

KÜTAHYA İLİ ELEKTRİK PUANT YÜK TAHMİNİ

Atakan NALBANT¹ Yılmaz ASLAN² Celal YAŞAR³

^{1,2,3}Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mühendislik Fakültesi
Dumlupınar Üniversitesi, 43100, Kütahya

¹e-posta: analbant@mf.dumlupinar.edu.tr

²e-posta: yaslan@dumlupinar.edu.tr

³e-posta: cyasar@dumlupinar.edu.tr

Anahtar sözcükler: Yük Tahmini, Enerji Dağıtım Sistemleri, En Küçük Kareler Yöntemi

ÖZET

Bu çalışmada Kütahya için elektrik puant yük tahmini, en küçük kareler yöntemi kullanılarak doğrusal, üstel (exponential) ve kuadratik yaklaşım ile geriye doğru son beş yıl (2000-2004 arası) baz alınarak yapılmıştır. Bu yaklaşımların uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve en iyi sonuç veren yaklaşım araştırılmıştır.

1. GİRİŞ

Elektrik enerjisi sektörünün gelişiminde arz, talep, iletim, dağıtım ve fiyatlandırma konularında planlama çok önemlidir. Planlama çalışmalarının daha sağlıklı yapılabilmesi için kullanılacak talep verileri mümkün olduğunca doğru tahmin edilmelidir. Elektrik enerjisi tüketimine yönelik tahminler yük tahmini olarak da isimlendirilebilir. Tüketicilere ekonomik, güvenilir ve kaliteli enerji sunmak için, iyi bir yük tahminine dayalı planlama yapılmalıdır. Yük tahmini, geçmişteki koşulların incelenerek gelecekteki durumun tahmin edilmesine dayanır. Etkili bir sistem planlaması için, puant yük ve enerji ihtiyacının tahmin edilmesi gereklidir. Yük tahmin yöntemleri genel olarak kısa, orta ve uzun dönemli olmak üzere üç grupta toplanabilir [1,2].

Kısa dönem yük tahminleri, birkaç dakika ile bir günlük zaman dilimini kapsarlar. Güç santralleri arasında yük paylaşımı ile generatörlerin devreye girip çıkması kısa dönem yük tahminleri ile belirlenir. Genellikle, günlük yük eğrisindeki puant yük değerleri gerçek zamanlı olarak önceden görülmeye çalışılır. Bu tahmin yönteminde en önemli veri hava koşullarıdır.

Orta dönem yük tahminleri, bir gün ile bir yıllık zaman aralığını kapsar. Bu tahminlerde amaç; satış tarifelerini, bakım periyotlarını ve yakıt kaynaklarını belirleyerek iletim, dağıtım sistemleri ile kısa sürede devreye alınabilecek santralleri planlamaktır.

Uzun dönem yük tahminleri, bir yıldan daha uzun süreyi kapsamaktadır. Yeni enerji santralleri kurmak ve üretilen enerjiyi tüketiciye ulaştırmak, uzun süre gerektirdiği için gelecekteki enerji tüketim değerlerinin tahmin edilmesi bu grupta incelenir.

Son yıllarda Türkiye’de bazı illerin yük tahmini farklı yöntemler kullanılarak yapılmıştır [1,2,3,4,5,6].

Bu çalışmada Kütahya’nın 2000 yılından itibaren kaydedilen puant yük verilerinden yararlanılarak, en küçük kareler yöntemiyle beş yıllık puant yük tahmini gerçekleştirilmiştir.

2. TAHMİN YÖNTEMLERİ

Tahmin yöntemleri, genellikle matematiksel ve istatistiksel yöntemlere dayanır. Eğilim (trend) analizi, bir zaman serisinin uzun dönemdeki ana eğilimi olarak tanımlanan eğilimin bir doğru veya bir eğri ile ifade edilmesidir [6]. Eğilim analizinde bir değişkenin geçmişte almış olduğu değerler ile gelecekte alacağı değerler tahmin edilmektedir.

Bu çalışmada en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. En küçük kareler yöntemi; denklem (1)’de verildiği gibi hataların karelerinin toplamını minimize ederek en iyi sonucu bulmaktadır.

$$S = \sum_{i=1}^n (y_{i,gerçek\ deger} - y_{i,yaklaşım})^2 \quad (1)$$

Denklemden; n veri sayısını, $y_{i,gerçek\ deger}$ elde edilen verileri, $y_{i,yaklaşım}$ nasıl bir fonksiyonla yaklaştığını ve S ’de hataların karelerinin toplamını göstermektedir. En küçük kareler yönteminde S ’in her bir katsayıya göre diferansiyeli alınarak sıfıra eşitlenir. Bu şekilde eşzamanlı olarak çözülmesi gereken *normal denklemler* diye adlandırılan denklemler elde edilir [7,8]. Bu çalışmada aşağıda detayları verilen *doğrusal, üstel ve kuadratik fonksiyonlar* $y_{i,yaklaşım}$ olarak kullanılmıştır.

2.1. Doğrusal Yaklaşım

Bu yaklaşım, seride değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olarak ifade edilmesine dayanır. Zaman serisi denklem (1)'deki gibi ifade edilebilir [3,7].

$$y = a + bx \quad (2)$$

Denklemden, a doğrunun y eksenini kestiği noktayı, b 'de eğimi göstermektedir. Hatanın sıfır olması için en küçük kareler yöntemi uygulanırsa (3) ve (4) denklemleri elde edilir.

$$an + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \quad (3)$$

$$a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (4)$$

Bu denklemlerin eşzamanlı olarak çözülmesinden a ve b katsayıları bulunur. Denklemlerde y puant yük değerini, x yılları ve n ise baz alınan yıl sayısını göstermektedir. Elde edilen katsayılar denklem (2)'de yerine konularak yük tahmininde bulunabilir [1].

2.2. Üstel Yaklaşım

Bu yöntemde eğilim denklemini üstel bir fonksiyonla aşağıdaki gibi yazılır [6,7].

$$y = ab^x \quad (5)$$

Denklem (5), logaritmik şekilde yazılarak en küçük kareler yöntemi uygulandığında (6), (7) ve (8) nolu denklemler elde edilir.

$$\log y = \log a + x \log b \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n \log y_i = n \log a + \sum_{i=1}^n (x_i \log b) \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i \log y_i) = \sum_{i=1}^n (x_i \log a) + \sum_{i=1}^n (x_i^2 \log b) \quad (8)$$

Denklem (6) doğrusal olduğundan, doğrusal eğilim analizi uygulanarak a , b katsayıları denklem (9) ve (10)'daki gibi bulunur.

$$\log a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log y_i \quad (9)$$

$$\log b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \log y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (10)$$

Denklem (5)'de elde edilen a ve b katsayıları yerine yazılarak yük tahmininde bulunabilir [6].

2.3. Kuadratik Yaklaşım

Bu yaklaşımda denklem (11)'de verilen parabol kullanılmıştır [6,7].

$$y = a + bx + cx^2 \quad (11)$$

Parabolün katsayıları a , b ve c matris formunda (12)'deki denklem sisteminden çözülebilir.

$$\begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 \\ \sum_{i=1}^n x_i & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i^3 & \sum_{i=1}^n x_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \end{bmatrix} \quad (12)$$

Bulunan katsayılar denklem (11)'de yerine konularak yük tahmini yapılabilir.

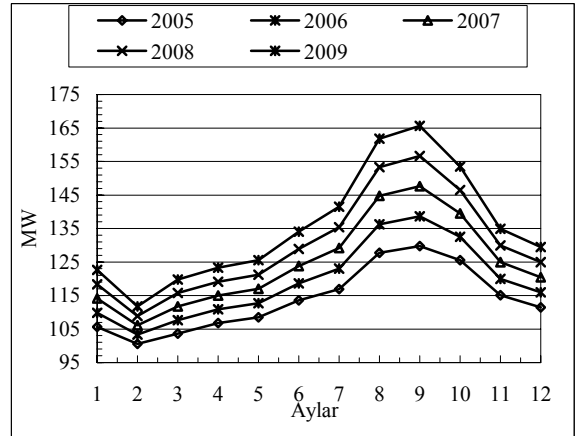
3. SAYISAL SONUÇLAR

Yukarıda açıklanan bu üç yaklaşım ve Kütahya Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketinden (TEDAŞ) alınan veriler kullanılarak Kütahya ilinin gelecek beş yılına ait puant yük tahmini yapılmıştır. Bu veriler 2000-2004 arasındaki aylık olarak kaydedilen puant yük değerleridir.

En küçük kareler yöntemi ile doğrusal yaklaşım kullanılarak Kütahya için gelecek 5 yıllık tahmini puant yük değerleri Tablo 1'de ve grafiksel olarak Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo-1. Doğrusal yaklaşımla tahmin sonuçları (MW)

Aylar	2005	2006	2007	2008	2009
Ocak	105.60	109.86	114.12	118.38	122.64
Şubat	100.58	103.36	106.14	108.92	111.70
Mart	103.61	107.66	111.71	115.76	119.81
Nisan	106.77	110.90	115.03	119.16	123.29
Mayıs	108.48	112.74	117.00	121.26	125.52
Haziran	113.56	118.68	123.80	128.92	134.04
Temmuz	116.87	123.04	129.21	135.38	141.55
Ağustos	127.70	136.22	144.74	153.26	161.78
Eylül	129.69	138.68	147.67	156.66	165.65
Ekim	125.54	132.52	139.50	146.48	153.46
Kasım	115.06	120.02	124.98	129.94	134.90
Aralık	111.44	115.94	120.44	124.94	129.44
Toplam	1364.90	1429.62	1494.34	1559.06	1623.78

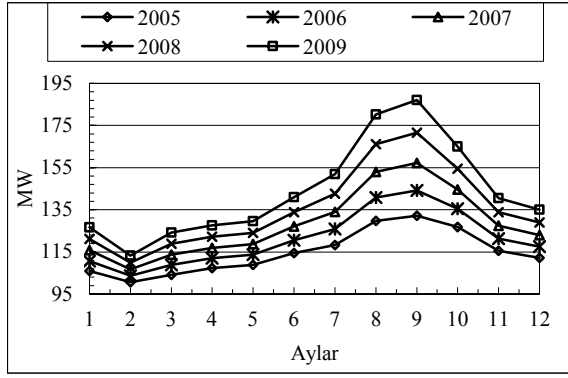


Şekil 1. Doğrusal yaklaşımla elde edilen sonuçlar

Aynı verilerle üstel yaklaşım kullanılarak elde edilen tahmini değerleri Tablo 2'de ve grafiksel olarak da Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo-2. Üstel yaklaşımla tahmin sonuçları (MW)

Aylar	2005	2006	2007	2008	2009
Ocak	105.89	110.76	115.84	121.15	126.72
Şubat	100.63	103.64	106.74	109.93	113.22
Mart	104.14	108.83	113.74	118.86	124.21
Nisan	107.27	112.02	116.99	122.18	127.60
Mayıs	108.81	113.67	118.75	124.05	129.60
Haziran	114.48	120.60	127.06	133.86	141.02
Temmuz	118.23	125.88	134.02	142.70	151.93
Ağustos	129.77	140.89	152.96	166.06	180.29
Eylül	132.20	144.18	157.25	171.50	187.04
Ekim	126.81	135.42	144.62	154.45	164.94
Kasım	115.61	121.37	127.43	133.78	140.46
Aralık	112.22	117.52	123.06	128.87	134.96
Toplam	1376.04	1454.78	1538.46	1627.41	1721.99



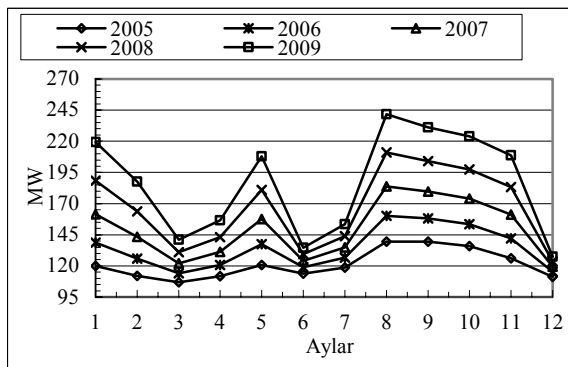
Şekil 2. Üstel yaklaşımla elde edilen sonuçlar

Doğrusal ve üstel yaklaşımlardan elde edilen sonuçların birbirlerine oldukça yakın olduğu Şekil 1 ve 2'den görülmektedir. Her iki yaklaşımla da gerçek değerlere uygun olarak ikinci aydan başlayarak devam eden artış dokuzuncu ayda en yüksek değerine ulaşmaktadır.

Kuadratik yaklaşımla puant yük değerlerinin tahmini Tablo 3'de ve grafiksel olarak Şekil 3'te gösterilmiştir.

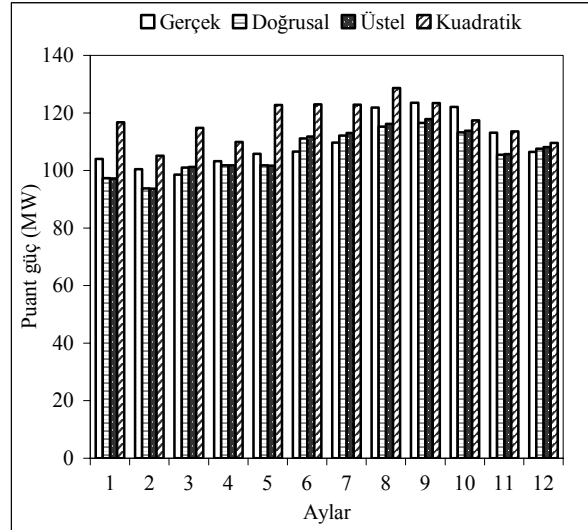
Tablo 3. Kuadratik yaklaşımla tahmin sonuçları (MW)

Aylar	2005	2006	2007	2008	2009
Ocak	120.00	138.66	161.43	188.32	219.33
Şubat	111.88	125.96	143.27	163.81	187.57
Mart	106.76	113.96	122.06	131.06	140.96
Nisan	111.72	120.80	131.29	143.20	156.53
Mayıs	120.78	137.34	157.41	181.00	208.11
Haziran	113.66	118.88	124.13	129.41	134.71
Temmuz	118.62	126.54	134.96	143.88	153.30
Ağustos	139.60	160.02	183.84	211.06	241.68
Eylül	139.44	158.18	179.71	204.02	231.11
Ekim	136.04	153.52	174.00	197.48	223.96
Kasım	126.06	142.02	161.12	183.37	208.76
Aralık	111.14	115.34	119.45	123.48	127.43
Toplam	1455.70	1611.22	1792.68	2000.09	2233.44



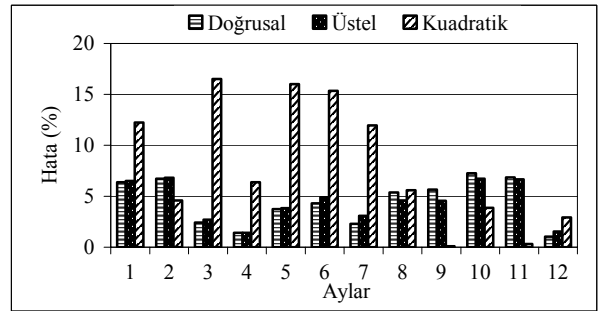
Şekil 3. Kuadratik yaklaşımla elde edilen sonuçlar

Grafikten görüleceği üzere kuadratik yaklaşımla özellikle üçüncü ve altıncı aylarda diğer yöntemlere göre büyük sapmalar gözlenmiştir. Kütahya için üç yaklaşım ile gerçekleştirilen 2004'e ait tahmin değerleri ile gerçek değerlerin birlikte gösterimi Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. 2004 yılına ait gerçek değerler ile tahmin edilen değerlerin birlikte gösterilmesi

Çalışmada her ay için puant yük tahmini yapıldığından değerlendirmeler aylara göre yapılmıştır. Şekil 4'deki değerler yerine, sonuçlar hakkında daha doğru karşılaştırma yapabilmek için Şekil 5'de verilen % hata değerleri çizilmiştir.



Şekil 5. 2004 yılına ait % Hata değerleri

Şekil 5 incelendiğinde, kuadratik yaklaşımın diğer yaklaşımlara göre özellikle yılın ilk yedi ayı için daha hatalı sonuç verdiği ve mutlak hatanın %17'ye kadar çıktığı görülmektedir. Doğrusal ve üstel fonksiyonlar kullanılarak yapılan tahminlerde ise, her iki yaklaşımın verdiği sonuçlar birbirlerini oldukça yakın çıkmaktadır. Bu yaklaşımlar için mutlak hata en yüksek %7'ye çıkmış ve altı ayda (3., 4., 5., 6., 7., 12. aylar) ise %5'in altında kalmıştır. Elde edilen sonuçlardan yük değişiminin daha çok doğrusal bir karakter sergilediği görüldüğünden doğrusal yaklaşım en iyi sonuçları verdiği sonucuna varılmıştır.

4. SONUÇ

Tüketiciye ekonomik, güvenilir ve kaliteli elektrik enerjisi sunabilmek için mevcut olan elektrik enerji sistemlerinin gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyacını ve puant yükü karşılayabilecek şekilde büyütülmesi gerekmektedir. Enerji üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinin planlamasının ilk adımlarından biri yük

tahminidir. Çalışmada Kütahya için puant yük tahmini en küçük kareler yöntemi kullanılarak üç yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. Yaklaşımlardan en uygun olanı seçilirken hata farkları gözlenmiştir. Genel olarak en uygun yaklaşımın doğrusal olduğu, elde edilen sonuçlardan anlaşılmaktadır. Bu yaklaşımın yük eğrisi karakteristiğine daha iyi yakınsadığı görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullandığımız verileri, bize sağlayan Kütahya TEDAŞ yetkililerine teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- [1] Aksel F., “Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağı Yöntemleri ile Uzun Dönem Yük Tahmini”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul 2000.
- [2] Hamzaçebi C., Kutay F., “Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 19, No 3, 227-233, 2004.
- [3] Hengirmen M. O., “Comparison of Three Forecast Methods for Power Demand in Gaziantep”, ELECO’99, sayfa 185-188, Bursa, 1999.
- [4] Karacasu Ö., Hocaoglu M. H., “Yapay Sinir Ağları ile Gaziantep Yöresi için Yük Tahmin Analizi”, International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Networks, TAINN 2003.
- [5] Yalçınöz T., Herdem S., Eminoğlu U., “Yapay Sinir Ağları ile Niğde Bölgesinin Elektrik Yük Tahmini”, ELECO’2002, sayfa 25-29, Bursa, 2002.
- [6] Yalçınöz T., Karadeniz Y., Yücel İ., “Niğde Bölgesi için Elektrik Yük Tahmini”, ELECO’2000, sayfa 8-12, Bursa, 2000.
- [7] Chapra, S.C., Canale, R.P., “Mühendisler için Sayısal Yöntemler”, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2003.
- [8] Akdeniz F. “Olasılık ve İstatistik”, Baki Kitabevi, 2002.