

Elazığ'daki Hava Şartları ve Güneşlenme Şiddetinin Modellenmesi

Yaşar BİÇER*
Ebru KAVAKPINAR*
Fatih ÖZBEY

Özet

Bu çalışmada, Elazığ ilindeki sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç, güneşlenme şiddeti ve güneşlenme süresi gibi hava şartları 10 yıllık bir periyotta (1994-2003) incelendi ve modelleme yapıldı. Hava şartlarının modellenmesinde lineer regresyon analizi kullanıldı. Yıllık ortalama güneşlenme şiddeti üzerinde sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, güneşlenme süresi ve basıncın etkisi lineer olmayan 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, Güneşlenme şiddeti ve süresi, Relatif Nem, Rüzgar hızı, Sıcaklık, Türkiye-Elazığ

1. GİRİŞ

Ekonomik gelişme ve artan nüfusa bağlı olarak enerji tüketiminin oldukça büyük değerlere ulaştığı günümüzde enerjinin temininde ve kullanımında sürekliliğin sağlanması yanında küresel ısınma, hava kirliliği, ozon tabakasının incilmesi, ormanların azalması gibi çevresel etkilerde doğanın korunması açısından dikkate alınmalıdır. İhtiyaç duyulan enerjinin en düşük maliyetle ve sürekli olarak teminini amaçlayan sürdürülebilir enerji yaklaşımı enerji tasarrufu ve enerjinin etkin kullanımı, enerji üretimi ve tüketiminde çevresel etkilerin en aza indirilmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasını amaçlamaktadır. Ülkelerin enerji politikalarının belirlenmesinde süreklilik, kaynakların çeşitlendirilmesi, çevresel etkilerin azaltılması, ulusal güvenlik, zamanında ve ekono-

mik koşullarda enerji temini başlıca ilkelere ri oluşturmaktadır (Koçar ve Özbalta, 1999).

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).

Ülkemiz güneş kuşağı adı verilen bölgede yer almaktadır. Doğu Anadolu Bölgesinde yatay yüze gelen toplam güneş ışınım şiddeti 1398.4 kWh/m².yıl, Elazığ'daki yatay yüze gelen toplam güneş ışınım şiddeti ise 1307.9 kWh/m².yıldır (Koçar ve Özbalta,

* Dr. Arş. Gör., Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü.

Bu çalışmanın ana amacı, lineer regresyon modelleri kullanarak Elazığ yöresi için sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç, güneşlenme şiddeti ve güneşlenme süresi gibi hava parametrelerini tartışmak, ileriki yıllarda bu konularda teorik ya da deneysel olarak yapılacak çalışmalarda bir ön fikir sağlamaktır.

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, 10 yıllık bir periyoda ait olan sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç, güneşlenme şiddeti ve güneşlenme süresi (1994-2003) lineer regresyon analizi kullanılarak %95 bir doğrulukla modellendi. Yıllık ortalama güneşlenme şiddeti üzerinde sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, güneşlenme süresi ve basıncın etkisi non-lineer regresyon metodu kullanılarak araştırıldı. Non-lineer regresyon analizi sonuçlarına göre, yıllık ortalama güneşlenme şiddeti üzerinde sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç ve güneşlenme süresinin etkisi korelasyon katsayısı 0,87 olan 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, Şekil 1'de gösterilmektedir. Her bir data, tüm yıl için ortalama sıcaklık değerini göstermektedir. 10 yıl için toplam ortalama sıcaklık 13,2 °C bulunmuştur. Şekil 1'den, her bir yıldaki yıllık ortalama sıcaklığın birbirine çok yakın olduğu gözükmektedir.

0,6°C ile Ocak ayında, maksimum aylık ortalama sıcaklık değeri 27,5 °C ile Temmuz ayında elde edilmiştir (Şekil 2).

En yüksek sıcaklık ise 30.07.2000 tarihinde 42,2 °C, en düşük sıcaklık ise 26.12.2002 tarihinde -17,7 °C elde edilmiştir. İncelenen periyod için;

Saat 07:00'deki ortalama sıcaklık değeri 9,6 °C,

Saat 14:00'deki ortalama sıcaklık değeri 18,1 °C,

Saat 21:00'deki ortalama sıcaklık değeri 12,5°C

olarak ölçülmüştür.

4. RELATİF NEM

1994-2003 yılları arasında bağıl nem değerleri %55,2 ile %60,4 arasında değişmiştir.

Tüm yıllara ait olan toplam ortalama nem oranı, 57,7 % olarak bulunmuştur. Tüm yıllara ait olan aylık ortalama relatif nemin değişimi, Şekil 2'de verilmektedir. Bu grafikten, sıcaklığın artmasıyla relatif nemin düştüğü, sıcaklığın azalmasıyla relatif nemin arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, maksimum aylık ortalama relatif nem (%74) Ocak ve Aralık aylarında, minimum aylık ortalama relatif nem (36 %) Temmuz ayında elde edilmiştir. İncelenen periyod için;

Saat 07:00'deki ortalama bağıl nem %69

Saat 14:00'deki ortalama bağıl nem %44

Saat 21:00'deki ortalama bağıl nem %58

olarak ölçülmüştür.

5. RÜZGAR

1994-2003 yılları arasındaki yıllık ortalama rüzgar hızı değerlerinin 10 m yükseklikte 3-2,5 m/s arasında değişim gösterdiği Şekil 1'de görülmektedir. Bu periyot için toplam ortalama rüzgar hızı değeri ise, 2,7 m/s olarak bulun-

muştur. İncelenen periyod için;

Saat 07:00'deki ortalama rüzgar hızı 2 m/sn,

Saat 14:00'deki ortalama rüzgar hızı 3,6 m/sn,

Saat 21:00'deki ortalama rüzgar hızı 2,5 m/sn

350,57-378,32 cal/cm² arasında değişmektedir. Son 10 yıllık periyot için yıllık ortalama güneşlenme şiddeti 363,08 cal/cm² olarak bulunmuştur. Maksimum güneşlenme şiddeti aylık ortalama değeri Haziran ayında 592,18 cal/cm². minimum güneşlenme şiddeti aylık

olarak ölçülmüştür.

6. BASINÇ

Şekil 1'den görüldüğü gibi 1994-2003 yılları arasındaki yıllık ortalama basınç değerleri, 903,3-902,3 Pa arasında değişim göstermiştir. Şekil 1'den, yıllık ortalama basınç değerlerinin, hemen hemen sabit kaldığı gözlenmektedir. İncelenen periyot için toplam ortalama basınç değeri ise, 902,7 Pa olarak bulunmuştur. Elazığ'da maksimum ortalama basınç değeri Aralık ayında 907,3 (Pa), minimum ortalama basınç değeri Temmuz ayında 896,7 (Pa) olarak ölçülmüştür. Ayrıca en yüksek basınç değeri Ocak ayında 917,1 (Pa), en düşük basınç değeri Aralık ayında 886,4 (Pa) olarak ölçülmüştür.

7. GÜNEŞLENME ŞİDDETİ

1994-2003 yılları arasındaki yıllık ortalama güneşlenme şiddeti Şekil 1'de görüldüğü gibi

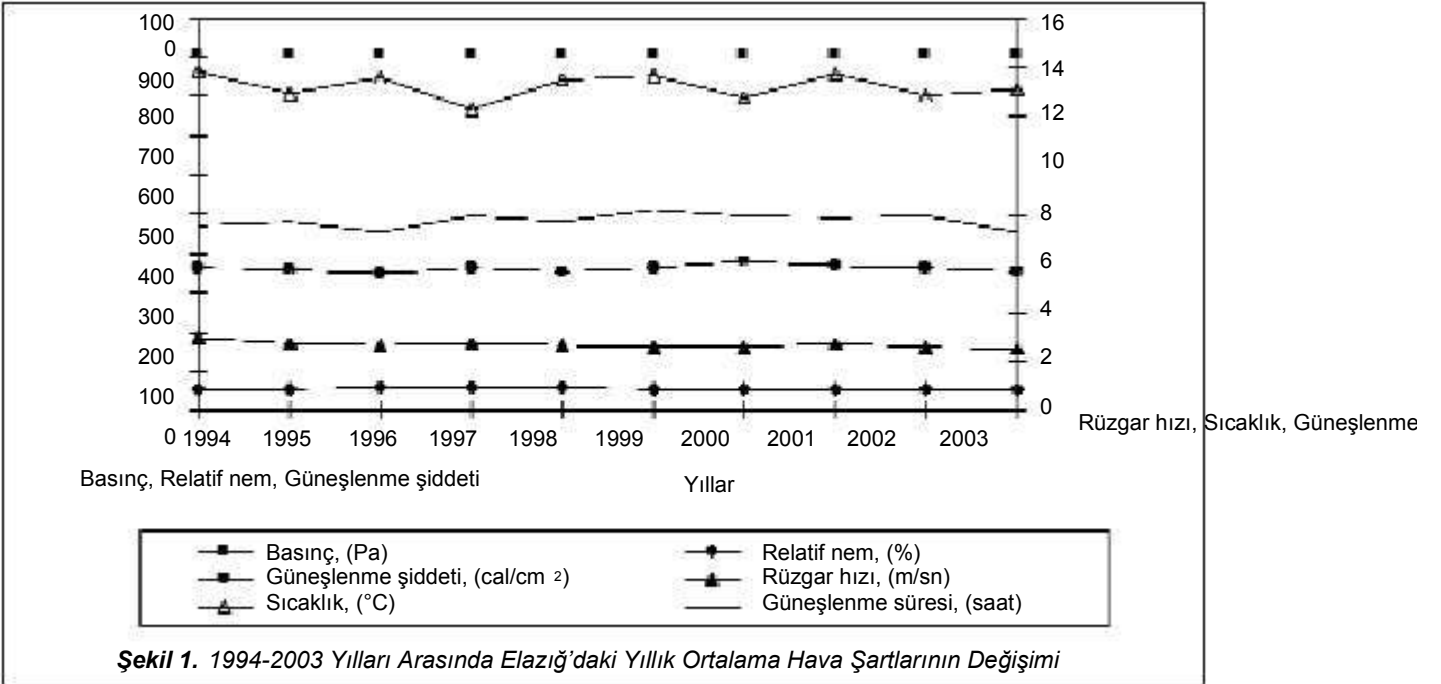
olarak ölçülmüştür. minimum güneşlenme şiddeti aynı ortalama değeri Aralık ayında 125,58 cal/cm² ölçülmüştür.

8. GÜNEŞLENME SÜRESİ:

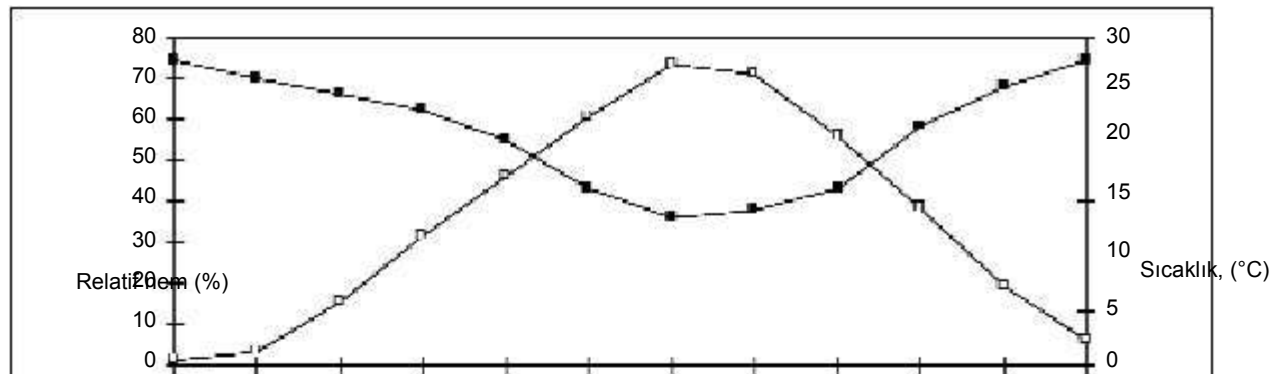
1994-2003 yılları arasındaki yıllık ortalama güneşlenme süresi 7,746 saat olarak bulunmuştur. Şekil 1'de görüldüğü gibi güneşlenme süresi 7,29-8,19 saat arasında değişmektedir. Güneşlenme süresinin son 10 yılda hemen hemen sabit kaldığı görülmüştür. Aylık ortalama maksimum güneşlenme süresi Temmuz ayında 12,62 saat, aylık ortalama minimum güneşlenme süresi Aralık ayında 2,37 saat ölçülmüştür.

9. HAVA DATALARININ REGRESYON ANALİZİ

Şekil 3-5, 1994-2003 yıllarına ait olan sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç, güneşlenme şiddeti ve süresi değerleri için lineer regresyon analizi sonuçlarını göstermektedir. Bu datalar için elde edilen lineer regresyon bağıntıları,



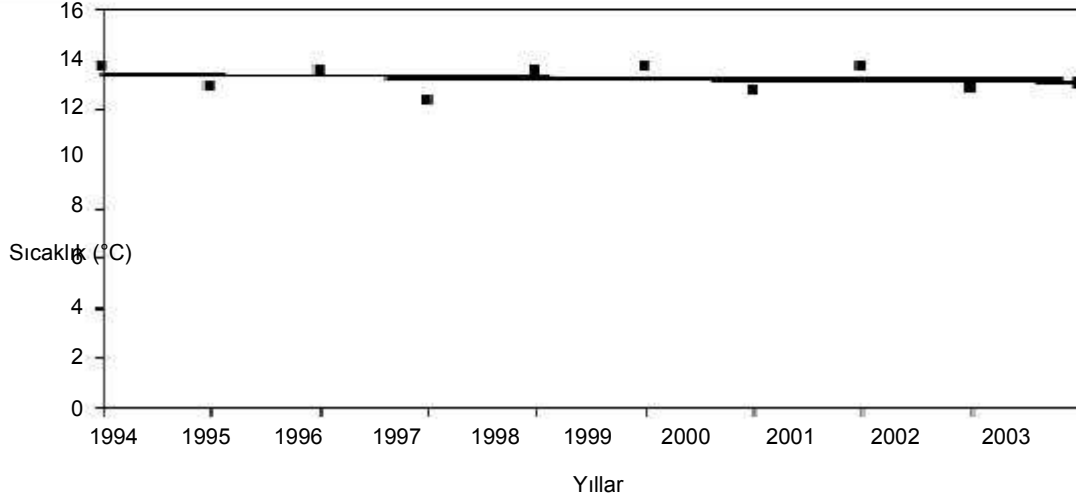
Şekil 1. 1994-2003 Yılları Arasında Elazığ'daki Yıllık Ortalama Hava Şartlarının Değişimi



Ocak Şubat Mart Nisan Mayıs Haziran Temmuz Ağustos Eylül Ekim Kasım Aralık

■ Relatif nem (%) □ Sıcaklık, (°C)

Şekil 2. Tüm Yılların Aylık Ortalama Sıcaklık ve Relatif Nem Değerlerinin Değişimi



Şekil 3. 1994-2003 Yıllarındaki Sıcaklık Değerlerinin Lineer Regresyonu

aşağıda verilmektedir.

Sıcaklık:

$$T = -0.0272 * Y + 67.46$$

Relatif nem:

$$RH = -0.1864 * Y + 430.14$$

Basınç:

$$P = 0.0424 * Y + 817.96$$

Güneşlenme şiddeti:

$$GŞ = 0.9449 * Y - 1525.3$$

Güneşlenme süresi:

$$Gs = 0.0207 * Y - 33.677$$

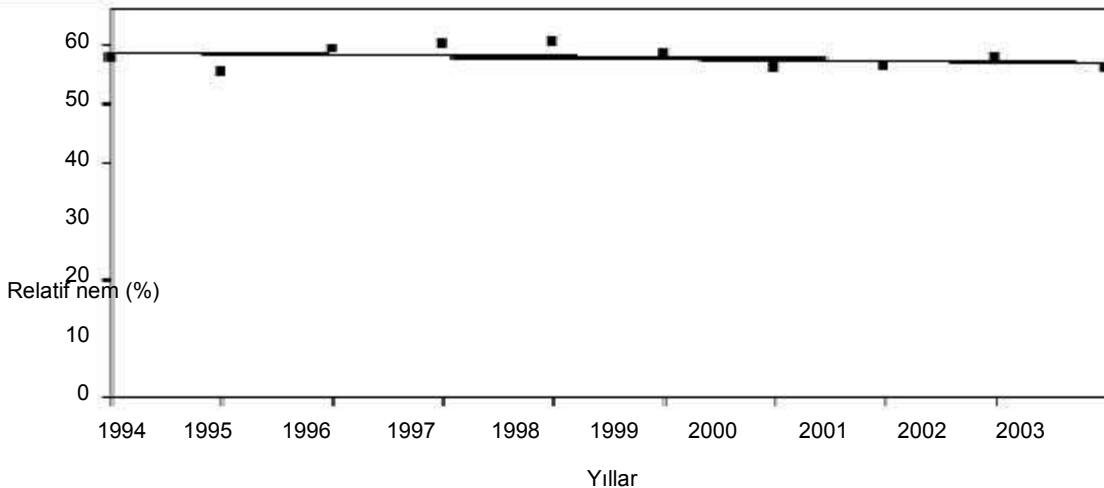
Rüzgar hızı:

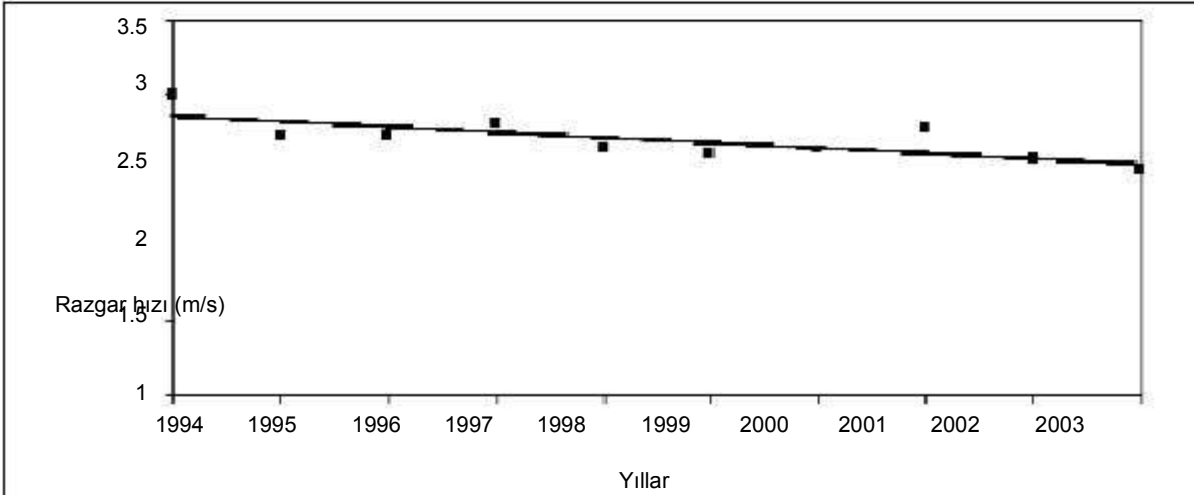
$$V = -0.0351 * Y + 72.828$$

Burada Y Gregorian takvimine göre yıldır.

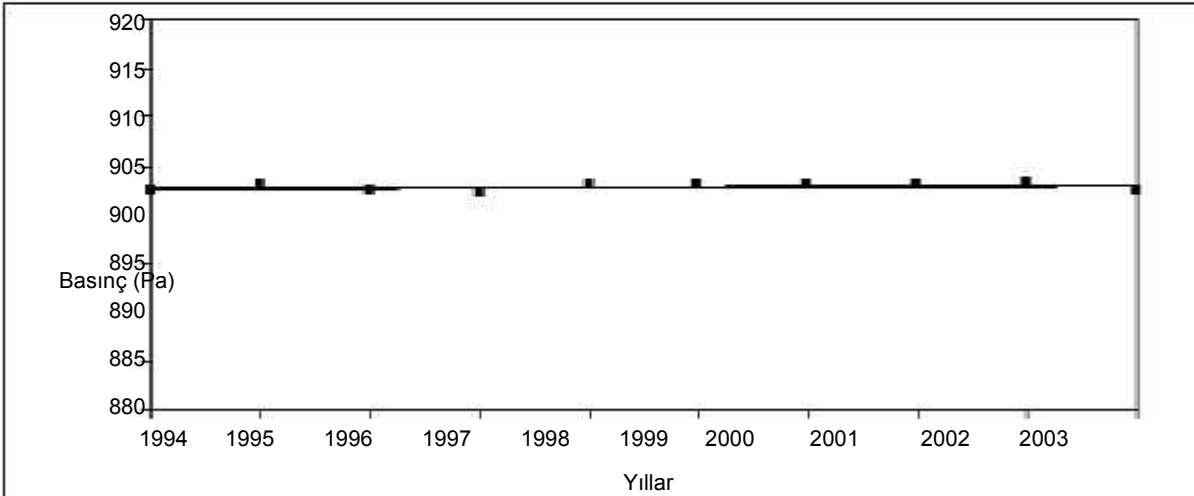
Şekil 3'de görüldüğü gibi, yıllık ortalama sıcaklık değerleri genelde 13,78 °C ile 12,3 °C arasında değişmiştir. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde en düşük değer, 1997, en yüksek değer ise 1994 yılında gözlemlenmiştir.

Şekil 3'den, Elazığ için bulunan yıllık ortalama





Şekil 5. 1994-2003 Yıllarındaki Rüzgar Hızı Değerlerinin Lineer Regresyonu



Şekil 6. 1994-2003 Yıllarındaki Basınç Değerlerinin Lineer Regresyonu

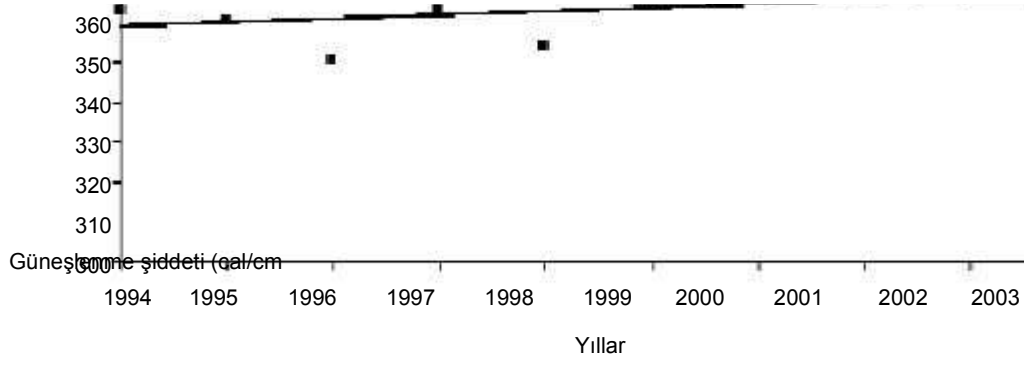
sıcaklık değerlerinin yıllara göre çok az bir miktar azalış gösteren bir eğilimde olduğu görülmektedir. Relatif nem değerleri (Şekil 4) genelde yıllara göre azalış göstermiştir. Maksimum ortalama relatif nem değeri, 1998 yılında 60,4 %, minimum ortalama relatif nem değeri ise 1995 yılında 55,2 % olarak gözlenmiştir. Yıllık ortalama rüzgar hızı değerlerinin yıldan yıla belirgin bir azalan eğilim gösterdiği, Şekil 5'den görülmektedir. Maksimum ortalama rüzgar hızı değeri, 1994 yılında 3 m/s, minimum ortalama rüzgar hızı değeri ise 2003 yılında 2,5 m/s olarak elde edilmiştir. Yıllık ortalama basınç değerleri ise, 902,3 Pa ile 903,3 Pa arasında değişim göstererek sabit bir eğilim ver

miştir (Şekil 6).

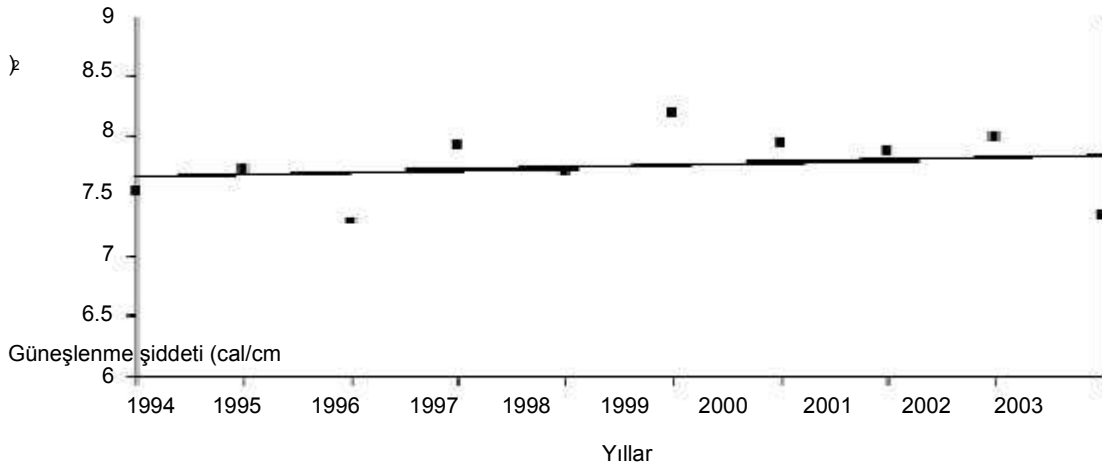
Yıllık ortalama güneşlenme şiddeti ve süresi değerleri yıllara göre lineer olarak artan bir değişim göstermiştir. Maksimum ortalama güneşlenme şiddeti 2000 yılında 378,32 cal/cm², minimum ortalama güneşlenme şiddeti ise 1996 yılında 350.57 cal/cm² olarak elde edilmiştir (Şekil 7). Bununla birlikte, Şekil 8'de gösterildiği gibi maksimum ortalama güneşlenme süresi 1999 yılında 8.19 saat, minimum ortalama güneşlenme şiddeti ise 1996 yılında 7.29 saat olarak bulunmuştur.

Artık kalanlar analizi, hataların yaklaşık olarak

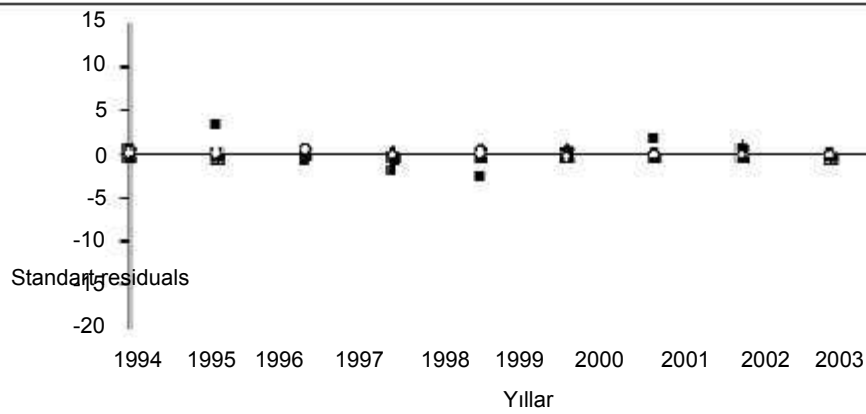




Şekil 7. 1994-2003 Yıllarındaki Güneşlenme Şiddeti Değerlerinin Lineer Regresyonu

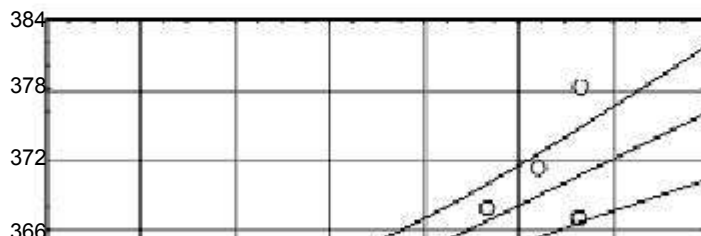


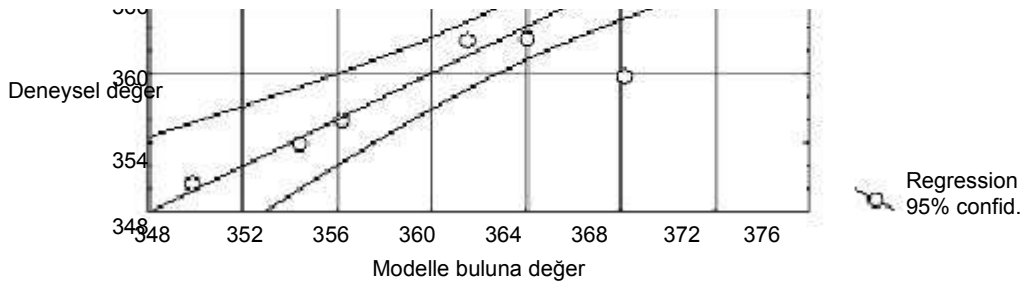
Şekil 8. 1994-2003 Yıllarındaki Güneşlenme Süresi Değerlerinin Lineer Regresyonu



Şekil 9. Sıcaklık, Relatif Nem, Rüzgar Hızı, Basınç, Güneşlenme Şiddeti Ve Süresi Değerlerinin Residual Değerleri

Deneysel değer = 0.0001 + 1.0000 * Modelle bulunan değer
Correlation: R = 0.87189





Şekil 10. Deneysel Değerler Ve Modelle Bulunan Yıllık Ortalama Güneşlenme Şiddeti Değerleri

sabit bir değişimle normal olarak dağıldığı eşitlik, yıllık ortalama güneşlenme şiddeti üze -
 kabulünü kontrol etmede, sıklıkla yardımcı ol - rinde sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç ve
 maktadır. Şekil 9, sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı basınç, güneşlenme şiddeti ve süresi de -
 ğerlerinin artık kalan değerlerini göstermekte - relasyon katsayısıyla açıklayabilmektedir:

dir. Bu şekilden, modellerin uygun olduğu
 açıkça görülmektedir.

$$\text{Güneşlenme şiddeti} = 2275,905 + 22,76514 * G_s - 0,322045 * T$$

$$+ 10,90118 * V - 2,32531 * RH -$$

$$2,19353 * P$$

Yıllık ortalama güneşlenme şiddeti üzerinde sı -
 caklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç ve güneş -
 lenme süresinin etkisi non-lineer regresyon meto -
 du kullanılarak araştırılmıştır. Non-lineer reg -
 resyon analizi sonuçlarına göre, aşağıdaki

Deneysel değerler ve yukarıdaki modelde bulu -
 nan yıllık ortalama güneşlenme şiddeti de -
 ğerleri, Şekil 10'da gösterilmektedir. Şekil 10
 incelendiğinde, modelde bulunan yıllık ortalama

ma güneşlenme şiddeti değerlerini gösteren
 noktaların, deneysel verileri gösteren noktalara
 oldukça yakın bulunduğu ve bu noktaların eğ -
 rinin üzerinde veya eğrinin çok yakınında oldu -
 ğu saptanmıştır. Bu da, kullanılan modelin yıl -
 lık ortalama güneşlenme şiddeti açıklanma -
 sında kullanılabileceğini ifade etmektedir.

10. SONUÇ

Bu çalışmada, Elazığ'da 10 yıllık bir periyoda
 ait olan hava şartları verilerini modellemek için
 lineer regresyon modeli, güneşlenme şiddeti -
 üzerinde sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç
 ve güneşlenme süresinin etkisini açıklamak için
 non-lineer regresyon modeli kullanılmıştır. İsta -
 tistiksel analiz sonuçlarına göre elde edilen mo -
 dellerin sıcaklık, relatif nem, rüzgar hızı, basınç,
 güneşlenme şiddeti ve süresi gibi hava özel -
 liklerini yeterli derecede açıklayabildiği görül -
 müştür. Geliştirilen bu modellerle, Elazığ ili -
 nin gelecek yıllardaki sıcaklık, relatif nem, rüz -
 gar hızı, basınç, güneşlenme şiddeti ve süresi -
 gibi hava şartlarının tahmini değerlerini bul -
 manın mümkün olduğu ve hava şartlarının
 çevre ve enerji üzerindeki etkilerinin açıklanabi -
 leceği anlaşılmıştır.

11. KAYNAKLAR

- Akpınar, E. K., Biçer Y., "Elazığ'daki Hava Şartları ve Rüzgar Gücünün Modellenmesi", II. 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.
- Koçar, G., Özbalt, N., "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyelimiz", Güneş Enerjisi Enstitüsü Dergisi, 3(1), 81-89, 1999.
- Montgomery, D.C., Peck, E.A., Introduction to Linear Regression Analysis, Wiley, New York, 1985.
- Rehman, S., Hussain, Y., Halawani, T.O., "Radiative Fluxes in the Troposphere from Upper air 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.

