.67	19643.05	15090.97	20595.75
Jun 2024	17465.39	15649.36	19281.42	14688.02	20242.76
Jul 2024	17834.95	16011.17	19658.74	15045.71	20624.19

Yukarıda da görüldüğü üzere kullandığımız model ve hata hesaplamaları sonucunda 2024 yılının ilk 7 ayı için tahmini hesap aralıkları sağlanmıştır.



Autocorrelation (ACF) ve Partial Autocorrelation (PACF) Grafikleri



Rstudio Kodlama Görselleri

```
1 rm(list = ls())
2
3 install.packages("fpp")
4 install.packages("forecast")
5
6 library(fpp)
7 library(forecast)
8 library(lmtest)
9
10 library(readxl)
11 zaman_serisi_odevi <- read_excel("C:/Users/pc/Desktop/zaman_serisi_odevi/zaman_serisi_odevi.xlsx")
12 view(zaman_serisi_odevi)
13
14 # Tarih sütununu Date formatına dönüştürün
15 zaman_serisi_odevi$observation_date <- as.Date(zaman_serisi_odevi$observation_date, format="%Y-%m-%d")
16
17
18 # Zaman serisini oluşturun (yıllık frekans, 12 ayda bir döngü)
19 zaman_serisi_odevi_ts <- ts(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, start=c(1992, 01), frequency=12)
20 zaman_serisi_odevi_ts
21
22 # zaman serisi grafiği çizelim.
23 ts.plot(zaman_serisi_odevi_ts, gpars=list(xlab="zaman", ylab="zaman_serisi_odevi"))
24
25
26 # ACF ve PACF grafiklerini çizdirelim:
27
28 library(forecast)
29
30 # ACF grafiği ile başlık ekleme
31 acf(zaman_serisi_odevi_ts, lag.max = 42, ylim = c(-1, 1), lwd = 3, main = "Otomatik Korelasyon Fonksiyonu (ACF)")
32
33 # PACF grafiği ile başlık ekleme
34 pacf(zaman_serisi_odevi_ts, lag.max = 42, ylim = c(-1, 1), lwd = 3, main = "Kısmi Otomatik Korelasyon Fonksiyonu (PACF)")
35
36
37 # trend mevcut. Tüketim serisinin trend bileşeni regresyon analizi yardımı ile oluşturulur.
38 zaman_serisi_odevi_trend <- tslm(zaman_serisi_odevi_ts~trend)
39 zaman_serisi_odevi_trend
40
41 # fitted values=original serinin trend bileşeni
42 periyot <- zaman_serisi_odevi_ts - zaman_serisi_odevi_trend[["fitted.values"]] # serinin periyoduna sahip mevsimsel bileşen serisi
43 periyot
44
45 # veya
46 # periyot <- Tüketim_ts - Tüketim_trend$fitted.values
47
48 # serinin periyoduna sahip mevsimsel bileşen serisinin ACF grafiğinden periyodu bulalım:
49 acf(periyot, lag.max = 42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
50
51
52 # Merkezsel Hareketli Ortalama hesabı
53 zaman_serisi_odevi_1_ts <- ma(zaman_serisi_odevi_ts, order = 12, centre = TRUE) # germe sayısı=12
54 zaman_serisi_odevi_1_ts
55
56 # mevsimsel bileşenin bulunusu (hata terimi de mevcut)
57 Mevsim <- zaman_serisi_odevi_ts - zaman_serisi_odevi_1_ts
58 Mevsim
59
60
61 # Mevsim serisinin ortalamaları
62 donemort <- t(matrix(data=Mevsim, nrow = 12, ncol=32))
63
64 colMeans(donemort, na.rm = T)
65 sum(colMeans(donemort, na.rm = T))
66 mean(colMeans(donemort, na.rm = T))
67
68
69 # mevsimsel endeks değerlerinin bulunusu
70 endeks <- colMeans(donemort, na.rm = T) - mean(colMeans(donemort, na.rm = T))
71 endeks
72
73 # endeks değerlerini seri boyunca yazdırma işlemi
74 indeks <- matrix(data = endeks, nrow = 384)
75
76
77 # extra olarak indeks değerlerini seri boyunca yazdırmak istersek,
78 # indeks_alternatif <- decompose(Tuketim_ts, "additive") kodu kullanılır.
79
80
81
82 # trend bileşeni bulalım (hata terimi de mevcut)
83 trenthata <- zaman_serisi_odevi_ts - indeks
84 trenthata
85
86
87 # zaman serisinin trend değerlerini oluşturun
88 trend <- time(zaman_serisi_odevi_ts)
89
90
91 # Trend'i zaman serisi formatına dönüştürme
92 trend_ts <- ts(trend, start = start(trenthata), frequency = frequency(trenthata))
93 trend_ts
94
95
96 # Doğrusal regresyon modelini kurma (tslm yerine lm kullanarak)
97 trend <- lm(trenthata ~ trend_ts)
98
99
100 # tahmin serisini bulalım: (mevsimsel endeks+saf trend serisi)
101 tahmin <- indeks + trend[["fitted.values"]]
102 tahmin
103
104 # hata serisini bulalım:
105 hata <- zaman_serisi_odevi_ts - tahmin
106 hata
```

```

207
208
209 #hata serisi
210 hata1<- zaman_serisi_odevi_ts-tahmini
211 hata1
212
213
214 # HATALAR AK GÜRÜLTÜ MÜ ?
215
216 # ACF ve PACF Grafikleri
217 par(mfrow=c(2,1)) # Grafik düzeni: 2 satır, 1 sütun
218
219 # ACF Grafiği
220 acf_plot <- Acf(hata1, main="ACF: Hata", lag.max=42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
221 abline(h=c(-1.96/sqrt(length(hata1)), 1.96/sqrt(length(hata1))), col="red", lty=2) # Güven sınırları
222
223 # PACF Grafiği
224 pacf_plot <- Pacf(hata1, main="PACF: Hata", lag.max=42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
225 abline(h=c(-1.96/sqrt(length(hata1)), 1.96/sqrt(length(hata1))), col="red", lty=2) # Güven sınırları
226
227
228
229
230
231 #uygulama 5
232 #####
233 ##Toplamsal model
234
235
236
237 t<-1: 384 #t terimini olusturalim
238
239 sin1<-sin(2*3.1416*t/12)
240 cos1<-cos(2*3.1416*t/12)
241
242 veriseti<-as.data.frame(cbind(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, t, sin1, cos1))
243
244 names(veriseti)<- c("y", "t", "sin1", "cos1")
245 attach(veriseti)
246
247 regresyon.model1<-lm(y~t+sin1+cos1)
248 summary(regresyon.model1)
249
250
251
252 #####3"Y
253
254 sin2<-t*sin(2*3.1416*t/12)
255 cos2<-t*cos(2*3.1416*t/12)
256
257
258 veriseti2<-as.data.frame(cbind(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, t, sin1, cos1, sin2, cos2))
259
260 names(veriseti2)<- c("y", "t", "sin1", "cos1", "sin2", "cos2")
261
816 (Top Level) :

```

```

102
103 #hata serisini bulalım:
104 hata<- zaman_serisi_odevi_ts-indeks-trent[["fitted.values"]]
105 hata
106
107
108 #####Modelin Guvenilirligi#####
109
110
111 #Toplamsal modelin ele alınan seri üzerinde geçerli bir model olup olmadığını kontrol edelim
112 #(yani tahminleri güvenilir mi???)
113
114
115 # zaman serisi matrisini vektöre dönüştür
116 zaman_serisi_v <- as.vector(t(zaman_serisi_odevi_ts)) # Sütunları birleştirerek vektör haline getir
117
118 # Başlangıç ve frekans bilgisiyile zaman serisine dönüştür
119 start_year <- as.numeric(colnames(zaman_serisi_odevi_ts)[1]) # ilk sütundaki yıl
120 zaman_serisi_ts <- ts(zaman_serisi_v, start=c(start_year, 1), frequency=12) # Aylık frekans (12)
121
122 # Tahmin serisini zaman serisi haline getir
123 tahmin_ts <- ts(tahmin, start=start(zaman_serisi_ts), frequency=frequency(zaman_serisi_ts))
124 tahmin_ts
125
126 # Orijinal zaman serisi ve tahmini çiz
127 plot(zaman_serisi_ts, xlab="Zaman", ylab="", lty=1, col=4, lwd=2,
128      ylim=range(c(zaman_serisi_ts, tahmin_ts), na.rm=TRUE)) # Y eksenini iki seriye göre ayarla
129 lines(tahmin_ts, lty=3, col=2, lwd=3) # Tahmin serisini ekle
130
131 # Legend ekle
132 legend("topleft", c("Zaman Serisi Ödevi", "Tahmin"), lwd=c(2, 2), lty=c(1, 3), cex=0.8, col=c(4, 2))
133
134
135
136
137 # ACF ve PACF Grafikleri
138 par(mfrow=c(2,1)) # Grafik düzeni: 2 satır, 1 sütun
139
140 # ACF Grafiği
141 acf_plot <- Acf(hata, main="ACF: Hata", lag.max=42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
142 abline(h=c(-1.96/sqrt(length(hata)), 1.96/sqrt(length(hata))), col="red", lty=2) # Güven sınırları
143
144 # PACF Grafiği
145 pacf_plot <- Pacf(hata, main="PACF: Hata", lag.max=42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
146 abline(h=c(-1.96/sqrt(length(hata)), 1.96/sqrt(length(hata))), col="red", lty=2) # Güven sınırları
147
148
149
150
151
152 #####Carpımsal Ayırıştırma Yöntemi
153
154 #mevsimsel bileşeni bulunması (Zt/MHO) (hata terimi de mevcut)
155 mevsim1 <- zaman_serisi_odevi_ts/zaman_serisi_odevi_1_ts
156
816 (Top Level) :

```

```
301
302
303 veriseti3<-as.data.frame(cbind(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, t, s1, c1))
304
305 names(veriseti3)<- c("y", "t", "s1", "c1")
306 attach(veriseti3)
307
308 regresyon.model3<-lm(y~t+s1+c1)
309 summary(regresyon.model3)
310
311 #####3"Y
312
313 s2<-t*sin(2*3.1416*t/12)
314 c2<-t*cos(2*3.1416*t/12)
315
316
317 veriseti4<-as.data.frame(cbind(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, t, s1, c1, s2, c2))
318
319 names(veriseti4)<- c("y", "t", "s1", "c1", "s2", "c2")
320 attach(veriseti4)
321
322 regresyon.model4<-lm(y~t+s1+c1+s2+c2)
323 summary(regresyon.model4)
324
325 #s2 ve c2 anlamsız, modelde sadece t, c1, s1 yer alır. Tekrar 3.modele donuyoruz.
326
327 ##durbin-watson testi
328 dwtest(y~t+s1+c1+s2+c2)
329
330 #3.model için tahmin serisi, hata serisi ve tahminin alt ve üst sınırlarına ait seriler
331 tahmin3<-predict(regresyon.model4)
332 sinir3<-predict(regresyon.model4, interval = 'confidence', level = .95)
333 hata3<-resid(regresyon.model4)
334
335
336 plot(window(y),
337       xlab="", ylab="", type="l", lty=3, col=2, lwd=2)
338 lines(window(sinir3[,2]), type="l", lty=1, col=4, lwd=2)
339 lines(window(sinir3[,3]), type="l", lty=1, col=3, lwd=2)
340 legend("topleft",c(expression(paste(zaman_serisi_odevi)),
341                     expression(paste(Altsinir))),
342       lwd=c(2,2,2),lty=c(3,1,1), cex=0.7, col=c(2,4,3))
343
344 #Hatalar akurultu mu?
345 Acf(hata3,lag.max = 42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
346
347 #Box-Ljung
348 Box.test(hata3, lag = 24, type = "Ljung")
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
```

```
252
253 #####3"Y
254 sin2<-t*sin(2*3.1416*t/12)
255 cos2<-t*cos(2*3.1416*t/12)
256
257
258 veriseti2<-as.data.frame(cbind(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, t, sin1, cos1, sin2, cos2))
259
260 names(veriseti2)<- c("y", "t", "s1", "c1", "s2", "c2")
261 attach(veriseti2)
262
263 regresyon.model2<-lm(y~t+sin1+cos1+sin2+cos2)
264 summary(regresyon.model2)
265
266 #sin2 ve cos2 anlamsız, modelde sadece t, cos1, sin1 yer alır. Tekrar 1.modele donuyoruz.
267
268 ##durbin-watson testi
269 dwtest(y~t+sin1+cos1)
270
271 #1. model için tahmin serisi, hata serisi ve tahminin alt ve üst sınırlarına ait seriler
272 tahmin1<-predict(regresyon.model1)
273 sinir1<-predict(regresyon.model1, interval = 'confidence', level = .95)
274 tahmin1
275 sinir1
276 hata1<-resid(regresyon.model1)
277 hata1
278
279
280 plot(window(y),
281       xlab="", ylab="", type="l", lty=3, col=2, lwd=2)
282 lines(window(sinir1[,2]), type="l", lty=1, col=4, lwd=2)
283 lines(window(sinir1[,3]), type="l", lty=1, col=3, lwd=2)
284 legend("topleft",c(expression(paste(zaman_serisi_odevi)),
285                     expression(paste(Altsinir))),
286       lwd=c(2,2,2),lty=c(3,1,1), cex=0.7, col=c(2,4,3))
287
288 #Hatalar akurultu mu?
289 Acf(hata1,lag.max = 42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
290
291 #Box-Ljung
292 Box.test(hata1, lag = 24, type = "Ljung")
293
294
295
296 #####4"Y
297 #####4"Y model
298
299 s1<-t*sin(2*3.1416*t/12)
300 c1<-t*cos(2*3.1416*t/12)
301
302
303 veriseti3<-as.data.frame(cbind(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, t, s1, c1))
304
305 names(veriseti3)<- c("y", "t", "s1", "c1")
306 attach(veriseti3)
307
308 regresyon.model3<-lm(y~t+s1+c1)
309 summary(regresyon.model3)
310
311 #####3"Y
312
313 s2<-t*sin(2*3.1416*t/12)
314 c2<-t*cos(2*3.1416*t/12)
315
316
317 veriseti4<-as.data.frame(cbind(zaman_serisi_odevi$MRTSSM4481USN, t, s1, c1, s2, c2))
318
319 names(veriseti4)<- c("y", "t", "s1", "c1", "s2", "c2")
320 attach(veriseti4)
321
322 regresyon.model4<-lm(y~t+s1+c1+s2+c2)
323 summary(regresyon.model4)
324
325 #s2 ve c2 anlamsız, modelde sadece t, c1, s1 yer alır. Tekrar 3.modele donuyoruz.
326
327 ##durbin-watson testi
328 dwtest(y~t+s1+c1+s2+c2)
329
330 #3.model için tahmin serisi, hata serisi ve tahminin alt ve üst sınırlarına ait seriler
331 tahmin3<-predict(regresyon.model4)
332 sinir3<-predict(regresyon.model4, interval = 'confidence', level = .95)
333 hata3<-resid(regresyon.model4)
334
335
336 plot(window(y),
337       xlab="", ylab="", type="l", lty=3, col=2, lwd=2)
338 lines(window(sinir3[,2]), type="l", lty=1, col=4, lwd=2)
339 lines(window(sinir3[,3]), type="l", lty=1, col=3, lwd=2)
340 legend("topleft",c(expression(paste(zaman_serisi_odevi)),
341                     expression(paste(Altsinir))),
342       lwd=c(2,2,2),lty=c(3,1,1), cex=0.7, col=c(2,4,3))
343
344 #Hatalar akurultu mu?
345 Acf(hata3,lag.max = 42, ylim=c(-1,1), lwd=3)
346
347 #Box-Ljung
348 Box.test(hata3, lag = 24, type = "Ljung")
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
```

Kaynakça

- **Kitap Kaynağı:** Kadılar, Prof. Dr. Cem ve Çekim, Doç. Dr. Hatice Öncel. *Zaman Serileri Analizine Giriş*. [Yayınevi Adı, Yıl].
- **Kod Kaynağı:** Hacettepe Üniversitesi, "Zaman Serileri Analizine Giriş" dersine ait uygulamalı SPSS ve R kodları. Erişim: <https://hadi.hacettepe.edu.tr/course/view.php?id=80595>.
- **Veri Kaynağı:** Federal Reserve Bank of St. Louis. (n.d.). MRTSIM448USN: Real Money Stock, M1 for the United States (Veri seti). FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis. Erişim tarihi: 16 Aralık 2024, <https://fred.stlouisfed.org/series/MRTSIM448USN>.