



**ŞEKER PANCARI ÜRETİMİNDE LİDER İLLER VE
TÜRKİYE’NİN 2024-2027 DÖNEMİNDEKİ
ÜRETİMLERİNİN ARIMA MODELİYLE TAHMİNİ**

Eylül AKAN

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU

Yüksek Lisans Tezi

Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır)

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM EKONOMİSİ ANA BİLİM DALI

**ŞEKER PANCARI ÜRETİMİNDE LİDER İLLER VE TÜRKİYE’NİN 2024-2027
DÖNEMİNDEKİ ÜRETİMLERİNİN ARIMA MODELİYLE TAHMİNİ**

Estimation of the Amount of Sugar Beet Production in Türkiye in the Period 2024-2027 with
The Arima Model

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Eylül AKAN

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU

Erzurum
Eylül, 2025



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Prof.Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU danışmanlığında Eylül AKAN tarafından hazırlanan “**TÜRKİYE ŞEKER PANCARI ÜRETİMİNİN 2023-2027 DÖNEMİNDEKİ ÜRETİM MİKTARININ ARIMA MODELİYLE TAHMİNİ**” başlıklı çalışma 24/09/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarım Ekonomisi - Anabilim Dalı Tarım Ekonomisi Bilim Dalı'nda **Yüksek Lisans** tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof.Dr. Murat KÜLEKÇİ <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi (Danışman):	Prof.Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU <i>ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza
Jüri Üyesi:	Doç.Dr. DENİZ SARICA <i>ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ</i>	e-imza

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

25/09/2025
Prof.Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü
e-imza



ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU danışmanlığında sunulan “Şeker Pancarı Üretiminde Lider İller ve Türkiye’nin 2024-2027 Dönemindeki Üretimlerinin ARIMA Modeliyle Tahmini” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	9	30
Kuramsal Temeller	5	30
Materyal ve Yöntem	18	35
Bulgular	14	20
Tartışma	1	20
Tezin Geneli	14	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5’ten büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Eylül AKAN	Prof. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU
24.9.2025	24.9.2025
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve öğrenciliğim sürecinde akademik bilgisini ve emeklerini esirgemeyen başta kıymetli danışmanım Prof. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU ve diğer hocalarıma, hayatım boyunca yanımda olan değerli aileme, eğitim sürecim boyunca her konuda destek veren babam Mehmet Halis AKAN’a, beni ben yapan her konuda güçlü olmamı sağlayan sevgisi ile güç veren annem Aynur AKAN’a ve beni bu yolda yalnız bırakmayan Mustafa ÖZGERİŞ’e teşekkürlerimi sunarım.

Eylül AKAN



ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEKER PANCARI ÜRETİMİNDE LİDER İLLER VE TÜRKİYE’NİN 2024-2027 DÖNEMİNDEKİ ÜRETİMLERİNİN ARIMA MODELİYLE TAHMİNİ

Eylül AKAN

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU

Amaç: Şeker pancarı, endüstriyel şeker üretiminde rafinasyon işlemlerinden geçen önemli bir kültür bitkisi. Ekonomik değerinin yanı sıra katma değeri yüksek, çeşitli girdilere ve istihdama katkı sağlayan bir üründür. Yüksek şeker içeriği nedeniyle hem gıda hem de hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, 2024-2027 dönemi için Türkiye’deki şeker pancarı üretimindeki ilk 10 il ve Türkiye toplamı için üretim miktarlarının tahmini amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmanın ana verileri TÜİK’ten elde edilmiştir. Ayrıca çeşitli ulusal ve uluslararası kaynaklardan, makale, kitap, tez ve raporlardan yararlanılmıştır. 1991-2023 yıllarına ait 33 yıllık şeker pancarı üretim verileri, SAS programında ARIMA yöntemiyle analiz edilmiştir.

Bulgular: Türkiye genelinde şeker pancarı üretiminde ilk sırada %28,19 ile Konya yer alırken, onu %8 ile Yozgat ve %5,9 ile Eskişehir izlemektedir. Tahmin sonuçlarına göre, 2019-2023 döneminde ilk on ilin üretimdeki payı %73,51 iken, 2024-2027 için bu oranın %74,80’e çıkması beklenmektedir. Üretimi artan iller arasında Konya, Aksaray, Kahramanmaraş, Kayseri ve Sivas yer alırken; Yozgat, Eskişehir, Afyonkarahisar ve Tokat’ta düşüş öngörülmektedir. Bu düşüş özellikle özelleştirme yapılan illerde yoğunlaşmaktadır. Ankara’da ise üretimin sabit kalacağı tahmin edilmektedir.

Sonuç: İncelenen iller, Türkiye üretiminde belirleyici rol oynamakta olup, üretim trendleri bölgesel politikalar ve yatırımlar çerçevesinde dikkatle izlenmelidir. Verimliliği artırmak ve düşüş eğilimindeki illeri desteklemek amacıyla bölgesel tarım politikaları yeniden değerlendirilerek yerel ihtiyaçlara uygun teşvik mekanizmaları geliştirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Özelleştirme, Şeker Pancarı Fabrikası, Şeker Pancarı Üretimi, Zaman Serisi

Eylül 2025, 145 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

LEADING PROVINCES IN SUGAR BEET PRODUCTION AND FORECAST OF TÜRKİYE'S PRODUCTION FOR THE 2024–2027 PERIOD USING THE ARIMA MODEL

Eylül AKAN

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Semih UZUNDUMLU

Purpose: Sugar beet is a cultivated crop processed through refining for industrial sugar production. Beyond its economic value, it contributes significantly to added value, inputs, and employment. Due to its high sugar content, it is used both as a food source and animal feed. This study aims to forecast sugar beet production amounts in major producing ten provinces, and Türkiye as a whole for the 2024–2027 period.

Method: The main data were obtained from TurkStat. Additional national and international sources, including articles, books, theses, and reports were also utilized. Sugar beet production data from 1991 to 2023 (33 years) were analyzed using the ARIMA statistical method in the SAS software.

Findings: Konya ranks first in sugar beet production across Türkiye with a share of 28.19%, followed by Yozgat with 8% and Eskişehir with 5.9%. According to forecast results, the top ten provinces accounted for 73.51% of total production during the 2019–2023 period, and this share is expected to increase to 74.80% for the 2024–2027 period. Among the provinces with increasing production are Konya, Aksaray, Kahramanmaraş, Kayseri, and Sivas, while a decline is projected in Yozgat, Eskişehir, Afyonkarahisar, and Tokat. Notably, this decline is concentrated in provinces where privatization has taken place. In Ankara, production is expected to remain stable.

Conclusion: The provinces under study play a decisive role in Türkiye's overall production, and production trends should be closely monitored within the framework of regional policies and investments. In order to increase productivity and support provinces with declining trends, regional agricultural policies should be re-evaluated, and incentive mechanisms tailored to local needs should be developed.

Keywords: Customization, Sugar Beet Factory, Sugar Beet Production, Time Series

September 2025, 145 pages

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
GİRİŞ	1
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	1
Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	5
KURAMSAL TEMELLER	6
MATERYAL ve YÖNTEM	13
Materyal	13
Yöntem.....	13
ARIMA Yöntemi.....	13
ARAŞTIRMA BULGULARI	19
2024-2027 Yılı Şeker Pancarı Üretim Tahminleri	19
Türkiye için yapılan tahminler	19
Konya için yapılan tahminler	28
Yozgat için yapılan tahminler.....	37
Eskişehir için yapılan tahminler	46
Kayseri için yapılan tahminler.....	55
Afyonkarahisar için yapılan tahminler	64
Ankara için yapılan tahminler	73
Kahramanmaraş için yapılan tahminler	82
Aksaray için yapılan tahminler.....	91
Sivas için yapılan tahminler.....	100
Tokat için yapılan tahminler	108
TARTIŞMA ve SONUÇ.....	118

Sonuç ve Öneriler	121
KAYNAKLAR.....	124
ÖZGEÇMİŞ.....	128



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye için Parametre Tahminleri 1	20
Tablo 2. Türkiye için Parametre Tahminleri 2	21
Tablo 3. Türkiye için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	21
Tablo 4. Türkiye için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri.....	21
Tablo 5. Türkiye için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	23
Tablo 6. Türkiye için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri.....	24
Tablo 7. Türkiye için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	24
Tablo 8. Türkiye için Korelasyon Parametre Tahmini.....	25
Tablo 9. Türkiye için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	25
Tablo 10. Türkiye için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	27
Tablo 11. Konya için Parametre Tahminleri 1	29
Tablo 12. Konya için Parametre Tahminleri 2	30
Tablo 13. Konya için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	30
Tablo 14. Konya için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri.....	31
Tablo 15. Konya için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	32
Tablo 16. Konya için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri.....	33
Tablo 17. Konya için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	33
Tablo 18. Konya için Korelasyon Parametre Tahmini.....	34
Tablo 19. Konya için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	34
Tablo 20. Konya için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	36
Tablo 21. Yozgat için Parametre Tahminleri 1	38
Tablo 22. Yozgat için Parametre Tahminleri 2	39
Tablo 23. Yozgat için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	39
Tablo 24. Yozgat için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri.....	40
Tablo 25. Yozgat için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	41
Tablo 26. Yozgat için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri	42
Tablo 27. Yozgat için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	42
Tablo 28. Yozgat için Korelasyon Parametre Tahmini.....	43
Tablo 29. Yozgat için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	43
Tablo 30. Yozgat için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	45
Tablo 31. Eskişehir için Parametre Tahminleri 1	47

Tablo 32. Eskişehir için Parametre Tahminleri 2	48
Tablo 33. Eskişehir için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	48
Tablo 34. Eskişehir için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	48
Tablo 35. Eskişehir için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	50
Tablo 36. Eskişehir için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri	50
Tablo 37. Eskişehir için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	51
Tablo 38. Eskişehir için Korelasyon Parametre Tahmini	51
Tablo 39. Eskişehir için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	52
Tablo 40. Eskişehir için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	54
Tablo 41. Kayseri için Parametre Tahminleri 1	56
Tablo 42. Kayseri için Parametre Tahminleri 2	57
Tablo 43. Kayseri için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	57
Tablo 44. Kayseri için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	57
Tablo 45. Kayseri için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	59
Tablo 46. Kayseri için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri	60
Tablo 47. Kayseri için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	60
Tablo 48. Kayseri için Korelasyon Parametre Tahmini	61
Tablo 49. Kayseri için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	61
Tablo 50. Kayseri için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	63
Tablo 51. Afyonkarahisar için Parametre Tahminleri 1	65
Tablo 52. Afyonkarahisar için Parametre Tahminleri 2	66
Tablo 53. Afyonkarahisar için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	66
Tablo 54. Afyonkarahisar için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	67
Tablo 55. Afyonkarahisar için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	68
Tablo 56. Afyonkarahisar için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri	69
Tablo 57. Afyonkarahisar için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	69
Tablo 58. Afyonkarahisar için Korelasyon Parametre Tahmini	70
Tablo 59. Afyonkarahisar için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	70
Tablo 60. Afyonkarahisar için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	72
Tablo 61. Ankara için Parametre Tahminleri 1	74
Tablo 62. Ankara için Parametre Tahminleri 2	75
Tablo 63. Ankara için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	75
Tablo 64. Ankara için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	76
Tablo 65. Ankara için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	77
Tablo 66. Ankara için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri	78

Tablo 67. Ankara için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini.....	78
Tablo 68. Ankara için Korelasyon Parametre Tahmini	79
Tablo 69. Ankara için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	79
Tablo 70. Ankara için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	81
Tablo 71. Kahramanmaraş için Parametre Tahminleri 1	83
Tablo 72. Kahramanmaraş İçin Parametre Tahminleri 2	84
Tablo 73. Kahramanmaraş İçin Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	84
Tablo 74. Kahramanmaraş için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	84
Tablo 75. Kahramanmaraş için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	86
Tablo 76. Kahramanmaraş için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri.....	87
Tablo 77. Kahramanmaraş için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini.....	87
Tablo 78. Kahramanmaraş için Korelasyon Parametre Tahmini	88
Tablo 79. Kahramanmaraş için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü.....	88
Tablo 80. Kahramanmaraş için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri ..	90
Tablo 81. Aksaray için Parametre Tahminleri 1	92
Tablo 82. Aksaray için Parametre Tahminleri 2.....	93
Tablo 83. Aksaray için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler.....	93
Tablo 84. Aksaray için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	94
Tablo 85. Aksaray için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	95
Tablo 86. Aksaray için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri	96
Tablo 87. Aksaray için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	96
Tablo 88. Aksaray için Korelasyon Parametre Tahmini	97
Tablo 89. Aksaray için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	97
Tablo 90. Aksaray için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri.....	99
Tablo 91. Sivas için Parametre Tahminleri 1	101
Tablo 92. Sivas için Parametre Tahminleri 2	101
Tablo 93. Sivas için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	102
Tablo 94. Sivas için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri.....	102
Tablo 95. Sivas için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	104
Tablo 96. Sivas için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri.....	104
Tablo 97. Sivas için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	105
Tablo 98. Sivas için Korelasyon Parametre Tahmini.....	105
Tablo 99. Sivas için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	105
Tablo 100. Sivas için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri	107
Tablo 101. Tokat için Parametre Tahminleri 1	109

Tablo 102. Tokat için Parametre Tahminleri 2.....	110
Tablo 103. Tokat için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler	110
Tablo 104. Tokat için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri	110
Tablo 105. Tokat için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri	112
Tablo 106. Tokat için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri	113
Tablo 107. Tokat için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini	113
Tablo 108. Tokat için Korelasyon Parametre Tahmini	114
Tablo 109. Tokat için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü	114
Tablo 110. Tokat için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri.....	116



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1991-2023 üretim döneminde Türkiye şeker pancarı üretimi	19
Şekil 2. Türkiye şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	20
Şekil 3. Türkiye için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	23
Şekil 4. Türkiye için kalıntı korelasyon göstergeleri	26
Şekil 5. Türkiye için kalıntıların normallik kontrolü	27
Şekil 6. 1991-2027 yıllarında Türkiye'nin şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	28
Şekil 7. 1991-2023 üretim döneminde Konya şeker pancarı üretimi (bin ton)	28
Şekil 8. Konya şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	29
Şekil 9. Konya için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	32
Şekil 10. Konya için kalıntı korelasyon göstergeleri	35
Şekil 11. Konya için kalıntıların normallik kontrolü	36
Şekil 12. 1991-2027 yıllarında Konya'nın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	37
Şekil 13. 1991-2023 üretim döneminde Yozgat şeker pancarı üretimi (bin ton)	37
Şekil 14. Yozgat şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	38
Şekil 15. Yozgat için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	41
Şekil 16. Yozgat için kalıntı korelasyon göstergeleri	44
Şekil 17. Yozgat için kalıntıların normallik kontrolü	45
Şekil 18. 1991-2027 yıllarında Yozgat'ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	46
Şekil 19. 1991-2023 üretim döneminde Eskişehir şeker pancarı üretimi (bin ton)	46
Şekil 20. Eskişehir şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	47
Şekil 21. Eskişehir için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	49
Şekil 22. Eskişehir için kalıntı korelasyon göstergeleri	53
Şekil 23. Eskişehir için kalıntıların normallik kontrolü	54
Şekil 24. 1991-2027 yıllarında Eskişehir'in şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	55
Şekil 25. 1991-2023 üretim döneminde Kayseri şeker pancarı üretimi (bin ton)	55
Şekil 26. Kayseri şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	56
Şekil 27. Kayseri için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	59
Şekil 28. Kayseri için kalıntı korelasyon göstergeleri	62
Şekil 29. Kayseri için kalıntıların normallik kontrolü	63
Şekil 30. 1991-2027 yıllarında Kayseri'nin şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	64
Şekil 31. 1991-2023 üretim döneminde Afyonkarahisar şeker pancarı üretimi (bin ton)	64

Şekil 32. Afyonkarahisar şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	65
Şekil 33. Afyonkarahisar için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	68
Şekil 34. Afyonkarahisar için kalıntı korelasyon göstergeleri	71
Şekil 35. Afyonkarahisar için kalıntıların normallik kontrolü	72
Şekil 36. 1991-2027 yıllarında Afyonkarahisar'ın şeker pancarı üretim öngörüsü	73
Şekil 37. 1991-2023 üretim döneminde Ankara şeker pancarı üretimi (bin ton)	73
Şekil 38. Ankara şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	74
Şekil 39. Ankara için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	77
Şekil 40. Ankara için kalıntı korelasyon göstergeleri.....	80
Şekil 41. Ankara için kalıntıların normallik kontrolü.....	81
Şekil 42. 1991-2027 yıllarında Ankara'nın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	82
Şekil 43. 1991-2023 üretim döneminde Kahramanmaraş şeker pancarı üretimi (bin ton)	82
Şekil 44. Kahramanmaraş şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	83
Şekil 45. Kahramanmaraş için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	86
Şekil 46. Kahramanmaraş için kalıntı korelasyon göstergeleri.....	89
Şekil 47. Kahramanmaraş için kalıntıların normallik kontrolü	90
Şekil 48. 1991-2027 yıllarında Kahramanmaraş'ın şeker pancarı üretim öngörüsü	91
Şekil 49. 1991-2023 üretim döneminde Aksaray şeker pancarı üretimi (bin ton)	91
Şekil 50. Aksaray şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	92
Şekil 51. Aksaray için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	95
Şekil 52. Aksaray için kalıntı korelasyon göstergeleri	98
Şekil 53. Aksaray için kalıntıların normallik kontrolü	99
Şekil 54. 1991-2027 yıllarında Aksaray'ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	100
Şekil 55. 1991-2023 üretim döneminde Sivas şeker pancarı üretimi (bin ton).....	100
Şekil 56. Sivas şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği)	101
Şekil 57. Sivas için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	103
Şekil 58. Sivas için kalıntı korelasyon göstergeleri	106
Şekil 59. Sivas için kalıntıların normallik kontrolü	107
Şekil 60. 1991-2027 yıllarında Sivas'ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	108
Şekil 61. 1991-2023 üretim döneminde Tokat şeker pancarı üretimi (bin ton)	108
Şekil 62. Tokat şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği	109
Şekil 63. Tokat için trend ve korelasyon analiz göstergeleri	112
Şekil 64. Tokat için kalıntı korelasyon göstergeleri	115
Şekil 65. Tokat için kalıntıların normallik kontrolü	116
Şekil 66. 1991-2027 yıllarında Tokat'ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)	117

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

γ_h	: Oto Ortak Varyans Fonksiyonu
ρ_h	: Fark Alma Operatörü
ACF	: Otokorelasyon Fonksiyonu
ADF	: Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testi
AI	: Yapay Zeka
AIC	: Akaike Bilgi Kriteri
AR (p)	: Otoregresif Bileşen
ARIMA	: Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama Süreci
ARMA	: Otoregresif Hareketli Ortalama Süreci
B	: Gecikme Operatörü
BIC	: Bayes Bilgi Kriteri
DF	: Serbestlik Derecesi (Degrees of Freedom)
DW	: Durbin Watson
EKK	: En Küçük Kareler Yöntemi
FAO	: Food and Agriculture Organization
GZFT	: Güçlü Yanlar, Zayıf Yanlar, Fırsatlar, Tehditler
H_0	: Sıfır Hipotezi
HHI	: Herfindahl-Hirschman Index
HQC	: Hannan-Quinn Kriteri
kg	: Kilogram
MA (q)	: Hareketli Ortalama Süreci
MAE	: Ortalama Mutlak Hata
MAPE	: Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi
MSE	: Hata Kareler Ortalaması
R^2	: Belirlilik Katsayısı
RMSE	: Hata Kareler Ortalamasının Kare Kökü
S.	: Sayfa
SARMA	: Mevsimsel Veriler
SBC	: Schwarz's Bayesian Kriteri
TBA	: Temel Bileşenler Analizi

TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
Var	:	Varyans
Vb.	:	Ve Benzeri
ε	:	Hata
μ	:	Zaman Serisi Değerlerinin Ortalaması



GİRİŞ

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Ispanakgil familyasına ait olan şeker pancarı, köklerinde yüksek oranda şeker içeren bir bitkidir. Şeker pancarı endüstriyel bir bitki olarak rafine edilerek şeker üretiminde kullanılmaktadır. Şeker hem de girdi hem de istihdam sağlayan ve katma değeri yüksek bir üründür. Türkiye’de şeker pancarı tarımı yapıp şeker pancarı üretimiyle geçimini sağlayan çiftçilerin tarımsal üretime bağlı olarak köyden kente göçü engellemede şeker pancarının rolü çok büyüktür (Çınar ve Ünay 2021). Bunların dışında; hayvancılıkta yem, ilaç sanayi, tarım, süt ve hizmet gibi sektörlerde de kullanılmaktadır. Tarım politikalarında öncelikli olmasının en büyük etkeni de endüstriyel bir bitki olmasıdır. İşlenmesi sonucundan yan ürün olarak küspe, melas, etanol elde edilmektedir. Küspe ve melas hayvan yemi olarak kullanılırken, bunun yanında ispiro ve içki sanayisinde önemli hammadde olarak kullanılmaktadır (Kaya vd. 2020). Bir ton şeker pancarından yaklaşık olarak 150 kg şeker ve 500 kg’a yakın taze pancar posası elde edilmektedir. Yan ürün olan küspe, kuru ve yaş olarak hayvanların tüketimine sunulan, enerjisi yüksek ve sindirimi kolay bir yem olup, süt ve besi sığırları için ekonomik bir alternatiftir (Anonim 2025a).

Tarihsel süreçte insanlığın temel gıda maddelerinden biri olan şeker, 18. yüzyıla kadar yalnızca şeker kamışından elde edilirken, Almanya’da yapılan araştırmalar şeker pancarının da şeker içeriğine sahip olduğunu ortaya koymuş; ancak şeker pancarından şeker üretimi, başlangıçta ekonomik açıdan daha maliyetli olması nedeniyle endüstriyel üretime ancak 19. yüzyılın başlarında geçilebilmiştir. Türkiye ve Avrupa’nın iklim ve coğrafi koşulları, şeker kamışı tarımına elverişli olmadığından, bu bölgelerde şeker üretimi büyük ölçüde şeker pancarına dayanmaktadır. Şeker pancarı ve şeker kamışından elde edilen şeker arasında kalite açısından fark bulunmamakla birlikte, üretim maliyeti açısından şeker pancarı daha yüksek maliyetlidir (Mintz 1985).

Türkiye’de şeker fabrikalarının kurulum süreci önemli tarihsel bilgileri içermektedir. Osmanlı İmparatorluğu döneminde şeker fabrikaları kurma girişimleri olsa da, bu teşebbüsler başarıya ulaşamamıştır. Ancak, Cumhuriyet’in kurulmasından sonra Atatürk’ün sağladığı imkânlarla bu alanda ciddi adımlar atılmaya başlanmıştır. Özellikle, Uşaklı Molla Ömeroğlu Nuri (Şeker) tarafından başlatılan bu girişim, 1923 yılında Uşak Terakki Ziraat T.A.Ş.’nin kurulmasıyla somut bir şekilde başlamıştır. Uşak’taki şeker fabrikası çalışmaları, kısa süre içinde önemli bir başarıya ulaşarak 1926 yılında işletmeye açılmıştır. Aynı dönemde İstanbul’da

da benzer bir girişim gerçekleşmiş ve Alpullu Şeker Fabrikası, 1926'da üretime başlamıştır. Bu fabrikalar, Türkiye'de yerli şeker üretiminin temellerini atmış ve ekonomik bağımsızlık açısından önemli bir adım olmuştur. Milli Bankalar (Sümer, İş ve Ziraat Bankası) ortaklığıyla kurulan iki şirket, Anadolu Şeker Fabrikaları T.A.Ş. ve Turhal Şeker Fabrikası T.A.Ş. sırasıyla 5 Aralık 1933 ve 19 Ekim 1934 tarihlerinde Eskişehir ve Turhal şeker fabrikalarını işletmeye açmıştır. Böylece ilk üretim yapan şeker fabrikası Alpullu şeker fabrikası olup en büyük kapasiteye sahip olan ise Eskişehir şeker fabrikasıdır (Güvemli ve Karayaman 2017).

Şeker fabrikaları 2017 yılında yani özelleştirmeden önce 33 fabrikanın 25'i Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.'ye, 5'i Pancar Ekicileri Kooperatifleri Birliği (PANKOBİRLİK) çatısı altında ve 3'ü özel şirketlere ait iken 20 Şubat 2018 tarihinde alınan özelleştirme kararıyla, bu 33 fabrikadan 15'i Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.'de, 6'sı PANKOBİRLİK'te ve 12'si özel sektörde yer almaktadır. Burdur, Yozgat ve Ilgın fabrikaları ise özelleştirilmiş ancak satışı gerçekleşmemiştir. Ayrıca Türkiye'de kota kapsamı dışında, ihracat amaçlı nişasta bazlı şeker (NBŞ) üretimi yapan beş şirket faaliyet göstermektedir. Toplam üretim kapasiteleri 350 bin ton olan bu firmalar; Ak Nişasta (Kırklareli), GSF Gıda Üretim San. Tic. (Sakarya), Ay Nişasta (Mardin), Beşan Nişasta (Gaziantep) ve Omnia Nişasta San. Tic. A.Ş. (Adana) olarak sıralanmaktadır (Anonim 2025a).

2024 yılında, 4634 sayılı Şeker Kanunu'nun 3. maddesi gereğince şeker üretimi için A kotası 2.910.000 ton olarak belirlenmiştir. Bu kotanın %97,50'si pancar şekeri, %2,5'i ise nişasta şekeri için ayrılmıştır. Şeker pancarı için B kotası ise, A kotasının %5'i olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de 2024 yılı için belirlenen toplam şeker pancarı kotaları 2.975.333 ton olup, farklı şeker fabrikalarının sahip olduğu A ve B kotaları ile toplam kota miktarları şu şekildedir: Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. (TÜRKŞEKER), 1.064.312 ton ile en yüksek kota payına sahip olup, toplam pazarın %35,77'sini elinde bulundurmaktadır. Kayseri ve Konya şeker fabrikaları, sırasıyla 493.007 ton (%16,57) ve 480.144 ton (%16,14) ile önemli ikinci ve üçüncü sıradadır. Diğer fabrikalar, toplam üretim kotaları daha düşük olmakla birlikte, çeşitli oranlarda küçük paylara sahiptir. Örneğin, Doğu Çay ve Gıda A.Ş. 136.521 ton (%4,59) kota ile daha düşük bir paya sahipken, Muş Şeker Üretim Sanayi A.Ş. 45.843 ton (%1,54) oranındadır (TOB 2025).

Pancar çiftçisi sayısı 2011 yılında 171 752 olan çiftçi sayısı, 2024 yılına kadar sürekli bir azalma göstermiştir. Özellikle 2022 yılında 77 065 kişiye kadar gerilemiştir. Ancak 2022 yılındaki 3 kattan fazla ki artış 2023 ve 2024 yıllarında üretici sayısının 90 000'ler civarında olması ihtimalini yükseltmektedir. Pancar üretim alanı bakımından ise yıllar içinde dalgalanmalar göstermekte, ancak fiyat artışı nedeni ile 2023'de önemli bir yükselme

görülmekte olup 2024 yılı itibarıyla 3 243 dekar olarak gerçekleşmiştir. Üretilen pancar miktarı bakımından ise zamanla artış göstermiştir. 2011 yılındaki 16,13 milyon ton, 2023 yılında 25,25 milyon tona ve 2024 yılına gelindiğinde de 23 milyon tona kadar çıkmıştır. Verim seviyesi 2011 yılında 5,49 ton/da iken, bu rakam 2024 yılında 7,09 ton/da'a yükselmiştir. Bu tarım uygulamalarının ve üretim tekniklerinin iyileştiğini gösterebilir. Baz alım fiyatları da önemli bir artış göstermektedir. 2011 yılında 126 ₺/ton olan fiyat, 2021 de 420 ₺/ton, 2023 yılında 1 855 ₺/ton ve 2024 yılında 2 375 ₺/ton'a kadar yükselmiştir. Bu, şeker pancarı yetiştiriciliğinin ekonomik açıdan daha fazla değer kazandığını göstermektedir. Ayrıca şeker pancarından şeker elde etme oranı %15-17 olup 2024 yılında 23 milyon ton şeker pancarı dikkate alındığında 3,45-3,91 milyon ton şeker elde edilmesi beklenilebilir (Uzundumlu 2025). 2024 yılında şeker pancarı fiyatı 2011 fiyatının yaklaşık 19 katı iken (TOB 2025) üretici fiyat indeksi aynı dönem içerisinde 21 katı artmış (TÜİK 2025) bu durumda üreticiler enflasyondan olumsuz etkilenmişlerdir.

Türkiye'nin iklim koşulları değerlendirildiğinde, şeker pancarı yetiştiriciliği için en uygun bölgenin İç Anadolu olduğu bilimsel çalışmalarda ortaya konmuştur. Bu bölge, bitkinin gelişimi için gerekli olan ilkbahar yağışları ve yaz kuraklığı gibi iklimsel özellikleri taşımaktadır. Özellikle Konya, Eskişehir ve Yozgat illeri, hem üretim miktarı hem de verim açısından öne çıkmaktadır (Yücel 2023). İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak küresel sıcaklıklarda yükselmelere, yağış rejimlerinde bozulmalara ve ekstrem hava olaylarında artışa neden olmaktadır. Bu değişiklikler, özellikle su kaynakları üzerinde ciddi baskı oluşturmakta ve tarımsal üretimi doğrudan etkilemektedir. Türkiye'de önemli bir tarımsal ürün olan şeker pancarı, yüksek su ihtiyacı nedeniyle bu değişimlerden en fazla etkilenen bitkiler arasında yer almaktadır. İlkbaharda yağışa, yaz aylarında ise kuraklığa ihtiyaç duyan şeker pancarı, özellikle İç Anadolu Bölgesi gibi yarı kurak iklim bölgelerinde yoğun olarak yetiştirilmektedir. Ancak artan sıcaklıklar, referans bitki su tüketimi (ET₀) oranlarını yükselterek bitkilerin su ihtiyacını artırmakta ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımını daha da zorlaştırmaktadır. Artan kuraklık olayları, tarım alanlarında su stresini artırmakta, bu da verim kayıplarına ve üretim maliyetlerinde artışa neden olmaktadır. Bu bağlamda, şeker pancarı üretiminin sürdürülebilirliği için iklim değişikliğine uyumlu sulama sistemleri, ürün deseninde değişim ve etkili su yönetimi stratejilerinin hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, tarımsal üretim ve gıda güvenliği açısından, iklim değişikliğine karşı entegre ve bilim temelli uyum politikalarının geliştirilmesi kritik bir gereklilik hâline gelmiştir (Yetik 2025).

Konya ili, %28,2'lik üretim payı ile Türkiye'de şeker pancarı üretiminde ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla Yozgat (%8,0), Eskişehir (%5,9), Aksaray (%5,5) ve Kayseri (%4,8) takip etmektedir. Konya'da 2004–2013 yılları arasında ortalama üretim miktarı 3,99 milyon ton iken, 2014–2022 döneminde bu miktar 12,53 milyon tona yükselmiştir. 2020 yılında ise en yüksek üretim değeri olan 72,2 milyon tona ulaşılmıştır. Yozgat'ta aynı dönemlerde üretim miktarı azalarak 2,49 milyon tondan 1,52 milyon tona düşerken, Eskişehir'de artarak 820 bin tondan 1,40 milyon tona yükselmiştir. Üretim alanı açısından da Konya ili %25,4'lük pay ile lider konumdadır. Onu Yozgat (%8,2), Eskişehir (%6,3), Aksaray (%5,5) ve Kayseri (%5,2) izlemektedir. Konya'da 2004–2013 döneminde ortalama üretim alanı 683.013 dekar iken, 2014–2023 yılları arasında bu alan 773 534 dekara çıkmıştır. Türkiye genelinde 2004–2022 yılları arasında ortalama üretim alanı 2 987 507 dekadır. Verimlilik açısından incelendiğinde, Konya'da 2004 yılında dekara 4 973 kg olan verim, 2013'te 6 641 kg/da'a ulaşmış, 2014–2023 ortalamasında ise 6 935 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Yozgat'ta aynı dönemde verimlilik 4 793 kg/da'dan 5 978 kg/da'a yükselmiştir. Türkiye genelinde ise en yüksek verim Bursa ilinde elde edilmektedir. Bursa'nın yüksek verimliliği, elverişli iklim koşulları, düşük gece-gündüz sıcaklık farkı ve gelişmiş sulama altyapısı gibi faktörlere bağlanmaktadır (TÜİK 2025).

Zaman serisi analizi, bu tür verilerde ortaya çıkan trend, mevsimsellik, döngüsellik ve tesadüfi etkilerin incelenmesine imkân tanır. Tarımsal üretimde olduğu gibi dışsal faktörlere duyarlı serilerde, geçmişteki üretim düzeyleri gelecekteki üretimin önemli bir göstergesi olabilmektedir. Bu çerçevede, şeker pancarı üretiminin gelecekteki seyrini öngörmeye en yaygın kullanılan yöntemlerden biri ARIMA(Autoregressive Integrated Moving Average) modelidir. ARIMA modeli, serinin otoregresif (AR) yapısını, fark alma işlemleriyle (I) durağanlaştırılmasını ve hareketli ortalama (MA) bileşenlerini bir araya getiren esnek bir yaklaşım sunar. Modelin genel formu $ARIMA(p, d, q)$ şeklinde olup burada p, geçmiş değerlerin; d, fark alma derecesinin; q ise hata terimlerinin modele katılma boyutunu ifade etmektedir (Box *et al.* 2016).

Şeker pancarı üretimine ARIMA modeli uygulandığında, serideki eğilimler ve dalgalanmalar dikkate alınarak geleceğe dönük güvenilir tahminler elde edilebilmektedir. Böylece tarım politikalarının belirlenmesinde, üretim planlamasında ve şeker sanayisinin hammadde ihtiyacının öngörülmesinde bilimsel bir zemin oluşturulmaktadır.

Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin şeker ihtiyacının büyük bölümünü karşılayan şeker pancarının 1991–2023 dönemine ait üretim verilerini analiz ederek, 2024–2027 yıllarına yönelik üretim tahminlerinde bulunmak ve elde edilen sonuçların tarımsal planlama, kota yönetimi, su kaynaklarının kullanımı ve dış ticaret politikaları açısından karar vericilere bilimsel katkı sunmasını sağlamaktır. Türkiye'de şeker pancarı üretimi kota sistemiyle düzenlendiğinden, iller bazında belirlenen üretim kotaları hem çiftçilerin üretim kararlarını hem de bölgesel üretim yoğunluğunu doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle çalışmada, Türkiye geneline ek olarak üretimde öne çıkan ilk on il özel olarak ele alınarak üretim öngörülleri yapılmış bu illerdeki üretim miktarlarının kota dağılımlarıyla ilişkisi değerlendirilmiştir. Özellikle Konya, Yozgat, Eskişehir ve Kayseri gibi üretimde yoğunlaşmanın yaşandığı illerde yapılacak doğru kota planlamalarının, uygulanacak tarım politikalarının başarısı üzerinde belirleyici olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin şeker ithalatının 2021 yılı dışında ihracatın üzerinde seyretmesi, üretim artışının dış ticaret dengesi üzerindeki etkisini göstermekte olup bu durum doğru kota politikalarıyla şeker pancarı üretiminin artırılmasının ekonomik anlamda da önemli sonuçlar doğurabileceğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, iklim değişikliği, artan su ihtiyacı, yükselen girdi maliyetleri ve sınırlı kota tahsisleri gibi faktörler, üretimin sürdürülebilirliği üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu bağlamda, çalışmada ARIMA modeli ile yapılan üretim tahminlerinin, özellikle kota bazlı üretim planlaması ve geleceğe dönük tarım politikalarının oluşturulmasında bilimsel bir temel sunması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma ile elde edilen bulgular, yalnızca mevcut üretim ve kota ilişkisine ışık tutmakla kalmayıp, gelecekte yapılacak çok disiplinli araştırmalara da öncülük edebilecek niteliktedir. Bu doğrultuda ilerleyen çalışmalarda, iller bazında uygulanan kota politikalarının etkinliği daha ayrıntılı analiz edilerek iklim değişikliği senaryolarına dayalı üretim modellemeleriyle riskler öngörülebilir ve su kullanım verimliliği ve alternatif sulama teknikleri üzerine çalışmalar yapılabilir. Ayrıca şeker pancarının üretim maliyetleri, kârlılığı ve fiyat dalgalanmalarına karşı üretici refahı üzerindeki etkileri araştırılarak kota sınırları çerçevesinde ürün deseninde çeşitlendirme stratejileri geliştirilebilir.

KURAMSAL TEMELLER

Turhan ve Özgümüş (1992), azot (N) ve potasyum (K) gübrelemesinin şeker pancarı verimi ve kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada farklı düzeylerde azot ve potasyum uygulayıp, kök verimi, şeker verimi, yüzde kuru madde ve zararlı azot miktarındaki değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, azotlu gübrelemenin şeker pancarının hem kök gelişimini hem de şeker verimini artırdığını belirlemişlerdir. Ancak, azot düzeyinin artması ile birlikte şeker oranında azalmayı gözlemlemişler ancak kök gelişimindeki artış sayesinde toplam şeker veriminin de artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. En yüksek şeker verimi, dekara 200 kg azot ve 150 kg potasyum (K_2O) uygulanan parsellerde elde edilmiş ve ortalama 7,79 ton/ha olarak kaydetmişlerdir. Sonuçta azot ve potasyum gübrelemesinin dengeli uygulanmasının şeker pancarında yüksek verim ve kalite için önemli olduğunu ortaya koymuşlardır. Özellikle azotun kontrollü kullanımı, hem ürün miktarı hem de şeker içeriği açısından dikkate alınması gereken bir faktör olduğunu gözlemlemişlerdir.

Sester *et al.* (2012), yabani ot pancarının şeker pancarındaki herbisitlerle kontrolünün zor olduğunu bu durumun temel sebebinin yabani ot pancarının şeker pancarının (*Beta vulgaris*) bir akrabası olmasından ileri geldiğini belirtmişlerdir. Çalışmada yabani ot pancarının oluşum kaynaklarını ve çoğalma potansiyelini belirleyerek, şeker pancarı tarımındaki etkilerini ortaya koymuşlardır. Özellikle soğuk bahar dönemlerinde vernalizasyon etkisiyle veya baskın bitkilerin varlığı sonucunda, şeker pancarının tesadüfen çiçek açması sonucu yabani ot pancarının oluşabileceğini belirlemişlerdir. Ayrıca, yabani ot pancarının ikinci önemli kaynağı olarak hasat sırasında kaybolan ürün köklerini göstermişlerdir. Bu köklerin sonraki yıl çoğalma kapasitesi, yabani ot pancarının tarla dinamiklerine ve gen akışına katkı sağladığını belirtmişlerdir. Araştırmada tarla denemeleri yapılarak, yabani ot pancarının çiçeklenme, civatalama ve tohum üretim zamanlaması ile potansiyeli ölçmüşlerdir. Elde edilen bulgular, yabani ot pancarının kontrolünün güç olması nedeniyle şeker pancarı üretiminde ciddi bir sorun teşkil ettiğini göstermişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusunda şeker pancarı tarımında yabani ot yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinin gerekliliğini ifade etmişlerdir.

Akça ve Işık (2016), 2012–2013 yılları arasında Kayseri ili ve ilçelerindeki şeker pancarı ekim alanlarında yaygın olarak görülen yabancı ot türlerinin çeşitliliğini incelemişlerdir. Araştırmayı, toplam 100 farklı şeker pancarı tarlasında yapıp, çalışılan alanların ilin toplam ekim alanının yaklaşık %85'ini oluşturduğunu belirlemişlerdir. Arazi

gözlemleri sonucunda, araştırma alanlarında 18 farklı bitki familyasına ait 56 değişik yabancı ot türü saptamışlardır. Bu çeşitlilik nedeni ile bölgedeki şeker pancarı tarımı açısından yabancı ot yoğunluğunun ve biyolojik çeşitliliğin yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Sonuç olarak yabancı ot kontrol programlarının yerel tür çeşitliliği dikkate alınarak geliştirilmesi gerektiğini ve entegre mücadele stratejileri açısından da yol gösterici olduğunu belirtmişlerdir.

Keskin ve Yılmaz (2016), Türkiye'deki şeker pancarı üretiminin gelecekteki miktarlarını tahmin etmek amacıyla 1980–2014 yılları arasındaki üretim verilerini kullanmışlardır. Bu kapsamlı zaman serisi verisini, üretim planlaması ve tarımsal politika oluşturma süreçlerine katkı sağlamak için analiz etmişlerdir. Araştırmada, ARIMA(AutoRegressive Integrated Moving Average) modelini tercih ederek, geçmiş üretim eğilimlerinin gelecekte nasıl devam edeceği üzerine kestirimler yapmışlardır. Modelin kurulması sürecinde, veri setinin durağan hale getirilmesi için gerekli dönüşümler yaparak, uygun parametreler belirleyip modelin istatistiksel geçerliliğini test etmişlerdir. En uygun ARIMA modeli, hem geçmiş dönem üretim verileri ile yüksek uyum sağlamış hem de tahminlerde düşük hata payı gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu durumda modelin üretim verilerindeki mevsimsel dalgalanmalar, trendler ve rasgele değişimler gibi karmaşık yapıları başarıyla yakaladığını ifade etmişlerdir. Araştırmanın sonuç kısmında, ARIMA modeliyle yapılan üretim tahminlerinin, Türkiye’de şeker pancarı üretim planlamasında güvenilir ve geçerli bilgiler sağladığını vurgulamışlardır. Böylece, üretici kararları, stok yönetimi ve piyasa düzenlemeleri gibi alanlarda bu modelin bir karar destek aracı olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Erdinç (2017), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye’de şeker pancarı üretimi ve bu üretimin temelini oluşturan şeker sanayisinin ekonomik etkilerini ele almıştır. Araştırmada özellikle şeker sanayisinin inşa edilmesi sürecinin ve uygulanan şeker sanayi politikalarının Türkiye ekonomisi üzerindeki yansımalarını kapsamlı biçimde değerlendirmiştir. Çalışmada, Türkiye’nin şeker politikalarının, şeker pancarı tarımını destekleyerek üretim maliyetlerini düşürmeye odaklandığı ifade etmiştir. Bu bağlamda, şeker pancarı üretiminde maliyet etkinliğinin artırılması ve sektörün sürdürülebilirliğinin sağlanması gerektiğini ve Avrupa Birliği’nin uyguladığı kota sistemleri açısından Türkiye’deki kota uygulamalarının yeniden düzenlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Böylece, şeker sektörünün hem iç piyasalarda istikrar kazanacak hem de dünya pazarlarında rekabet edebilecek düzeye ulaşabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca Türkiye’nin kendi kendine yeterli bir şeker üreticisi olmasının ve global piyasalarda rekabet gücünü artırmasının, politika düzenlemeleri ve stratejik planlamalarla mümkün olabileceğini belirtmiştir. Bu amaçla, kota sistemlerinin uluslararası

standartlara uygun hale getirilmesi ve tarımsal desteklerin optimize edilmesi gerektiğini önermiştir.

Pişkin ve Turhan (2017), ilkbahar döneminde toprağa uygulanan fosforun şeker pancarının verim ve kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Ankara ilinde, 2003-2006 yılları arasında gerçekleştirdiği deneme istasyonu tarlalarında yürüttüğü bu dört yıllık araştırmada fosfor dozlarının şeker pancarı üretimine katkısını ortaya koymayı hedeflemiştir. Araştırmada, farklı fosfor dozlarının şeker pancarının kök verimi, şeker varlığı, arıtılmış şeker varlığı ve arıtılmış şeker verimi üzerindeki etkileri incelemiştir. İlkbaharda uygulanan fosforun bu parametrelerin tümünde artışa yol açtığını tespit etmiştir. Fosforun verim ve kaliteyi olumlu yönde etkileyerek, şeker pancarı üretiminde önemli bir besin elementi olduğunu belirlemiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada fosforun şeker pancarı yetiştiriciliğinde verim ve kaliteyi artırıcı etkisini bilimsel olarak ortaya koymuş ve tarımsal uygulamalarda fosfor kullanımının optimize edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Eştürk (2018), şeker pancarının hem dünya genelinde hem de Türkiye’de tarıma dayalı sanayi üretimi içerisindeki önemini ayrıntılı olarak incelemiştir. Çalışmada şeker pancarının ekonomik değerinin yanı sıra sosyal ve sektörel etkilerini ortaya koymak ve bu bağlamda şeker politikalarının kritik noktalarını belirtmeyi amaçlamaktadır. Şekerin sadece ekonomik bir ürün olmanın ötesinde, birçok sektöre girdi sağlaması ve geniş çaplı istihdam olanağı yaratması nedeniyle, Türkiye gibi şeker üretiminde dışa bağımlılığı azaltmak isteyen ülkeler için stratejik bir öneme sahip olduğunu vurgulamıştır. Araştırmada, şeker arzının istikrarının sağlanmasının, ulusal ekonomiye ve gıda güvenliğine katkılarını ele almış ve dışa bağımlılığın azaltılması ile yerli üretimin desteklenmesi gerekliliği üzerinde durmuştur. Bu kapsamda, şeker pancarının üretim süreçleri ve tarımsal politikalar arasındaki ilişkileri analiz etmiştir. Ayrıca bu çalışmada şeker pancarının sürdürülebilir üretim ve ekonomik kalkınma açısından önemli bir sektör olduğu ve şeker ile ilgili politikalarının doğru planlanmasıyla hem ekonomik hem de sosyal faydaların artırılabilirliğini önermiştir.

Varga *et al.* (2022), modern şeker pancarı yetiştiriciliğinin sürdürülebilirlik açısından önemli ilerlemeler kaydettiğini ve şeker pancarı üretimindeki mevcut sürdürülebilirlik düzeyini değerlendirmek ve gelecekte sürdürülebilirliğin artırılması için potansiyel fırsatları belirlemek amacıyla bu çalışmayı yapmışlardır. Çalışmada, mahsul yetiştiriciliği ve hayvancılıktaki gelişmelerle paralel olarak, şeker pancarı yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliğin kademeli olarak yükseldiğini ifade etmişlerdir. Özellikle biyotik ve abiyotik streslere karşı dirençli, düşük koşullara uyum sağlayabilen ve yüksek verim potansiyeline sahip yeni şeker pancarı çeşitlerinin geliştirilmesi hedeflemişlerdir. Modern moleküler tekniklerin kullanılmasıyla, pancardan şeker

üretimini artıracak yeni çeşitlerin geliştirilmesi şeker pancarında sürdürülebilir üretimde olumlu yönde etkilendiğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak şeker pancarı yetiştiriciliğinde sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi için genetik iyileştirme ve modern teknolojilerin kullanımının önemli olduğunu ifade etmişlerdir.

Nosov *et al.* (2023), 2005-2022 döneminde Rusya Federasyonu özellikle Krasnodar ve Penza bölgelerinde şeker pancarı üretimini karakterize eden göstergelerin dinamiklerini incelemişlerdir. Ekim alanları, brüt hasat miktarı ve verim gibi temel parametrelerin uzun vadeli gelişim trendlerini belirlemek için 2023-2024 yıllarına ilişkin üretim tahminlerini yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmada Devlet İstatistik Servisi verilerini kullanarak öncelikle dinamik serilerin temel analizini gerçekleştirmiş ve ardından genellikle kuadratik fonksiyonların tercih edildiği regresyon modellerini oluşturmuşlardır. Ayrıca, döngüsel bileşenlerin modellenmesi ve çarpanlı trend-mevsimsellik modelleri geliştirilmiş, modellerin hata oranlarını %7,4 ile %13,8 arasında bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlara göre, Rusya'da şeker pancarı üretiminin tüketici ihtiyaçlarını tamamen karşıladığı, sektörün ise istikrarlı bir yükseliş trendine sahip olduğunu belirlemişlerdir. 2023-2024 döneminde Rusya genelinde sırasıyla 41,2 ve 38,12 milyon ton, Krasnodar bölgesinde 8,02 ve 7,7 milyon ton, Penza bölgesinde ise 2,56 ve 2,42 milyon ton buğday üretimini öngörmüşler ve üretim planlamasının ve kaynak kullanımının optimize edilmesi için bölgesel stratejilerin geliştirilmesini önermişlerdir.

Gül vd. (2023), Muş ilinde 1982-2021 yıllarına ait şeker pancarı üretim verilerini kullanarak, 2022-2026 dönemi için üretim tahminlerini Üstel Düzleştirme yöntemleri çerçevesinde gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada Tek Üstel Düzleştirme, Çift Üstel Düzleştirme ve Holt-Winters (mevsimsellik içermeyen) modelleri denenerek yapılan uygunluk analizleri sonucunda Çift Üstel Düzleştirme yönteminin en iyi tahmin performansını gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bu modele göre, gelecek beş yıl içinde şeker pancarı üretiminde azalma yaşanacağını öngörmüşlerdir. Muş'un Doğu Anadolu Bölgesi'nde önemli bir üretici il konumunda olduğu, şeker pancarının tarımsal üretime, sanayi ve hayvancılığa ara malı olarak sağladığı katkıların yanı sıra istihdam ve göçün önlenmesinde de önemli rol oynadığı ifade etmişlerdir. Ayrıca, çalışmada üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla verimliliği artıracak ve üretimi destekleyecek politika önerilerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Merdan (2023), Türkiye'de şeker piyasasının mevcut durumunu ortaya koymak için 2022-2027 dönemine ilişkin gelecek eğilimlerini zaman serisi analizleriyle tahmin etmeyi amaçlamıştır. Analizde kullanılan ikincil verilerin Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi (TŞFAŞ) veri tabanlarından elde edildiğini ve çalışmada 2001-2021 yıllarına ait yıllık şeker pancarı ekim alanı, işlenen pancar miktarı, üretici

sayısı, üretim miktarı, verim, şeker üretimi, tüketimi, ithalat ve ihracat verilerinin kullanıldığını ifade etmiştir. Gelecek öngörülerinde Üstel Düzeltme Yöntemini uygularken bu yöntemi, tekil üstel düzeltme, çift üstel düzeltme ve Holt-Winters (mevsimsellik içermeyen iki parametrelili) modellerini kapsadığını yöntemin geçmiş verilere dayanarak eğilim, hata ve mevsimsellik gibi bileşenleri dikkate alarak geleceğe ilişkin tahminler ürettiğini ifade etmiştir. Ayrıca, yapılan çalışmalar sonucu şeker üretiminde artış eğilimi gözlemlenmekle birlikte üretici sayısında ve verimde azalma olduğunu tespit etmiştir. Şeker sektöründe arz-talep dengesinin ihracat kaynaklı arz yönüne kayacağı ve dışa bağımlılığın artacağı üzerinde durmuştur. Bu sektörde üretim maliyetlerinin düşürülmesi, fiyat istikrarının sağlanması ve rekabetçi ortamın iyileştirilmesi gibi önerilerin sektörde sürdürülebilirliği artıracaklarını vurgulamıştır.

Mishra *et al.* (2023), Çin, Hindistan, Nepal gibi Güney Asya ülkelerinde şeker kamışı üretimini tahmin etmek amacıyla ARIMA ve Holt modellerini karşılaştırmalı olarak uygulamışlardır. 1961–2019 dönemine ait üretim verileri kullanarak zaman serisi analizlerini yapmışlar, Box–Jenkins yöntemiyle her ülke için en uygun ARIMA modellerini belirlemişlerdir. Örneğin, Nepal için ARIMA(1, 1, 0) ve Çin için ARIMA(2, 2, 3) ise modellerini en uygun modeller tespit etmişlerdir. Model performansları RMSE ve MAE kriterleriyle değerlendirerek, ARIMA modellerin genel olarak daha iyi sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmanın sonuçları, Türkiye gibi benzer sosyoekonomik ve agroekolojik yapıya sahip ülkelerde şeker pancarı üretim tahminlerinde de bu modellerin uygulanabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Agwingi *et al.* (2024), şeker üretimini aylık üretim verileri şeklinde ele alarak 1990–2023 dönemine ait Doğu ve Güney Afrika'dan Kenya, Güney Afrika ve Eswatini ülkelerinin şeker üretim trendlerini analiz etmişlerdir. Araştırmada, şeker üretimini tahmin etmek amacıyla Yerel Polinom Regresyon (LPR), Ridge Regresyon (RR) ve Ceza Fonksiyonlu En Küçük Kareler (PLS) yöntemlerini kullanarak bu modellerin performanslarını ARIMA yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Sonuçlar, tüm ülkelerde LPR, RR ve PLS modellerinin ARIMA modeline kıyasla daha düşük hata oranları ve daha tutarlı tahminler verdiğini tespit etmişlerdir. Ancak, Kenya verilerinde üretim yüksek oynaklık gösterdiği için tahmin doğruluğu diğer ülkelere göre daha düşük kaldığını bunun nedenini Kenya'da şeker kamışının tamamen yağmurla sulanan tarımda yetişmesi ve bu durumun üretim dalgalanmalarını artırmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Buna karşılık, Eswatini'de üretim neredeyse tamamen sulamalı iken, Güney Afrika'da sulamalı üretim oranının %25 civarında olduğunu ve bu ülkelerde üretimin daha istikrarlı seyrettiğini ifade etmişlerdir. Sonuç olarak şeker üretiminin iklim koşullarına aşırı bağımlı olduğu bölgelerde ek hava durumu değişkenlerinin modele eklenmesinin tahmin

doğruluğunu artırabileceğini ve yüksek oynaklık durumlarında dinamik güncelleme modelleri ile birlikte kullanılması gerektiğini tavsiye etmişlerdir.

Sarıca (2024), Türkiye'nin iklim ve toprak yapısının şeker pancarı tarımı için oldukça elverişli olduğunu belirtmiş ve bu koşullar altında üretim trendlerini geleceğe yönelik tahmin etmek amacıyla çalışmayı gerçekleştirmiştir. Çalışmada 1925-2020 yıllarına ait şeker pancarı üretim verilerini kullanarak zaman serisi analizlerinden ARIMA modelini tercih etmiştir. Model karşılaştırmaları sonucunda ARIMA(2, 1,3) modelinin en uygun tahmin aracı olarak seçerek modelin geçerliliğini 2019 ve 2020 verileriyle test etmiştir. Sonuçta tahmin edilen üretim değerlerinin gerçekleşen değerlerden bir miktar düşük kaldığını belirlemiştir. Modelin projeksiyonlarına göre, Türkiye'nin şeker pancarı üretiminin 2024-2027 yıllarında 18-20 milyon ton olacağını ve 2030 yılına kadar yaklaşık 20,5 milyon tona ulaşacağını öngörmüştür. Bu öngörüler doğrultusunda tarım politikalarının oluşturulması, üretim stratejilerinin planlanması ve kaynak kullanımının optimize edilmesi gerektiğini önermiştir.

Keskin (2025), Konya ilinin ekolojik koşullarında 2023 yılı yetiştirme sezonunda farklı tip ve çeşitlerde şeker pancarının verim ve kalite özelliklerini inceleyerek, bu çeşitlerin ile uygunluğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmada N tipi, NZ tipi ve Z tipi olmak üzere toplam 12 farklı şeker pancarı çeşidi değerlendirmiştir. Yapılan denemeler sonucunda, yaş yaprak verimi ve yaş yaprak ağırlığı gibi bazı parametrelerde çeşitler arasında %5 düzeyinde, diğer tüm incelenen özelliklerde ise %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit etmiştir. En yüksek kök-gövde ağırlığı Libellule çeşidinde (NZ tipi) bulunurken, en yüksek kök-gövde verimi Bison çeşidinde (NZ tipi) elde etmiştir. Polar şeker oranı bakımından Bernache çeşidi (Z tipi) üstünlük gösterirken, polar şeker verimi en yüksek Bison çeşidinde kaydedildiğini gözlemlemiştir. Sonuç olarak Konya ve benzeri ekolojik koşullara sahip illerde şeker pancarı yetiştiriciliğinde verim ve kalite açısından Bison ve Bernache çeşitlerinin tercih edilebileceğini ifade etmiştir.

Yetki (2025), Türkiye'de iklim değişikliğinin referans bitki su tüketimi (ET0), kuraklık ve şeker pancarı verimi üzerindeki etkilerini incelemiştir. 1971-2000 dönemi temel alınarak, 2023-2052 ve 2069-2098 yılları için RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları altında üç iklim modelini (GFDL, HADGEM, MPI) kullanmıştır. ET0 değerleri FAO Penman-Monteith yöntemiyle hesaplamış, kuraklık Keşif Kuraklık İndeksi (RDI) ile değerlendirmiş ve şeker pancarı verimi AquaCrop modeliyle simüle etmiştir. Mann-Kendall ve Spearman testleriyle eğilim analizleri yapmış, trend şiddetini Sen eğim testiyle belirlemiş ve sonuçları coğrafi bilgi sistem haritalarıyla görselleştirmiştir. Sonuç olarak gelecekte özellikle uzak dönemlerde ET0 değerlerinin önemli ölçüde artacağını öngörmüştür. Bölgesel değerlendirmelerde Karadeniz

Bölgesi’nde artışlar daha düşük olduğunu gözlemlerken, Güneydoğu Anadolu ve Marmara’nın doğusunda yükselişler daha belirgin olduğunu ifade etmiştir. Bu sonuçlar, artan sulama ihtiyacı ve kuraklık riskleri karşısında tarımsal sürdürülebilirliği sağlamak için entegre su yönetimi ve iklim uyum politikalarının hızla uygulanması gerektiğini vurgulamıştır.

Şeker pancarı üzerine yapılan çalışmalar genellikle yabancı ot çeşitliliği, ekim alanları, iklimsel etki veya genel üretim trendleri üzerinde çalışılmıştır. Merdan (2023) ve Sarıca (2024), üretim tahminleri için ARIMA modeli kullanılmışlardır fakat bu çalışmalar genellikle Türkiye geneli düzeyinde sınırlı kalmıştır. Bu çalışmanın özgünlüğü, ARIMA modelinin hem Türkiye geneli hem de ilk 10 lider il bazında uygulanmasıdır. Böylece iller arası üretim farklılıkları ayrıntılı olarak analiz edilmiş ve literatürde daha önce ele alınmamış yerel düzeyde stratejik tahminler sağlanmıştır. Sonuç olarak ulusal ve bölgesel üretim planlamasına katkı sunan özgün bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini Türkiye'nin şeker pancarı üretim miktarında önde gelen Konya, Eskişehir, Yozgat, Aksaray, Kayseri, Afyonkarahisar, Ankara, Sivas, Tokat ve Kahramanmaraş illeri ve Türkiye geneli 1991-2023 yılları arası 33 yıllık TÜİK verileri oluşturmaktadır. Bunun dışında ikincil kaynak olarak şekerpancarı üretimi yapan illerin üretim alanı, verimi, iklimsel değişiklikleri, kota uygulamaları gibi konular ile geleceğe yönelik tahmin yöntemleriyle ilgili yerli, yabancı istatistik kaynakları, tez, makale, bildiri ve raporlardan yararlanılmıştır.

Yöntem

ARIMA modeli zaman serisi verilerinin analizinde ve geleceğe yönelik tahminlerinde kullanılan en yaygın ve etkili yöntemlerden biridir. Bu model, karmaşık yapıdaki zaman serilerini sadeleştirerek analiz etmeyi kolaylaştırmakta bu nedenle, çalışmanın amacına ve verinin yapısına uygun olarak ARIMA yöntemi tercih edilmiştir.

ARIMA Yöntemi

Zaman serisi, belirli bir döneme ait ardışık gözlemlerden oluşan veri yapılarıdır. Zaman serisi analizleri ise bu veriler üzerinde yapılan istatistiksel ve matematiksel işlemler aracılığıyla eğilim, döngü ve sezonluk gibi yapısal bileşenleri ortaya koyarak anlamlı çıkarımlar elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu analizler sayesinde geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak mümkün hâle gelmekte, özellikle verilerde mevsimsel veya dönemsel dalgalanmaların varlığı tespit edilerek karar destek süreçleri güçlendirilebilmektedir (Uçum 2016). Zaman serisi tahmin yöntemleri; hava durumu, trafik yoğunluğu, enerji tüketimi gibi birçok gerçek dünya problemine uygulanmakta ve tarımsal üretim planlamasından tedarik zinciri yönetimine, finansal yatırım stratejilerinden kamu politikalarının şekillendirilmesine kadar geniş bir yelpazede karar vericilere önemli katkılar sunmaktadır (Kim *et al.* 2025).

Zaman serisi tahminlerinde, tahmin amacına, veri türüne, geçmiş veri miktarına ve tahmin süresine bağlı olarak çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Yaygın teknikler arasında Box-Jenkins (ARIMA), Üstel Düzleştirme, Hareketli Ortalamalar, Mekanik Tahmin, Uyarlayıcı Arındırma, Trend Analizi, Mevsimsel Dalgalanmalar ve Trende Oranlama yöntemleri yer

almaktadır (Kaya 2019). Bu yöntemler arasında en çok tercih edilen Box-Jenkins yani ARIMA yaklaşımıdır (Ateşoğlu 2015), bunun nedeni, bilgisayar paket programları ile kolay uygulanabilir olmasıdır (Tortum vd. 2014). ARIMA modeli, 1970’lerde Box ve Jenkins tarafından geliştirilen ve Otoregresif Entegre Hareketli Ortalama modelinin kısaltması olan istatistiksel bir zaman serisi tahmin yöntemidir (Kotu and Deshpande 2019). Model, geçmiş verilere dayalı olarak gelecekteki değerleri tahmin eden otoregresif bir yapıya sahiptir (Hyndman ve Khandakar 2008). ARIMA modeli için parametre seçimi ve serinin durağanlığının birim kök testleriyle belirlenmesinin ardından AIC değeri minimize edilerek yapılmaktadır (Ventura *et al.* 2019). Parametre tahmininde koşullu en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır (Lame *et al.* 2025). Zaman serisi modellemesinde, verinin durağanlık düzeyine ve mevsimsel yapısına göre farklı modeller kullanılır. Durağan veriler için ARMA modelleri, durağan olmayan veriler için fark alınarak oluşturulan ARIMA modelleri ve mevsimsel bileşenler içeren veriler için SARIMA(mevsimsel ARIMA) modelleri tercih edilmektedir (Box *et al.* 2016).

ARIMA ile öngörü yapılmadan önce bazı işlemlerin yapılması gerekmektedir.

1. Veri Toplama ve Düzenleme: TÜİK istatistik veri tabanından ilgili zaman serisi verileri bir araya getirilerek elde edilen ham veriler analizden önce ön işleme tabi tutulmuştur. Çalık ve Çalık (2008)’de belirttikleri gibi verideki genel eğilimin dışına çıkan değerler olup olmadığı araştırılmakta genelde standart sapma değerlerinin oluşturduğu aralıkların dışında kalan verileri çalışmanın dışında tutmak çözüm olarak önerilmektedir. Veri seti üzerindeki bazı gözlemlerde eksiklik olması durumu söz konusu olabilir bu durumda değer atama veya tahmine dayalı yöntemler ile bu eksik verilere değer atanabilmektedir. Bu çalışmada eksik gözlemler yenilenmiş, hatalar düzeltilmiş ve veri seti zaman serisi analizi için uygun hale getirilmiştir. Böylece veriler, SAS 9.4 yazılımının analiz gereksinimlerine uygun olacak şekilde yeniden düzenlenmiş ve istatistiksel analizlere hazır hale getirilmiştir.

2. Durağanlık Testi: Zaman serisi analizinde model kurulumuna geçilmeden önce, serinin durağanlık koşulunu sağlaması yani ortalaması ile varyansının sabit olması ve gecikmeli iki zaman dönemindeki bu değişkenlerin kovaryanasının zamana bağlı olarak değil de değişkenler arasındaki gecikmeye bağlı olması gerekmektedir (Kaya 2019). Seri durağan değilse $t-1$, $t-2$ veya $t-3$ gibi çoklu yıl farklarıyla yumuşatılmaktadır. Mevsimsel dalgalanma göstermeyen seriler, trend, rassal dağılım ya da rassal dağılım olmayan dalgalanmalar zaman serilerinde değişimlere sebep olmakta ve bu sebepten gerçekte durağanlık oluşmamaktadır (Yeşilyayla 2013). Zaman serisi analizlerinde, serinin durağan olmaması yanıltıcı sonuçlara yol açabileceğinden, öncelikle durağanlık koşulunun sağlanıp sağlanmadığı belirlenmelidir. Bu

amaçla, hem biçimsel olmayan yöntemler (zaman serisi grafiği ve korelogram analizi) hem de biçimsel testler (örneğin birim kök testleri) kullanılmaktadır (Karaş Aydın 2022). Durağanlık hakkında ön bilgi edinmek için otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) grafiklerinden yararlanılmakta olup ACF değerlerinin birkaç gecikmede hızla sıfıra yaklaşması, serinin durağan olduğuna işaret etmektedir. İstatistiksel olarak ise durağanlık değerlendirmesi Augmented Dickey-Fuller (ADF) testi ile yapılmaktadır (SAS 2025). Elde edilen zaman serisinin modellemeye uygunluğunu belirlemek amacıyla ADF testi uygulanmış ve durağan olmayan serilerde ise birinci dereceden fark alma işlemi uygulanarak durağanlık sağlanmıştır.

3. Model Kurulumu: Model belirleme aşamasında, örneklem verileri üzerinde uygulanan otokorelasyon (ACF) ve kısmi otokorelasyon (PACF) fonksiyonlarının incelenmesiyle uygun ARIMA modeli ön değerlendirme amacıyla oluşturulmaktadır (Tortum vd. 2014). Bu çalışmada ise, SAS istatistik yazılımı kullanılarak Smallest Canonical Correlation (SCAN) ve Extended Sample Autocorrelation Function (ESACF) yöntemleri aracılığıyla, alternatif model yapıları sistematik biçimde değerlendirilmiş ve en uygun modeller belirlenmiştir (Uzundumlu and Dilli 2023; Uzundumlu ve Demir 2025).

4. Model Seçimi: Model karşılaştırmalarında çeşitli istatistiksel uygunluk ve doğruluk kriterleri dikkate alınmıştır. Bu kapsamda, AIC (Akaike Information Criterion), BIC (Bayesian Information Criterion) ve HQC (Hannan-Quinn Criterion) gibi bilgi kriterlerinin düşük olması, modelin hem veriye iyi uyum sağladığını hem de aşırı parametre kullanımından kaçındığını göstermektedir. Öte yandan, tahmin doğruluğunu değerlendirmek amacıyla MSE (Mean Squared Error), MAE (Mean Absolute Error) ve MAPE (Mean Absolute Percentage Error) gibi hata ölçütleri kullanılmış olup, bu değerlerin düşük çıkması modelin daha isabetli tahminler ürettiğini göstermektedir. Artık terimler arasındaki otokorelasyonun varlığı, Durbin-Watson istatistiği ile test edilmiş olup bu değer 2.00 civarında olması, otokorelasyon bulunmadığına işaret etmektedir. Ayrıca, modelin genel açıklayıcılığı R^2 (Coefficient of Determination) değeri ile değerlendirilmiştir. Tüm bu kriterler bir arada ele alınarak, en fazla kriteri sağlayan istatistiksel anlamlılığı yüksek ve öngörü başarısı en güçlü olan model seçilmiştir (Uzundumlu and Dilli 2023).

5. Teşhis ve kontrol: Model kalitesi, artıkların ACF, PACF ve IACF grafikleri ile beyaz gürültü özelliği açısından değerlendirilmiştir (SAS 2025). Artıkların beyaz gürültü olması, modelin geçerliliğini ve uygunluğunu teyit etmekte ve seçilen modelin artıkları hafif normal dağılım sapmaları göstermesine rağmen beyaz gürültü karakterinde olması nedeni ile sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

6. Yorumlama ve Değerlendirme: Tahmin edilen değerler, geçmiş yılların eğilimleriyle karşılaştırılarak analiz edilmiş ve üretimdeki artış veya azalışlar, istatistiksel bulgular doğrultusunda yorumlanmıştır (Esgin 2025).

Çalışmada kullanılan formüller ise aşağıda verilmiştir

Aşağıdaki Formül (1)'de AIC ve Formül 2'de BIC hesaplamaları verilmiştir (Lasagabaster and Guerra 2019).

$$AIC = n * \ln (SSE/n) + 2m \quad (1)$$

Denklemden n, gözlem sayısını SSE, hatanın karelerinin toplamını ve m, parametre sayısı (p+q)+ 1'dir. AIC katsayısı, mevcut verilere uyum kalitesindeki değişiklikleri ve her iki model arasındaki parametre sayısındaki farklılıkları tahmin etmektedir.

$$BIC (SIC) = n * \ln \left(\frac{SSR}{n} \right) + k * \ln(n) \quad (2)$$

Formül 2'de n, gözlem sayısını, SSR artıkların karelerinin toplamını ve k parametre sayısını ifade etmektedir.

$$SBC = - 2 \log (L) + (m) \ln (n) \quad (3)$$

m=(p+q+d) tahmin edilen parametrelerin sayısı ve L, ARIMA modellerinin olasılık fonksiyonudur (Achite *et al.* 2022).

BIC kriterine benzerlik gösteren Hannan-Quinn Kriterinin formülü aşağıda vermiştir (Achite *et al.* 2022).

$$HQC = n * \ln \left(\frac{SSR}{n} \right) + 2k * \ln(n) \quad (4)$$

Formül 5-8'de MAE, MSE, MAPE, R² hesaplamaları verilmiştir (Kalam *et al.* 2022).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_{Ai} - X_{Ei}| \quad (5)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_{Ai} - X_{Ei})^2 \quad (6)$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_{Ai} - X_{Ei}}{X_{Ai}} \right| \quad (7)$$

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad R^2 = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{(X_{Ai} - X_{Ei})^2}{(X_{Ai} - \bar{X}_{Ai})^2} \quad (8)$$

Formül 9-10'da RMSE ve MPE hesaplamaları verilmiştir (Waiswa 2023).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{Ai} - X_{Ei})^2}{n}} \quad (9)$$

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{X_{Ai} - X_{Ei}}{X_{Ai}} \right| \quad (10)$$

X_{Ai} : Gerçek değeri,

X_{Ei} : tahmin edilen değeri,

$\bar{X}_{Ai}$: Ortalama gerçek değeri,

n: veri noktası sayısını göstermektedir.

RMSEA, popülasyondaki uyumun bir ölçüsü olup popülasyondan kaynaklanan tutarsızlıkla ilgilenmektedir. Formül 11’de RMSEA hesabı verilmiştir (Gana and Broc 2019).

$$RMSEA = \sqrt{\frac{X^2 - df}{df(n-1)}} \quad (11)$$

AR modeli formül 12’de ve değişken oluşumu formül 13’te verilmiştir (Shumway *et al.* 2000)

$$y_t = (\alpha + \sum_{i=1}^p \varphi_i * y_{t-i} + \varepsilon_t) \quad \text{ve} \quad (12)$$

$$\alpha = \mu(1 - \varphi_1 - \varphi_2 \dots - \varphi_p) \quad (13)$$

MA modeli formül 14’teki gibidir.

$$y_t = (\alpha + \sum_{i=1}^q \theta_i * \varepsilon_{t-i}) \quad (14)$$

ARMA modeli ise formül 15’teki gibi ifade edilmiştir.

$$y_t = (\alpha + \sum_{i=1}^p \varphi_i * y_{t-i} + \varepsilon_t) + (\sum_{i=1}^q \theta_i * \varepsilon_{t-i}) \quad (15)$$

ARMA modelini açınca formül 16 elde edilmektedir (Mishra *et al.* 2021).

$$y_t = \alpha + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (16)$$

ARIMA modelinde 17. formüle dönemsel fark işlemi eklenerek formül 16 elde edilmiştir.

$$y_t = (\alpha + \sum_{i=1}^p \varphi_i * y_{t-i} + \varepsilon_t) * (1 - B)^d + (\sum_{i=1}^q \theta_i * \varepsilon_{t-i}) \quad (17)$$

ARIMA modelin bir başka oluşumu formül 18’de verilmiştir (SAS 2025).

$$\varphi(B)(1 - B)^d * y_t = \theta(B) * \varepsilon_t \quad (18)$$

On yedinci formül on sekizinci formüle uyarlanınca 19. formül elde edilmiştir (Kadılar 2009).

$$(1 - a_1 B^1 - a_2 B^2 \dots - a_p B^p) * (1 - B)^d y_t = (1 - \theta_1 B^1 - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t \quad (19)$$

$(1 - B)^d$ terimi d'ninci dereceden fark işlemi olup, $(1 - B)^d y_t$ ifadesi d=1 için $By_t = y_{t-1}$ diye yazılabilir. Ayrıca d=2 için $B^2 y_t = y_{t-2}$ veya $B^1 y_{t-1} = y_{t-2}$ yazılabilmektedir.

p=3, d=1 ve q=2 olduğundaki model ARIMA(3, 1, 2) yani

$$(1 - a_1 B^1 - a_2 B^2 - a_3 B^3) * (1 - B)^1 y_t = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2) \varepsilon_t \text{ olmaktadır.}$$

Formüllerde yer alan

y_t = t zamandaki serideki gözlem değerlerini,

α = sabit sayıyı,

φ_i =i gecikme süresindeki y_{t-i} 'nin parametrelerini,

ε_t = t zamandaki beyaz gürültüyü (WN(0, σ^2)) şeklinde gösterilmektedir)

p= AR için maksimum gecikme süresini,

q= MA için maksimum gecikme süresini,

θ_i =i gecikme süresindeki ε_{t-i} 'nin parametrelerini ve

$(1 - B)^d = d$ 'ninci dereceden fark işlemi göstermektedir.

Ayrıca a_1, a_2, a_3 ve Otoregresif (AR) terim katsayılarını (p = 4)

θ_1 ve θ_2 Hareketli ortalama (MA) terim katsayılarını (q = 2) ifade etmektedir (Uzundumlu *et al.* 2023).

ARAŞTIRMA BULGULARI

2024-2027 Yılı Şeker Pancarı Üretim Tahminleri

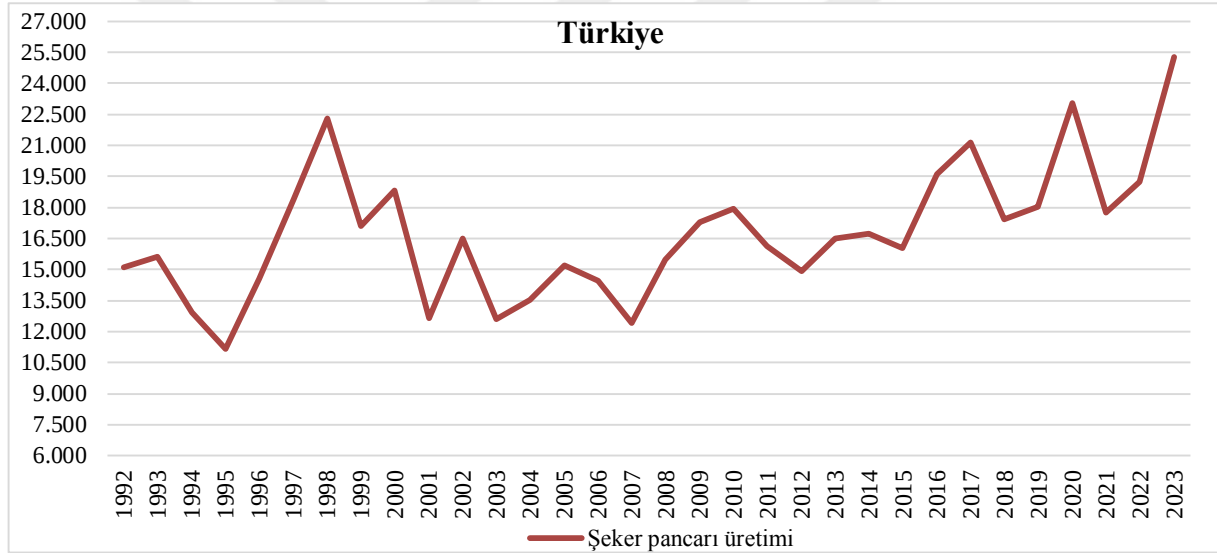
ARIMA zaman serisi modeliyle 2024-2027 yılı Türkiye üretimi ve lider iller için üretim tahminlerini yapmada en uygun modeli belirlemek için bazı adımları yapmak gerekmektedir.

Türkiye için yapılan tahminler

Türkiye için model belirleme

Durağanlık tespiti

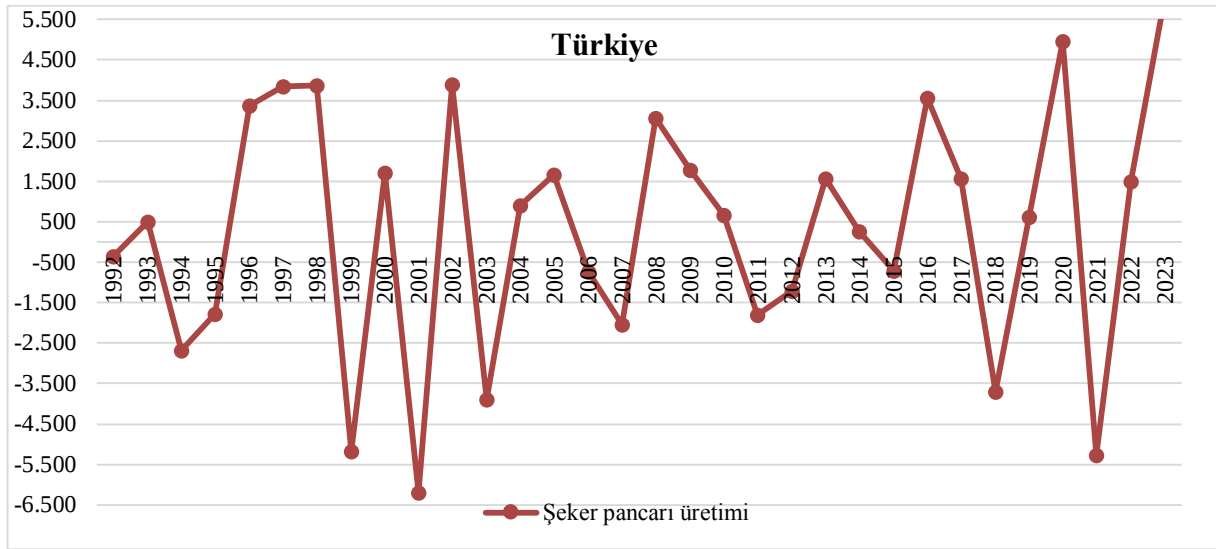
Şekil 1’de 1991-2023 üretim döneminde Türkiye şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 1. 1991-2023 üretim döneminde Türkiye şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 1 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için Genişletilmiş Dicky-Fuller (ADF) testi kullanılarak p değeri=0,22 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5’ten büyük değere sahip olduğu için verilerde birim kök olduğu bu nedenle verilerin durağan olmadığını söyleyebiliriz.

Şekil 2’de bir yıl gecikme dönemine ait Türkiye’nin şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 2. Türkiye şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 2’de birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 1’de Türkiye için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	9 099 247	3 601 032	2,53	0,0177	
Türkiyet ₁	1	144 650	65 339	2,21	0,0355	t1
Türkiyet ₂	1	-0,68197	0,24560	-2,78	0,0099	
Türkiyet ₃	1	0,01490	0,20939	0,07	0,9438	

Parametre tahminleri tablosu, DF serbestlik derecesindeki her parametre için tahmini değeri, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 1’de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 2’de Türkiye için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişkenler	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ldTürkiyet1_1	1	-1,3139	0,1860	-7,07	<,0001

Tablo 2’de zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) ile sağlandığı söylenebilir.

Tablo 3’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 3. Türkiye için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	305 503,6
Standart Sapması	3 043 673
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 3’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 305 503,6, standart sapması ise 3 043 673 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 gözlem sayısı olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

Tablo 4’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 4. Türkiye için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

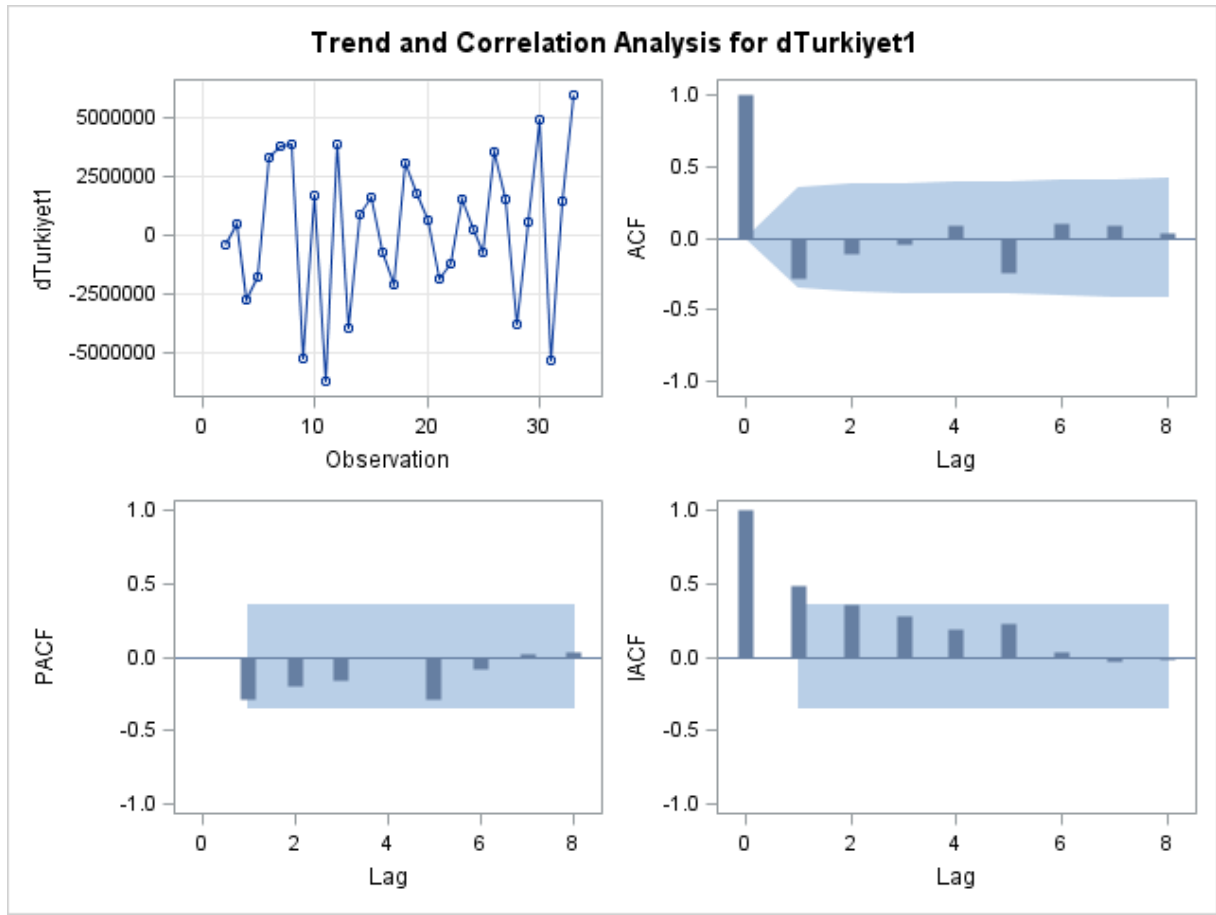
Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı (modelde sabit ve trend terimi yer almaz)	5	29,4111	0,9999	-2,93	0,0050		
	6	51,5918	0,9999	-2,68	0,0093		
	7	45,6907	0,9999	-1,90	0,0557		
	8	32,3503	0,9999	-1,58	0,1045		

Tablo 4. (devamı)

Sabitli (modelde yalnızca sabit terim olup trend terimi bulunmaz)	5	24,4348	0,9999	-3,14	0,0357	4,92	0,0484
	6	35,0862	0,9999	-2,69	0,0896	3,69	0,1985
	7	26,8360	0,9999	-1,99	0,2880	1,99	0,5917
	8	19,2938	0,9999	-1,70	0,4204	1,44	0,7169
Trendli (modelde hem sabit hem de trend terimi yer almaktadır)	5	22,3480	0,9999	-3,27	0,0937	5,63	0,0991
	6	22,9706	0,9999	-3,50	0,0615	7,61	0,0434
	7	16,2436	0,9999	-3,09	0,1308	5,48	0,1753
	8	10,9173	0,9999	-3,47	0,0672	6,62	0,0732

Tablo 4'te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. Üç aşamada da parametreler anlamlı olduğu için seriler durağan olmakta böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. Stadnytska *et al.* (2008) ADF testi ile aynı anda üç boş hipotez test istatistiklerinin önemli olması birim kökün olmadığını gösterdiğini yani serinin durağan oluşunu ifade ettiğini belirtmiştir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Türkiye için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 3. Türkiye için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 3'te birinci farkı alınmış Türkiye zaman serisine (dTürkiye1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF'deki azalma ve PACF'deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(1, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 5'te Türkiye için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 5. Türkiye için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	1	29,19711	0	0	29,32257
5	0	28,34554	2	1	28,5496
			5	0	28,34554

Minumum Tablo Değeri: BIC(4,5) = 28.22284, %5 önem seviyesinde

Tablo 5'te, Türkiye şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(5, 1, 0) modelinin BIC değeri 28,34 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 6. Türkiye için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,1	29,20	202,17	697,15	974,71	203,75	163,36	1,99	973,30	973,75	0,40
0,1,0	29,32	232,25	800,87	978,87	232,22	771,90	2,08	977,47	977,91	0,67
5,1,0	28,35	225,76	778,49	978,02	237,24	251,46	2,11	976,62	977,06	0,66
2,1,1	28,54	208,17	717,82	975,58	203,75	185,12	2,01	974,18	974,63	0,43

Not: SSE değerleri 10^{12} , MSE değerleri 10^{10} ve MAPE değerleri 10^4 ile çarpılmalıdır.

Tablo 6'dayer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 8'ini karşılayan ARIMA(0, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(0, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 7'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 7. Türkiye için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	195 099,5	149 148,6	1,31	0,2008	0
MA	0,73101	0,13861	5,27	<,0001	1
Sabit Tahmini		195 099,5			
Varyans Tahmini		8,026E12			
Se Tahmini		2 833 002			
AIC		1 043,585			
SBC		1 046,517			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 7’de AR için parametre tahmini, p değeri 0 olduğu için hesaplanmamışken MA ortalama parametre tahmini, 0,73’tür. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %5’te anlamlıdır.

Tablo 8’de Türkiye için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 8. Türkiye için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA
MU	1,000	-0,235
MA	-0,235	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 9’da Türkiye için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

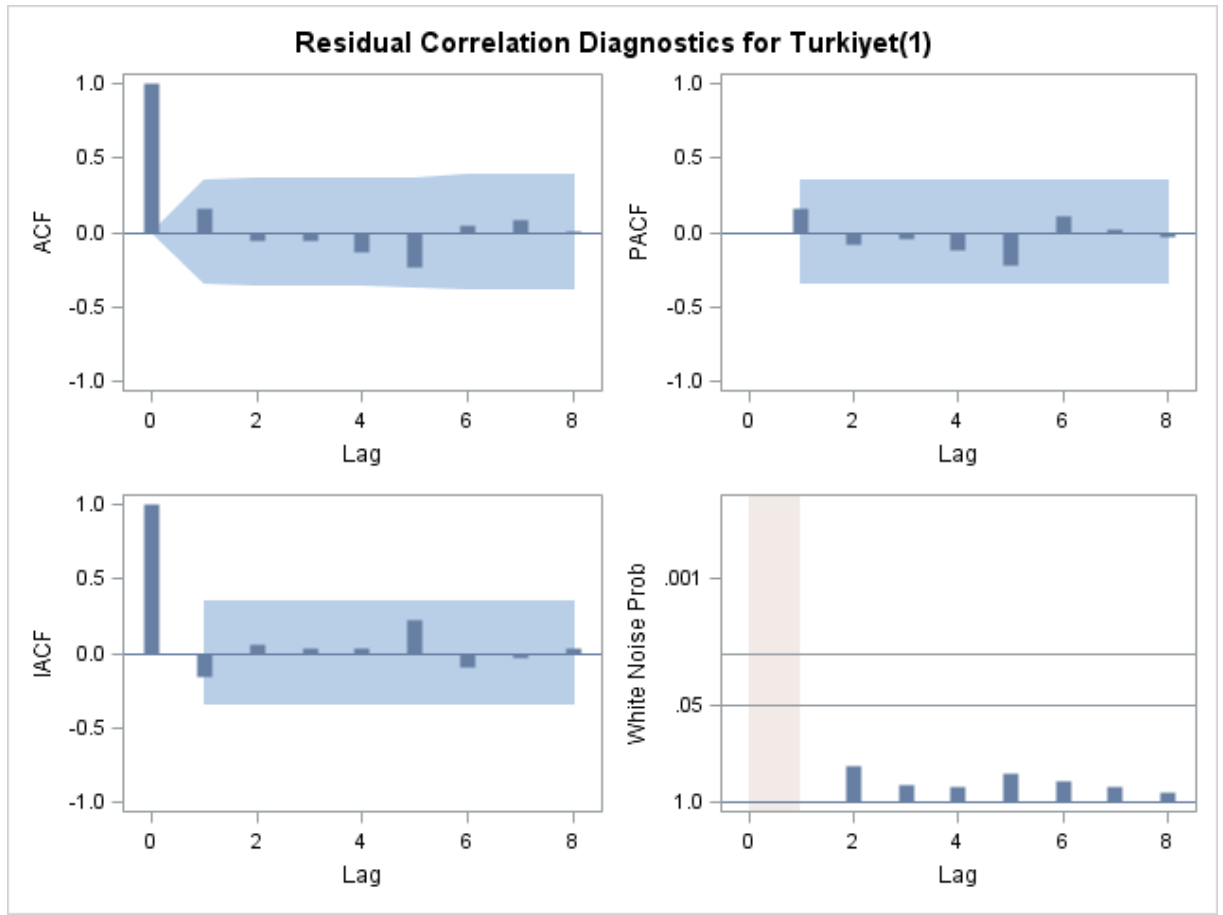
Tablo 9. Türkiye için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	4,16	5	0,5270	0,160	-0,052	-0,059	-0,127	-0,238	0,052
12	6,03	11	0,8711	0,089	0,014	-0,029	0,004	0,113	0,123
18	10,14	17	0,8976	-0,050	-0,071	-0,097	-0,176	-0,028	0,107
24	12,63	23	0,9595	-0,013	0,008	-0,096	-0,111	0,015	-0,038

Tablo 9’da p değerleri %5’ten büyük olduğu için kalıntılar rastgele olup oto korelasyon değerleri $\frac{2}{\sqrt{N}} = \frac{2}{\sqrt{32}} = 0,354$ ’ten küçük olduğundan oto korelasyonu olmayıp kalıntıların beyaz gürültülü olduğu ifade edilebilir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 3 ve Şekil 4’te gösterilmiştir.

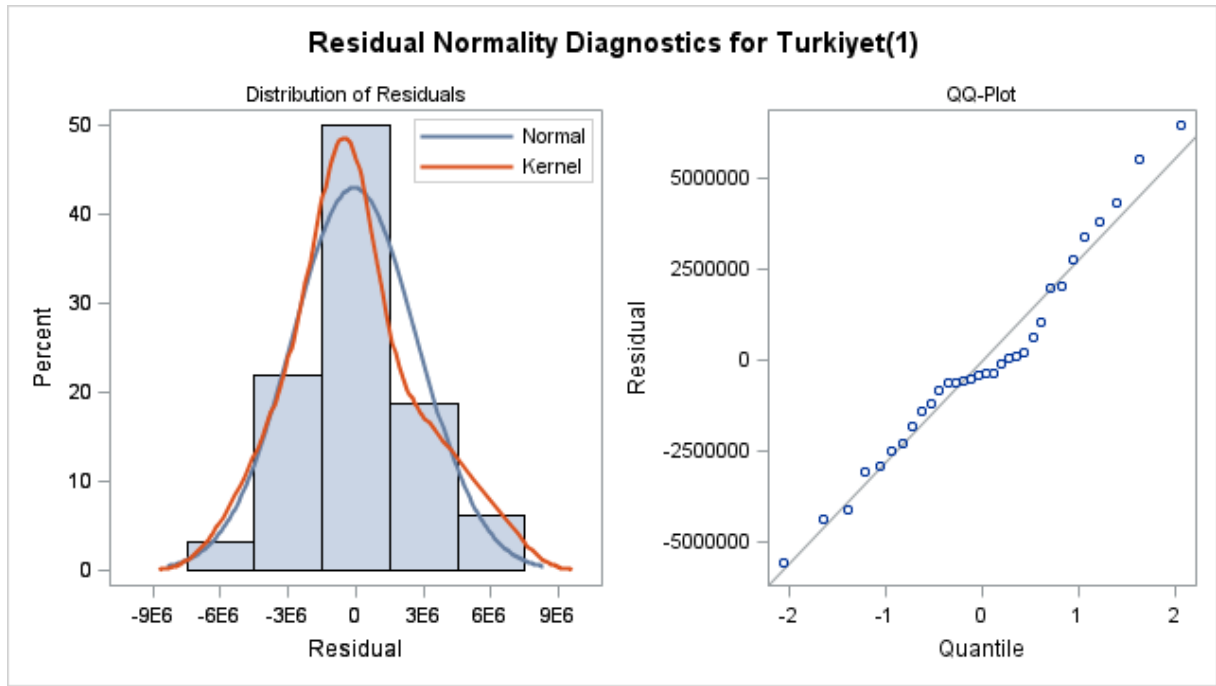
Şekil 4’te Türkiye için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 4. Türkiye için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 4'te görüldüğü üzere ACF grafiğinde Lag 0 (kendisi ile olan ilişkisi) dışında kalan çubukların tamamı güven aralığı olan mavi gölgeli alan içinde yer almakta olduğu için kalıntıların istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon göstermediği Lag 1'de (her bir gözlemin bir önceki gözlemle olan ilişkisinde) hafif bir negatif korelasyon olduğunu ama bunun sınırlar içinde olması nedeni ile modelin kalıntılarının beyaz gürültülü olduğunu göstermektedir. PACF değerleri modelde eksik kalan bir AR ya da MA bileşeni olup olmadığını kontrol etmek için önemlidir. Ayrıca gecikmeler de güven aralığının dışına taşmamış yani kalıntılar arasında kısmi otokorelasyon olmadığı görülmekte bu durumda modelin yeterli olduğunu belirtmektedir. Kalıntıların otokorelasyon yapısına ilişkin ters bir dönüşüm sunmaktadır. IACF değerleri AR bileşenlerini anlamak için kullanılmakta olup kalıntıların güven aralığı içinde olduğunu bu nedenle modelin AR yapısını iyi açıkladığını göstermektedir. Beyaz gürültü için son şekil incelendiğinde ise P-değerlerinin çoğunun gecikmeler için 0,05'in üzerinde olduğu bu nedenle modelin kalıntılarının beyaz gürültü olduğu söylenebilir ve model uygunluk açısından geçerli görünmektedir.

Şekil 5'te Türkiye için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 5. Türkiye için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(0, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 10’da Türkiye için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

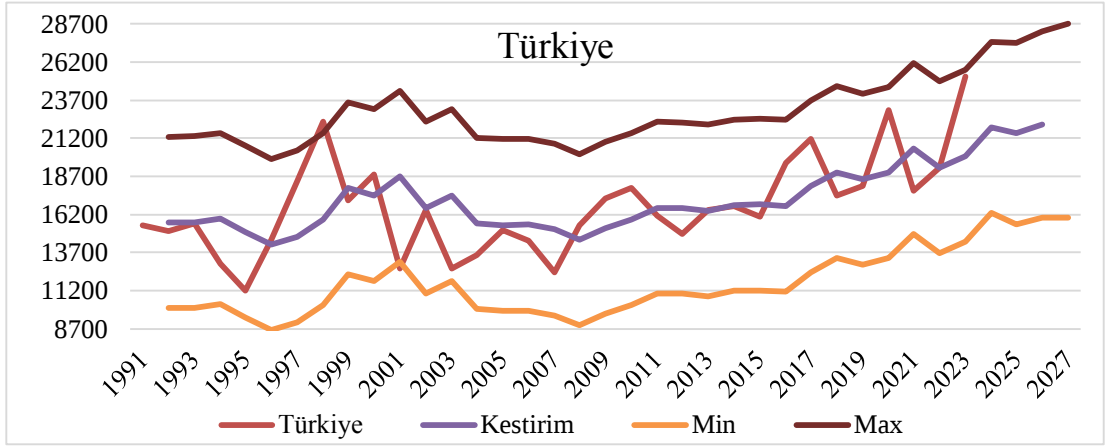
Tablo 10. Türkiye için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

Tahmin Ortalaması (bin ton)	195 099,5
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	0
MA Faktör Değeri	1 - 0,73101 B**(1)

Tablo 10’a göre, serinin tahmin edilen ortalama değeri 195,10 milyon olup, kullanılan ARIMA(0, 1, 1) modeli yalnızca birinci dereceden hareketli ortalama MA terimi içermektedir. AR bileşeninin katsayısı sıfır olduğundan, modelde geçmiş gözlemlere dayalı bir otoregresif yapı bulunmamaktadır. Ayrıca MA modelde 1 gecikmeli yapı kullanılarak bir önceki kalıntı değerleri ile %73 negatif ilişki olduğu yani AR faktör değeri 0 ve MA faktör değeri 1 - 0,73101 B**(1) olarak belirlenmiştir. Daha açık olarak formül şu şekildedir.

$$(1-B)*y_t = 195,0995 + (1 - 0,73101*B)*\varepsilon_t \text{ ve } y_t - y_{t-1} = 195,0995 + \varepsilon_t - 0,73101*\varepsilon_{t-1}$$

Şekil 5’de Türkiye için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 6. 1991-2027 yıllarında Türkiye'nin şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

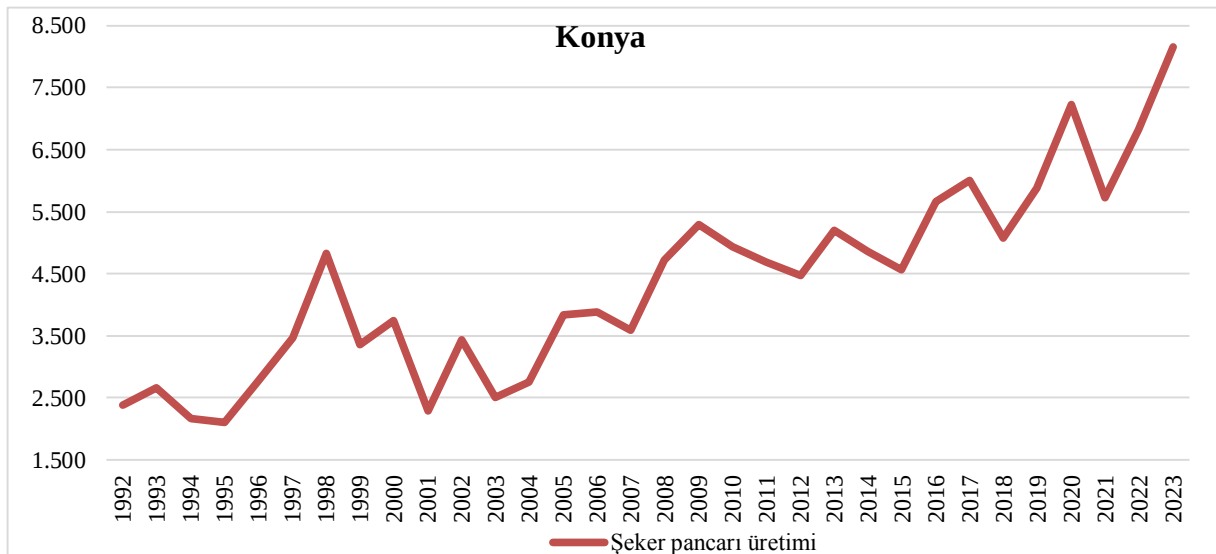
Şekil 6'da görüldüğü gibi Türkiye'de 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Türkiye şeker pancarı üretim 1991'de 16,2 milyon ton ve 2023 yılında 25,25 milyon tondur. Türkiye şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalama göre 20,67 milyon ton olurken, 2024-2027 yıllarında ise 21,97 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 21,92, 21,52, 22,09 ve 22,36 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı öngörülmüştür.

Konya için yapılan tahminler

Konya için model belirleme

Durağanlık tespiti

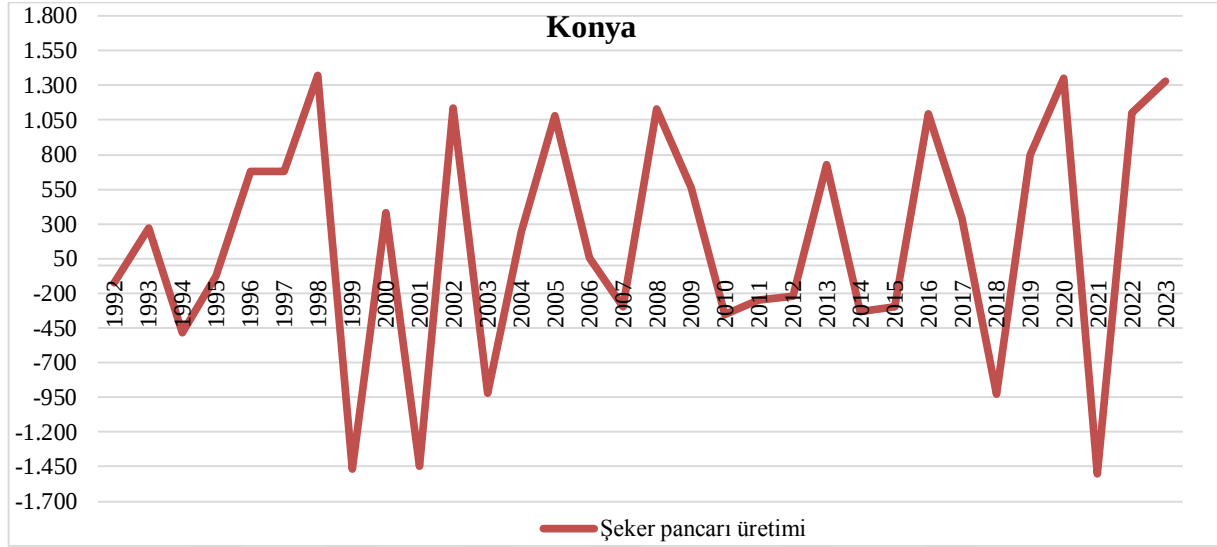
Şekil 7'de 1991-2023 üretim döneminde Konya ilinde şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 7. 1991-2023 üretim döneminde Konya şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 6 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için ADF testi kullanılarak p değeri=0,20 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5'te anlamsız değere sahip olduğu için verilerde birim kök olduğu bu nedenle fark işleminin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Şekil 8'de bir yıl gecikme dönemine ait Konya ilinde şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 8. Konya şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 8'de birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 11'de Konya için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 11. Konya için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	1 420 800	579 607	2,45	0,0210	
Konyat ₁	1	114 657	38 478	2,98	0,0060	t1
Konyat ₂	1	-0,75426	0,26676	-2,83	0,0087	
Konyat ₃	1	0,01245	0,21032	0,06	0,9532	

Parametre tahminleri tablosu, serbestlik derecesi için her parametrenin tahmini değeri, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 11’de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 12’de Konya için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 12. Konya için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t
ldKonya1_1	1	-1,3102	0,1812	-7,23	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 13’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 13. Konya için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	176 345,8
Standart Sapması	83 6470,6
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 13’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 176 345,8 standart sapması ise 836 470,6 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

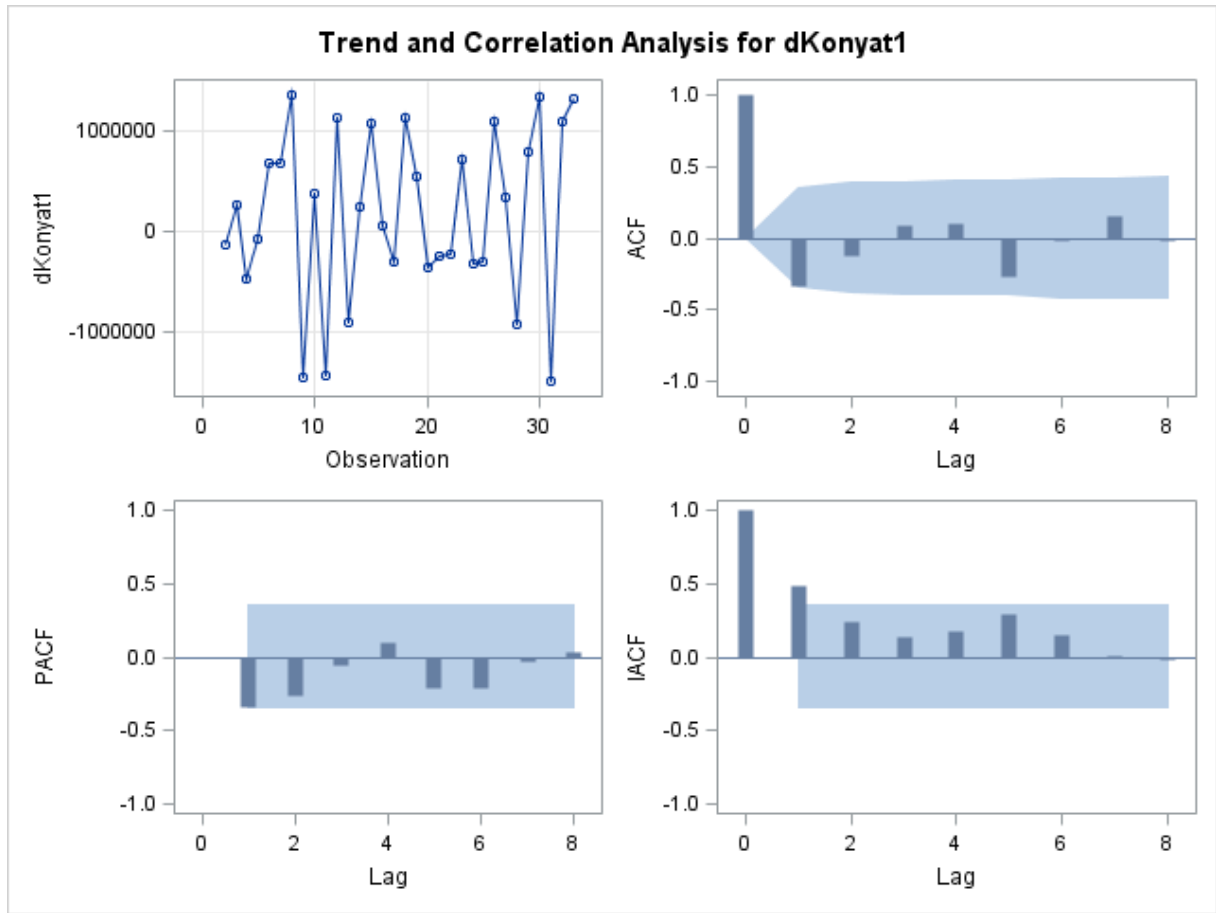
Tablo 14’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 14. Konya için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	96,9565	0,9999	-2,19	0,0298		
	6	-62,6657	<,0001	-1,99	0,0460		
	7	-11,8974	0,0099	-1,07	0,2484		
	8	-3,2254	0,2069	-0,55	0,4664		
Sabitli	5	21,1905	0,9999	-3,28	0,0261	5,40	0,0358
	6	20,1435	0,9999	-2,88	0,0613	4,17	0,0976
	7	15,2126	0,9999	-2,12	0,2408	2,27	0,5270
	8	13,7954	0,9999	-1,62	0,4549	1,41	0,7243
Trendli	5	20,0817	0,9999	-3,42	0,0705	6,10	0,0781
	6	16,9948	0,9999	-3,67	0,0436	8,22	0,0327
	7	12,5183	0,9999	-3,00	0,1536	5,03	0,2542
	8	9,8354	0,9999	-2,59	0,2881	3,65	0,4953

Tablo 14’te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. Üç aşamada da parametrelerin özellikle 5 ve 6. gecikmelerde anlamlı olduğu için seriler durağan olmakta böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Konya için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Konya için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 9’da birinci farkı alınmış Konya zaman serisine (dKonyat1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceği gibi 5. gecikmede de olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(5, 1, 1) modellerinin potansiyel modeller olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 15’de Konya için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 15. Konya için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
1	0	26,78059	0	1	26,64865
0	1	26,64865	2	1	26,02446
			5	1	26,15045

Minumum Tablo Değeri: BIC(2,1) = 26,02446, %5 önem seviyesinde

Tablo 15'de Konya şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır, BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(2, 1, 1) modelinin BIC değeri 26,02446 ile oldukça düşük bulunmuştur, Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kritteti sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir,

Tablo 16. Konya için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p,d,q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,1	26,65	1,48	5,11	896,30	5,62	129,81	1,99	894,90	895,35	0,44
1,1,0	26,78	1,70	5,86	900,43	6,44	172,05	2,06	899,02	899,47	0,57
2,1,1	26,02	1,53	5,26	897,19	5,69	517,25	1,99	895,79	896,24	0,46
5,1,1	26,15	1,28	4,41	891,88	5,24	161,24	1,96	890,48	890,93	0,50

Not: SSE değerleri 10^{13} , MSE değerleri 10^{11} ve MAPE değerleri 10^5 ile çarpılmalıdır.

Tablo 16'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 6'sını karşılayan ARIMA(5, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(5, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. İstatistiksel kriterlerin birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(5, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 17'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 17. Konya için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	137 772,7	26 909,0	5,12	<,0001	0
MA	0,72829	0,15580	4,67	<,0001	1
AR	-0,50386	0,19912	-2,53	0,0171	5
Sabit Tahmini		20 7191,5			
Varyans Tahmini		4,938E11			
Se Tahmini		702 733,5			
AIC		955,2769			
SBC		959,6741			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 17’de AR tahmin değeri -0,50 ve MA parametre tahmini, 0,73’tür. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %5’te anlamlıdır.

Tablo 18’de Konya için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 18. Konya için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA	AR
MU	1,000	-0,335	0,110
MA	-0,335	1,000	0,019
AR	0,110	0,019	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 19’da Konya için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

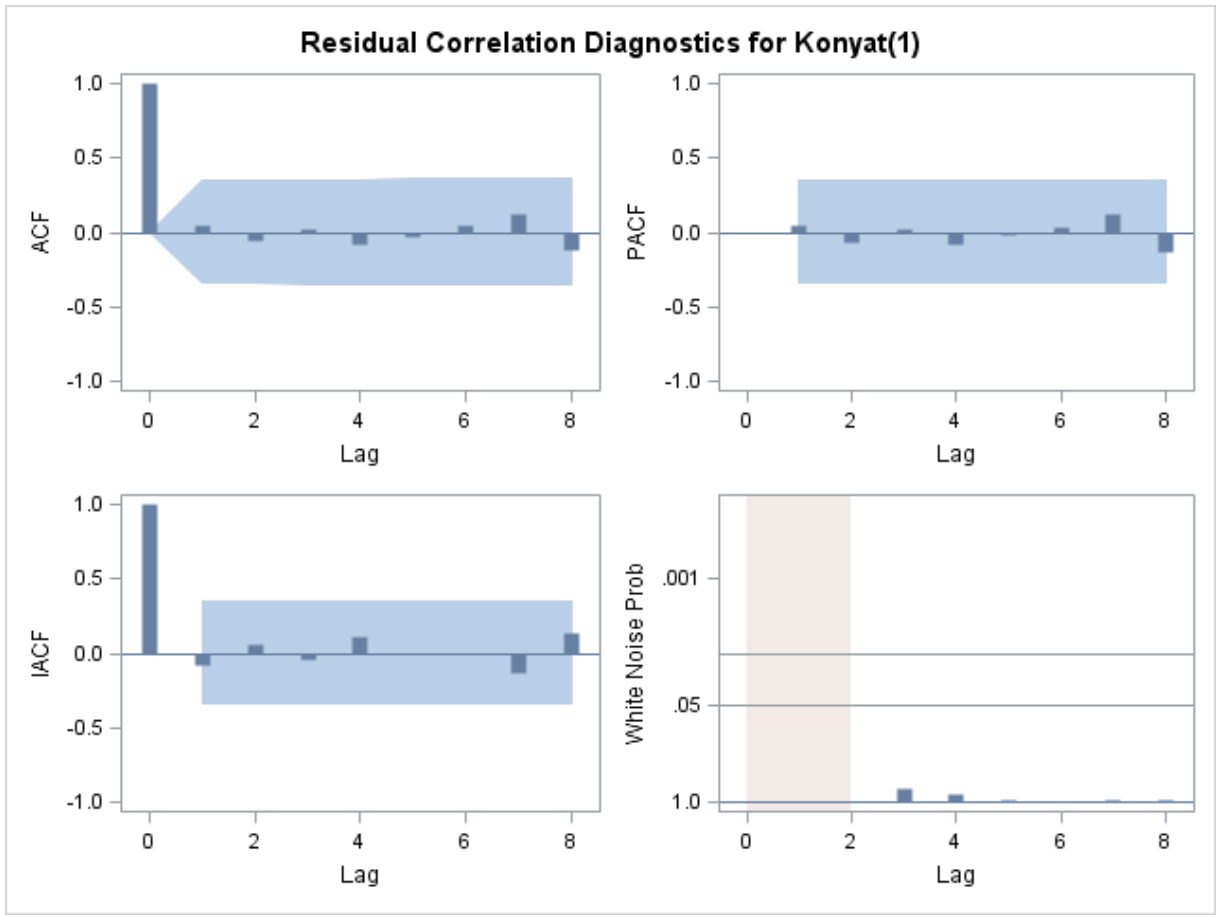
Tablo 19. Konya için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	0,55	4	0,9681	0,045	-0,056	0,020	-0,077	-0,029	0,046
12	4,14	10	0,9410	0,132	-0,115	-0,010	-0,022	0,169	0,116
18	5,69	16	0,9911	-0,010	-0,017	0,023	-0,145	-0,024	0,014
24	11,29	22	0,9704	-0,178	-0,033	-0,136	-0,054	-0,068	0,029

Tablo 19’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca, otokorelasyon katsayılarının tamamı $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olduğundan kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığı ve rastgele dağıldığı sonucuna ulaşılabilir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 10 ve Şekil 11’de gösterilmiştir.

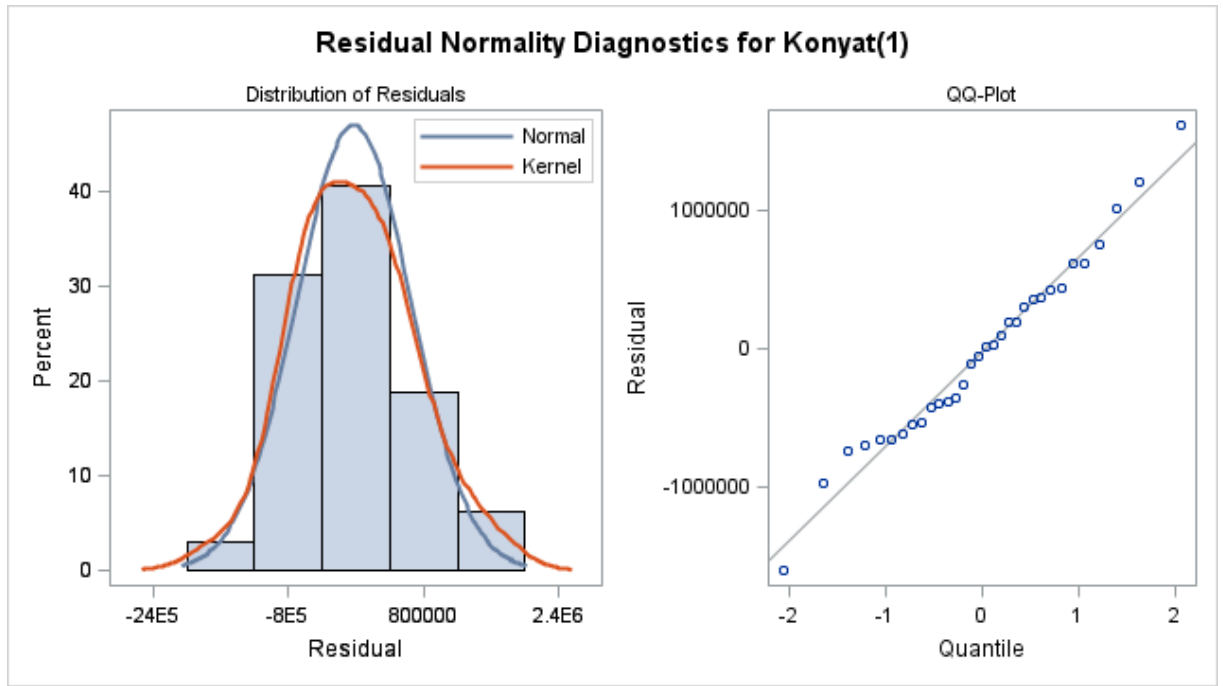
Şekil 10’da Konya için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 10. Konya için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 10’da görüldüğü üzere ACF grafiğinde Lag 0 (kendisi ile olan ilişkisi) dışında kalan çubukların tamamı güven aralığı olan mavi gölgeli alan içinde yer almakta olduğu için kalıntıların istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon göstermediği bu nedenle modelin kalıntılarının beyaz gürültülü olduğunu göstermektedir. PACF değerleri modelde eksik kalan bir AR ya da MA bileşeni olup olmadığını kontrol etmek için önemlidir. Ayrıca gecikmeler de güven aralığının dışına taşmamış yani kalıntılar arasında kısmi otokorelasyon olmadığı görülmekte bu durumda modelin yeterli olduğunu belirtmektedir. IACF değerleri kalıntıların otokorelasyon yapısına ilişkin ters bir dönüşüm sunmakta ve AR bileşenlerini anlamak için kullanılmakta olup kalıntıların güven aralığı içinde olduğunu bu nedenle modelin AR yapısını iyi açıkladığını göstermektedir. Beyaz gürültü için son şekil incelendiğinde ise p-değerlerinin hepsinin 0,05’in üzerinde olduğu yani tüm gecikmelerde p-değerlerinin anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğu bu nedenle modelin kalıntıları arasında anlamlı otokorelasyon bulunmamakta ve dolayısıyla da kalıntılar beyaz gürültü özelliği göstermektedir.

Şekil 11’de Konya için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 11. Konya için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(5, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 20’de Konya için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

Tablo 20. Konya için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

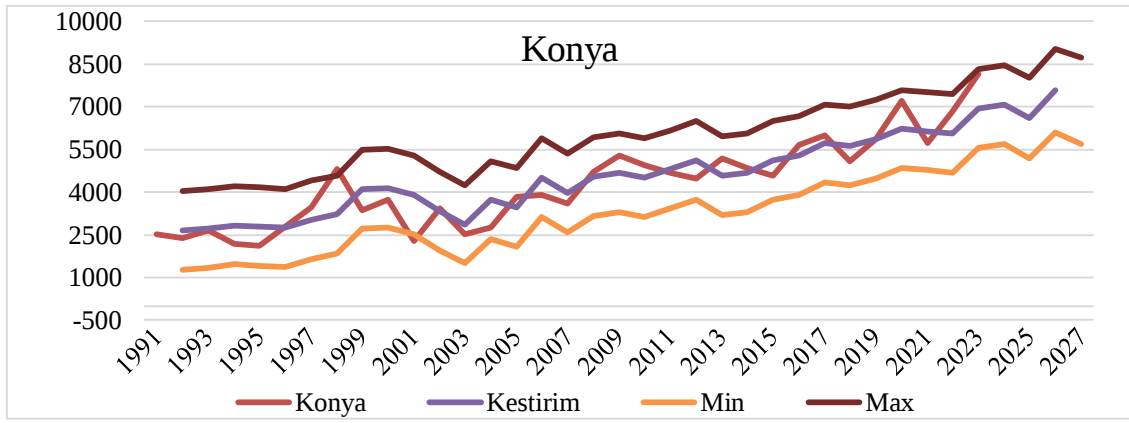
Tahmin Ortalaması (bin ton)	137 772,7
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	$1 + 0,50386 B^{**}(5)$
MA Faktör Değeri	$1 - 0,72829 B^{**}(1)$

Tablo 20’ye göre, serinin tahmin edilen ortalama değeri yaklaşık 138 milyon olup, kullanılan AR faktör değeri $1 + 0,50386 B^{**}(5)$ ve MA faktör değeri $1 - 0,72829 B^{**}(1)$ bunu biraz açarsak aşağıdaki formül elde edilmektedir.

$$(1 - B) * y_t = 137,7727 + \frac{(1 - 0,72829 * B)}{(1 + 0,50386 * B^5)} * \varepsilon_t$$

Formül ARIMA(5, 1, 1) modelini temsil ederek 5 dönem önceki veriler ile pozitif ve bir önceki yılın kalıntı değerlerine göre negatif ilişkili olduğu ifade etmektedir.

Şekil 12’de Konya için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 12. 1991-2027 yıllarında Konya'nın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

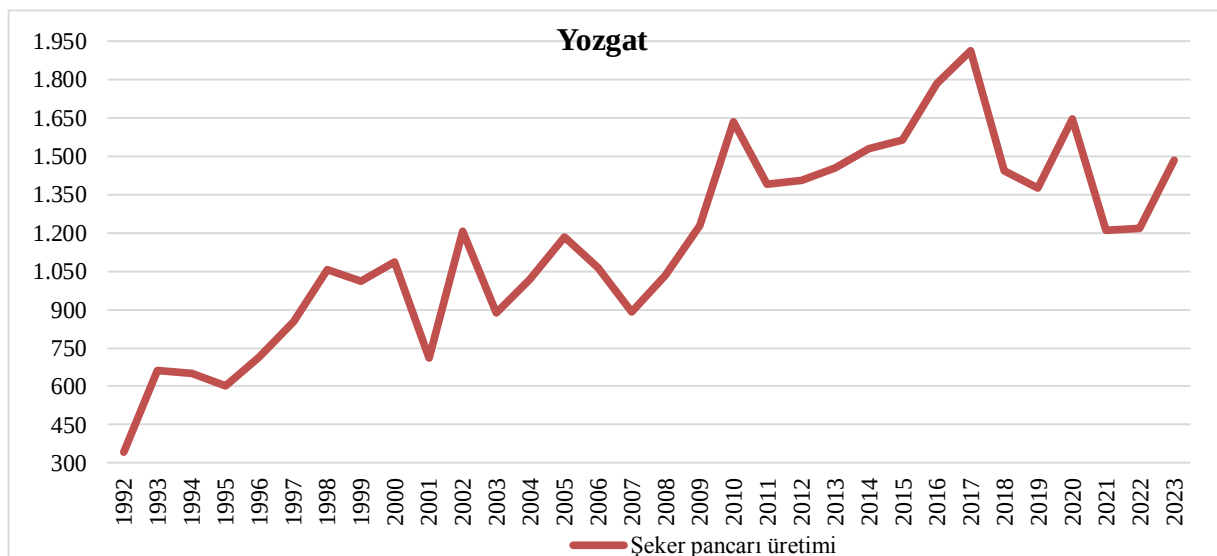
Şekil 12'de görüldüğü gibi Konya'da 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Konya şeker pancarı üretim 1991'de 2,5 milyon ton ve 2023 yılında 8,0 milyon tondur. Konya şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 6,72 milyon ton olurken 2024-2027 yıllarında ise 7,12 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 7,08, 6,60, 7,58 ve 7,23 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Yozgat için yapılan tahminler

Yozgat için model belirleme

Durağanlık tespiti

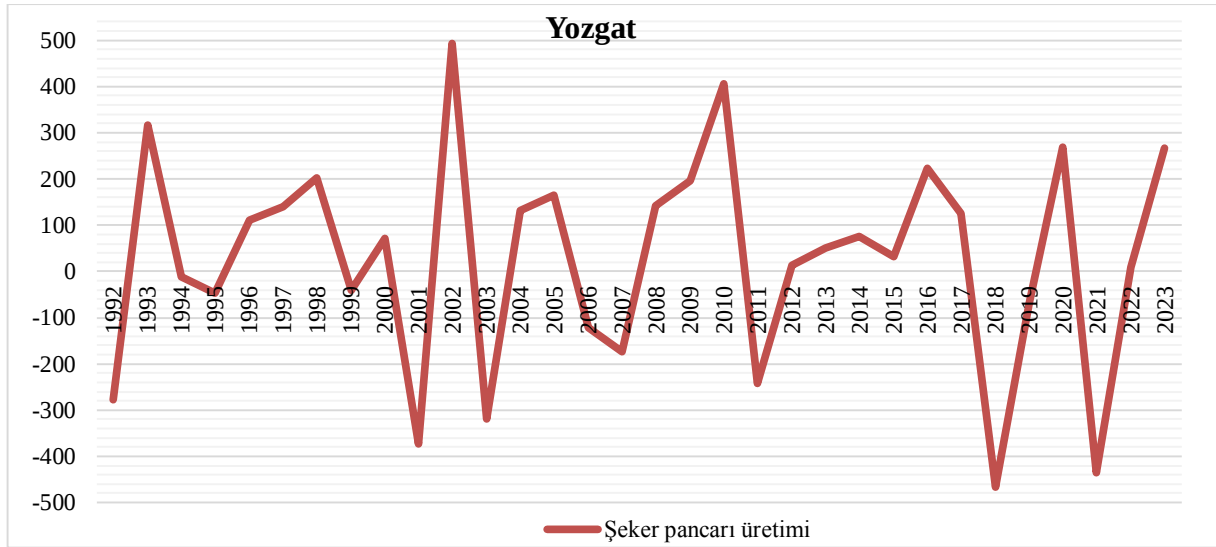
Şekil 13'de 1991-2023 üretim döneminde Yozgat şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 13. 1991-2023 üretim döneminde Yozgat şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında, genellikle 1., 2. veya 3. dereceden fark alma yöntemleriyle durağanlaştırma işlemi uygulanmaktadır. Şekil 13 incelendiğinde, şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı gözlemlenmektedir. Ayrıca, verilerin durağanlık durumunu istatistiksel olarak test etmek amacıyla ADF testi uygulanmıştır. Test sonucunda elde edilen p-değeri 24,17626 olarak bulunmuştur. Bu değer, %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğu için istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmemektedir. Dolayısıyla, seride birim kök bulunmakta olup bu da verilerin durağan olmadığını göstermektedir.

Şekil 14’te bir yıl gecikme dönemine ait Yozgat şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 14. Yozgat şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991–2023 yılları arasındaki şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, serinin durağanlaştırılması amacıyla birinci dereceden fark alma yöntemi uygulanmıştır ($d=1$). Yani, her yılın değeri bir önceki yılın değeri ile farkı alınarak veriler dönüştürülmüştür. Şekil 14 incelendiğinde, birinci dereceden fark alındıktan sonra serideki trendin ortadan kalktığı, artış ve azalışların dengeli bir şekilde dalgalandığı ve serinin sıfır etrafında salınarak durağan hale geldiği görülmektedir.

Tablo 21’de Yozgat için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 21. Yozgat için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	424611	141466	3,00	0,0057	
Yozgatt ₁	1	16443	8945,19939	1,84	0,0771	t1
Yozgatt ₂	1	-0,57752	0,22195	-2,60	0,0149	
Yozgatt ₃	1	-0,05765	0,20101	-0,29	0,7765	

Parametre tahminleri tablosu, serbestlik derecesi için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 21’de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 22’de Yozgat için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 22. Yozgat için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ldYozgat1_1	1	-1,3532	0,1704	-7,94	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 23’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 23. Yozgat için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	269 366,56
Standart Sapması	232 094,6
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 23’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 269 366,56, standart sapması ise 232 094,6 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

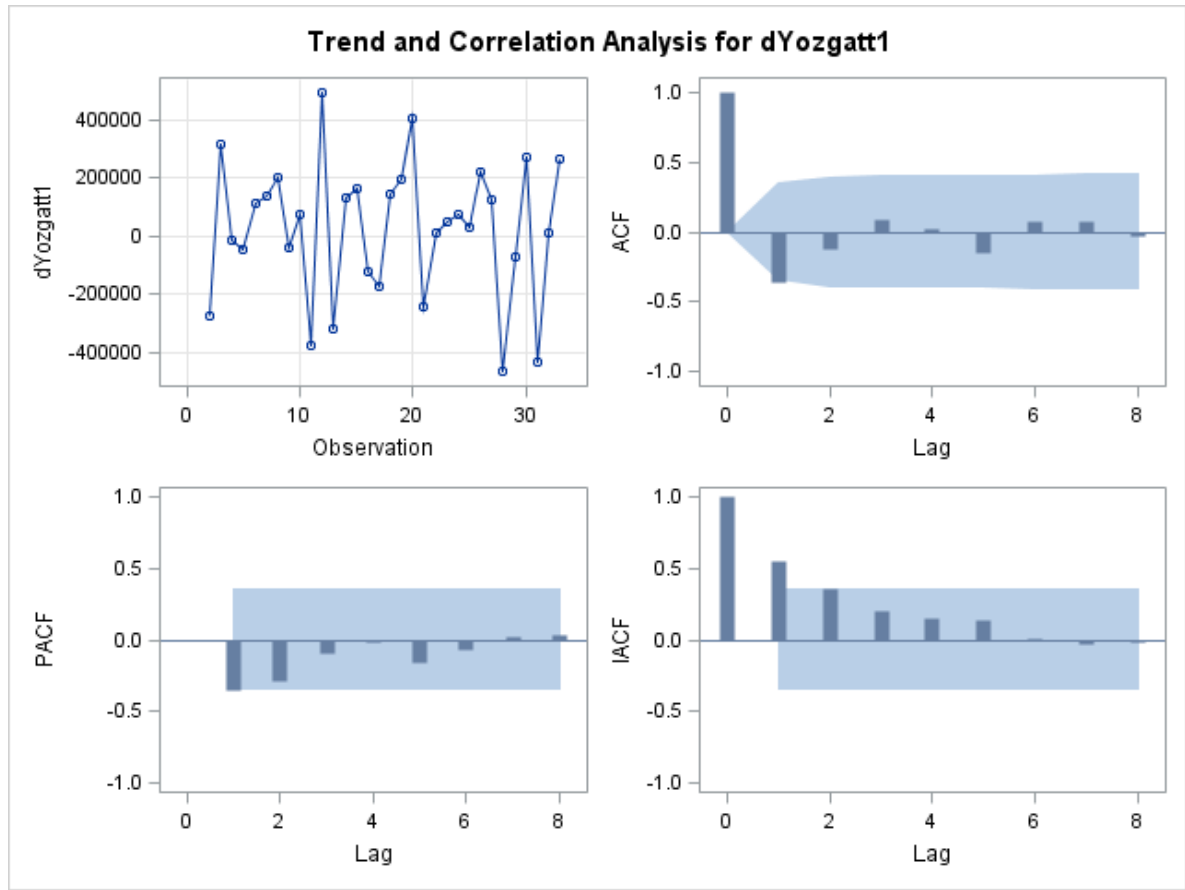
Tablo 24’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 24. Yozgat için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	-51,1049	<,0001	-1,97	0,0476		
	6	-11,8140	0,0105	-1,50	0,1219		
	7	-7,4651	0,0482	-1,27	0,1810		
	8	-13,9063	0,0046	-1,30	0,1715		
Sabitli	5	57,9802	0,9999	-2,17	0,2211	2,44	0,4658
	6	-19,9084	0,0028	-1,15	0,6777	1,09	0,7984
	7	-5,7649	0,3263	-0,66	0,8388	0,76	0,8741
	8	-33,1827	<,0001	-0,81	0,7981	0,80	0,8660
Trendli	5	33,6160	0,9999	-2,54	0,3097	3,28	0,5397
	6	-56,6369	<,0001	-1,38	0,8407	1,05	0,9537
	7	-9,5403	0,3836	-0,83	0,9483	0,51	0,9900
	8	-60,7246	<,0001	-0,88	0,9413	0,51	0,9900

Tablo 24’te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. 5. Gecikmede anlamlılık olması verilerin durağan olabileceğini göstermektedir. ADF testi sonuçları doğrultusunda belirlenen fark derecesi (d) ile birlikte, seriye uygulanan SCAN ve ESACF yöntemleri sayesinde p ve q değerleri tespit edilerek, çok sayıda model seçeneği arasından en uygun ARIMA modelinin belirlenmesine olanak sağlanmaktadır. Bu yöntemler, model kurulum sürecinde alternatiflerin sayısını azaltarak daha sağlıklı ve güvenilir bir model seçimi yapılmasını mümkün kılmaktadır.

Yozgat için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 16’da verilmiştir.



Şekil 15. Yozgat için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 15’de birinci farkı alınmış Yozgat zaman serisine (dYozgat1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki 1 ve 3. Gecikmelerde sıçrama olduğu için ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(1, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 25’de Yozgat için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 25. Yozgat için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
1	0	24,29507	2	0	24,14923
0	1	24,17626	0	1	24,17626
			1	1	24,24563
			3	0	24,19003

Minumum Tablo Değeri: BIC(0,1) = 24.17626, %5 önem seviyesinde

Tablo 25'de, Yozgat şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(0, 1, 1) modelinin BIC değeri 24,17626 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 26. Yozgat için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
2,1,0	24,15	128,60	443,46	822,98	162,40	114,74	2,00	821,58	822,03	0,72
1,1,0	24,30	133,92	461,79	824,19	168,89	132,45	1,92	822,79	823,24	0,55
0,1,1	24,18	125,21	431,77	822,18	157,70	223,24	1,87	820,78	821,22	0,47
1,1,1	24,25	110,11	379,70	818,32	154,42	224,41	1,88	816,92	817,37	0,55
3,1,0	24,19	134,54	463,94	824,33	167,62	124,30	2,02	822,93	823,38	0,70

Not: SSE değerleri 10^{10} , MSE değerleri 10^8 ve MAPE değerleri 10^3 ile çarpılmalıdır.

Tablo 26'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 6'sını karşılayan ARIMA(1, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(1, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 27'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 27. Yozgat için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	26 792,6	29 047,0	0,92	0,3637	0
MA	-0,36975	0,17307	-2,14	0,0409	1
Sabit Tahmini		36 699,22			
Varyans Tahmini		4,986E10			
Se Tahmini		2 23303,7			
AIC		880,9893			
SBC		883,9207			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 27’de AR için parametre tahmini, p değeri 0 olduğu için hesaplanmamışken MA parametre tahmini -0,37’dir. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %5’te anlamlıdır.

Tablo 28’de Yozgat için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 28. Yozgat için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA
MU	1,000	0,032
AR	0,032	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 29’da Yozgat için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

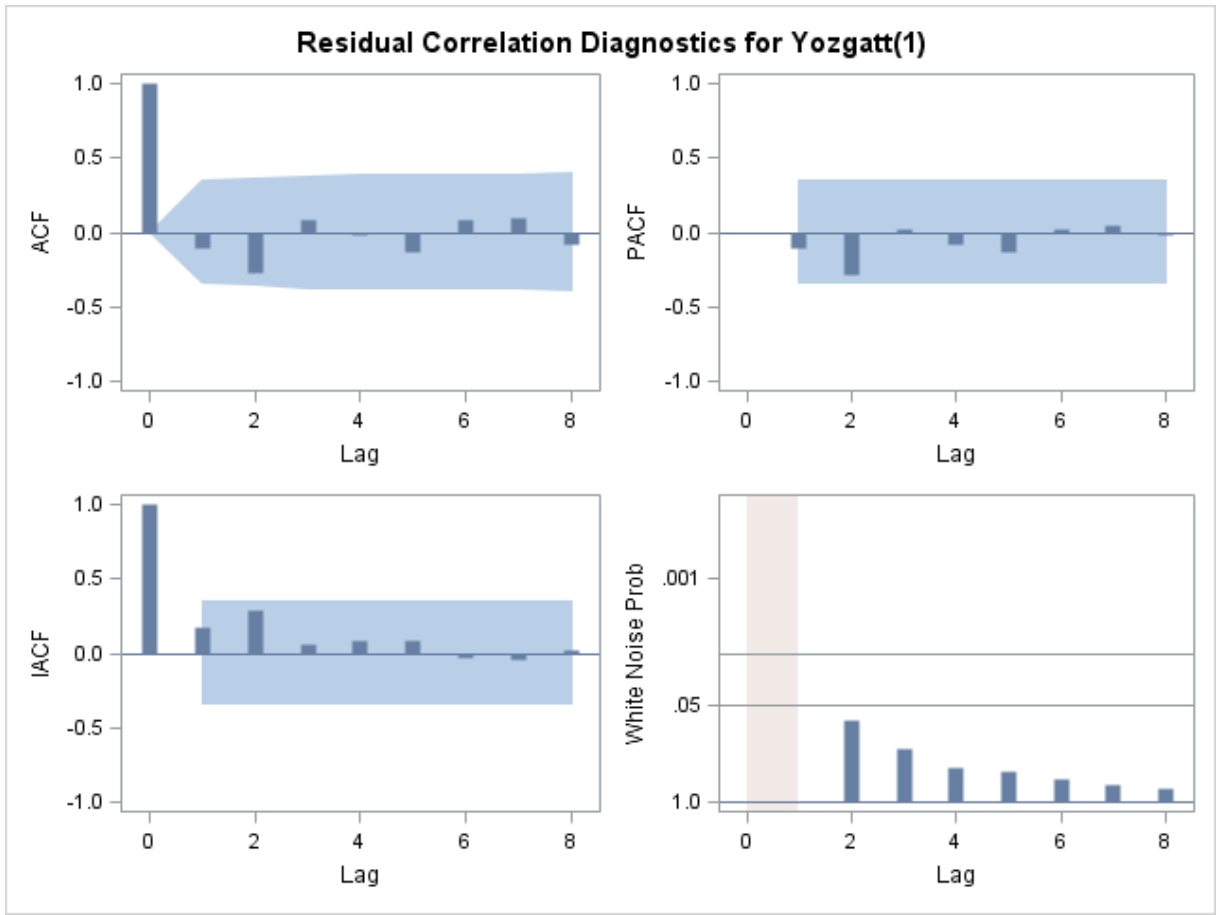
Tablo 29. Yozgat için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	4,38	5	0,4960	-0,109	-0,268	0,085	-0,014	-0,138	0,085
12	8,50	11	0,6675	0,098	-0,076	-0,209	-0,089	0,096	0,097
18	12,84	17	0,7470	-0,104	0,035	0,157	-0,131	0,024	0,104
24	14,87	23	0,8992	-0,062	0,016	0,007	-0,085	0,012	-0,080

Tablo 29’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca, otokorelasyon katsayılarının tamamı $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olduğundan kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığı ve rastgele dağıldığı sonucuna ulaşılabilir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 16 ve Şekil 17’de gösterilmiştir.

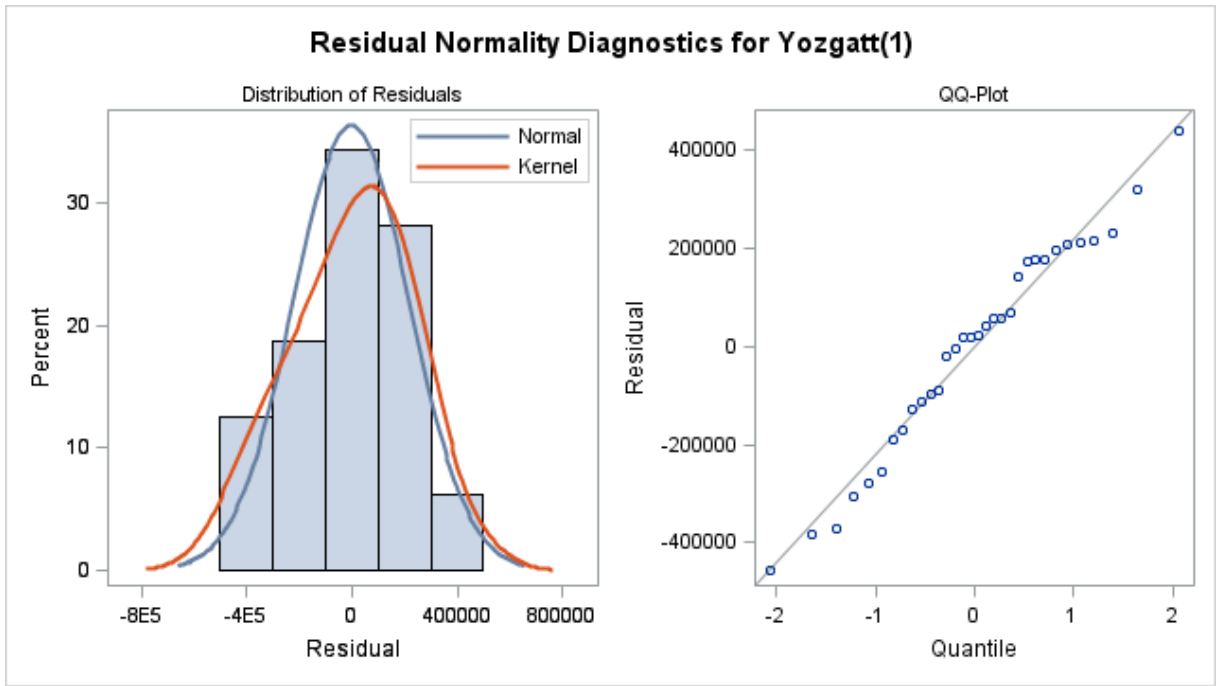
Şekil 16’da Yozgat için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 16. Yozgat için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 16’da ACF grafiğinde Lag 0 dışındaki tüm çubukların güven aralığı içinde yer alması, kalıntılar arasında anlamlı otokorelasyon olmadığını ve model kalıntılarının beyaz gürültü niteliğinde olduğunu göstermektedir. PACF değerleri, modelde eksik AR veya MA bileşenlerinin olup olmadığını kontrol etmek için önemlidir. Burada tüm gecikmeler güven aralığı içinde kaldığından, kısmi otokorelasyon bulunmamakta ve model yeterli kabul edilmektedir. IACF grafiği ise kalıntılarının otokorelasyon yapısının ters dönüşümünü sunarak AR bileşenlerinin iyi açıklandığını doğrulamaktadır. Son olarak, beyaz gürültü testi p-değerlerinin tüm gecikmelerde 0,05’in üzerinde olması, kalıntılar arasında anlamlı otokorelasyon olmadığını ve model kalıntılarının beyaz gürültü özelliği taşıdığını teyit etmektedir.

Şekil 17’de Yozgat için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 17. Yozgat için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(1, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 30’da Yozgat için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

Tablo 30. Yozgat için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

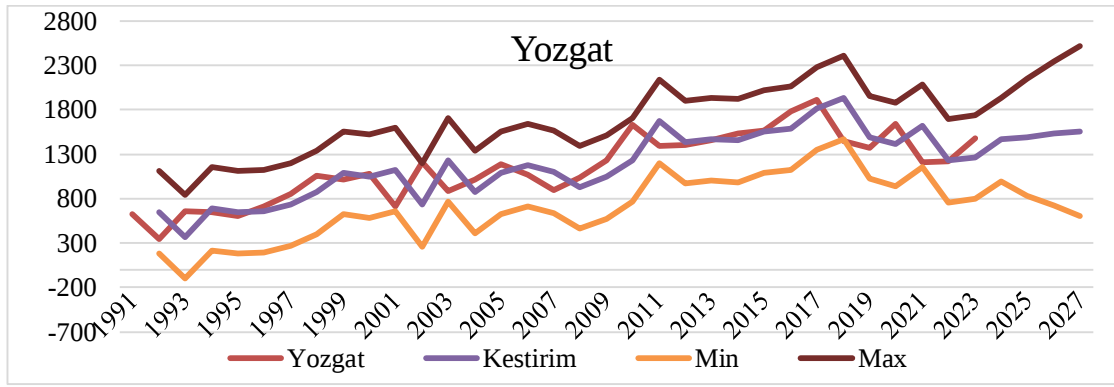
Tahmin Ortalaması (bin ton)	33 057
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	$1 + 0,36975 B^{**}(1)$
MA Faktör Değeri	$1 - 1 B^{**}(1)$

Tablo 30’a göre, serinin tahmin edilen ortalama değeri yaklaşık 33 milyon olup, kullanılan AR faktör değeri $1 + 0,36975 B^{**}(1)$ ve MA faktör değeri $1 - 1 B^{**}(1)$ olup aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$(1 - B) * y_t = 33\ 057 + \frac{(1 - B)}{(1 + 0,36975 * B)} * \varepsilon_t$$

ARIMA(1, 1, 1) modelini temsil ederek bir dönem önceki veriler ile %37 pozitif ve bir önceki kalıntı değerleri ile %100 negatif ilişkili olduğu görülmektedir.

Şekil 18’de Yozgat için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 18. 1991-2027 yıllarında Yozgat'ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

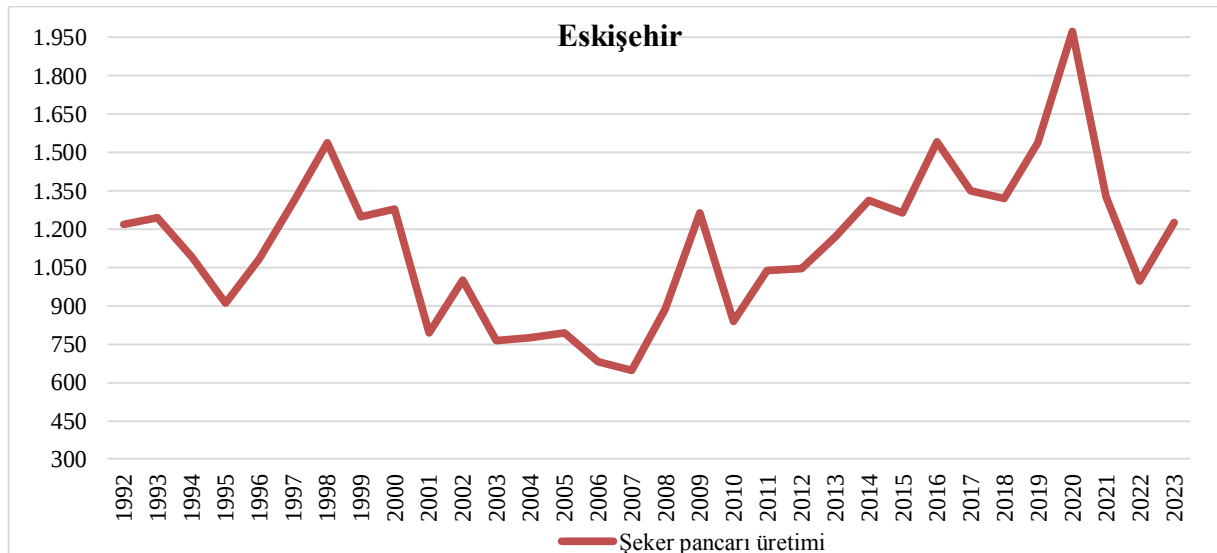
Şekil 18'de görüldüğü gibi Yozgat'ta 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Yozgat şeker pancarı üretim 1991'de 621 bin ton ve 2023 yılında 1,48 milyon tondur. Yozgat şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 1,39 milyon ton olurken 2024-2027 yıllarında ise 1,51 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 1,46, 1,48, 1,53 ve 1,56 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Eskişehir için yapılan tahminler

Eskişehir için model belirleme

Durağanlık tespiti

Şekil 19'da 1991-2023 üretim döneminde Eskişehir şeker pancarı üretimi verilmiştir.

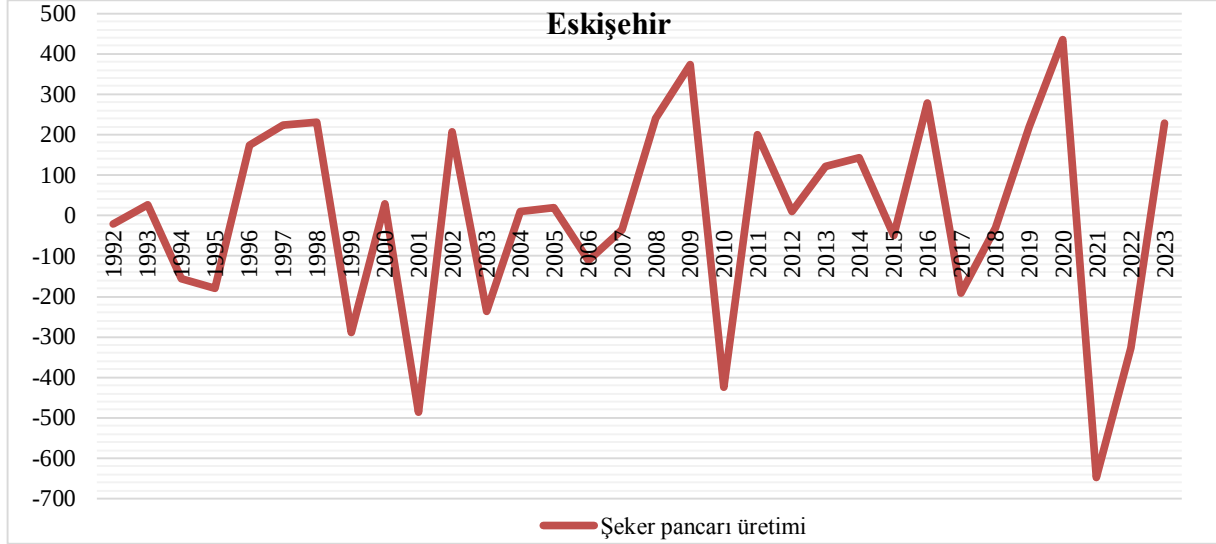


Şekil 19. 1991-2023 üretim döneminde Eskişehir şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 19 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan

olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için ADF testi kullanılarak p değeri=0,34109 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5'te anlamsız değere sahip olduğu için verilerde birim kök var yani veriler durağan değildir.

Şekil 20'de bir yıl gecikme dönemine ait Eskişehir şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 20. Eskişehir şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 20'de birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 31'de Eskişehir için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 31. Eskişehir için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	397079	192568	2,06	0,0490	
Eskişehir _{t1}	1	5429,02033	5156,42148	1,05	0,3017	t1
Eskişehir _{t2}	1	-0,43031	0,17452	-2,47	0,0203	
Eskişehir _{t3}	1	0,00278	0,19342	0,01	0,9886	

Parametre tahminleri tablosu, serbestlik derecesi için her parametrenin tahmini değeri, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 31'de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 32’de Eskişehir için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 32. Eskişehir için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ldTürkiyet1_1	1	-1,2151	0,1807	-6,72	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 33’te Eskişehir için fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 33. Eskişehir için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	-492,625
Standart Sapması	250 783,8
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 33’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması -492,625 standart sapması ise 250 783,8 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

Tablo 34’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 34. Eskişehir için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

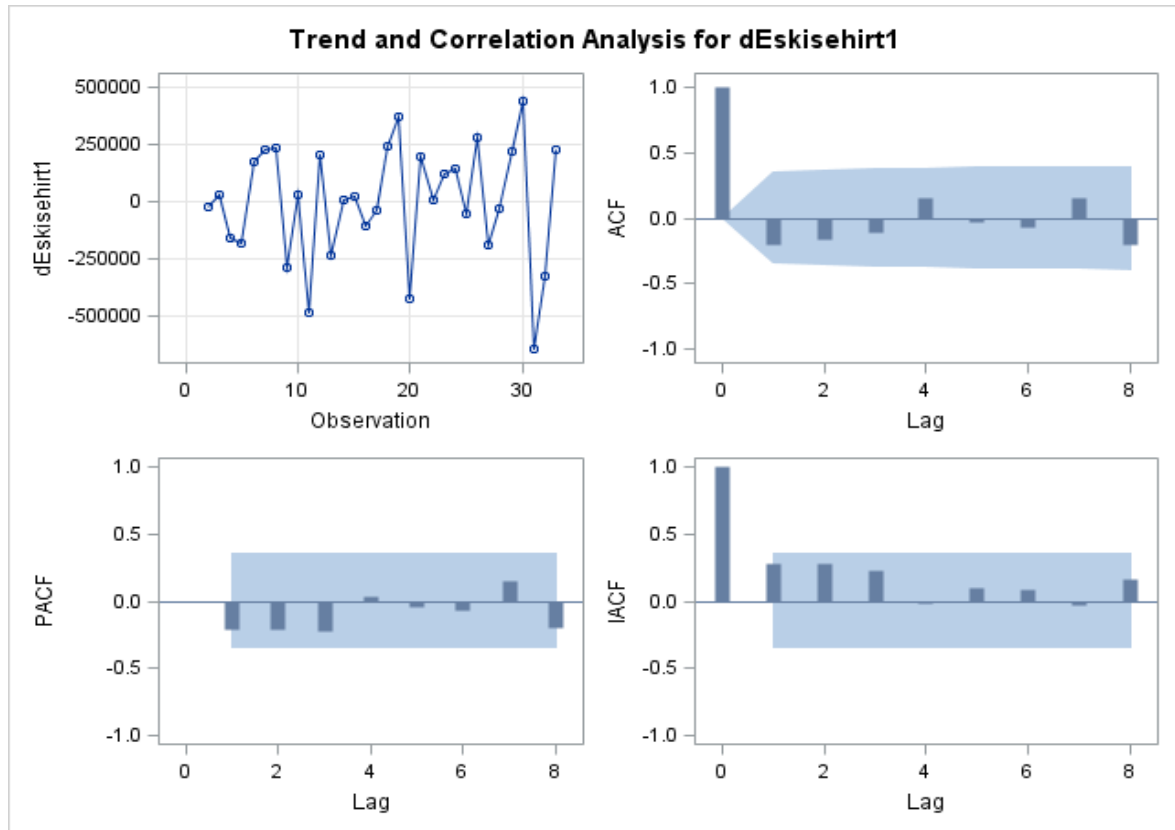
Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	104,9634	0,9999	-2,26	0,0256		
	6	-21,8244	0,0002	-1,56	0,1098		
	7	50,8667	0,9999	-1,70	0,0840		
	8	27,7906	0,9999	-1,54	0,1121		

Tablo 34. (devamı)

Sabitli	5	91,6002	0,9999	-2,19	0,2130	2,44	0,4654
	6	-20,0595	0,0026	-1,44	0,5485	1,16	0,7835
	7	53,9554	0,9999	-1,59	0,4729	1,35	0,7386
	8	28,6348	0,9999	-1,45	0,5419	1,11	0,7946
Trendli	5	41,8346	0,9999	-2,21	0,4621	2,53	0,6813
	6	-224,519	0,0001	-1,58	0,7734	1,25	0,9152
	7	17,1981	0,9999	-1,78	0,6834	1,62	0,8486
	8	10,8533	0,9999	-1,82	0,6638	1,70	0,8360

Tablo 34’te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. 5. gecikmede anlamlılık yakalandığı için böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Eskişehir için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 21’de verilmiştir.

**Şekil 21.** Eskişehir için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 21’de birinci farkı alınmış Eskişehir zaman serisine (dEskişehir1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(0, 1, 0), ARIMA(3, 1, 0) veya ARIMA(2, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 35’de Eskişehir için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 35. Eskişehir için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	0	24,57149	0	0	24,57149
			3	0	24,5369
			2	1	24,48854
			4	0	24,62855
			5	0	24,68227

Minumum Tablo Değeri: BIC(2,1) = 24,48854, %5 önem seviyesinde

Tablo 35’de Eskişehir şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(2, 1, 1) modelinin BIC değeri 24,48854 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 36. Eskişehir için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,0	24,57	189,50	653,45	834,61	200,19	280,25	1,95	833,21	833,66	0,58
3,1,0	24,54	183,20	631,74	833,60	200,76	398,19	1,97	832,19	832,64	0,58
2,1,1	24,49	178,03	613,90	832,74	192,00	176,20	1,92	831,33	831,78	0,48
4,1,0	24,63	185,70	640,33	834,00	199,44	137,65	1,95	832,60	833,05	0,57
5,1,0	24,68	189,54	6,54	834,62	202,15	238,31	1,95	833,21	833,66	0,58

Not: SSE değerleri 10¹², MSE değerleri 10¹⁰ ve MAPE değerleri 10⁴ ile çarpılmalıdır.

Tablo 36’da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 7’sini karşılayan ARIMA(2, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu

belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(2, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 37’de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 37. Eskişehir için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	738,37016	25 111,8	0,03	0,9767	0
MA	0,32033	0,18661	1,72	0,0967	1
AR	-0,21392	0,20515	-1,04	0,3057	2
Sabit Tahmini		896,3239			
Varyans Tahmini		6,145E10			
Se Tahmini		247 881,6			
AIC		888,5872			
SBC		892,9844			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 37’de AR için parametre tahmini -0,21 ve MA için parametre tahmini 0,32’dir. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak MA %10’da anlamlı iken AR anlamlı değildir.

Tablo 38’de Eskişehir için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 38. Eskişehir için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA	AR
MU	1,000	0,019	-0,038
MA	0,019	1,000	0,307
AR	-0,038	0,307	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 39’da Eskişehir için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

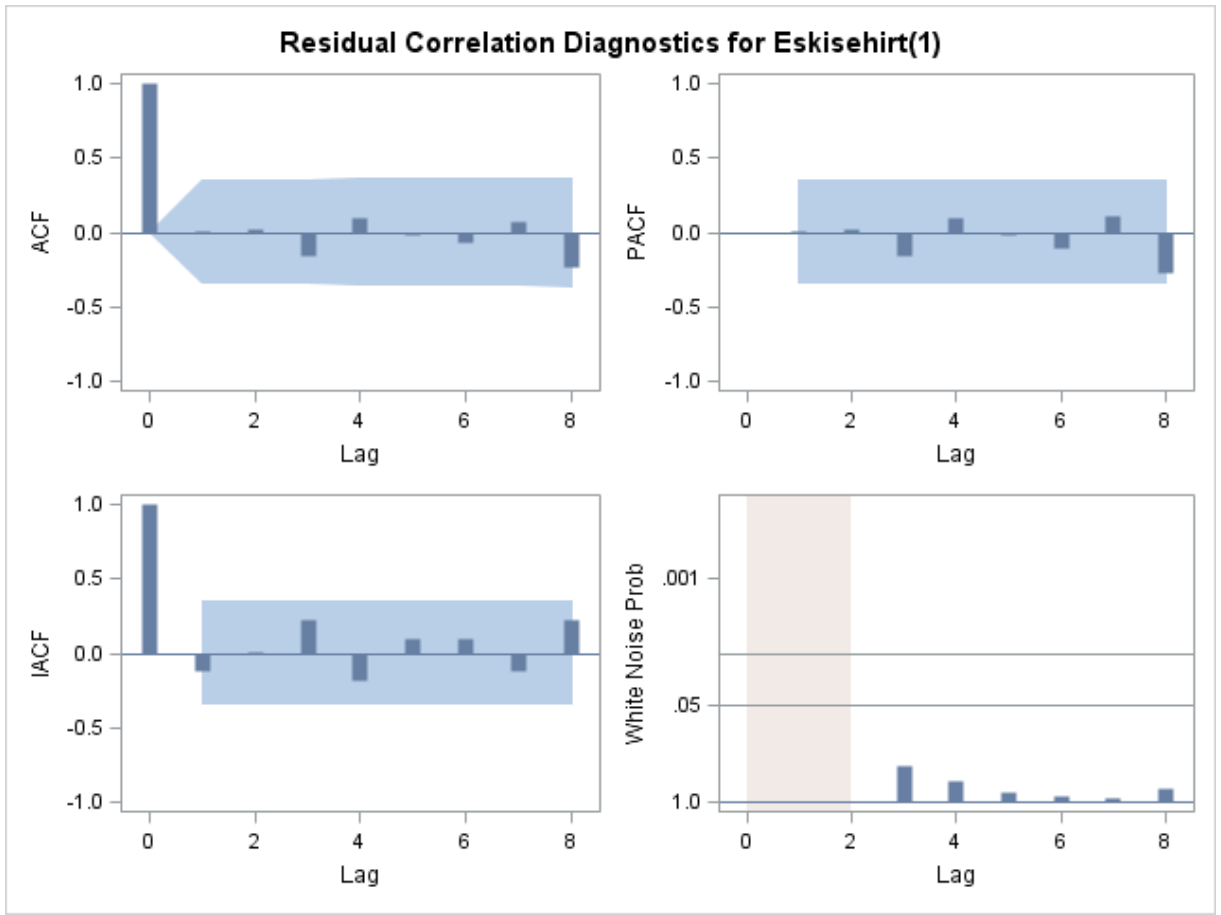
Tablo 39. Eskişehir için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	1,52	4	0,8225	0,007	0,021	-0,159	0,092	-0,018	-0,073
12	10,10	10	0,4320	0,068	-0,236	0,047	-0,195	0,267	-0,054
18	17,22	16	0,3718	-0,268	-0,122	-0,057	0,079	-0,072	0,118
24	23,57	22	0,3700	-0,104	0,108	0,053	0,130	0,020	-0,129

Tablo 39’da p değerleri %5’ten büyük olduğu için kalıntıların oto korelasyonları olmadığını ve oto korelasyon değerleri $\frac{2}{\sqrt{N}} = \frac{2}{\sqrt{32}} = |0,354|$ ’ten küçük olduğundan kalıntıların oto korelasyonunun olmadığı yani beyaz gürültülü olduğunu göstermektedir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 22 ve Şekil 23’te gösterilmiştir.

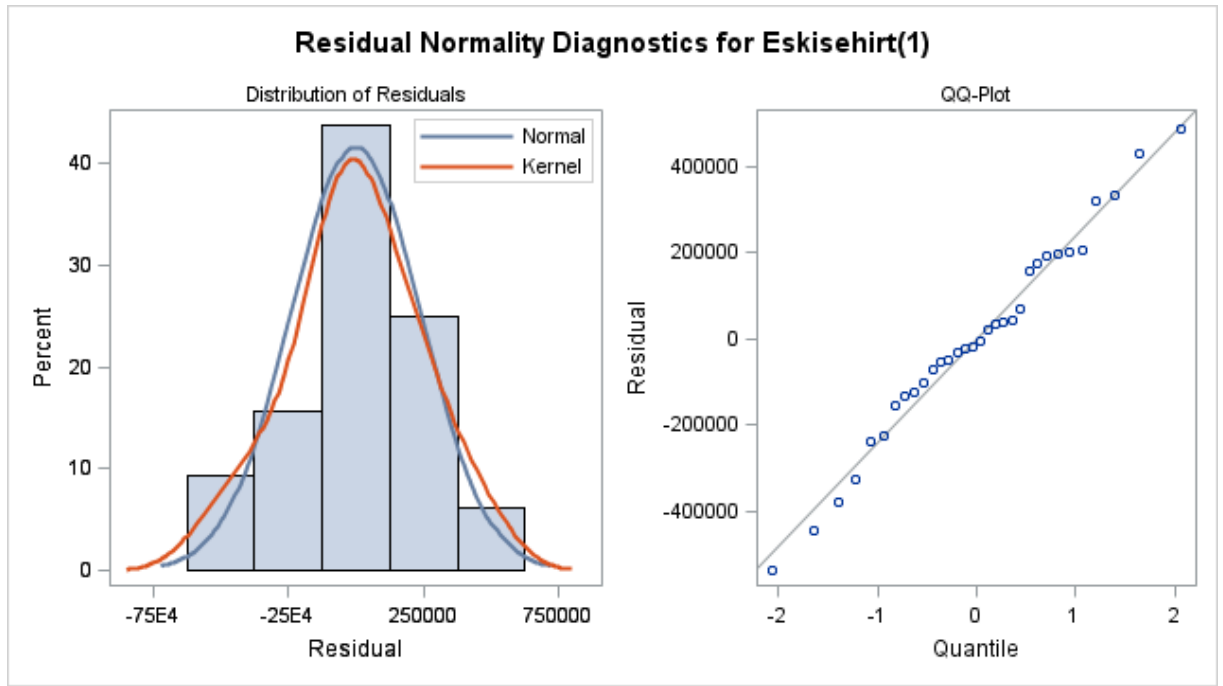
Şekil 22’de Eskişehir için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 22. Eskişehir için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 22’de ACF grafiğinde, Lag 0 dışındaki tüm gecikmelerin güven aralığı sınırları içinde bulunması, kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyon olmadığını göstermektedir. Bu durum modelin kalıntılarının beyaz gürültü karakteristiğine sahip olduğunu işaret etmektedir. PACF analizinde de tüm lag değerlerinin güven aralığı içerisinde yer alması, modelde eksik AR veya MA bileşeni bulunmadığını ve dolayısıyla modelin yapısal olarak yeterli olduğunu ortaya koymaktadır. IACF sonuçları, kalıntıların otokorelasyonunun tersine çevrilmiş hali olarak, modeldeki AR bileşenlerinin başarıyla yakalandığını desteklemektedir. Ayrıca, beyaz gürültü testinde elde edilen p-değerlerinin tüm gecikmelerde 0,05’in üzerinde seyretmesi, kalıntılar arasında anlamlı bir bağımlılık olmadığını ve modelin kalıntılarının istatistiksel olarak beyaz gürültüye uygun olduğunu doğrulamaktadır.

Şekil 23’de Eskişehir için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 23. Eskişehir için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(2, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 40’da Eskişehir için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

Tablo 40. Eskişehir için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

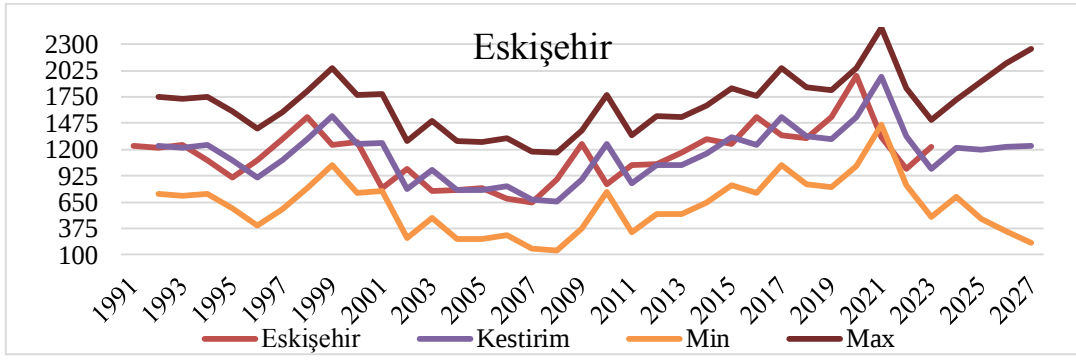
Tahmin Ortalaması (bin ton)	738,3702
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	$1 + 0,21392 B^{**}(2)$
MA Faktör Değeri	$1 - 0,73101 B^{**}(1)$

Tablo 40’a göre, serinin tahmin edilen ortalama değeri yaklaşık 739 bin olup, AR faktör değeri $1 + 0,21392 B^{**}(2)$ ve MA faktör değeri $1 - 0,73101 B^{**}(1)$ olup aşağıdaki formüldeki gibi gösterilebilir.

$$(1 - B) * y_t = 137,7727 + \frac{(1 - 0,73101 * B)}{(1 + 0,21392 * B^2)} * \varepsilon_t$$

ARIMA(2, 1, 1) modelini temsil ederek bir dönem önceki veriler ile %21 pozitif ve bir önceki kalıntı değerleri ile %73 negatif ilişkili olduğu görülmektedir.

Şekil 24’te Eskişehir için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 24. 1991-2027 yıllarında Eskişehir'in şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

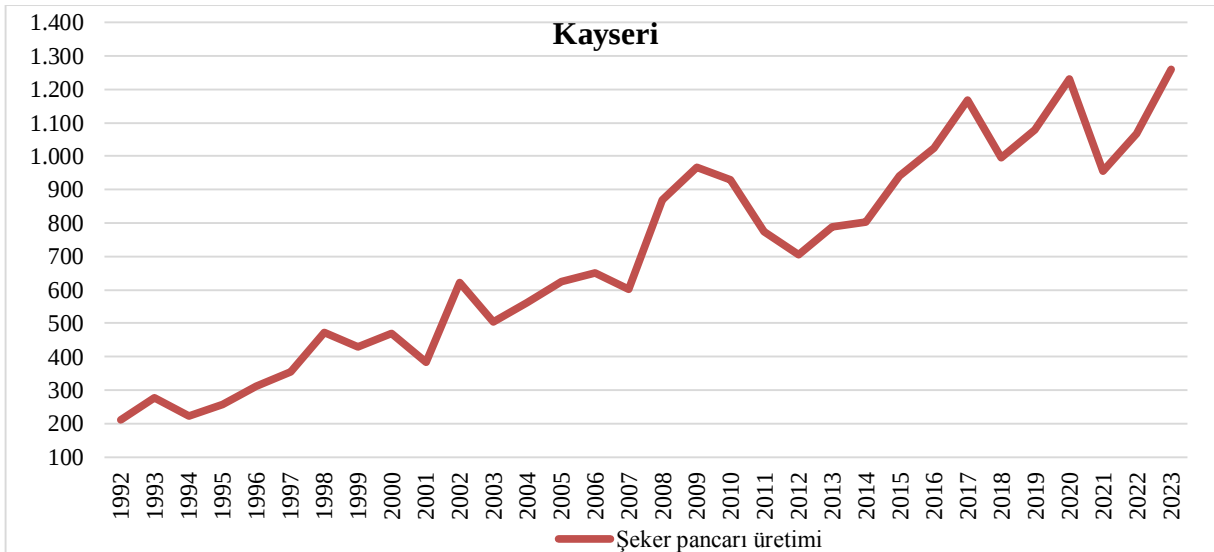
Şekil 24'te görüldüğü gibi Eskişehir'de 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Eskişehir şeker pancarı üretim 1991'de 1,24 milyon ton ve 2023 yılında 1,23 milyon tondur. Eskişehir şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 1,41 milyon ton olması beklenirken 2024-2027 yıllarında ise 1,22 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 1,21, 1,19, 1,22 ve 1,23 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Kayseri için yapılan tahminler

Kayseri için model belirleme

Durağanlık tespiti

Şekil 25'de 1991-2023 üretim döneminde Kayseri şeker pancarı üretimi verilmiştir.

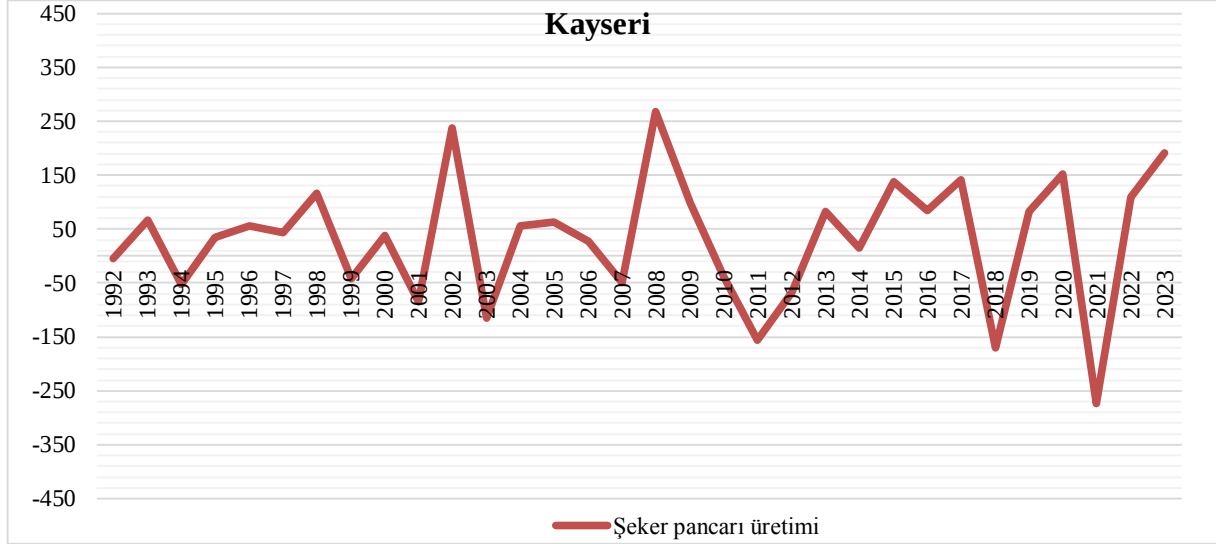


Şekil 25. 1991-2023 üretim döneminde Kayseri şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 25 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan

olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için ADF testi kullanılarak p değeri=0,21 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5'te anlamsız değere sahip olduğu için verilerde birim kök var yani veriler durağan değildir.

Şekil 26'da bir yıl gecikme dönemine ait Kayseri şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 26. Kayseri şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 26'da birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 41'de Kayseri için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 41. Kayseri için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	164893	48950	3,37	0,0023	
Kayserit ₁	1	31729	7892,92980	4,02	0,0004	t1
Kayserit ₂	1	-0,98634	0,24084	-4,10	0,0003	
Kayserit ₃	1	0,22447	0,19460	1,15	0,2588	

Parametre tahminleri tablosu, DF için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 41'de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 42’de Kayseri için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 42. Kayseri için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ldKayserit1_1	1	-1,1962	0,1882	-6,36	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 43’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 43. Kayseri için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	33 156,59
Standart Sapması	11 6848,9
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 43’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 33 156,59 standart sapması ise 11 6848,9 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

Tablo 44’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 44. Kayseri için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

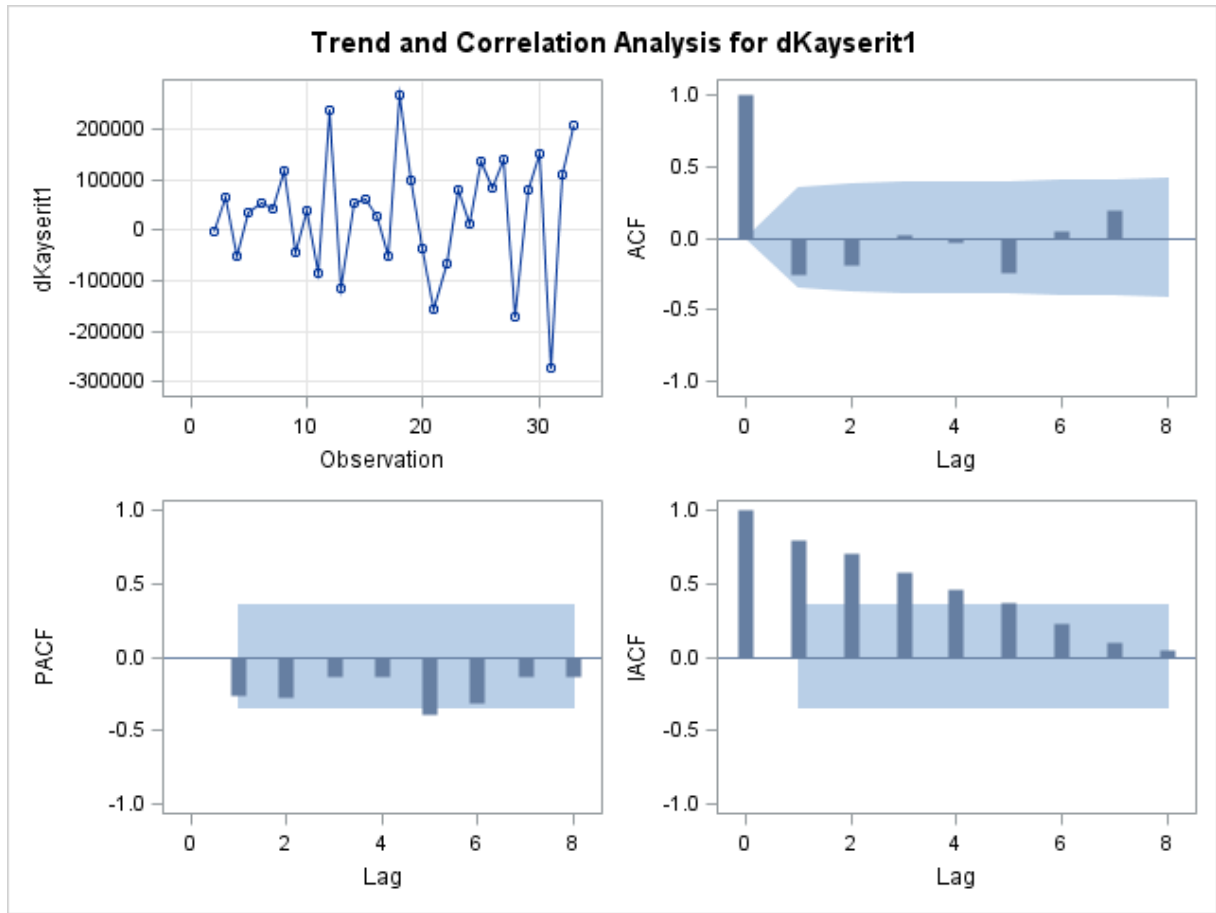
Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	-36,5920	<,0001	-1,91	0,0546		
	6	-6,5050	0,0682	-1,28	0,1784		
	7	-4,0872	0,1536	-0,98	0,2801		
	8	-2,2452	0,2935	-0,73	0,3894		

Tablo 44. (devamı)

Sabitli	5	16,0144	0,9999	-4,37	0,0020	9,53	0,0010
	6	14,7603	0,9999	-3,05	0,0437	4,67	0,0743
	7	10,3810	0,9999	-3,04	0,0453	4,61	0,0767
	8	8,2572	0,9999	-2,78	0,0763	3,87	0,1587
Trendli	5	16,0742	0,9999	-4,26	0,0126	9,07	0,0048
	6	14,7558	0,9999	-2,96	0,1635	4,37	0,3689
	7	10,3947	0,9999	-2,93	0,1710	4,31	0,3799
	8	8,2629	0,9999	-2,67	0,2556	3,58	0,5070

Tablo 44'te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. Üç aşamada da parametreler anlamlı olduğu için seriler durağan olmakta böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Kayseri için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27. Kayseri için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 27’de birinci farkı alınmış Kayseri zaman serisine (dKayserit1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki 1, 2 ve 5. Gecikmede sıçrama yapısı, ARIMA(3, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(5, 1, 0) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 45’te Kayseri için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 45. Kayseri için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	1	22,93627	0	0	23,24839
5	0	23,09388	3	1	22,97849
			4	0	23,26696

Minumum Tablo Değeri: BIC(0,2) = 22,83083, %5 önem seviyesinde

Tablo 45'te, Kayseri şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(0, 1, 1) modelinin BIC değeri 22,94 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 46. Kayseri için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,1	22,94	2,55	0,88	774,48	7,57	155,27	1,93	773,08	773,53	0,37
0,1,0	23,09	3,65	1,26	785,16	8,47	90,20	2,10	783,76	784,21	0,66
3,1,1	23,25	2,55	0,88	774,40	7,59	358,56	1,93	773,00	773,45	0,37
4,1,0	22,98	3,60	1,24	784,81	8,48	160,94	2,11	783,41	783,86	0,66
5,1,0	23,27	3,38	1,16	782,87	8,24	69,47	2,13	781,46	781,91	0,67

Not: SSE değerleri 10^{12} , MSE değerleri 10^{10} ve MAPE değerleri 10^4 ile çarpılmalıdır.

Tablo 46'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 8'ini karşılayan ARIMA(0, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(3, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(5, 1, 0) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(0, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 47'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 47. Kayseri için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	30 264,2	1 799,1	16,82	<,0001	0
MA	1,00000	0,10361	9,65	<,0001	1
Sabit Tahmini		30 264,18			
Varyans Tahmini		9,3975E9			
Se Tahmini		96 940,7			
AIC		827,5855			
SBC		830,517			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 47’de AR için p değeri 0 olduğu için hesaplanmamışken MA için otoregresif ortalama parametre tahmini 1,00000’dır. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %5’te anlamlıdır.

Tablo 48’de Kayseri için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 48. Kayseri için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA
MU	1,000	-0,864
MA	-0,864	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 49’da Kayseri için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

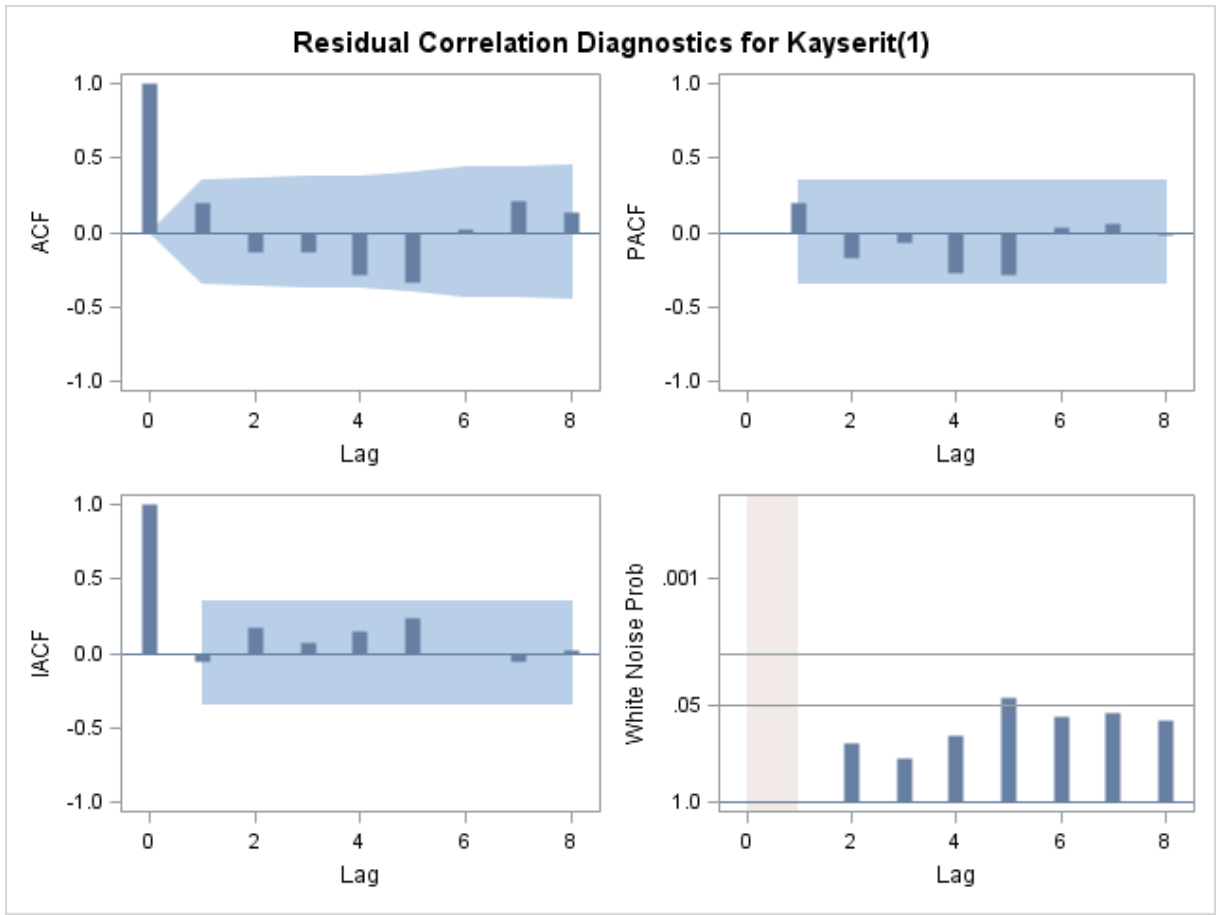
Tablo 49. Kayseri için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	9,86	5	0,0793	0,209	-0,119	-0,131	-0,272	-0,325	0,019
12	14,59	11	0,2020	0,212	0,138	0,092	0,089	0,105	-0,099
18	20,74	17	0,2382	-0,194	-0,074	0,040	-0,160	0,055	0,144
24	22,19	23	0,5090	-0,021	0,030	0,034	-0,045	-0,087	-0,026

Tablo 49’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca, otokorelasyon katsayılarının tamamı $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olduğundan kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığı ve rastgele dağıldığı sonucunu ifade etmektedir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 28 ve Şekil 29’da gösterilmiştir.

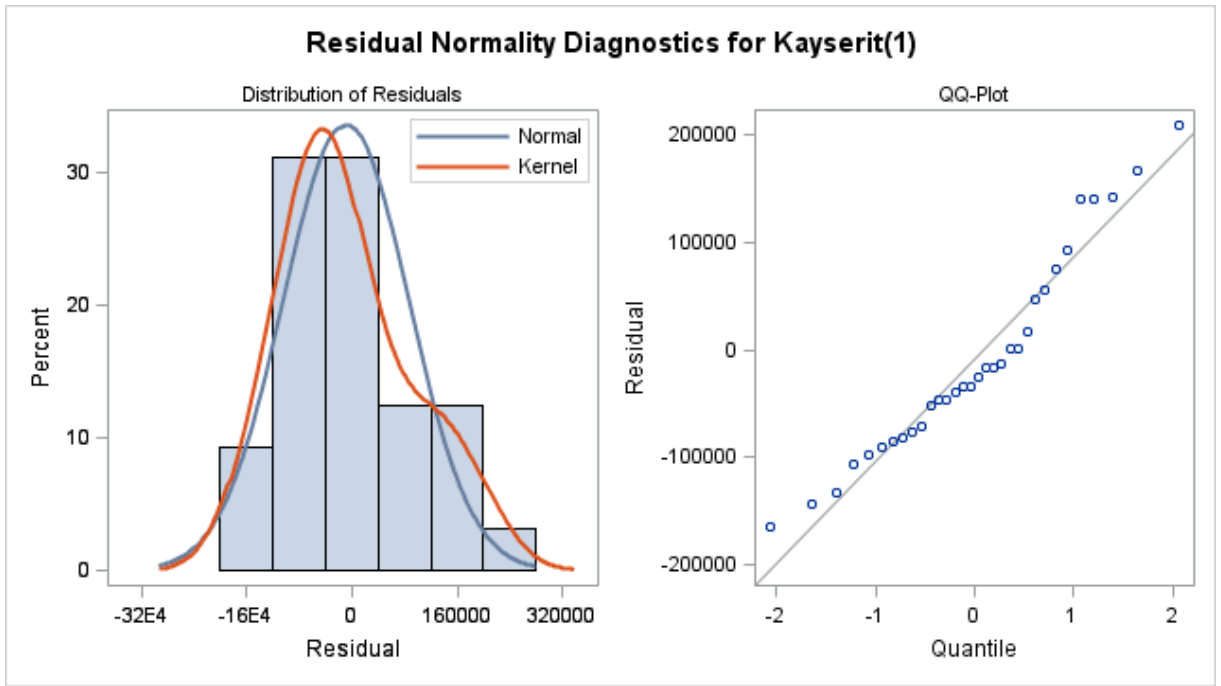
Şekil 28’te Kayseri için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 28. Kayseri için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 28'deki ACF grafiği incelendiğinde, Lag 0 hariç tüm gecikmelerin güven aralığı içinde yer aldığı ve böylece kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyonun bulunmadığı görülmektedir. Bu durum, model kalıntılarının beyaz gürültü özelliği taşıdığını göstermektedir. PACF analizinde de tüm lag değerlerinin güven aralığında kalması, modelde eksik AR veya MA bileşeninin olmadığını ve modelin yapısal olarak yeterli olduğunu işaret etmektedir. IACF grafiklerinde ise kalıntıların otokorelasyon yapısının ters dönüşümü, AR bileşenlerinin etkin şekilde modellendiğini doğrulamaktadır. Son olarak, beyaz gürültü testi sonuçlarında çoğu gecikmenin p-değerlerinin 0,05'in üzerinde olması, kalıntılar arasında anlamlı bir bağımlılık olmadığını ve modelin kalıntılarının beyaz gürültü ile uyumlu olduğunu teyit etmektedir.

Şekil 29'da Kayseri için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 29. Kayseri için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(0, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 50’de Kayseri için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

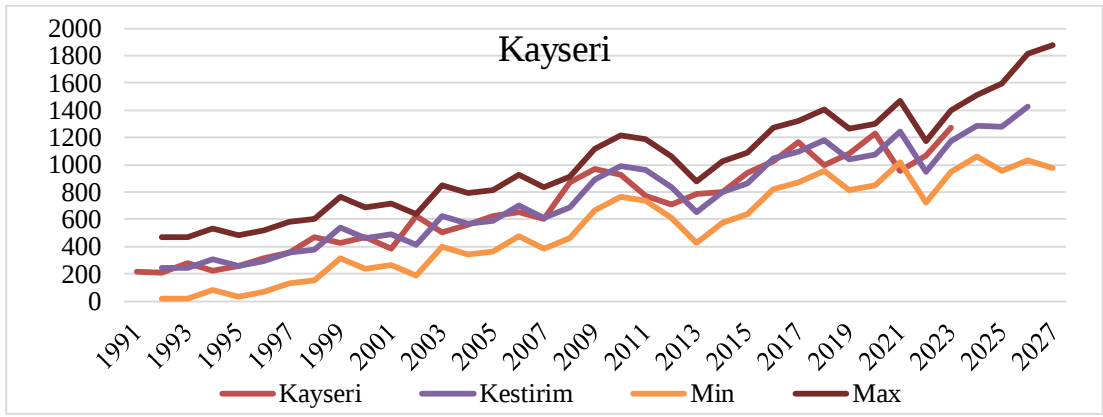
Tablo 50. Kayseri için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

Tahmin Ortalaması (bin ton)	30 264,18
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	0
MA Faktör Değeri	1 - 1 B**(1)

Tablo 50’ye göre, serinin tahmin edilen ortalama değeri 30,26 milyon olup, kullanılan ARIMA(0, 1, 1) modeli yalnızca birinci dereceden hareketli ortalama MA terimi içermektedir. AR bileşeninin katsayısı sıfır olduğundan, modelde geçmiş gözlemlere dayalı bir otoregresif yapı bulunmamaktadır. Ayrıca MA modelde 1 gecikmeli yapı kullanılarak bir önceki kalıntı değerleri ile %100 negatif ilişki olduğu yani AR faktör değeri 0 ve MA faktör değeri 1 - 1 B**(1) olarak belirlenmiş olup aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$(1-B)*y_t=30\ 264,18 + (1 - B)* \varepsilon_t \text{ ve } y_t-y_{t-1}=30\ 264,18 + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}$$

Şekil 30’da Kayseri için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 30. 1991-2027 yıllarında Kayseri'nin şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

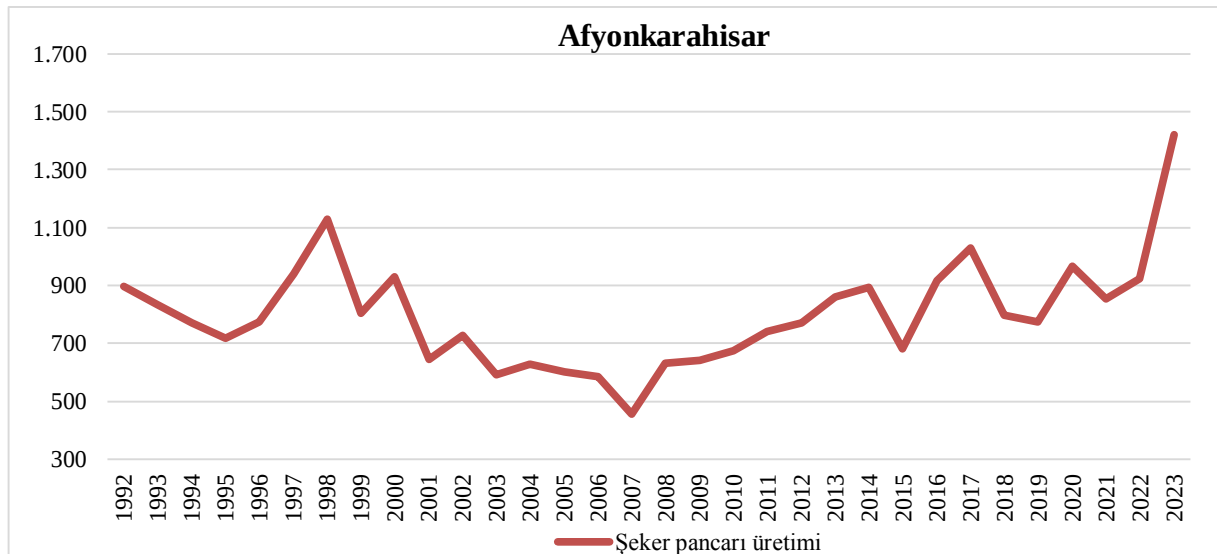
Şekil 30'da görüldüğü gibi Kayseri'de 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Kayseri şeker pancarı üretim 1991'de 200 bin ton ve 2023 yılında 1,26 milyon tondur. Kayseri şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalama göre 1,12 milyon ton olurken 2024-2027 yıllarında ise 1,35 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 1,29, 1,28, 1,42 ve 1,43 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Afyonkarahisar için yapılan tahminler

Afyonkarahisar için model belirleme

Durağanlık tespiti

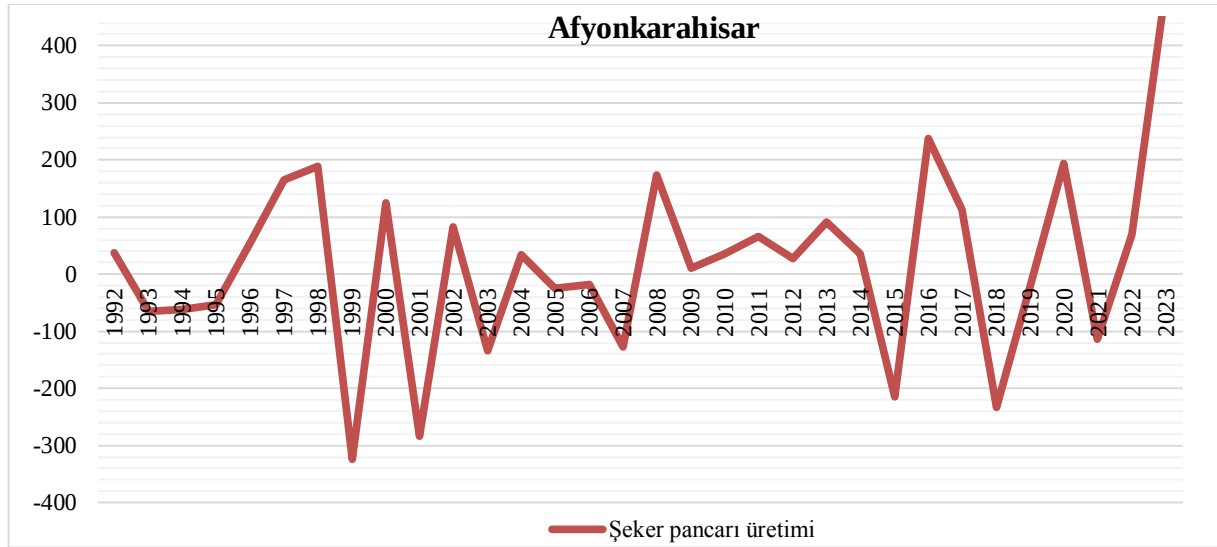
Şekil 31'de 1991-2023 üretim döneminde Afyonkarahisar şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 31. 1991-2023 üretim döneminde Afyonkarahisar şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 31 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için Genişletilmiş Dicky-Fuller (ADF) testi kullanılarak p değeri= 0.89211 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5'te anlamsız değere sahip olduğu için verilerde birim kök var yani veriler durağan değildir.

Şekil 32'de bir yıl gecikme dönemine ait Afyonkarahisar şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 32. Afyonkarahisar şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 32'de birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 51'de Afyonkarahisar için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 51. Afyonkarahisar için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	131862	178187	0,74	0,4657	
Afyonkarahisart ₁	1	5 410,05	3 178,74	1,70	0,1003	t1
Afyonkarahisart ₂	1	-0,26464	0,21994	-1,20	0,2393	
Afyonkarahisart ₃	1	-0,22563	0,23305	-0,97	0,3416	

Parametre tahminleri tablosu, DF için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 51’de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 52’de Afyonkarahisar için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 52. Afyonkarahisar için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ld Afyonkarahisart1_1	1	-1,3277	0,2088	-6,36	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 53’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 53. Afyonkarahisar için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	17 552,38
Standart Sapması	161 365,1
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 53’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 17 552,38 standart sapması ise 16 1365,1 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

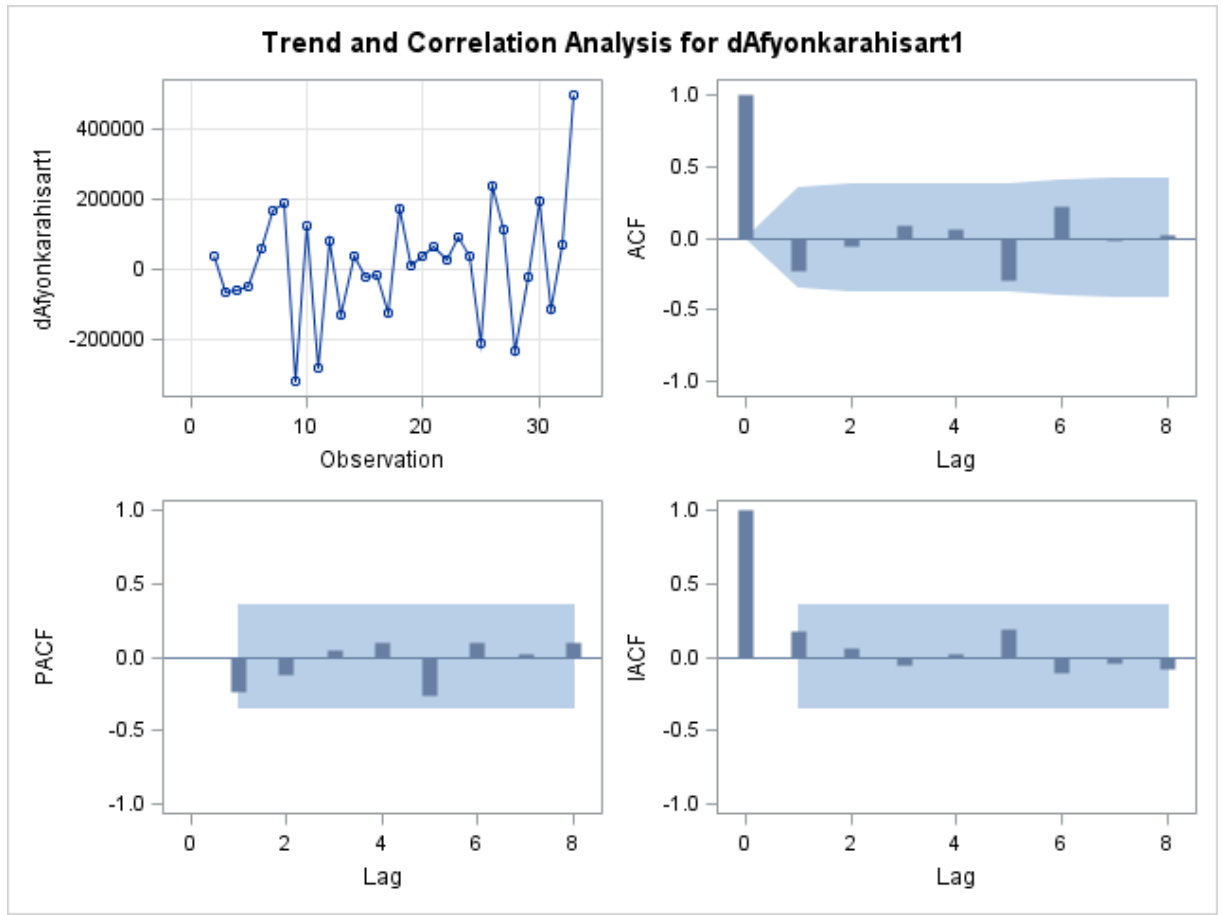
Tablo 54’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 54. Afyonkarahisar için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	-85,0886	<,0001	-1,66	0,0894		
	6	-19,9384	0,0004	-1,39	0,1480		
	7	-17,9321	0,0009	-0,95	0,2954		
	8	-704,772	0,0001	-0,98	0,2820		
Sabitli	5	-105,916	0,0001	-1,68	0,4314	1,48	0,6994
	6	-21,1649	0,0016	-1,37	0,5789	0,95	0,8306
	7	-18,8383	0,0040	-0,93	0,7596	0,59	0,9181
	8	6515,280	0,9999	-0,95	0,7526	0,61	0,9138
Trendli	5	44,7970	0,9999	-2,27	0,4318	3,24	0,5466
	6	31,4154	0,9999	-2,67	0,2554	5,38	0,1925
	7	18,9226	0,9999	-2,14	0,4974	2,98	0,6120
	8	10,1163	0,9999	-2,62	0,2754	4,11	0,4142

Tablo 54’te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. Dickey-Fuller (ADF) testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. 5. Gecikmede anlamlılık olduğu için H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Afyonkarahisar için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 33’te verilmiştir.



Şekil 33. Afyonkarahisar için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 33’de birinci farkı alınmış Afyonkarahisar zaman serisine (dAfyonkarahisar1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki 1 ve 5. Gecikmedeki sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(5, 1, 0) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 55’te Afyonkarahisar için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 55. Afyonkarahisar için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	1	23,62711	0	0	23,55437
5	0	23,29897	2	1	23,17163
			5	0	23,29897

Minumum Tablo Değeri: BIC(0,4) = 23.1409, %5 önem seviyesinde

Tablo 55'te, Afyonkarahisar şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için Bayesyen Bilgi Kriteri (BIC) hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARMA(2,1) modelinin BIC değeri 23,17163 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 56. Afyonkarahisar için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,1	23,63	4,96	171,16	794,42	107,73	316,53	1,98	793,02	793,47	0,51
0,1,0	23,55	5,20	179,48	795,84	106,36	312,03	2,08	794,44	794,89	0,68
2,1,1	23,17	4,98	171,78	794,53	108,78	320,67	1,98	793,13	793,57	0,52
5,1,0	23,30	5,36	184,95	796,74	107,43	297,95	2,07	795,34	795,79	0,64

Not: SSE değerleri 10^{11} , MSE değerleri 10^8 ve MAPE değerleri 10^3 ile çarpılmalıdır.

Tablo 56'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 6'sını karşılayan ARIMA(0, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(5, 1, 0) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(0, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 57'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 57. Afyonkarahisar için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	11 020,0	16 598,3	0,66	0,5118	0
MA	0,43009	0,20779	2,07	0,0472	1
Sabit Tahmini		11 020,02			
Varyans Tahmini		2,491E10			
Se Tahmini		157 831			
AIC		858,7808			
SBC		861,7122			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 57’de AR için parametre tahmini, p değeri 0 olduğu için hesaplanmamışken MA için parametre tahmini, 0,43 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %5’te anlamlıdır.

Tablo 58’de Afyonkarahisar için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 58. Afyonkarahisar için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA	AR
MU	1,000	-0,082	0,013
MA	-0,082	1,000	0,053
AR	0,013	0,053	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 59’da Afyonkarahisar için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

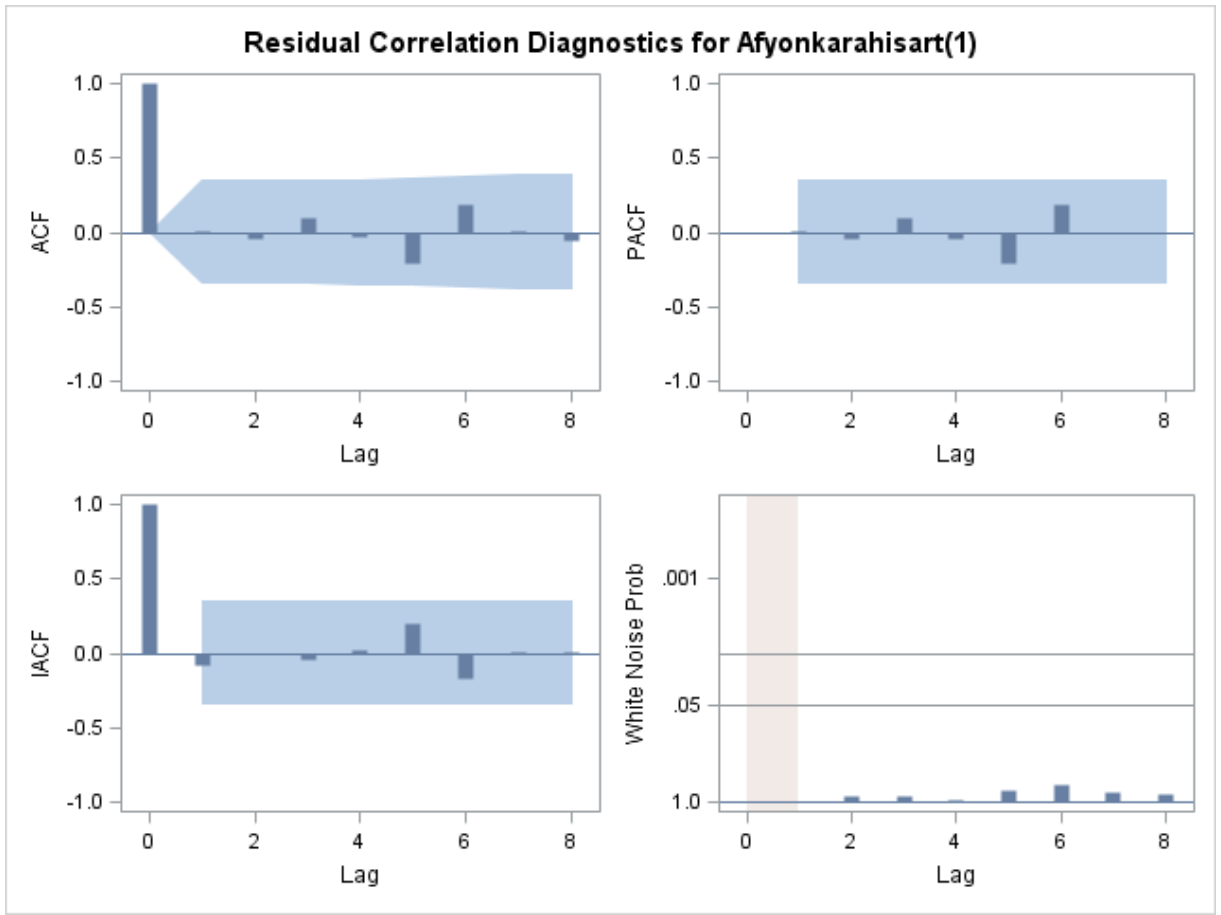
Tablo 59. Afyonkarahisar için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	3,68	5	0,5961	0,007	-0,039	0,091	-0,034	-0,211	0,188
12	4,86	11	0,9377	0,011	-0,052	-0,065	-0,033	0,047	0,112
18	6,50	17	0,9892	-0,011	0,079	0,023	-0,051	-0,098	-0,066
24	14,83	23	0,9006	0,022	-0,064	-0,157	-0,173	-0,009	-0,128

Tablo 59’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını gösterirken otokorelasyon katsayılarının tamamı $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olması da kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığı ve rastgele dağıldığı sonucunu desteklemektedir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 34 ve Şekil 35’te gösterilmiştir.

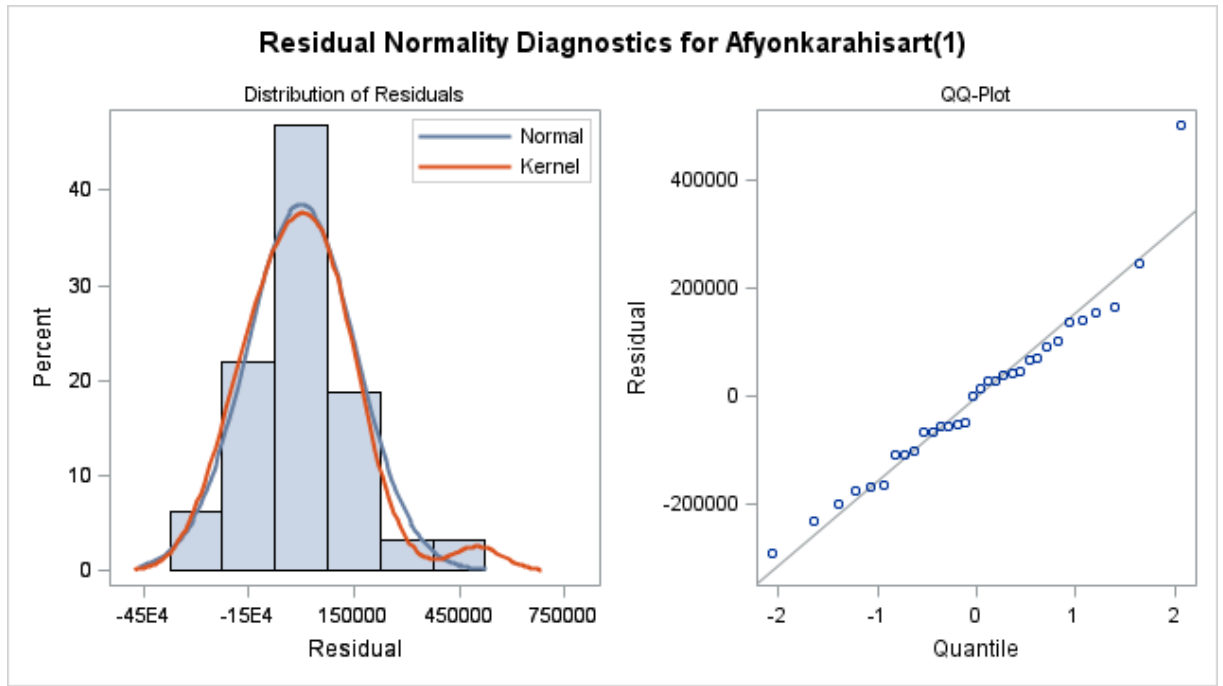
Şekil 34’te Afyonkarahisar için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 34. Afyonkarahisar için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 34'teki ACF grafiği incelendiğinde, Lag 0 hariç tüm gecikmelerin güven aralığı içinde yer aldığı ve böylece kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyonun bulunmadığı görülmektedir. Bu durum, model kalıntılarının beyaz gürültü özelliği taşıdığını göstermektedir. PACF analizinde de tüm lag değerlerinin güven aralığında kalması, modelde eksik AR veya MA bileşeninin olmadığını ve modelin yapısal olarak yeterli olduğunu işaret etmektedir. IACF grafiklerinde ise kalıntılarının otokorelasyon yapısının ters dönüşümü, AR bileşenlerinin etkin şekilde modellendiğini doğrulamaktadır. Son olarak, beyaz gürültü testi sonuçlarında tüm gecikmelerin p-değerlerinin 0,05'in üzerinde olması, kalıntılar arasında anlamlı bir bağımlılık olmadığını ve modelin kalıntılarının beyaz gürültü ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Şekil 35'te Afyonkarahisar için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 35. Afyonkarahisar için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(0, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 60’da Afyonkarahisar için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

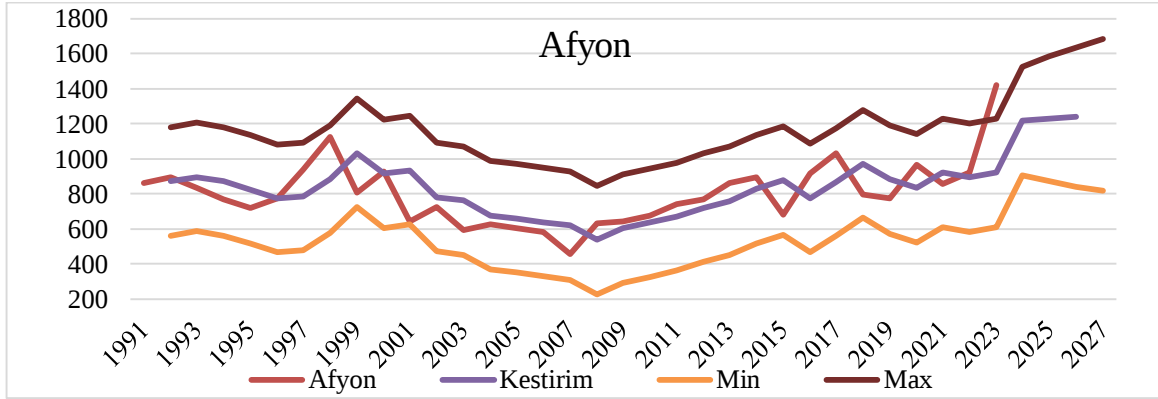
Tablo 60. Afyonkarahisar için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

Tahmin Ortalaması (bin ton)	11 020,02
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	0
MA Faktör Değeri	1 - 0,43009 B**(1)

Tablo 60’a göre, serinin tahmin edilen ortalama değeri 11,02 milyon olup, kullanılan ARIMA(0, 1, 1) modeli yalnızca birinci dereceden hareketli ortalama MA terimi içermektedir. AR bileşeninin katsayısı sıfır olduğundan, modelde geçmiş gözlemlere dayalı bir otoregresif yapı bulunmamaktadır. Ayrıca MA modelde bir gecikmeli yapı kullanılarak bir önceki kalıntı değerleri ile %43 negatif ilişki olduğu yani, AR faktör değeri 0 ve MA faktör değeri 1 - 0,43009 B**(1) olarak belirlenerek aşağıdaki formüldeki gibi gösterilebilir.

$$(1 - B) * y_t = 11\ 020 + (1 - B) * \varepsilon_t \text{ ve } y_t - y_{t-1} = 11\ 020 + \varepsilon_t - 0,430 * \varepsilon_{t-1}$$

Şekil 36’da Afyonkarahisar için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 36. 1991-2027 yıllarında Afyonkarahisar’ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

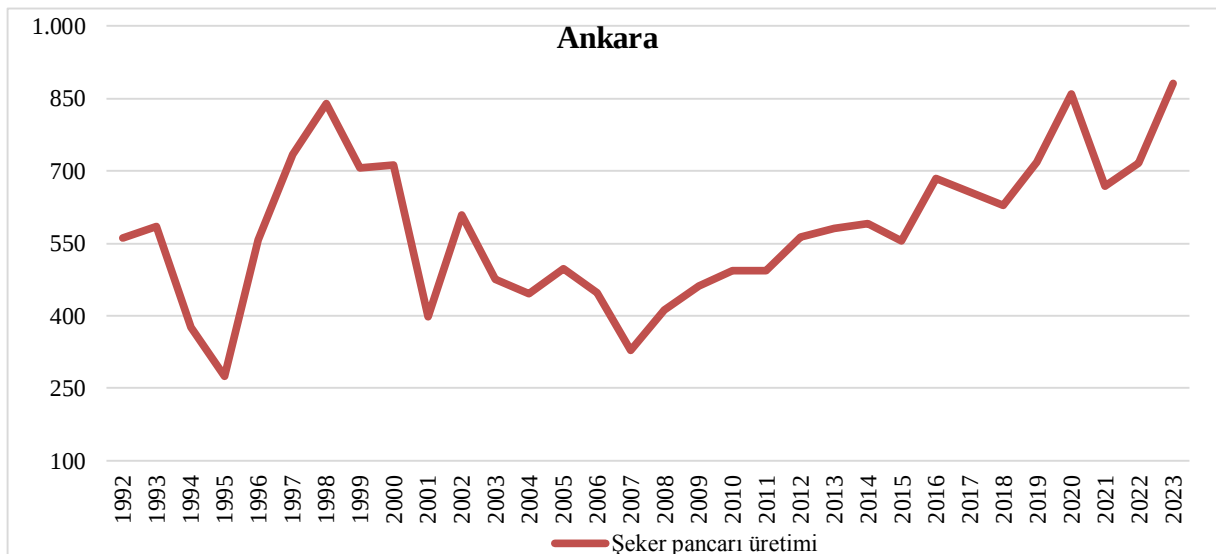
Şekil 36’da görüldüğü gibi Afyonkarahisar’da 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Afyonkarahisar şeker pancarı üretim 1991’de 859 bin ton ve 2023 yılında 1,42 milyon tondur. Afyonkarahisar şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 987 bin ton iken 2024-2027 yıllarında ise 1,23 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 1,22, 1,23, 1,23 ve 1,25 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Ankara için yapılan tahminler

Ankara için model belirleme

Durağanlık tespiti

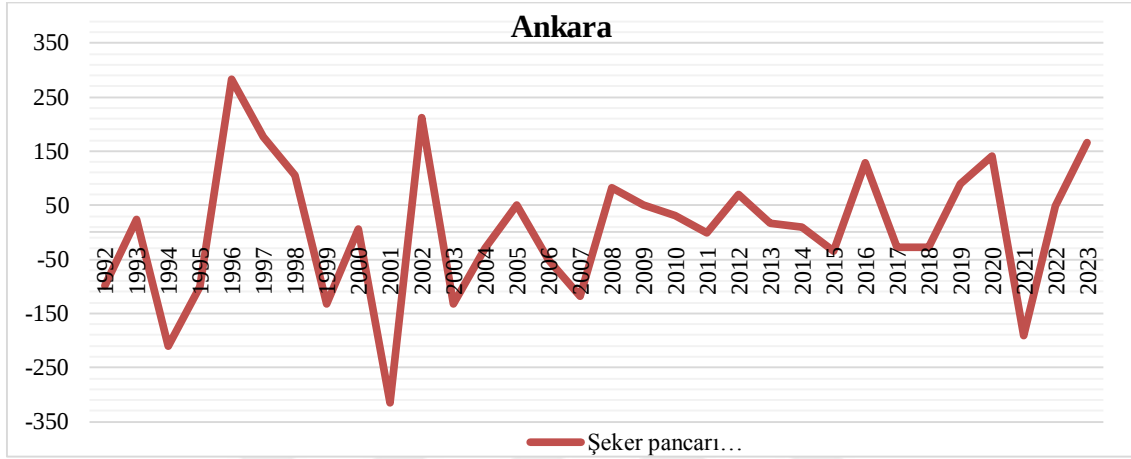
Şekil 37’de 1991-2023 üretim döneminde Ankara şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 37. 1991-2023 üretim döneminde Ankara şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan değilse, genellikle 1., 2. veya 3. dereceden fark alma yöntemi uygulanarak durağanlaştırılır. Şekil 37 incelendiğinde, şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı gözlemlenmektedir. Bu durumu istatistiksel olarak test etmek amacıyla ADF testi uygulanmış ve p-değeri 0,41 olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu p-değeri, %5 anlamlılık düzeyinin üzerinde olduğu için istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu sonuca göre seride birim kök mevcut olup bu da verilerin durağan olmadığını göstermektedir.

Şekil 38’de bir yıl gecikme dönemine ait Ankara şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 38. Ankara şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991–2023 yılları arasındaki şeker pancarı üretim verileri incelendiğinde, serinin durağan bir yapıya sahip olmadığı açıkça ortaya çıkmaktadır. Zaman içinde belirli bir trende bağlı olarak dalgalanan bu veriler, öngörülebilir istatistiksel analizler için doğrudan kullanılabilir nitelikte değildir. Bu nedenle seriye birinci dereceden fark alma işlemi uygulanmış, yani her yılın değeri bir önceki yılın değeriyle karşılaştırılarak verilerin bir yıllık farkı ($d=1$) alınmıştır. Şekil 38’de bu işlem sonrasında trendin ortadan kalktığı, serinin yukarı ve aşağı yönlü dengeli dalgalanmalar sergilediği ve ortalama etrafında salınarak sıfır düzeyini de kapsadığı görülmektedir. Bu yapı, serinin artık durağan bir hâle geldiğini ve zaman serisi modellemeleri için uygun bir yapıya kavuştuğunu göstermektedir.

Tablo 61’de Ankara için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 61. Ankara için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	185 975	102 631	1,81	0,0811	
Ankarat ₁	1	3 987,257	2 582,866	1,54	0,1343	t1
Ankarat ₂	1	-0,42805	0,18486	-2,32	0,0284	
Ankarat ₃	1	0,02441	0,19630	0,12	0,9020	

Parametre tahminleri tablosu, DF için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 61’de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 62’de Ankara için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 62. Ankara için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ld Ankarat1_1	1	-1,1640	0,1834	-6,35	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 63’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 63. Ankara İçin Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	6 966,063
Standart Sapması	126 625,1
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 63’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 6 966,063, standart sapması ise 126 625,1 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

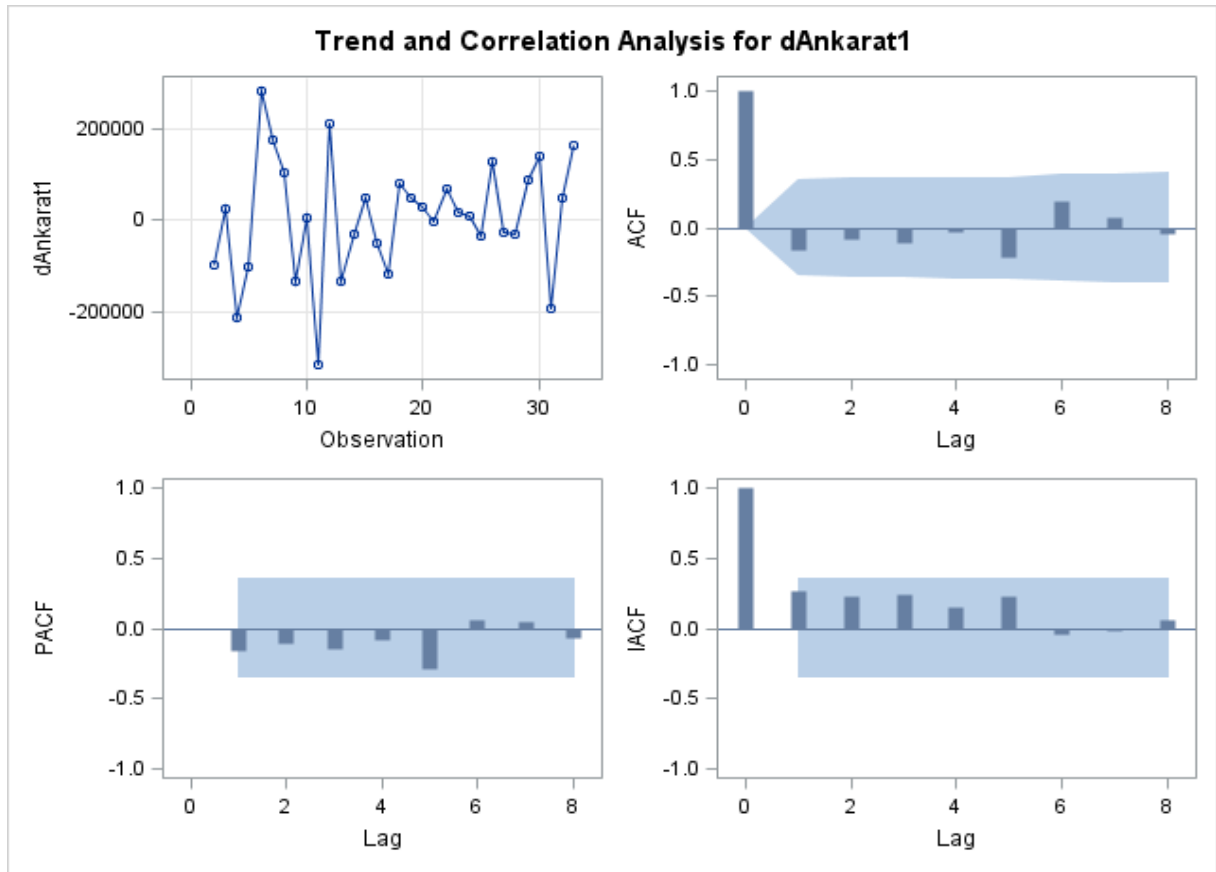
Tablo 64’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 64. Ankara için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	187,8626	0,9999	-2,48	0,0153		
	6	-28,4879	<,0001	-2,19	0,0298		
	7	-27,1346	<,0001	-1,59	0,1022		
	8	-38,3179	<,0001	-1,34	0,1593		
Sabitli	5	101,5237	0,9999	-2,49	0,1284	3,11	0,3022
	6	-29,7457	<,0001	-2,08	0,2540	2,27	0,5267
	7	-32,5617	<,0001	-1,56	0,4867	1,22	0,7683
	8	-66,6626	<,0001	-1,35	0,5888	0,92	0,8387
Trendli	5	47,8759	0,9999	-2,85	0,1943	4,56	0,2979
	6	137,1084	0,9999	-3,26	0,0956	7,06	0,0569
	7	36,8331	0,9999	-2,99	0,1552	5,11	0,2399
	8	18,2328	0,9999	-2,93	0,1721	4,45	0,3553

Tablo 64’te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. Sıfır ortalamalı modellerde 5 ve 6. gecikmelerde anlamlılık yakalandığı için seriler durağan olmakta böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Ankara için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 39’da verilmiştir.



Şekil 39. Ankara için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 39’da birinci farkı alınmış Ankara zaman serisine (dAnkarat1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(1, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olabilir ama PACF 5. gecikmede sıçrama olduğu için AR 5 değerini de alabileceği düşündürmektedir.

Tablo 65’te Ankara için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 65. Ankara İçin ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	0	22,58461	0	0	22,58461
			2	1	22,05527
			3	1	22,13396
			4	0	21,8721
			5	0	21,5544

Minumum Tablo Değeri: BIC(0,5) = 21,26, %5 önem seviyesinde

Tablo 65'te, Ankara ilinde şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(5, 1, 0) modelinin BIC değeri 21,55 oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 66. Ankara İçin p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,0	22,58	4,61	1,58	792,20	9,385	353,37	2,01	790,80	791,25	0,59
2,1,1	22,13	4,57	1,57	791,97	9,231	876,76	2,00	790,57	791,02	0,50
3,1,1	22,05	4,36	1,50	790,55	9,294	183,07	1,99	789,15	789,59	0,48
4,1,0	21,87	4,57	1,57	791,97	9,334	260,28	2,02	790,57	791,02	0,60

Not: SSE değerleri 10^{13} , MSE değerleri 10^{11} ve MAPE değerleri 10^6 ile çarpılmalıdır.

Tablo 66'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 7'sini karşılayan ARIMA(3, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(3, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 67'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 67. Ankara için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	7 222,8	14 464,1	0,50	0,6213	0
MA	0,27610	0,18554	1,49	0,1475	1
AR	-0,17133	0,19339	-0,89	0,3829	3
Sabit Tahmini		8 460,27			
Varyans Tahmini		1,662E10			
Se Tahmini		128 921,8			
AIC		846,7475			
SBC		851,1447			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 67’de AR için parametre tahmini -0,17 ve MA için parametre tahmini 0,28 istatistiksel açıdan anlamlı değillerdir. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olup katsayılar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

Tablo 68’de Ankara için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 68. Ankara için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA	AR
MU	1,000	-0,082	0,013
MA	-0,082	1,000	0,053
AR	0,013	0,053	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 69’da Ankara için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

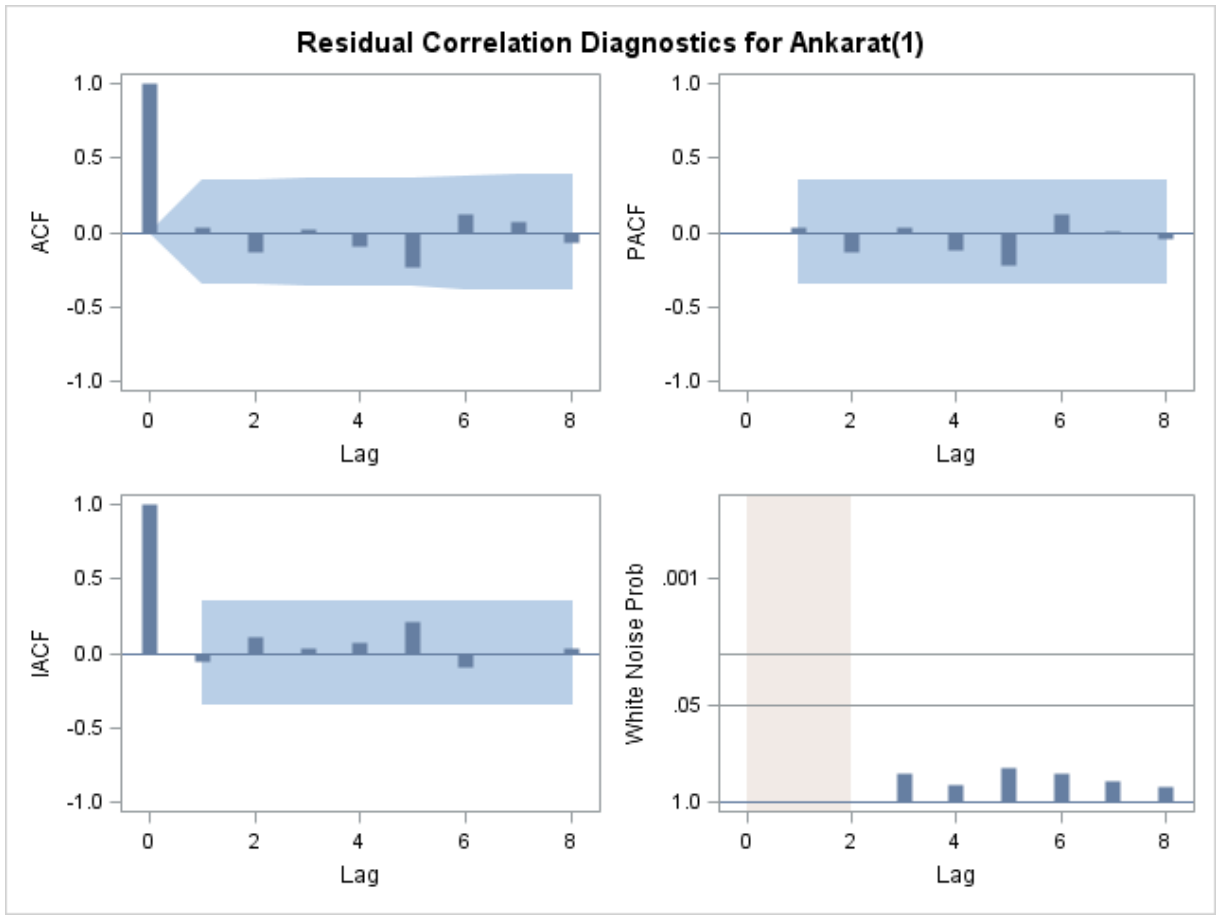
Tablo 69. Ankara için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	4,00	4	0,4057	0,038	-0,132	0,021	-0,100	-0,236	0,126
12	5,18	10	0,8786	0,074	-0,060	0,028	-0,065	0,026	0,095
18	6,91	16	0,9749	-0,043	0,118	0,012	-0,105	-0,019	0,001
24	11,94	22	0,9586	-0,162	0,085	-0,024	-0,091	0,084	-0,052

Tablo 69’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca, otokorelasyon katsayılarının tamamı $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olduğundan kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığı ve rastgele dağıldığı sonucunun kanıtıdır.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 40 ve Şekil 41’de gösterilmiştir.

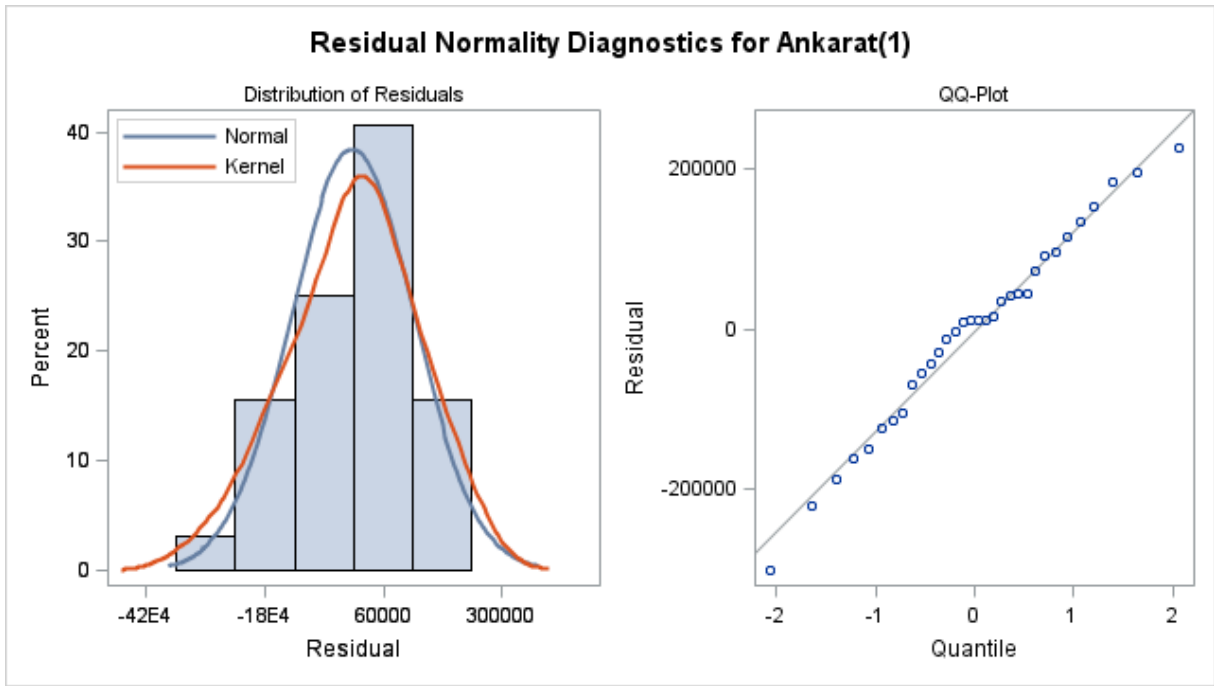
Şekil 40’da Ankara için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 40. Ankara için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 40'a bakıldığında, Lag 0 dışındaki tüm gecikmelerin güven aralığı sınırları içinde kaldığı ve bu nedenle kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyon tespit edilmediği anlaşılmaktadır. Bu bulgu, model kalıntılarının rastgele dağılım gösterdiğini ve beyaz gürültü karakteristiği taşıdığını işaret etmektedir. PACF sonuçları da tüm gecikmelerin güven aralığında yer alması nedeniyle, modelde eksik AR ya da MA bileşenine ihtiyaç olmadığını ve modelin yapısal olarak uygun olduğunu göstermektedir. IACF grafiği, kalıntılarının otokorelasyon yapısının tersine çevrilmiş halini sunarak AR bileşenlerinin başarıyla yakalandığını desteklemektedir. Ayrıca, beyaz gürültü testi kapsamında elde edilen p-değerlerinin büyük çoğunluğunun 0,05'in üzerinde olması, kalıntılar arasında anlamlı bir ilişki bulunmadığını ve modelin kalıntılarının beyaz gürültü koşullarını sağladığını doğrulamaktadır.

Şekil 41'de Ankara için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 41. Ankara için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(3, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 70’de Ankara için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

Tablo 70. Ankara için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

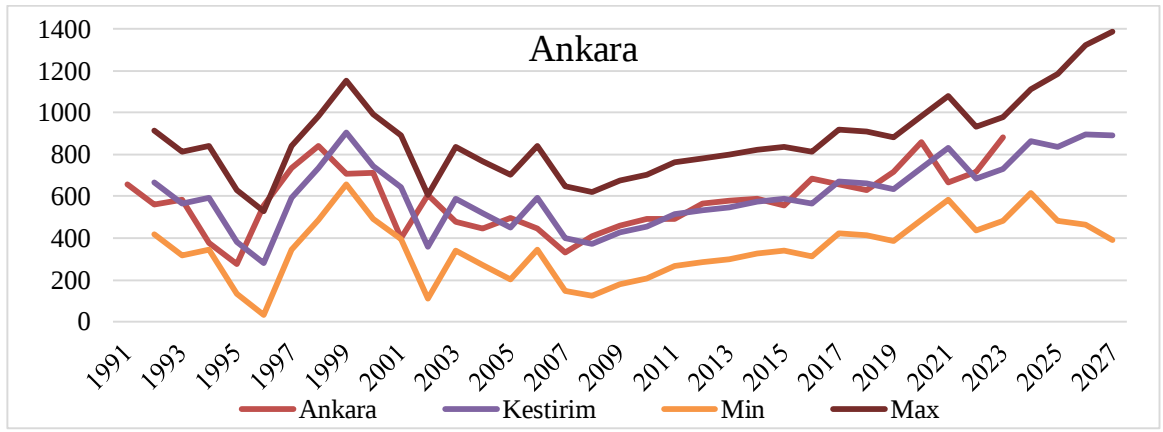
Tahmin Ortalaması (bin ton)	7 222,816
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	$1 + 0,17133 B^{**}(3)$
MA Faktör Değeri	$1 - 0,2761 B^{**}(1)$

Tablo 70’e göre, Ankara ili için tahmin edilen ortalama değeri yaklaşık 7,22 milyon olup, AR faktör değeri $1 + 0,17133 B^{**}(3)$ ve MA faktör değeri $1 - 0,2761 B^{**}(1)$ olup aşağıdaki formüldeki gibi ifade edilebilir.

$$(1 - B) * y_t = 7\,222,816 + \frac{(1 - 0,2761 * B)}{(1 + 0,17133 * B^3)} \cdot \varepsilon_t$$

Bu formül ARIMA(3, 1, 1) modelini temsil ederek bir dönem önceki veriler ile %17 pozitif ve bir önceki kalıntı değerleri ile %27 negatif ilişkili olduğu görülmektedir.

Şekil 42’de Ankara için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 42. 1991-2027 yıllarında Ankara'nın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

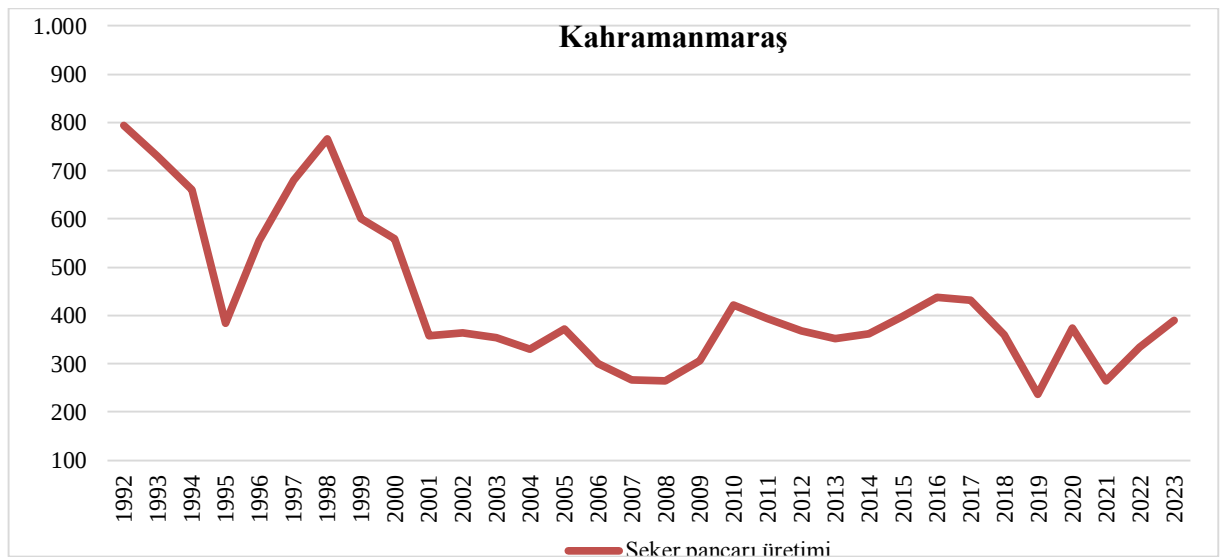
Şekil 42'de görüldüğü gibi Ankara'da 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Ankara şeker pancarı üretim 1991'de 659 bin ton ve 2023 yılında 882 bin tondur. Ankara şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 768 632 ton olması beklenirken 2024-2027 yıllarında ise 871 365 ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 865 662, 835 152, 894 965 ve 889 680 ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Kahramanmaraş için yapılan tahminler

Kahramanmaraş için model belirleme

Durağanlık tespiti

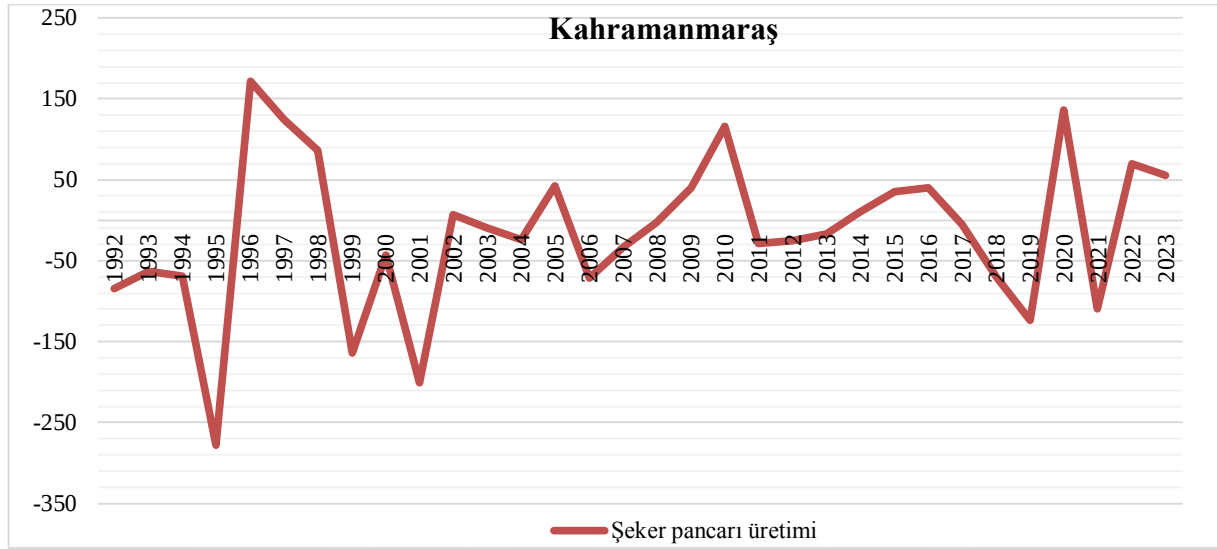
Şekil 43'te 1991-2023 üretim döneminde Kahramanmaraş şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 43. 1991-2023 üretim döneminde Kahramanmaraş şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 43 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için ADF testi kullanılarak p değeri=0,25 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5'te anlamsız değere sahip olduğu için verilerde birim kök var yani veriler durağan değildir.

Şekil 44'te bir yıl gecikme dönemine ait Kahramanmaraş şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 44. Kahramanmaraş şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 44'te birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 71'de Kahramanmaraş için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 71. Kahramanmaraş için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	218646	107725	2,03	0,0524	
Kahramanmaraş _{t1}	1	-2974	2691	-1,11	0,2787	t1
Kahramanmaraş _{t2}	1	-0,4165	0,1553	-2,68	0,0124	
Kahramanmaraş _{t3}	1	0,0701	0,1819	0,39	0,7031	

Parametre tahminleri tablosu, DF için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 71'de görüldüğü

üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 72’de Kahramanmaraş için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 72. Kahramanmaraş İçin Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ld Kahramanmaraş1_1	1	-1,0358	0,1812	-5,72	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 73’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 73. Kahramanmaraş İçin Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	-15 243,2
Standart Sapması	9 5967,13
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 73’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması -15 243,2 standart sapması ise 9 5967,13 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

Tablo 74’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 74. Kahramanmaraş için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

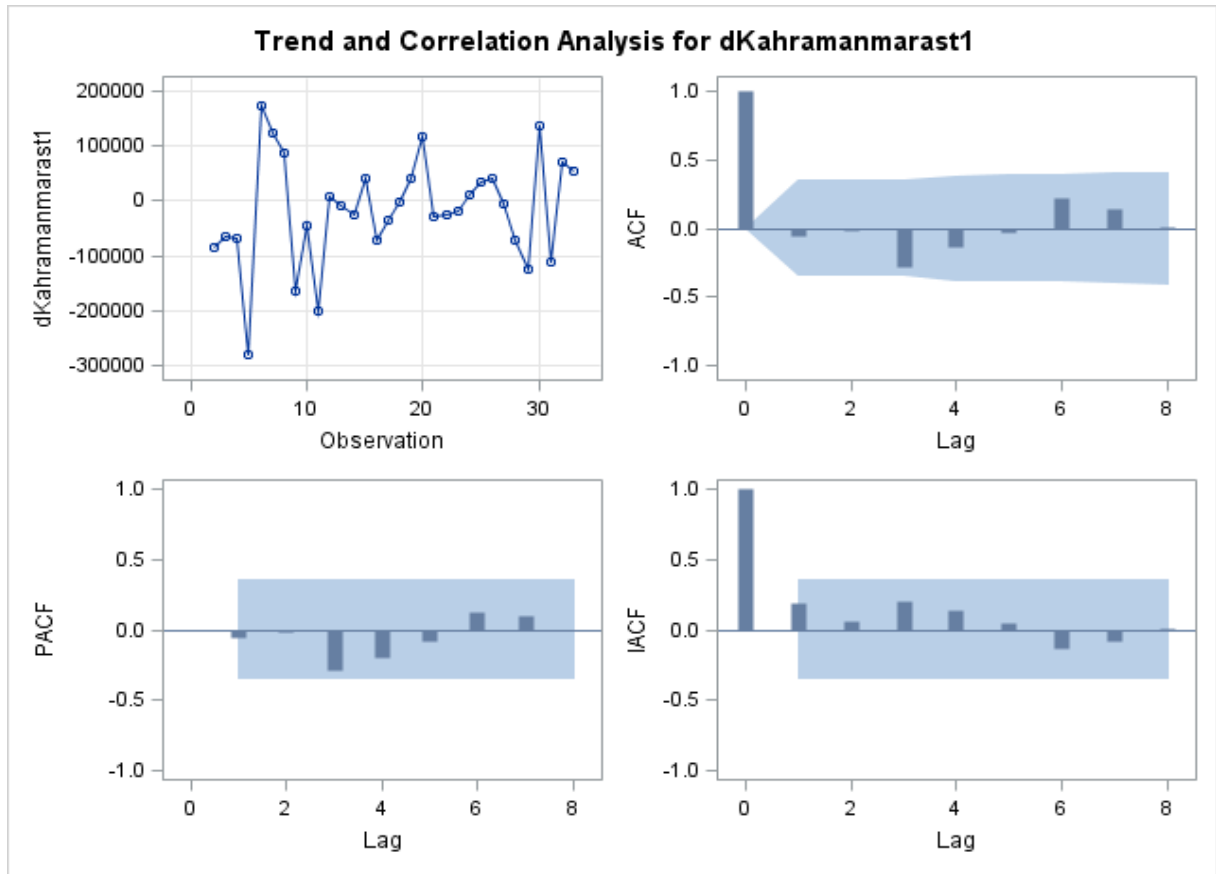
Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	-16,9337	0,0016	-1,72	0,0800		
	6	-4,5289	0,1327	-1,07	0,2479		
	7	-9,8706	0,0206	-1,38	0,1501		
	8	-35,0678	<,0001	-1,47	0,1282		

Tablo 74. (devamı)

Sabitli	5	-39,7981	<,0001	-1,91	0,3214	1,84	0,6131
	6	-7,9983	0,1741	-1,27	0,6252	0,81	0,8627
	7	-15,8349	0,0131	-1,36	0,5851	0,99	0,8214
	8	108,4702	0,9999	-1,50	0,5169	1,17	0,7797
Trendli	5	87,9833	0,9999	-2,52	0,3148	3,45	0,5081
	6	-67,5541	<,0001	-2,06	0,5420	2,43	0,7070
	7	154,4044	0,9999	-1,61	0,7593	1,31	0,9048
	8	13,2820	0,9999	-1,93	0,6099	1,86	0,8067

Tablo 74'te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. 0 ortalamalı modellerde 5. Gecikmede %10'da anlamlılık sağlandığı için serilerin durağan olduğu söylenebilmekte buna göre H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Kahramanmaraş için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 45'de verilmiştir.



Şekil 45. Kahramanmaraş için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 45’de birinci farkı alınmış Kahramanmaraş zaman serisine (dKahramanmarast1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(1, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmekte ancak ACF’de 3 ve PACF’de ise 3 ve 4. Gecikmede sıçramalar olduğu görülmektedir. Bu da modelde AR için 3 ve 4 MA için ise 3 değerin alabileceği söylenebilir.

Tablo 75’te Kahramanmaraş için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 75. Kahramanmaraş için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	0	22,11502	0	0	22,11502
			2	0	21,96307
			4	0	22,04636
			5	0	22,07154

Minumum Tablo Değeri: BIC(0,2) = 21.9131, %5 önem seviyesinde

Tablo 75'te, Kahramanmaraş şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(2, 1, 0) modelinin BIC değeri 21,91 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 76. Kahramanmaraş için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,0	22,12	28,28	97,52	777,54	72,49	177,89	2,00	776,14	776,59	0,54
2,1,0	21,96	28,26	97,44	777,52	72,14	165,67	1,99	776,12	776,56	0,54
4,1,0	22,05	27,49	94,81	776,70	71,47	302,46	2,00	775,30	775,74	0,57
5,1,0	22,07	28,30	97,59	777,56	73,53	437,06	2,00	776,16	776,61	0,54

Not: SSE değerleri 10^{11} , MSE değerleri 10^8 ve MAPE değerleri 10^3 ile çarpılmalıdır,

Tablo 76'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 8'ini karşılayan ARIMA(4, 1, 0) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(4, 1, 0) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 77'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir,

Tablo 77. Kahramanmaraş için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	-14 517,5	15 163,0	-0,96	0,3460	0
AR	-0,16543	0,19627	-0,84	0,4060	4
Sabit Tahmini		-16919,1			
Varyans Tahmini		9,5954E9			
Se Tahmini		97955,98			
AIC		828,2523			
SBC		831,1838			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 77’de AR etiketli otoregresif ortalama parametre -0,17’dir. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görölmekte ve istatistiki olarak %5’te anlamlı değildir.

Tablo 78’de Kahramanmaraş için korelasyon parametre tahmini verilmiştir,

Tablo 78. Kahramanmaraş için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	AR
MU	1,000	0,084
AR	0,084	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görölmektedir.

Tablo 79’da Kahramanmaraş için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir,

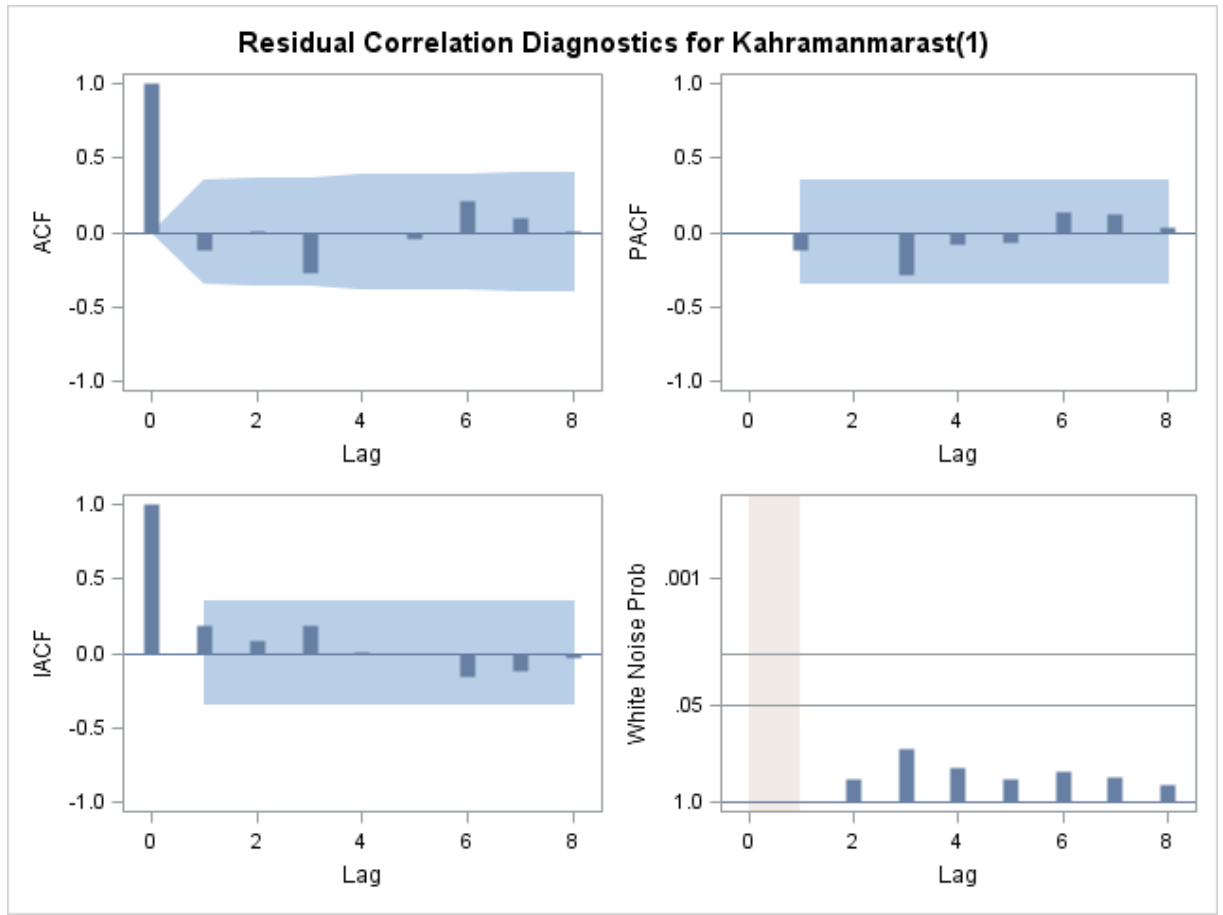
Tablo 79. Kahramanmaraş için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	5,28	5	0,3826	-0,120	0,010	-0,276	-0,003	-0,040	0,211
12	7,37	11	0,7683	0,091	0,009	-0,100	-0,059	-0,023	0,139
18	11,03	17	0,8552	0,106	-0,021	-0,154	-0,078	-0,014	0,115
24	21,56	23	0,5469	-0,059	0,096	-0,261	-0,029	-0,043	0,132

Tablo 79’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını gösterirken, otokorelasyon katsayılarının tamamının $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olması da kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığını ve rastgele dağıldığını belirtmektedir.

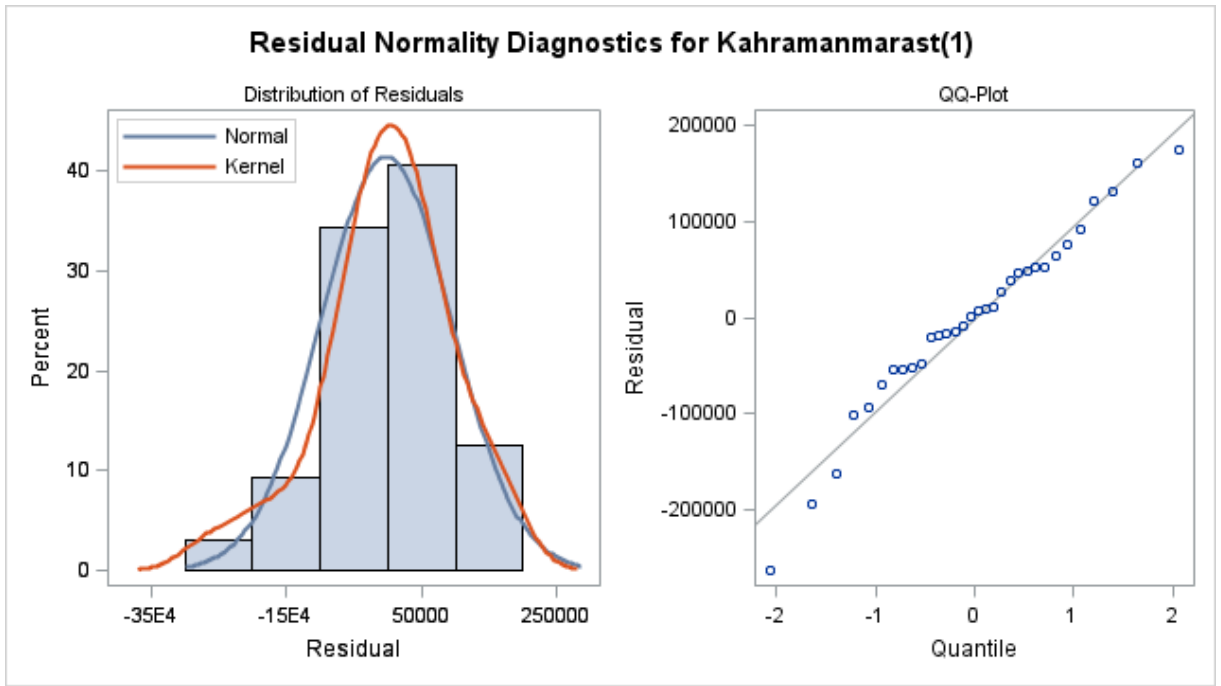
Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 46 ve Şekil 47’de gösterilmiştir.

Şekil 46’da Kahramanmaraş için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 46. Kahramanmaraş için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 46 incelendiğinde, Lag 0 dışındaki tüm gecikmelerin güven aralığında kalması nedeniyle kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu durum, modelin kalıntılarının rastgele dağıldığını ve beyaz gürültü özelliği taşıdığını göstermektedir. PACF analizinde, tüm gecikmelerin güven sınırları içinde olması modelde eksik AR veya MA bileşeninin olmadığını ve yapısal olarak yeterli olduğunu göstermektedir. IACF grafiği, kalıntıların otokorelasyon yapısının tersine çevrilmiş bir görünümünü sunarak AR bileşenlerinin etkili biçimde yakalandığını doğrulamaktadır. Ayrıca, beyaz gürültü testinde çoğu gecikmeye ait p-değerlerinin 0,05'in üzerinde olması, kalıntılar arasında anlamlı bir bağımlılık olmadığını ve model kalıntılarının beyaz gürültü koşullarına uygun olduğunu ispat etmektedir.



Şekil 47. Kahramanmaraş için kalıntıların normallik kontrolü

Şekil 47’de artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir, Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir, Böylece, sonuç olarak ARIMA(4, 1, 0) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 80’de Kahramanmaraş için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir,

Tablo 80. Kahramanmaraş için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

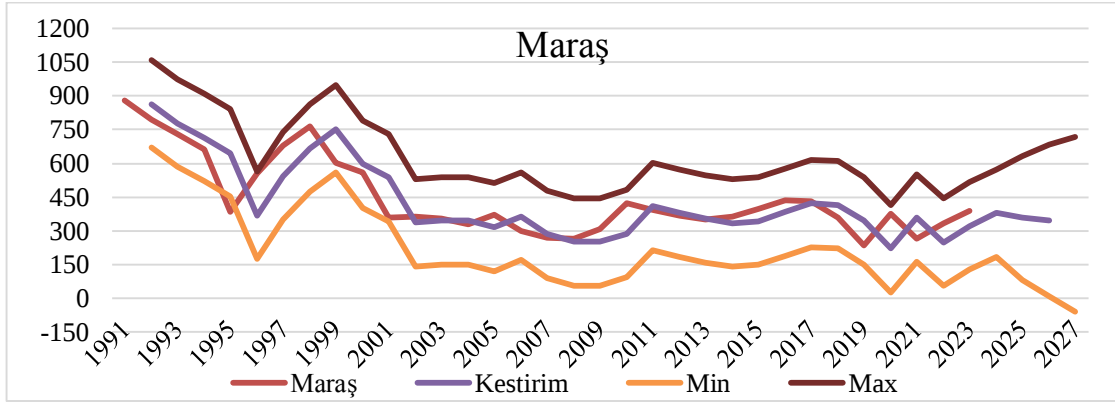
Tahmin Ortalaması (bin ton)	-14 517,5
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	$1 + 0,16543 B^{**}(4)$
MA Faktör Değeri	0

Tablo 80’e göre, Kahramanmaraş ili için tahmin edilen ortalama değeri yaklaşık -14,51 milyon olup, AR faktör değeri $1 + 0,16543 B^{**}(4)$ ve MA faktör değeri 0 olup ARIMA(4, 1, 0) modelini temsil ederek aşağıdaki formüldeki gibi ifade edilebilir.

$$(1 - B) * y_t = -14 517,5 + \frac{1}{(1 + 0,16543 * B^4)} * \varepsilon_t$$

Formülde bir dönem önceki veriler ile ilişki yokken bir önceki kalıntı değerleri ile %17 ilişkili olduğu görülmektedir.

Şekil 48’de Kahramanmaraş için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir,



Şekil 48. 1991-2027 yıllarında Kahramanmaraş’ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

Şekil 48’de görüldüğü gibi Kahramanmaraş’ta 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Kahramanmaraş şeker pancarı üretim 1991’de 878 bin ton ve 2023 yılında 390 bin tondur. Kahramanmaraş şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 320 bin ton olarak gerçekleşmişken 2024-2027 yıllarında ise 353 bin ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 378,95, 358,48, 346,72 ve 328,61 bin ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Aksaray için yapılan tahminler

Aksaray için model belirleme

Durağanlık tespiti

Şekil 49’da 1991-2023 üretim döneminde Aksaray şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 49. 1991-2023 üretim döneminde Aksaray şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 49 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için Genişletilmiş ADF testi kullanılarak p değeri=0,28241 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5'te anlamsız değere sahip olduğu için verilerde birim kök var yani veriler durağan değildir.

Şekil 50'de bir yıl gecikme dönemine ait Aksaray şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 50. Aksaray şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 50'de birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 81'de Aksaray için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 81. Aksaray için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	426457	182541	2,34	0,0272	
Aksaray _{t1}	1	5070,08930	5141,01588	0,99	0,3328	t1
Aksaray _{t2}	1	-0,53546	0,20583	-2,60	0,0149	
Aksaray _{t3}	1	-0,06684	0,19323	-0,35	0,7321	

Parametre tahminleri tablosu, DF için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 81’de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 82’de Aksaray için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 82. Aksaray için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
IdAksarayt1_1	1	-1,3329	0,1736	-7,68	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 83’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 83. Aksaray için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	14 012,38
Standart Sapması	25 8499,5
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 83’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 14 012,38, standart sapması ise 25 8499,5 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

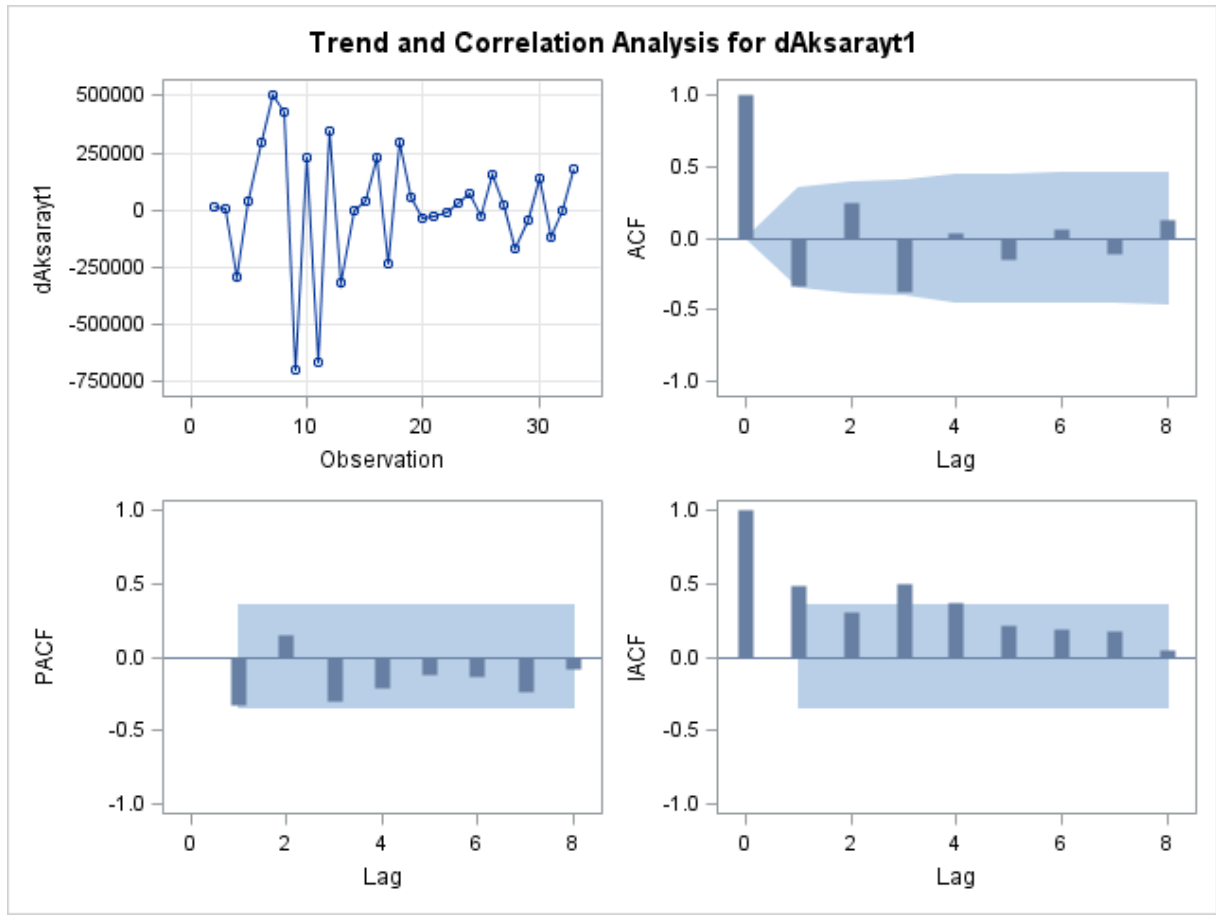
Tablo 84’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 84. Aksaray için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	42,5475	0,9999	-3,23	0,0023	42,5475	
	6	19,0977	0,9999	-5,48	<,0001	19,0977	
	7	17,1831	0,9999	-2,81	0,0069	17,1831	
	8	15,7101	0,9999	-2,20	0,0295	15,7101	
Sabitli	5	40,5434	0,9999	-3,12	0,0367	4,99	0,0465
	6	19,2259	0,9999	-5,18	0,0004	14,17	0,0010
	7	16,7100	0,9999	-2,75	0,0808	3,78	0,1793
	8	15,0084	0,9999	-2,16	0,2262	2,34	0,5097
Trendli	5	43,0481	0,9999	-2,93	0,1690	4,79	0,2544
	6	20,1001	0,9999	-5,56	0,0007	18,69	0,0010
	7	15,8591	0,9999	-3,12	0,1242	4,94	0,2689
	8	12,4337	0,9999	-2,58	0,2908	3,34	0,5485

Tablo 84’te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. Üç aşamada da parametreler anlamlılık sağlandığı için seriler durağan olmakta böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Aksaray için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 51’de verilmiştir.



Şekil 51. Aksaray için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 51’de birinci farkı alınmış Aksaray zaman serisine (dAksarayt1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(1, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 85’te Aksaray için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 85. Aksaray için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	0	23,55297	0	0	23,55297
			2	1	23,08101
			3	1	23,02525
			4	0	22,98225

Minumum Tablo Değeri: BIC(5,3) = 22,21093, %5 önem seviyesinde

Tablo 85'te, Aksaray şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(5,1, 3) modelinin BIC değeri 22,21 ile en küçük iken çalışmada (4, 1, 0) olarak belirlenmiştir. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 86. Aksaray için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,0	23,55	1,88	6,47	834,29	174,22	110,71	1,89	832,89	833,34	0,67
2,1,1	23,55	1,87	6,44	834,19	174,57	186,27	2,00	832,79	833,24	0,48
3,1,1	23,08	1,61	5,57	829,80	177,61	117,85	1,99	828,39	828,84	0,50
4,1,0	23,03	1,90	6,54	834,65	174,11	140,88	1,90	833,25	833,69	0,66

Not: SSE değerleri 10^{12} , MSE değerleri 10^{10} ve MAPE değerleri 10^3 ile çarpılmalıdır.

Tablo 86'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 5'ini karşılayan ARIMA(3, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(3, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 87'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 87. Aksaray için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	13 887,8	21 493,9	0,65	0,5233	0
MA	0,31693	0,18264	1,74	0,0933	1
AR	-0,38738	0,17838	-2,17	0,0382	3
Sabit Tahmini		19 267,67			
Varyans Tahmini		5,685E10			
Se Tahmini		238436,5			
AIC		886,1009			
SBC		890,4981			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 87’de AR için parametre tahmini, -0,39 hesaplanmışken, MA için otoregresif ortalama parametre tahmini 0,32’dir. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %10’da anlamlıdır.

Tablo 88’de Aksaray için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 88. Aksaray için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA	AR
MU	1,000	-0,041	-0,002
MA	-0,041	1,000	0,240
AR	-0,002	0,240	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 89’da Aksaray için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

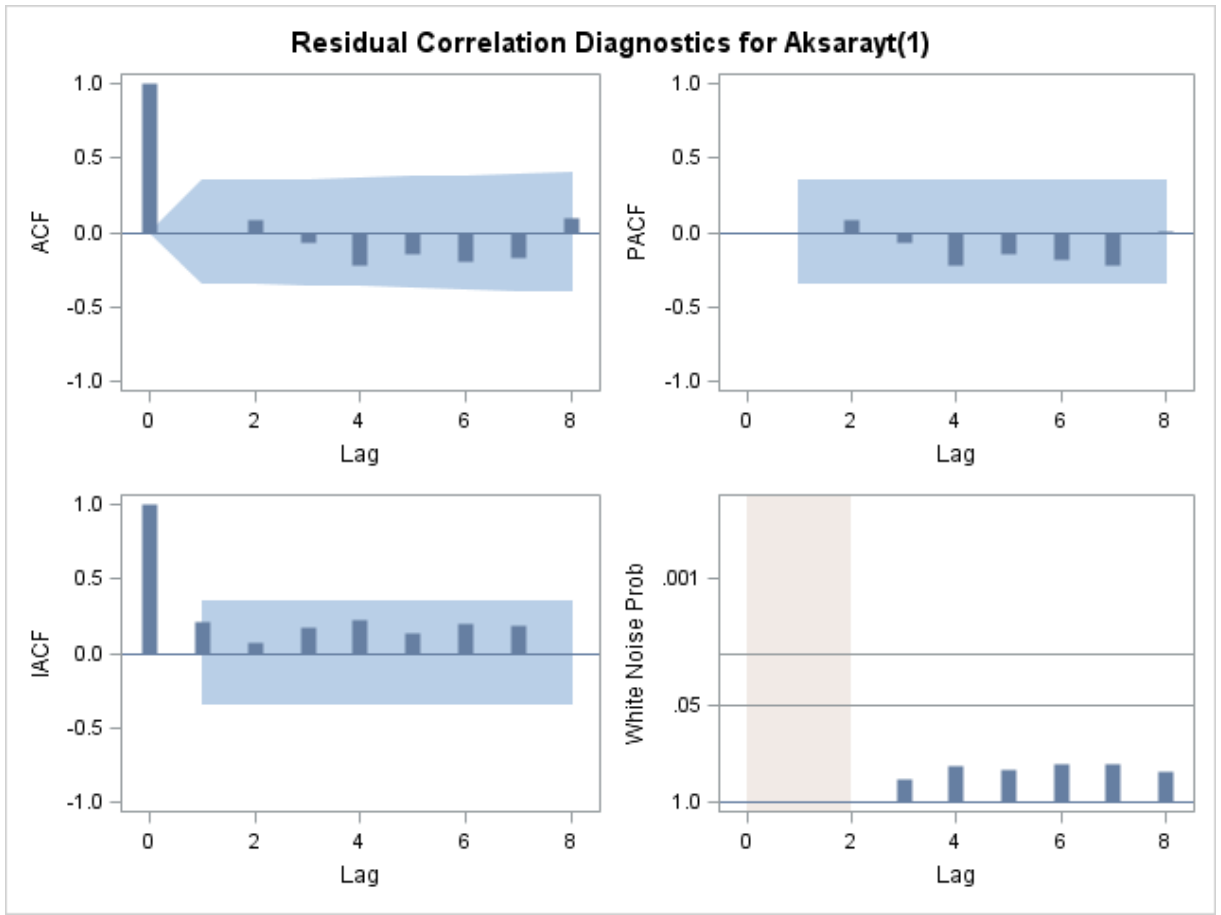
Tablo 89. Aksaray için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	4,80	4	0,3086	-0,010	0,085	-0,074	-0,217	-0,146	-0,198
12	7,61	10	0,6669	-0,163	0,092	-0,004	-0,030	0,153	0,016
18	8,30	16	0,9393	-0,062	0,027	-0,010	0,003	0,045	0,059
24	10,52	22	0,9809	0,044	0,026	-0,096	-0,055	0,008	-0,074

Tablo 89’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca, otokorelasyon katsayılarının tamamının $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olması da kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığını ve rastgele dağıldığını belirtmektedir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 52 ve Şekil 53’te gösterilmiştir.

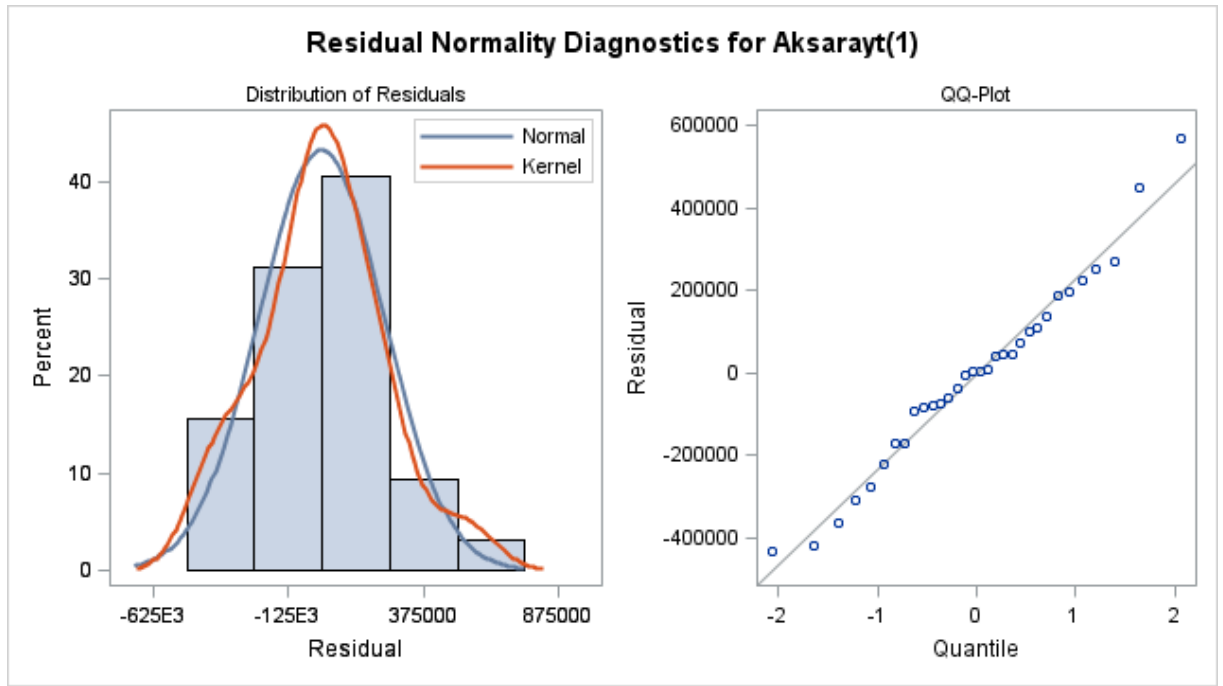
Şekil 53’te Aksaray için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 52. Aksaray için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 52'nin incelenmesi sonucunda, Lag 0 dışındaki tüm gecikmelerin güven aralığı içerisinde kaldığı ve bu nedenle kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyonun gözlenmediği belirlenmiştir. Bu bulgu, model kalıntılarının rastgele ve beyaz gürültü karakterinde olduğunu göstermektedir. PACF analizinde yer alan tüm gecikmelerin güven sınırları içinde olması, modelde eksik AR veya MA bileşeni bulunmadığını ve yapısal olarak modelin yeterli olduğunu ortaya koymaktadır. IACF grafiği, kalıntıların otokorelasyonunun ters dönüşümünü sunarak AR bileşenlerinin etkin biçimde yakalandığını desteklemektedir. Ayrıca, beyaz gürültü testi kapsamında p-değerlerinin çoğunluğunun 0,05'in üzerinde olması, kalıntılar arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ve model kalıntılarının beyaz gürültü varsayımını karşıladığını doğrulamaktadır.

Şekil 53'te Aksaray için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 53. Aksaray için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(3, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 90’da Aksaray için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

Tablo 90. Aksaray için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

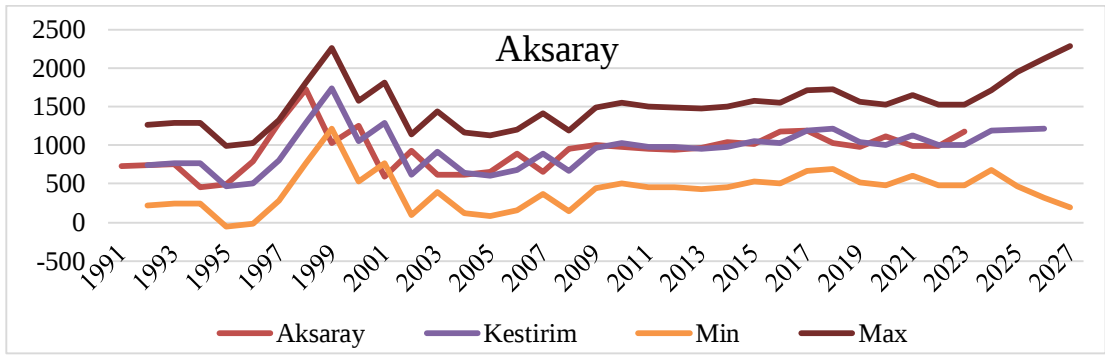
Tahmin Ortalaması (bin ton)	13 887,77
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	$1 + 0,38738 B^{**}(3)$
MA Faktör Değeri	$1 - 0,31693 B^{**}(1)$

Tablo 90’a göre, Aksaray ili için tahmin edilen ortalama değeri yaklaşık 13,88 milyon olup, AR faktör değeri $1 + 0,38738 B^{**}(3)$ ve MA faktör değeri $1 - 0,31693 B^{**}(1)$ olup aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$(1 - B) * y_t = 13\,887,77 + \frac{(1 - 0,31693 * B)}{(1 + 0,38738 * B^3)} * \varepsilon_t$$

Formül ARIMA(3, 1, 1) modelini temsil ederek bir dönem önceki veriler ile %38 pozitif ve bir önceki kalıntı değerleri ile %31 negatif ilişkili olduğu görülmektedir.

Şekil 54’te Aksaray için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 54. 1991-2027 yıllarında Aksaray’ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

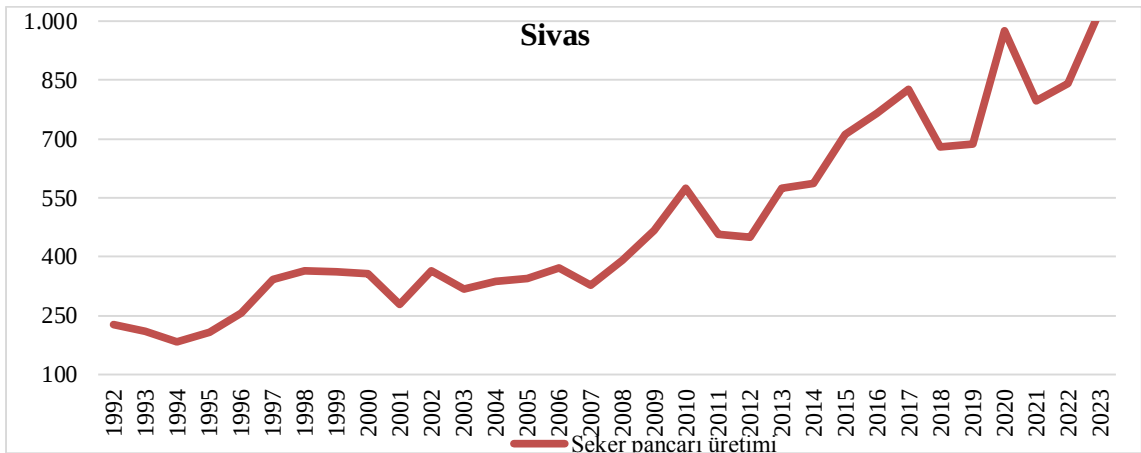
Şekil 54’te görüldüğü gibi Aksaray’da 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Aksaray şeker pancarı üretim 1991’de 730 bin ton ve 2023 yılında 1,18 milyon tondur. Aksaray şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 1,06 milyon ton olurken 2024-2027 yıllarında ise 1,22 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 1,20, 1,20, 1,22 ve 1,24 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Sivas için yapılan tahminler

Sivas için model belirleme

Durağanlık tespiti

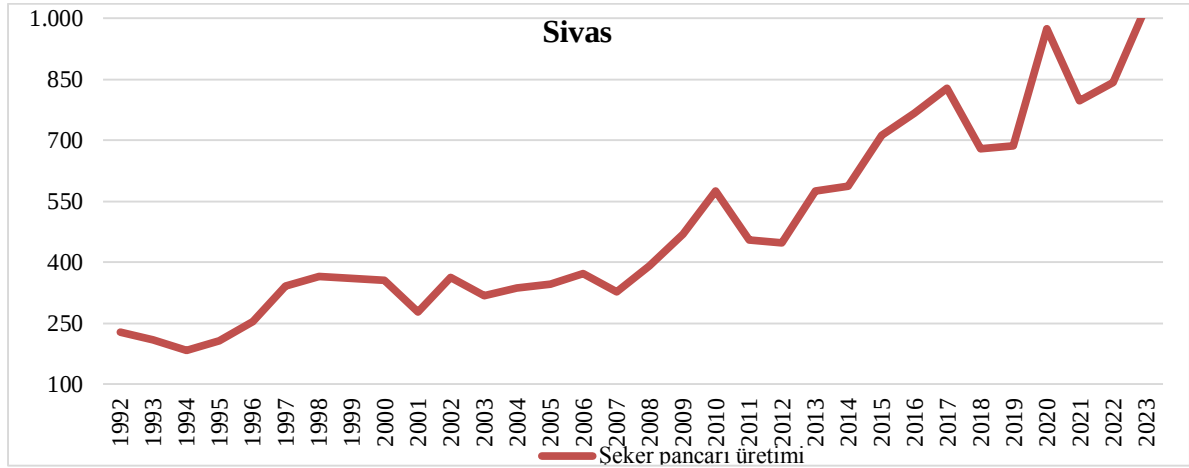
Şekil 55’te 1991-2023 üretim döneminde Sivas şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 55. 1991-2023 üretim döneminde Sivas şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 56 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için Genişletilmiş ADF testi kullanılarak p değeri=0,40 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5’te anlamsız değere sahip olduğu için verilerde birim kök var yani veriler durağan değildir.

Şekil 56’da bir yıl gecikme dönemine ait Sivas şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 56. Sivas şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 56’da birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 91’de Sivas için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 91. Sivas için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	43725	37792	1,16	0,2574	
Sivast ₁	1	12851	4891,08457	2,63	0,0140	t1
Sivast ₂	1	-0,49765	0,21166	-2,35	0,0263	
Sivast ₃	1	-0,07806	0,20188	-0,39	0,7021	

Parametre tahminleri tablosu, DF için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 92’de görüldüğü üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 92’de Sivas için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 92. Sivas için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ldSivast1_1	1	-1,2192	0,1907	-6,39	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 93'te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 93. Sivas için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	25 111,66
Standart Sapması	89 821,05
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 93'te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması 25 111,66, standart sapması ise 89 821,05 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

Tablo 94'te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

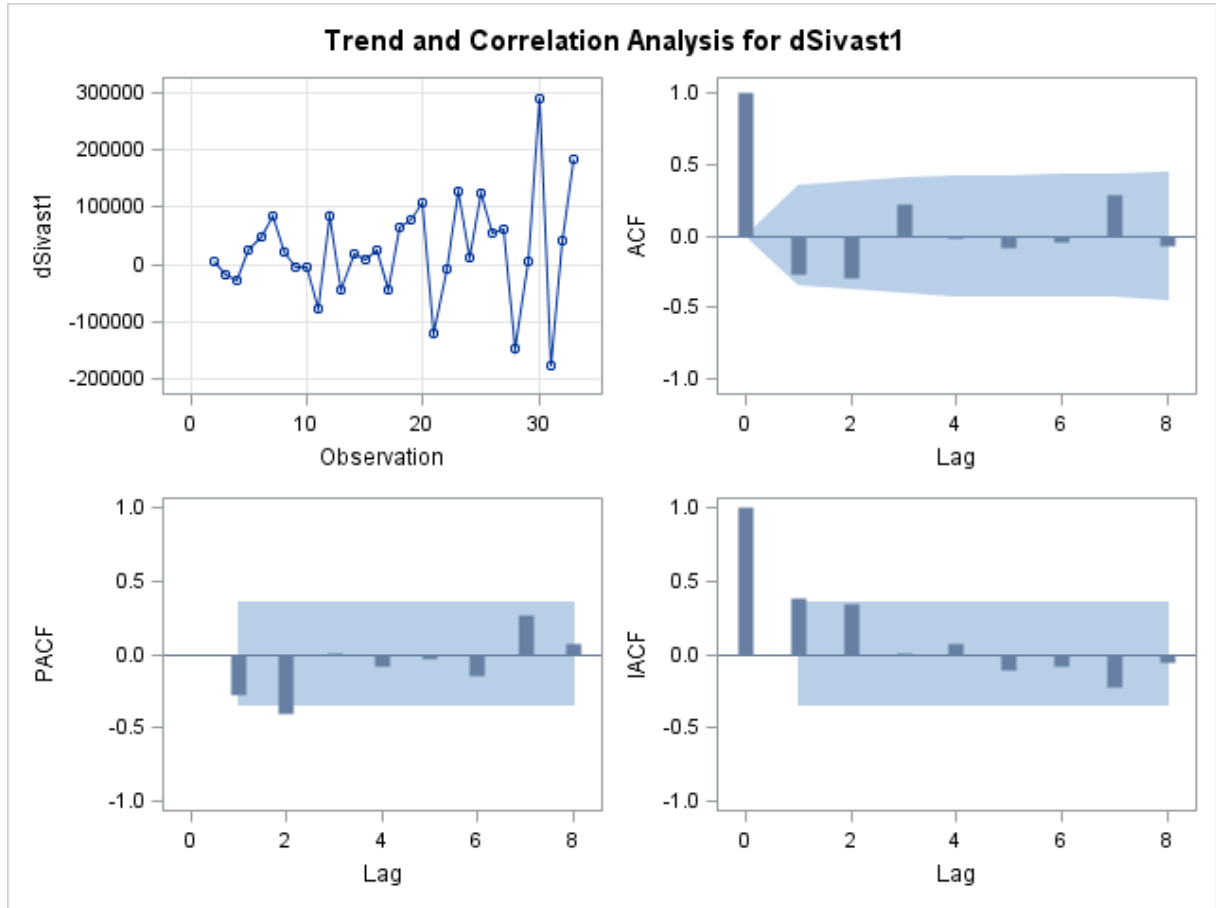
Tablo 94. Sivas için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	-9,3127	0,0259	-1,35	0,1598		
	6	-1,0035	0,4664	-0,49	0,4910		
	7	-0,6837	0,5230	-0,39	0,5321		
	8	-2,7209	0,2471	-0,75	0,3808		
Sabitli	5	31,3784	0,9999	-2,68	0,0913	3,59	0,1861
	6	-7,9710	0,1755	-1,19	0,6627	0,72	0,8839
	7	-5,2061	0,3791	-0,96	0,7502	0,47	0,9541
	8	39,2727	0,9999	-1,45	0,5409	1,05	0,8082
Trendli	5	18,0595	0,9999	-3,62	0,0476	6,64	0,0539
	6	221,9974	0,9999	-1,91	0,6228	1,87	0,8049
	7	45,9695	0,9999	-1,86	0,6449	1,81	0,8158
	8	8,6856	0,9999	-3,03	0,1466	4,64	0,3227

Tablo 94'te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun

olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. 5. gecikmede anlamlılık sağlandığı için seriler durağan olmakta böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Sivas için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 57’de verilmiştir.



Şekil 57. Sivas için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 57’de birinci farkı alınmış Sivas zaman serisine (d Sivas t1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF’deki azalma ve PACF’deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(1, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmekte ve AR ve MA da 2 değeri alabilmektedir.

Tablo 95’te Sivas için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 95. Sivas için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	1	22,73739	2	0	22,60363
2	0	22,60363	0	1	22,73739
			3	0	22,60029
			5	1	22,80841

Minumum Tablo Değeri: BIC(3,0) = 22,60029, %5 önem seviyesinde

Tablo 95'te, Sivas şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(3, 1, 0) modelinin BIC değeri 22,60 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 96. Sivas için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,1	22,73	1,84	633,7	764,61	62,92	858,50	1,97	763,21	763,66	0,46
2,1,0	22,60	1,83	629,5	764,41	62,13	97,86	2,09	763,01	763,46	0,71
3,1,0	22,73	2,20	757,3	769,96	66,89	134,13	2,12	768,56	769,00	0,62
5,1,1	22,60	1,86	641,2	764,97	63,41	326,27	1,98	763,57	764,01	0,47
5,1,0	22,71	2,13	734,0	769,02	65,77	147,91	2,17	767,62	768,07	0,66

Not: SSE değerleri 10¹³, MSE değerleri 10¹¹ ve MAPE değerleri 10⁶ ile çarpılmalıdır.

Tablo 96'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 8'ini karşılayan ARIMA(2, 1, 0) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(2, 1, 0) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 11'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 97. Sivas için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	24 055,7	11 806,5	2,04	0,0505	0
AR	-0,33681	0,18273	-1,84	0,0752	2
Sabit Tahmini		32 158,06			
Varyans Tahmini		7,729E9			
Se Tahmini		8 7914,49			
AIC		821,3305			
SBC		824,262			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 97’de MA değeri 0 olduğu için hesaplanmamışken, AR parametre tahmin -0,34 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32 olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %10’da anlamlıdır.

Tablo 98’de Sivas için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 98. Sivas için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	AR
MU	1,000	0,054
AR	0,054	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 99’da Sivas için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

Tablo 99. Sivas için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

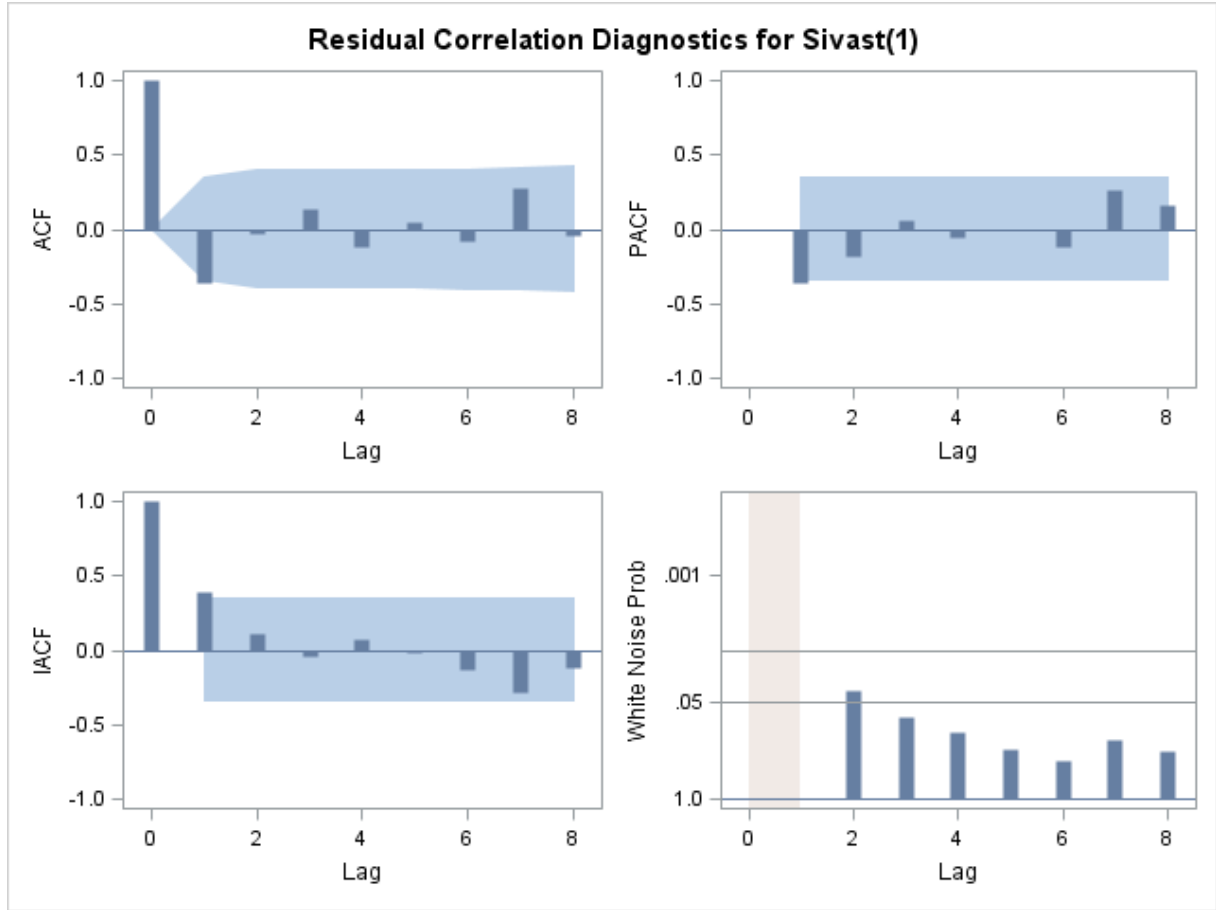
Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	6,02	5	0,3042	-0,355	-0,034	0,129	-0,119	0,041	-0,086
12	12,08	11	0,3579	0,273	-0,047	-0,160	0,159	-0,002	-0,069
18	15,85	17	0,5342	0,046	-0,031	-0,012	-0,067	-0,047	0,200
24	20,28	23	0,6247	-0,171	0,059	-0,089	-0,086	0,012	-0,024

Tablo 99’da yer alan p-değerlerinin %5’ten büyük olması, model kalıntılarında istatistiksel olarak anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca,

otokorelasyon katsayılarının tamamının $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ 'ten küçük olması kalıntıların beyaz gürültü özelliği taşıdığını ve rastgele dağıldığını ifade etmektedir.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 59 ve Şekil 60'ta gösterilmiştir.

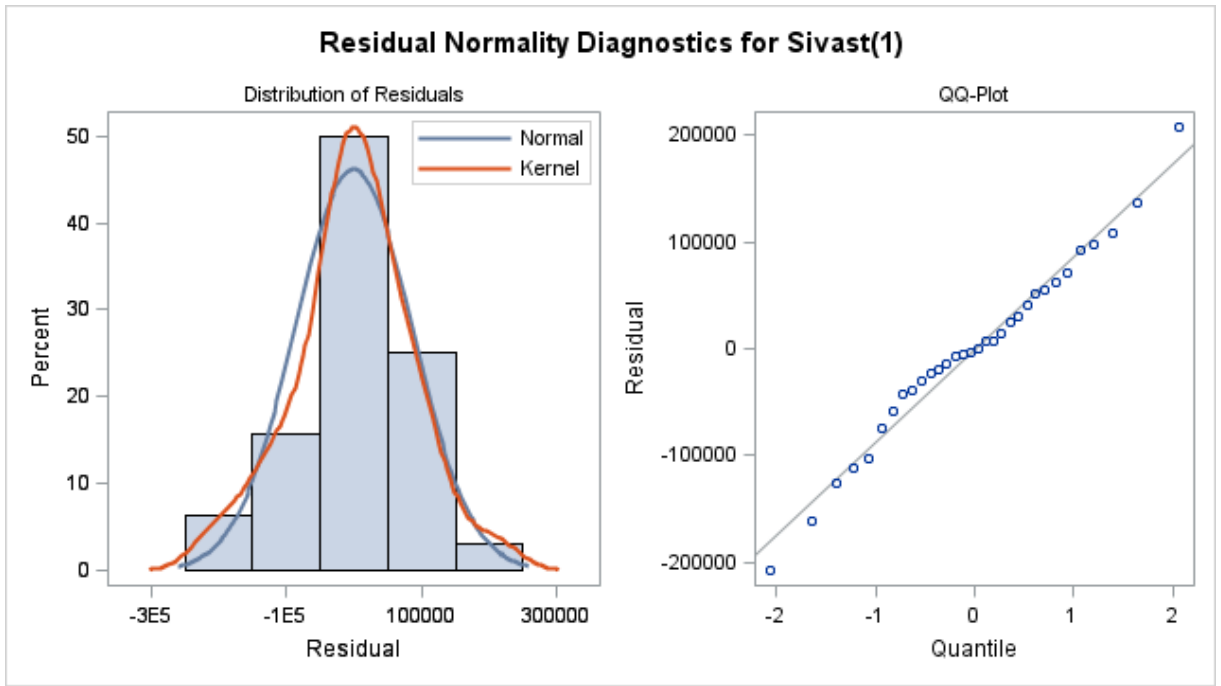
Şekil 59'da Sivas için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 58. Sivas için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 58 analiz edildiğinde, Lag 0 dışındaki tüm gecikmelerin güven aralığı içinde yer aldığı ve dolayısıyla kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, model kalıntılarının rastgele dağıldığını ve beyaz gürültü özellikleri taşıdığını göstermektedir. PACF sonuçları, tüm gecikmelerin güven sınırları içinde olması nedeniyle modelde eksik AR veya MA bileşeninin olmadığını ve modelin yapısal olarak yeterli olduğunu göstermektedir. IACF grafiği ise kalıntıların otokorelasyon yapısının tersine çevrilmiş görünümünü sunarak AR bileşenlerinin etkin şekilde yakalandığını desteklemektedir. Ayrıca, beyaz gürültü testi kapsamında p-değerlerinin büyük kısmının 0,05'in üzerinde seyretmesi, kalıntılar arasında anlamlı bir bağımlılık olmadığını ve model kalıntılarının beyaz gürültü varsayımına uygun olduğunu doğrulamaktadır.

Şekil 59'da Sivas için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 59. Sivas için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(2, 1, 0) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 100’de Sivas için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

Tablo 100. Sivas için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

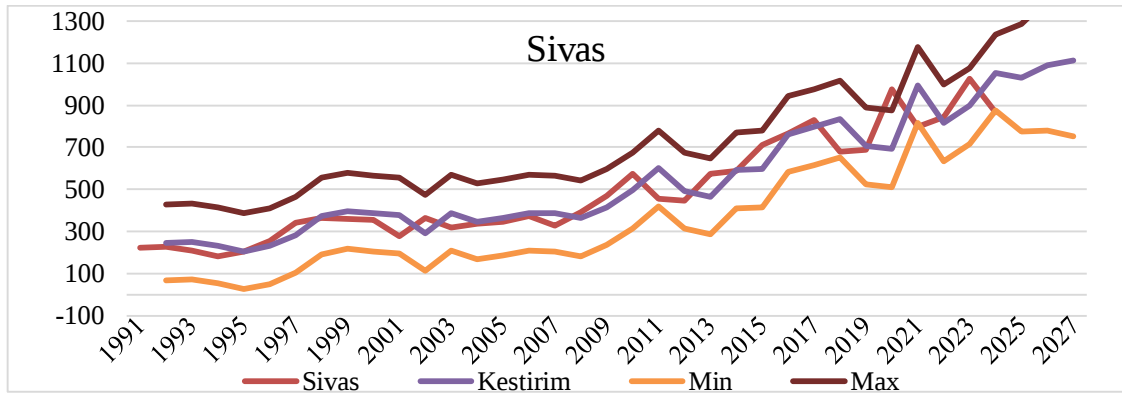
Tahmin Ortalaması (bin ton)	24 055,75
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	$1 + 0,33681 B^{**}(2)$
MA Faktör Değeri	0

Tablo 100’e göre, Sivas ili için tahmin edilen ortalama değeri yaklaşık 24,05 milyon olup AR faktör değeri $1 + 0,33681 B^{**}(2)$ ve MA faktör değeri 0’dır.

$$(1 - B) * y_t = 24\ 055,75 + \frac{1}{(1 + 0,33681 * B^2)} * \varepsilon_t$$

ARIMA(2, 1, 0) modelini temsil ederek bir dönem önceki veriler ile %33 pozitif ilişki varken bir önceki kalıntı değerleri ile herhangi bir ilişki olmadığı görülmektedir.

Şekil 60’da Sivas için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 60. 1991-2027 yıllarında Sivas'ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

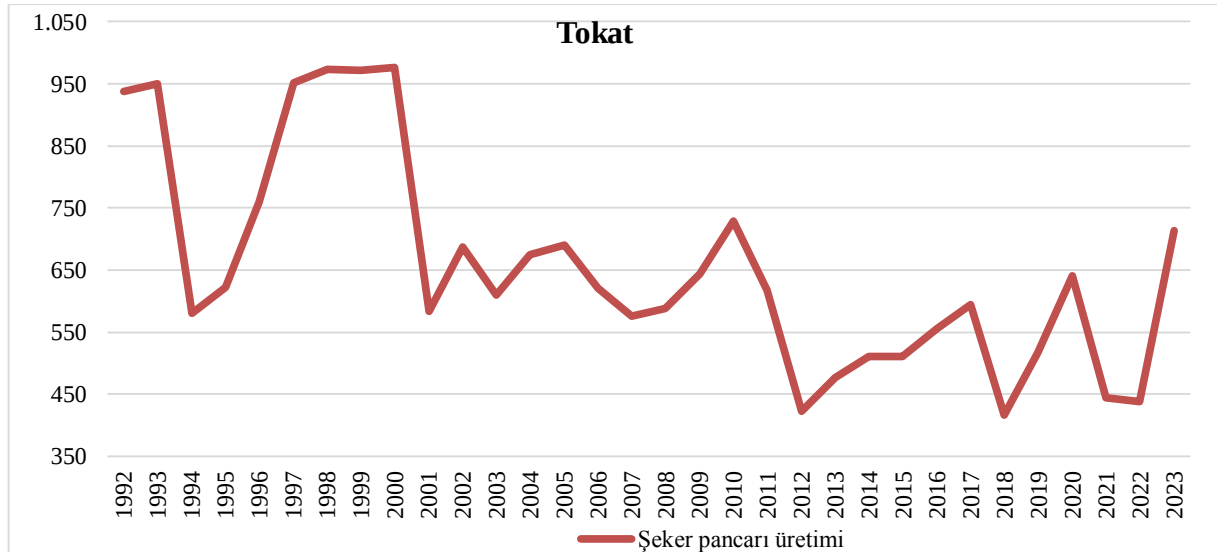
Şekil 60'da görüldüğü gibi Sivas'ta 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Sivas şeker pancarı üretim 1991'de 222 bin ton ve 2023 yılında 1,03 milyon tondur. Sivas şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 866 bin ton olurken 2024-2027 yıllarında ise 1,07 milyon ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 1,05, 1,03, 1,09 ve 1,11 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

Tokat için yapılan tahminler

Tokat için model belirleme

Durağanlık tespiti

Şekil 61'de 1991-2023 üretim döneminde Tokat şeker pancarı üretimi verilmiştir.

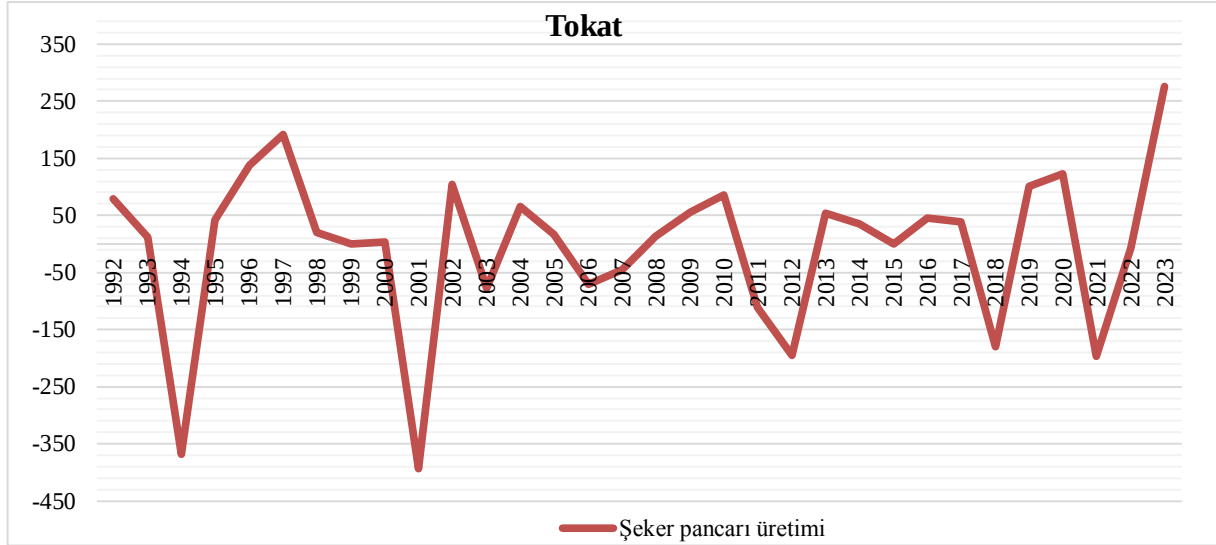


Şekil 61. 1991-2023 üretim döneminde Tokat şeker pancarı üretimi (bin ton)

Veriler durağan olmadığında verilerin 1, 2 veya 3 yıllık gecikmesi alınarak durağanlaştırılmaktadır. Şekil 61 incelendiğinde şeker pancarı üretimi verilerinin durağan

olmadığı görülmekte, ayrıca verilerin durağan olup olmadığını belirlemek için Genişletilmiş ADF testi kullanılarak p değeri=0,039 bulunmuş bu testin sonucunda istatistiki olarak p değeri %5'te anlamlı değere sahip olduğu için verilerde birim kök olmayabilir yani veriler durağan olabilir. Ancak veriler 0'ı görmediği için 1. fark alınarak durağanlaştırılmıştır.

Şekil 62'de bir yıl gecikme dönemine ait Tokat şeker pancarı üretimi verilmiştir.



Şekil 62. Tokat şeker pancarı üretimi durağanlaştırılmış seri grafiği (1992-2023)

1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerinin durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle verilerin bir yıllık gecikmesi alınarak yani verilerin bir önceki yıla göre farkı alınarak bir yıllık fark ($d=1$) uygulanarak veriler durağanlaştırılmıştır. Şekil 62'de birinci dereceden fark alındığında bu trendin kaybolarak artan azalan bir değişim sergilediği ve 0 değerini de alarak durağanlaştığı görülmektedir.

Tablo 101'de Tokat için parametre tahminleri 1 verilmiştir.

Tablo 101. Tokat için Parametre Tahminleri 1

Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Tahmin Pr > t	Değişken Sınıfı
Durağanlık	1	704709	209442	3,36	0,0023	
Tokatt ₁	1	-9533,35	4009,11768	-2,38	0,0248	t1
Tokatt ₂	1	-0,83477	0,22707	-3,68	0,0010	
Tokatt ₃	1	0,29805	0,20001	1,49	0,1478	

Parametre tahminleri tablosu, DF için her parametrenin tahmini değerini, tahmin için standart hatayı, t değerini ve gecikme dönemini de göstermektedir. Tablo 102'de görüldüğü

üzere parametre tahminlerinde birinci fark işlemlerinde verilerin durağanlaştığı ve anlamlılık düzeyinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 102’de Tokat için parametre tahminleri 2 verilmiştir.

Tablo 102. Tokat için Parametre Tahminleri 2

Parametre Tahminleri					
Değişken	DF	Tahmin	Se	t Değeri	Pr > t
ldTokatt1_1	1	-1,1138	0,1927	-5,78	<,0001

Zaman serisi verisi, düzeyde durağan olmamakla birlikte birinci farkı alındığında durağan hale geldiğinden, I(1) süreci olarak sınıflandırılmaktadır. Yani modelin yapısı 2. farka gerek olmadan ARIMA(p, 1, q) olmalıdır.

Tablo 103’te fark işlemi bazı istatistikler verilmiştir.

Tablo 103. Tokat için Fark İşlemi ve Bazı İstatistikler

Fark Alınan Dönem Sayısı	1
Çalışılan Serinin Ortalaması	-4 514,19
Standart Sapması	139 524,6
Gözlem Sayısı	32
Fark Alma Nedeniyle Çıkarılan Gözlem Sayısı	1

Tablo 103’te verilen değerlere göre, seriye bir kez fark alma işlemi uygulanmış (fark alınan dönem sayısı = 1) ve bu işlem sonucunda elde edilen serinin ortalaması -4 514,19 standart sapması ise 139 524,6 olarak hesaplanmıştır. Fark alma işlemi sonrasında analiz için kullanılabilen 32 olmuştur. Bu istatistikler, serinin durağanlaştırılması sürecinin başarıyla uygulandığını ve modelleme için hazır hale getirildiğini göstermektedir.

Tablo 104’te Genişletilmiş Dickey-Fuller kök testleri verilmiştir.

Tablo 104. Tokat için Genişletilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Testleri

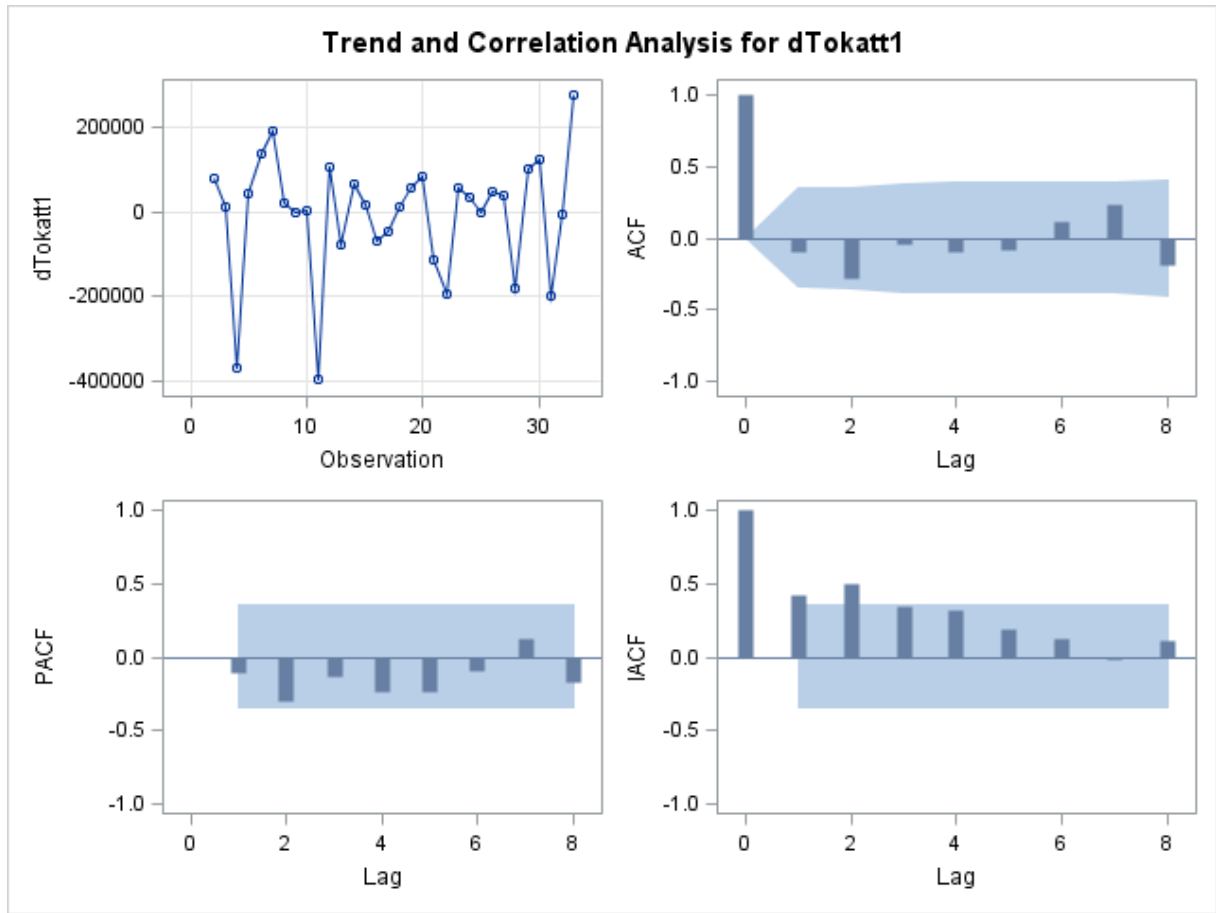
Modeller	Gecikmeler	Rho	Pr < Rho	Tau	Pr < Tau	F	Pr > F
Sıfır Ortalamalı	5	29,7461	0,9999	-3,18	0,0026		
	6	-63,9498	<,0001	-1,90	0,0554		
	7	33,2628	0,9999	-1,97	0,0482		
	8	23,2217	0,9999	-1,82	0,0658		

Tablo 104. (devamı)

Sabitli	5	23,4551	0,9999	-3,55	0,0142	6,30	0,0154
	6	50,7201	0,9999	-2,34	0,1682	2,75	0,4151
	7	15,7108	0,9999	-2,54	0,1185	3,23	0,3051
	8	10,0416	0,9999	-2,98	0,0517	4,45	0,0845
Trendli	5	23,6706	0,9999	-3,44	0,0676	6,61	0,0552
	6	50,7849	0,9999	-2,41	0,3660	3,80	0,4693
	7	15,8851	0,9999	-2,82	0,2053	4,65	0,3210
	8	10,1995	0,9999	-4,37	0,0112	11,59	0,0010

Tablo 104’te ARIMA(p, 1, q) için birim kök testi yürütülmüştür. ADF testi ile sıfır ortalamalı, sıfır olmayan ortalamalı ve deterministik bir eğilim etrafında bütünleşmiş edilen seride hareketli ortalamayı yakalayabilmek için çok sayıda gecikme farkı alınması uygun olmaktadır. Bu nedenle 5, 6, 7 ve 8 gecikmeli terimler kullanılarak otokorelasyonu yakalamak gerekmektedir. Üç aşamada da parametreler anlamlı olduğu için seriler durağan olmakta böylece H_0 hipotezi (birim kök varlığı) reddedilmektedir. ADF testinin sonuçları (p, 1, q) modeli ile farkı alınmış serilere SCAN ve ESACF uygulanmalarındaki p ve q değerleri ile birçok alternatif içerisinde en uygunu modeli verecek seçenekleri azaltmaya imkân vermektedir.

Tokat için trend ve korelasyon analiz göstergeleri Şekil 63’te verilmiştir.



Şekil 63. Tokat için trend ve korelasyon analiz göstergeleri

Şekil 63'te birinci farkı alınmış Tokat zaman serisine (dTokatt1) ilişkin ACF ve PACF grafiklerine bakıldığında, ACF grafiğinde yalnızca ilk gecikmede anlamlı bir pozitif otokorelasyon, PACF grafiğinde ise ilk gecikmede anlamlı bir negatif parsiyel otokorelasyon gözlemlenmektedir. Bu durum, serinin birinci farkta durağan hale geldiğini ve düşük dereceli bir ARIMA modelinin uygun olabileceğini göstermektedir. Özellikle ACF'deki azalma ve PACF'deki tek sıçrama yapısı, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) veya ARIMA(1, 1, 1) modellerinin potansiyel adaylar olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 105'te Tokat için ARMA (p+d, q) deneme sıralama ölçüt testlerinin değerleri verilmiştir.

Tablo 105. Tokat için ARMA (p+d, q) Deneme Sıralama Ölçüt Testleri

SCAN			ESACF		
p+d	q	BIC	p+d	q	BIC
0	1	22,89992	0	0	22,85753
5	0	22,11142	3	0	22,35542
			5	0	22,11142

Minumum Tablo Değeri: BIC(5,0) = 22,11142, %5 önem seviyesinde

Tablo 105'te, Tokat şeker pancarı üretim verilerine uygulanan ARMA(p+d, q) modelleri SCAN ve ESACF yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her model için BIC hesaplanmıştır. BIC değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, her iki yöntemde de ARIMA(5, 1, 0) modelinin BIC değeri 22,11 ile oldukça düşük bulunmuştur. Ancak sadece BIC değeri değil diğer kriterler de dikkate alınarak en fazla kriteri sağlayan model en iyi model olarak belirlenecektir.

Tablo 106. Tokat için p ve q Değerlerine göre Sıralama Ölçüt Testleri

p.d.q	BIC	SSE	MSE	SBC	MAE	MAPE	DW	AIC	HQC	R ²
0,1,1	22,90	3,62	1,25	784,94	85,59	173,13	1,81	783,54	783,99	0,32
0,1,0	22,36	5,30	1,83	796,40	92,90	140,18	2,06	794,99	795,44	0,56
5,1,0	22,11	5,33	1,84	796,56	95,39	125,91	2,07	795,16	795,61	0,57
3,1,0	21,92	5,20	1,79	795,84	91,91	149,33	2,08	794,44	794,88	0,58

Not: SSE değerleri 10^{11} , MSE değerleri 10^{10} ve MAPE değerleri 10^3 ile çarpılmalıdır.

Tablo 106'da yer alan model karşılaştırma ölçütleri doğrultusunda, 10 farklı değerlendirme kriterinden 6'sını karşılayan ARIMA(0, 1, 1) modelinin en uygun model olduğu belirlenmiştir. Ön analizlerde ACF grafiğinde gözlenen hızlı düşüşler ve PACF grafiğinde yalnızca birinci gecikmede ortaya çıkan anlamlı sıçrama, ARIMA(1, 1, 0), ARIMA(0, 1, 1) ve ARIMA(1, 1, 1) modellerinin uygun modeller olduğunu işaret etmiştir. Ancak çeşitli istatistiksel kriterlerin (örneğin AIC, BIC, hata kareler ortalaması vb.) birlikte değerlendirilmesi sonucunda, ARIMA(0, 1, 1) modeli hem veri yapısıyla uyumlu hem de öngörü başarısı yüksek bir yapı sergileyerek en güçlü model olarak öne çıkmıştır.

Tablo 107'de koşullu en küçük kareler yöntem tahmini verilmiştir.

Tablo 107. Tokat için Koşullu En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

Parametre	Tahmin	Se	t Değeri	Yaklaşık Pr > t	Gecikme
MU	-12 550,3	1 205,4	-10,41	<,0001	0
MA	1,00000	0,10538	9,49	<,0001	1
Sabit Tahmini		-12 550,3			
Varyans Tahmini		1,644E10			
Se Tahmini		12 8214,4			
AIC		845,4802			
SBC		848,4117			
Kalıntı Sayısı		32			

Tablo 108'de AR için parametre tahmini, p değeri 0 olduğu için hesaplanmamışken MA için ortalama parametre tahmini, 1,00000'dir. Ayrıca değişken yılı 33 iken kalıntı sayısı 32

olduğu için bir yıllık gecikme uygulanmış olduğu görülmekte ve istatistiki olarak %1’de anlamlıdır.

Tablo 108’de Tokat için korelasyon parametre tahmini verilmiştir.

Tablo 108. Tokat için Korelasyon Parametre Tahmini

Parametre	MU	MA
MU	1,000	0,105
MA	0,105	1,000

Değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonun bir ve değişkenlerin farklı değişkenlerle ilişkilerinin bir olmaması beklenmekte bu nedenle yapılan tahminlerde korelasyonun düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 109’da Tokat için kalıntıların otokorelasyon kontrolü verilmiştir.

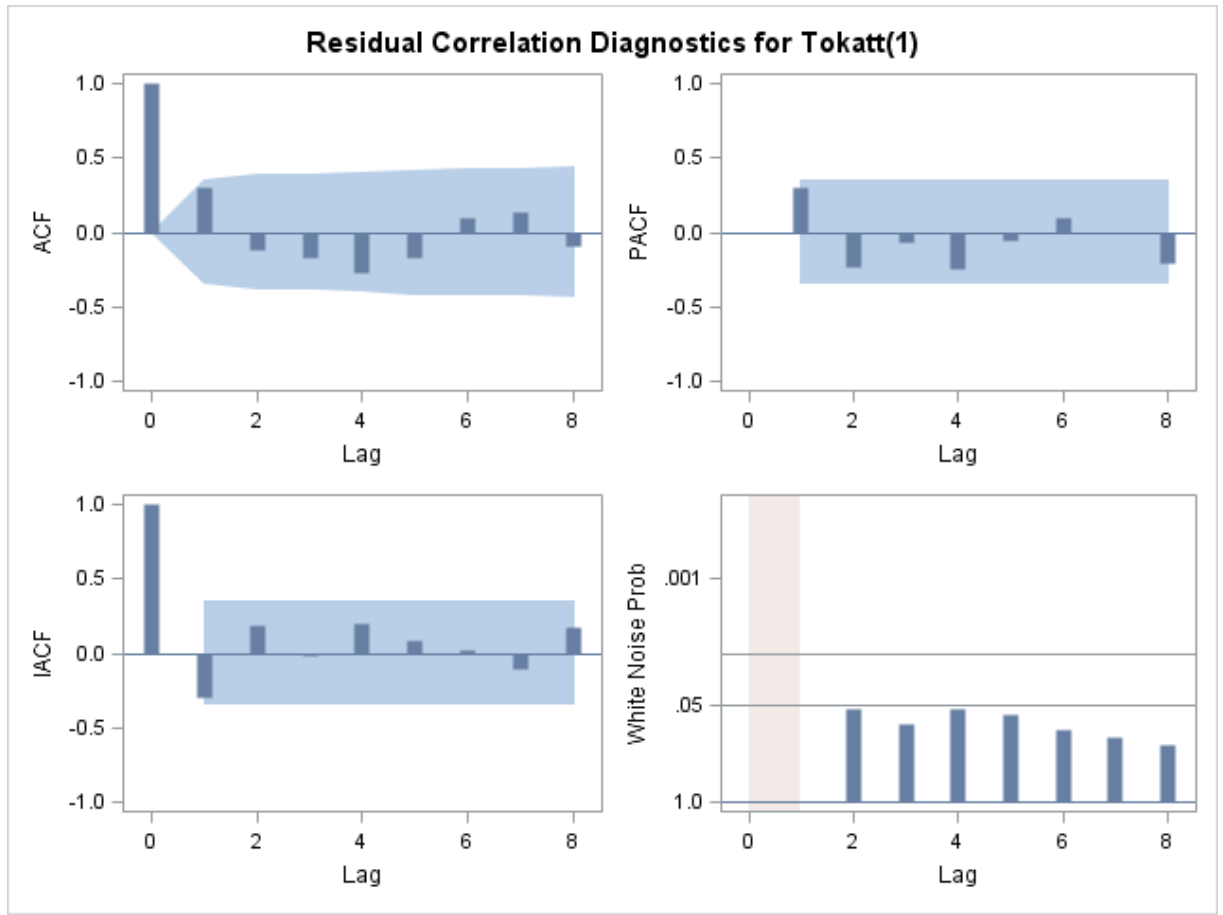
Tablo 109. Tokat için Kalıntıların Otokorelasyon Kontrolü

Gecikme	Chi-Sq	DF	Pr > ChiSq	Otokorelasyon					
6	9,02	5	0,1083	0,299	-0,119	-0,173	-0,265	-0,170	0,091
12	10,61	11	0,4762	0,130	-0,097	-0,059	0,005	0,023	0,066
18	19,17	17	0,3189	0,017	-0,148	-0,231	-0,187	0,068	0,119
24	25,21	23	0,3393	-0,019	0,002	-0,013	-0,088	0,144	0,140

Tablo 109’da yer alan p değerlerinin %5 anlamlılık düzeyinden büyük olması, kalıntılar arasında otokorelasyon bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca, otokorelasyon katsayılarının mutlak değerlerinin $2/\sqrt{N}=2/\sqrt{32} = |0,354|$ ’ten küçük olması da kalıntıların otokorelasyon içermediğini ve dolayısıyla beyaz gürültü özelliği taşıdığını doğrulamaktadır.

Bu modeldeki artıkların şekilsel kontrolü Şekil 64 ve Şekil 65’te gösterilmiştir.

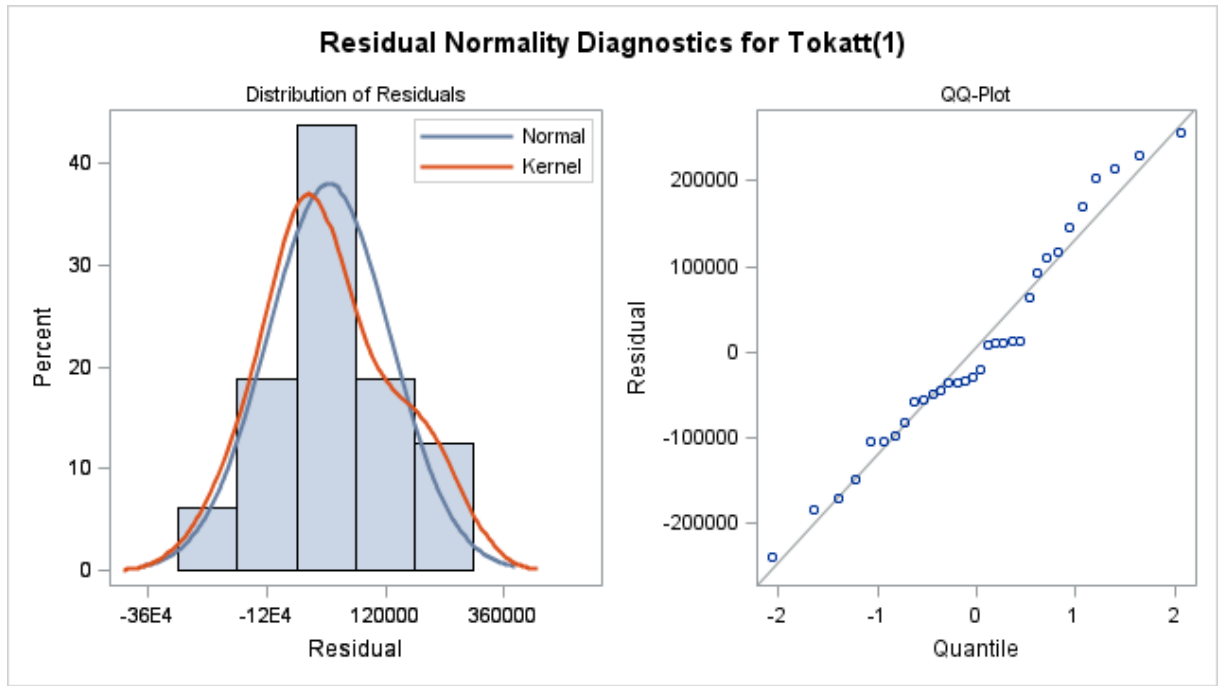
Şekil 64’te Tokat için kalıntı korelasyon göstergeleri verilmiştir.



Şekil 64. Tokat için kalıntı korelasyon göstergeleri

Şekil 64 analiz edildiğinde, Lag 0 dışındaki tüm gecikmelerin güven aralığı içinde yer aldığı ve dolayısıyla kalıntılar arasında anlamlı bir otokorelasyon bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, model kalıntılarının rastgele dağıldığını ve beyaz gürültü özellikleri taşıdığını göstermektedir. PACF sonuçları, tüm gecikmelerin güven sınırları içinde olması nedeniyle modelde eksik AR veya MA bileşeninin olmadığını ve modelin yapısal olarak yeterli olduğunu göstermektedir. IACF grafiği ise kalıntıların otokorelasyon yapısının tersine çevrilmiş görünümünü sunarak AR bileşenlerinin etkin şekilde yakalandığını desteklemektedir. Ayrıca, beyaz gürültü testi kapsamında p-değerlerinin büyük kısmının 0,05'e yakın olmasına karşın üzerinde seyretmesi, kalıntılar arasında anlamlı bir bağımlılık olmadığını ve model kalıntılarının beyaz gürültü varsayımına uygun olduğunu doğrulamaktadır.

Şekil 65'te Tokat için kalıntı normal göstergeleri verilmiştir.



Şekil 65. Tokat için kalıntıların normallik kontrolü

Artıkların olduğu H_0 hipotezinin reddedilemeyeceğini beyaz gürültü ile korelasyon testi grafikleri göstermektedir. Normalden sapma olup olmadığını ise normallik grafikleri göstermektedir. Böylece, sonuç olarak ARIMA(0, 1, 1) modeli, şeker pancarı üretimi serisindeki değişim için yeterli olmaktadır.

Tablo 110’da Tokat için tahmin ortalaması gecikme AR ve MA Faktör Değerleri verilmiştir.

Tablo 110. Tokat için Tahmin Ortalaması Gecikme AR ve MA Faktör Değerleri

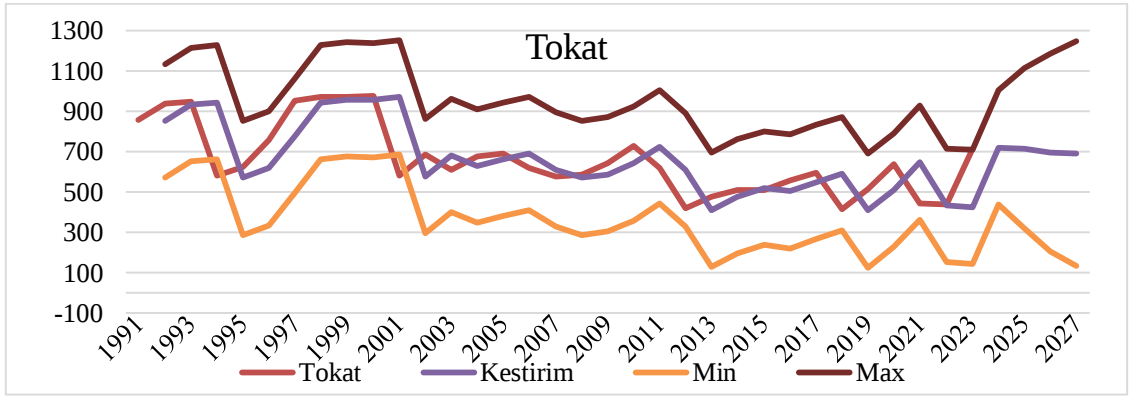
Tahmin Ortalaması (bin ton)	-12 550,3
Gecikme Değeri (yıl)	1
AR Faktör Değeri	0
MA Faktör Değeri	1 - 1 B**(1)

Tablo 110’a göre, serinin tahmin edilen ortalama değeri -12,55 milyon olup kullanılan ARIMA(0, 1, 1) modeli yalnızca birinci dereceden hareketli ortalama MA terimi içermektedir. Bu durumu ifade eden formül aşağıdaki gibidir.

$$(1-B)*y_t = -12\,550,3 + (1-B)*\varepsilon_t \text{ ve } y_t - y_{t-1} = -12\,550,3 + \varepsilon_t - \varepsilon_{t-1}$$

Bu formülde MA modelde bir gecikmeli yapı kullanılarak bir önceki kalıntı değerleri ile %100 negatif ilişki olduğu görülmektedir.

Şekil 67’de Tokat için 1991-2027 yılları şeker pancarı üretim öngörüsü verilmiştir.



Şekil 66. 1991-2027 yıllarında Tokat'ın şeker pancarı üretim öngörüsü (bin ton)

Şekil 66'da görüldüğü gibi Tokat'ta 1991-2023 yıllarında şeker pancarı üretim verilerine bakılarak 2024-2027 dönemindeki şeker pancarı üretim tahminlerinin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri belirtilmiştir. Tokat şeker pancarı üretim 1991'de 858 bin ton ve 2023 yılında 713 bin tondur. Tokat şeker pancarı üretimi 2019-2023 yılları 5 yıllık ortalamaya göre 550 bin ton olması beklenirken 2024-2027 yıllarında ise 706 bin ton olması öngörülmektedir. 2024-2027 yıllarında sırası ile 721,32, 717,21, 695,66, 690,70 bin ton şeker pancarı üretimi yapılacağı tahmin edilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye’de 2024-2027 yıllarında şeker pancarı üretim tahmini sırası ile 21,91, 21,51, 22,09 ve 22,35 milyon ton olacağı öngörülmüştür. 2021-2024 yıllarında üretim alanı 3,02, 2,95, 3,63 ve 3,24 milyon dekar iken dekara verim 5,87, 6,52, 6,97 ve 7,09 tondur (TÜİK 2025). Türkiye üretim miktarı 2024 yılında 22,41 milyon ton olarak gerçekleşmiş (TÜİK 2025), bu çalışmayı tahminlerimizde ise 21,91 milyon ton olacağı tahmin öngörülmüş olup -%2,23 sapma göstermiştir. Sarıca (2024), Türkiye’nin şeker pancarı üretiminin 2024-2027 yıllarında 18-20 milyon ton olacağını ve 2030 yılına kadar yaklaşık 20,5 milyon tona ulaşacağını öngörmüştür. Bu çalışma da yaklaşık aynı değerlerde olduğundan bu çalışmayı destekler niteliktedir. Ayrıca Merdan (2023), çalışmasında 2001-2021 yıllarına ait 21 yıllık verileri kullanarak 2022-2027 yıllarına ait şeker pancarı üretim verilerini tahmin etmiştir. Bu tahminlerde 2022-2027 yılları için 21,60, 22,41, 22,44, 23,03, 23,63 ve 24,25 milyon ton olacağını öngörmüştür. Bu çalışmanın tahmin sonuçlarına göre Sarıca (2024) bu çalışmaya daha yakın tahmin öngörürken Merdan (2023) son yıllarda daha yüksek tahmin sonuçları elde etmiştir. Ayrıca 2015–2023 döneminde FAOSTAT (2025) kişi başına düşen şeker pancarı üretimi genel olarak dalgalı bir seyir izlemiş, ancak dönem sonunda %44’lük bir artışla 200 kg seviyesinden 289 kg’a yükselmiştir. Bu artış, üretim kapasitesindeki gelişmeleri ve verimlilik artışını ortaya koymaktadır. Ancak yıllar arası dalgalanmalar, sektörün hâlâ iklim, maliyet, kota ve piyasa koşullarına karşı kırılgan olduğunu da göstermektedir. Ayrıca ihracat ithalat durumu da dikkate alındığında Şeker’in 7 kg şeker pancarından elde edildiği varsayıldığında ihracat miktarımız ilk defa ithalat miktarımızdan 2021 yılında fazla olmuş ve kişi başına şeker pancarı kullanımı 2021 yılında en az olarak 185 kg ve 2023 yılında 312 kg olmuştur. Buda şeker politikalarında büyük değişiklikler olduğunu göstermektedir.

Konya’da 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 7,08, 6,60, 7,57 ve 7,22 milyon ton olacağı tahmin edilmiştir. 2024 yılında Konya ilinde üretim alanı %12,55 düşerken verimde çok az bir artış göstermiştir. Üretim miktarı 2024 yılında 7,13 milyon ton olarak gerçekleşmiş (TÜİK 2025), bu çalışmada ise 7,08 milyon ton olacağı tahmin öngörülmüş olup -%0,70 sapma göstermiştir. Keskin (2025) Konya bölgesinin ekolojik koşullarında 2023 yılı yetiştirme sezonunda farklı tip ve çeşitlerde şeker pancarının verim ve kalite özelliklerini incelemiş ve araştırma sonucunda Konya’da şeker pancarı üretimini farklı tiplere bağlı olması verimi etkilediğini ve iklimsel faktörlerin etkili olduğunu öngörmüştür. Yani yapılan bu

Çalışmadan da anlaşılağı üzere iklime bağı olan şeker pancarı üretim miktarları tahmini verilerimizde az da olsa sapmanın nedenlerini destekler niteliktedir.

Eskişehir’de 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 1,21, 1,19, 1,22 ve 1,23 milyon ton olacağı öngörölmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 1,46 milyon ton olarak gerçekleşmiş (TUİK 2025), bu çalışmada ise 1,21 milyon ton olacağı tahmin öngörölmüş olup -%17,12 sapma göstermiştir. Örneğın Eskişehir ilinde 2023-2024 yıllarına ait şeker pancarı üretim verileri incelendiğinde ekim alanı, verim ve toplam üretim miktarlarında dikkat çekici bir artış gözlemlenmiştir. 2023 yılında ekilen alan 179 546 dekara şeker pancarı ekilirken 2024 yılında %26,9 artışla 227 857 dekara ulaşmıştır. Ayrıca 2024 yılında 2023 yılına göre üretim miktarı %31,9 ve verim %3,93 artmıştır (TUİK 2025). Yani alan ve verimin yukarı yönlü güncellenmesi, tahminin olması gerekenden oldukça düşük kalmasına neden olmuştur. Bunların yanı sıra 2023-2024 yılları arasında devlet destekleri (mazot, gübre, tohum vb) sayesinde girdi maliyetleri azalırken toprak verimliliğı iyileştirilmiş, bu da dekara verim ve toplam üretimde artışa sebep olmuştur.

Yozgat ilinde 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 1,46, 1,48, 1,53 ve 1,55 milyon ton olacağı öngörölmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 1,44 milyon ton olarak gerçekleşmiş TUİK (2025), bu çalışmada yapılan öngöröde ise 1,46 milyon ton olacağı ifade edilmiş olup bu çalışma sonucu TÖİK’in açıkladığı değere göre +%1,70 sapma göstermiştir. Bu sonucun daha yüksek çıkmasının nedenlerine bakıldığında ilkbahardan itibaren yağışlardaki azalma, sulama imkânlarının sınırlanması ve kuraklık, hem verim kalitesini hem de şeker oranını olumsuz etkilemiş olabilir. Ayrıca hastalık ve zararlı baskısı da kalite kaybına yol açmış olabilir. Örneğın Yozgat ilinde fare popölasyonunda artış zarar oranını yükseltmiştir (Anonim 2025b). Yozgat’ta 2023-2024 yıllarında A ve B kotalarına uymak zorunda kalmıştır. 2 Ağıustos 2023 tarihinde Resmi Gazete ile açıklanan 2023-2024 pazarlama yılı kota rakamları şu şekildedir: A kotası 2,837,250 ton, B kotası ise bunun %5’i olarak 141,863 ton olarak belirlenmiştir (TİM 2025). 2024/2025 döneminde ise toplam A kotası aynı seviyede, yani 2,910,000 ton olarak korunmuştur (Anadolu Ajansı 2024). Bu ulusal kota Yozgat gibi yüksek üretim yapan iller için belirleyicidir. Bu nedenle Yozgat ilinde üretim miktarı, verim ve ekilen alan da düşüş gözlemlendiğı söylenebilir.

Kayseri’de 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 1,29, 1,28, 1,42 ve 1,43 milyon ton olacağı öngörölmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 1,24 milyon ton olarak gerçekleşmiş TUİK (2025), bu çalışmada ise 1,29 milyon ton olacağı öngörölmüş olup % +4,03 sapma göstermiştir. Sapmanın pozitif yönlü olma nedenleri olarak 2023 yılında Türkiye’de şeker pancarı ekim alanı 164,986 ha olarak gerçekleşmiş olup 2024 yılında 14 990 ha’a düşerek

(%9,1) bir azalma göstermiştir. Aynı dönemde hektar başına verim 7,79 ton/ha'dan 8,34 ton/ha'a yükselmiş, yani 0,56 ton/ha (%7,2) bir artış gözlemlenmiştir. Buna rağmen, toplam üretim miktarında düşüş yaşanmıştır. Çünkü verimdeki artış, kaybedilen ekim alanını telafi etmeye yeterli olmamıştır. Bu durum, üretimdeki azalışın temel nedeninin azalan ekim alanı olduğunu ve verimdeki sınırlı artışın bu düşüşü dengeleyemediğini göstermektedir.

Aksaray'da 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 1,20, 1,20, 1,22 ve 1,24 milyon ton olacağı öngörülmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 1,19 milyon ton olarak gerçekleşmiş TÜİK (2025), bu çalışmada ise 1,20 milyon ton olacağı öngörülmüş olup +%0,84 sapma göstermiştir. Bu da ekstrem bir durumun olmadığını bir kanıtı olarak gösterilebilir.

Afyonkarahisar'da 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 1,22, 1,23, 1,24 ve 1,25 milyon ton olacağı öngörülmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 1,06 milyon ton olarak gerçekleşmiş TÜİK (2025), bu çalışmanın öngörüsünde ise 1,22 milyon ton olacağı tahmin ifade edilmiş olup +%15,09 sapma göstermiştir. Bu farklılık, ilin yıl içerisindeki yağış miktarının uzun yıllar ortalamasının üzerinde seyretmesi ve tarım sezonunda sıcaklık koşullarının bitki gelişimine uygun ilerlemesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim literatürde de, Türkiye'de yağışın tarımsal üretimi artırıcı, aşırı sıcaklık ve kuraklık koşullarının ise üretimi azaltıcı etkiler yarattığı vurgulanmaktadır (Başoğlu ve Telatar 2013). Ayrıca Afyonkarahisar'da özellikle son yıllarda modern sulama yöntemlerinin benimsenmesi ve tarımsal desteklerin etkisiyle verim artışlarının sağlandığı, bu durumun da tahmin modelinin öngördüğünden daha yüksek bir üretim gerçekleşmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Kılıç 2022).

Sivas ilinde 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 1,05, 1,03, 1,09 ve 1,11 milyon ton olacağı öngörülmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 1,03 milyon ton olarak gerçekleşmiş TÜİK (2025), bu çalışmada ise 1,05 milyon ton olacağı tahmin öngörülmüş olup +%1,94 sapma göstermiştir. Bu da üretim üzerine etkili faktörler için çok bir değişim olmadığını göstermektedir.

Ankara'da 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 865,66, 835,15, 894,96 ve 889,68 bin ton olacağı öngörülmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 705,02 bin ton olarak gerçekleşmiş TÜİK (2025), bu çalışma sonuçlarına göre 865,66 bin ton olacağı öngörülmüş olup +%22,79 sapma göstermiştir. 2024 yılında Ankara ilinde şeker pancarı tahminleri ile gerçekleşen üretim arasındaki sapma birkaç faktörden kaynaklanmış olabilir. Öncelikle, ekim alanında 145 710 ha'dan 122 308 ha'a düşüş ve hektar başına verimdeki 6,05 ton/ha'dan 5,76 ton/ha'a gerileme, toplam üretimde önemli bir düşüşe yol açmıştır. Bunun yanı sıra Ankara'ya özgü iklim koşullarındaki ani değişimler, sıcaklık, kuraklık veya aşırı yağış gibi verimi olumsuz etkileyebilir ve ARIMA modelinin öngörülerinde dikkate alınmaz. Ayrıca

hastalık ve zararlılar ile birlikte tarım uygulamalarındaki farklılıklar (gübreleme, sulama, ekim yoğunluğu) üretimde lokal dalgalanmalara neden olmuş olabilir. Bunun yanında, TÜİK verilerindeki saha raporlama farklılıkları veya gecikmeler ile ekonomik ve sosyal faktörler (tarımsal destekler, fiyat değişiklikleri, iş gücü eksikliği) de üretimi etkileyerek tahminle gerçekleşen arasında fark yaratabilir. Tüm bu etkenler bir araya geldiğinde Ankara'daki üretim sapmasının nedenleri hem ekim alanı ve verim değişikliklerinden hem de modelin kısa dönemli ve yerel dalgalanmaları yakalayamamasından kaynaklanmaktadır.

Kahramanmaraş'ta 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 378,95, 358,48, 346,72 ve 328,61 bin ton olacağı öngörülmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 384,79 bin ton olarak gerçekleşmiş TÜİK (2025), bu çalışmanın sonuçlarında ise 378,95 bin ton olacağı öngörülmüş olup -%1,52 sapma göstermiştir. Bu da ekstrem bir durumun olmadığını göstermektedir.

Tokat ilinde 2024-2027 yılları şeker pancarı üretim tahminleri sırası ile 721,32, 717,21, 695,66 ve 690,70 bin ton olacağı öngörülmüştür. Üretim miktarı 2024 yılında 517,90 bin ton olarak gerçekleşmiş TÜİK (2025), bu çalışmanın sonuçlarına göre ise 721,32 bin ton olacağı öngörülmüş olup +%39,27 sapma göstermiştir. Ayrıca 2024 yılında 2023 yılına göre alan %17,78 ve verim %7,99 azalmış olup buda üretim düşüklüğünün Tokat'ta bekleneceği öngörülmektedir. Ekim alanının daralması tarımsal destek politikalarındaki olası farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi 2023 yılında bölgede gerçekleşen fazla üretimin ardından, birçok üretici kotalarını aşmaları nedeniyle çeşitli zorluklar yaşamış olabilir. Kota fazlası ürünün düşük fiyatla satılması veya elde kalması gibi durumlar, çiftçilerin ekonomik risk algısını artırmış ve bu nedenle 2024 yılında şeker pancarı ekmekten vazgeçmelerine yol açmış olabilir. Ayrıca iklim koşullarındaki olumsuzluklar (düşük yağış, yüksek sıcaklık), toprak verimliliğinde bozulma, gübre veya sulama yetersizlikleri gibi nedenlerde verim düşüklüğüne neden olmuş olabilir.

Sonuç ve Öneriler

Şekerpancarı hem insan beslenmesinde hem de yan ürün olarak hayvan beslenmesinde önemli bir gıda maddesidir. Bununla ilgili üretim tahminleri de çok önemlidir. Bu çalışmada da önde gelen iller ve Türkiye için tahminler yapılmıştır. Bu illere toplam olarak bakıldığında on ilin payı son beş yılın ortalaması dikkate alındığında Türkiye'nin %73,51 ini oluştururken sonraki beş yılda bu pay biraz daha artarak %74,80'e ulaşması beklenmektedir. Bu illerin genellikle verimi yüksek olup son dört yıl tahmini dikkate alındığında (2024-2027) üretimi artan iller; Konya, Aksaray, Kahramanmaraş, Kayseri, Sivas iken üretimi düşen iller ise Yozgat, Afyonkarahisar, Tokat ve Eskişehir illeridir. Üretimde düşüş gözlenen iller ağırlıklı olarak

özelleştirilen iller olup Ankara ilinde ise yaklaşık üretim oranının aynı olacağı tahmin edilmektedir. Bu çalışmada ayrıca Türkiye ve seçilen iller bazında 2024–2027 yılları için şeker pancarı üretim tahminleri yapılmış ve 2024 yılı gerçekleşen verilerle karşılaştırılmıştır. Tahminlerin genel olarak TÜİK verileriyle uyumlu olduğu, sapmaların çoğunlukla $\pm\%5$ aralığında kaldığı, ancak bazı illerde iklimsel, ekonomik ve yapısal faktörlere bağlı olarak belirgin farklılıklar olduğu görülmüştür. Örneğin Türkiye genelinde 2024 yılı üretimi 22,41 milyon ton olarak gerçekleşmiş, çalışmada ise bu değer 21,91 milyon ton olarak tahmin edilmiştir. Bu $-\%2,23$ 'lük sapma, modelin genel geçerliği açısından kabul edilebilir düzeydedir. Ayrıca literatürdeki diğer çalışmalarla da paralellik gösteren sonuçlar, tahmin modellerinin güvenilirliğini desteklemektedir. Özellikle Konya, Aksaray ve Sivas gibi illerde tahminler oldukça başarılı iken; Tokat, Ankara ve Eskişehir illerinde görülen yüksek sapmalar, yerel düzeydeki ani değişimlerin etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Tokat'ta örneğin $\%39$ 'luk sapmanın temel nedenlerinden biri, 2023 yılında üreticilerin kota fazlası nedeniyle yaşadıkları ekonomik zarar sonrası şeker pancarı üretiminden vazgeçmeleri olmuştur. Bu durum, kota sisteminin üretici davranışlarını doğrudan etkilediğini ve üretim kararlarında önemli bir değişken olduğunu göstermektedir. Öte yandan, 2015–2023 döneminde kişi başına düşen şeker pancarı üretimi $\%44$ artışla 200 kg'dan 289 kg'a çıkmıştır. Bu artış üretim kapasitesindeki gelişmeleri ve verimlilikteki yükselişi yansıtsa da, dalgalı seyir, tarım sektörünün hâlâ iklim değişikliği, girdi maliyetleri, destekleme politikaları ve pazarlama koşulları gibi faktörlere karşı kırılgan olduğunu göstermektedir. Ayrıca yedi kg şeker pancarından bir kg şeker elde edildiği dikkate alındığında, kişi başına tüketimin de artmakta olduğu ve şeker arzının gıda güvenliği açısından stratejik bir ürün haline geldiği anlaşılmaktadır.

Şeker pancarı üretiminde sürdürülebilirliği sağlamak için öncelikle mevcut kota sisteminin esnekleştirilmesi gerekmektedir. Çünkü üretici davranışlarını kısıtlayan ve piyasa dengesini bozan katı kotalar, üretim motivasyonunu olumsuz etkilemektedir. Bununla birlikte, iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak, özellikle kuraklık ve yağış azlığı gibi olumsuzluklardan etkilenen bölgelere yönelik iklim temelli destekleme politikaları geliştirilmelidir. Bu sürecin başarısı için veri güncelliği ve güvenilir tahmin modellerinin entegrasyonu büyük önem taşımakta olup TÜİK gibi kurumlardan sağlanan üretim, alan ve verim verilerinin doğru bir şekilde zamanında ve detaylı olarak sunulması model başarısını artıracaktır. Özelleştirilen şeker fabrikalarının, üretimdeki düşüşe karşı sürdürülebilirliklerini koruyabilmeleri için hem çiftçilerle ilişkilerini hem de üretim planlamalarını yeniden yapılandırmaları gerekir. Ayrıca modern sulama sistemleri, verimli tohum kullanımı ve gübre desteği gibi üretim girdilerinin sağlanması, başta verim düşüklüğü yaşayan iller olmak üzere tüm üretici kesimlerde kalite ve miktar artışı sağlayacaktır.

Üreticilerin iklimsel risklere karşı korunması amacıyla tarım sigortalarının yaygınlaştırılması da ihmal edilmemeli buna göre dolu, kuraklık ve don gibi doğal afetlere karşı üretici güvence altına alınmalıdır. Son olarak, her ilin ekolojik, sosyal ve ekonomik özellikleri dikkate alınarak üretim planlaması yapılmalı ve arz-talep dengesini gözetten bölgesel temelli üretim politikaları ile şeker pancarı sektörü daha sağlıklı yönetilebilir hale getirilmelidir.



KAYNAKLAR

- Achite, M., Bazrafshan, O., Azhdari, Z., Wałęga, A., Krakauer, N. and Caloiero, T., (2022). Forecasting of SPI and SRI Using Multiplicative ARIMA Under Climate Variability in a Mediterranean Region: Wadi Ouahrane Basin, Algeria, *Climate*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/cli10030036>.
- Agwingi, W. O., Kihara, P. and Karanjah, A., (2024). Functional Time Series Models for K-Step Prediction of Sugar Production: A Case Study of Eswatini, Kenya, and South Africa, *Asian Journal of Probability and Statistics*, 26(9). <https://doi.org/10.9734/ajpas/2024/v26i9644>.
- Akça, A. ve Işık, D., (2016). Kayseri İli Şeker Pancarı Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Ot Türlerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 115-123.
- Anadolu Ajansı, (2024, 21 Mayıs). Şekerde 2024- 2025 Dönemi Kotaları Belirlendi. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/sekerde-2024-2025-donemi-kotalari-belirlendi/3225410>.
- Anonim, (2025a). Şeker Pancarı ve Şeker Üretimi. Kayseri Şeker. <https://www.kayseriseker.com.tr/tarim/seker-pancari>
- Anonim, (2025b). İç Anadolu Bölgesinde Fare Popülasyonu ve Zarar Oranları. TRT Haber. <https://www.trthaber.com/haber/guncel/yozgatta-ciftcinin-basi-tarla-fareleriyle-dertte-839136.html>.
- Arando, R., Smith, J. and Lee, H., (2021). Model Selection Criteria in Time Series Analysis: A Review, *International Journal of Forecasting*, 37(3), 1045-1060.
- Ateşoğlu, A. A., (2015). ARIMA ve Yapay Sinir Ağları (YSA) Kullanılarak Hibrit Tahmin Modeli Geliştirilmesi. Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Başoğlu, A. & Telatar, O. M., (2013). İklim Değişikliğinin Etkileri: Tarım Sektörü Üzerine Ekonometrik bir Uygulama. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 7-25.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C. and Ljung, G. M., (2016). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (5th Ed.), John Wiley and Sons.
- Brooks, C., (2008). *Introductory Econometrics for Finance* (2nd Ed.). Cambridge University Press.
- Çalık, K., & Çalık, S. (2008). Mevsimsel Düzeltme için ARIMA Model Tabanlı Yaklaşım. *İstatistik Araştırma Dergisi*, 6(1), 75-95.
- Çınar, V., M. ve Ünay, A., (2021). The Effects of Some Biofertilizers on Yield, Chlorophyll Index and Sugar Content in Sugar Beet (*Beta vulgaris var, saccharifera L.*). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(2), 163-170.
- Ekmekci, H., (2016). Türkiye'deki Doğalgaz Kullanımının ARIMA Metodu ile İstatistiksel Analizi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Erdinç, Z., (2017). Türkiye'de Şeker Sanayinin Gelişimi ve Şeker Sanayinde İzlenen Politikalar *17(3)*, 9-26.

- Esgin, E.Ş. (2025). Dünya ve lider ülkeler itibarıyla 2023-2027 yıllarındaki buğday üretim tahminleri üzerine bir çalışma. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Eştürk, Ö., (2018). Türkiye'de Tarıma Dayalı Sanayi ve Şeker Pancarının Rolü, Tarım Ekonomisi Dergisi, 25(1), 60-73.
- FAOSTAT (2025). Population, Sugar and Sugar Beet Production, Import Export Data. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>.
- Gana, K. and Broc, G., (2019). Structural Equation Modeling with Lavaan, John Wiley and Sons.
- Gül, K., Karabulut, K. ve Taş, H., (2023). Muş İli Şeker Pancarı Üretiminin Üstel Düzleştirme Modeli ile Tahmini. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi. Sosyal Bilimler Dergisi, 11(2), 279-295.
- Güvemli, O. ve Karayaman, M., (2017). Uşak Şeker Fabrikasının Kuruluşu ve Gelişmesi. Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi, (13), 6-50.
- Hasmida, H., (2009). Water Quality Trend at the Upper Part of Johor River in Relation to Rainfall and Runoff Pattern. University Technology Malaysia, (Master's thesis).
- Hyndman, R. J. and Khandakar, Y., (2008). Automatic Time Series Forecasting: the Forecast Package for R, Journal of Statistical Software, 27(3), 1-22.
- Kadılar, C., (2009). SPSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizine Giriş. Bizim Büro Yayınevi, İkinci Baskı. Ankara.
- Kalam, M. A., Rahman, M.S., Alim, M. A., Shano, S., Afrose, S., Jalal, F. A. and Hassan, M. M., (2022). Knowledge, Attitudes, and Common Practices of Livestock and Poultry Veterinary Practitioners Regarding the AMU And AMR in Bangladesh, Antibiotics, 11(1), <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010080>.
- Karaş Aydın, S., (2022). Kalıntılarla Genişletilmiş Fourier Fonksiyonlu KPSS Durağanlık Testi. İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Malatya.
- Kaya E., (2019). Zaman Serileri Analizinde Box-Jenkins Yöntemi ile Savunma Sanayi Verileri Üzerine Bir Uygulama. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karaman.
- Keskin, N. Ç., (2025). Konya Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Farklı Tipteki Şeker Pancarı Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Tespiti. Technology, 8(1), 1-16.
- Keskin, Y. ve Yılmaz, M., (2016). Türkiye Şeker Pancarı Üretim Verileri ile ARIMA Model Tahmini. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 9(3), 150-162.
- Kılıç, C., (2022). Türkiye'de İklim Değişikliğinin Tarım Sektörü Üzerindeki Etkileri: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 36(1), 125-132. <https://doi.org/10.54614/TBE.2022.992490>.
- Kim, J., Kim, H., Lee, D. and Yoon, S., (2025). A Comprehensive Survey of Deep Learning for Time Series Forecasting: Architectural Diversity and Open Challenges, Artificial Intelligence Review, 58(7), <https://doi.org/10.1007/s10462-025-11223-9>.
- Kohvakka, M., (2017). Time Series Analysis with Partial Autocorrelation Functions. Journal of Statistical Computation, 12(1), 45-46.
- Kotu, V. and Deshpande, B., (2019). Time Series Forecasting, Data Science (2nd Ed.) 395-445, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814761-0.00012-5>.

- Kurtoğlu, S. and Bilgiç, A., Uzundumlu, A. S., (2024). Türkiye'nin 2018-2025 Dönemindeki Yumurta Üretiminin Arıma Modeliyle Tahmini. The Journal of Academic Social Science, (97), 341-353.
- Lame, Y. A., Lassi, N. H. D. K. E., & Bello, A. (2025). Evaluation of Model Efficacy In Modelling Nigerian Inflation Rate With The Application Of (LAD-Based ARIMA) Model Based On Huber's Function And Turkey's Biweight Function.
- Lasagabaster, M. A., Guerra, L. O., (2019). Syphilis, Enferm Infecc Microbiol Clin, 37(6): 398-404, <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2018.12.009>
- Mensah, E. K., (2015). Box-Jenkins Modelling and Forecasting of Brent Crude Oil Price, Munich Personal RePEc Archive, MPRA Paper No, 67748.
- Merdan, K., (2023). Türkiye'de Şekerin Zaman Serileri Analizine Göre Gelecek Eğilimlerinin Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 41(3), 497-532.
- Mintz, S. W., (1985). Sweetness and Power: The Place of Sugar in Modern History, New York: Viking.
- Mishra, P., Kumar, M. & Singh, R., (2021). State of the Art in Total Pulse Production in Major States of India Using ARIMA Techniques, Current Research in Food Science, 4, 800–806.
- Nebati, E. E., Taş, M. & Ertaş, G., (2021). Türkiye'de Elektrik Tüketiminde Talep Tahmini: Zaman Serisi ve Regresyon Analizi ile Karşılaştırma. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi(31), 348-357.
- Nosov, V., Tindova, M., Zhichkin, K., Zhichkina, L., Karnakova, V. and Voloshchuk, L., (2023). Production of Sugar Beet in Russian Federation: Analysis and Forecast, In E3S Web of Conferences (Vol, 420, p, 01008), EDP Sciences.
- Özdemir, D., (2020). Muş İli Şeker Pancarı Üretiminin Üstel Düzleştirme Modeli ile Tahmini. Muş Alparslan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 8(2), 559–568,
- Palabıçak, M. A., (2019). Türkiyede Kırmızı Et Sektörü ve Geleceğe Yönelik Üretim ve Tüketim Dengesinin Analizi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Pişkin, A. ve Turhan, M. (2017). Fosfor Gübrelemesinin Şeker Pancarı Verimi Üzerine Etkisi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20, 227-231. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.349211>.
- Sarıca, D., (2024). Forecasting Sugar Beet Production in Turkey Using the Box-Jenkins Method. Journal of Agricultural Science and Technology, 26, 1-11.
- SAS Institute Inc., (2025). SAS 13.2 User's Guide: The ARIMA Procedure, <https://support.sas.com/Documentation/Onlinedoc/Ets/132/ARIMA.Pdf>.
- Sester, M., Darmency, H. and Colbach, N., (2012). Şeker Pancarından (*Beta Vulgaris Spp.*) Gen Kaçışına Toprak Bekçilerinin ve Yabancı Ot Pancarının Katkısı, Genetiği Değiştirilmiş Şeker Pancarı Yetiştirmenin Sonuçları, Bir Modelleme Yaklaşımı, Tarla Bitkileri Araştırması, 135, 46-57.
- Shumway, R. H. and Stoffer, D. S., (2000). Time Series Analysis and Its Applications (Vol, 3), Springer.
- Stadnytska, T., Braun, S., and Werner, J. (2008). Model Identification of Integrated ARMA Processes. Multivariate Behavioral Research, 43(1), 1-28.
- Tortum, A., Gözcü, O. and Çodur, M.Y., (2014). Türkiye'de Hava Ulaşım Talebinin ARIMA Modelleri ile Tahmin Edilmesi. Journal of the Institute of Science and Technology, 4(2), 39-54.

- Türkiye İhracatçılar Meclisi (TİM). (2023, 2 Ağustos). Şekerde 2023- 2024 Dönemi Kotaları Belirlendi. <https://tim.org.tr/tr/sekerde-2023-2024-donemi-kotalari-belirlendi>.
- Türkiye Şeker Fabrikaları Anonim Şirketi, (2003). Cumhuriyetimizin 80. Yılında Türkiye Şeker Sanayi. Ankara: Türkiye Şeker Fabrikaları Yayınları.
- Uçum, İ., (2016). ARIMA Modeli ile Türkiye Soya Üretim ve İthalat Projeksiyonu. Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi, 2(1), 24-31.
- Uzundumlu, A. S. ve Demir, G., (2025). Türkiye Koyun Eti Üretiminin 2023-2027 Dönemi Öngörüler. Journal of Animal Science and Economics, 4(2), 75-80.
- Uzundumlu, A. S. ve Dilli, D., (2023). ARIMA Modellerinin Tarım Politikalarında Kullanımı. Ziraat Politikaları Dergisi, 10(1), 1-18.
- Uzundumlu, A. S., Zeynalova, A. ve Engindeniz, S., (2023). Cotton Production Forecasts of Azerbaijan in the 2023-2027 Periods. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 60(2), 235-245.
- Varga, I. and Jović, M., (2022). The Sustainability of Modern Sugar Beet Cultivation, Agricultural Systems, 198, 103376.
- Ventura, M., Saulo, H., Leiva, V. and Monsueto, S., (2019). Log- Symmetric Regression Models: Information Criteria and Application to Movie Business and Industry Data with Economic Implications, Applied Stochastic Models in Business and Industry, 35(4), 963-977.
- Waiswa, D., (2023). Box-Jenkins Metodolojisini Kullanarak Uganda'nın Sığır Eti ve Sığır Sütü Üretiminin Modellenmesi ve Tahmini. Tarımsal Üretim Dergisi, 4 (1), 16-29.
- Yeşilyayla, H., (2013). X-12 ARIMA Metoduyla Sosyo-Ekonomik Verilerin Analizi. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli.
- Yetik, A. K., (2025). İklim Değişikliğinin Türkiye’de Referans Bitki Su Tüketimi, Kuraklık ve Şeker Pancarı Verimi Üzerine Etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa.
- Yonar, A., Yonar, H., Mishra, P., Kumari, B., Abotaleb, M. and Badr, A., (2021). Modeling and Forecasting of Wheat of South Asian Region Countries and Role in Food Security, Advances in Computational Intelligence, 1(6), <https://doi.org/10.1007/s43674-021-00027-3>.
- Yücel, B., (2023). Şeker Pancarının Gıda Endüstrisi Açısından Önemi. Uluslararası Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Dergisi, 2(2), 54-64.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Eylül AKAN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Özel Açı Temel Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü
Yüksek lisans:	Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Tarım İşletmeciliği Bölümü
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	Orta
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	