

Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Bazı İllerin Hava Şartları ve Rüzgar Gücünün Modellenmesi

Ebru KAVAKAKPINAR*
Yaşar BİÇER
Beytullah ERDOĞAN

Özet

Bu çalışmada, Doğu Anadolu bölgesinde bulunan Erzincan, Kars, Van illerindeki sıcaklık, nem, rüzgar hızı, basınç gibi hava şartları ve rüzgar gücü 10 yıllık bir periyotta (1994-2003) incelendi ve modelleme yapıldı. Hava şartlarının modellenmesinde lineer regresyon analizi kullanıldı. Yıllık ortalama rüzgar gücü üzerinde sıcaklık, relatif nem ve basıncın etkisi non-lineer regresyon metodu kullanılarak araştırıldı. Geliştirilen modellerin hava şartları ve hava şartlarının çevre ve enerji üzerindeki etkileri ile ilgili herhangi bir çalışmada kullanılabileceği görüldü.

Anahtar Kelimeler: Basınç, Nem, Rüzgar hızı, Rüzgar gücü, Sıcaklık, Erzincan, Kars, Van, Türkiye

1. GİRİŞ

Dünyada enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık %4-5 oranında artmaktadır. Buna karşılık bu ihtiyacı karşılayan fosil kökenli enerji kaynakları ise çok daha hızlı bir şekilde azalmaktadır. İyimser bir tahminle önümüzdeki 50 yıl içinde petrol rezervlerinin büyük ölçüde tükeneceği ve ihtiyacı karşılamayacağı görülmektedir ki aynı süreç diğer fosil kökenli enerji kaynakları içinde geçerlidir. Ayrıca fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanımı, başta sera etkisi olmak üzere birçok olumsuz çevresel etkilere sebep olmaktadır. Bunun sonucu olarak; konvansiyonel enerji kaynaklarının kullanımını sınırlamak, rüzgar, jeotermal, güneş, hidrojen ve dalga enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yö-

nelmek gerekmektedir (Köse vd., 2004; Akpınar ve Biçer, 2004; Özgür vd., 2003).

Literatürde; hava şartları, güneş ve rüzgar enerjisiyle ilgili dünyada ve ülkemizin bir çok bölümleriyle ilgili bir çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların birçoğunda güneş radyasyonu, rüzgar enerjisi, relatif nem, sıcaklık, basınç ve toz gibi hava parametreleriyle ilgili ampirik bağıntılar geliştirilmiştir (Sabbagh vd., 1973; Rehman vd., 1992; Al-Garni vd., 1999; Akpınar ve Biçer, 2004).

Bu çalışmanın ana amacı, lineer regresyon modelleri kullanarak Doğu Anadolu Bölgesindeki Erzincan, Kars ve Van illeri için sıcaklık,

* Arş. Gör., Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü.

relatif nem, rüzgar ve basınç gibi hava parametrelerini tartışmak, ileriki yıllarda bu konularda teorik ya da deneysel olarak yapılacak çalışmalar için bir ön fikir oluşturmaktır.

2. HAVA DATALARININ MODELLENMESİ

Regresyon analizi, en küçük kareler metodunu kullanarak deneysel verilere eğri uyduran bir istatistiksel analizdir. Regresyon, tek bir bağımlı değişkeni bir veya birden fazla bağımsız değişkenin nasıl etkilediğini analiz etmek için çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Erzincan, Kars ve Van illerinin 10 yıllık bir periyoda ait olan sıcaklık, relatif nem, basınç ve rüzgar hızı (1994-2003) lineer regresyon analizi kullanılarak %95 bir doğrulukla modellenildi. Yıllık ortalama rüzgar gücü üzerinde sıcaklık, relatif nem ve basıncın etkisi non-lineer regresyon metodu kullanılarak araştırıldı. Non-lineer regresyon analizi sonuçlarına göre, her bir ilin yıllık ortalama rüzgar gücü üzerinde sıcaklık, relatif nem ve basıncın etkisi bir modelle açıklanabildi.

En uygun eğrileri bulmak için, hava parametrelerinin tahmin edilmiş değerlerine karşı artık kalanların çizimini incelemek gerekmektedir (Montgomery, 1985). Bu çalışmada geliştirilen modellerin doğruluğunu kontrol etmek için, artık kalanlar analizi yapıldı.

3. SICAKLIK

1994-2003 yılları arasındaki sıcaklık değişimi, her bir il için ayrı olarak Şekil 1'de gösterilmektedir. Her bir data, tüm yıl için ortalama sıcaklık değerini göstermektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, yıllık ortalama sıcaklık değerleri genelde Erzincan ili için 10,05 °C ile 12,78 °C, Kars ili için 4,86 ile 6,28 °C, Van ili için ise 9,2 ile 10,83 °C arasında değişmiştir. 10 yıl için toplam ortalama sıcaklık Erzincan ili için 11,50 °C, Kars ili için 5.56 °C ve Van ili için ise 10.11 °C bulunmuştur.

4. RELATİF NEM

1994 ve 2003 yılları arasındaki relatif nem değerleri, Erzincan ili için 59,20 % ile 66,4 % arasında değişmiştir, tüm yıllara ait olan toplam ortalama nem oranı, 63,52 % olarak bulun-

muştur. Kars ili için 50,11 % ile 61,10 % arasında değişmiştir, tüm yıllara ait olan toplam ortalama nem oranı, 72,06 % olarak tespit edilmiştir. Van ili için 51,10 % ile 66,77 % arasında değişmiştir, tüm yıllara ait olan toplam ortalama nem oranı, 58,70 % olarak bulunmuştur. Bu grafiklerden ve datalardan, sıcaklığın artmasıyla relatif nemin düştüğü, sıcaklığın azalmasıyla relatif nemin arttığı görülmektedir.

5. RÜZGAR HIZI

1994-2003 yılları arasındaki yıllık ortalama rüzgar hızı değerlerinin 10 m yükseklikte Erzincan ili için 1,14-1,60 m/s, Kars ili için 2,21-2,75 m/s, Van ili için 2,22-2,70 m/s arasında değişim gösterdiği Şekil 1'de görülmektedir. Bu periyot için toplam ortalama rüzgar hızı değeri ise, Erzincan için 1,47 m/s, Kars için 2,50 m/s, Van için ise 2,51 m/s olarak bulunmuştur.

6. BASINÇ

Şekil 1'den görüldüğü gibi 1994-2003 yılları arasındaki yıllık ortalama basınç değerleri, Erzincan için 877,61-878,51 Pa, Kars için 819,90-821,65 Pa, Van için ise 830,85-832,12 Pa arasında değişim göstermiştir. Şekil 1'den, yıllık ortalama basınç değerlerinin, hemen hemen sabit kaldığı gözlenmektedir. İncelenen periyot için toplam ortalama basınç değeri ise, Erzincan için 878,03 Pa, Kars için 820,81 Pa, Van için 831,53 Pa olarak bulunmuştur.

7. HAVA DATALARININ REGRESYON ANALİZİ

Şekil 2-5, Her bir il için 1994-2003 yıllarına ait olan sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı ve basınç değerleri için lineer regresyon analizi sonuçlarını göstermektedir. Bu datalar için elde edilen lineer regresyon bağıntıları, aşağıda verilmektedir.

Şekil 1. 1994-2003 Yılları Arasında Erzincan, Kars ve Van İllerindeki Yıllık Ortalama Hava Şartlarının Değişimi

Şekil 2'den, bulunan yıllık ortalama sıcaklık de-

Sıcaklık:

$T = -0.0866*Y + 184.49$ (Erzincan), $T = -0.0367*Y + 78.83$ (Kars), $T = 0.0183*Y - 26.469$ (Van)

Relatif nem:

$RH = 0.528*Y - 992.37$ (Erzincan), $RH = -0.0982*Y + 268.22$ (Kars), $RH = 1.393*Y - 2725.9$ (Van)

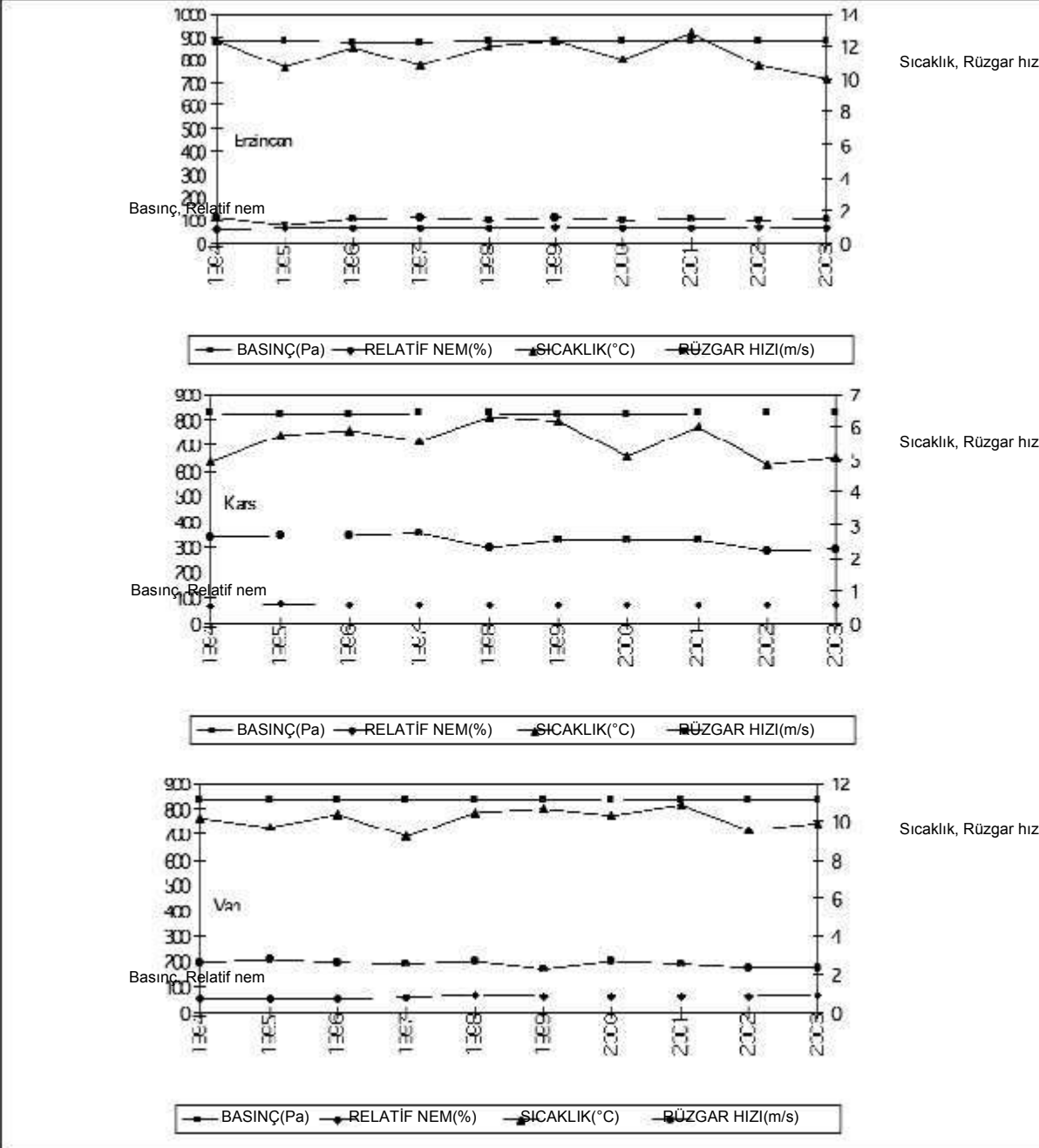
Rüzgar hızı:

$$V=0.0057*Y - 9.9745 \text{ (Erzincan)}, V=-0.0438*Y + 89.956 \text{ (Kars)}, V = -0.0317*Y + 65.859 \text{ (Van)}$$

Basınç:

$$P=0.0589*Y + 760.37 \text{ (Erzincan)}, P = 0.0481*Y + 724.68 \text{ (Kars)}, P = -0.0321*Y + 895.61 \text{ (Van)}$$

Burada Y, yıldır.

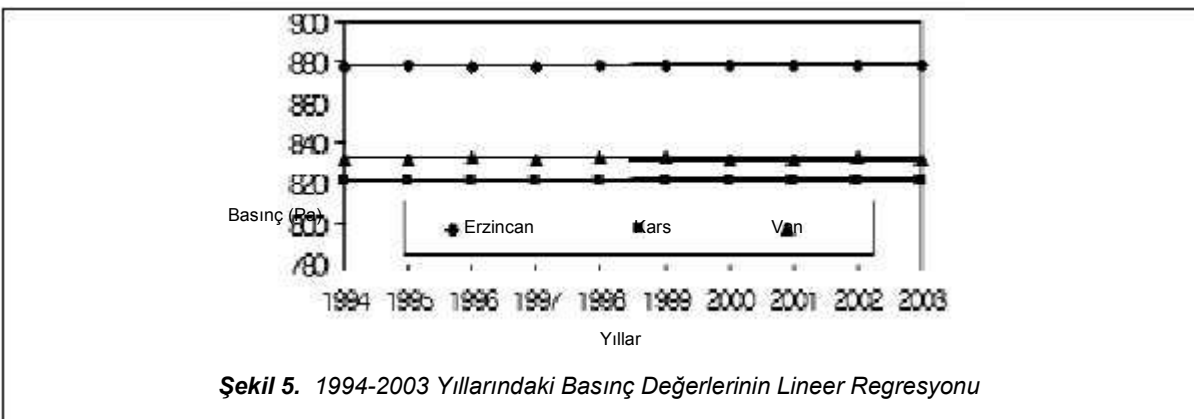
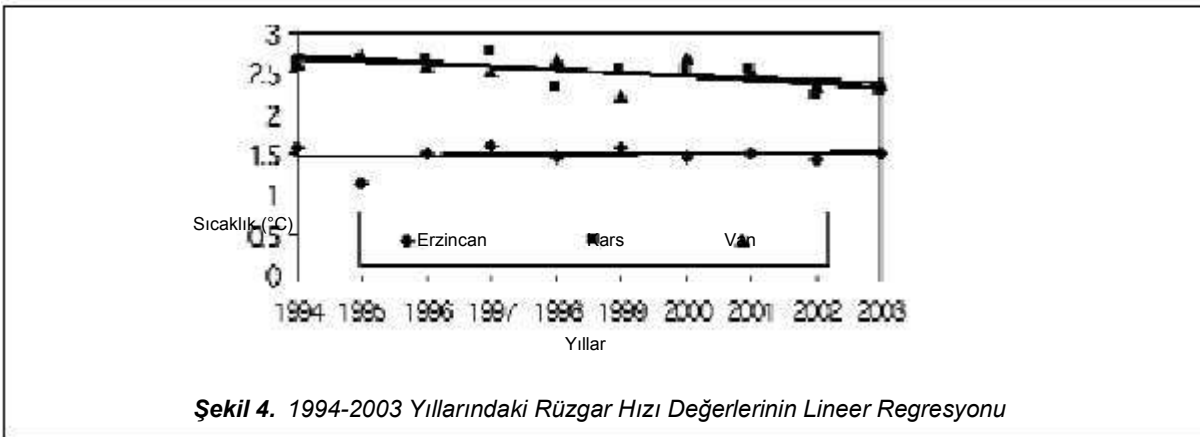
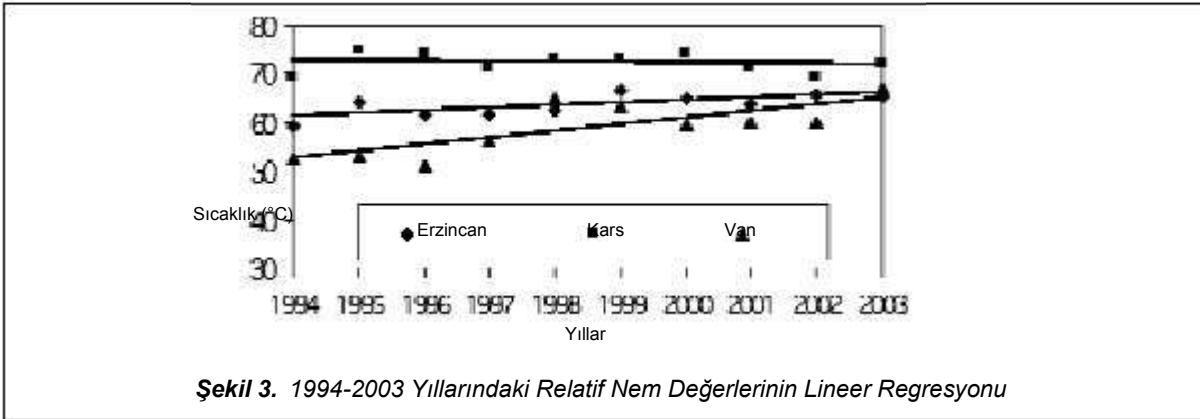
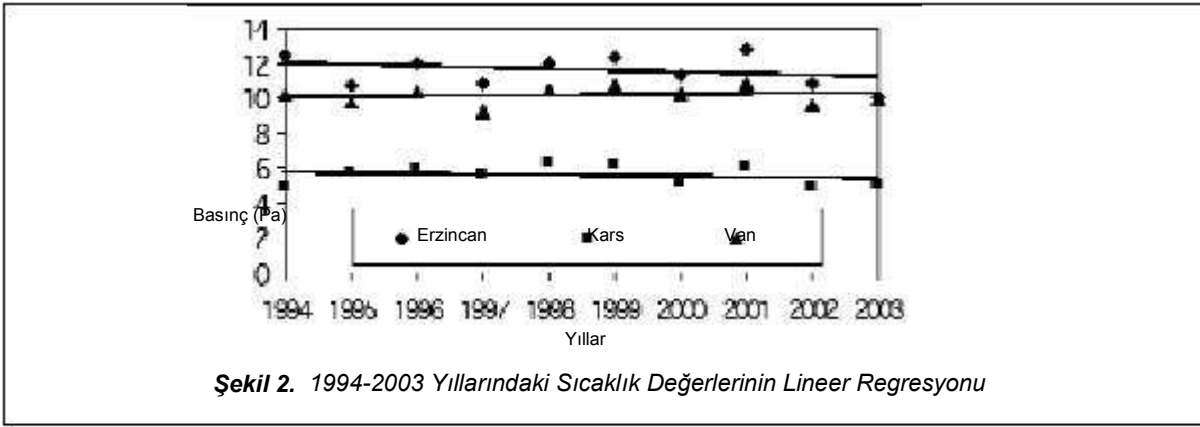


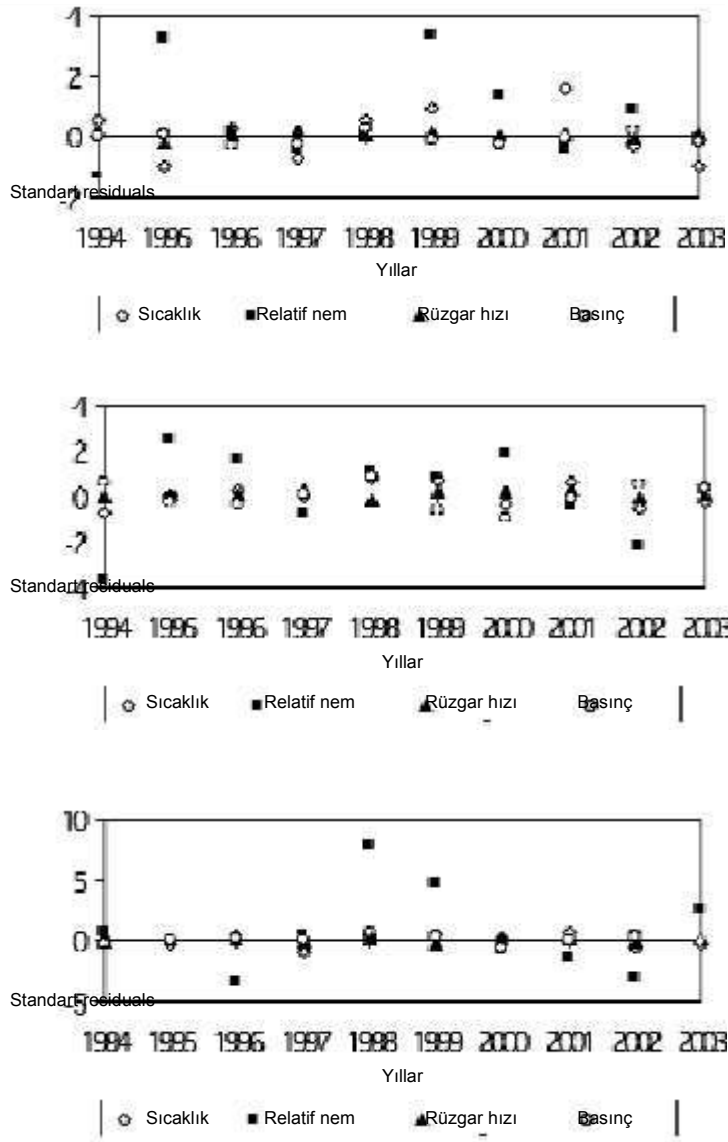
ğlerinin Erzincan ve Kars için yıllara göre azalan bir eğilimde olduğu, Van için ise hemen hemen

sabit olduğu görülmektedir. Yıllık ortalama relatif nem değerleri (Şekil 3) Kars ili için belirgin bir şekilde sabit kalmış, ancak, Erzincan ve Van illerinde yıllara göre artan bir eğilim gözlenmiştir. Yıllık ortalama rüzgar hızı değerlerinin yıldan yıla değişiminin Erzincan ili için sabit kaldığı, Van ve Kars illeri için ise paralel bir şekilde azalan bir eğilim gösterdiği, Şekil 4'den görülmektedir. Yıllık ortalama basınç değerleri ise, her üç il için de sabit bir eğilim vermiştir (Şekil 5).

Artık kalanlar analizi, hataların yaklaşık olarak sabit bir değişimle normal olarak dağıldığı kabulünü kontrol etmede, sıklıkla yardımcı olmaktadır. Şekil 6, her bir il için ayrı ayrı sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı ve basınç değerlerinin artık kalan değerlerini göstermektedir. Bu şekilden, modellerin uygun olduğu açıkça görülmektedir.

Şekil 7'de Her üç il için 10 yıllık periyoda ait yıllık ortalama rüzgar hızı değerleri verilmiştir.

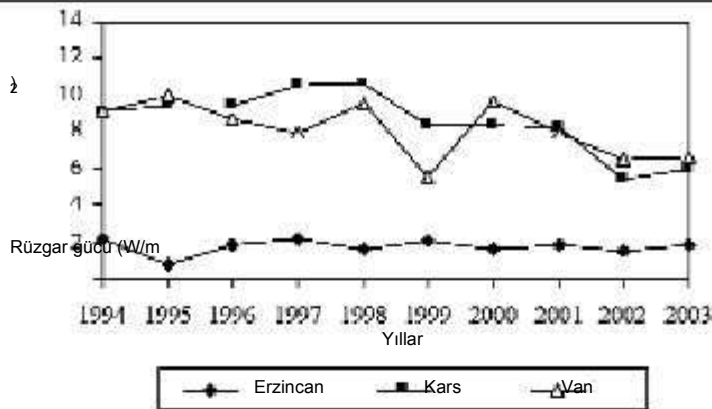




Şekil 6. Sıcaklık, Relatif Nem, Rüzgar Hızı Ve Basınç Değerlerinin Residual Değerleri

62
2005

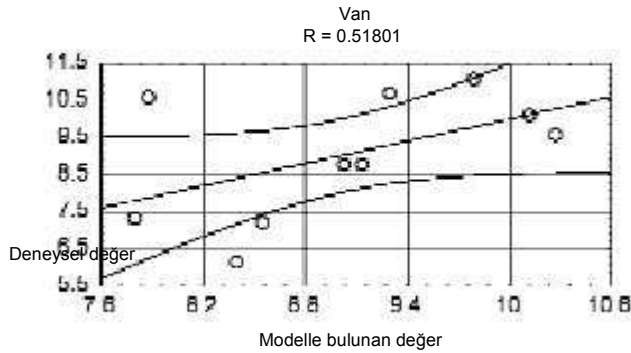
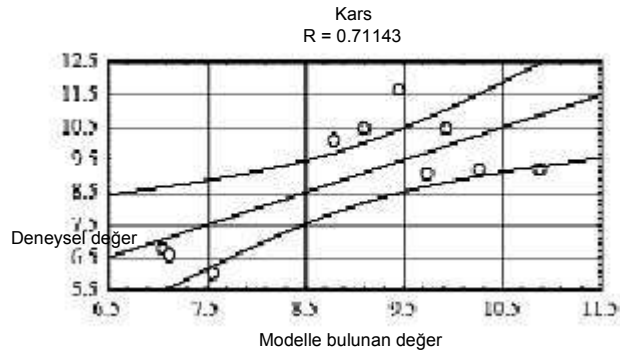
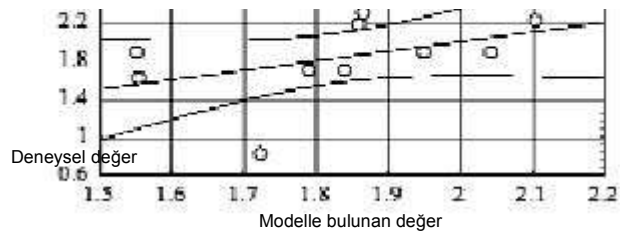
TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 89,



Şekil 7. 1994-2003 Yılları Arasındaki Yıllık Ortalama Rüzgar Gücü

Erzincan
R = 0.43990





Şekil 8. Deneysel Değerle Ve Modelle Bulunan Yıllık Ortalama Rüzgar Gücü Değerleri

ili için $2,22 \text{ W/m}^2$ - $0,80 \text{ W/m}^2$, Kars ili için $10,66$ - $5,47 \text{ W/m}^2$, Van ili için ise $10,02$ - $5,57 \text{ W/m}^2$ arasında değişmiştir. Bu periyot için, toplam yıllık ortalama rüzgar gücü değeri, yaklaşık olarak Erzincan için $1,76 \text{ W/m}^2$, Kars için $8,54 \text{ W/m}^2$ rüzgar gücünün tahmini değerlerini bulmanın Van için ise $8,16 \text{ W/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Bu rakamlar, tarım ve hayvancılık açısından uygun bir arazi yapısına sahip olan Kars ve Van illerinde rüzgar enerjisinden su pompalama amaçlı faydalanılabileceğini göstermektedir.

Her bir il için yıllık ortalama rüzgar gücü üzerindeki sıcaklık, relatif nem ve basıncın etkisi non-lineer regresyon metodu kullanılarak araştırılmıştır. Non-lineer regresyon analizi sonuçlarına göre, aşağıdaki eşitlikler, yıllık ortalama rüzgar gücü üzerinde sıcaklık, relatif nem ve basıncın etkisini açıklayabilmektedir:

$$\text{Rüzgar gücü} = 236,9519 + 0,135851 * T - 0,026101 * RH - 0,267677 * P \text{ (Erzincan)}$$

$$\text{Rüzgar gücü} = 2242,331 + 1,038540 * T -$$

nem, rüzgar hızı, basınç gibi hava özelliklerini ve rüzgar gücünü yeterli derecede açıklayabildiği görülmüştür. Geliştirilen bu modellerle, bu iller için gelecek yıllardaki hava şartlarının ve enerji üzerindeki etkilerinin açıklanabileceği anlaşılmıştır.

9. KAYNAKLAR

- Akpınar, E. K., Biçer Y., "Elazığ'daki Hava Şartları ve Rüzgar Gücünün Modellenmesi", Ulusal Ege Enerji Sempozyumu, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 26-28 Mayıs 2004, 257-263.
- Al-Garni, A.Z., Şahin, A.Z., Al-Farayedhi, A., "Modelling of Weather Characteristics and Wind Power in the Eastern Part of Saudi Arabia", International Journal of Energy Research, 23, 805-812, 1999.
- Köse, R., Özgür, M.A., Alakuş, B., "Kütahya Rüzgar Enerjisi Potansiyeli", II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu, Dumlupınar Üniversitesi

Rüzgar gücü=2242,331T+1,036349 T²-
0,444595*RH -2,68889*P (Kars)
Rüzgar gücü=380,8435+0,410196*T-
0,163171*RH -0,440612*P (Van)

Enerji Sempozyumu, Dumlupınar Üniversite -
si, Kütahya, 26-28 Mayıs 2004, 229-237.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A., Introduction to
Linear Regression Analysis, Wiley, New York,
1985.

Deneysel değerle ve yukarıdaki modelle bulunan yıllık ortalama rüzgar gücü değerleri, Şekil 8'de her bir il için gösterilmektedir. Şekil 8'inci incesinden Elektrik Enerjisi Üretimi Çalışmaları" lendiğinde, modelle bulunan yıllık ortalama rüzgar gücü değerlerini gösteren noktaların, dePamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakülte neysel verileri gösteren noktalara oldukça yası; Denizli, Mayıs 2003.

kın bulunduğu ve bu noktaların eğrinin çok yakınında olduğu saptanmıştır. Bu da, kullanılan modellerin yıllık ortalama rüzgar gücünün açıklanmasında kullanılabileceğini ifade etmektedir.

- Özgür, M.A., Köse, R., Erbaş, O., Işık, A.,
"Kütahya Kızılbayır Mevkiinde Rüzgar Enerji -
Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, 83-88,
-
- Rehman, S., Hussain, Y., Halawani, T.O., "Radiative Fluxes in the Troposphere from Upper Meteorological Data in Saudi Arabia", Solar Energy, 49(1), 35-40, 1992.
- Sabbagh, J.A., Sayigh, A.A.M, El-Salam, E.M.A, "Correlation of Solar Radiation and Sunshine Duration in Riyadh", Pak.J. Sci. Ind. Res., 16, 16, 1973.

8. SONUÇ

Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesinde bulunan Erzincan, Kars ve Van illerinin 10 yıllık bir periyoda ait olan hava şartları verilerini modellemek için lineer regresyon modeli, rüzgar gücü üzerinde sıcaklık, relatif nem ve basıncın etkisini açıklamak için non-lineer regresyon modeli kullanılmıştır. İstatiksel analiz sonuçlarına göre elde edilen modellerin sıcaklık, relatif