DOI: https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8589-2-1.2025.0013.
ISBN: 978-9952-8589-2-1

ENERGY CONSUMPTİON ESTİMATİON USİNG MULTİPLE REGRESSİON METHOD

M. Tahir UÇAR

Ergani Vocational School, Dicle University, 21280 Diyarbakır, Türkiye, 0000-0002-6783-9287

Asım KAYGUSUZ

Department of Electrical and Electronics Engineering, Engineering Faculty, Inonu University, 44280 Malatya, Türkiye, 0000-0003-2905-1816

ABSTRACT

Energy is one of the cornerstones of the economy. Therefore, it is impossible to run a sustainable economy with an unplanned or poorly organized energy management. For this purpose, energy resources or electrical energy must also be well planned. In this area, bottlenecks that may occur should be prevented by correctly determining and planning the available resources and the energy to be consumed. One of the studies that can serve correct planning is energy or electricity consumption studies. Today, machine learning and deep learning methods that learn by making different inferences from data are used to design an electricity consumption forecast model. In this study, a forecast study is carried out using the multiple regression method on the ready population, annual electricity consumption data and gross domestic product (GDP) information for Diyarbakır.

Keywords: Electricity Consumption Forecast, Population Forecast, Multiple Regression, Diyarbakir.

ÇOKLU REGRESYON YÖNTEMİ İLE ENERJİ TÜKETİM TAHMİNİ

ÖZET

Enerji ekonominin temel taşlarından birini oluşturmaktadır. Dolayısıyla planlanmamış veya iyi organize edilmemiş bir enerji yönetimiyle sürdürülebilir bir ekonomi yürütmek imkansızdır. Bu amaçla enerji kaynaklarının veya elektrik enerjisinin iyi planlanması gerekmektedir. Bu alanda eldeki kaynak ve tüketilecek enerji doğru belirlenerek ve iyi planlanarak oluşabilecek darboğazlar önlenmelidir. Doğru planlamaya hizmet edebilecek çalışmalardan biri de enerji veya elektrik tüketim çalışmalarıdır. Günümüzde elektrik tüketim tahmin modeli tasarlamak için veri üzerinden farklı çıkarımlar yaparak öğrenen makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Bu çalışmada, Diyarbakır için hazır nüfus, yıllık elektrik tüketim verileri ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) bilgileri üzerinden çoklu regresyon yöntemi ile tahmin çalışması yapılmaktadır

Anahtar Kelimeler: Elektrik Tüketim Tahmini, Nüfus Tahmini, Çoklu Regresyon, Diyarbakır.

ISBN: 978-9952-8589-2–1

GİRİŞ

Enerji günümüz dünyasının zorunlu ihtiyaçlarından birini oluşturmaktadır. Elbette ki doğal çevrenin ekstra bir enerjiye ihtiyacı yoktur. Doğal çevrenin en büyük ve ana enerji kaynağı güneştir. Güneş de mükemmel bir mesafede mükemmel bir düzenleme ile tüm değerleri optimize edilmiş şekilde harici bir kaynak olarak görevine devam etmektedir. Güneş aracılığıyla rüzgârlar oluşmakta, su döngüsü yaşanmakta, fosil yakıtlar oluşmakta, bitkiler fotosentez yapmakta, hayvanlar ve insanlar beslenme yoluyla enerjilerini üretmektedirler. Dolayısıyla doğal yaşamada enerji sorunu yaşanmamakta ve de yaşanmayacağı öngörülerek bu alanda pek bir çalışma yapılmamaktadır. Fakat sanayi devrimiyle birlikte sanayileşme ve teknolojinin gelişmesiyle üretilen makine ve cihazların gıdası yerine geçecek enerji ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu cihazların büyük kısmı elektrik enerjisi ile çalışmaktadır. Elektrik enerjisi ise fosil yakıtlar, hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal ve diğer enerji kaynaklarından dönüştürülmektedir.

Enerji kaynaklarının çeşitliliği ve düzensiz olması bunlardan üretilecek enerjinin planlanması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Akıllı sistemler dediğimiz kavram doğru planlamanın neticesidir. Bu anlamda planlamanın temel öğelerinden biri de doğru tahminleme yapmaktır. Dolayısıyla tahmin planlamanın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Elektrik planlamasında, sonraki saatler ve günler için elektrik enerjisinin planlaması çok önem arz etmektedir. Yapılan yanlış planlamalar, kesintiler, darboğazlar, elektrik dalgalanmaları ve benzeri olumsuzluklar direk olarak üretime, ekonomiye ve ülkeye büyük zararlar vermektedir.

Farklı farklı konularla ilgili tahmin çalışmaları yapılmakta ve geliştirilmektedir. Verilerimiz az olduğundan dolayı Literatürde çokça çalışılan regresyon analizi yöntemlerinin başarılı sonuçlar verdiği görüldüğünden ve verilerimiz az olduğundan dolayı yapılacak nüfus tahmini ve enerji tüketim tahmini için regresyon analizi yöntemleri kullanılacaktır. Bu mimarilerin en bilinenlerini doğrusal regresyon, çoklu regresyon, polinomal regresyon, destek vektör regresyonu, karar ağaçları ve rasgele orman halinde sıralanmaktadır. Bu çalışmada, Diyarbakır için geçmiş nüfus, gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) ve elektrik tüketim bilgilerinden faydalanılmaktadır. Diyarbakır nüfus ve GSYH verileri üzerinde doğrusal regresyon ile test ve tahmin yapılacaktır. Diyarbakır elektrik tüketim tahmini için ise yapılan doğrusal regresyon metodunun yetersiz kaldığı görüldüğünden verilen verilerin tümü kullanılarak çoklu doğrusal regresyon metodu ile mevcut değerlere yönelik tahminler yapılacak ve değerlendirilecektir.

LİTERATÜR TARAMASI

Regresyon analizi ve çoklu regresyon ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Hüseyin Balcı ve arkadaşları Türkiye 2004-2010 yıllarına ait günlük yük tahminini Matlab yazılımı ile en küçük kareler yöntemi ve regresyon analizi yöntemi kullanarak yapmış ve gerçek tüketim verileri ile tahmin sonuçlarını karşılaştırmışlardır (Balcı ve ark., 2012).

DOI: https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8589-2-1.2025.0013.
ISBN: 978-9952-8589-2-1

Emine Elif Nebati ve arkadaşları Türkiye'deki elektrik tüketim verileri doğrultusunda, kullanılan beyaz eşya sayısı ve iş yeri sayısı bağımsız değişkenleri üzerinden regresyon analizi ve zaman serisi tekniklerinden faydalanarak talep tahmini analizi yapmışlardır (Nebati ve ark., 2021).

Yalçın Alcan ve arkadaşları regresyon analizi, YSA ve hibrit (YSA- regresyon) modeli kullanarak 2012-2016 yıllarına ait elektrik enerjisi tüketim verilerini ve ay, yıl, sıcaklık max, sıcaklık ortalaması, sıcaklık min, yağmur (mm), yağmurlu gün oranı, kar kalınlığı (cm), karlı gün, rüzgâr ort (mph), bulut yüzdesi, güneşlenme süresi (saat), tüfe aylık (%), tüfe yıllık (%), üfe aylık (%), üfe yıllık (%), USD (TL), EUR (TL), tatil gün oranı, tatil gün sayısı/ ay gün sayısı, serbest tüketici, endeks okuması, yapılan abone sayısı, endeks okuma oranları, toplam (kWh) (kVARh) verileri üzerinden Sinop/Türkiye elektrik enerjisi tüketim tahmini yapmışlardır (Alcan ve Demir, 2017)

Ali Osman Özkan ve arkadaşları 1960-2018 yılları arasındaki Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla, nüfus ve enerji tüketim verileriyle açık kaynak kodlu olan WEKA programının regresyon algoritmaları kullanılarak Türkiye'nin 2019 yılından 2023 yılına kadar uzun dönem elektrik enerji tüketimi tahmin çalışması yapmışlardır (Özkan ve ark., 2019).

Arzu Arı ve Hasan Önder regresyon yöntemlerinden; doğrusal regresyon, lojistik regresyon, negatif binom regresyon, poisson regresyon, temel bileşenler regresyonu, probit regresyon, ridge regresyon, cox regresyon yöntemlerinin hangi durumlarda kullanılabileceği konusunda çalışmalar gerçekleştirmişlerdir (Arı ve Önder, 2013)

Oğuz Kaynar ve arkadaşları destek vektör regresyon yöntemiyle Türkiye'nin 1975-2014 yılları arası elektrik tüketim, nüfus, ithalat, ihracat ve GSYH verilerini kullanarak bir tahmin çalışması yapmışlardır (Kaynar ve ark., 2016)

Mehmet Emin Baltaş ve Cuma Akbay Akdeniz Elektrik Dağıtım Bölgesinin tüketimini, Türkiye tüketimi ve GSYH işe ilişkilendirerek brüt talep, nüfus, gayri safi yurt içi hâsıla (GSYH) ve kişi başına gayri safi yurt içi hâsıla (KBGSYH) bağımsız değişkenleri üzerinden regresyon modeli ile tahmin etmeye çalışmıştır (Baltaş ve Akbay, 2021)

Harika Ülkü ve Şükran Yalpır yapay sinir ağları ve çoklu regresyon analizi yöntemleri kullanarak 2009-2018 yıllarına ait nüfus, ortalama hane halkı büyüklüğü, eğitim durumu, gayri safi yurtiçi hâsıla, ihracat, ithalat, sanayi girdi ve elektrik enerji tüketim miktarları üzerinden tüm illere göre 2030 yılı elektrik enerjisi ihtiyacı için tahminde bulunmuşlardır (Ülkü ve Yalpır, 2021)

Yeşim Er ve Eda Karaca çoklu doğrusal regresyon, destek vektör regresyonu ve rastgele orman regresyonu olmak üzere üç farklı yöntem ile Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 18 ilin ve bölgenin aylık elektrik tüketimini tahmin etmeye çalışmışlardır (Er ve Karaca, 2021).

Hüseyin Avni Es ve arkadaşları 1970-2010 yılları arasındaki gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYH) , nüfus, ithalat, ihracat, bina yüz ölçümü ve taşıt sayısı değişken verilerini YSA modelinin girdisi olarak

ISBN: 978-9952-8589-2–1

kullanarak çoklu doğrusal regresyon tekniği ile Türkiye net enerji talebi tahminini gerçekleştirmişlerdir (Es ve ark., 2014).

Karaca ve Karacan basit ve çoklu regresyon analizi ile İnternet Kullanımı, Ortalama Yaşam Beklentisi, Gayri Safi Yurt İçi Milli Hasıla değerlerini kullanarak tahminleme çalışması yapmış ve sonuçları karşılaştırmışlardır (Karaca ve Karacan, 2016).

Aslında bahsedilen tüm yöntemler farklı alanlarda farklı başarımlar sağladığı için yapılan çoğu çalışmada bu yöntemlerin çoğu çalışılmakta ve sonuçlar karşılaştırılmaktadır.

Yapılan çoğu çalışmada elektrik enerjisi talep, üretim veya tüketim tahmini gibi ortak çalışmalar yapılıyor görünse bile model geliştirme için ortak bir yöntem veya kural üretilememiş, bazı yöntemler benzer veri setlerine uygulandığı halde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu yüzden veri setleri için model önerisi yapmak amacıyla farklı tekniklerin karşılaştırılmasına ve farklı modellerin üretilmesine ihtiyaç vardır.

MATERYAL VE METOD

Literatürde çokça çalışılan regresyon analizi yöntemlerinin başarılı sonuçlar verdiği görüldüğünden yapılacak nüfus tahmini ve enerji tüketim tahmini için makine öğrenmesi yöntemlerinden regresyon analizi yöntemleri kullanılmaktadır. Bu mimarilerin en bilinenlerini doğrusal regresyon, çoklu regresyon, polinomal regresyon, destek vektör regresyonu, karar ağaçları ve rasgele orman halinde sıralanmaktadır. Bu çalışmada, Diyarbakır için geçmiş nüfus ve elektrik tüketim bilgilerinden faydalanılmaktadır.

Diyarbakır nüfus verileri üzerinde doğrusal regresyon ile test ve tahmin yapılmaktadır Diyarbakır elektrik tüketim tahmini için ise yapılan doğrusal regresyon metodunun yetersiz kaldığı görüldüğünden verilen verilerin tümü kullanılarak çoklu doğrusal regresyon metodu ile mevcut değerlere yönelik tahminler yapılmakta ve değerlendirilmektedir.

Yapılan çalışmada mevcut yıl, nüfus ve gayri safi yurtiçi hâsıla (GSYH) değerleri üzerinden tahmin yapılmaktadır. Aynı çalışmanın devamında ise tahmin edilen nüfus bilgisi yanında GSYH değerlerinin tahmini de yapılmakta ve elde edilen bu yeni değerler göre gelecek yıllar elektrik tüketim tahmini yapılmaktadır.

Daha önce aynı veri ile yapılan polinom regresyonu, destek vektör regresyonunu (SVR), karar ağaçları ve rasgele orman yöntemleri ile elde edilen sonuçlar ile de karşılaştırılacaktır.

Ayrıca çalışılan geleceğe ait tahminlerin bir kısmı geçmişte kaldığı ve gerçek değerler ortaya çıktığı için bu değerlerle karşılaştırma da yapılacaktır.

Eğitim (Training) veri kümesi, algoritmanın eğitilmesi için kullanılan kümedir. Test kümesi ise algoritmanın performansını gözlemek için kullanılan kümedir. Çalışmada önce eğitim kümesi oluşturulup model eğitilmekte sonra test kümesi ile doğruluk test edilmektedir. Modelin başarılı

DOI: https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8589-2-1.2025.0013.
ISBN: 978-9952-8589-2-1

görülmesi halinde de tahmin yapılmaktadır. Elimizde tahmin yaptığımız kısımlara ait gerçek veriler mevcut olduğundan bunlar ile de doğrulama yapılmaktadır. Test kümesi olarak ilk kullanılan verinin 0.2 ve 0.33'ü kullanılarak denemeler yapılmaktadır.

Veri Setlerinin Hazırlanması

Veriler farklı kaynaklardan toplanmıştır. Diyarbakır nüfus ve GSYH verileri TUİK verilerinden ve internetten elde edilmiştir. Diyarbakır elektrik tüketim verileri ise EPDK ve TEDAŞ raporları ile Karacadağ Kalkınma Ajansı dökümanlarından ve TUİK verilerinden toparlanmıştır. Diyarbakır elektrik tüketim verileri toplam tüketilen değil toplam faturalandırılan elektrik tüketim verileridir. Bu veriler 2020 ve 2021 yılı dahil olarak iki farklı şekilde değerlendirilecektir. Arta kalan veriler ile de doğrulama yapılacaktır. Çalışma için kaynak oluşturan veriler Tablo.1'de verilmiştir.

Program Arayüzünün Oluşturulması

Öncelikle tüm çalışmalarda Anaconda bünyesindeki Spyder idesi üzerinden Python programı kullanılmıştır. Çalışma kısmındaki tüm grafikler Python programı ile çalışma sonucu kısmındaki grafikler ise Microsoft Excel programı ile çizdirilmiştir. Ayrıca bazı çalışmalar ve tablolarda da Microsoft Excel programından faydalanılmıştır. R2 hesaplamaları Microsoft Excel programında hazırlanan tablolar sonucunda oluşturulmuş grafikler aracılığıyla ve bir kısmı da ve Spyder'dan elde edilmiştir.

Tablo 1. Diyarbakır Nüfus, GSYH ve Elektrik Tüketim Değerleri

Yıl	Nufus	GSYİH	Tüketim (MWh)
2007	1.460.714	6010,61	1.167.058
2008	1.492.828	6414,7	1.248.844
2009	1.515.011	6531,07	1.115.711
2010	1.528.958	7701,81	1.195.375
2011	1.570.943	9137,09	1.282.682
2012	1.592.167	10268,73	1.239.729
2013	1.607.437	12077,34	1.285.746
2014	1.635.048	12628,74	1.482.825
2015	1.654.196	14184,22	1.734.727

ISBN: 978-9952-8589-2–1

2016	1.673.119	15449,88	1.985.576
2017	1.699.901	17808,29	2.266.210
2018	1.732.396	20240,72	2.752.770
2019	1.756.353	23835,64	2.596.431
2020	1.783.431	27054,91	2.858.333
2021	1.791.373	34762	3.106.284
2022	1.804.880	71627	3.216.202
2023	1.818.133	135358	3.271.763

(TUİK, 2024) (TEDAS, 2022) (Diyarbakır Valiliği ve Karacadağ Kalkınma Ajansı, 2016) (EPDK, 2022) (Nufusu.com, 2022))

ÇALIŞMA

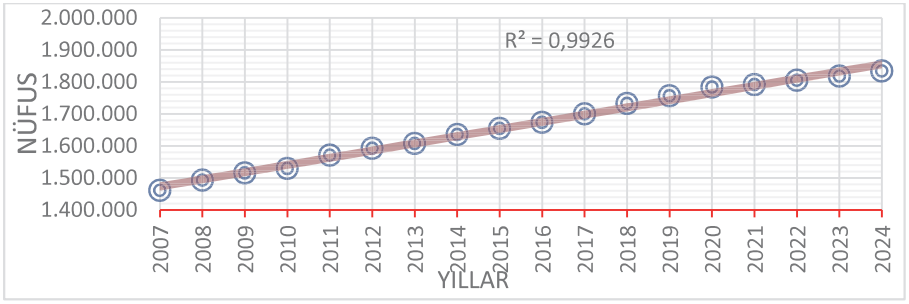
Çoklu Regresyon Yöntemiyle Diyarbakır Elektrik Tüketim Tahmini

Aynı veriyle daha önce yapılmış bir çalışmada Diyarbakır'a ait nüfus verilerinin doğrusal regresyon modeline uyum sağladığı Şekil 1'de görülmektedir (R^2 = 0,9968). Diyarbakır elektrik tüketim verileriyle ilgili aynı doğrusal regresyon modelinin yeterli başarımı göstermediği Şekil 2'de görülmektedir. (R^2 = 0,8767). Söz konusu çalışmada farklı regresyon yöntemlerinden olan polinomal regresyon, destek vektör regresyonu, karar ağaçları ve rasgele orman yöntemi denenmiştir (Uçar ve Kaygusuz, 2023). Bu çalışmada ise çoklu regresyon yöntemi denenecektir.

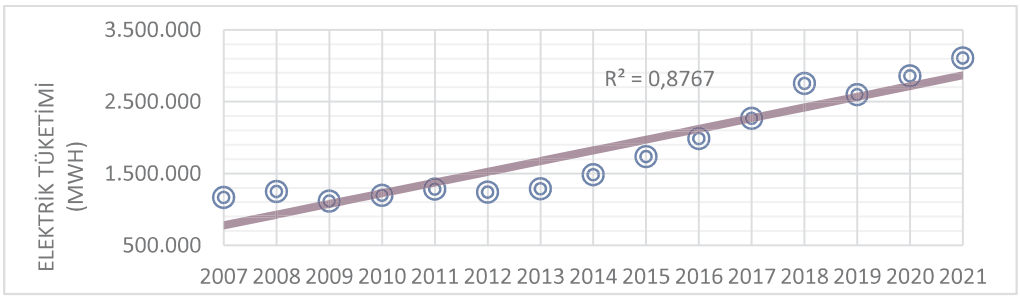
Elektrik tüketim tahmini için yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda tüketimi etkilediği düşünülüp değerlendirmeye alınan seçenekler Tablo 2'de görülmektedir. Tablo 2'ye göre en çok tercih edilen nüfus ve GSYH değerleri kullanılacaktır. Bu yüzden bu çalışmada nüfus ve GSYH ile paralellik gösteren kişi başı GSYH değerleri ölçüt alınmaktadır.

Şekil 3 a)'da tahmin çalışmasında kullanılan GSYH değerleri ve bu değerlerin doğrusal tahmin ile uyuşmadığı görülmektedir. (R^2 = 0,3803). Şekil 3 b)'de hem Türkiye hem de Diyarbakır için (R^2 = 0,9803) GSYH değerlerinin üstel fonksiyon ile daha iyi uyum sağladığı görülmektedir. Bu arada Diyarbakır için kişi başına GSYH değerlerinin Türkiye ortalamasıyla arasındaki farkın yıllar boyunca arttığı da dikkat çekmektedir.

DOI: https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8589-2-1.2025.0013.
ISBN: 978-9952-8589-2-1



Şekil 1. Diyarbakır nüfus değerleri ve doğrusal tahmin (Uçar ve Kaygusuz, 2023)

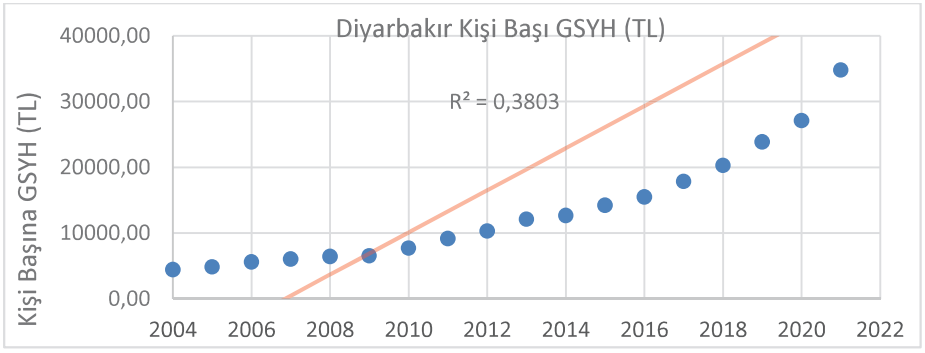


Şekil 2. Diyarbakır elektrik tüketim değerleri ve doğrusal tahmin

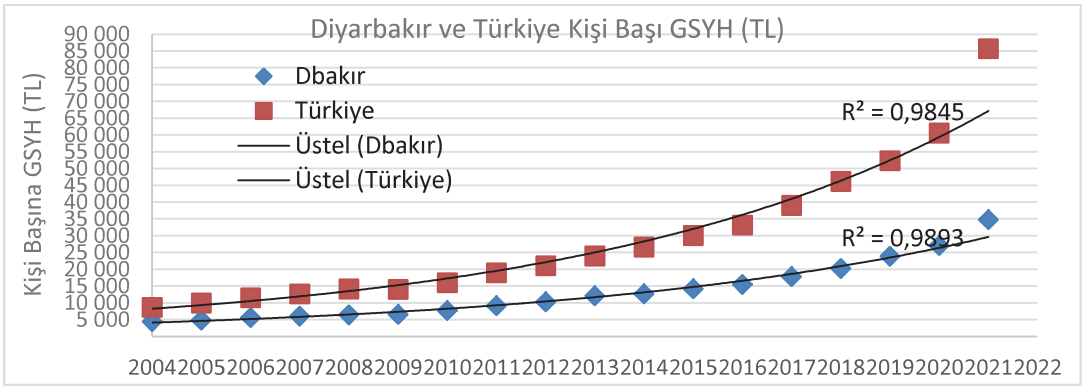
Tablo 2. Elektrik Tüketimini Etkileyen Etmenler

Nüfus	GSYİH	İthalat	İhracat	Toplam abone sayısı	Kurulu güç kapasitesi	Brüt elektrik üretimi	Kişi başına GSYİH	enerji tüketim verileri	GSMH	Milli gelir	Tüketici fiyat endeksi	Elektriğin ortalama fiyatı	Bina yüz ölçümü	Taşıt sayısı	internet kullanımı	ortalama yaşam beklentisi	brüt elektrik talebi	hane halkı büyüklüğü	eğitim durumu	sanayi girdi	Kaynak
	+									+	+										{Pao,2005}
+		+	+						+												{Kavaklioglu ve ark., 2009}{Hamzacebi,2006}
+	+						+														{Bianco ve ark., 2009}
+	+	+	+																		{Vecihi, 2011} {Kavaklioglu, 2019}
+	+											+									{Mohamed ve Bodger, 2005}
+				+	+	+															{F. Kaytez ve ark., 2015}
+	+	+	+										+	+							{Es ve ark., 2014}
	+														+	+					{Karaca ve Karacan, 2016}
+	+	+	+																		{Kaynar ve ark., 2016}
+	+							+													{ÖZKAN ve ark., 2019}
+	+						+										+				{Baltaş ve Akbay, 2021}
+	+	+	+					+										+	+	+	{Ülkü ve Yalpır., 2021}

ISBN: 978-9952-8589-2-1



a)



b)

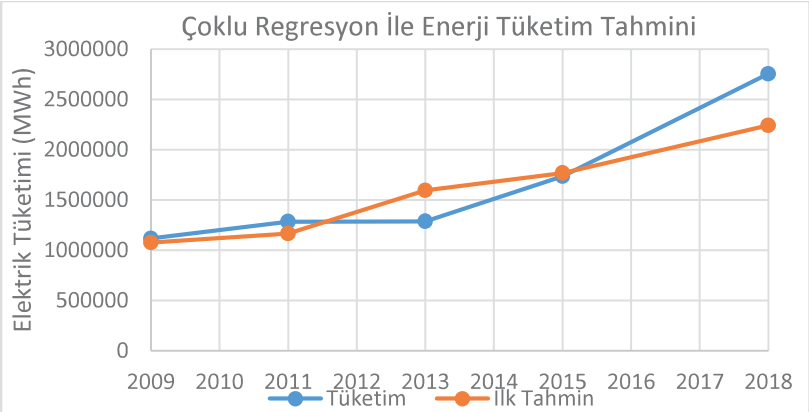
Şekil 3. a) Diyarbakır için GSYH ve doğrusal tahmin. b) Diyarbakır ve Türkiye için GSYH ve üstel tahmin.

Mevcut veriler %67 eğitim (train) ve %33 test olmak üzere kullanılmaktadır. Yıl, nüfus ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) değerleri X1, X2 ve X3 diye programa giriş olarak, tüketim değeri Y diye çıkış olarak verilmektedir. Eğitilen çoklu doğrusal regresyon modeli verilen test değerlerine göre aşağıdaki tabloda görülen tahmin değerlerini üretmektedir. Şekil 4'te gerçek değer ve tahmin değer grafiği görülmektedir.

Tablo 3. Çoklu Regresyon ile Yapılan Tahminler ve Gerçek Tüketimler

	x_test			y_test	y_pred
Index	Yıl	Nüfus	GSYH	Tüketim	İlk Tahmin
2	2009	1515011	6531	1115711	1074780
4	2011	1570943	9137	1282682	1165229
6	2013	1607437	12077	1285746	1593745
8	2015	1654196	14184	1734727	1767545
11	2018	1732396	20241	2752770	2240186

DOI: https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8589-2-1.2025.0013.
ISBN: 978-9952-8589-2-1



Şekil 4. Çoklu Regresyon İle Enerji Tüketim Tahmin Grafiği

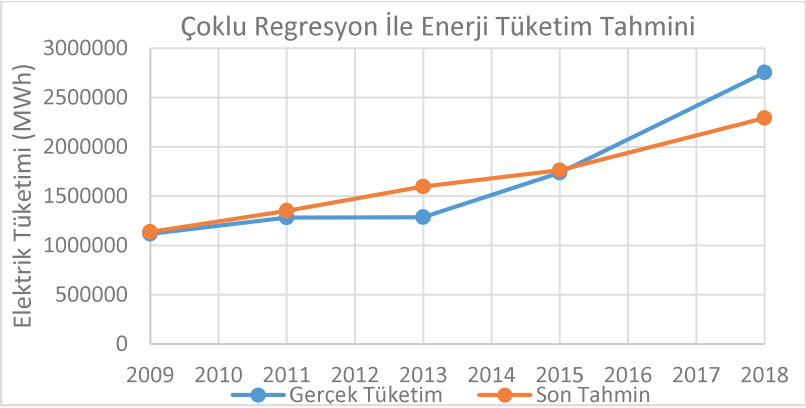
Kullanılan Python programın ölçütlerinden biri p-value (olasılık değeri)'dir. Giriş değerlerinin değerlenmesinde kullanılan bu değerin 0,05 ten büyük olmaması gerekmektedir. Sonuçlara bakıldığında bu değerin x1(yıl) ve x2(nüfus) değerleri için 0,05 değerini aştığı görüldüğünden daha yüksek p-value değerine sahip olan nüfus değeri veriden çıkarılarak yeni denemeler yapılmaktadır.

Nüfus değerleri çıkarıldıktan sonra yıl ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH) değerleri üzerinden eğitilen çoklu doğrusal regresyon modeli verilen test değerlerine göre Tablo 4'teki tahmin değerlerini üretmiştir. Şekil 4'te gerçek değer ve tahmin değer grafiği ve tahminin gerçek değere biraz daha yaklaştığı görülmektedir.

Tablo 4. Yıl ve GSYH Değerleriyle Çoklu Regresyon ile Yapılan Tahminler ve Gerçek Tüketimler

	x_test		y_test	y_pred
Index	Yıl	GSYH	Gerçek Tüketim	Son Tahmin
2	2009	6531	1115711	1136047
4	2011	9137	1282682	1349454
6	2013	12077	1285746	1595465
8	2015	14184	1734727	1760161
11	2018	20241	2752770	2289951

ISBN: 978-9952-8589-2-1



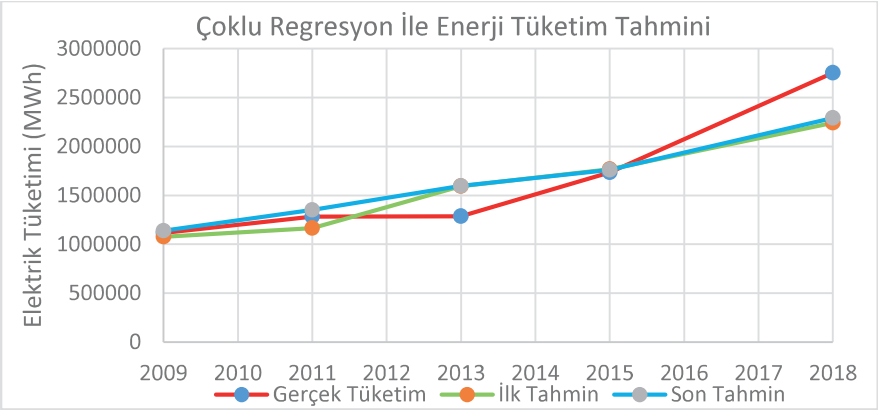
Şekil 5. Çoklu Regresyon İle Enerji Tüketim Tahmin Grafiği

Tablo 5'te yıl, nüfus ve GSYH değerleri üzerinden üretilen tahmin değeri (ilk tahmin) ile yıl ve GSYH değerleri üzerinden üretilen tahmin değeri (son tahmin) görülmektedir. Şekil 5'te gerçek değer, ilk tahmin ve son tahmin grafiği görülmektedir. Son tahminin daha başarılı olduğu görülmektedir. En başarılı model olarak nüfus sütununun elendiği grafik görülmektedir.

Tablo 5. Yıl ve GSYH Değerleriyle Çoklu Regresyon ile Yapılan Tahminler ve Gerçek Tüketimler

	x_test			y_test	y_pred	Nüfus sütunu elenince y_pred
Index	Yıl	Nüfus	GSYH	Gerçek Tüketim	İlk Tahmin	Son Tahmin
2	2009	1515011	6531	1115711	1074780	1136047
4	2011	1570943	9137	1282682	1165229	1349454
6	2013	1607437	12077	1285746	1593745	1595465
8	2015	1654196	14184	1734727	1767545	1760161
11	2018	1732396	20241	2752770	2240186	2289951

DOI: https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8589-2-1.2025.0013.
ISBN: 978-9952-8589-2-1



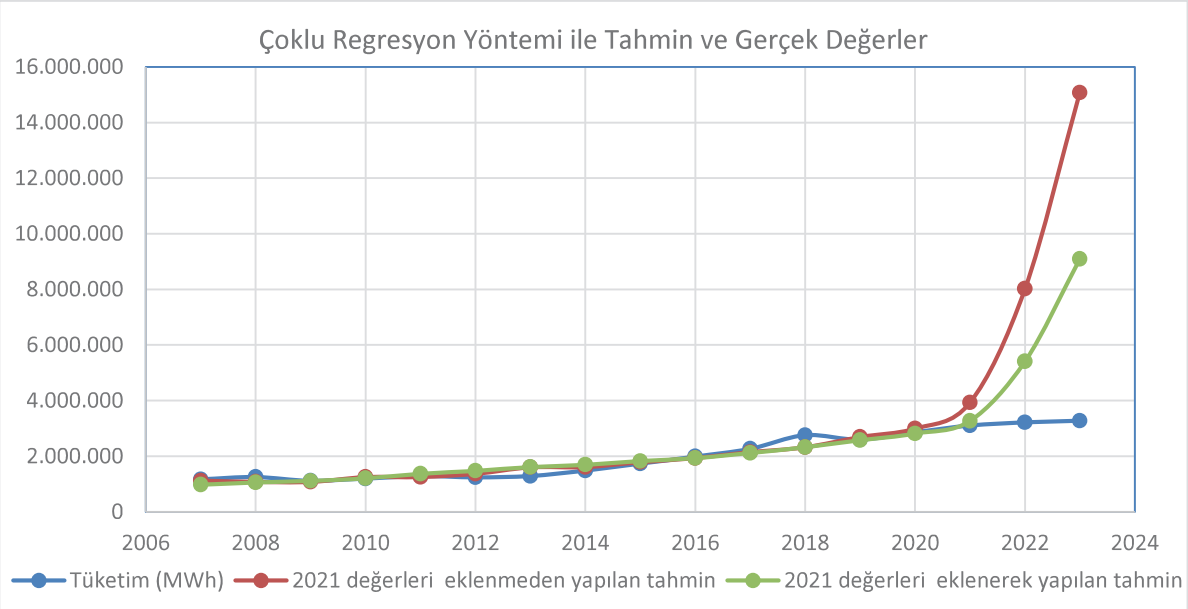
Şekil 6. Çoklu Regresyon İle Enerji Tüketim Tahmin Grafiği

Yapılan çalışmaya 2021 değerleri eklenip çalışma tekrarlanmıştır. Bu defa p-value değerinin 0.05 değerini geçmediği gözlemlendiğinden hem yıl, hem nüfus hem de GSYH değerleri kullanılmıştır. Yapılan bu son kısım çalışmada 2021 değeri eklenmemiş hali ile 2007-2020 yıllarına ait hem de eklenmiş hali ile 2007-2021 yıllarına ait 2 ayrı tahmin çalışması yapılmaktadır. Ayrıca her iki tahmin de de sonraki yıllara ait tahminler de Tablo 6'da görülmektedir. Şekil 7'de ise tahmin değerler ve gerçek değer noktasal grafiği görülmektedir. Kırmızı renkteki tahminlere ait değerler eğitim için programa verilmemiştir. Doğrulama için kullanılacak olan satırlardır. Sarı sütunda 2021,2022 ve 2023 değerlerinin daha çabuk hedeften saptığı yeşil sütunda ise 2022 ve 2023 değerlerinin gerçek değerler daha yakın olduğu görülmektedir. Sonraki yıllara ait tahmin değerleri bekleneni verememiş olsa bile eğitime tabi tutulan kısım için R^2 metriği olarak 0.991değeri elde edilmektedir. Bu değer ise daha önce aynı veri setiyle çalışılmış regresyon yöntemlerinden en başarılısı olan 3. Dereceden poligonal regresyon tahminine ait R^2=0,976 değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Uçar ve Kaygusuz, 2023)

ISBN: 978-9952-8589-2–1

Tablo 6. Çoklu Regresyon ile Yapılan Tahminler ve Gerçek Tüketimler

Yıl	Nufus	GSYİH	Tüketim (MWh)	2021 değerleri eklenmeden yapılan tahmin	2021 değerleri eklenerek yapılan tahmin
2007	1.460.714	6010,61	1.167.058	1.119.607	972.178
2008	1.492.828	6414,7	1.248.844	1.077.975	1.057.747
2009	1.515.011	6531,07	1.115.711	1.076.098	1.108.006
2010	1.528.958	7701,81	1.195.375	1.249.169	1.203.091
2011	1.570.943	9137,09	1.282.682	1.249.850	1.366.472
2012	1.592.167	10268,73	1.239.729	1.366.346	1.473.106
2013	1.607.437	12077,34	1.285.746	1.599.954	1.607.260
2014	1.635.048	12628,74	1.482.825	1.606.849	1.692.740
2015	1.654.196	14184,22	1.734.727	1.784.800	1.819.733
2016	1.673.119	15449,88	1.985.576	1.932.543	1.929.689
2017	1.699.901	17808,29	2.266.210	2.143.815	2.117.172
2018	1.732.396	20240,72	2.752.770	2.322.169	2.319.723
2019	1.756.353	23835,64	2.596.431	2.689.513	2.572.726
2020	1.783.431	27054,91	2.858.333	2.993.185	2.810.112
2021	1.791.373	34762	3.106.284	3.927.129	3.268.467
2022	1.804.880	71627	3.216.202	8.022.802	5.408.635
2023	1.818.133	135358	3.271.763	15.070.346	9.088.220



Şekil 7. Çoklu Regresyon İle Enerji Tüketim Tahmin Grafiği

SONUÇLAR

Yapılacak tahmin çalışmasında hangi yöntemin başarılı olacağı hakkında kesin çalışmalar mevcut olmamakla birlikte bazı modellerin daha başarılı olduğu görülmektedir.

Diyarbakır nüfus değerlerinin doğrusal regresyon çizgisi ile örtüştüğü görüldüğünden nüfus tahminleri doğrusal tahmin yöntemiyle tahmin edilmeye çalışılmıştır.

DOI: https://doi.org/10.30546/19023.978-9952-8589-2-1.2025.0013.
ISBN: 978-9952-8589-2–1

Yapılan ilk çoklu regresyon test denemesinde nüfus değerinin çıkarılmasının modeli daha verimli hale getirdiği görülmektedir.

Yapılan ikinci çalışmada 2021 değerleri modele dahil edildiğinde durum değişmekte ve veri eksiltmeye ihtiyaç kalmadığı görülmektedir. Yıl, nüfus ve GSYH değerleri üzerinden yapılan tahmin çalışması R^2 metriği açısından 0,99 değerini aştığından daha başarılı olarak değerlendirilmekte ve bu değerin daha önce çalışılmış regresyon metotlarından daha başarılı olduğu görülmektedir.

Bu çalışmaya göre elektrik tüketimini etkilemede önem sırasına göre GSYH, yıl ve nüfus değerleri etkili olmaktadır.

KAYNAKLAR

Alcan, Yalçın; Demir, Memnun. Sinop İli Elektrik Enerji Tüketiminin Farklı Yöntemler İle Tahmini Ve Karşılaştırılması. UMTEB-I, 2017, 937.

Arzu, Arı; Onder, Hasan. Farkli veri yapilarinda kullanilabilecek regresyon yöntemleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 2013, 28.3: 168-174

Baltaş, M., & Akbay, C. (2021). Akdeniz Elektrik Dağıtım Bölgesi (Antalya - Isparta - Burdur) Elektrik Tüketim Talep Tahmini. Yönetim Ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 19(2), 222-238.

C. Hamzacebi, Forecasting of Turkey's net electricity energy consumption on sectoral bases. Energy Policy, 35(3), 2009-2016, 2007. https://doi.org/10.1016/j. enpol.2006.03.014.

Diyarbakır Valiliği ve Karacadağ Kalkınma Ajansı. (2016). İstatistiklerle Diyarbakır. Url : https://www.karacadag.gov.tr/Dokuman/Dosya/www.karacadag.org.tr_174_XN3L37GB_istatistiklerle_diyarbakir_2016.pdf. [23.07.2025]

E. E. Nebati , M. Taş ve G. Ertaş , "Türkiye'de Elektrik Tüketiminde Talep Tahmini: Zaman Serisi Ve Regresyon Analizi İle Karşılaştırma", Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, sayı. 31, ss. 348-357, Ara. 2021, doi:10.31590/ejosat.998277.

EPDK. (2025). EPDK I Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu: 2015-2021 Elektrik Piyasası Gelişim Raporu. EPDK. Url : https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/elektrikyillik%20sektor-raporu. [23.07.2025]

Er, Y., & Karaca, E., (2021). Farklı Yöntemlerle Karadeniz Bölgesi'nin Aylık Elektrik Tüketim Tahmini. Academic Research for Sustainability-1 (pp.137-148), İstanbul: Artikel Akademi.

F. Kaytez, M. C. Taplamacioglu, E. Cam and F. Hardalac, Forecasting electricity consumption: A comparison of regression analysis, neural networks and least squares support vector machines. Electrical Power and Energy Systems, 67(1), 431-438, 2015. https:// doi.org/10.1016/j.ijepes.2014.12.036.

H. Balcı, İ. Işıklı Esener ve M. Kurban, «Regresyon Analizi Kullanılarak Kısa Dönem Yük Tahmini,» ELECO 2012 Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, Bursa, 2012.

H.T. Pao, Comparing linear and nonlinear forecasts for Taiwan's electricity consumption. Energy, 31(12), 2129-2141, 2006. https://doi.org/10.1016/j.energy. 2005.08.010.

Hüseyin Es,; Kalender, F. Yeşim; Hamzaçebi, Coşkun. Yapay sinir ağları ile Türkiye net enerji talep tahmini. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2014, 29.3. 495 – 504.

K. Kavaklioglu, H. Ceylan, H. K. Ozturk and O.E. Canyurt, Modeling and prediction of Turkey's electricity consumption using Artificial Neural Networks. Energy Conversion and Management, 50(11), 2719-2727, 2009

K. Kavaklioglu, Principal components based robust vector autoregression prediction of Turkey's electricity consumption. Energy Systems, 10(4), 889-910, 2019.

Karaca, C. ve Karacan, H. (2016). Çoklu regresyon metoduyla elektrik tüketim talebini etkileyen faktörlerin incelenmesi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(3), 182-195.

ISBN: 978-9952-8589-2–1

Kaynar, Oğuz; Yüksek, A. Gürkan; Demirkoparan, Ferhan. Genetik Algoritma İle Eğitilmiş Destek Vektör Regresyon Kullanılarak Türkiye'nin Elektrik Tüketim Tahmini. Journal of the Faculty of Economics/Iktisat Fakültesi Mecmuasi, 2016, 66.2.

M. Bilgili, B. Sahin, A. Yasar and E. Simsek, Electric energy demands of Turkey in residential and industrial sectors. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(1), 404-414, 2012. https://doi.org/10.1016/ j.rser.2011.08.005.

Nufusu.com. Url: https://www.nufusu.com/il/diyarbakir-nufusu. [23.07.2025]

Özkan, Ali Osman, et al. Türkiye'nin Enerji Talebinin Regresyon Analiz Teknikleriyle Uzun Dönem Tahmini. Cilt 3, 2019, 98.

TEDAS. (2022). TEDAŞ: 2007-2012 Faaliyet Raporları. TEDAŞ. Url : https://www.tedas.gov.tr/#!tedas_faaliyet_raporlari. [2022]

TUİK. (2025). Yıllara Göre İl Nüfusları. Türkiye İstatistik Kurumu. TUIK. Url : https://data.tuik.gov.tr/. [23.07.2025]

Uçar MT., Kaygusuz A. (2023). Cumhuriyetin 100. Yılında Cumhuriyet'ten Günümüze Ergani, Prof. Dr. Oktay Bozan, Editör, Ekin Yayınevi, Bursa, s.385-413, 2023.

Ülkü, H. & Yalpır, Ş. (2021). Enerji talep tahmini için metodoloji geliştirme: 2030 yılı Türkiye örneği . Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10 (1) , 188-201.

V. Bianco, O. Manca and S. Nardini, Electricity consumption forecasting in Italy using linear regression models. Energy, 34(9), 1413-1421, 2009. https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.06.034.

Y. Vecihi, Genetik algoritma ile Türkiye net elektrik enerjisi tüketiminin 2020 yılına kadar tahmini. International Journal of Engineering Research and Development, 3(2), 37-41, 2011.

Z. Mohamed and P. Bodger, Forecasting electricity consumption in New Zealand using economic and demographic variables. Energy, 30(1), 1833-1843, 2005. https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.08.012.