

YAPAY SİNİR AĞI İLE GÖLBAŞI BÖLGESİNİN KISA DÖNEM YÜK TAHMİNİ

Gülden CEYLAN

Ayşen DEMİRÖREN

Elektrik Mühendisliği Bölümü
Elektrik-Elektronik Fakültesi
İstanbul Teknik Üniversitesi, 34469, Maslak, İstanbul

Anahtar sözcükler: Kısa Dönem Yük Tahmini, Yapay Sinir Ağı, Benzerliğe Dayalı Yük Tahmini

Özet: Son yıllarda, farklı tipteki yapay sinir ağları kullanılarak kısa dönem yük tahmini konusunda yapılmış başarılı incelemeler mevcuttur. Bu çalışmada, çok tabakalı perceptron tipindeki yapay sinir ağı kullanılarak kısa dönem yük tahmini gerçekleştirilmiştir. Kısa dönem yük tahmininde yük ile sıcaklık arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin çözümlemesinde yapay sinir ağı yönteminin alışlagelmiş yöntemlere göre daha başarılı olduğu bilinmektedir. Son yıllarda önemi iyice artan ve farklı alanlarda çok fazla uygulaması bulunan yapay sinir ağları ile alışlagelmiş regresyon yöntemlerinin kısa dönem yük tahmini problemi için Gölbaşı bölgesine ait 2002 ve 2003 yıllarına ait gerçek güç ve sıcaklık verileri yardımıyla ile uygulaması yapılmış ve yapay sinir ağlarının gerçek değerlere daha yakın sonuç verdiği belirlenmiştir.

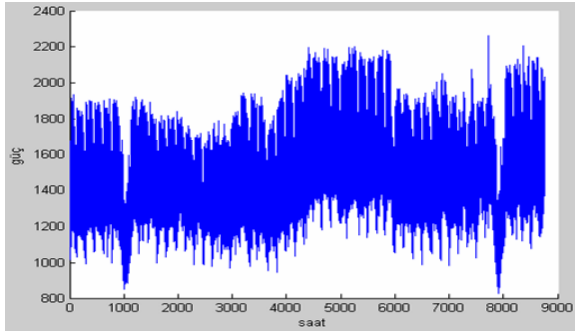
1. GİRİŞ

Tüketicilere 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 sisteminin planlamasının ilk adımı ve en önemli adımlarından biri yük tahminidir. Enerji sistemin planlaması, yük tahminini farklı zaman dilimleri için, ayrı ayrı ele almayı gerektirir. Yük tahmini uzun dönem, orta dönem, kısa dönem ve çok kısa dönem olmak üzere alt dönemlere ayrılarak yapılır. Kısa dönem yük tahmini (KDYT), bir saatten başlayıp bir aylık periyoda kadar yapılabilir. KDYT, üretim birimlerinin çalışma programlarının hazırlanmasında, bakım programlarının kontrol edilmesinde kullanılır. Generatörlerin devreye girip çıkması KDYT ile belirlenir. Enerji santralleri arasında yük paylaşımı, en uygun ünitenin belirlenmesi ve ekonomik işletmenin yapılabilmesi açısından KDYTnin büyük önemi vardır. KDYT genellikle, yük eğrisindeki puant yük değerleri gerçek zamanlı olarak önceden görülmeye çalışılır. Enerji sistemlerinin operasyonundaki büyük önemi neticesinde, KDYTnin doğruluğu da büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple, literatürde, KDYT deki doğruluğu artırma hedefi ile öne sürülmüş çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, regresyon analizi ve zaman serileri gibi geleneksel yöntemlerden; uzman sistemler, bulanık mantık, yapay sinir ağı gibi akıllı sistem örneklerine kadar çok farklı yöntemler uygulanmış ve denenmiştir [1-9].

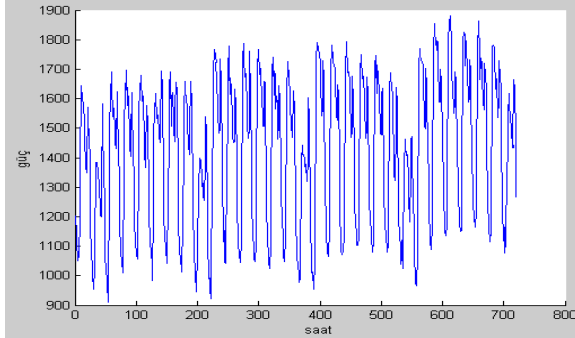
Bu çalışmada, KDYT problemine yapay sinir ağları (YSA) yöntemi ile çözüm getirmek amaçlanmıştır. Bunun için, ertesi günün 24 saatlik yük tahmini yapan bir YSA algoritması geliştirilmiştir. Yapay sinir ağlarının kullanılmasının nedeni, özellikle doğrusal olmayan problemlerin çözümünde, geleneksel yöntemlere nazaran gösterdikleri performans ve eğitim için kullanılan sınırlı sayıdaki değerlerden hareketle genelleme yapabilme yetenekleridir. Bu çalışmada, Gölbaşı bölgesinin 2002 ve 2003 yıllarına ait gerçek güç verileri kullanılarak, YSA ile ertesi gün yük tahmini yapılmıştır. Gölbaşı bölgesine dahil olan iller Ankara, Çankırı, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Nevşehir, Niğde, Yozgat ve Aksaray illeridir.

2. YÜK EĞRİSİNİN ÖZELLİKLERİ

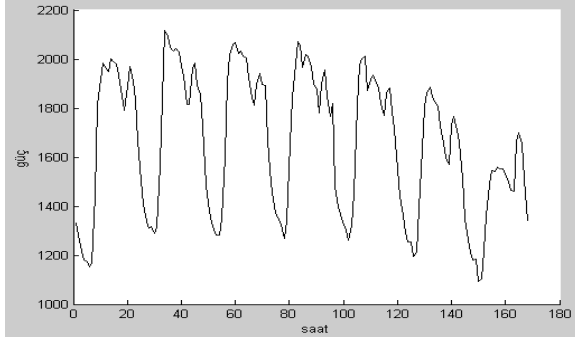
Doğru bir yük tahmini model oluşturmadan önce, yük tahmini yapılacak bölgenin yük karakteristiği incelenmeli ve hangi faktörlerin yükü ne şekilde etkilediği araştırılmalıdır. Yük tahmini yapılacak olan Gölbaşı Bölgesi'nin 2 yıllık bir zaman aralığındaki yükü incelenmiştir. Şekil 1'de 1.Ocak.2003'den başlayıp, 31.Aralık.2003'e kadar devam eden 2003 yılına ait yük eğrisi verilmiştir. Kış ve yaz aylarında çekilen yük, bahar aylarına nazaran daha fazladır. Yıllık yük eğrisinde görülen değişimler, hava faktörünün etkisiyle oluşan mevsimsel ritimdir. Şekil 2'de bir aya ait yük eğrisi verilmiştir. Bir ay dahilindeki 4 hafta, haftalık ritimler olarak rahatlıkla gözlemlenebilmektedir. Seyri diğer günlere göre daha düşük gözlemlenebilen saatler, hafta sonlarına denk düşen saatlerdir. Şekil 3'de pazartesi gününden başlayıp, pazar gününe kadar devam eden haftalık yük değişimi gözlemlenebilmektedir. Hafta içi günleri sosyal aktiviteler hafta sonuna oranla daha yüksek seviyede olduğundan bir fark doğmaktadır. Pazartesi ve cuma günlerine tekrar bakıldığında, bu günlerin hafta sonunun kapalılığından etkilenecek diğer iş günlerine (salı, çarşamba, perşembe) oranla elektrik tüketiminin daha az olduğu görülmektedir. Buradan anlaşılan pazartesi, cuma, cumartesi, pazar ve diğer iş günlerinin ayrı sınıflandırılması gerektiğidir. Günlük ritim yıl boyunca değişir. Şimdiye kadar anlatılan takvimsel farklılıklardan başka, ayrı incelenmesi gereken özel günler vardır. Milli ve dini bayramlar özel günler olarak ele alınır. Şekil 4'de Kurban Bayramı'nı içine alan 10 günlük periyodun yük eğrisi gösterilmiştir. Periyodun ilk günü pazartesidir.



Şekil 1: Gölbaşı Bölgesi 2003 yılı yük eğrisi (MW)



Şekil 2: Gölbaşı Bölgesi 2002 Haziran ayı yük eğrisi (MW)

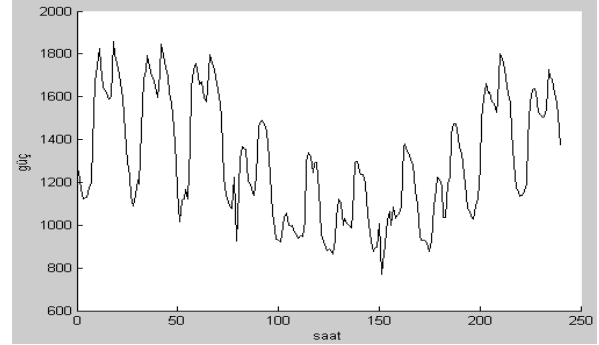


Şekil 3: Gölbaşı Bölgesi 12-18 Haziran yük eğrisi (MW)

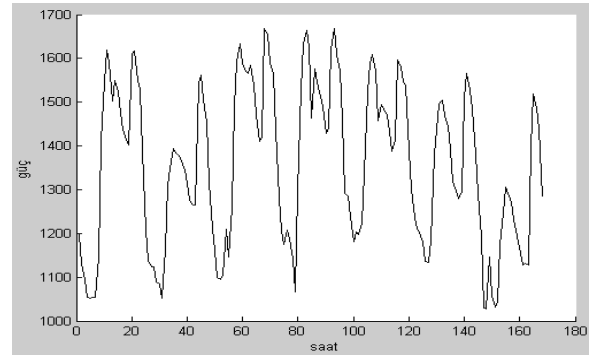
4. gün arife günü; 5., 6., 7. ve 8. günler bayram günüdür. Şekil 5'te ise 23 Nisan Ulusal Egemenlik ve Çocuk Bayramı'nı kapsayan haftanın yük eğrisi gösterilmiştir. Bayram günlerinin diğer günlerden farklı olduğu görülmektedir. Ancak, milli bayramlar ve dini bayramlar birbirleri ile karşılaştırıldığında, dini bayramlarda daha az yük çekildiği görülmektedir. Şekil 1'deki yıllık yük eğrisinden, yılın ilk ve son aylarında iki kez sistem yükünün çok düşük olduğu fark edilir. Şubat ayındaki görülen düşüş Kurban, Aralık ayında ise Ramazan Bayramı'na karşı düşmektedir.

3. YÜK TAHMİNİ MODELİ VE BENZER GÜN SEÇİMİ

Literatürde, KDYT için hem geleneksel yöntemler hem de YSA yöntemi ile yapılmış çok çeşitli çalışmalar vardır. Çalışmaların çoğunda birbirinden farklı modeller oluşturulmuştur. Her elektrik şebekesinin ve her tüketici bölgenin özellikleri birbirinden farklılık gösterdiği için fazla sayıda yük tahmini modelinin öne sürülmesi normal bir durumdur. Yük tahmini modeli oluşturulurken, tahmini yapılacak bölgenin iklimsel ve coğrafi özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.



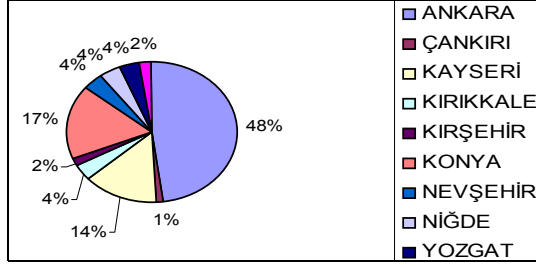
Şekil 4: Gölbaşı Bölgesi için Kurban Bayramı'nı da içine alan 18.02.2002-27.02.2002 günlerinin yük eğrisi (MW)



Şekil 5: Gölbaşı Bölgesi için 22.04.2002-28.04.2002 günleri arası yük eğrisi (MW)

Farklı mevsimlerdeki yük eğrileri incelendiğinde, gündüz-gece saatleri ve hava sıcaklıkları gibi etkilere dolayı yılın farklı mevsimlerinde yük eğrisinin karakterinin değiştiği gözlemlenir. Kış ve yaz aylarında bu farklılık kendini daha fazla göstermektedir. Bu yüzden, yük tahmini işlemini yapacak YSA eğitilirken tahmin edilecek güne takvimsel olarak en yakın olan günlerin verileri kullanılmalıdır. Eğitimi benzer günler ile yapmak tahminin doğruluğunu arttıracaktır. Yükü etkileyen meteorolojik koşulların başında sıcaklık, nem, rüzgar hızı, yağış ve bulut yoğunluğu gelir. Sıcaklığa göre diğer faktörlerin yüke etkisi ihmal edilecek kadar azdır. Bu nedenle sadece maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık verileri yük tahmini modeline dahil edilecektir. Burada verileri kullanılacak olan Gölbaşı Bölgesi için günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri, bölge dahilindeki illerin yükünün, bölge toplam yüküne etkileri oranında ağırlıklı olarak hesaplanmıştır. Şekil 6'da Gölbaşı Bölgesi'ne dahil olan illerin 2002 yılındaki tüketimlerinin yüzdeleri verilmiştir. Bu yüzdelere incelendiğinde; Ankara, Kayseri ve Konya dışındaki illerin toplam yüke etkilerinin, Ankara, Kayseri ve Konya illerinin yükleri ile karşılaştırıldıklarında çok düşük ve ihmal edilebilir oldukları gözlenmektedir. Bu sonuçtan yola çıkarak Gölbaşı Bölgesi'nin maksimum ve minimum sıcaklıklarının hesaplanmasında, sadece Ankara, Kayseri ve Konya illerinin değerleri ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Bu illerinin tüketim yüzdelерinden yola çıkarak aşağıdaki formül oluşturulmuştur:

$$T = 0,6T_{\text{ank}} + 0,18T_{\text{kay}} + 0,22T_{\text{kon}} \quad (1)$$



Şekil 6: Gölbaşı Bölgesi elektrik enerjisi tüketiminin illere göre yüzdesel dağılımı (MWh)

Yük tahmini modeline zaman faktörünü ekleyebilmek için bir gün tipi endeksi belirlenmiştir. Hafta içi ve hafta sonu günlerinin ayrı ayrı sınıflandırılması gerektiği ortadadır. Ancak yük tahminin doğruluğu için bu da yeterli değildir. Yük karakterinin incelenmesi sonucu, cumartesi, pazar, pazartesi ve cuma, diğer hafta içi günleri ve bayram gibi özel günlerin ayrı ayrı sınıflandırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Buna göre gün tipi faktörü şu şekilde belirlenmiştir: **1:** dini bayramlar (Kurban ve Ramazan Bayramı), **2:** pazar, milli bayramlar, dini bayramların arife günleri, 1 Ocak günü, **3:** cumartesi, **4:** pazartesi, cuma, **5:** salı, çarşamba, perşembe. Sıcaklık ve gün tipinden başka yük tahmininde kullanılacak veri ise geçmiş günlerin yük bilgisidir. 24 saatlik yük tahmini yapılacağı için, geçmiş döneme ait güç bilgilerinin yine saatlik olarak kullanılması gerekmektedir. YSA'nın eğitiminde kullanılacak her gün için bir benzer gün seçilip, bu benzer günün verileriyle eğitim gerçekleştirilir. Ancak, öncelikle tahmin edilecek güne göre çalışma aralığı belirlenmelidir. Benzer gün, yük tahmini yapılacak günden önceki 30 gün ile geçmiş yıldaki yük tahmini yapılacak güne denk düşen günden önceki ve sonraki 30 gün arasından seçilir. Toplam 90 gün arasında araştırma yapılır. Bahsedilen çalışma aralığı Şekil 7'de gösterilmiştir. Her yıl aynı zamanlarda mevsimsel etkilerden ötürü yük karakteristikleri benzerlik gösterdiğinden, çalışma aralığını bu sınırlar içinde tutmak yeterli olacaktır. Yapılacak çalışmada, 90 günlük çalışma aralığı seçildikten sonra, sıra hem tahmin edilecek gün hem de eğitim kümesindeki tüm günler için, bu aralıktan benzer gün seçmeye gelir. Benzer gün, günlük maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık ve gün tipi kullanarak oluşturulan ağırlıklı öklit normu (2) ile bulunur:

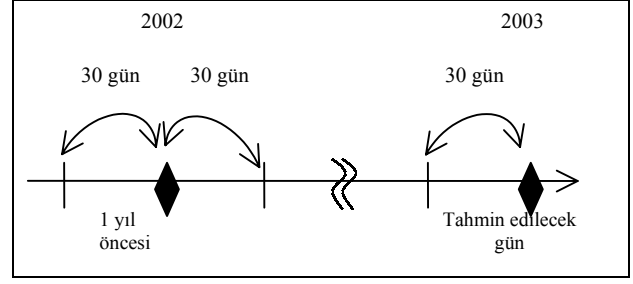
$$D = \sqrt{\hat{g}_1 \Delta T_{mak}^2 + \hat{g}_2 \Delta T_{min}^2 + \hat{g}_3 \Delta G_{\text{gün}}^2} \quad (2)$$

$$\Delta T_{mak} = \hat{T}_{mak} - T_{mak}^p \quad (3)$$

$$\Delta T_{min} = \hat{T}_{min} - T_{min}^p \quad (4)$$

$$\Delta G_{\text{gün}} = \hat{G}_{\text{gün}} - G_{\text{gün}}^p \quad (5)$$

Yukarıdaki denklemlerde verilen $\hat{T}_{mak}$ ve $\hat{T}_{min}$ tahmin edilecek güne ait maksimum ve minimum sıcaklıklar, T_{mak}^p ve T_{min}^p ise araştırılan güne ait maksimum ve minimum sıcaklıklardır. $\hat{G}_{\text{gün}}$; tahmin edilecek günün gün tipi,



Şekil 7: Benzer gün seçimi için sınırlar

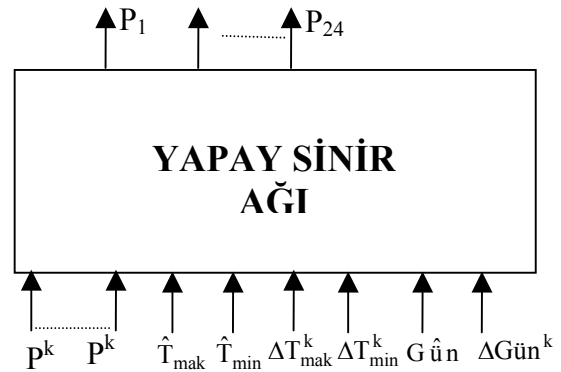
$G_{\text{gün}}^p$; araştırılan günün gün tipidir. $\hat{g}_1$, $\hat{g}_2$ ve $\hat{g}_3$ ise ağırlık faktörlerini verir. Ağırlıklar aşağıda formülü de verilen çoklu regresyon modeline dayandırılan en küçük kareler yöntemi ile bulunur.

$$P_{mak} = \hat{g}_0 + \hat{g}_1 T_{mak} + \hat{g}_2 T_{min} + \hat{g}_3 G_{\text{gün}} \quad (6)$$

Bu formülde P_{mak} , güç içindeki maksimum yük (puant güç) değeri; T_{mak} , maksimum sıcaklık; T_{min} , minimum sıcaklık, $G_{\text{gün}}$ ise Bölüm 4'de değerleri gösterilen gün tipidir. (6)'daki denklem takımı incelenen (verileri kullanılacak olan) 90 gün için kurulur ve çoklu regresyon modeline uyarak ortak çözülmesi ile $\hat{g}_i$ ($i = 0 \sim 3$) ağırlıkları bulunur. Bulunan ağırlıklar (2)'de yerine konarak yine araştırılan 90 gün için D değerleri hesaplanır. Bulunan 90 adet D değeri içinden en küçük olanı veren gün, tahmin edilecek güne ait benzer gündür. YSA'nın eğitimi tamamlandıktan sonra tahmin işlemi yapılırken bu benzer güne ait veriler ağa sunulur.

4. YSA VE NORMALİZASYON

Bu çalışmada KDYT için eğitici öğrenmeli, çok katmanlı, ileri beslemeli bir YSA modeli kullanılmıştır [10-13]. Ağın girişlerini, ağın çıkışındaki güne denk düşen benzer günün verileri oluşturmaktadır. Yük tahmini problemi de doğrusal olmadığından, kullanılacak ağ da çok katmanlı YSA olmalıdır.



Şekil 8: YSA Yapısı

Bununla beraber, ikinci bir gizli katmanın varlığı, hesaplama süresinin uzamasına sebep olur. Bu yüzden oluşturulan YSA modelinde tek gizli katman bulunmaktadır. Gizli katmanda kullanılan aktivasyon fonksiyonu sigmoiddir. Çıkış katmanında ise doğrusal aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. KDYT'ni yapacak 24 çıkışlı YSA modeli Şekil 8'de verilmiştir. Ağda 30 adet giriş, gizli katmanda 53, çıkış

katmanında ise 24 adet nöron bulunmaktadır. Gizli katman nöron sayısı deneme yanılma yoluyla bulunmuştur. Giriş katmanındaki 30 girişin dağılımı şu şekildedir; **1-24. girişler:** Benzer güne ait 24 saatlik güç değerleri, P_{ki} ($i = 1\sim 24$), **25. giriş:** Yük tahmini yapılacak güne ait maksimum sıcaklık tahmini değeri, $\hat{T}_{mak}$, **26. giriş:** Yük tahmini yapılacak güne ait minimum sıcaklık tahmini değeri, $\hat{T}_{min}$, **27. giriş:** Tahmin edilecek gün ile benzer gün maksimum sıcaklıklarının farkı, ΔT_{mak}^k

$$\Delta T_{mak}^k = \hat{T}_{mak} - T_{mak}^k \quad (7)$$

28. giriş: Tahmin edilecek gün ile benzer gün minimum sıcaklıklarının farkı, ΔT_{min}^k

$$\Delta T_{min}^k = \hat{T}_{min} - T_{min}^k \quad (8)$$

29. giriş: Tahmin edilecek günün gün tipi, $\hat{G}_{\hat{un}}$ (1,2,3,4 ya da 5), **30. giriş:** Tahmin edilecek gün ile benzer günün gün tipi endeksleri farkı, $\Delta G_{\hat{un}}^k$

$$\Delta G_{\hat{un}}^k = \hat{G}_{\hat{un}} - G_{\hat{un}}^k \quad (9)$$

Sigmoid fonksiyonunun çıkışı 0 – 1 değerleri arasında olduğu için, eğitim kümesi elemanlarının değerleri de normalize edilmelidir. Sonuçta YSA çıkışları gerçek tahmin değerlerinin bulunabilmesi geri normalize edilmesi gerekmektedir. Hem hızlı bir öğrenme sağlamak hem de salınımları engellemek için standart geriye yayılım algoritmasına momentum terimi (α) eklenmiştir. Durdurma koşulu olarak tanımlanan hata ise; rms hata olup,

$$rms = \sqrt{\frac{1}{N.n_o} \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{n_o} (d_{jk} - y_{jk})^2} \quad (10)$$

olarak tanımlanır. Eğer hata belirlenmiş 0.01 değerini yakalayamazsa, önceden tanımlanmış iterasyon sayısı (500) kadar ağ eğitilir. Geriye yayılım algoritması ile eğitilen çok katmanlı YSAndaki parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: YSA parametreleri

Gizli katman nöron sayısı	53
Öğrenme hızı (η)	0,057
Momentum terimi (α)	0,1
Sigmoid fonksiyonu katsayısı (a)	1

5. REGRESYON

KDYT probleminde, YSA yönteminin etkinliğini karşılaştırmak amacıyla, istatistiksel tahmin yöntemlerinden regresyon yöntemi ile de tahminler gerçekleştirilmiştir [14]. Oluşturulan regresyon modelinde, yapay sinir ağlarında olduğu gibi değişken olarak maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık ve gün tipi kullanılmıştır.

$$P_i = a_{i0} + a_{i1}T_{mak} + a_{i2}T_{min} + a_{i3}G_{\hat{un}} \quad (i = 1\sim 24) \quad (11)$$

Bu denklem her saat için ayrı oluşturulur, her saat için a_0 , a_1 , a_2 ve a_3 katsayıları çözülür. Yük tahmini yapılacak günün maksimum sıcaklık, minimum

sıcaklık ve gün tipi değerlerinin, a katsayıları çözümlenen 24 ayrı güç denkleminde yerine konması ile, 24 saat için yük tahmin değerleri bulunmuş olur.

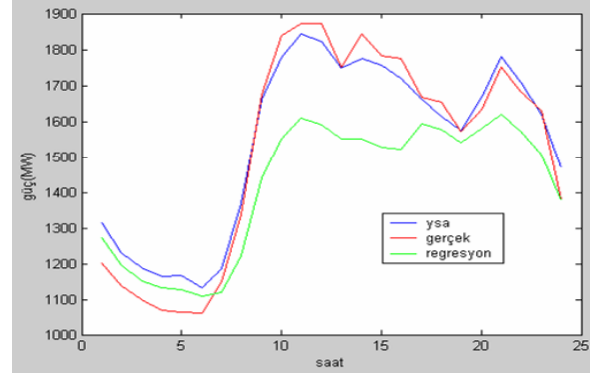
6. BİLGİSAYAR BENZETİM PROGRAMI VE SONUÇLAR

KDYT için, Matlab 6.5 programı m-file dosyalarıyla oluşturulan bilgisayar benzetimi kullanılmıştır. Benzetim için hazırlanan program, giriş olarak dört veri dosyasını kullanır. Bunlar 2002 ve 2003 yıllarındaki tüm günler ait i. 24 saatlik güç değerleri, ii. maksimum sıcaklık değerleri, iii. minimum sıcaklık değerleri, iv. gün tipi değerleridir. Kullanıcı tarafından belirlenen serbest değişkenler ise, yük tahmini yapılacak günü gösteren sayı, en küçük ve en büyük normalizasyon değerleri, gizli katmandaki nöron sayısı, öğrenme hızı, momentum terimi, iterasyon sayısı, durdurma hatası ve sigmoid fonksiyonu eğim katsayısıdır. Tahminci tarafından belirlenen, yük tahmini yapılacak güne göre, KDYT benzetim programı Şekil 8'de gösterilen sınırlar dahilinde kullanacağı veriler seçer, diğer verileri ayıklar. Bu sınırlar dahilindeki günler eğitim kümesinin elemanlarını oluşturur. Ancak, eğitim kümesindeki her bir gün için tek tek benzer gün belirlenir ve buna göre eğitim kümesi yani girişler ve girişlere karşılık düşen çıkışlar tekrar düzenlenir. Eğitim kümesinin belirlenip düzenlenmesinden sonra, tüm giriş ve çıkışlar, ağa sunulabilmeleri için normalize edilir ve YSA girişlerine uygulanır. Geriye yayılım algoritması, belirlenmiş iterasyon sayısı gerçekleştirilene kadar yada, hata belirli bir değeri yakalayana kadar devam eder. Eğitimin sonunda, ağ üzerindeki ağırlıklar belirlenmiş olur. KDYT yapmak amacıyla geliştirilen YSA modeli, hazırlanan bilgisayar benzetimi programı ile test edilmiştir. 2003 yılına ait gerçek güç değerleri bilindiği için, testler, karşılaştırma imkanının olduğu bu yıla ait günler için yapılmıştır. YSA yönteminin elverişliliğinin kontrol edilmesi amacıyla aynı testler regresyon analizi yöntemi ile de yapılmıştır. Bilgisayar benzetimi sonuçlarının en iyi şekilde gözlemlenebilmesi için yılın farklı zamanlarından, farklı mevsimlerden ve farklı gün tipi endeksine sahip günler için testler yapılmıştır. KDYT yöntemlerinin performanslarını ortaya koymak amacıyla her iki yöntem için maksimum yüzde hata ve çalışma süresi Tablo 2'de verilmiştir. Yüzde hata 24 saat için hesaplanır.

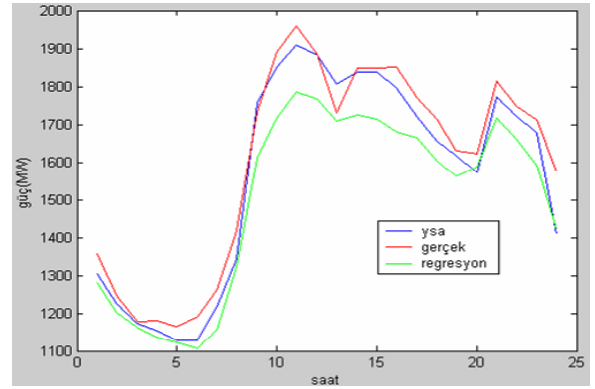
Tablo 2: Bilgisayar benzetimi sonuçları

		YSA		Regresyon	
Test edilen veriler	Tarih	Mak. Hata Yüzdesi (%)	Süre	Mak. Hata Yüzdesi (%)	Süre
1	13.05.03	9.0270	31.141	11.5413	0.203
2	14.08.03	5.7212	31.578	10.1632	0.234
3	26.05.03	7.9779	32.062	15.9388	0.281
4	13.06.03	8.8751	34.218	9.6664	0.234
5	19.10.03	10.2408	30.782	11.0919	0.219
6	19.05.03	13.1591	32.781	11.7897	0.125

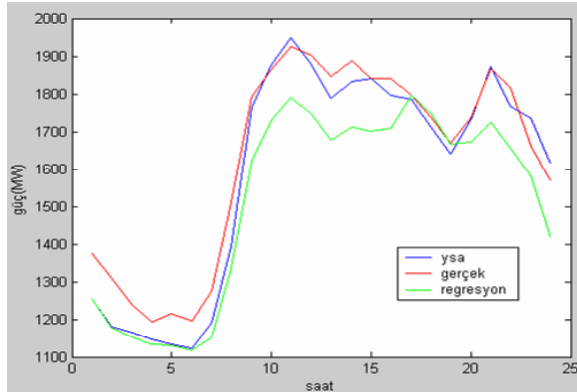
Sonuçların görsel ifadesi için, test edilen günlere ait hem YSA yöntemi sonucu elde edilen, hem regresyon yöntemi sonucu elde edilen, hem de gerçek değerlere ait 24 saatlik günlük yük eğrileri aynı grafikler üzerinde verilmiştir. Tüm grafikler incelendiğinde, YSA yönteminin sonucunun regresyon yöntemine göre, gerçek değerlere daha yakın olduğu görülmüştür. Aynı sonuç, tabloda verilen hata yüzdeleri incelendiğinde de çıkarılabilir. Sonuçlara bakıldığında, YSA'nın performansının regresyon yöntemine göre daha üstün olmasına karşın, işlem zamanları karşılaştırılacak olunursa; regresyon yöntemine ait programın, diğerine göre çok daha kısa sürede yanıt verdiği anlaşılmaktadır. Dini bayram günü için yapılan tahminlerde, her ne kadar YSA yöntemi regresyona göre daha iyi sonuç verse de yine de, yüzde hata diğer günlere göre yüksek kalmıştır. Bunun nedeni eğitim kümesinde dini bayram günlerine ait çok az sayıda örnek bulunmasıdır. Eğer KDYT modeli içine 2 yıl öncesinin yük tahmini yapılacak günden önceki ve sonraki 30 günü de dahil edilirse sonuçların gerçek değerlere daha yakın olacağı ve hatanın düşeceği öngörülebilir. Bu çalışmada, YSA yönteminin KDYT problemine uygulanabilirliği gösterilmiştir. Yöntemin geleneksel yöntemlerden üstünlüğünü göstermek amacıyla ise regresyon yöntemi karşılaştırmalar yapılmıştır. Ancak KDYT programının pratikte uygulanabilirliği için kullanıcı arayüzü oluşturmak uygun olacaktır.



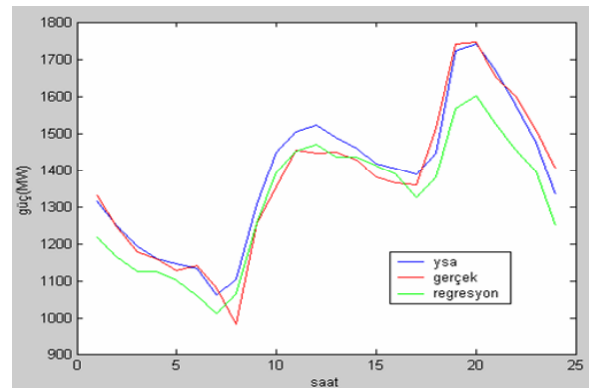
Şekil 11: 26.05.2003 Ptesi günü için yapılan yük tahminleri



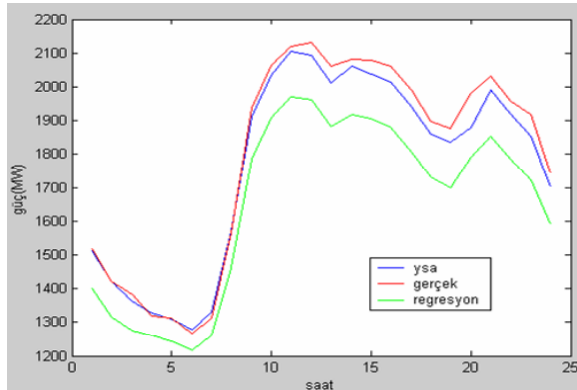
Şekil 12: 13.06.2003 Cuma günü için yapılan yük tahminleri



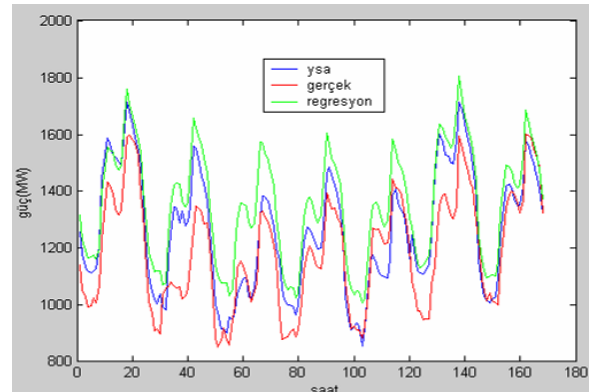
Şekil 9: 13.05.2003 Salı günü için yapılan yük tahminleri



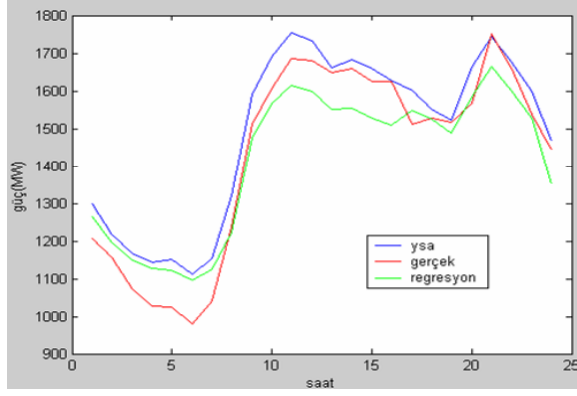
Şekil 13: 19.10.2003 Pazar günü için yapılan yük tahminleri



Şekil 10: 14.08.2003 Perş. günü için yapılan yük tahminleri



Şekil 14: 10.02.2003-16.02.2003 tarihlerindeki Kurban Bayramı haftası için yapılan yük tahminleri



Şekil 15: 19.05.2003, 19 Mayıs Gençlik ve Spor Bayramı için yapılan yük tahminleri

KAYNAKLAR

- [1] Lee, K. Y., Park, J. H., 1992. Short-Term Load Forecasting Using An Artificial Neural Network, IEEE Transactions on Power Systems, **Vol. 7, No. 1**, pp.124-132.
- [2] Bakirtzis, A. G., Petridis, V., Klartzis, S. J., Alexiadis, M.C., 1996. A Neural Network Short Term Load Forecasting Model For Greek Power System, IEEE Transactions on Power Systems, **Vol. 11, No. 2**, pp.858-863.
- [3] Lamadica, R., Prudenzi, A., Sforza, M., Caciotta M., Cencelli V.O., 1996. A Neural Network Based Technique For Short-Term Forecasting of Anomalous Load Periods, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 11, No.4, pp.1749-1755.
- [4] Lu, C. N., Wu, H. T., Vemuri, S., 1993. Neural Network Based Short Term Load Forecasting, IEEE Transactions on Power Systems, **Vol. 8, No. 1**, pp.336-342.
- [5] Amjady, N., 2001. Short-Term Hourly Load Forecasting Using Time-Series Modeling With Peak Load Estimation Capability, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 16, No. 4, pp.798-805.
- [6] Haida, T., Muto, S., 1994. Regression Based Peak Load Forecasting Using A Transformation Technique, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 9, No. 4, pp.1788-1794.
- [7] Krunić, S., Krcmar, I., Rajaković, N., 2000. An Improved Neural Network Application For Short-Term Load Forecasting in Power Systems, Electric Machines and Power Systems, **Vol. 28**, pp.703-721.
- [8] Singh, D., Singh, S. P., 2001. A Self Selecting Neural Network For Short-Term Load Forecasting, Electric Power Components and Systems, **Vol. 29**, pp.117-130.
- [9] Senjyu, T., Sakihara, H., Tamaki, Y., Uezato, K., 2001. Next-Day Load Curve Forecasting Using Neural Network Based On Similarity, Electric Power Components and Systems, Vol.29, pp. 939-948
- [10] Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri, AR-GE Planlama ve Dış İlişkiler Daire Başkanlığı Enerji Talepleri Değerlendirme ve İstatistik Müdürlüğü, Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. Genel Müdürlüğü
- [11] Efe, Ö., Kaynak, O., 2000. Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları, Boğaziçi Üniversitesi Yay., İstanbul.
- [12] Haykin, S., 1999. Neural Networks: A comprehensive Foundation Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- [13] Zurada, J. M., 1992. Introduction to artificial neural systems, West, St. Paul
- [14] Aksel, F., 2000. Regresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağı Yöntemleri ile Uzun Dönem Yük Tahmini, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Teşekkür: Bu çalışmada Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. Genel Müdürlüğü, ve Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri, AR-GE Planlama ve Dış İlişkiler Daire Başkanlığı Enerji Talepleri Değerlendirme ve İstatistik Müdürlüğü kaynaklarından faydalanılmış olup söz konusu kuruluşlara sağladıkları verilerden dolayı teşekkürü borç biliriz.