

Türkiye'de Süt ve Süt Ürünleri Üretimini Mevsimsel ARIMA Modeli ile Tahmini

Didem DOĞAR¹  Adnan ÇİÇEK²  Merve AYYILDIZ^{3*} 

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat

³Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yozgat

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author) e-posta: merve.ayyildiz@yobu.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.11.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 08.02.2024 Kabul Tarihi: 30.05.2024

ÖZ

Süt ve süt ürünleri üretimi, arz talep dengesi, beslenme, ulusal ve uluslararası ticaret, kırsal kalkınma vs. birçok açıdan önemlidir. Bu nedenle, süt ve süt ürünleri sektörünün devamlılığı ve gelişimi için üretim projeksiyonlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada, 2010- 2023 dönemini kapsayan 156 aylık süt ve süt ürünleri üretim verileri kullanılarak Türkiye için 2024 yılı gelecek 12 aya yönelik mevsimsel ARIMA modeli ile tahminler yapılmıştır. Modeller sonucunda en uygun modelin belirlenmesinde temel varsayım ve adımlar izlenerek, aylık süt ve süt ürünleri üretim verilerini en iyi açıklayan modelin analiz sonuçlarının MAPE, MAE, RMSE, Normalize BIC ve diğer istatistiksel hata değerlendirme ölçütlerine göre güvenilir ve tutarlı olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, 2024 yılında mevsimsel dalgalanmalar olmakla beraber kaymak üretimi dışında diğer süt ve süt ürünleri üretiminde artış trendinin devam edeceği belirlenmiştir. Uzun dönem aylık ortalama veriler ile karşılaştırıldığında toplanan inek sütünde %18-24 arasındaki olası artışın, içme sütü üretiminde %12-24 arasında olacağı tahmin edilmiştir. Ayran üretiminin ise uzun dönem verilerine göre %27-50 oranında, yoğurt üretiminin ise %9-17 oranında artacağı saptanmıştır. Tereyağı üretiminde uzun dönem verilerine göre %52-71 oranında artacağı, kaymak üretiminin ise yaklaşık %5-29 oranında azalacağı öngörülmektedir. 2024 yılı için elde edilen bulgulara göre dünya ortalamasının üzerinde süt ve süt ürünleri üretiminin artacağı öngörülse de kayıt dışılığın sektörün gelişiminde önemli bir engel olduğu görülmektedir. Bu bağlamda süt sanayine yatırım teşvik edici politikalar geliştirilmesi sektörün gelişimi açısından önemli görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Süt üretimi, süt ürünleri üretimi, expert model, mevsimsel ARIMA modeli, Türkiye.

Estimation of Milk and Dairy Products Production in Turkey with Seasonal ARIMA Model

ABSTRACT

Milk and dairy production is vital across several sectors, including maintaining supply-demand equilibrium, providing nutrition, facilitating national and international trade, and fostering rural development. Therefore, accurately forecasting production is crucial for the sustainability and progress of the milk and dairy products industry. This study utilizes seasonal ARIMA modeling to forecast milk and dairy production in Turkey for the upcoming 12 months of 2024, utilizing 156 months of production data from 2010-2023. Rigorous model selection processes, guided by fundamental assumptions and methodological steps, identify the most suitable model for interpreting monthly production data. The reliability and consistency of this model are validated through assessments based on various statistical criteria such as MAPE, MAE, RMSE, BIC, among others. The findings indicate that despite anticipated seasonal fluctuations in 2024, the upward trend in milk and dairy production, excluding cream, is expected to continue. Comparative analysis with long-term monthly averages reveals potential increases of 18-24% in collected cow milk and 12-24% in drinking milk production. Additionally,

long-term projections foresee a rise of 27-50% in ayran production and 9-17% in yogurt production. Butter production is anticipated to surge by 52-71%, while cream production is expected to decline by approximately 5-29%. Despite projections for 2024 indicating a growth trend surpassing global averages in milk and dairy production, informalities pose significant obstacles to sectoral development. Thus, the formulation of policies encouraging investments in the dairy industry emerges as a critical strategy for sectoral advancement.

Key words: *Milk production, dairy products production, expert model, seasonal ARIMA model, Türkiye.*

GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri sektöründe talep artışına paralel olarak ürün çeşitliliği ve miktarı artmaktadır. Ara malı ve nihai mal üretiminde önemli bir gelişim gösteren sektör, yurtiçi talebi karşılamanın yanı sıra uluslararası ticarete yüksek paya sahip olan ürünler arz etmektedir. Süreç içerisinde genellikle içme sütü ve tereyağı gibi ürünlere ek olarak krema, yoğurt, ayran ve kaymak gibi ürünlerin de dünya ticaretinde önemli bir yer kazandığı görülmektedir. Bu değişimler, süt endüstrisindeki çeşitliliği ve uluslararası ticaretin dinamiklerini yeniden şekillendirmiştir (Çapraz ve Yılmaz, 2005; TEPAV, 2012).

Süt ve süt ürünleri endüstrisinin temel hammaddesi olan çiğ süt, 2022 yılı üretimi küresel ölçekte 887 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (TEPGE, 2023). Bu üretimin %81.2'sini inek sütü oluştururken bunu sırasıyla manda, keçi ve koyun sütü oluşturmaktadır (FAO, 2023). Türkiye ise dünya çiğ süt üretiminde %2.43'lük bir paya sahip olup üretimin %92.34'ünü inek sütü oluşturmaktadır (TUIK, 2023). Endüstriye aktarılan çiğ süt, içme sütü ve tereyağı başta olmak üzere birçok ürüne dönüştürülerek katma değer sağlanmaktadır. Yıllar itibariyle sanayiye aktarılan çiğ süt miktarı artış trendi göstermekte olup dünyada sanayiye aktarılan inek sütü miktarı yaklaşık 460 milyon tondur. Bu miktarın %35.0'i Avrupa Birliği ülkelerinden, %22.0'si ise ABD'den sağlanmaktadır. Türkiye'de üretilen çiğ sütün yaklaşık %47'si sanayiye aktarılmaktadır (USK, 2021). Diğer yönüyle 1.1 milyon süt üretim işletmesinin sadece %24.41'i, ürünlerin sanayiye aktarımına katkı sağlamaktadır.

Türkiye'de son on yılda gerçekleşen kırsal kalkınma destek programları ve hayvancılık alanındaki teşvikler süt hayvancılığındaki üreticilerin uzmanlaşmasını teşvik ederek, hayvan varlığı, süt verimi ve genel üretimde önemli bir artışa katkıda bulunmaktadır. Bu artış, çiğ süt üretimindeki yükselişle doğrudan ilişkili olup, endüstriye yönlendirilen ürünlerin üretimine olumlu etki sağlamaktadır. Ancak, ulusal politikalar, ekonomik durum, fiyat dalgalanmaları, arz zincirinde yaşanan aksaklıklar ve hayvancılık sektörünü etkileyen yapısal sorunlar (işletme ölçeği, kayıt dışılık vs.) gibi bir dizi faktör, süt işleme endüstrisini üretimden kapasiteye kadar birçok açıdan etkilemektedir. Türkiye'deki süt işleme tesislerinin sayısı 2.491 olup bu tesislerin büyük çoğunluğu 50.000 tonun altında süt işleme kapasitesine sahiptir (TAGEM, 2018).

Türkiye'deki süt işleme sektöründe, kayıt dışılık ve süt üretimi ile süt işleme boyutunda yaşanan ölçek sorunları olmak üzere iki temel yapısal sorunla karşılaşmaktadır. Bununla birlikte, süt işleme endüstrisi, hızlı bir gelişim trendi göstererek 2020 yılı itibariyle dünya genelinde 110'dan fazla ülkeye süt ve süt ürünleri ihraç eder duruma gelmiştir. Dünya çapında yaşanan sağlık (COVID-19) ve ekonomik krizler, 2020 yılında birçok ülkenin üretim ve ticaretinde zorluklara neden olmuştur. Salgın, Türkiye dahil olmak üzere birçok ülkede hastalığın yayılma hızını azaltmak ve sağlık sistemine yönelik olumsuz etkileri önlemek amacıyla karantina ve sosyal mesafe gibi kısıtlayıcı tedbirlerin alınmasına yol açmıştır (Blaszczyk ve ark., 2020; Wilder-Smith ve Freedman, 2020; Cetron, M., Simone, P. 2004; Hepburn, 2020; Bandyopadhyay, 2020; Del Rio-Chanona ve ark., 2020; Kouam, 2020). Bu tedbirlerin uygulanmasıyla birlikte, Covid-19 salgını gıda tedarik zincirlerini de etkilemiştir. Tarladan sofraya kadar olan gıda üretiminden tüketime kadar olan süreçte aksamalar yaşanmış, gıda ürünlerinin iç ve dış ticareti, ulusal ve uluslararası lojistik sistemlerinde sorunlar ortaya çıkmıştır (OECD, 2020; Varshney, Roy ve Meenakshi, 2020; Schmidhuber, Pound ve Qiao, 2020; Tatar ve ark., 2022).

Covid-19 salgınının etkisiyle birçok ülkede üretim zorlukları yaşanmasına rağmen, özellikle Asya ve Kuzey Amerika bölgelerinde 2021 yılında dünya süt üretimi %1.3 artmıştır (TEPGE, 2021; OECD/FAO, 2021). Pandemi döneminde, Türkiye'de süt ve süt ürünleri üretiminde istikrar ve sürekliliğin korunduğu; ancak pandeminin etkilerinin ilerleyen dönemlere yansıdığı gözlemlenmektedir. Başka bir deyişle, pandemi döneminde üretimde artışlar yaşanmış olsa da pandeminin ekonomi üzerindeki etkileri 2021 yılında gecikmeli olarak süt ve süt ürünleri üretiminde düşük oranda bir azalmaya neden olmuştur.

Türkiye'de süt ve süt ürünleri üretiminin gelecek yıllarda nasıl bir seyir izleyeceğini öngörebilmek, süt sektörü açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda, özellikle mevsimsel dalgalanmaların yaşandığı ürünlere yönelik aylık tahminlere gereksinim vardır. Bu alanda birçok tahmin modeli bulunmaktadır. Literatürler incelendiğinde, mevsimsel dalgalanma gösteren zaman serisi verilerine yönelik olarak ARIMA modelinin sıklıkla

kullanıldığı bilinmektedir. Deshmukh ve Paramasivam (2016) tarafından yapılan araştırmada, 1961-2012 yıllarına ait zaman serisi verileri kullanılarak Hindistan'daki süt üretimi tahmin edilmiştir. Çalışma sonucunda, veri setine en uygun modelin ARIMA (1.1.1) olduğu saptanmıştır. Mgaya (2019) ise, 1961-2013 yılları arasındaki verilerden hareketle Tanzanya'daki hayvansal ürün tüketimini ARIMA ve Brown üstel düzgünleştirme modelini kullanarak tahmin etmiştir. Yumurta tüketimi için ARIMA (0.1.0), tavuk eti tüketimi için Brown modeli, süt tüketimi için ARIMA (3.1.0) ve sığır eti tüketimi için ARIMA (0.1.0) modeli ile tahminler yapılmıştır. Ahmed ve ark. (2011), 1990-2011 dönemi verilerini kullanarak Pakistan'daki süt üretimini ARIMA (1.1.1) modeli ile tahmin etmiştir. Yıldırım ve Altunç (2020), Muş ilinin süt üretimini, 1995-2019 dönemi verilerinden hareketle 2023 yılına kadar olan dört yıllık dönemi ARIMA (6.1.1) modeli ile tahmin etmiştir. Eştürk (2021), Ardahan ilinin süt üretimini, 1995-2019 dönemi verilerini kullanarak 2020-2025 yıllarına ait üretimi ARIMA (0.0.1) modeli ile tahmin etmiştir. Hassan ve ark. (2018), Sudan'ın Hartum eyaletinde 1989-2017 dönemi veriden yararlanarak 2018-2030 yılları arasındaki süt üretimini tahmin etmek amacıyla ARIMA (1.0.0) modelini kullanmıştır. Waiswa (2023), Uganda'nın sığır eti ve sığır sütü üretimini tahmin etmek için 1961-2020 yılları arasındaki verileri kullanarak, 2021-2025 yıllarına ait süt üretimini tahmin etmek için ARIMA modellerinden (0.1.0), (1.1.0), (0.1.1) ve (1.1.1) yararlanmıştır. Sığır eti üretimi tahmini için ise ARIMA (1.1.0) en iyi model olarak seçilmiştir. Perez ve ark. (2022), Peru'nun dağlık bölgelerindeki inek sütü üretimini tahmin etmek için 2008-2016 yılları arasındaki verileri kullanarak 2017 yılı üretimini tahmin etmek için ARIMA (1.0.0)x(2.0.0) modelinden yararlanmışlardır.

Bu çalışma, süt sektörünün devamlılığı ve gelişimi açısından politika yapıcılara, ilgili kuruluşlara ve sektörün diğer paydaşlarına yön verici bilgiler sunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, süt ve süt ürünleri üretimine ilişkin projeksiyonların ortaya konulması hedeflenmiştir. Ayrıca, mevcut çalışmalarda uygulanan süt ve süt ürünlerinde yıllık projeksiyonlar yerine mevsimsel ve konjonktürel etkiyi ortaya koymak amacıyla bu çalışmada aylık tahminler tercih edilmiştir. 2010 Ocak ile 2023 Aralık aralığında 156 aylık süt ve süt ürünleri üretim verileri yardımıyla mevsimsel ARIMA modeli kullanılarak 12 aylık öngörü analizi yapılmıştır. 2024 tahmin sonuçları aylık bazda uzun dönem ortalaması ve bir önceki yıla göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Yapılan çalışmada, TÜİK'ten elde edilen Ocak 2010 ile Aralık 2023 dönemine ait 156 aylık süt ve süt ürünleri (toplanan inek sütü, içme sütü, ayran, yoğurt, tereyağı ve kaymak) üretim verileri kullanılmıştır. Üretime ilişkin veri setlerinin uzun dönemli gelişimi grafikler şeklinde verilmiştir. Pandemi dönemi olarak kabul edilen Mart 2020 ile Şubat 2022 (WHO, 2023) arasındaki veriler ise grafiklerde kırmızı renk ile gösterilmiştir. Üretim tahminleri için mevsimsel ARIMA modelinden yararlanılmış ve aylık ortalama üretim verileri ile 2024 yılı için 12 aylık tahmin değerleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

ARIMA modeli, kısa dönem tahminlerinde yüksek doğruluk oranları elde edebilmektedir (Akdağ, 2016). Bu nedenle, öngörü yapılırken uzun dönemli tahminlerde hata paylarının çok yüksek olmaması için 13 ay ile sınırlandırılmıştır. Bu tahminlerde Expert Modeler kullanılmıştır. Expert Modeller, bir veya birden fazla bağımlı değişken serisi için en uygun ARIMA modelini otomatik olarak seçmektedir. Sistem, deneme yanılma yöntemiyle uygun modeli bulmakta ve tanımlama sürecini kolaylaştıran uzman modelleyici içermektedir. SPSS'in zaman serisi analizi yaparken en dikkat çekici özelliği, öngörü tekniklerini otomatik olarak belirleyebilmesidir. Ancak istek dâhilinde model, manuel olarak da seçilebilmektedir. Tahmin işlemi için zaman serilerinde durağanlık şartı aranmaktadır. SPSS yazılımının Expert Modeler Yöntemi, bu işlemi otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Eğer seri durağan değilse, SPSS yazılımı seriyi otomatik olarak durağan hale getirme özelliğine sahiptir. Bu özellik, tahmin yapma sürecini kolaylaştırarak önemli bir avantaj sunmaktadır. (IBM Support, 2023, Eşidir ve Metin, 2021).

Expert Model kullanımıyla en uygun ARIMA modeli, parametrelerinin anlamlılık katsayıları, Sabit R^2 , Normalleştirilmiş Bayes Bilgi Kriteri (BIC), Hata Ortalamalarının Karekökü (RMSE), Ortalama Mutlak Hata (MAE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) Kriterleri uzantısında otomatik belirlenir. (Oni ve Akanle, 2018; Çelik, 2019). Bir modelin iyi bir tahmin yaptığını belirlemek için MAPE değerinin %10'un altında olması ve Ljung-Box Q değerinin olasılıklarının ($p>0.05$) %5'den büyük olması gerekmekte olup Normalize Edilmiş Bayes Bilgi Kriteri (Normalized BIC) ne kadar düşük ise serinin model için uygun olduğu söylenebilir (Pankratz, 1983; Oğhan 2010; Pektaş, 2013).

Mevsimsellik etkisine sahip zaman serileri, aylık, üç aylık, dört aylık veya 6 aylık dönemlerde ölçülen ve her yıl aynı dönemlerde tekrarlanan maksimum ve minimum değerlerin olduğu görülür. Mevsimsellik, zaman serilerinin durağanlığını etkileyen bir faktördür. Bu nedenle, mevsimsel serilerin durağanlaştırılması gerekmektedir. Mevsimsel etkiyi gidermek için gözlem değerinin s'inci dereceden farkı alınır. Bu nedenle, mevsimsel serilerin modellenmesinde s'nin bilinmesi önemlidir (Kendal,1973). Mevsimsel periyodu yani "s" belirlemek amacıyla, modelin verileri yıllık mevsim için, aylık ise $s=12$ ve haftalık mevsim için, günlük ise $s=7$ olarak kullanılmaktadır (Heiberger ve Holland 2004; Duru, 2007).

Trendleri, mevsimsel deseni ve kısa süreli korelasyonları içeren bir zaman serisinin olması durumunda Mevsimsel ARIMA (SARIMA) modeli kullanılabilir. Bu modeller, $(p,d,q) \times (P,D,Q)_s$ şeklinde gösterilir ve mevsimsel ARIMA yada SARIMA şeklinde ifade edilebilir. Burada, (p,d,q) mevsimsel olmayan modelin, (P,D,Q) ise mevsimsel modelin derecesini ve “s” ise modelin periyodunu ifade eder (Özmen, 1986). ARIMA modelinde yer alan üç ana bileşen bulunmakta ve mevsimsel bir zaman serisinin durağan olabilmesi için mevsimsel farkının alınması gerekmektedir. Bu nedenle, SARIMA modelinin dört bileşeni bulunmaktadır;

Bunlar, p ve P dereceli mevsimsel olmayan ve mevsimsel AR polinom terimidir.

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (1)$$

$$\Phi_P(B^s) = 1 - \Phi_1 B^s - \Phi_2 B^{2s} - \dots - \Phi_P B^{Ps} \quad (2)$$

Sırası ile q ve Q ise mevsimsel olmayan ve mevsimsel Hareketli Ortalama (MA) kısmıdır.

$$\theta_q(B) = 1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q \quad (3)$$

$$\Theta_Q(B^s) = 1 + \Theta_1 B^s + \Theta_2 B^{2s} + \dots + \Theta_Q B^{Qs} \quad (4)$$

Mevsimsel olmayan fark alma işlemi $(1-B)^d$, polinom eğilimlerini ortadan kaldırmak için kullanılan d düzeyinden bir işlemdir.

Mevsimsel kalıpları ortadan kaldırmak için kullanılan D düzeyindeki mevsimsel fark alma işlemi $(1-B^s)^d$, ϕ ve θ parametreleri sıradan ARMA katsayılarıdır, Φ ve Θ mevsimsel ARMA katsayılarıdır, B zaman serisi üzerindeki etkisi $B^d Y_t = Y_{t-d}$ olarak özetlenebilen bir geri kaydırma işlemidir. Bu nedenle Y_t serisi için SARIMA(p,d,q)×(P,D,Q)_s modelinin genelleştirilmiş formülü aşağıdaki şekilde yazılabilir (Box, 1976; Chen ve ark, 2008).

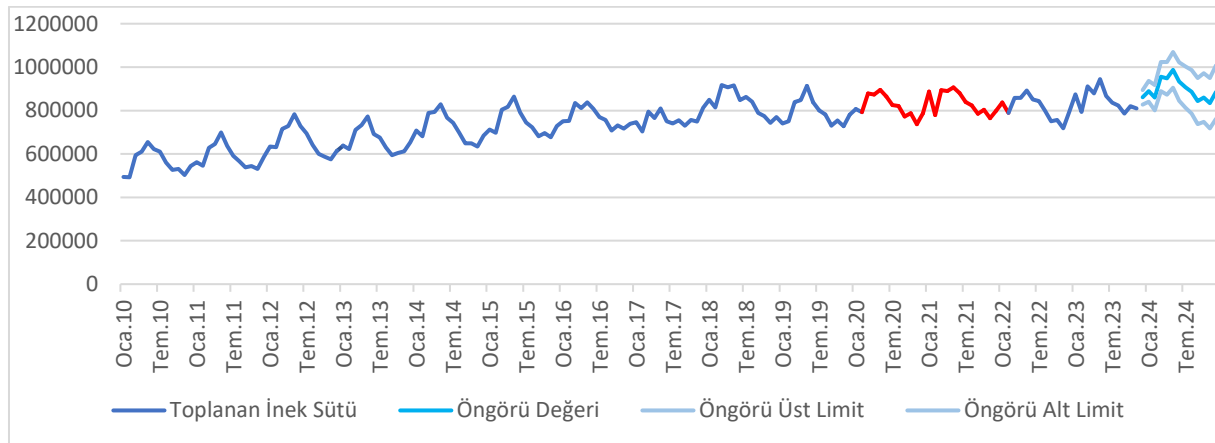
$$\phi_p(B) \Phi_P(B^s) (1-B)^d (1-B^s)^d Y_t = \theta_q(B) \Theta_Q(B^s) \varepsilon_t \quad (5)$$

Burada ise “s” periyodikliğin uzunluğunu belirtir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Türkiye’de çiğ süt üretimi büyük oranda inek sütünden oluşmaktadır. Üretilen sütün yaklaşık yarısı toplanmakta ve sanayiye aktarılmaktadır. Gerek sanayide işlenen ve gerekse sanayiye aktarılmayan çiğ süt; içme sütü, yoğurt, ayran, tereyağı, kaymak vb. ürünlere dönüştürülmektedir. Yurtiçi tüketim ve ihracat açısından süt ve süt ürünleri üretiminde istikrar önemlidir. Bu çalışmada, incelenen dönemin sonlarında pandeminin yaşanmış olması söz konusu ürünlerin üretimi açısından önemli bir risk olarak algılanmıştır. Çalışmada; uzun dönemde, pandemi döneminde ve sonrasında süt ve süt ürünleri üretimi birlikte dikkate alınarak 2024 yılına ilişkin tahminler yapılmıştır. Yapılan tahminler, uzun dönem ortalama değişim, uzun dönem ortalaması ve bir önceki yıla göre değişime göre karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Süt sektörünün sürdürülebilirliği ve gelişimi süt üretim miktarındaki artış kadar kayıt dışılığın azalması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, çiğ süt üretimi ile bunun sanayiye aktarılan (toplanan) miktarının tespiti ve gelecek dönemde nasıl bir değişim göstereceğinin öngörüsüne sektörün sürdürülebilirliği açısından ihtiyaç duyulmaktadır. Son on yıllık süreçte toplanan süt üretim miktarında %28.1 oranında bir artış yaşanırken 2010 Ocak-2023 Aralık dönemini kapsayan 156 aylık periyotta uzun dönemde artış eğilimi söz konusu iken aylık üretim miktarlarında önemli dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Gelecek 12 aya yönelik mevsimsel ARIMA (0.1.0)×(0.1.1)₁₂ tahmin sonuçlarına bakıldığında, geçmiş dönemlerdeki aylık dalgalanmaların benzer şekilde devam edeceği görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Toplanan inek sütü üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

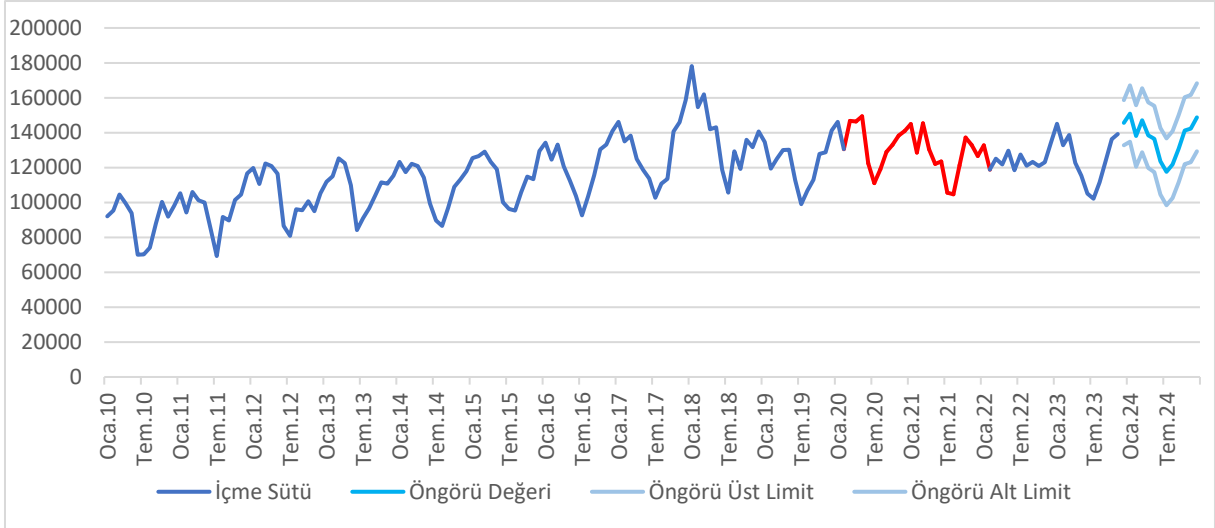
Çizelge 1'deki değerler dikkate alındığında; uzun dönem üretim ortalaması en yüksek Mayıs, en düşük Kasım aylarında gerçekleşirken 2024 yılı içinde aynı durumun devam edeceği öngörülmektedir. Diğer yandan uzun dönem ortalama yıllık artış hızı ile bir önceki döneme göre olası artış hızlarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Nitekim 2010-2023 dönemi ortalama yıllık artış hızının en düşük Temmuz ayında olduğu belirlenirken, bir önceki yıla göre olası artışın en düşük Ocak ayında gerçekleşeceği öngörülmektedir. Ortalama en yüksek artış uzun dönemde Ocak aylarında olduğu, bir önceki yıla göre tahmini artışın %8.6 ile Temmuz ayında gerçekleşeceği tespit edilmiştir. 2024 yılı tahminlerine göre yıllık bazda sanayiye aktarılan süt miktarında %6.06'lık bir artış olacağı ön görülmesi olumlu bir gelişme olmasına karşın süt üretim miktarının daha yüksek oranda artacağı dikkate alındığında yeterli düzeye ulaşamayacağı net bir şekilde ifade edilebilir. Türkiye'de sanayiye aktarılan inek sütü miktarı Danimarka, Almaya, Hollanda gibi gelişmiş ülkeler ile karşılaştırıldığında oldukça düşük düzeydedir (EUROSTAT, 2023).

Çizelge 1. Toplanan inek sütü üretimi için SARIMA (0.1.0)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	888.705	731.537	21.5	4.8	1.7		
Şubat	859.250	703.317	22.2	4.0	8.3		
Mart	955.884	797.743	19.8	3.6	4.8		
Nisan	947.908	797.359	18.9	3.1	7.8		
Mayıs	987.308	836.861	18.0	3.0	4.5		
Haziran	933.501	781.840	19.4	2.8	7.7		
Temmuz	907.446	755.581	20.1	2.7	8.6		
Ağustos	886.371	729.818	21.5	3.2	7.7		
Eylül	843.890	688.535	22.6	3.3	7.3		
Ekim	859.840	699.659	22.9	3.5	4.9		
Kasım	834.047	678.554	22.9	3.8	2.9		
Aralık	884.383	715.033	23.7	3.3	6.9		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.553	.965	17451.4	1.849	13964.1	19.675	.525

Elde edilen tahmin sonuçlarının güvenilirliğini uyumluluk ve tutarlılık testleriyle ortaya konulmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde, modele ait R² 0.965'tir. Ljung-Box Q değeri %5 den büyük olduğu ve modelin verilere uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ise %1.85 olup %10'un altında yüksek doğruluk düzeyine sahip olduğu tespit edilmiş Bayes bilgi kriteri (Normalized BIC) 19.675 olarak bulunmuştur.

Sanayiye aktarılan süt miktarındaki artış ve azalışlar işlenmiş süt ürünleri üretimini doğrudan etkilemektedir. Ancak işlenmiş süt ürünlerinin miktarı büyük ölçüde talebe bağlı olarak yön değiştirebilmektedir. Toplanan inek sütünün %16.5'i içme sütü üretiminde kullanılmaktadır (USK, 2018). Bu bağlamda, içme sütü üretim miktarlarındaki değişim toplanan inek sütü değişimine yakın bir seyir izlemektedir. 2020-2021 pandemi döneminin üretimde belirgin bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir (Şekil 2). Ancak aylık üretim miktarlarındaki dalgalanmaların olması arz güvenliği ve ticaret hacmi noktasında önemli bir husustur. Nitekim gelecek döneme ilişkin yapılan 12 aylık mevsimsel ARIMA (0.1.0)x(0.1.1)₁₂ tahmin sonuçlarına bakıldığında içme sütü üretim miktarının 2024 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık %8.4 oranında artacağı bununla birlikte aylık bazdaki dalgalanmaların devam edeceği öngörülmektedir.



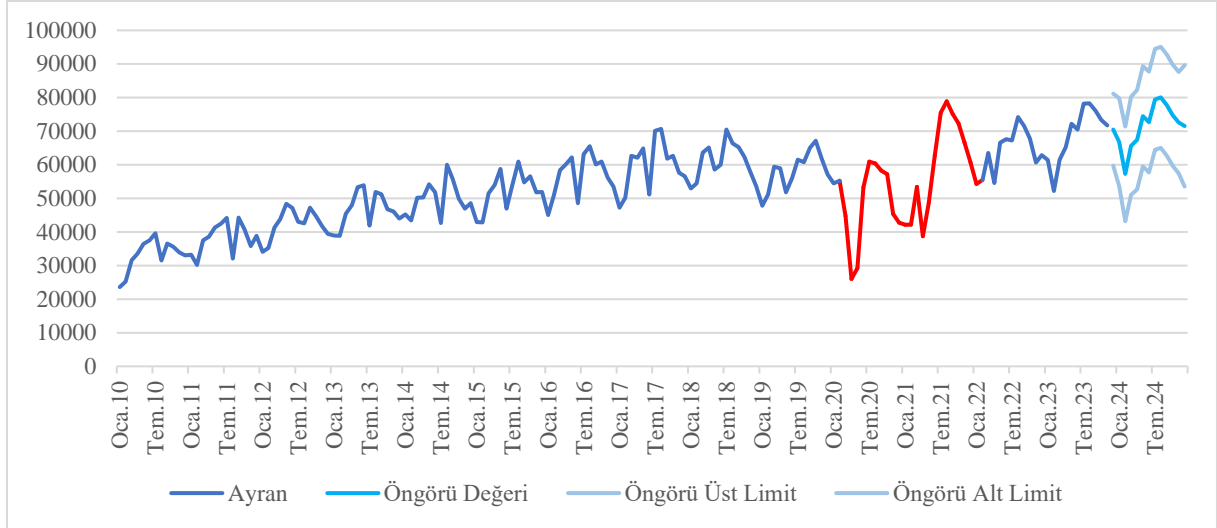
Şekil 2. İçme sütü üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Analiz sonucuna göre, bir önceki yıl baz alındığında 2024 yılında en fazla artış beklentisinin Mayıs'ta (%18.2), en düşük artış beklentisinin ise Aralık ayında (%1.8) gerçekleşeceği tahmin edilmiştir. Uzun dönemde aylara göre değişimde artış ve azalışlar söz konusu olmakla beraber, ortalama yıllık artış hızı en yüksek ve en düşük aylar sırasıyla Ocak (%4.3) ve Nisan (%2.0) şeklindedir (Çizelge 2). Sonuç olarak gelecek dönemdeki değişimlerin ortalamasının üzerinde ve ortalamaya bağlı olmayarak gerçekleşeceği ifade edilebilir. Yapılan öngörü analizinin tutarlı olduğu (MAPE'NİN %10'dan küçük olması) ve uyum iyiliği sağladığı (Ljung-Box Q değeri (.758) > .005) çeşitli testler yardımıyla ortaya konulmuştur.

Çizelge 2. İçme sütü üretimi için SARIMA (0.1.0)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	150.910	131.410	14.8	4.3	4.0		
Şubat	138.087	121.686	13.5	3.1	3.9		
Mart	147.139	130.279	12.9	2.8	6.1		
Nisan	138.549	123.351	12.3	2.0	13.0		
Mayıs	136.395	119.606	14.0	2.2	18.2		
Haziran	123.593	103.107	19.9	3.5	17.6		
Temmuz	117.565	95.975	22.5	3.5	15.0		
Ağustos	121.743	103.349	17.8	3.9	9.2		
Eylül	130.813	109.888	19.0	2.8	5.7		
Ekim	141.156	121.435	16.2	2.6	3.6		
Kasım	142.270	121.544	17.1	3.7	2.2		
Aralık	148.756	128.177	16.1	3.5	1.8		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.697	.855	6857.3	4.592	5304.6	17.861	.758

Yoğurt ve ayran, içme sütünden sonra sanayiye aktarılan inek sütünün en fazla işlendiği ürünlerdir. Her iki ürünün üretim miktarı yıllık bazda artış gösterirken, ayran üretiminin daha çok iç piyasa talebini karşılamaya yönelik olduğu söylenebilir. Ayranın iç piyasada tüketimi daha çok hizmet sektörü aracılığıyla olduğu düşünüldüğünde, pandemi döneminde üretimdeki önemli ölçüde azalışı beklenen bir sonuçtur. Yıllar itibarıyla diğer süt ürünleri gibi artış eğilimine giren ayran üretiminde aylık değişimlerine bakıldığında bahar aylarında (Nisan-Mayıs) üretiminde önemli artışların olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Ayran üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

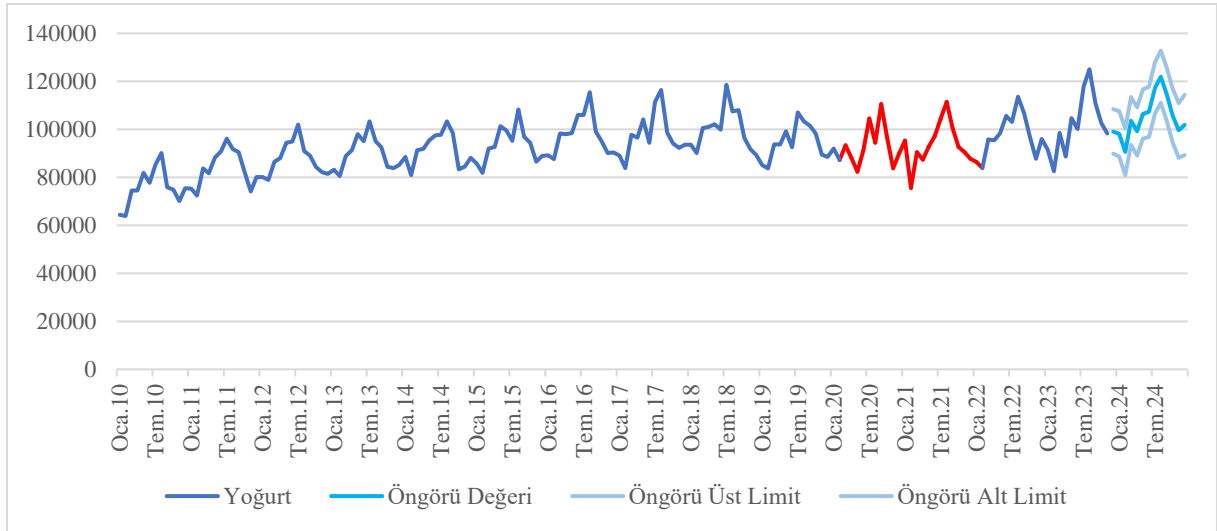
Mevsimsel ARIMA (1.1.1)x(1.1.0)₁₂ modeli kullanılarak hesaplanan 2024 yılı ayran üretimi tahmin sonuçlarına göre, bir önceki aya göre artış hızının yılın ilk aylarında olacağı, bununla beraber uzun dönemle paralellik göstererek üretimin yine bahar ve yaz aylarında daha yüksek miktarda gerçekleşeceği öngörülmektedir. 2024 yılında ayran üretiminin uzun dönem ortalamalarına göre 1.36 kat artabileceği söylenebilir.

Çizelge 3 incelendiğinde modele ait R^2 0.763'dir. Ljung-Box Q değeri %5 den büyük olduğu ve modelin verilere uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ise % 7.38 olup %10'un altında, yüksek doğruluk düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Normalize edilmiş Bayes bilgi kriteri (Normalized BIC) 17.338 olarak bulunmuştur.

Çizelge 3. Ayran üretimi için SARIMA (1.1.1)x(1.1.0)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	66.717	44.518	49.9	8.8	8.6		
Şubat	57.278	44.819	27.8	6.7	9.7		
Mart	65.605	51.762	26.7	6.0	6.6		
Nisan	67.450	49.924	35.1	8.8	3.4		
Mayıs	74.457	53.319	39.6	8.3	3.2		
Haziran	72.705	53.530	35.8	5.4	3.2		
Temmuz	79.468	58.015	37.0	6.1	1.6		
Ağustos	80.047	59.579	34.4	8.0	2.3		
Eylül	77.740	58.773	32.3	6.3	2.1		
Ekim	74.806	56.993	31.3	6.2	2.0		
Kasım	72.522	52.410	38.4	7.1	1.2		
Aralık	71.547	49.456	44.7	7.0	1.6		
Model	Sabit R^2	R^2	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.150	.763	5452.2	7.378	3777.2	17.338	.521

Türkiye son yıllarda yoğurt ihracatı önemli hale gelmesi, üretimde artışı tetikleyen bir unsur haline gelmiş olmasına karşın diğer süt ve süt ürünleri ile karşılaştırıldığında üretim artış eğiliminin daha istikrarlı ve düşük oranda arttığı gözlenmektedir. Diğer ürünler gibi yoğurt üretiminde de aylık değişim oranları mevsimsellik etkisiyle dalgalı bir seyir göstermektedir. Fakat daha önce ele alınan ürünlerin aksine yoğurdun raf ömrünün kısıtlılığı, soğuk zincirde dondurulmuş ürün olarak satış imkanının olmayışı, iç ve dış piyasadaki talep dengesi gibi unsurların artış eğiliminin istikrarlı yapısında etkili olabileceği düşünülmektedir (Şekil 4).



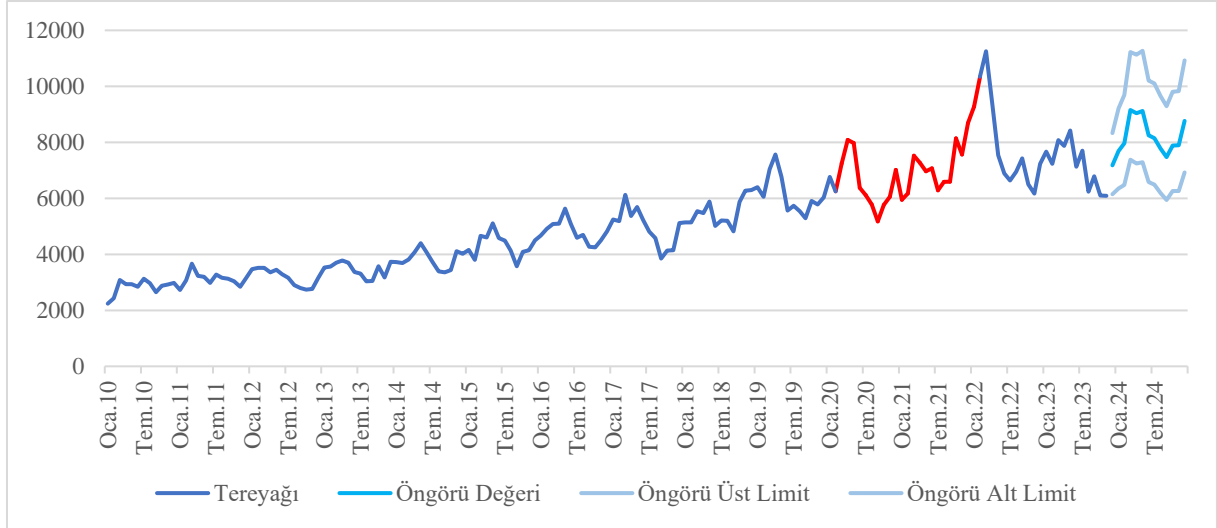
Şekil 4. Yoğurt üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Yoğurt üretim tahminine yönelik yapılan tahmin sonuçlarının tutarlılığı ve güvenilirliği test edilmiş ve modelin uygun olduğuna Çizelge 4'teki kriterlere göre karar verilmiştir. Yoğurt üretimine ilişkin 2024 yılı tahmini için mevsimsel ARIMA (0.1.1)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. 2024 yılında artış eğiliminin devam edeceği ve bir önceki yılın Aralık ayına göre %11.9'luk artış beklenirken bir önceki yılın Ağustos ayına göre %2,5'lik bir daralmanın yaşanacağı öngörülmektedir. Son yıla ilişkin değişim oranları, aylar düzeyinde oldukça farklılık gösterirken uzun dönemde aylık bazda yıllık ortalama artış oranlarında önemli bir farklılığın olmadığı söylenebilir.

Çizelge 4. Yoğurt üretimi için SARIMA (0.1.1)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	98.146	85.665	14.6	3.0	7.3		
Şubat	90.648	80.931	12.0	2.3	9.8		
Mart	103.529	91.798	12.8	2.3	5.1		
Nisan	99.148	90.638	9.4	1.5	11.9		
Mayıs	106.370	95.804	11.0	2.2	1.6		
Haziran	107.274	95.881	11.9	2.2	7.2		
Temmuz	117.357	103.754	13.1	2.8	-0.4		
Ağustos	121.903	104.752	16.4	2,8	-2.5		
Eylül	114.351	98.495	16.1	3.2	3.2		
Ekim	105.720	91.146	16.0	2.6	3.0		
Kasım	99.534	86.065	15.6	2.8	1.3		
Aralık	101.836	87.276	16.7	2.2	2.7		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.560	.738	4758.3	3.756	3565.1	17.001	.234

2019 yılı itibariyle önemli ölçüde artan hem küresel ölçekte tereyağı üretimine hem de dış ticaret hacmine bağlı olarak tereyağı üretiminde artış yaşanmaktadır. Diğer yandan dünyada 2015 yılı itibariyle tereyağı fiyatlarındaki hızlı artış, Türkiye'nin emtia fiyatı bazında avantajlı duruma geçmesi, tereyağı ithalat oranındaki ciddi düşüş ve küresel ve yerel bazda talep artışı üretimdeki artışı tetiklemiştir (OECD/FAO, 2021). 2010-2018 yılları kapsamında aylık ortalama tereyağı üretimi 3997.3 iken bu rakam 2019-2023 döneminde %74.7 oranında bir artış göstererek 6984.4 ulaşmıştır. MAPE'NİN %10'dan küçük olması ve Ljung-Box Q değerinin (.127) > .005 olması tahminlerin güvenilirliğini ortaya konulan mevsimsel ARIMA (1.1.1)x(0.1.1)₁₂ modeli sonuçları Çizelge 5'te yer almaktadır. Buna göre tereyağı üretimine ilişkin 2024 yılı için aylık üretim tahminine göre, uzun dönem ortalamasının üzerinde üretimin gerçekleşeceği öngörülmektedir (Şekil 5).



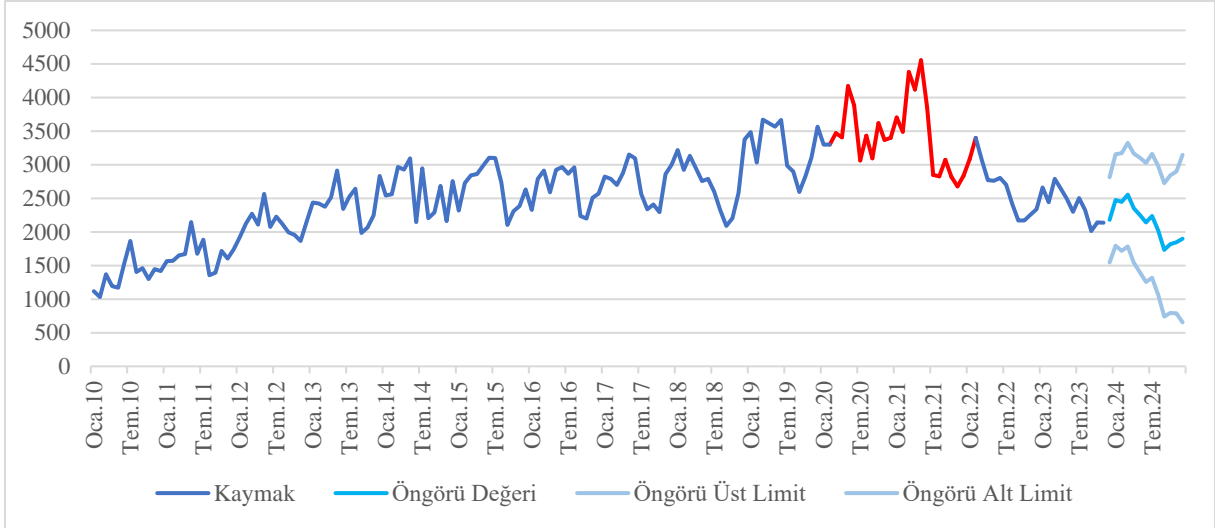
Şekil 5. Tereyağı üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Çizelge 5'te yer alan tereyağı üretimine ilişkin üretim ve tahmini değerler incelendiğinde, uzun dönem ortalamasında üretimdeki artış oranının yıl başında yükseldiği ve giderek azalan bir oranda arttığı görülmektedir. Buna karşın 2023 aylık verilerine göre 2024 yılında olası değişimin en fazla yıl sonuna doğru yaşanacağı tahmin edilmektedir. 2024 yılında üretimin 9.154 ton ile en fazla Mart, en az ise Ocak ayında gerçekleşeceği ve uzun dönem ile paralellik göstereceği öngörülmektedir.

Çizelge 5. Tereyağı üretimi için SARIMA (1.1.1)x(0.1.1)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 yılı tahmin (ton)	Uzun dönem aylık ortalama üretim (ton)	Uzun döneme göre değişim (%)	Ortalama yıllık artış hızı (%)	Bir önceki yıla göre olası değişim (%)		
Ocak	7.686	5.070	51.6	11.3	0.2		
Şubat	7.966	5.098	56.2	10.7	10.1		
Mart	9.154	5.739	59.5	9.3	13.3		
Nisan	9.038	5.580	62.0	8.8	14.8		
Mayıs	9.120	5.547	64.4	8.8	8.2		
Haziran	8.248	4.963	66.2	7.5	15.7		
Temmuz	8.146	4.869	67.3	7.3	5.8		
Ağustos	7.782	4.654	67.2	6.3	24.8		
Eylül	7.476	4.484	66.7	8.2	10.2		
Ekim	7.886	4.745	66.2	7.5	29.4		
Kasım	7.901	4.754	66.2	7.2	29.7		
Aralık	8.760	5.136	70.6	6.5	42.4		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.393	.921	484.9	6.516	350.3	12.466	.127

Kaymak üretimine ilişkin uzun dönemli aylık üretim verileri Şekil 6'da verilmiştir. Üretimin pandeminin ikinci yılında azaldığı ve yapılan trend analizinde bu azalışın 2024 yılında da devam edeceği saptanmıştır. Kaymak üretimine ilişkin 2024 yılı tahmininde mevsimsel ARIMA (0.1.1)x(1.1.0)₁₂ modeli kullanılmıştır. Çizelge 6'da modele ait R² değeri 0.700'dir. Ljung-Box Q değeri %5 den büyük olduğu ve modelin verilere uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) değeri ise 9.664 olup <%10'un altında, yüksek doğruluk düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Normalize edilmiş Bayes bilgi kriteri (Normalized BIC) 11.612 olarak bulunmuştur. Uzun dönem verileri baz alındığında üretimin 2024 yılında %5.0 ile %28.6 oranında azalacağı tahmin edilmiştir.



Şekil 6. Kaymak üretim verileri ve yakın geleceğe ilişkin tahminler (ton/ay)

Çizelge 6. Kaymak üretimi için SARIMA (0.1.1)x(1.1.0)₁₂ model sonuçları

Aylar	2024 Yılı Tahmin (Ton)	Uzun Dönem Aylık Ortalama Üretim (Ton)	Uzun Döneme Göre Değişim (%)	Ortalama Yıllık Artış Hızı (%)	Bir Önceki Yıla Göre Olası Değişim (%)		
Ocak	2.477	2.608	-5.0	8.1	-7.0		
Şubat	2.445	2.614	-6.5	8.3	0.2		
Mart	2.555	2.829	-9.7	7.2	-8.5		
Nisan	2.353	2.732	-13.9	8.0	-10.9		
Mayıs	2.252	2.947	-23.6	9.1	-9.6		
Haziran	2.142	2.731	-21.6	4.9	-6.7		
Temmuz	2.240	2.620	-14.5	2.7	-10.5		
Ağustos	2.022	2.427	-16.7	6.0	-12.9		
Eylül	1.733	2.208	-21.5	4.0	-13.9		
Ekim	1.818	2.308	-21.2	5.6	-15.2		
Kasım	1.846	2.372	-22.2	3.9	-13.7		
Aralık	1.901	2.663	-28.6	4.5	-12.8		
Model	Sabit R ²	R ²	RMSE	MAPE	MAE	Normalleştirilmiş BIC	Ljung-Box Q (sig.)
	.300	.700	321.6	9.664	252.7	11.612	.320

SONUÇ ve ÖNERİLER

Geleceğe ilişkin tahminler, ekonomik politikaların geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Yapılan çalışmada, karar vericiler açısından önem taşıyan 2024 yılına ait aylık süt ve süt ürünleri üretim miktarları, mevsimsel ARIMA modeli kullanılarak tahmin edilmiştir. Tahminleme sürecinde, serinin geçmiş yıllardaki gözlem değerleri kullanılarak, değişkenlerin gelecek yıllardaki değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Türkiye’de çiğ süt üretimine bağlı olarak içme sütü ve diğer süt ürünleri üretiminde mevsimselliğin söz konusu olduğu görülmektedir. Uzun dönem verilerine göre üretim artış eğilimindedir ve belirli bir üretim düzeyi yakalanmış durumdadır. Pandemi döneminde ve sonrasında süt ve süt ürünlerinin üretiminde genel olarak bir azalma olmadığı söylenebilir. Sadece pandeminin ilk aylarında ayran üretiminde bir azalmanın olduğu, devam eden süreçte ise tekrar artış yaşandığı belirlenmiştir.

Mevsimsel ARIMA sonuçlarına göre 2024 yılı aylık ortalama üretim beklentisi toplanan inek sütünde 899.045 ton, içme sütünde 136.923 ton, yoğurtta 105.485 ton, ayranında 72.742 ton, tereyağında 8.264 ton ve kaymakta 2.149 ton olarak öngörülmüştür. Bu sonuçlara göre süt ve süt ürünleri üretiminin uzun dönemde istikrarlı olarak arttığı, bunun yanında mevsimselliğini devam ettirdiği, ayran üretimi hariç diğer ürünlerin pandemi döneminde ve sonrasında önemli oranda etkilenmediği söylenebilir. Ayrıca başta toplanan inek sütü olmak üzere, kaymak üretimi hariç diğer süt ürünleri üretiminin uzun dönem verilerine göre 2024 yılında artış göstereceği belirlenmiştir.

Türkiye’de son yıllarda süt ve süt ürünleri sektöründeki olumlu gelişmeler dikkate alındığında, sürdürülebilirlik açısından öncelikle çiğ süt üretimindeki artışların devam ettirilmesi, bu nedenle verimliliği ve üretimi artırıcı politikalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Hayvancılık işletmelerinin özellikle verimlilik ve kalite açısından geliştirilmesi, destekleme politikalarının bu yönde oluşturulması önem taşımaktadır. Ayrıca üretilen çiğ sütün daha fazla miktar ve oranda sanayiye aktarılması için, süt işleme sektöründe iyileştirme ve kapasite artırımı çalışmalarına ağırlık verilmelidir. Bunun yanında süt işleme sektörünün yeterli kapasiteye ulaşması için tedarik zincirinde çok önemli olan süt toplama merkezlerinin etkinliğinin artırılmasına yönelik politikalar geliştirilmelidir. Diğer yandan iç tüketimdeki ve ihracattaki artışlar dikkate alındığında çiğ süt üretiminin yanı sıra tedarik, işleme ve dağıtım süreçlerinin bütüncül yaklaşımla ele alınması gerekir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Didem DOĞAR  <http://orcid.org/0000-0003-0330-255X>

Adnan ÇİÇEK  <http://orcid.org/0000-0002-2671-1439>

Merve AYYILDIZ  <http://orcid.org/0000-0002-9012-0756>

KAYNAKLAR

- Ahmed, F., Shah, H., Raza, I., ve Saboor, A. 2011. Forecasting milk production in Pakistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 24, 82-85.
- Akdağ, R. 2016. Yapay sinir ağları, destek vektör makineleri ve Box-Jenkins yöntemleriyle kentsel içme suyu talebi tahmini ve karşılaştırmalı analizi. *Business and Economics Research Journal*, (7), (1), s. 123-138.
- Bandyopadhyay, S. 2020. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): We Shall Overcome, Springer. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22, 545-546.
- Blaszczuk, B., Ebenek, E., Jagielski, P. 2020. Nutrition behaviors in polish adults before and during COVID-19 lockdown. *National Library of Medicine*. 12(10):3084-3090.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. 1976. Time series analysis forecasting and control. *Revised Edition, Holden Day Inc., 170p.*, California.
- Cetron, M., Simone, P. 2004. Battling 21st-Century Scourges with a 14th-Century Toolbox1. *Emerging Infectious Diseases*, 10(11), 2053.
- Chen, C.F., Chang, Y.H., Chang, Y.W. 2009. Seasonal ARIMA forecasting of inbound air travel arrivals to Taiwan, *Transportmetrica*, 5(2): 125–140.
- Çapraz, İ., Yılmaz, V. 2005. Süt ve süt ürünleri sektör profili, İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Çelik, Ş. 2019. Modeling and estimation of potato production in Turkey with time series analysis. *International Journal of Trend in Research Development*, 6(5), 111-116.
- Del Rio-Chanona R.M., Mealy, P., Pichler, A., Lafond, F., Farmer, J.D. 2020. Supply and demand shocks in the COVID-19 pandemic: An industry and occupation perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, 36(S1), S94–S137.
- Deshmukh, S. S., Paramasivam, R. 2016. Forecasting of Milk Production in India with ARIMA and VAR Time Series Models. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(1), 17-22.
- Duru, Ö. 2007. Zaman serileri analizinde arıma modelleri ve bir uygulama, T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- EUROSTAT, 2023. Collection of cow's milk DATA. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00037/default/table?lang=en&category=t_agr.t_apro.t_apro_mk
- Eşidir, K.A., Metin, S. 2021. Arıma yöntemi ile tüketici fiyat endeksi tahmini. *İktisadi ve İdari Bilimler Alanında Uluslararası Araştırmalar Dergisi*. 978-625-7316-68-2.
- Eştürk, Ö. 2021. Estimating Milk Production in Ardahan Province with ARIMA (Box-Jenkins) Model. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 5(2), 271-281.
- FAO, 2023. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Heiberger, R.M., Holland, B. 2004. Statistical Analysis and Data Display: An Intermediate Course with Examples in S-Plus, R ve SAS, *Springer*, p. 580, USA.
- Hepburn, C., O’Callaghan, B., Stern, N., Stiglitz, J., Zenghelis, D. 2020. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change, *Oxford Smith School of Enterprise and the Environment*. (36) 20-02.
- Hassan, S.A., Abdelaziz, H.H., İbrahim, A.H. ve Musa, K.S.M. 2018. Sudan'ın Hartum eyaletinde süt üretimi tahmini. *Tarım ve Araştırma Dergisi*, 4 (12), 6-13.

- IBM Support, 2023. IBM International Business Machines. Support ARIMA (SPSS Modeller).
- Kendal, M.G. 1973. The advanced Theory of Statics, Charles Griffin, London, sf: 506-507.
- Kouam, H. 2020. COVID-19 and oil prices, *SSRN Electronic Journal*, 1(14).
- Kutlar, A., Turgut, T, 2006. Türkiye'deki Başlıca Ekonomi Serilerinin ARFIMA Modelleri ile Tahmini ve Öngörülebilirliği, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (11), s. 120-149.
- Mgaya, J. F. 2019. Application of Arima Models in Forecasting Livestock Products Consumption in Tanzania. *Cogent Food and Agriculture*, 5(1), 1607430.
- OECD, 2020. COVID-19 and the Food and Agriculture Sector: Issues and Policy Responses, Tackling Coronavirus (COVID-19) Contributing to a Global Effort. Organisation for Economic Cooperation and Development.
- OECD/FAO 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/19428846-en>.
- Oğhan, S. 2010. Zaman Serisi Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi.
- Oni, O., Akanle, Y. 2018. Comparison of exponential smoothing models for forecasting cassava production. *International Journal of Scientific Research in Mathematical and Statistical Sciences*, 5(3), 65-68.
- Özmen, A. 1986. Zaman serisi analizinde box-jenkins yöntemi ve banka mevduat tahmininde uygulama denemesi, Anadolu Üniversitesi Yayın No:207(51).
- Pankratz, A. 1983. Forecasting with univariate Box-Jenkins models: concept and cases. John, Wiley and sons, New York IJRDO- *Journal of Agriculture and Research*. (4), (12), 201813.
- Pektaş, A.O. 2013. SPSS ile Veri Madenciliği, Dikeyksen Yayınları, ISBN:978-605-86660-4-7, İstanbul.
- Perez ve ark. 2022. Application of an "ARIMA" model to forecast milk production in Brown Swiss cows from the Peruvian highlands. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 9 (2), 77-83.
- Schmidhuber, J., Pound, J., ve Qiao, B. 2020. COVID-19: Channels of Transmission to Food and Agriculture.
- TAGEM, 2018. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. Süt Sektör Politika Belgesi. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/S%C3%BCT%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20belgesi%202018-2022.pdf>.
- Tatar, B.Ç., Sipahioğlu, O., Açıklan, B., Karaoğlu, B. 2022. Covid-19 Pandemi Sürecinin Yiyecek İçecek Sektörüne Etkileri. Ankara Medipol Üniversitesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Medipol Üniversitesi Yayınları: 52 (149).
- TEPAV, 2012. Konya'da Tarımsal Sanayide Yapısal Özelliklerinin Analizi ve Rekabet Stratejilerinin Belirlenmesi, Süt ve Süt Ürünleri İmalat Sektörü Sonuç Raporu. Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı.
- TEPGE, 2023. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Süt ve Süt Ürünleri Tahmin Raporu.
- TEPGE, 2021. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Süt ve Süt Ürünleri Tahmin Raporu.
- USK, 2018. https://ulusalsutkonseyi.org.tr/wp-content/uploads/Sut_Raporu_2018_Web_Kapakli.pdf.
- USK, 2021. Ulusal Süt Konseyi, Dünya ve Türkiye'de süt sektör istatistikleri. Süt Sektör Raporu. <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/2021-sut-raporu-3927/>.
- Varshney, D., Roy, D. ve Meenakshi, J.V. 2020. Impact of COVID-19 on Agricultural Markets: Assessing the Roles of Commodity Characteristics, Disease Caseload and Market Reforms. *Indian Economic Review*, 55(1): 83-103.
- Waiswa, D. 2023. Box-Jenkins metodolojisini kullanarak Uganda'nın sığır ve sığır sütü üretiminin modellenmesi ve tahmin edilmesi. *Tarımsal Üretim Dergisi*, 4 (1), 16-29.
- WHO, 2023. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-epidemiological-update---22-december-2023>
- Wilder-Smith, A., Freedman, D.O. 2020. Isolation, Quarantine, Social Distancing and Community Containment: Pivotal Role for Old-Style Public Health Measures in the Novel Coronavirus (2019- nCoV) Outbreak. *J Travel Med*;27(2).
- Yıldırım, A., Altunç, Ö.F. 2020. Muş ili süt üretiminin arıma modeli ile tahmini. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 8 (20) 137-1465.