

Hava Kirliliğine Neden olan PM10 ve SO₂ maddesinin Yapay Sinir Ağı kullanılarak Tahmininin Yapılması ve Hata Oranının Hesaplanması

Yalçın Kaplan¹, Umut Saray², Erman Azkeskin³

¹ İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Turhal Meslek Yüksek Okulu, Tokat

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Geliş Tarihi:18.12.2014; Kabul Tarihi:26.08.2014

Özet

Anahtar kelimeler

Hava Kirliliği;
Levenberg-Marquardt
Algoritması

Gelişen Dünya'da sanayinin ve insan nüfusunun artması çevre kirliliği açısından risk oluşturmaktadır. Bu çalışmada, hava kirliliğine neden olan Kükürt Dioksit (SO₂) ve Partikül Madde (PM10) verileri kullanılarak, PM10 ve SO₂ tahmini yapılmıştır. Ayrıca metot olarak Yapay Sinir Ağları (YSA) geri beslemeli ağ yapısı içinde Levenberg - Marquardt öğrenme algoritması kullanılmıştır. Bulunan sonuçlar ile gerçek değerler karşılaştırılmış ve ortalama karekök hatası (OKH) bulunmuştur. Bulunan OKH değerleri < 0,04 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma ile hava kirliliğine neden PM10 ve SO₂ maddelerini, önceden tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Which cause air pollution PM10 and SO₂ using by artificial neural network of estimation and error rate calculation

Abstract

Keywords

Air pollution;
Levenberg-Marquardt
Algorithm

In the developing world, industry and human population growth poses a risk in terms of environmental pollution. In this study; using the data of Sulfur Dioxide (SO₂) and Particulate Matter (PM10) with cause air pollution to PM10 and SO₂ were estimated. As Method, artificial neural networks (ANN) feedback network structure learning algorithm which was used Levenberg - Marquardt. The results were compared with the actual values, and the Root Mean Square Error (RMSE) has been found. RMSE values <0.04 were determined. In this study, PM10 and SO₂ substance that cause air pollution, it is aimed to estimate in advance.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Çevre, aslında biyoloji bilimine ait bir kavramdır ve çevrenin kökeni Ekoloji'dir. Bu kavram canlının, çevreye uyumu olarak incelenmiş, oradan insan çevresi olarak diğer sosyal bilimlerde de yaygın hale gelmiştir. Herkesin hayatını sürdürebilmesi için çevreye ihtiyacı vardır. Çevre, canlılar için kısaca buldukları ve yaşadıkları ortamdır. Başka bir deyişle çevre, hayat için uygun koşullar olduğu biyosfer-canlı küredir (Kaypak 2013).

21. yüzyılda çevre politikalarının oluşturulması oldukça önemli hale gelmiştir. Dünyanın birçok

ülkesinde demokratik toplumların, çevre sorunları ve çevre koruması öncelikli bir gündem maddesi olmakla birlikte kullanılan yöntemler ve araçlar değişkenlik göstermektedir (Erol 2011).

Hava Kirliliği; havadaki Kükürt Dioksit (SO₂), Partikül Madde (PM), Nitrojen Oksitleri (NO_x) ve Ozon (O₃) gibi kirleticilerin çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yapacak düzeylerde olması şeklinde tanımlanabilir. Bu kirlilik atmosferde doğal süreçleri bozmakta ve toplum sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Dünyada son 30 yıldır hava kirliliği düzeyleri düzenli olarak izlenmesi ve hava kirliliği üzerinde iyileştirme çalışmalarının artmasına rağmen, özellikle büyük şehirlerde kirlilik düzeyleri halen güvenli kabul

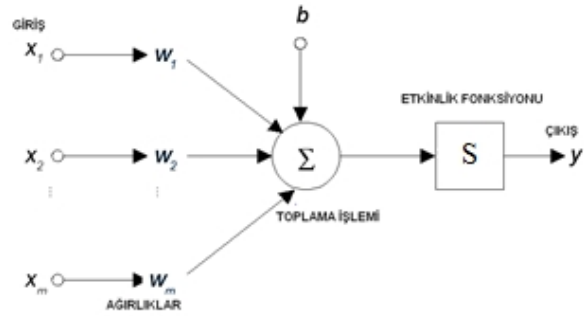
edilen SO2, PM10 gibi kirleticilerin eşik değerlerinin üzerinde seyretmektedir (Cengiz ve ark. 2013). Hava kirliliği ile ilgili yapılan çalışmalara bakacak olursak; Qingxin ve arkadaşları; yaptıkları çalışma ile Harbin şehrinin PM10 değerinin tahminini yapmışlardır (Qingxin ve ark. 2009). Cengiz ve ark.; Samsun bölgesindeki hava kirliliğinin neden olduğu hastalıkları genelleştirilmiş tahmin denklemleri metodunu kullanarak öngöründe bulunmuşlardır (Cengiz ve ark. 2013). Arabacı ve ark.; tuğla ve kiremit fabrikalarının hava kirliliğine katkılarını yapay sinir ağı ile modellemişlerdir (Arabacı ve ark. 2010). Raimondo ve ark.; PM10 konsantrasyonu tahminini, yapay sinir ağları ve destek vektör makinası yardımı ile yapmışlardır (Raimondo ve ark. 2007). Haiming ve Xiaoxiao; PM2.5 konsantrasyonunu tahmin etmişler ve giriş verisi olarak SO2, PM10, Sıcaklık, basınç, nem, NO2, rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü verilerini kullanarak, tahmin metodunda yapay sinir ağları radyal tabanlı ağ yapısını kullanmışlardır (Haiming ve Xiaoxiao 2013). Erbaşlar ve Taşdemir; kentsel bir atmosferdeki hava kirleticilerinin, meteorolojik parametrelerle ilişkilendirilmesi üzerine çalıştılar. Regresyon modeli kullanarak, SO2, PM, CO gibi hava kirleticilerin sıcaklık, basınç, nem ve rüzgâr hızı ile ilişkilendirilmesini değerlendirmişlerdir (Erbaşlar ve Taşdemir 2007). Yüksek ve arkadaşları; Sivas ili için yapay sinir ağları kullanarak SO2 kirlilik seviyesi üzerindeki meteorolojik ve diğer kirlilik parametrelerin, kentsel bölgedeki etkisini ölçmek amacıyla basınç, nem, sıcaklık, PM gibi 12 tür veriyi giriş verisi olarak kullanarak SO2 tahmini yapmışlardır (Yüksek ve ark. 2007). Bu çalışmada yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak yapay sinir ağları ile PM10 ve SO2 tahmini yapılarak, hava kirliliği öngörüsü yapılmıştır.

2.Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, biyolojik olarak insan sinir sisteminin özelliklerini örnek alarak, oluşturulan bir algoritma model çeşididir. Çözümü zor olan sorunların ya da problemlerin çözümünde kolaylıkla uygulanabilir. Ayrıca normal fizyolojik sinir

sisteminin özelliklerini taklit eder. Biyolojik olarak gerçekleştirilen algılama, öğrenme ve uygulama özelliklerini matematiksel olarak uygular (Jin 2007). Yapay sinir ağlarının klasik sistemlere göre sağladıkları avantajlar; doğrusal olmama, öğrenme, genelleme yapma, ilişkilendirme, sınıflandırma, veri işleme ve özellik belirleme olarak belirtilebilir (Saray 2012).

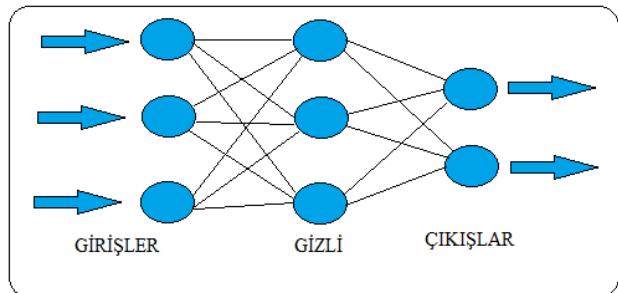
Biyolojik sinir hücresinin yapısını inceleyecek olursak; hücre yapısı aksonlar, dentrit ve çekirdekten oluşmaktadır. Yapay sinir ağlarını oluşturan hücre modeli ise Şekil 1’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.Yapay Sinir Ağı hücresi (Saray 2012).

Yapay sinir ağları ile problem çözümünde kullanılan Denklem 1’de ki denklemi inceleyecek olursak; x_1, x_2, \dots, x_i , giriş verileri, w_1, w_2, \dots, w_i , ağırlıkları, b sayısı sabit katsayıyı ve S ise etkinlik fonksiyonunu göstermektedir (Saray 2012).

$$\text{Çıkış} = S(\sum_{i=0}^n W_i \times X_i + b) \quad (1)$$



Şekil 2.Çok katmanlı sinir ağı (Saray 2012).

YSA’da kullanılan, geri beslemeli modelin öğrenme algoritmalarından bir tanesi de Levenberg-Marquardt (LM) algoritmasıdır. LM, her bir iterasyon adımında

hata yüzeyine parabolik yaklaşımla yaklaşırlar ve parabolün minimumu o adım için çözümü oluşturur. $E(x)$ fonksiyonuna sahip olduğumuzu ve x parametresine göre minimize etmek istediğimizi düşünelim. Newton metodunda şöyle olacaktır. (Saray 2012).

$$\forall x = -[\nabla^2 E(x)]^{-1} \nabla E(x) \quad (2)$$

Denklem 2’de burada $\nabla^2 E(x)$ ifadesi Hessian matrisidir ve $\nabla E(x)$ ise eğimdir. (Saray 2012).

$$E(x) = \sum_{i=1}^N e_i^2(x) \quad (3)$$

Denklem 3’te ise $E(x)$ karelerin toplamı olduğunu varsayalım (Saray 2012).

LM metodu, teknik olarak lineer olmayan sistemlerde en küçük kareler metoduna dayanmaktadır. Bu metodun ağırlıkların güncellemesinde kullanılır. Ağırlıkların güncellemesi LM metoduna göre aşağıdaki denklemlerle sağlanmaktadır.

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) + \Delta W_{ij}(t) \quad (4)$$

Bu durumda, LM modifikasyonu ile Gauss Newton metoduna göre aşağıdaki denklemi takip ederek ağırlıkları değiştirir.

$$\Delta W_{ij} = -[J^T(w) J(w) + \mu I]^{-1} J^T(w) E(w) \quad (5)$$

Burada W_{ij} ağırlıklar, J Jacobean matrisi, μ sabite, I matris birimi ve $E(w)$ hata fonksiyonudur.

Etkinlik fonksiyonu olarak, Hiperbolik tanjant aktivasyon fonksiyonu, lineer olmayan türevi alınabilir bir fonksiyondur. +1 ile -1 arasında çıkış değerleri üreten bu fonksiyon lojistik fonksiyona benzemektedir. Denklemi aşağıda denklem 6’da görüldüğü gibidir.

$$F(NET) = \frac{e^{NET} + e^{-NET}}{e^{NET} - e^{-NET}} \quad (6)$$

Normalizasyon, verilerin hesabı sırasında girdi verileri arasındaki periyodu 1 ve 0 arasına alarak çıktılarının, veri dalgalanmasından çıktılarının mümkün

olduğunca minimum düzeyde etkilenmesini sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Bu çalışmada, 0,1 ve 0,9 arasında normalizasyon yapılmıştır.

Normalizasyonun 0,1 ve 0,9 arasında olması için aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$xn = \left(\frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \right) * 0.8 + 0.1 \quad (7)$$

Ayrıca uygulamada gerçek verilerle arasında ortalama karekök hatası hesaplanmıştır. Denklem (8)’de gösterilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (Y_t - F_t)^2} \quad (8)$$

(Saray 2012).

3. Bulgular

Bu çalışmada kullanılan veriler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın hava kalitesi izleme istasyonundan elde edilmiştir. Kütahya iline ait günlük olarak saat başı alınan Rüzgâr, Nem, PM10 ve SO₂ verileri kullanılmıştır. Modele giriş verileri olarak Rüzgâr, Nem, PM10 ve SO₂ değerleri sokulmuş ve modelden çıkış verisi olarak PM10 değeri elde edilmiştir. Kullanılan verilerin 96 âdeti eğitim ve 24 âdeti ise test verisi olarak kullanılmıştır.

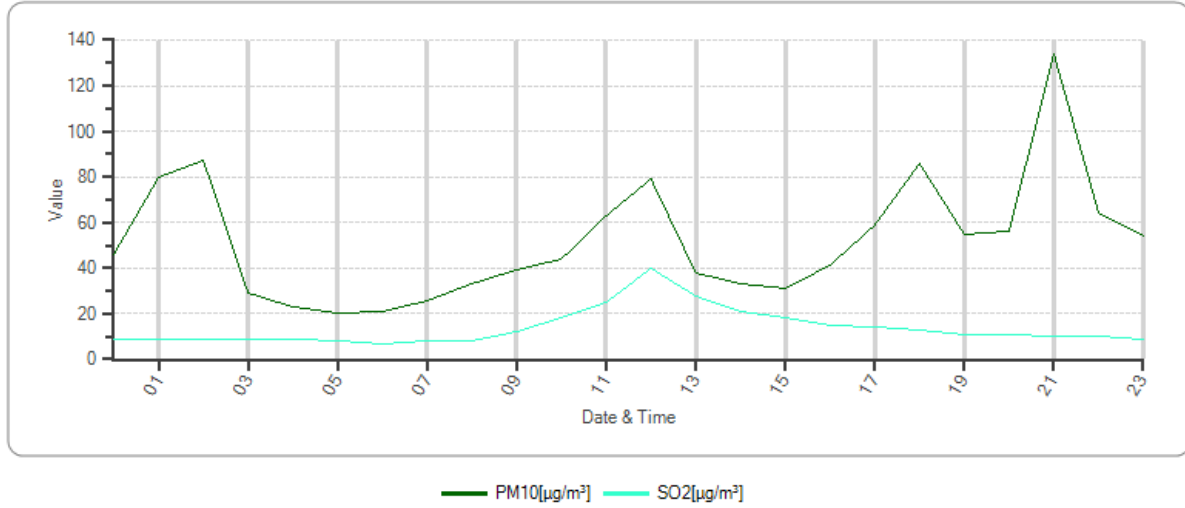
MATLAB yapay sinir ağı araç kutusu kullanılarak, 3 Katmanlı geri beslemeli bir ağ yapısı oluşturulmuştur. Aktivasyon fonksiyonu olarak tanjant sigmoid fonksiyonu kullanılmış olup, ayrıca ara katmanda 30 Nöron sayısı seçilerek, geri beslemede ağırlıkların değişimi Levenberg-Marquart öğrenme algoritması ile sağlanmıştır. 1 Kasım 2013 ile 6 Kasım 2013 tarihleri arasındaki veriler giriş verisi olarak kullanılmıştır. 6 Kasım’a ait PM10 sonuçları tahmin edilmiştir. Türkiye’deki illerin PM10 ve SO₂ verileri ortalama standart değerlerinin üzerinde çıkmaktadır. Özellikle 12:00 ve 24:00 saatleri arasında değerlerin maksimum olarak arttığı görülmektedir. Bu değerlerin yüksek olmasında yakıt olarak kullanılan fosil enerji kaynaklarının (Kömür, Fuel-oil, vb.) etkisi kuşkusuz

büyüktür.

Tablo 1.Çeşitli illerin PM10 ve SO₂ verileri (Intkyn.1)

	µg/m ³	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	STD
Adana	SO2	1	1	2	2	1	2	2	1,6
	PM10	9	9	12	9	10	10	8	3,9
Ankara	SO2	27	30	26	24	21	14	11	6,4
	PM10	116	123	108	109	96	77	81	57,1
İstanbul	SO2	8	7	6	3	3	2	2	3,7
	PM10	173	190	203	197	147	126	123	38,2
Kocaeli	SO2	11	10	10	9	9	8	8	15,6
	PM10	72	60	46	40	39	36	36	34,6
Balıkesir	SO2	19	19	20	17	13	13	14	5,3
	PM10	68	73	73	75	58	53	55	13,2

İstasyon:KUTAHYA Periyodik:01.12.2013 00:00 - 01.12.2013 23:00 Rapor Türü:AVG

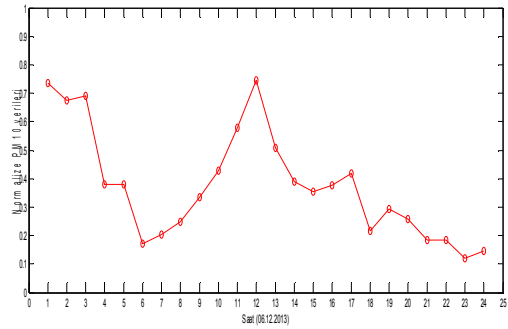


Şekil 3.Kütahya ilinin günlük ve saat olarak PM10 ve SO₂ verileri(Intkyn.1)

Tablo 2.Kütahya ilinin PM10 ve SO₂ verileri (Intkyn.1)

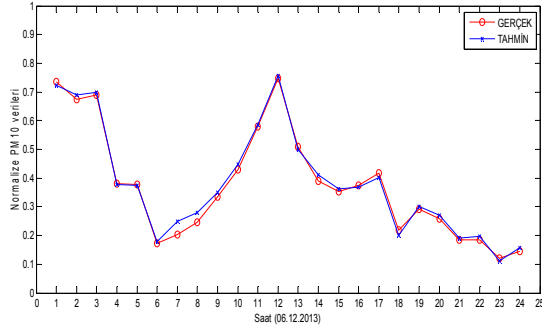
01.12.2013	Saat	Kükürt Dioksit(SO ₂) (µg/m ²)	PM10 (µg/m ²)
Kütahya	00:00	9	48
	06:00	13	38
	12:00	23	47
	18:00	11	75

Tablo 2'yi incelediğimizde, Kütahya ilinin PM10 ve SO₂ değerleri, ortalama SO₂ değeri 5,4 µg/m² ve PM10 değeri 13,8 µg/m² 'den çok fazla olduğu görülmektedir.

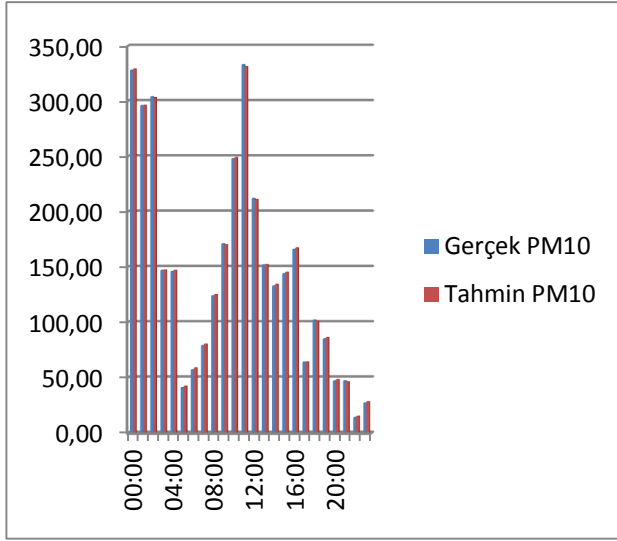


Şekil 4.Kütahya ilinin PM10 değerleri

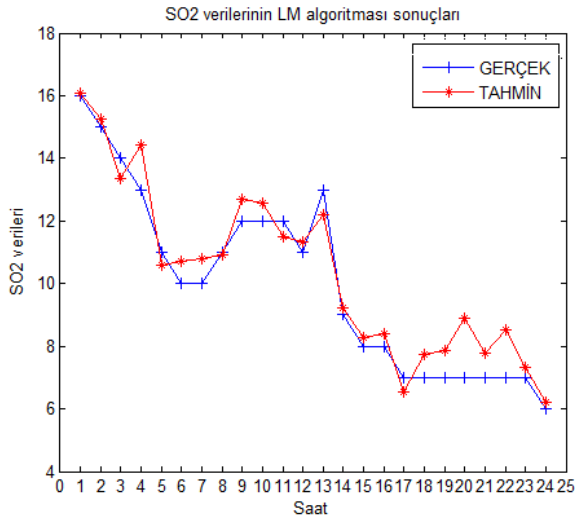
Şekil 4'te gösterilen değerler, Kütahya ilinin 06.12.2013 tarihindeki saat başı PM10 değerleridir.



Şekil 5. Kütahya ilinin 06.12.2013 tarihindeki gerçek PM10 değeri ile tahmin edilen değerlerin karşılaştırılması



Şekil 6. Kütahya ilinin 06.12.2013 tarihindeki gerçek PM10 değeri ile tahmin edilen değerleri



Şekil 7. Kütahya ilinin 06.12.2013 tarihindeki gerçek SO₂ değeri ile tahmin edilen değerleri

4. Tartışma ve Sonuç

Yaptığımız çalışmada Hava İzleme İstasyonundan günlük ve saat başı alınan Kütahya ilinin PM10 değerleri ile Yapay Sinir Ağları geri beslemeli ağ Levenberg - Marquardt öğrenme algoritması kullanılarak yapılan tahmin sonucu değerleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 3. LM algoritmasının OKH değerleri

LM Algoritma	OKH değeri
PM10	0,0161
SO ₂	0,0372

Bu modele göre ortaya çıkan tahmin sonucu normalize PM10 OKH değeri 0,0161 olarak ve SO₂ OKH değeri ise 0,0372 çıkmıştır. Bu sonuca baktığımızda, YSA Levenberg - Marquardt algoritması ile yapılan PM10 ve SO₂ tahminin son derece gerçek değere yakın olduğu görülmüştür. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, model giriş değerleri ve kullanılan Levenberg - Marquardt algoritması değiştirilebilir. Ayrıca aynı model kullanılarak diğer hava kirliliğine neden olan madde değerleriyle de tahmin yapılabilir. Hava kirliliğine sebep olan materyallerin önceden bilinmesi ve planlamanın sağlıklı yapılması, hava kirliliğini önlemede son derece etkili bir yöntemdir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan verilerin elde edilmesinde emeği geçen T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonu yetkililerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Arabacı M., Bayram M., Yüceer M., Karadurmuş E., (2010) "Tuğla ve Kiremit Fabrikalarının Hava Kirliliğine Katkılarının Yapay Sinir Ağı Modellemesi İle Araştırılması", 9. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 22-25 Haziran 2010, Kongre Kitabı sayfa: 727-728, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Cengiz M. A., Şenel T., Terzi E., Savaş N., TERZİ Y., (2013) Samsun Bölgesindeki Hava Kirliliğinin Neden Olduğu Hastalıkların İstatistiksel Modellenmesi, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi 3(8):27-36.

modelinin oluşturulması üzerine bir uygulama” C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 8, Sayı 1, s97-112.

Erbaşlar T., Taşdemir Y., (2007) “Kentsel bir atmosferdeki bazı hava kirleticilerin meteorolojik parametrelerle ilişkilendirilmesi”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 12, Sayı 2, 2007, s 1-8.

İnternet kaynakları

1-<http://www.havaizleme.gov.tr/Default.ltr.aspx>, (15.12.2013)

Erol S. Y., (2011)“Çevre Politikası Aracı Olarak Eğitim ve Bilinçlendirme Çalışmaları ve Akdeniz Bölgesi için İşlevsel Önemi” 26-28 ekim 2011, Kahramanmaraş, 267-276.

Haiming Z., Xiaoxiao S., (2013) “Study on prediction of atmospheric PM2.5 based on RBF neural network” Digital Manufacturing and Automation (ICDMA), 2013 Fourth International Conference on, 29-30 June 2013, p 1287 – 1289.

Jin L.V., (2007) “Summary of Artificial Neuron Model Research” Industrial Electronics Society, 33rd Annual Conference of the IEEE, 677 – 682.

Kaypak Ş., (2013) “Çevre Sorunlarının Çözümünde Küresel Çevre Politikalarının Önemi” , Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 31, 17-34

Raimondo G.,Montuori A., Moniaci W., Pasero E., and Almkvist E., (2007) “Data-driven model to forecast PM10 concentration”, Proc. IJCNN 2007, August 2007, Orlando (FL), USA, Page(s):190-194, DOI 10.1109/IJCNN.2007.4370953.

Saray U., (2012) “Rüzgar potansiyelinin yapay sinir ağlarıyla analizi ve uygulaması” Yüksek lisans tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 79.

Qingxin F.,Ying L., Nanqi R., (2009) “Application of grey prediction model to forecast the main air contaminant PM10 in Harbin City”, Bioinformatics and Biomedical Engineering , 2009. ICBBE 2009. 3rd International Conference on , Qingdao ,11-13 June 2009,p1 – 4.

Yüksek A.G., Bircan H., Zontul M., Kaynar O., (2007) “Sivas ilinde yapay sinir ağları ile hava kalitesi