

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE İKLİM KOŞULLARI ETKİLİ BÖLGESEL YÜK KESTİRİMİ

Yusuf ÇİLLİYÜZ¹, Faruk ARAS², Melih İNAL³ ve Mevlüt KARAÇOR⁴

^{1,2,4}Elektrik Eğitimi Bölümü, Kocaeli Üniversitesi
Umuttepe, Kocaeli

³Elektronik–Bilgisayar Eğitimi Bölümü, Kocaeli Üniversitesi
Umuttepe, Kocaeli

¹e-posta: ycilliyuz@kou.edu.tr

²e-posta: arasfa@kou.edu.tr

³e-posta: minal@kou.edu.tr

⁴e-posta: mkaracor@kou.edu.tr

ABSTRACT

Today, generation, transmission and distribution power systems should be installed to compensate the increasing of energy demand that is caused by the development of technology. The load demand and weather condition data of recent years are used to install the system properly and the load is forecasted by using artificial neural networks (ANN). In this study, load is forecasted by using the model of the feed forward-back propagation algorithm of ANN by considering regional weather conditions for 154kV transmission system of Bursa City. It has been observed that load forecasting by using ANN does not require much mathematical computation and time. It has been also deduced that weather conditions such as wind, humidity and temperature affect the result of load forecasting.

Anahtar sözcükler: Yük Kestirimi, Yapay Sinir Ağları, İklim Koşulları

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle elektrik enerjisi ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek için enerji üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinin geleceğe dönük olarak planlanması zorunludur. Bu sistemlerin geleceğe dönük olarak tasarlanmasında yıllara bağlı olarak artan yük talebinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Yük kestirimi, enerji üretimi, iletim ve dağıtım kapasitesinin planlaması bakımından büyük önem taşır. Enerji sistemlerinin geleceğe dönük olarak planlanması uzun bir dönemi kapsayabilir. Bu nedenle yük kestiriminde birçok parametre etkili olabilmektedir. Geleceğe dönük kestirim yapan kişi, gelecekteki talebin büyüklüğünü etkileyecek olan az bilgiye sahip ise verilecek kararlar daha çok önem taşır. İletim hatlarının planlanması sırasında bölgesel yük kestiriminin iyimser yaklaşım ile yapılması durumunda ileriki yıllarda hattan çekilebilecek olan yük kapasitesinin çok üstünde olabilecektir. Bu durumda sisteme bağlı olan yeraltı kabloları ve güç transformatörleri gibi işletme araçları zarar görebilir. Yük kestiriminin kötümser yaklaşım ile yapılması durumunda ise hattın yüklenme akımı, izin verilebilir

değerin çok altında kalacaktır. Bu durumda tesis edilen hat için öngörülen sınır değere ulaşılmayacak ve sistem gereksiz yere yüksek kapasitede tasarlanmış olacağından tesis ve yatırım maliyeti önemli ölçüde artacaktır [1].

Yukarıda sözü edilen iki durum için de maliyet çok yüksek olacaktır. Bu nedenle hattın yüklenmesinin geleceğe dönük olarak nasıl artacağı, yanıtı aranan bir soru olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde, enerji iletim sistemi için yapılan akım taşıma kapasitesi hesaplamalarında %65’lik yük faktörü dikkate alınarak işletme araçları seçilmekte ve tesis edilmektedir. Genellikle sistem, bu yük faktörünün altında işletilmekte ise de aşırı yüklenme ve puant saatlerinde %100’ e yakın değerler alabildiği gibi, yanlış planlama durumunda kısa süre sonra buna yakın değerlerde işletilebilmektedir.

Sorunun çözümü için, sağlıklı bir planlama ve hassas bir yük kestirimi yapılması gereklidir. Bu amaçla analiz edilen yüklerin özellikleri ve büyüklüklerinin, günlük, aylık vb. dönemsel değişimleri, bölgesel dağılımları çok önem taşımaktadır. Geçmişe ait yük verileri incelenerek bu yüklerin büyüme şekli geleceğe dönük yük kestirimi yaparken en önemli parametreyi temsil etmektedir. Bunun dışında önemli diğer bir nokta olan endüstriyel alanların sisteme girişinin de göz önünde tutulması, yük artışındaki can alıcı noktayı teşkil etmektedir. Bu nedenle yük kestirim çalışmaları önemli yargı ve sonuçları içermektedir[1].

Yük kestirimi elektrik enerji piyasasının arz, talep, üretim, iletim, dağıtım ve ücretlendirme gibi konularında çok büyük önem taşımaktadır. Güç sistemlerinin planlanması gelecekte sisteme ilave edilebilecek yüklerin kestirimiyle başlar. Yük kestirimi, enerji üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinin geleceğe yönelik talepleri karşılayabilecek şekilde yapılması gereklidir. Planlama çalışmalarının daha sağlıklı yapılabilmesi için kullanılacak olan talep verileri gerçeğe yakın olarak kestirilmelidir. Etkili bir sistem planlaması için gerek duyulan enerji ihtiyacının ve puant yük miktarının kestirilmesi gerekmektedir[2].

Bu çalışmada, YSA ile yük kestirimi yapılmaktadır. YSA ile yapılan yük kestirimleri hem zaman açısından hem de doğruluk açısından büyük fayda taşımaktadır. Bu yöntem ile yük kestirimine etki eden parametreler bir fonksiyon olarak tanımlanarak kestirim işleminde kullanılabilir. Ayrıca birçok parametre yük kestiriminde kullanıldığından yapılan yük kestirimi gerçeğe daha yakın sonuç verebilmektedir.

Yük kestirimini etkileyen iklim koşulları da her bölgeye göre değişim göstermektedir. Bu nedenle yük kestirimleri yapılırken iklim koşulları da göz önünde bulundurulmaktadır. Çünkü iklim koşulları olarak adlandırılan meteorolojik verilerin ani değişimi yükte de ani değişimlere sebebiyet vermektedir. Bu durum dar bölgesel alanlarda daha büyük önem arz etmektedir[3, 4].

İklim koşullarının değişmesi nedeni ile YSA modeli kullanılarak dar bölgesel yük kestirimi yapılmıştır.

2. YAPAY SİNİR AĞLARI YÜK KESTİRİM MODELİ

YSA, diğer sistemlere göre bazı işlemlerde daha iyidir. Özellikle eksik verilere sahip, genellikle insanların sezgisel temeline dayanan, bulanık veya çok yüksek karmaşıklıkta problemlerde iyi sonuçlar verir. Ayrıca YSA'lar, doğrusal olmayan sistemlerde oldukça iyi

sonuç verdiğinden elde edilen verilerden hareketle, bilinmeyen ilişkileri akıllıca hemen ortaya çıkarabilmektedir. Bu özellikleri nedeni ile daha karmaşık problemleri doğrusal tekniklerden daha az hata ile çözebilirler.

Elektrik güç sistemlerinde yük kestirimi için YSA modelinin sisteme bağımlı olmadığı, yani modelin sistemden sisteme değişiklik göstereceği bilinmektedir. Değişik yük karakteristiklerine sahip bölgelerin yük kestirimini gerçekleştirmek için farklı YSA modeli kullanmak gerekmektedir. Bu bağlamda yük kestirimi için farklı YSA yapılarına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir [5].

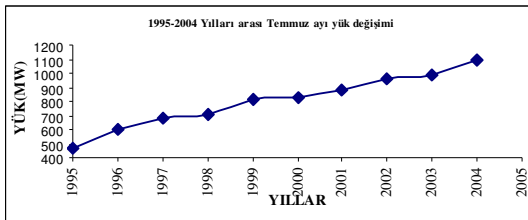
Bu çalışmada, Bursa ili iletim sisteminin geleceğe dönük orta ve uzun dönem yük kestirimi yapılmıştır. Bursa ilinin seçilmesindeki en büyük etken yük kestirimine etki eden birçok özelliği taşımasıdır. 1995'ten günümüze kadar olan verilerde çoğu yıllar bölgede kalkınma planında öngörülen %8'lik yük artışından fazla artış olmuştur.

Yük kestiriminde, Bursa ilinin geçmiş yük tüketimleri ve iklim koşulları (sıcaklık, nem ve rüzgar değerleri) oluşturulan modelde giriş olarak kullanılmıştır.

Tablo 1: 1995–2004 arasındaki aylık yük verisi (MW)

YÜK (MW)												
AY/ YIL	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1995	492	519	459	436	463	392	471	451	464	490	505	508
1996	563	526	595	594	573	574	605	599	620	661	675	682
1997	677	693	715	711	676	667	679	684	695	748	828	796
1998	705	796	786	740	731	750	709	741	700	779	779	786
1999	750	842,5	827,5	767,5	752	807,5	807	770	793	785	839	933
2000	832	889	869	795	773	865	828	903	849	884	913	826
2001	873	833	885,5	837,5	793	891	875	916,5	882,5	905	892	872
2002	885	893	902	880	847	917	964	930	916	925	917	1011
2003	980	961	945	938,5	922	958	982	1010	1020	963	977	1070
2004	1010	1050	1036	997	988	1050	1092	1088	1106,6	1079	1138,7	1178

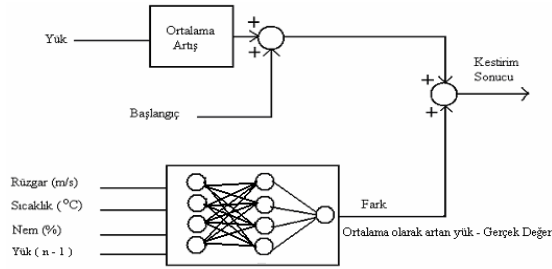
Şekil 1'de 1995–2004 yılları arasındaki Temmuz ayı yük verilerinin genel itibari ile artış gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte rüzgar, nem ve sıcaklık eğrileri incelendiğinde bu aylarda sıcaklık ve rüzgar hızı maksimum iken nem oranı minimum düzeydedir.



Şekil 1: 1995–2004 Yılları arası Temmuz ayı yük değişimi

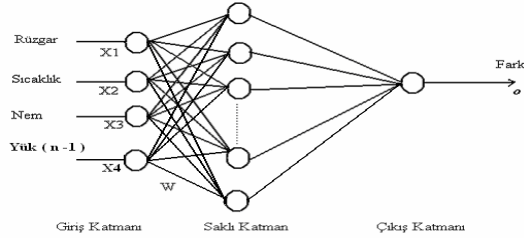
Şekil 2'de gösterilen iklim koşulları etkili yük kestirim modeli, MATLAB 6.5 R13'da oluşturulmuştur. Bu model içerisinde her ay için eğitimin gerçekleştirildiği YSA modelleri mevcuttur. 6 yıllık eski yük verileri ve meteorolojik verilerin aylık değerleri göz önünde bulundurularak 4 adet giriş kullanılmıştır. Şekil 3'teki Şekil 2'deki gibi yük kestirimi için eğitimi gerçekleştirilmiştir. Bu modelde, deneme yanılma yöntemi ile aktivasyon fonksiyonları ve eğitim algoritması belirlenmiştir [6]. Bu uygulanan eğitim sonucunda en iyi sonuç veren parametreler ele alınmıştır. Ayrıca sistemde altı senelik gerçek yük verileri ve yıllık olarak artan ortalama yük miktarı da model içinde tutulmuştur. Meteorolojik veriler olan rüzgar hızı, sıcaklık ve nem oranları ile üç adet farklı YSA modeli kullanılarak geleceğe dönük kestirimi yapılmıştır. Bu şekilde elde

edilen meteorolojik veriler, Şekil 2'deki yapısı görülen yapay sinir ağı ile yapılan yük kestirimi modeline sunulmuştur. Böylece çıkış olarak elde edilen gerçek yük değerleri ile ortalama yük değerleri arasındaki fark, hedef olarak belirlenmiştir.



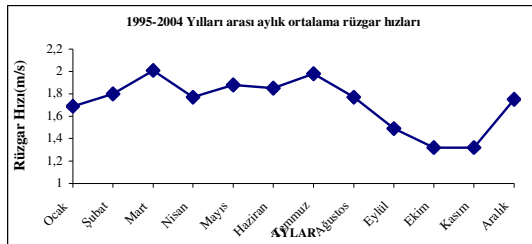
Şekil 2: İklim koşulları etkili yapay sinir ağı yük modeli yapısı

Şekil 3'te meteorolojik ve geçmiş yıllara ait yük verileri ile yapılan yük kestiriminin yapay sinir ağıları kullanılarak oluşturulan modeli görülmektedir.



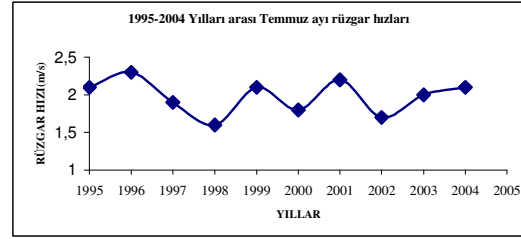
Şekil 3: İklim koşulları etkili yapay sinir ağı modeli

Şekil 4'te yük eğrisini etkileyen rüzgar hızının yıllara bağlı ortalama aylık olarak değişimi görülmektedir. Rüzgar hızları ilkbahar ve yaz mevsimlerinde yüksek değerlerde seyrederken sonbahar ve kış mevsimlerindeki rüzgar hızlarında bir düşüş olduğu grafikten anlaşılmaktadır.



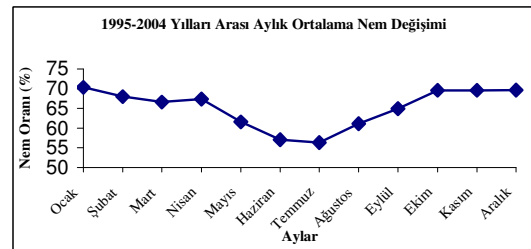
Şekil 4: 1995-2004 Yılları arası aylık ortalama rüzgar hızları

Şekil 5 incelendiğinde 1995-2004 yılları arasındaki rüzgar hızlarının verildiği ve bu rüzgar hızlarının yıllık olarak sürekli inişli-çıkışlı bir değişim gösterdiği görülmektedir.



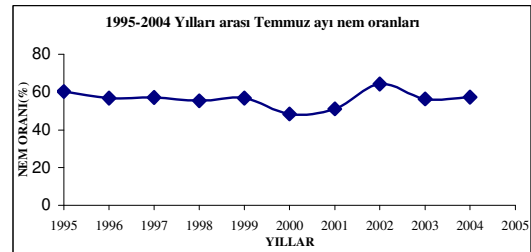
Şekil 5: 1995-2004 yılları arası Temmuz aylarının rüzgar hızları

Şekil 6'da yük eğrisini etkileyen nem oranlarının yıllara bağlı ortalama aylık olarak değişimi görülmektedir. 1995-2004 yılları arasındaki ortalama aylık nem oranları incelendiğinde yaz aylarında nem oranı yılın diğer aylarına göre daha düşük düzeyde seyretmektedir.



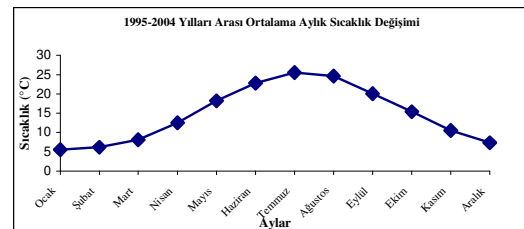
Şekil 6: 1995-2004 yılları arasındaki ortalama aylık nem oranı

Şekil 7'de 1995-2004 yılları arasındaki Temmuz aylarına ait nem oranları verilmiştir. Görüldüğü gibi belirtilen ay için yıllara göre nem oranı belirli bir düzeyde seyretmektedir.



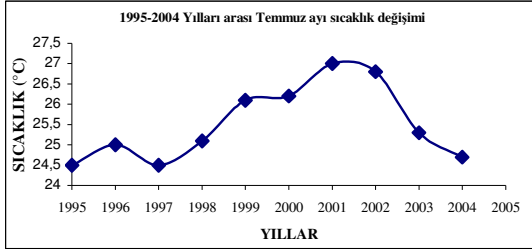
Şekil 7: 1995-2004 Yılları arası Temmuz ayı nem oranı değişimi

Şekil 8'de meteorolojik verilerden olan sıcaklık etkeninin 1995'ten 2004'e kadar ortalama aylık sıcaklık değişimi görülmektedir. Şekil incelendiğinde ortalama en yüksek sıcaklık değerine Temmuz ayında ulaşılmıştır. Şekil 6'daki ortalama nem grafiği ile karşılaştırıldığında değerleri ters bir değişim eğrisi görülmektedir.



Şekil 8: 1995-2004 yılları arası ortalama aylık sıcaklık

Şekil 9'da 1995–2004 yılları arası Temmuz aylarının sıcaklık değişiminde maksimum sıcaklık değerinin 2001 yılına ait olduğu anlaşılmaktadır. Genel itibarı ile ortalama olarak 24 ila 27,5°C arasında sıcaklık değerleri görülmektedir.



Şekil 9: 1995–2004 yılları arası Temmuz ayları sıcaklık değişimi

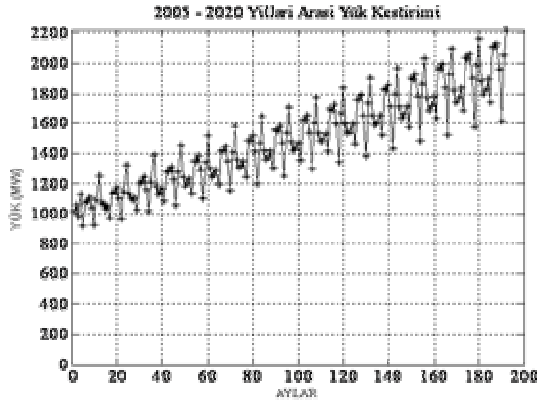
Yük kestirimi için tasarlanan yapay sinir ağı modelinde Tablo 1'deki 1995–2000 yılları arasındaki veriler, eğitim amaçlı olarak kullanılmıştır. Tablo 2'de 2001–2004 yılları arasındaki değerler gerçekleştirilen modelin her aya ait yüzdelik hata oranlarını ve yüzdelik yıllık ortalama hatayı göstermektedir.

Tablo 2: Mevcut verileri eğitime girmeden elde edilen sonuçlar ile gerçek değerler arasındaki hata oranları

Yıl/Ay	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ortalama Hata
2001(%) hata oranı	10,09	1,96	4,61	23,70	12,11	5,06	3,80	1,25	5,87	5,77	0,66	14,60	7,46
2002(%) hata oranı	5,08	11,31	5,59	6,67	11,22	11,22	5,73	0,54	7,28	6,25	2,71	5,34	6,58
2003 (%) hata oranı	8,37	0,61	7,05	18,04	12,47	2,58	3,51	3,73	10,89	14,57	1,75	5,41	7,42
2004 (%) hata oranı	5,33	6,80	11,52	4,01	12,75	9,30	6,91	1,86	12,73	19,81	9,74	1,35	8,51

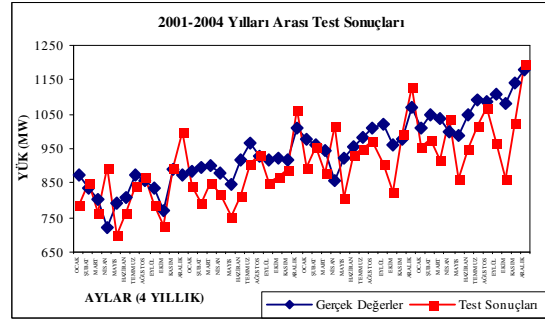
3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Şekil 10'da YSA yük kestirim modelinin kullanılabilirliği test edildikten sonra geleceğe dönük olarak yapılan yük kestirim sonuçları görülmektedir.



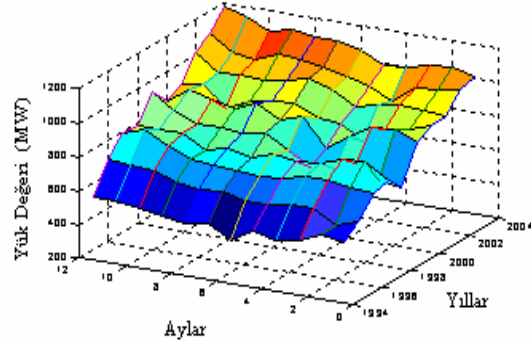
Şekil 10: 2020 yılına kadar yapılan yük kestirimi

Şekil 11'de YSA ile yük kestirim modeli kullanılarak gerçekleştirilen 2001–2004 yıllarına ait kestirim değerleri, test amacıyla kullanılan mevcut değerler ile karşılaştırılmıştır.



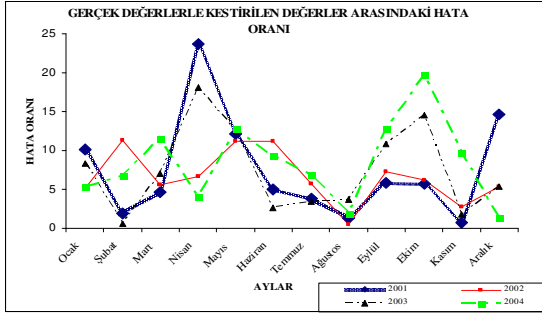
Şekil 11: Test aralığındaki eğitim sonucunda elde edilen sonuçların gerçek değerlerle karşılaştırılması

Şekil 12'de 1995–2004 yılları arasında Bursa İli'nin iletim hattından çekilen yük miktarı aylık bazda verilerek yükün karakteristik grafiği çizilmiştir.



Şekil 12: 1995–2004 yılları arası aylık yük karakteristik eğrisi

Şekil 13'te, Tablo 2'deki değerler kullanılarak yüzdelik hata oranları grafiği çizilmiştir.



Şekil 13: Meteorolojik veriler kullanarak yapılan yük kestirimi ile test verilerinin karşılaştırılması ile elde edilen hata oranı

4. SONUÇLAR

Son yıllarda meydana gelen önemli iklim değişimleri beraberinde elektrik tüketimi sorununu da oluşturmaktadır. Gerçekte son yıllarda kaydedilen Temmuz ayına ait en yüksek sıcaklık, nem değerleri ve yaz aylarında fabrikaların çoğunun bakıma girmesi aynı zamana rastlamaktadır. Bu nedenle güçte talep değerlerinin dengelendiği görülmüştür. Diğer bir deyimle aniden oluşan sıcaklık ve nemdeki aşırı değerler, aşırı yüklenme durumlarına yol açmaktadır. Bu da elektrik güç şirketlerinin kısa süreli elektrik kesintilerine gitmelerine neden olabilir. YSA modeli ile yapılan yük kestirimi, çok fazla değişkenlik gösteren iklim koşulları ile ilişkilendirilmiştir. Eğitim sonucunda yıllık olarak incelendiğinde ortalama %8,5'lik hata oranı görülmüştür. Bu hata oranı yüksek olarak değerlendirilirken iklim koşullarının bölgeye has olduğu ve çok farklı değişimler gösterdiği bu nedenle de yük ile ilişkisinin kurulmasının basit olmadığının düşünülmesi göz önünde tutulmalıdır.

Bursa İli'ne ait 154kV'luk iletim sisteminin yük akış diyagramındaki toplam kurulu güç 1610W'tır ve Şekil 10'da kestirilen yük değerleri incelendiğinde, 2012 yılından sonra çekilecek yük miktarı artışına bağlı olarak talebin karşılanabilmesi için ek bir tesis yapılmasının gerekli olduğu öngörülmektedir.

Yük kestirimi doğal afetler, ekonomik krizler gibi zamanı bilinmeyen etkilerden büyük ölçüde

etkilenmektedir. Bu tür etkilerin kestirilmesi gayet zordur. Bu nedenle Bursa İli için 2020 yılına kadar gerçekleştirilen yük kestirimi, ekonomik kriz veya doğal afetlerin etkilerinin ortaya çıkması durumunda gerçekliğinden uzaklaşabilecektir.

İleriki çalışmalarda doğru ve sağlıklı bir şekilde nüfus artışı, ekonomik büyüme, göç gibi veriler yük kestiriminde kullanılırsa daha iyi sonuçlar ve sağlam planlamalar için yük kestirimi yapılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Öztürk, S., "Elektrik Üretim Sistemlerinin Optimal Planlanmasında Yeni Bir Modelleme ve Çözüm", *Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*, 28-30, (1989).
- [2] Nalbant, A., Aslan, Y., Yaşar, C., "Kütahya İli Elektrik Puant Yük Tahmini", *11. Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği Ulusal Kongresi*, 211-214, *İstanbul*, 22-25 Eylül, (2005).
- [3] Beccali, M., Cellura, M., Lo Brano, V., Marvuglia, A., "Forecasting Daily Urban Electric Load Profiles Using Artificial Neural Networks", *Energy Conversion and Management*, 45, 2879-2900, (2004).
- [4] Karayiannis, N.B., Balasubramanian, M., Malki, H.A., "Short-Term Electric Power Load Forecasting Based on Cosine Radial Basis Function Neural Networks: An Experimental Evaluation", *International Journal of Intelligent Systems*, 20, 591-605, (2005).
- [5] Mohammed, O., Park, D., Merchant, R., Dinh, T., Tong, C., Azeem, A., Farah, J., Drake, C., "Practical Experiences with an Adaptive Neural Network Short-Term Load Forecasting System", *IEEE Transactions on Power Systems*, 10, 254-265, (1995).
- [6] Hamzaçebi, C., Kutay, F., "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19, 227-233, (2004).