

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KOCAELİ İLİNİN PUANT YÜK TAHMİNİ

Oya DEMİRER

Demet ÖZDEMİR

Melih İNAL

Kocaeli Ü. Müh.Fak. Elektrik Müh.Bl.MSB İzmit İnşaat Başkanlığı Kocaeli Ü. Tek.Fak. Elektronik Eğ.

odemirer@hotmail.com

dilmendem@hotmail.com

minal@kocaeli.edu.tr

Özet

Elektrik enerjisinin yaşamın her alanında kullanılmasıyla birlikte ona olan bağımlılık her geçen gün artmaktadır. Bu da tüketicilere daha kaliteli, daha ekonomik ve daha güvenilir elektrik enerjisi sunmayı zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle elektrik sistemlerinde geleceğe yönelik planlar yapılması zorunludur. Güç sistemlerinin kontrolü, işletmesi, elektriğin ekonomik olarak üretim ve dağıtımını en önemlisi de tüm bunların planlanmasında yük tahmin analizi büyük öneme sahiptir. Mevcut sistemin kapasitesinin yeterliliği, kurulacak sistemlerin verimliliği, yapılması gereken yatırımlar v.b. durumlar için elektrik ihtiyacının bilinmesi optimum çözümler üretmemizi sağlayacaktır. Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları metodu kullanılarak Kocaeli ilinin puant yük tahmini yapılmıştır. Nüfus ve sıcaklık gibi çevresel etkenler de bu çalışmaya dahil edilmiştir. Bu tahmin yapılırken 2002-2007 yılları verileri eğitim amaçlı kullanılmış 2008-2010 test yük verileri elde edilmiştir. Ayrıca 2020 yılına kadar beklenen yük değerleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Dağıtım Sistemleri, Yük Tahmin Yöntemleri, Yapay Sinir Ağları

Giriş

Etkili bir sistem planlaması için, puant yük ve enerji ihtiyacının tahmin edilmesi gereklidir. Yük tahmini, geçmişteki koşulların incelenerek gelecekteki durumun öngörülmesidir. Yük tahminlerini üç değişik boyutta incelemek mümkündür.

Kısa dönemli tahmin: Saatlik, günlük veya haftalık olarak gerçekleştirilmektedir. Zaman, elektriksel veri ve müşteri sınıfları gibi etkenleri vardır. Güç santralleri arasında yük paylaşımı, en iyi grup belirleme ve ekonomik işletmenin yapılabilmesinde önemlidirler.

Orta dönemli tahmin: Genel olarak aylık ve üç aylık dönemler olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak orta

dönemli tahminleri bir günden bir yıla kadar olan zaman aralığında alarak yakıt kaynaklarının dağılımını ve bakım işlemlerinin zamanlamasını belirlemede kullanabilmekteyiz.

Uzun dönemli tahmin: Yıllık veya daha uzun dönemi için gerçekleştirilmektedir. Bu tahminler iletim ağlarının ve yeni üretim kapasitelerinin ekonomik planlamasında ve sistemin modifiye edilmesinde önemlidir. Orta ve uzun dönem tahminler geçmiş verileri, elektriksel verileri, farklı müşteri sayılarını, uygulama alanını, ekonomik verileri ve onların tahminlerini hesaba katar [1].

Doğru bir yük tahmini modeli oluşturmadan önce, yük tahmini yapılacak bölgenin yük karakteristiği incelenmeli ve hangi faktörlerin yükü ne şekilde etkilediği araştırılmalıdır. Yükü etkileyen faktörler; nüfus artışı, gayri safi milli hasıla, ekonomik veriler, coğrafik faktörler (sıcaklık, nem, yağış,...), geçmişteki veriler, endüstriyel ve şehir planları, arazi kullanımı, sosyo-kültürel faktörler, insanların hayat tarzlarındaki ve kullanım alışkanlıklarındaki değişiklikler, teknolojik gelişmeler olarak sıralanabilir. Yük tahmininde kullanılacak olan değişkenlerin belirlenmesi, öncelikle bu verilerin elde edilip edilememesine, daha sonra tahminin özelliğine, yönteme ve tüketici grubuna bağlıdır.

Yük Tahmin Metodları

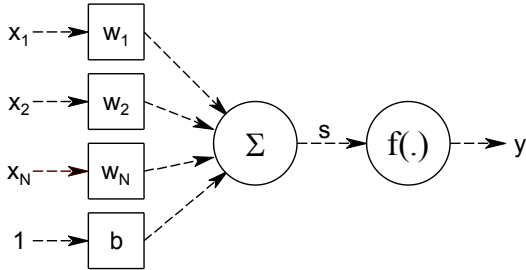
Yük tahmin çalışmalarında birbirinden farklı modeller kullanılmaktadır. Her elektrik şebekesinin ve her tüketici bölgenin iklimsel ve coğrafi özellikleri birbiri ile aynı olmadığından farklı yük tahmin modellerinin öne sürülmesi normal bir durumdur. Yük değişimlerinin yapısına bağlı olarak bir metod diğerine göre üstünlük gösterebilir. Yük tahmin metodları genel olarak ekstrapolasyon ve korelasyon tahmin metodlarıdır. Ekstrapolasyon, geçmiş verilerin ve bu verileri etkileyen güçlerin geçmişte olduğu gibi gelecekte de aynı oranda artacağı varsayılarak yapılan tahmindir. Birçok ekstrapolasyon yöntemi vardır. Bunların bazıları matematiksel büyüme eğrilerinin yorumlanmasından oluşur. Diğerleri ise geçmiş yıllardaki büyüme ortalamalarının ileri yıllar için kullanılmasıdır. Korelasyon, yüklerin diğer faktörlere

bağlanmasıyla gerçekleşen tahmindir. Örneğin hava şartları veya ekonomik durum gibi. Korelasyonun en önemli avantajı büyümeyi etkileyen faktörleri önemlerine göre değerlendirmesidir. Korelasyon metodu aynı zamanda tahminlerin gerçek değerlerden sapması durumunda sebebin belirlenmesinde yardımcıdır.

Genel olarak istatistiksel yük tahmin metodları, Uzman sistemlerle yapılan yük tahmini, Ekonometrik modeller, Ortalama artış yüzdeleri ile tahmin, Son kullanıcı modeli, Gayri safi milli hasılaya (GSMH) dayalı yapılan tahmin, Yüzeysel yük tahmini, Yer renkendirme yöntemi, Arazi kullanım yöntemi, Regresyon analizi, Zaman serisi analizi, Bulanık Mantık ve Yapay sinir ağları (YSA). Yapay sinir ağları metodu, yük ile yükü doğrudan etkileyen faktörler arasındaki lineer olmayan ilişkileri değerlendirmemize imkan sağladığından bu çalışmada tercih edilmiştir.

Yapay Sinir Ağları

Bu metod insan beyninin öğrenme, hatırlama, değerlendirme ve karar verme becerisinin matematisel olarak modellenmesi sonucunda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle temel elemanları yapay sinir ağı hücreleridir. Yapay sinir ağı hücresi (yapay nöron) biyolojik nörona göre daha basittir ve matematiksel yapısı Şekil 1 de verildiği gibidir.



Şekil 1. Yapay Sinir Ağı Hücresi (Yapay Nöron)

Giriş verileri x_1, x_2, \dots, x_N . Ağın öğrenmesi için kullanılan verilerdir.

Ağırlıklar w_1, w_2, \dots, w_N dir ve ilgili girişlerin çıkış üzerindeki etkisini gösterir. Bunlar YSA da uzun dönemlik hafızaya karşılık gelir ve YSA bu ağırlıkların tekrar tekrar ayarlanması ile öğrenmeyi gerçekleştirir.

b aktivasyon fonksiyonu eşik değeri

Toplama fonksiyonu Σ tüm verileri toplar

$f(\cdot)$ aktivasyon fonksiyonunda olduğu veriyi bir algoritma yardımı ile gerçek bir çıktıya dönüştürür.

y elde edilen çıkış değeri. YSA hücresi çıkış değeri

$$s = \sum_{i=1}^N w_i x_i + b$$

w_i, x_i girişinin ağırlığıdır. b ise sabit girişin ağırlığıdır. Matrisyel olarak ifade edersek

$$w = [w_1 w_2 \dots w_M]^T$$

$$x = [x_1 x_2 \dots x_N]^T$$

olmak üzere

$$s = w^T x + b \quad \text{ve} \quad y = f(s) \quad \text{diyebiliriz.}$$

Basit olarak bir sinir hücresinin işleyişini ifade edersek giriş verilerinin ağırlıkları ile çarpımları toplanır, eşik değeri ile karşılaştırılır elde edilen değer eşik değerinden küçük ise çıkış -1, büyükse +1 alınır (+1 durumunda sinir hücresi aktifleştirilir.)

YSA modellerinin belli başlı özelliklerini sıralarsak: Analiz ve tasarım kolaylığı, doğrusal olmama, sistemde değişken ve parametreler için sınırlama olmaması, bilginin ağı tamamina yayılması böylece nöronlardan bazılarının işlevlerini kaybetmesi halinde bile anlamlı bilginin yitirilmemesi yani hata toleransı, bilinen örnekleri kullanarak önceden karşılaşılmamış durumlar için genelleme yapma, öğrenme ve nöronlar eş zamanlı çalıştıklarından gerçek zamanlı işlem yürütülebilme.

Mimari yapısına göre bakacak olursak da YSA ları geri beslemeli ve ileri beslemeli YSA olarak iki gruba ayrılırlar. Geri beslemeli YSA adından da anlaşılacağı üzere en az bir işlem biriminin çıkışı kendisine veya bir başka işlem birimine giriş olarak verilir ve genellikle bu geri besleme bir geciktirme elemanı üzerinden gerçekleştirilir. Geri besleme, bir katmandaki işlem birimleri arasında olabileceği gibi katmanlar arasındaki işlem birimlerinde de olabilir. İleri beslemeli YSA da ise bir katmandaki hücrelerin çıkışları bir sonraki katmana ağırlıklar üzerinden giriş olarak verilir. Katmanların zincir bağlantısı ile çok katmanlı ağlar elde edilir. Giriş ve çıkış katmanları arasındaki katmanlara saklı katman adı verilir. Toplam katman sayısını verirken giriş katmanı giriş ve çıkışları aynı olduğu için hesaba katılmaz. Çalışmamızda ileri beslemeli iki katmanlı bir YSA modeli kullandık. [2]

$$W^i = [w_1 w_2 \dots w_M]^T$$

i.katmanın ağırlık matrisi

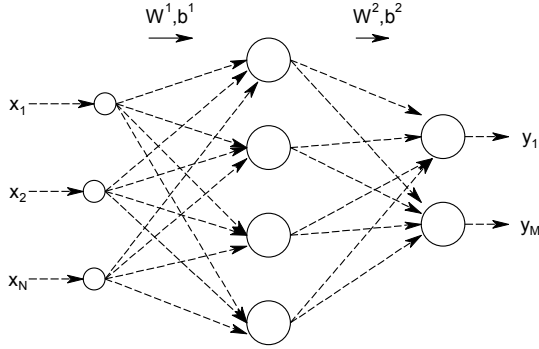
$$b^i = [b_1 b_2 \dots b_M]^T$$

i.katmanın eşik vektörü ve

$$\Gamma^i [.] = \begin{bmatrix} f(.) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & f(.) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & f(.) \end{bmatrix}$$

$\Gamma^i [.]$, i katmanının matris operatörü olmak üzere iki katmanlı YSA için çıkış ifadesi

$$y = \Gamma^2 [W^2. \Gamma^1 [W^1 x + b^1] + b^2]$$



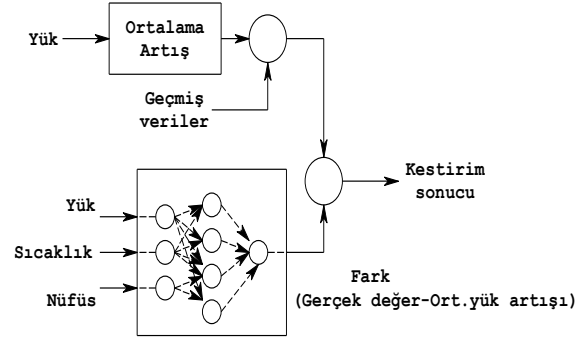
Şekil.2 İki katmanlı ileri beslemeli YSA

Öğrenme kuralı olarak geriye yayılma algoritması kullanılmıştır. x ($N \times 1$) boyutlu, d ve y ($M \times 1$) boyutlu vektörler olmak üzere P örnekten oluşan $((x(1), d(1)), (x(2), d(2)), \dots, (x(P), d(P)))$ eğitim kümesi verilir. C çevrim sayısını, p çevrimdeki adım sayısıdır. İşlem adımları:

1. Öğrenme oranı ve kabul edilebilir en büyük hata seçilir. Her katman için ağırlık ve eşik değerler atanır. $c \rightarrow 1$, $p \rightarrow 1$ ve $E \rightarrow 0$ alınır.
2. Girişler ağa uygulanır ve tüm hücrelerin çıkışları hesaplanır
3. Hata hesaplanır
4. Her iki katmanın da hata işaret vektörleri hesaplanır
5. Çıkış katmanının ağırlık ve eşik değerleri ayarlanır
6. Saklı katmanının ağırlık ve eşik değerleri ayarlanır
7. Örnek sayısı tamamlanmadıysa yani $p < P$ ise $c \rightarrow c+1$, $p \rightarrow p+1$ al ve 2. adıma, $p = P$ ise 8. adıma gidilir
8. $E < E_{max}$ ise eğitim tamamlanmıştır. $E > E_{max}$ ise yeni bir eğitim çevrimi için 2 ye gidilir.

YSA ile Kocaeli İli Puant Yük Tahmini

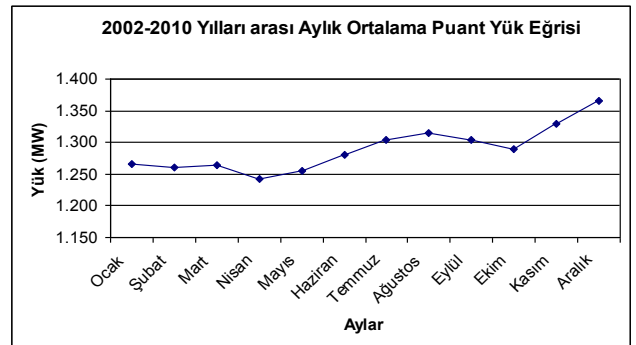
Bu çalışmada YSA modeli ile 2002-2007 yılları Kocaeli ili puant yük verileri öğrenme için kullanılmış ayrıca nüfus ve sıcaklık gibi çevresel etkenler de dahil edilerek daha gerçekçi sonuçlar elde edilmeye çalışılmıştır. 2008, 2009 ve 2010 gerçek değerleri YSA modelimizden elde ettiğimiz sonuçları karşılaştırmak amacı ile kullanılmıştır. Oluşturduğumuz model Şekil 3 de verilmiştir. [1]



Şekil 3. Kullanılan YSA mimarisi

Giriş katmanında yük (MW), sıcaklık (°C) ve nüfus verilerini girdiğimiz üç nöron ve çıkış katmanında ise bağımlı değişkene ait ağ çıkışının alındığı bir nöron bulunmaktadır. Çıkış olarak alınan 2002-2007 yılları arasındaki gerçek yük değeri ile ortalama yük değerleri arasındaki fark, hedef olarak belirtilmiştir. Eğitim sonrasında sonuçlar gerçek değerlerle karşılaştırılmıştır. Bu işlemlerden sonra eğitimin sınanması aşamasına geçilmiştir. Bunun için eğitimde kullanılmayan ancak elde mevcut olan 2008-2010 yılları arasındaki aylık yük verileri ağırlık doğruluğunu kontrolde test amacı ile kullanılmıştır.

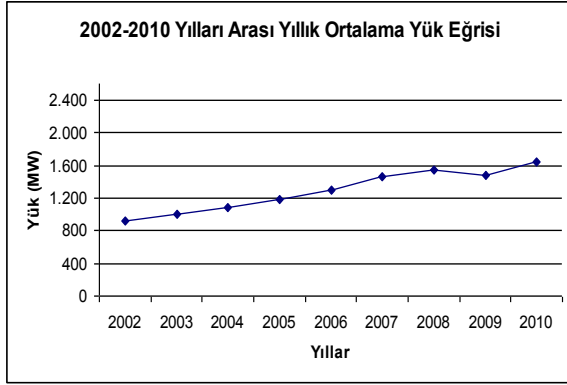
Kocaeli ili 2002-2010 puant yük değerlerinin aylık değişimi incelenirse yaz dönemi temmuz-ağustos-eylül ayları ve kış dönemi kasım-aralık aylarında artış gösterme eğilimindedir.



Şekil.4 Kocaeli ili 2002-2010 yılları arasındaki aylık ortalama puant yük değişimi

2002-2010 yılları arası yıllık ortalama puant yük değişimini de Şekil 5 te görmekteyiz. Genel olarak puant yükün artış eğiliminde olduğu açıktır. Sadece 2009 yılında beklenmedik bir düşüş

gözlemlenmektedir. 2002-2007 arası puant yük değerlerini eğitim datası olarak kullandık.



Şekil.5 Kocaeli ili 2002-2010 yılları arasındaki yıllık ortalama yük değişimi

Bu çalışmada, Kocaeli ili 2000-2007 yılları arasındaki aylık nüfus değerleri yapılan nüfus sayım sonuçları dikkate alınarak ve

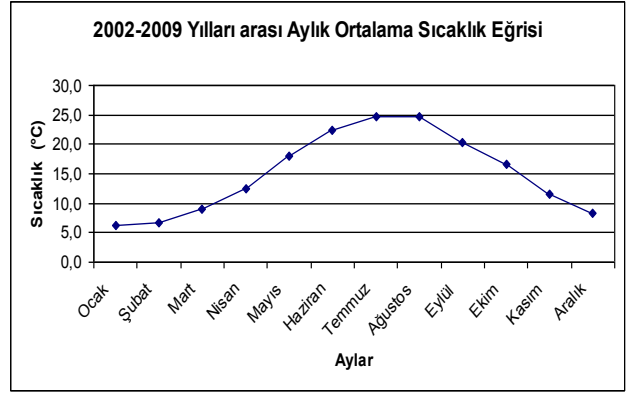
$$P_n = P_0 e^{rn}$$

eşitliğindeki doğal artış bağıntısının yardımı ile hesaplanmıştır[4]. Bu ifade P_n iki ardışık sayımdan ikinci sayım değerini P_0 ise birinci sayım değerini ifade etmektedir. n iki sayım arasında geçen zaman birimi değeri ve r nüfus artış hızıdır.

Tablo.1 Kocaeli İli nüfus sayım bilgileri

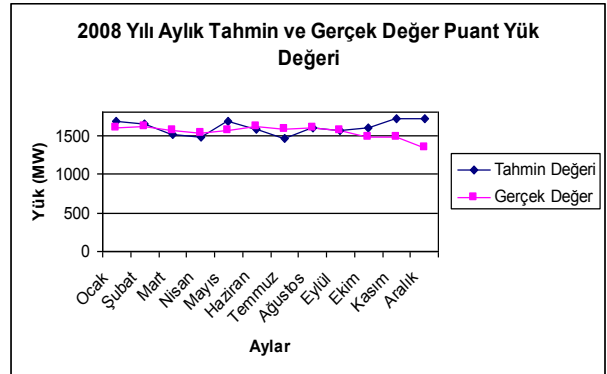
NÜFUS BİLGİLERİ	
YILLAR	SAYIM
2000	1.206.085
2007	1.437.926
2008	1.490.358
2009	1.522.408
2010	1.560.138

Meteorolojik koşullardan nem, yağış, rüzgar hızı v.b gibi etkilerin yüke etkisi sıcaklığın yüke etkisi yanında ihmal edilebilecek düzeydedir. Bu nedenle çalışmamızda sıcaklık verileri alınmıştır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan Kocaeli ili 2002-2009 yılı aylık sıcaklık değerleri kullanılarak hazırlanan aylık ortalama sıcaklık eğrisine bakarsak temmuz-ağustos ayları en yüksek sıcaklık değerlerine, ocak-şubat ayları ise en düşük sıcaklık değerlerine sahiptir.

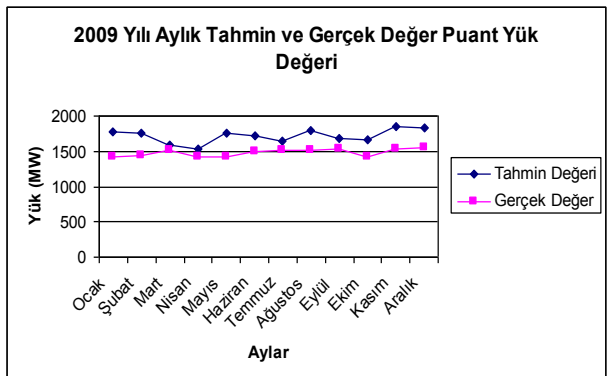


Şekil.6 2002-2009 yılları arası aylık ortalama sıcaklık değerleri

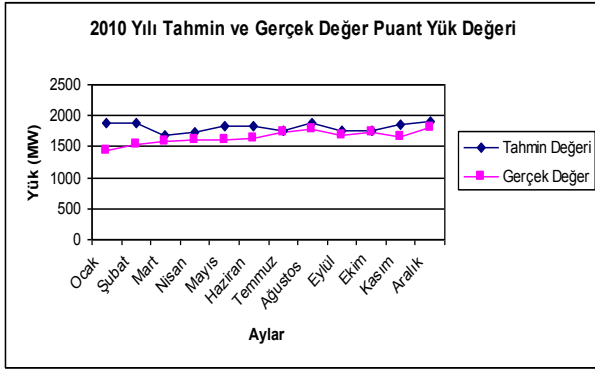
2008, 2009 ve 2010 yılları için gerçekleştirilen simülasyon sonuçları ve gerçek puant yük değişimleri Şekil.7, Şekil.8 ve Şekil.9 da verilmiştir. Bu şekillerden görüldüğü üzere 2008 yılı son aylarından itibaren simülasyon ve gerçek değerler arasındaki fark artmış ve bu fark 2010 yılının ilk 2 ayında da gözlemlenmiştir. Hata oranları 2008 yılı için toplam %7, 2009 yılı için %16 ve 2010 yılı için %10 olarak hesaplanmıştır.



Şekil.7 Kocaeli ili 2008 yılı gerçek ve tahmin puant yük değerleri

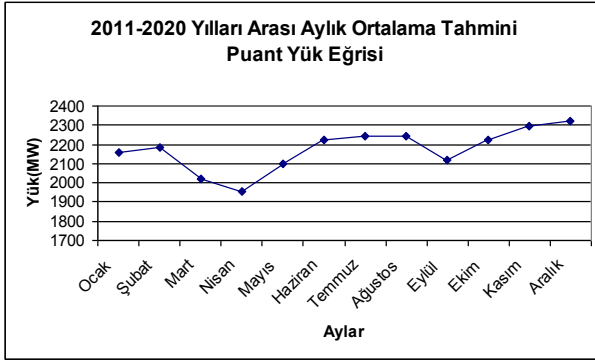


Şekil.8 Kocaeli ili 2009 yılı gerçek ve tahmin puant yük değerleri

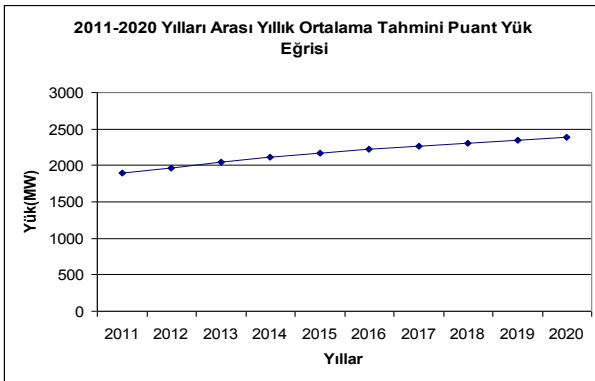


Şekil.9 Kocaeli ili 2010 yılı gerçek ve tahmin puant yük değerleri

Simülasyon 2011 ve 2020 yılları için de gerçekleştirilmiştir sonuçlar Şekil.10 ve Şekil.11 de verilmiştir.



Şekil.10 2010-2020 yılları için Kocaeli ili aylık ortalama tahmini puant yük değişimi



Şekil.11 2010-2020 yılları için Kocaeli ili yıllık ortalama tahmini puant yük değişimi

Sonuç

Enerji üretimi ve dağıtım planlamalarında yük tahmin çalışmalarından yararlanılır. Böylece mevcut sistemlerin gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyacı ve puant yükü karşılayabilecek şekilde planlanması, tüketiciye ekonomik, güvenilir ve kaliteli elektrik enerjisi sunulması mümkün olur. Hatalı yük tahminine dayalı yapılan planlama çalışmaları, tüketiciye

sunulan enerji talebinde yetersiz kalınmasına, enerji kalitesinde düşmelere, yüksek kapasiteli tasarlanmış, düşük kapasiteyle çalışan ve ekonomik olmayan yatırımlara dolayısıyla mali kayıplara neden olacaktır. Kocaeli ili için gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada YSA metodunu kullandık. Lineer olmayan sistem çözümlerinde geleneksel metodlara göre daha iyi sonuçlar vermektedir ve eğitim için kullanılan sınırlı sayıda veriden hareketle genelleme yapabilmektedirler. Gerçek değerlerle belirlenen 2002-2010 yılları arasındaki yıllık ortalama yük değişimi eğrisinde (Şekil.5) 2009 yılındaki düşüş, 2008 yılı sonlarında meydana gelen ve 2009 yılına da etkileyen küresel kriz ile açıklanabilir. Sanayi kenti olma özelliğini taşıyan Kocaeli ili bu krizden etkilenmiştir. Modelimizde %100 öğrenmeyi gerçekleştirsek bile, eğitim için kullanılan yıllar ile tahmin için kullanılan yılların aynı değişimi göstermemesi nedeni ile hata beklenmektedir. Gerçeğe yakın sonuçlar elde edebilmek ve doğru bir sistem planlaması yapabilmek için öncelikle eğitim için kullanılacak verilerin uygunluğu tespit edilmelidir. Ayrıca tahmin modeline büyüme hızı ve kişi başına düşen milli gelir gibi sosyal ve ekonomik değişkenler eklenerek daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

Kaynakça

- [1] Haykin Simon "Neural Networks and Learning Machine" Pearson Education, Inc. 2009
- [2] Welstead T. Stephen "Neural Networks and Fuzzy Logic Applications in C/C++" John Wiley & Sons, Inc. 1994
- [3] Haykin Simon "Neural Networks" Prentice-hall, Inc. 1999
- [4] Aslan, Y., Yaşar, C., Nalbant, A. "Electrical Peak Load Forecasting in Kütahya" Dumlupınar U. FBE dergisi, sayı 11, 2006
- [5] Park, D.C., El-Sharkawi, M.A., Marks II, R.J., Atlas, L.E., Damborg, M.J., "Electric Load Forecasting Using An Artificial Neural Network", IEEE Transactions on Power Systems, 6, 442-449, 1991
- [6] Kermanshahi, B., Iwamiya, H., "Up to year 2020 Load Forecasting Using Neural Nets", Electrical Power and Energy Systems, 24, 789-797, 2002.
- [7] Cavallaro, F., "Electric Load Analysis Using an Artificial Neural Network", International Journal of Energy Research, 29, 377-392, 2005.