

NİĞDE BÖLGESİ İÇİN ELEKTRİK YÜK TAHMİNİ

Tankut YALÇINÖZ¹

Yahya KARADENİZ

İbrahim YÜCEL

Niğde Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,

Niğde 51200 / Türkiye

¹e-posta: tyalcin@alp.nigde.edu.tr

Anahtar sözcükler: Yük Tahmin Analizi, Tahmin Yöntemleri, Enerji Sistemleri

ABSTRACT

In this paper, load forecasting is made by five forecast methods. Least Square, Quadratic, Exponential, moving average and Holt's methods have been successfully applied to the power consumption forecast for next five years in Niğde region. Their experiment has been used for selecting the best of the forecast methods.

1. GİRİŞ

Özel ya da devlete ait elektrik şirketleri elektrik güç sistemlerinin kontrol, işletme, ekonomik olarak elektrik üretimi-dağıtım ve planlama aşamasında yük tahmin analizine başvururlar. Yatırımların verimli ve kazançlı olabilmesi için geleceğin enerji ihtiyacının bilinmesi gerekmektedir. Yük tahmin analizi çözümü zor elektrik güç sistemi problemlerinden biridir [1].

Yük tahminleri kısa, orta ve uzun dönemli olmak üzere üç değişik boyutta incelemek mümkündür. Kısa dönemli tahminler birkaç dakikadan bir güne kadar güç santralleri arasında yük paylaşımı, en iyi grup belirleme ve ekonomik işletmenin yapılabilmesi açısından çok önem arz etmektedir. Orta dönemli tahminler bir günden bir yıla kadar dönem için yakıt kaynaklarının dağılımını ve bakım işlemlerinin zamanlamasının belirlenmesi için kullanılır. Uzun dönemli analizlerde (bir yıldan daha uzun) iletim ağlarının ve yeni üretim kapasitelerinin ekonomik planlamasında önemli olmaktadır.

Yük tahmin analizi konusunda son yıllarda Türkiye de bazı çalışmalar yapılmıştır. Eşiyok ve arkadaşları [2] yapay sinir ağlarını kullanarak İstanbul'un bazı bölgeleri için Yük tahmin analizini gerçekleştirmiştir. Hengirmen ve Kabak [3] Gaziantep yöresi için yük tahmin analizini en küçük kareler yöntemi ile gerçekleştirmiştir. Hengirmen [4] en küçük kareler, hareketli ortalamalar ve basit exponansiyel metotlarını kullanarak Gaziantep bölgesinin enerji ihtiyacını tahmin etmiştir.

Yük tahmininin aylık verilere göre yapılması ve elde edilen sonuçlara göre kısa dönem planlarının yapılması karşılaşılan uygulamalardan biridir.

Sadownik ve Barbosa [5] Brezilya'nın endüstriye ait elektrik tüketiminin tahmin edilmesini aylık veriler kullanılarak zaman serisi ile gerçekleştirmişlerdir.

Bu çalışmada, Niğde'nin 1991 yılından itibaren aylık enerji verilerinden faydalanarak, beş tahmin analiz yöntemini kullanarak gelecek beş yılın enerji tahminleri gerçekleştirilmiştir.

2. TAHMİN YÖNTEMLERİ

Tahmin metotları genellikle nitelikli ve nicelikli olarak sınıflandırılır, matematiksel ve istatistiksel yöntemlere dayanmaktadır [6-8]. Zaman serisi analizi, bir değişkenin geçmiş zamanda almış olduğu değerlere karşılık, gelecek zamanda ne değerler alabileceğinin tahminidir. Bu çalışmada zaman serisi modellerinden en küçük kareler, kuadratik analiz, exponansiyel analiz, Holt's yöntemi ve hareketli ortalamalar kullanılarak 5 yıllık yük tahmini yapılmıştır.

2.1 Doğrusal Trend Analiz Yöntemleri

Trend analizlerinde yapılabilecek ilk iş gözlenen trendi etkileyen ve yönlendiren bileşenleri tahmin etmektedir. Bunu yaparken de, bu trendin doğrusal olup olmamasına bakarız. Bir olay, ilişki ya da sürecin zaman içinde gösterdiği değişimleri yada dalgalanmaları birinci dereceden matematiksel eşitlikler ile göstermek mümkünse, bu durumda doğrusal bir trend vardır.

En Küçük Kareler Yöntemi

Zaman serisi modellerinden olan en küçük kareler yöntemi, değişken değerlerin tespitinde kullanılmaktadır. Bir çok zaman serisi, zamanın basit bir doğrusal fonksiyonu olarak gösterilebilir.

$$X_t = b_1 + b_2 t + \epsilon_t \quad (1)$$

Burada b_1 kesişme noktası, b_2 eğim ve ϵ_t ise belirli bir zaman aralığındaki ortalama rasgele sapmayı göstermektedir. Tahmin tekniklerinin birçoğunda denklem (1)'deki değişkenlerin değer varsayımlarında en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır.

Zaman serisi işlemindeki ortalama, zamanla doğrusal olarak değişmekte olup t anındaki ortalama $b_1 + b_2 t$ 'dir.

T zaman aralığındaki uygun verilerin x_1, x_2, \dots, x_T olduğunu varsayarak uyarlanmış modelin denklemi (denklem (2)) ve verilen bir x_t tahmini için tahmindeki hata (e_t) (denklem (3)) aşağıda ki gibi verilebilir.

$$\hat{x}_t = \hat{b}_1 + \hat{b}_2 t \quad (2)$$

$$e_t = x_t - \hat{x}_t \quad (3)$$

b_1 ve b_2 değerlerini tespit edebilmek için uyarlanmış b_1 ve b_2 değerlerini öyle seçilmelidir ki hataların kareleri toplamı en aza indirilebilsin. Bunun sonucu olarak aşağıdaki denklemler elde edilir.

$$\hat{b}_1 \sum_{t=1}^T (1) + \hat{b}_2 \sum_{t=1}^T t = \sum_{t=1}^T x_t \quad (4)$$

$$\hat{b}_1 \sum_{t=1}^T t + \hat{b}_2 \sum_{t=1}^T t^2 = \sum_{t=1}^T tx_t \quad (5)$$

Burada

$$\sum_{t=1}^T t = \frac{T(T+1)}{2} \quad \text{ve} \quad \sum_{t=1}^T t^2 = \frac{T(T+1)(2T+1)}{6}$$

olarak alınabilir. Denklem (4) ve (5)'e en küçük kareler yönteminin norm denklemleri diyebiliriz.

Yukarıdaki denklemleri düzenleyerek \hat{b}_1 ve \hat{b}_2 bulunabilir. Gelecekte bir $T+\tau$ zaman birimindeki gözlemin yapılması için aşağıdaki denklem kullanılır.

$$\hat{x}_{T+\tau}(T) = \hat{b}_1(T) + \hat{b}_2(T)[T + \tau] \quad (6)$$

2.2 Doğrusal Olmayan Trend Analiz Yöntemleri

Bazı olayların oluşumları ve süreçlerin zaman içinde gösterdiği değişme trendini bir doğru yardımıyla açıklamak mümkün olmayabilir. Çünkü, bağımsız değişken üzerinde görülen değişmelere karşı bağımlı değişken üzerindeki değişmeler her zaman aynı yönde olmayabilir. Zaman dizileri arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı durumda ilgili trendi tahmin edebilmek için farklı teknikler kullanılır.

Exponansiyel Analiz

$$x_t(t) = b_1 e^{b_2 t} \quad (7)$$

Yukarıda ki fonksiyonda b_1 ve b_2 sabitlerinin tespitinde üstel davranışlı fonksiyonlara eğri uydurma yöntemi kullanılır. Ancak buradaki b_1 ve b_2 katsayılarını bulabilmek için bu fonksiyonu doğru denklemi şekline dönüştürmek gerekir. Aşağıdaki işlemlerle doğru denklemi elde edilir.

$$\ln x(t) = \ln b_1 + b_2 t \quad (8)$$

$$\text{buradan} \quad \hat{b}_1 = \ln b_1 \quad \text{ve} \quad \hat{b}_2 = b_2$$

$\hat{x}_t = x_t(t)$ şeklinde yazarak uyarlanmış model elde edilir.

$$\hat{x}_t(t) = \hat{b}_1 + \hat{b}_2 t \quad (9)$$

T zaman aralığındaki uygun verilerin $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ olduğunu varsayarsak uyarlanmış model denklem (9) da verilmiştir. Bu uyarlanmış modelin katsayıları

\hat{b}_1 ve \hat{b}_2 denklem (4 ve 5) kullanılarak bulunabilir. Gelecekteki bir $(T+\tau)$ zamanı için tahmin aşağıda verilmiştir.

$$\hat{x}_{(T+\tau)}(T) = \hat{b}_1 e^{\hat{b}_2(T)+(T+\tau)} \quad (10)$$

Kuadratik Analiz

$$X_t(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \quad (11)$$

Polinomunun katsayıları a_0, a_1 ve a_2 'nin bulunması ile geleceğe ait tahminler gerçekleştirilebilir. Polinomun katsayılarını bulmak için aşağıda verilen matris formunda düzenlenmiş olan denklem takımı çözülmüştür.

$$\begin{bmatrix} n & \sum t_i & \sum t_i^2 \\ \sum t_i & \sum t_i^2 & \sum t_i^3 \\ \sum t_i^2 & \sum t_i^3 & \sum t_i^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum f_i \\ \sum f_i t_i \\ \sum f_i t_i^2 \end{bmatrix}$$

Bu matrisin çözümünden a_0, a_1 ve a_2 bulunarak yukarıdaki polinomda yerine yazılırsa aranılan ikinci dereceden polinomun $x(t)$ eşitliği belirlenmiş olur. Bu ifade aşağıdaki şekilde düzenlenirse geleceğe ait tahmin denklemi elde edilmiş olur.

$$x_t(T + \tau) = a_0 + a_1(T + \tau) + a_2(T + \tau)^2 \quad (12)$$

2.3 Düzgünleştirme Yöntemleri

Uygulamalarda, gözlenen değişimin genel trendini mevsimsel, dönemsel ve tesadüfi etmenlerin etkisini kontrol altında tutmada tek bir eğriyle açıklamanın yetersiz kaldığı durumlarda vardır. Böyle durumlarda, genel trend dışında kalan değişmelerin etkilerini kontrol altında tutarak ilgilendiğimiz değişimin genel durumunu daha gerçekçi bir biçimde belirlemek gerekebilir. Aşağıda bu konudaki yapılmış bazı çalışmalar verilmiştir.

Hareketli Ortalamalar Analizi

İncelenecek olan zaman serisinin uygun bir şekilde herhangi bir matematik denklem ile belirtilmesi mümkün olmadığı takdirde, hareketli ortalamaların kullanılması ile trend çizgisinin temin edilmesi mümkündür [6]. Hareketli ortalamalar yöntemiyle, zaman serilerinde meydana gelen dalgalanmaların mümkün olduğu kadar giderilmesi amacı güdülmüştür.

Hareketli ortalamalar yöntemiyle elde edilen trend değerlerinin birleştirilmesi sonucunda trend çizgisi elde edilir. Yeni serinin trend eğrisi $x_t = b_1 + b_2 t$ denkleminin en küçük kareler yöntemi ile çözümlenmesiyle bulunabilir. Bu denklemden geleceğe ait tahmin denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\hat{X}_{t-\tau-1}(T) = b_1 + b_2(T+1+\tau) \quad (13)$$

Holt's Analizi

Zaman serisi lineer bir eğri ise bu yöntem tahminlerde iyi sonuç verir. t periyodu sonunda Holt's yöntemi ile temel seviye (base level) L_t ve artış miktarı T_t serideki her bir periyot için hesaplanır [6].

$$L_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

Burada, α ve β sabit sayı olmak üzere $0 < \alpha$ ve $\beta < 1$ olmalıdır. L_t 'yi hesaplamak için x_t bulunan periyottaki temel seviyenin tahmini ve $L_{t-1} + T_{t-1}$ periyottaki bir önceki değerlere dayanılarak hesaplanan t'inci periyodundaki temel seviyenin ortalaması hesaplanır. T_t 'yi hesaplamak için t-1 periyodunda t'inci periyoduna kadar olan trend tahmininin, T_{t-1} bir önceki trend tahmininin ve $f(t,k) = L + \tau(T)$ t'inci zaman sonunda (t+ τ), zamanın tahmininin ortalaması hesaplanır.

Sonuç olarak Holt's metodu lineer trend serileri için kullanılmaktadır. Tahmini sonuç aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$X(t) = a + bt + \epsilon_t$$

Burada a, 1. periyot başlangıcındaki esas değeri, b periyot başına trendi ve ϵ_t , t'inci periyot hatasını verir. Verilen x_t değeri için ϵ_t 'yi tahmindeki hata olarak alalım.

$$MAD = \frac{\sum |x_t - x_t \text{ için tahmin}|}{T}$$

olarak hesaplanır. Farklı α ve β değerlerini deneyerek MAD'ı (mean absolute deviation) minimize eden α ve β değerlerini buluruz. α ve β değerleri 0,5'den küçük değilse mevsimlik veya döngüsel davranış şu anki periyot içindir.

2.4 Theil Değerlendirme Yöntemi

Yapılan tahminin uygunluk derecesi öğrenilmek istendiği takdirde Theil deneyi uygulanır. Tahminlerin değerlendirilmesinde kullanılan Theil deneyinin esası: gözlenen değerler ile tahmin olunan değerler arasındaki uyuşmanın derecesini belirlemektir.

Meydana getirilen tahminin uygun bir tahmin olabilmesi için t=1 zamanı ile (t) zamanı arasındaki değişme miktarları gözlenen ve tahmin olunan değerler için aynı olmalıdır. Gözlenen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki uyuşmanın derecesi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$U^2 = \frac{\sum_i (x_i - \hat{x}_i)^2}{\sum_i x_i^2}$$

Burada U^2 uyuşmanın derecesini, \hat{x}_i t zamanında tahmin edilen değerleri ve x_i zamanında gözlenen değerleri göstermektedir. Yukarıdaki formülden de görülebileceği gibi \hat{x}_i ve x_i değerler arasındaki farkın büyük olması halinde U^2 'de büyük olacaktır.

Eşit sayıda parametreleri olan fonksiyonlardan teorik değerler ile gerçek değerler arasındaki farkların toplamını daha küçük veren fonksiyon o olayın trendini daha iyi temsil eder. Bu amaç için standart sapma aşağıdaki gibi hesaplanır.

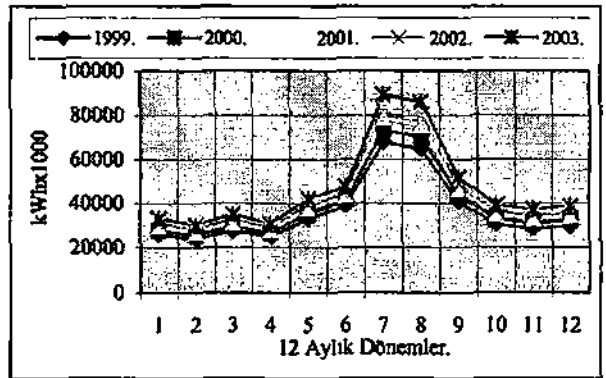
$$S = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}{T}}$$

3. SAYISAL SONUÇLAR

Beş yöntemle Niğde bölgesinin gelecek beş yılma ait yük tahmin analizi gerçekleştirilmiştir. TEDAŞ Niğde Müessesese Müdürlüğünden alınan verilerden faydalanılmıştır [9]. Bu verilerin 1994-1998'e kadar olan değerler aylık olarak tutulmuş değerlerdir. 1991-1993'e kadar olan değerler ise senelik değerlerdir. Bir yıllık olan 1991-1993 arasındaki değerler aylara göre oranlanarak aylık değerler elde edilmiştir.

Tablo-1. En Küçük Kareler yönteminin tahmin sonuçları (kWhx1000).

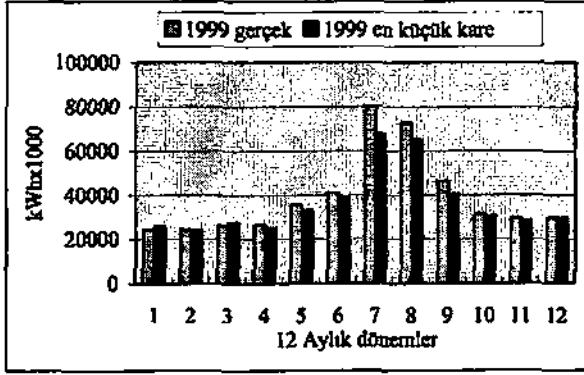
	1999	2000	2001	2002	2003
Ocak	25931	27733	29535	31336	33138
Şubat	23707	25269	26832	28395	29958
Mart	27484	29395	31306	33218	35129
Nisan	24964	26379	27795	29210	30625
Mayıs	32913	35224	37534	39845	42156
Haziran	38961	41132	43303	45474	47645
Temmuz	67757	73183	78609	84036	89462
Ağustos	64966	70245	75523	80802	86081
Eylül	40690	43480	46270	49061	51851
Ekim	30473	32622	34772	36921	39070
Kasım	28599	30745	32890	35036	37181
Aralık	29534	31848	34161	36475	38789



Şekil-1 En Küçük Kareler yöntemiyle elde edilen sonuçların grafiksel gösterimi

Bir istatistik programı yardımıyla, en küçük kareler yöntemi ile yük tahmin analizi çözülerek Niğde bölgesi için gelecek 5 yıllık elektrik enerjisi tahminleri gerçekleştirildi. En küçük kareler yöntemi ile elde edilen tahmin sonuçları Tablo-1'de verilmiştir. Şekil-1'de en küçük kareler yöntemi için elde edilen yıllara göre aylık tahminler gösterilmiştir. Şekilden de görülebileceği gibi 6'ncı aydan sonra elektrik tüketim artışı çok belirgin olmaktadır. Şekil-2'de de 1999'a ait en küçük kareler yöntemi ile elde edilen tahmin sonuçları ile gerçek değerlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Şekil-2'den görülebileceği gibi, 1999'a ait en

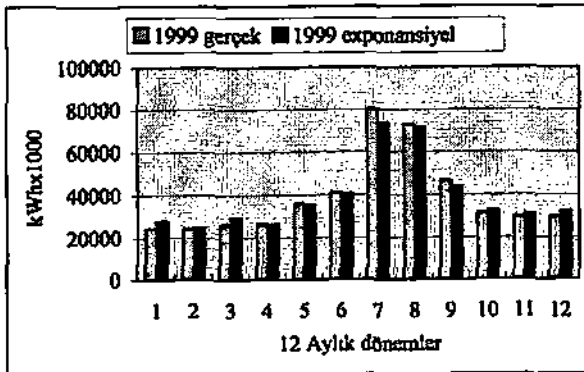
küçük kareler yöntemi ile elde edilen tahminler 1999'un gerçek değerlerine çok yakındır.



Şekil-2 1999'a ait tahmin-gerçek değerler

Tablo-2. Exponansiyel Analizle elde edilen gelecek 5 yıllık tahminleri (kWhx1000).

	1999	2000	2001	2002	2003
Ocak	27737	30796	34192	37963	42149
Şubat	25088	27627	30422	33500	36890
Mart	29228	32409	35937	39849	44187
Nisan	26125	28285	30623	33154	35895
Mayıs	35162	39079	43431	48269	53645
Haziran	40612	43886	47423	51246	55376
Temmuz	73788	83888	95370	108424	123265
Ağustos	71741	82058	93859	107356	122794
Eylül	43413	48116	53328	59104	65506
Ekim	32682	36379	40495	45076	50176
Kasım	30661	34389	38570	43286	48518
Aralık	32211	36494	41347	46845	53074



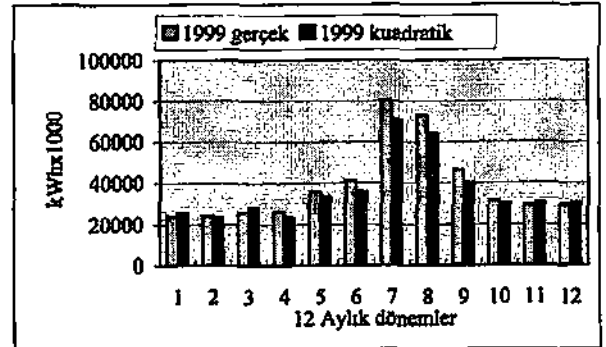
Şekil 3. 1999'a ait exponansiyel analiz sonuçlarının gerçek sonuçlarla karşılaştırılması

Exponansiyel analiz Matlab ortamında hazırlanan programla çözümlenerek Niğde bölgesi için gelecek 5 yıllık elektrik enerjisi tahminleri gerçekleştirilmiştir. Exponansiyel analizle elde edilen tahmin sonuçları Tablo-2'de verilmiştir. Şekil-3'de, 1999'a ait exponansiyel analiz ile elde edilen tahmin değerleri ile gerçek değerlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu şekilden de görüleceği gibi sonuçların gerçek değerlere çok yakın olduğu görülmektedir.

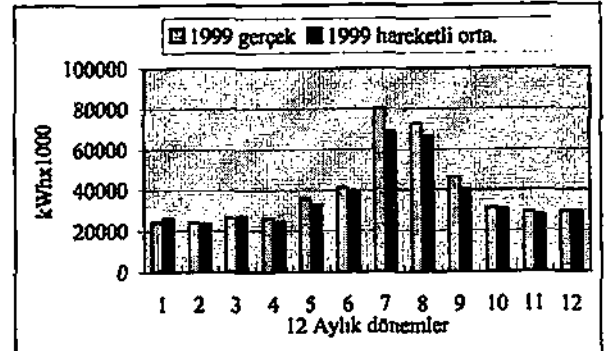
Tablo-3. Kuadratik analizle elde edilen gelecek 5 yıllık tahminleri (kWhx1000).

	1999	2000	2001	2002	2003
Ocak	25852	27601	29340	31067	32785
Şubat	23724	25299	26876	28455	30037
Mart	28437	30984	33658	36459	39388
Nisan	23596	24100	24422	24561	24518
Mayıs	33269	35817	38413	41056	43746
Haziran	35894	36022	35739	35050	33950
Temmuz	70812	78276	86147	94425	103111
Ağustos	64352	69222	74009	78715	83338
Eylül	40160	42596	44962	47257	49481
Ekim	30316	32361	34384	36387	38369
Kasım	30619	34111	37873	41904	46204
Aralık	30565	33566	36704	39980	43393

Kuadratik analiz için Matlab ortamında hazırlanan programla çözümlenerek Niğde bölgesi için gelecek 5 yıllık elektrik enerjisi tahmini yapılmıştır. Kuadratik analizle elde edilen tahmin sonuçları Tablo-3'de verilmiştir. Şekil-4 ile de 1999'a ait kuadratik analiz ile elde edilen tahmin değerleri ile gerçek değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve sonuçların gerçek değerlere çok yakın olduğu görülmüştür.



Şekil-4. Kuadratik metodun sonuçları-geçmiş değerler



Şekil-5. 1999'a ait hareketli ortalamaların tahmin sonuçları ve TEDAŞ'ın değerleri

Üç aylık hareketli ortalamalara göre enerji tahminleri gerçekleştirildiğinde, Matlab ortamında hazırlanan Hareketli ortalama metodu ile elde edilmiş olan Niğde bölgesinin gelecek 5 yıllık yük tahmin sonuçları Tablo-4'de verilmiştir. Şekil-5 ile de 1999'a ait hareketli ortalamalar analizi ile elde edilen tahmin

değerleri ile gerçek değerlerin karşılaştırılması görülmektedir.

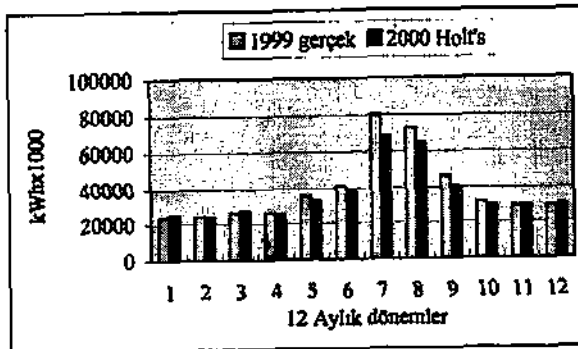
Tablo-4. Hareketli ortalamalarla elde edilen gelecek 5 yılın tahminleri (kWhx1000).

	1999	2000	2001	2002	2003
Ocak	25957	27762	29567	31371	33176
Şubat	23236	24697	26158	27620	29081
Mart	26958	28777	30596	32415	34233
Nisan	24662	25981	27301	28620	29939
Mayıs	33006	35344	37681	40019	42357
Haziran	39697	41941	44185	46430	48674
Temmuz	68830	74542	80253	85964	91676
Ağustos	66592	72208	77825	83441	89057
Eylül	40133	42798	45462	48127	50791
Ekim	30271	32376	34482	36587	38693
Kasım	27953	30006	32059	34111	36164
Aralık	29317	31623	33929	36235	38541

Tablo-5. Holt's metotla elde edilen gelecek 5 yılın tahminleri.

	1999	2000	2001	2002	2003
Ocak	25529	27096	28664	30232	31799
Şubat	23740	25197	26653	28109	29566
Mart	27540	29614	31688	33762	35837
Nisan	25314	26831	28348	29866	31383
Mayıs	32976	35376	37777	40178	42578
Haziran	39032	41324	43615	45906	48197
Temmuz	68506	74453	80399	86346	92292
Ağustos	64538	69822	75106	80390	85675
Eylül	40683	43193	45703	48213	50723
Ekim	29544	31525	33507	35488	37469
Kasım	29475	32182	34889	37597	40304
Aralık	30157	32774	35391	38009	40626

Tahminleri aylara göre yaptığımız için aylara göre MAD değerlerinden α ve β değerleri hesaplanır. Bu yöntemde bilinmesi gereken diğer bir veri ise L_0 ve T_0 değerleridir yaklaşık olarak alınır. Niğde bölgesine ait gelecek beş yıllık enerji ihtiyaç tahmini Matlab ortamında gerçekleştirilen Holt's analiz metoduyla elde edilmiştir. Tahminler Tablo-5 verilmiştir. Şekil 6'da da 1999'a ait gerçek değerlerle tahmini değerlerin karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil-6 1999'a ait tahmin-gerçek değerler (Holt's)

Niğde bölgesi için beş yöntemle gerçekleştirilen 1999'a ait yük tahmin sonuçları ile gerçek değerlerin karşılaştırılması sonuçlarından görüleceği gibi, elde edilen sonuçlar gerçek değerlere çok yakındır. Uygun tahmin yöntemini seçebilmek için Theil deneyi sonuçlarına ve standart sapmalara bakılabilir. Bu çalışmada her ayın yük tahmini yapıldığı için değerlendirmeler de aylara göre yapılacaktır. Buna göre; ocak ayı için en uygun yöntem kuadratik analiz metodudur. Şubat, mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz, eylül, ekim, kasım ve aralık ayları için en uygun yöntem hareketli ortalamalar yöntemidir. Ağustos ayı için ise exponansiyel analiz olarak olduğu tesbit edilmiştir.

4. SONUÇ

Yük tahmin analizine, ekonomik elektrik üretimi ve dağıtım planlamasını yapabilmek için başvurulur. Bu çalışmada Niğde bölgesi için yük tahminini beş yöntemle gerçekleştirmiştir. Bu yöntemler en küçük kareler, exponansiyel, kuadratik, Holt's ve hareketli ortalamalardır. Tahmin yöntemlerinden en uygunu Theil deneyi ve standart sapma sonuçlarına göre seçilmiştir. Genel olarak Niğde bölgesi için en uygun yöntemin hareketli ortalamalar yöntemi olduğu elde edilen sonuçlardan görülmüştür. 1999'a ait beş yöntemle elde edilen tahminler ile gerçek değerler karşılaştırılmış ve tahmin sonuçlarının gerçek değerlere çok yakın olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Harry G. Stoll 'Least-Cost Electric Utility Planning', John Wiley & Sons, New York, 1989.
- [2] Eşiyok E., Hocaoglu A. T., Dumanlı M., 'Güç Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları ile Yük Tahmin Analizi', Elektrik Mühendisliği 6. Ulusal Kongresi, pp. 69-72, 1995.
- [3] Hengirmen M.O., Kabak S., 'Gaziantep ve Yöresinde 5 Yıllık Elektrik Enerjisi İhtiyaç Tahminleri', Elektrik Elektronik Bilgisayar Müh. 8.Ulusal Kongresi, pp.333-335, 1999.
- [4] Hengirmen M.O., 'Comparison of Three Forecast Methods for Power Demand in Gaziantep', Eleco'99 International Conference on Electrical and Electronics Eng., Bursa, pp 185-188, 1-5-December,1999.
- [5] Sadownik R., Barbosa E. P., 'Short-term Forecasting of Industrial Electricity Consumption in Brazil', Journal of Forecasting, Vol. 18, pp. 215-224, 1999.
- [6] Wayne L. Winston 'Operations Research, Application and Algorithms', International Thomson Publishing, California, 1994.
- [7] Arıcı H., 'İstatistik yöntemler ve uygulamalar', Ankara, 1993
- [8] Bağrıkan Ş., 'İstatistiksel Analiz', Bilim Teknik Yayın Evi, 1993
- [9] TEDAŞ, Niğde verileri, 1999.