

Farklı Makine öğrenme teknikleri ile Düzce ilinin doğalgaz talebinin tahminlenmesi

İrem Düzdar^{1*}, Nurgül Aykaş²

¹Endüstri Mühendisliği Bölüm / Mühendislik Fakültesi, Düzce Üniversite, Türkiye

²Bilgisayar Mühendisliği Bölüm / Lisansüstü Enstitü, Düzce Üniversite, Türkiye

*(iremduzdar@duzce.edu.tr) Başlıca yazarın mail adresi

(Geliş Tarihi: 15 Mayıs 2024, Kabul Tarihi: 25 Mayıs 2024)

(3rd International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2024, May 16-17, 2024)

ATIF/REFERENCE: Düzdar, İ. & Aykaş, N. (2024). Farklı Makine öğrenme teknikleri ile Düzce ilinin doğalgaz talebinin tahminlenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(4), 234-242.

Özet – Doğalgaz, organik bileşenli maddelerle yeryüzünün alt kısımlarında milyonlarca yıldır sürmekte olan kimyasalların ayrılması durumunda ortaya çıkmıştır. Doğal gaz talep tahminleme, sanayi sektöründe önemlidir çünkü doğal gaz, birçok endüstriyel işletmenin enerji ihtiyacını karşılamak için önemli bir kaynaktır. İşletmeler, üretim süreçlerini, sıcaklık kontrolünü, ısıtma ve soğutma sistemlerini, buhar üretimini ve birçok diğer operasyonel gereksinimlerini doğal gaz kullanarak gerçekleştirirler. Talep tahmini, bir işletmenin doğal gaz ihtiyacını doğru bir şekilde belirlemesine yardımcı olur. Bu, doğal gaz tedarikini planlamak, stok yönetimini optimize etmek ve operasyonel süreçleri düzenlemek için kritik önem taşır.

Karadeniz Bölgesi'ndeki illerin sanayi bakımından değerlendirilmesi yapıldığında, %10'luk bir oran ile Düzce ikinci sırada yer almaktadır. Düzce'deki sanayi firmalarının enerji yoğunluğuna göre dağılımı yüksek olduğunda bu çalışmada Düzce ilinde doğalgaz talebinin tahmin edilmesi EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) 2018-2022 yılları arasındaki verileri ile ARIMA, TBATS ve PROPHET yöntemleri kullanılarak tahminleme gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Düzce ilinin doğalgaz talebinin genellikle ocak ayında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tahminler sonucunda, TBATS yönteminin ocak, şubat, mayıs, temmuz ve kasım aylarında daha başarılı olduğu görülmüştür. Mart, Nisan, Haziran, ağustos ve aralık aylarında ise ARIMA yönteminin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Eylül ve Ekim aylarında ise PROPHET yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ancak, bu farklar genellikle küçüktür ve yöntemler arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmadan yapılacak çıkarım Düzce ilinde doğalgaz talebinin mevsimsel olarak artacağını ve çalışmada kullanılan modellerin doğalgaz talebi tahmininde başarılı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler – Doğalgaz Tüketimi, Tahminleme, ARIMA, TBATS, PROPHET

GİRİŞ

Doğalgaz oluşumunda; Metan, Etan ve Propan bulunmaktadır. Bu bileşenlerin içeriğinde hafif moleküler ağırlığa sahip olmakta olan hidrokarbonlar bulunmaktadır[1]. Diğer ısınma yöntemleri ile kıyaslandığında doğalgaz, kullanım kolaylığı dolayısıyla ve çevre kirliliğinin de önüne geçmesi nedeniyle tercih edildiği görülmektedir[2] Türkiye için ortaya çıkan sanayileşme, kentleşme ve nüfusun hızla artışı gibi durumların

sonucunda doğalgazın verimli yönlerinden dolayı doğalgaz talebi yüksek ölçüde artmıştır. Bu gibi gereksinimler, kullanım kolaylığı ve çevre dostu olması gibi sayılan nedenler ile birlikte doğalgaza olan talep artmıştır. Çoğu ülkede doğalgaz, bu gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir [3].

Türkiye'de doğalgaz tüketim tahminlerinin ekonomik önemi ve doğru tahminlerin gerekliliği vurgulanmaktadır. Doğalgazın ithal edilmesi nedeniyle gerçekçi tüketim tahminlerinin yapılmasının ekonomik kayıpları minimize etmede önemli olduğu belirtilmektedir[4].

Çalışmada, Düzce ili için 2018-2022 yıllarına ait aylık doğalgaz tüketim verileri kullanılarak 2023 yılı için tahminler yapılmış ve çeşitli yöntemler karşılaştırılmıştır. Bu tahminlerin, ileriye dönük doğalgaz tüketimini belirlemek ve gereksiz harcamaları önlemek için kullanılabileceği vurgulanmaktadır.

Tahminlerin yapılmasında ARIMA, TBATS ve Prophet gibi farklı yöntemler kullanılmıştır. Tahminlerin performansı, MAE, MSE ve MAPE gibi hata metrikleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda, Düzce ili için gelecekteki doğalgaz tüketiminin tahmin edilerek gereksiz harcamaların önüne geçilmesi veya doğalgaz kesintilerinin önlenmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, farklı tahmin yöntemlerinin performansı karşılaştırılarak en uygun yöntemin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürler içerisinde, tahmin etme yöntemlerine yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu durum nedeniyle literatür taramasının kapsamı makine öğrenmesine yönelik, doğalgaz tahmininde kullanımı ve yeni yöntemler ile tahmin etme olarak oluşturulmuştur.

Es ve ark. 2014 yılında yaptıkları çalışmada, Türkiye'deki enerji talebinin tahmin edilmesi üzerine gerçekleştirilmiştir. Araştırmayı yapanlar, Gayri Safi Milli Hasıla, bina yüz ölçümü, araç sayısı, nüfus, ithalat ve ihracat gibi faktörleri modelin girdisi olarak kullanarak 1970-2010 yılları arasındaki verilerden yararlanmışlardır. Tahmin için çoklu regresyon tekniği ve yapay sinir ağları yöntemleri kullanılmıştır. Sonuçlar, yapay sinir ağlarının tahmin başarısının çoklu regresyon yöntemine göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu çalışmayı gerçekleştirenlerin adı ve çalışmanın tam başlığı verilmemiş, ancak genel bir özet sunulmuştur.

Çoban ve diğerleri (2011), Konya ilindeki geleceğe yönelik doğalgaz talebini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada zaman serileri analiz yöntemi kullanılmış ve doğalgaz talebinin aylık dalgalanmalar gösterebileceği ve mevsimsel faktörlerle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır [1].

Ediger ve Akar (2007), Türkiye'deki birincil enerji talebinin akaryakıt kullanımıyla nasıl tahmin edilebileceğini incelemiştir. Bu amaçla ARIMA ve Mevsimsel ARIMA (SARIMA) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmanın tam başlığı ve diğer yazarlar hakkında daha fazla bilgi sunulmamıştır [2].

Hocaoğlu ve ekibi (2015), Güney ilçesinin yük tahminini yapmak için Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Regresyon gibi yöntemleri kullanmışlardır. Ayrıca, daha iyi sonuçlar elde etmek amacıyla bu iki yöntemi birleştiren bir hibrit mekanizma da geliştirmişlerdir. Hibrit sistemle elde edilen tahminlerin daha az hata barındırdığı gözlemlenmiştir. Çalışmanın tam başlığı ve diğer yazarlar hakkında detaylı bilgi sağlanmamıştır[3].

Jacek ve arkadaşları (2018), çoklu mevsimsellik ile ilgili çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmalarında TBATS yönteminin daha verimli sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmanın tam başlığı ve diğer yazarlar hakkında ayrıntılı bilgi sunulmamıştır[5].

Düzdar ve Aykaş (2022) tarafından yılında yapılmış olan çalışmada 2017-2021 veri seti ile Arıma ve TbatS kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir ve Arıma modelinin daha başarılı sonuçlar vermiş olduğu gözlemlenmiştir [13]

UYGULAMA VE BULGULAR

Python programlama dili kullanılarak, Düzce ilinin 2018-2022 verileri üzerinde eğitim gerçekleştirerek, 2023 yılı için tahminleme gerçekleştirilmiştir. Veri seti EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) Doğalgaz Piyasası Aylık Sektör Raporu Listesi, aylık sektör raporları içerisinde bulunan “Doğal Gaz Tüketiminin İllere ve Gazın Türüne Göre Dağılımı” tablosundan elde edilmiştir. Toplamda 60 adet veri elde edilmiştir [4].

Yapılan bu çalışmada ARIMA, TBATS ve bu yöntemlere ek olarak PROPHET yöntemi kullanılmıştır. Doğalgaz veri setinin 2018-2021 yılları arası (48 ay) eğitim, 2023 yılı (12 ay) test için kullanılmıştır. Burada eğitim yapacağımızın ay oranı tahminden fazla olması, makine öğrenimi için gerekli bir durumdur. Genel olarak bu ayırım %80'e %20 olarak yapılmaktadır [5]. Hata payı ölçümü için üç adet performans metriği kullanılmıştır. Kullanılan metrikler sırasıyla; Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE) ve Mean Squared Error (MSE).

Düzce iline ait 2018-2022 yılları arası 5 yıllık aylık toplam doğalgaz tüketim verisi Şekil 1’de yer almaktadır. Düzce’nin doğalgaz talebinin mevsimsel olarak arttığını, yıllık bazlı incelendiğinde yıllara göre ciddi bir artış göstermediği sonucuna ulaşılmaktadır.



Şekil 1. Düzce İli 2018-2022 Yılları Aylık Doğalgaz Tüketim Verisi [5]

Çizelge 1’de 2018-2022 yılları arasında gerçekleşen doğalgaz tüketim verisinin aylara göre ortalaması görülmektedir.

Çizelge 1. 2018-2022 Yılları Aylara Göre Ortalama Doğalgaz Tüketimi[5]

Ay	5 Yıllık Ortalaması
Ocak	31,70
Şubat	28,19
Mart	27,98
Nisan	25,18
Mayıs	17,48
Haziran	14,08
Temmuz	12,58
Ağustos	14,24
Eylül	13,12
Ekim	15,92
Kasım	20,85
Aralık	28,05

MATERİYAL VE YÖNTEM

VERİLERİN ELDE EDİLMESİ VE İŞLENMESİ

Doğalgaz talep tahmini gerçekleştirilmesinde modeller kullanılmadan önce, elde edilecek verilerin durumu, tahminlerin doğru sonuç vermesi ve işe yararlılığı açısından ciddi öneme taşımaktadır. Verilerin doğruluğu ve anlaşılabilirliği; model oluşumunda ve tahmin sonucunda etkili rol oynayacaktır. Bu çalışmada kullanılan veriler, Düzce ilinin, 2018–2022 yıllarına ait 60 adet aylık toplam doğalgaz tüketim verisinden oluşmaktadır. Veri EPDK'nın paylaşmış olduğu Doğalgaz Piyasası Aylık Sektör Raporu Listesi içinde yer alan aylık sektör raporlarının “Doğal Gaz Tüketiminin İllere ve Gazın Türüne Göre Dağılımı” tablosu içerisinden alınmıştır. Veri milyon standart metreküp cinsindedir [4]. Veri üzerinde veri temizleme ön işlemi yapılmaya ihtiyaç duyulmamıştır.

Elde edilen veriler ile 2023 yılı için aylık tüketim miktarı tahmini yapılmaktadır. Çalışmamızda ARIMA, TBATS ve PROPHET metotları ile çalışılmış. Çizelge 2 Düzce iline ait bazı ayların toplam doğalgaz tüketim verileri veri tablo olarak gösterilmektedir.

Çizelge 2.Düzce İline Ait Veri Seti [5]

ID	Tarih (g/ay/yıl)	Doğalgaz (Milyon Sm ³)
1	01.01.2018	29.821
2	01.02.2018	28.092
.	.	.
.	.	.
59	1.11.2022	18.977
60	1.12.2022	24.372

ARIMA YÖNTEMİ

ARIMA modellerinin durağan olmayan zaman serileri üzerine fark alarak uygulandığı ve bu şekilde durağan hale getirilmiş serilere uygulandığı açıklanmaktadır. Durağan olmayan serilere uygulanan bu modeller, "durağan olmayan doğrusal stokastik modeller" olarak adlandırılmaktadır.

(1), ARIMA modelinin genel formülasyonunu göstermektedir. Bu denklemde, $Z_t, Z_{t-1}, \dots, Z_{t-p}$, d derecesinden fark alma işlemi uygulanmış gözlem değerlerini, $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_p$ d derecesinden fark alma işlemi uygulanmış gözlem değerlerinin katsayılarını, δ sabit değerini, $a_t, a_{t-1}, \dots, a_{t-q}$ hata değerlerini, $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_q$ hata değerlerinin katsayılarını ifade eder[6]

Bu denklem, ARIMA modelinin yapısal bileşenlerini ve serideki değişkenliği tanımlamak için kullanılır. Mevsimsellik tahminlemelerinde sıklıkla kullanılan ARIMA modeli, bu çalışmada da kullanılmıştır.

$$Z_t = \Phi Z_{t-1} + \Phi Z_{t-2} + \dots + \Phi_p Z_{t-p} + a_t - \Theta a_{t-1} - \Theta a_{t-2} - \dots - \Theta_q a_{t-q} \quad (1)$$

TBATS YÖNTEMİ

Zaman serisi tahmini, geçmiş verilere dayanarak gelecekteki değerleri tahmin etmek için bir modelin kullanılmasıdır. Zaman serisi tahmininde, özellikle mevsimsellik içeren verilerle uğraşılır.

TBATS modeli ise Trigonometrik BATS modelini ifade eder. TBATS modeli, BATS modelinin bir genişlemesi olup, trigonometrik bileşenlerin de dahil edildiği bir modeldir. Formülasyonu denklemlerle (2), (3) ve (4) şeklinde gösterilmiştir [8].

$$s_t^{(i)} = \sum_{j=1}^{k_i} s_{j,t}^{(i)} \quad (2)$$

$$s_{j,t}^{(i)} = s_{j,t-1}^{(i)} \cos \lambda_j^{(i)} + s_{j,t-1}^{*(i)} \sin \lambda_j^{(i)} + \gamma_1^{(i)} d_t \quad (3)$$

$$s_{j,t-1}^{*(i)} = -s_{j,t-1}^{(i)} \sin \lambda_j^{(i)} + s_{j,t-1}^{(i)} \cos \lambda_j^{(i)} + \gamma_2^{(i)} d_t \quad (4)$$

PROPHET YÖNTEMİ

PROPHET yöntemi, Facebook veri bilimi ekibi tarafından geliştirilmiş bir tahmin etme yöntemidir. Doğrusal olmayan tahminlemeler için kullanılan bu yöntem, R dili ve Python dili üzerinde uygulanabilir. PROPHET yöntemi sezgisel bir yaklaşıma dayanır ve verinin detaylarına odaklanmadan verimli tahminler yapmayı sağlar.

Denklem (5), zaman içindeki büyümeyi ($g(t)$), mevsimsel değişimi ($s(t)$), tatil günleri etkisini ($h(t)$) ve kendine ait değişkenleri ($e(t)$) ifade eder[7]

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + e(t) \quad (5)$$

PERFORMANS ÖLÇÜM METRİKLERİ

Çalışma içerisinde kullanılan modellerin performanslarını ölçmek için bazı performans ölçüm metrikleri kullanılmıştır. Bu performans ölçüm metrikleri ile modellerin hata oranlarını bularak hangi modelin hata payları daha yüksek olduğu yönünde çıkarımda bulunulmuştur. Performans ölçüm metrikleri olarak MAE (Mean Absolute Error – Ortalama Mutlak Hata), MSE (Mean Squared Error – Hata Karelerinin Ortalaması) ve MAPE (Mean Absolute Percentage Error – Ortalama Mutlak Yüzde Hata) kullanılmıştır.

Gerçekleşen değeri y_t , tahmin edilen değeri \hat{y}_t ve tahmin adeti n ile gösterilmektedir.

y_t = Gerçek değer.

\hat{y}_t = Tahmin değeri.

n = Tahmin adeti.

Metriklerin gösterimi Çizelge 3'teki gibidir. Burada hata metriklerinin hesaplanması amacıyla kullanılan formüller yer almaktadır [10].

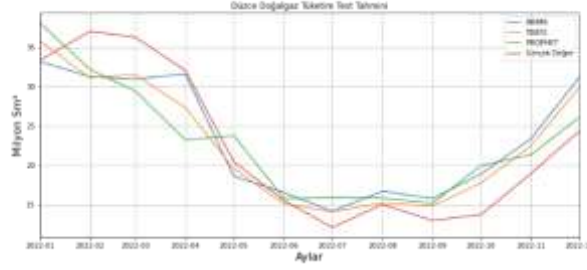
Çizelge Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı. Performans Ölçüm Metrikleri [10]

MSE	$MSE = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2$
MAE	$MAE = \frac{1}{n} \times \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)$
MAPE	$MAPE = \sum_{t=1}^n \left \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right \times \frac{100}{n}$

Genel Eğitim Sonuçları

2022 yılında Düzdar ve Aykas tarafından yapılmış olan çalışmada 2017-2021 veri seti ile Arıma ve TbatS kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir ve Arıma modelinin daha başarılı sonuçlar vermiş olduğu gözlemlenmiştir [13]

Test eğitim çalışması sonuçlarının birlikte gösterimi Şekil 4'de yer almaktadır. Şubat, mart, nisan aylarında gerçek değerle aradaki fark daha fazla iken mayıs ayı itibarıyla birbirini takip etmiştir. Grafikte genel olarak aynı hatları en çok çizen ARIMA'dır.



Şekil Hata! Belgede belirtilen stilde metne rastlanmadı. ARIMA, TBATS ve PROPHET Test Tahmin Sonuçlarının Birlikte Gösterimi[5]

Çizelge 5 de ise çalışmamızda yer alan ARIMA TBATS ve PROPHET yöntemlerinin sayısal sonuçları gösterilmektedir. Koyu renkli olarak işaretlenmiş değerler Gerçek Değere daha yakın olan değerleri temsil etmektedir.

Çizelge 5 ARIMA, TBATS ve PROPHET Test Tahmin Sonuçlar Tablosu

Tarih	ARIMA	TBATS	PROPHET	GERÇEK DEĞER
2022-01-01 00:00:00	33.18465223	35.78031146	38.08999268	33.368
2022-02-01 00:00:00	31.26821154	31.11820827	32.17318482	37.019
2022-03-01 00:00:00	30.97759568	31.5331194	29.45081662	36.283
2022-04-01 00:00:00	31.61136595	27.35314809	23.2557217	32.054
2022-05-01 00:00:00	18.64034836	19.61103395	23.79694477	20.479
2022-06-01 00:00:00	16.56443123	15.11776066	15.7872999	15.552
2022-07-01 00:00:00	14.17135699	14.12959507	15.87635575	12.116
2022-08-01 00:00:00	16.73077893	15.25888389	15.85364927	15.045
2022-09-01 00:00:00	15.77341137	14.82480468	15.20165353	13.023
2022-10-01 00:00:00	18.90957146	17.76912324	19.9768541	13.742
2022-11-01 00:00:00	23.37402801	22.49593954	21.35929285	18.977
2022-12-01 00:00:00	31.21785266	29.92127863	26.11813063	24.372

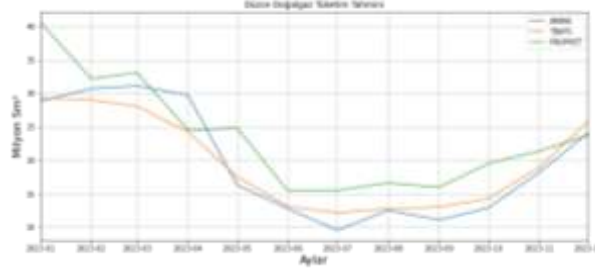
Çizelge 6'da performans ölçüm metriklerinin sonuçları yer almaktadır. MAE ve MAPE performans ölçüm metriğinde TBATS yönteminin hata payı daha az iken. MSE performans ölçüm metriğine göre ARIMA daha az hata payına sahiptir. TBATS ve ARIMA kendi aralarında çok yakın hata payı oranlarına sahip iken PROPHET daha yüksek bir hata oranına sahiptir.

Çizelge 6 Ölçüm Metrikleri ve Yöntemlerin Sonuçları

Ölçüm Metrikleri	ARIMA	TBATS	PROPHET
MAE	2.817	2.756	3.411
MSE	3.558	3.835	4.566
MAPE	%11,5	%11,2	%13,3

Genel Test Sonuçları

Çalışmamızda kullandığımız 3 yöntemin 2022 yılı tahminini Şekil 'de bir arada görmekteyiz. Çalışmamızda ARIMA, TBATS ve PROPHET yöntemlerinin yakın değerler verdiği görülmektedir



Şekil 5 ARIMA, TBATS ve PROPHET 2023 Yılı Tahmini

Çalışmamızda yer alan ARIMA, TBATS ve PROPHET yöntemlerinin 2022 yılı doğalgaz tüketim tahminleri Çizelge 7'de verilmiştir. Koyu renkli olan veriler Resim 5'de yer alan test sonuçlarında gerçek değere en yakın yöntemler baz alınarak koyu renk yapılmıştır. Ay bazlı iyi olan modeller seçilerek hibrit bir yapı oluşturulabilir. Verilerin artırılması, veri setini çeşitlendirmek tahmin sonuçlarını daha doğru olabilmesini sağlayabileceği düşünülmektedir. Örneğin, hava sıcaklığı verisi aylık olarak ortalama bazlı edinilmesi, doğalgaz için faydalı olabilir.

Çizelge 7. ARIMA, TBATS ve PROPHET Test Tahmin Sonuçlar Tablosu

Tarih	ARIMA	TBATS	PROPHET
2023-01-01 00:00:00	28.84075421	29.32304709	40.67231835
2023-02-01 00:00:00	30.71960129	29.05101407	32.18139684
2023-03-01 00:00:00	31.15329899	28.06886656	33.1215513
2023-04-01 00:00:00	29.74451579	24.24458699	24.55709788
2023-05-01 00:00:00	16.32565225	17.58085218	24.80309673
2023-06-01 00:00:00	12.78396699	13.10008825	15.44526215
2023-07-01 00:00:00	9.584518436	12.19050745	15.53889367
2023-08-01 00:00:00	12.52234709	12.78789902	16.63899148
2023-09-01 00:00:00	11.10738802	13.03120564	15.99402874

2023-10-01 00:00:00	12.89337599	14.29312917	19.52847667
2023-11-01 00:00:00	18.19208942	18.96652436	21.40639739
2023-12-01 00:00:00	24.12779157	25.851702	23.76696546

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Düzce ilinin doğalgaz talebinin gelecekteki değişimlerine yönelik tahminler, bu değişimlerin mümkün olduğunca az etkilenmesi için önem taşır. Bu nedenle, doğalgaz sektöründe geleceğe yönelik tahminlerin yapılması ve bu tahminlerin mümkün olduğunca gerçeğe yakın olması kritik öneme sahiptir. Türkiye geneli tahminlerin yanı sıra, iklim koşullarına göre daha gerçekçi tahminler elde etmek için bölgesel tahminler yapılması gereklidir.

Bu çalışma kapsamında, Düzce ilinin 2018-2022 dönemine ait aylık doğalgaz tüketim verileri kullanılarak, 2023 yılı için doğalgaz talebi tahmini yapılmıştır. Tahminlerin elde edilmesi ve karşılaştırılması için ARIMA, TBATS ve PROPHET yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemlerin doğruluğunu değerlendirmek için Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE) ve Mean Squared Error (MSE) hata metrikleri kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda, Düzce ilinin doğalgaz talebinin genellikle ocak ayında yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gelecekte daha doğru tahminler yapabilmek için sıcaklık, yağış ve nem gibi verilerin modele eklenmesi önerilebilir.

Yapılan tahminler sonucunda, TBATS yönteminin ocak, şubat, mayıs, temmuz ve kasım aylarında daha başarılı olduğu görülmüştür. Mart, nisan, haziran, ağustos ve aralık aylarında ise ARIMA yönteminin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Eylül ve ekim aylarında ise PROPHET yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Ancak, bu farklar genellikle küçüktür ve yöntemler arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak, çalışma Düzce ilinde doğalgaz talebinin mevsimsel olarak artacağını ve kullanılan modellerin doğalgaz talebi tahmininde başarılı olduğunu göstermektedir. Ancak, eldeki veri miktarının kısıtlı olması ve bu durumun tahminlerdeki başarıyı etkilemesi dikkate alınmalıdır. Gelecekte, daha fazla veri kullanılarak test edildiğinde, en etkili yöntemin belirlenmesi ve tahmin sapmalarının azaltılması mümkün olabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Çoban, O., Özcan, C. C., "Sektörel Açından Enerjinin Artan Önemi: Konya İli İçin Bir Doğalgaz Talep Tahmini Denemesi", Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Birimler Fakültesi, Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, Cilt 11, Sayı 22, sayfa 85-106, 2011
- [2] Ediger, V. S., Akar, S., "ARIMA Forecasting of Primary Energy Demand by Fuel in Turkey", Energy Policy, Vol. 35, pp. 1701-1708, 2007.
- [3] ARAS, H. ve Aras, N., "Eskişehir'de Konutsal Doğal Gaz Talebine Ekonomik Göstergelerin ve Dış Ortam Sıcaklığının Etkileri", Mühendis ve Makina Dergisi, Cilt 46, sayı 540, sayfa 20-27, 2005
- [4] Hoccoğlu, F. O., Kaysal, K., Kaysal A., "Yük Tahmini İçin Hibrit (YSA ve Regresyon) Model", Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 2015
- [5] Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. Erişim Adresi: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-95-1007/dogal-gazaylik-sektor-raporu> (12.04.2022)
- [6] Topçu, G. Y., "Türkiye Doğal Gaz Tüketim Tahmini", Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2013
- [7] Kaytez, F., "En Küçük Kareler Destek Vektör Makineleri İle Türkiye'nin Uzun Dönem Elektrik Tüketim Tahmini ve Modellemesi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2012

- [8] Es, H., Kalender, F. Y., Hamzaçebi, C., “Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Net Enerji Talep Tahmini”, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Vol. 29, Issue 3, 2014
- [9] Vitullo, S., Brown Rr. H., Corliss G. F., Marx, B. M., “Mathematical Models For Natural Gas Forecasting, Canadian Applied”, Canadian Applied Mathematics Quarterly, Vol. 17, No. 4, 2009
- [10] Brożyna, J., Menteli, G., Szetela, B., Strielkowski, W., “Multi-Seasonality in the TBATS Model Using Demand for Electric Energy as a Case Study”, Economic computation and economic cybernetics studies and research, Vol. 52, Issue 1, 2018
- [11] Ibrahim, A., Kashef, R. and Corrigan, L., “Predicting market movement direction for bitcoin: A comparison of time series modeling methods”, Computers & Electrical Engineering, Vol. 89, 2021
- [12] Yusof, U.K., Khalid, M.N.A., Hussain, A., Shamsudin, H. “Financial Time Series Forecasting Using PROPHET”, Innovative Systems for Intelligent Health Informatics. Cham: Springer International Publishing, Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, Vol. 72, pp. 485–495, 2021
- [13] Duzdar, Aykas. “Natural Gas Demand Forecasting for Duzce”, 1st International Computer Science, Engineering and Information Technology Congress (ICSITY 2022) , 29.09.2022, sayfa 79-85, ISBN: 978-625-8284-23-2