



GÜNEŞ LEKELERİ İLE İKLİM UNSURLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLER ÜZERİNE BİR İNCELEME : İzmir Örneği (1942-1963)

LÜTFİ İHSAN SEZER

Abstract

A study on relationships between sunspots and climatic elements (1942-1963) in İzmir

The mean annual BAUR's solar index and the mean annual solar faculae is considered in order to evaluate the climatic elements such as the mean solar radiation balance, temperature, actual air pressure, annual precipitation and potential evaporation. These data are evaluated by the statistical methods. According to this study, the following results are obtained:

1. An international period that is considered between 1901 and 1930 is not appropriate in order to statistical methods because of the fact that the trend period is continued as long as 1933. According to our statistical studies, the period covering 1889-1941, 1897-1927, 1901-1933, 1934-1964 and 1942-1963 are appropriate for the evaluating of the relationships between sunspots and climatic elements. In this study the period 1942-1963 is chosen to evaluate the climatic elements of İzmir.
2. There is a strong relationships between sunspots and solar faculae. The correlation index is 83 %.
3. The solar radiation intensity increase according to the increase of sunspots. The intensity of the radiation changes from one period to another (correlation index 68 % to 99.9%).
4. The annual changes of relative number of the sunspots and solar faculae are about 97 % for only 1942 and 1963. While the changes of the climatic elements for the same period are 31 and 80.

5. The periods that sunspots were maximum as is 1957, the climatic elements were affected by the solar radiation. The periods that the decrease of the sun radiation in response to effects of the climatic elements were delayed. This period ranges between 1 to 4 years

6. The effects of the sunspots on the climatic elements changes from one climatic elements to another in the comparison period covering 1942-1963. As a general rule, this effects of the sunspots is more the temperature-heat groups than the precipitation groups. For example, the increase of the sunspots produces an increase of solar radiation (Q_g) in the ratio of 47 % and temperature (t) 56 % and the the balance of solar radiation (E_b) 63 %. This effect is about 30 % on the actual air pressure (P) and on the potential evaporation (E) 37 % . On the other hand, the increase of the sunspots bring about of an decrease of precipitation (R) in the ratio of 22 %.

As a result, there is a strong relationship between sunspots and climatic elements, especially in terms of temperature and precipitation. The reaction of the sunspots on the climatic elements delay between 1 and 4 years. In other words, delaying period cover a period changing 1 and 4 years.

Giriş

Yeryüzündeki sıcaklık ve basınç dağılışında, hava kütlelerinin doğuş sahalarının belirmesinde, rüzgârların meydana gelmesinde, buharlaşma ve yağış olaylarında, klorofilli bitkilerin fotosentezinde, v.b. kullanılan enerjinin ana kaynağı, hiç kuşkusuz güneş ve dolayısıyla onun kısa dalga boyutundaki radyasyonudur. Yeryüzüne ulaşan solar enerji tutarı ise her şeyden önce atmosfer dışında o noktaya gelen tutara, bir başka sözle "solar konstant" değerine ve bu değerde zaman içinde meydana gelen değişmelere bağlıdır. LAMB (1981, s: 13)'in verdiği bilgiye göre, 1926-1950 yılları arasına karşılık gelen devredeki ortalama solar konstant değeri $1.99 \text{ cal/cm}^2\text{-dakika}$ dır. Ancak, bu ortalama tutar, güneşe olan uzaklığın zaman içindeki değişimi, güneş patlamaları ile bağlantılı olarak beliren güneşteki aktif bölgelerin merkezî kısımları veya çekirdekleri durumundaki mat/donuk lekeler (İng. sunspot) ve bu lekelerle bağlı olarak ortaya çıkan radyasyon çıktısının yoğunlaştığı alanları işaret eden parlak noktaların/beneklerin (İng. solar faculae) artmasına veya azalmasına bağlı olarak ortalama $\pm 2\%$ veya $\pm 2.5\%$ oranında değişme göstermektedir.

Galileo'dan beri varlığı bilinen, güneşin tropik bölgeleri olarak ifade edilebilecek bölgelerde çiftler çiftler görülen güneş lekelerinin sayısı ile siyasî devrimler, buğday fiyatları, iş hacmi, buğday üretimi, çakal ve tilki kürklerinin sayıları (**GAMOV 1991**, s:121-122) ile iklim olayları arasındaki korelasyon, yıllardır bilim adamları için bir araştırma, diğer insanlar için bir merak konusu olmuştur. Bu konular arasında coğrafyacıları çok yakından ilgilendiren ise hiç kuşkusuz yeryüzündeki birçok olay ve faaliyetleri etiklemesi bakımından iklim unsurları ile güneş lekelerinin sayısı arasındaki ilişkilendir.

Güneş lekelerinin sayısı ile iklim unsurları arasındaki ilişkilerin saptanmasına yönelik olarak daha önce yapılan istatistikî çalışmalardan başlıcalarının sonuçları, **LAMB (1981)**'in verdiği bilgilere göre, aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Tropikal bölge istasyonlarında 1813-1910 yılları arasına karşılık gelen devrede sıcaklık ile güneş lekelerinin sayıları arasındaki ilişkileri araştıran **KÖPPEN (1914)**, % 99 güven ile negatif korelasyon (- 48 %) elde etmiştir ($P < 0.1\%$). *Bu sonuç, Tropikal bölgede güneş lekelerinin sayıları arttıkça sıcaklıkların düştüğünü işaret ve ifade etmektedir.*

Güneş lekeleri ile yer seviyesindeki yıllık ortalama basınçlar arasındaki doğrusal (lineer) ilişkileri araştıran **WALKER (1915)**, 40 yıllık verilere göre korelasyon katsayılarının Seylan, Hindistan, Cape Town ve Güney Avustralya'da - 30 % ile - 45% arasında ve daha büyük (güneş lekelerinin sayısı arttıkça yıllık ortalama basınçların düştüğünü işaret etmektedir); Greenland, Güney Amerika, Güneydoğu A.B.D. ve Orta Avrupa'da 20 % ile 35 % arasında ve daha büyük (güneş lekelerinin sayısı arttıkça yıllık ortalama basınçların yükseldiğini işaret etmektedir); Asor ile Hawaii'de ise 20 % ile 25 % arasında olduğunu belirlemiştir (güneş lekelerinin sayısı arttıkça Asor ve Hawaii'de yıllık ortalama basınçların yükseldiğini göstermektedir). **WALKER (1915)**'in yıllık ortalama yağış ve sıcaklıklar için belirlediği korelasyon katsayıları ise yağışlar için negatif, sıcaklıklar için pozitif değerli olmak üzere (güneş lekelerinin sayısı arttıkça yıllık ortalama yağışların azaldığını, sıcaklıkların ise yükseldiğini işaret etmektedir) 0.0 % ile $\pm 20\%$ arasında değişmektedir.

KRIVSKY (1953), Prag ve Almanya istasyonlarının verilerinden hareketle, Orta Avrupa'daki yıllık yağışlar ile güneş lekelerinin yıllık ortalama sayıları arasında ters bir ilişkinin varlığını belirlemiştir (*güneş lekelerinin sayısı arttıkça, yıllık yağış tutarları azalmaktadır*).

CARAPIPERIS (1960), Atina'da 1893-1937 yıllarının Mayıs-Ekim dönemlerinde esen kuzeyli rüzgârların (Etesian) sayıları ile güneş lekelerinin yıllık sayıları arasında pozitif korelasyon belirlemiştir (korelasyon katsayısı: $r= 63 \%$). *Bu durumda; 1893-1937 yılları arasında güneş lekelerinin yıllık sayıları arttıkça "Asor Yüksek Basınç Merkezi" ile "Basra Alçak Basınç Merkezi"nin kuvvetlendiği belirtilebilir.*

Yıllık ortalama, güneş benekleri (solar faculae) ile güneş lekelerinin nisbî sayıları (sunspot) arasındaki ilişkiye dayanan BAUR solar indeksinin değerleri ile basınçlar, sıcaklık farkları ve depresyonların geçiş sayıları arasındaki ilişkileri araştıran MIRONOVICH (1960), BAUR indeks değerleriyle Asorlar ve İzlanda arasındaki basınç farklarının faz (phase) ilişkisi içinde bulunduğunu; Orta Avrupa'da Temmuz ve Ocak ayı sıcaklıkları arasındaki farklar ile Asorlar yakınındaki depresyonların yıllık sayıları arasında ise ters (negatif) ilişkinin varlığını ortaya koymuştur.

YAMAOTO (1967) ise KORE'de 1780-1954 yılları arasındaki Mayıs ve Haziran ayının toplam yağış tutarları ile her 11 yıllık güneş lekesi dönemleri arasında % 95 güvenirlikle pozitif doğrusal bir ilişki ($r= 46\%$) belirlemiştir.

Bilindiği kadarıyla Türkiye'de; ERİNÇ'in İstanbul'a ilişkin olarak yaptığı çalışmanın dışında güneş lekeleri ile iklim elemanları arasındaki ilişkilerin araştırıldığı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. ERİNÇ (1957, s: 145-150), İstanbul'un 1860-1948 devresine ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri ile güneş lekeleri arasındaki ilişkilere ek olarak, yıllık ve Nisan ayı yağış tutarları ile güneş lekeleri arasındaki ilişkileri de ortaya koymaya çalışmıştır. Bu amaçla, gerçek değerler ile birlikte bunların 6'şar yıllık ağırlıklı ortalama değerlerini dikkate almıştır. Bunlara ilişkin olarak hazırladığı grafikler üzerinde bazı sonuçlar elde etmiştir. Bu sonuçlara göre, İstanbul'un yağış tutarları ile güneş lekelerinin nisbî

sayıları arasında sıkı bir ilişki vardır. Nitekim, Güneş lekelerinin azaldığı dönemlerde yağışlarda artışlar meydana gelmiştir. Sıcaklıklar ise özellikle 1915'ten sonraki devrede açık bir şekilde güneş lekeleri devresini izlemiş, lekelerin nisbî sayılarındaki artışlara bağlı olarak sıcaklık değerleri yükselmiştir.

Güneş lekeleri ile çeşitli olaylar arasındaki ilişkilerin araştırılması yanında, güneş lekelerinin periyodik bir değişme gösterip göstermediği konusundada bir takım çalışmalar da bulunmaktadır. Güneş lekelerinin 17.5 yıllık süre ile periyodik değişim gösterdiğini ilk kez SCHWABE tarafından 1843 yılında ifade edilmesinden (GAMOW, 1991) sonra bu konuda, birçok araştırmacı tarafından çeşitli görüşler ileri sürülmüştür. Nitekim; bazı araştırmacılar, genel olarak 9-11, 16, 22-23, 33-36 (ERİNÇ 1969, s: 6-7, 382-383; EROL 1988, s:32-33), 80-89, 178, 400, 467, 737 ve 1400 (LAMB 1981, s:20) yıllık periyodik dönemler ayırt etmişlerdir. Ancak, güneş lekelerinin oransal olarak ne kadarının zamana (yıl, ay veya gün) paralel olarak değişme gösterdiği (güneş lekelerinin periyodiklik derecesi) konusunda herhangi bir bilgiye rastlanılmamıştır.

Amaç, yöntem ve karşılaştırma devresinin belirlenmesi

Yukarıda belirtildiği gibi, güneş lekelerine ilişkin olarak önceki çalışmalarda elde edilen periyodik dönemler birbirinden farklıdır. Kanımızca bu farklılık, farklı araştırmacıların farklı devreler üzerinde incelemeler ve hesaplamalar yapmış olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu farklı sonuçlar, güneş lekelerinin zamana bağlı değişiminin devreden devreye farklılık gösterdiğine işaret olarak kabul edilebilir. Bu nedenle çalışmamızın en önemli amaçlarından biri olarak, herşeyden önce sağlıklı karşılaştırma yapılabilecek (güneş lekelerinin periyodiklik derecesi % 100 veya % 100'e yakın olduğu) devrenin belirlenmesi gelmektedir. Belirlenecek devrenin dikkate alınarak, güneş lekeleri (sunspot) ve benekleri (solar faculae) ile İzmir'in başlıca iklim unsurları arasındaki ilişkilerin ortaya konulması da asıl amacımızı teşkil etmektedir.

Amaçların ilki ve en önemlisine ulaşılabilmesi için LAMB (1981, s:

468-471)'den alınan "solar faculae" (Sf : milyon olarak) ve BAUR'un solar indeks (Bi) değerlerinden (1874-1964) yararlanılarak (1), çeşitli devrelere ilişkin bir seri trend ve korelasyon analizi yapılmıştır (ŞEKİL 1/a-b). Ayrıca; İzmir (1929-1964)'in yıllık ortalama sıcaklık (t : °C), yıllık ortalama aktüel basınç (P : mb), yıllık yağış (R : mm) değerleri ile İzmir için ANGOT tablosu (GÜREL, 1975; s: 8), SEZER berraklık indeksi (SEZER 1991, 1992-a, 1993) ve PENMAN bağıntıları (GÜREL, 1975; s: 8-9) yardımıyla hesaplanan yıllık ortalamada yeryüzüne ulaşan global solar enerji (Qg : cal/cm²-gün) ve enerji bilânçosu (Eb : cal/cm²-gün) tutarları ve SEZER (1991, 1992-a, 1992-b, 1993) yöntemine göre belirlenen yıllık potansiyel buharlaşma miktarları (E; 1929-1964) arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amacıyla da yine bir seri trend, regresyon ve korelasyon analizi uygulanmıştır (ŞEKİL 3-7).

Yukarıda belirtilen trend analizlerinde; 1874-1964 (güneş lekeleri ve beneklerine ilişkin bilginin elde edilebildiği rasat devresi), 1879-1931, 1880-1932, 1889-1941, 1901-1930 (milletlerarası karşılaştırma devresi: MKD), 1902-1954, 1913-1964, 1934-1964 ve 1942-1963 yıllarını kapsayan devreler, periyodiklik oranı yüksek devrenin istatistiksel yöntemlerle belirlenebilmesi için alternatif trend devreleri olarak ayırt edilmiştir. Her devre için "istatistikte en küçük kareler yöntemi olarak bilinen yöntemle" doğrusal ve çeşitli dereceden eğrisel trend denklemleri ve bunlara ilişkin eğriler, korelasyon katsayıları ve indeksleri, korelasyonun güven değerleri, determinasyon katsayıları ve standart hata değerleri saptanmıştır.

Sonuçta; en yüksek değerler eğrisel trend, regresyon ve korelasyon analizlerinde elde edilmiştir. % 100 güven taşıyan en kuvvetli korelasyonun ve en düşük standart hatanın ise ERİNÇ (1969; s: 383)'in "milletlerarası karşılaştırma devresi" olarak kabul edildiğini ifade ettiği 1901-1930 devresi ile 1897-1927, 1905-1928 ve 1942-1963 devrelerinde olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bununla birlikte; söz konusu 1901-1930 karşılaştırma devresinin, "milletlerarası karşılaştırmalarda kullanılmasına engel teşkil edecek kadar önemli hata içerdiği de belirlenmiştir. Bu hata, 1933'e kadar devam eden bir trend devresinin "devre tamamlanmadan 1930'da kesilmiş olmasından kaynaklanmaktadır". Çünkü; istatistiksel olarak; trend devresinin

minimum, maksimum veya orta bir değerle başlatılması, başlatılan değere benzer veya ona yakın bir değerle sona erdirilmesi gerekir. Aksi durumda; trend eğiminin olduğundan daha çok veya daha az gösterilmesine neden olunmaktadır. Nitekim, milletlerarası karşılaştırma devresinde bu istatistikî düşünce dikkate alınmadığından trendin eğimi, olması gerekenden yaklaşık iki katı kadar daha çok dikleştirilmiştir. Bundan dolayı ilerleyen zamanla/yıllarla uyum içinde güneş lekelerinin hızla azaldığı (BAUR indeks değerlerinin pozitif yönde büyüdüğü) solar beneklere (solar faculae) ilişkin sayıların daha hızlı bir şekilde arttığı gibi hatalı yorumların yapılmasına zemin hazırlanmıştır. Bu nedenle 1901-1930 milletlerarası karşılaştırma devresini istatistiksel bakımdan amacımıza uygun görmemekteyiz. Yıllık ortalama BAUR solar indeks değerleri dikkate alındığında; bu devre yerine; 50-53 yıllık karşılaştırmalar için 1889-1941; 30-33 yıllık karşılaştırmalar için 1897-1927, 1901-1933 veya 1934-1964, 22 yıllık karşılaştırmalar için de 1942-1963 devresi gibi yüksek periyodiklik gösteren devrelerden herhangi biri dikkate alınabilir. Bu araştırmada ise BAUR solar indeksi ve güneş beneklerine ilişkin verilerin elde bulunan değerlerinin 1874-1964 yıllarını içermesi, İzmir'in 1929-1964 rasat devresi içinde "en küçük standart hata ile en yüksek korelasyon indeksinin elde edildiği 1942-1963 devresinin olması" gibi nedenlerle 1942-1963 ortak rasat devresi, İzmir için en uygun karşılaştırma devresi (BKD) olarak seçilmesine neden olmuştur ($r = \% 96.9$; şEKİL 1/b).

Yıllık ortalama, BAUR solar indeksi ve solar benekler ile İzmir'in başlıca iklim unsurları arasındaki ilişkiler

Yukarıdan beri belirtilen istatistiksel analizlerle elde edilen çok sayıda ve çeşitteki sayısal değerlerin bu kısa yazımızda tek tek ele alınıp yorumlanması, gerek sayfa sayısının birkaç kat arttırılmasına gerekse metnin rakama boğulmasına yol açacağından, uygun görülmemiştir (bununla birlikte istatistiksel değerlere ilgi duyacak veya sonuçları kontrol etmek isteyen araştırmacıların bu konudaki gereksinimlerinin bir bölümünün karşılanması düşüncesiyle, konuya ilişkin olarak hazırlanan şekiller "şEKİL 1-7" ile birlikte başlıca sayısal değerler de verilmiştir). Bu nedenle bulguların şEKİL 1-7'den de yararlanılarak aşağıda özetlenmesi, daha uygun bulunmuştur.

Yapılan istatistiksel analizlere göre güneş lekeleri (sunspot nisbî sayıları) ile bunları çevreleyen ve radyasyon çıktısının yoğunlaştığı alanlardaki parlak noktalar/beneklerin (solar faculae) sayıları arasında oldukça kuvvetli bir ilişki vardır ($r = \% 83$). Etkileşim oranı ise devreden devreye $\% 66$ ile $\% 100$ arasında değişmektedir. Güneş lekeleri, benekleri ve BAUR indeks değerlerinin periyodiklik özelliği de devreden devreye farklılık göstermektedir (ŞEKİL 1/a-b). 1874-1964 devresinde olduğu gibi nispeten uzun devrelerde trend eğrisi doğrusal karakter kazandığı için dalgalar belirsizleşmektedir, eğim ise belirginleşmektedir (ŞEKİL 1/a). Buna karşılık, nispeten kısa devrelerde dalgalar belirginleşmekte, trend eğrisinin doğrusallıktan oldukça uzaklaşmasına bağlı olarak eğim belirsizleşmektedir (ŞEKİL 1/b). Nitekim, BAUR solar indeksleri dikkate alındığında; periyodiklik, uzun devre ortalaması olarak 1874-1964 arasında $\% 50$ kadarken, ara devrelerde yükselmektedir. Örneğin; 1897-1927 arasında $\% 68$, 1906-1930 arasında $\% 63$, 1920-1941 arasında $\% 79$, 1929-1941 arasında $\% 99.$, 1934-1964 arasında $\% 71$, 1942-1963 arasında ise $\% 94$ civarındadır. 1889-1941 devresindeki ortalama dalga uzunluğu 11.4 yıl kadardır. Ancak bu ortalama değer, uzun zaman içinde ± 2 yıl kadar (9-13 yıl arasında) değişme göstermektedir (ŞEKİL 1/b).

Bu çalışmada karşılaştırma devresi (BKD) olarak dikkate alınan 1942-1963 devresinde güneş lekelerinin iklim elemanları üzerindeki etkisinin normal şartlarda yani, SHEWHART standart sapma grafiğinde (ŞEKİL 2) görüldüğü gibi, yıllık ortalama BAUR indekslerinin "aritmetik ortalama ± 1.96 standart sapma" aralığında dalgalanma gösterdiği durumlarda genel olarak 1-4 yıl arasında değişen gecikmelerle ortaya çıktığı anlaşılmaktadır (ŞEKİL 3-7; trend eğrilerinin periyodiklik oranı farklı olduğundan birbirine $\% 100$ paralel bir seyir izlememektedir). Gecikme süreleri, güneş lekelerinin maksimuma yaklaştığı yıl veya devrelerde kısaltmakta, maksimumdan uzaklaştığı yıl veya devrelerde ise uzamaktadır. Bu şartlar altında olmak üzere, BAUR solar indeks değerlerinin negatif yönde büyüdüğü (güneş lekelerinin arttığı) yıllarda söz konusu gecikmelerle yıllık ortalama solar enerji (ŞEKİL 3: **Qg**) ve solar enerji bilânçosu (ŞEKİL 4: **Eb**) ile birlikte sıcaklık (ŞEKİL 5: **t**), aktüel basınç (ŞEKİL 6: **P**) ve yıllık buharlaşma tutarları yükselmekte

(ŞEKİL 7; E), yıllık yağışlar azalmakta (ŞEKİL 7; R), yağış ile buharlaşma trend eğrileri arasındaki genlik (ŞEKİL 7) büyükmektedir.

BAUR indeksleri ve güneş benekleri ile İzmir için hesaplanan yıllık ortalama global solar enerji tutarları arasında oldukça anlamlı eğrisel bir ilişki ($r = \% 47 - \% 68$ arasında) söz konusudur (ŞEKİL 3). BAUR indeks değerlerine göre güneş lekelerinin arttığı devrelerde radyasyon şiddetlenmektedir.

Güneş lekelerinin (sunspot) 1957 yılında olduğu gibi, yaklaşık 180 yılda bir gözlemlenebilecek değerlere ulaştığı yıllarda solar enerji (ŞEKİL 3; Qg), solar enerji bilançosu (ŞEKİL 4; Eb), sıcaklık (ŞEKİL 5; t), atmosfer basıncı (ŞEKİL 6; P) ve yağış ile buharlaşma tutarlarının (ŞEKİL 7; R; E) hemen hemen aynı yıl büyük ölçüde etkilendiği görülmektedir. Yaklaşık olarak 1954 yılında; maksimum değere ulaşmak üzere artışa geçen güneş lekelerinden etkilenme sonucunda solar enerji, sıcaklık, aktüel basınç ve buharlaşma tutarları artmış, bunlara karşılık, solar enerji bilançosu ve yağış tutarları azalmıştır

Yıllık ortalama olarak; 1954 yılında: Dünya Meteoroloji Teşkilatının (WMO) kayıtlarına göre sunspot nisbi sayısı: 4; LAMB (1981)'in verdiği bilgiye göre solar faculae sayısı: 132 milyon ve BAUR'un solar indeks değeri: 0'dır. 1957 yılında; WMO kayıtlarına göre sunspot nisbi sayısı: 189.9; LAMB'e göre solar faculae sayısı: 2270 milyon, BAUR'un solar indeks değeri: -237'dir). Güneş lekelerinin artışa geçtiği 1954 ile maksimuma ulaştığı 1957 yılı arasında; İzmir'de yıllık yağış tutarları 875.5 mm'den rasat süresi içindeki en küçük değerlerden biri olarak 441.2 mm'ye düşmüştür. Aktüel basınç tutarları ise 1008.1 mb'dan 1011.0 mb'a yükselmiştir. Yıllık ortalama hava sıcaklığı, güneş lekelerinin artışa geçtiği yıldan 1 yıl sonra (1955) rasat süresindeki en büyük ortalama değerlerinden biri olarak 18.5°C'ye (denizsuyu sıcaklıkları ise 1960 ve 1962 yıllarında rasat süresi içindeki en büyük ortalamalardan biri olan 19.6°C'ye) yükselmiştir.

Yıllık ortalama BAUR solar indeks değerlerine göre; 1942-1963 karşılaştırma devresinde, güneş lekelerinin iklim unsurları üzerindeki etkisi, bir iklim unsurundan diğerine oldukça değişkenlik

göstermektedir. Nitekim; en çok etkilenen unsurlar olarak, % 47 ile solar enerji (ŞEKİL 3; Qg), % 63 ile solar enerji bilânçosu (ŞEKİL 4; Eb) ve % 56 ile sıcaklık (ŞEKİL 5; t) dikkati çekmektedir. Bunlara karşılık; % -22 ile yağış (ŞEKİL 7; R), % 30 ile aktüel basınç (ŞEKİL 6; P) ve % 37 ile potansiyel buharlaşma (ŞEKİL 7; E) nispeten daha az etkilenen unsurları oluşturmaktadır.

Sonuç

Güneş lekeleri ile iklim unsurları arasında, kuşkuyla yer vermeyen eğrisel bir ilişki vardır. Ancak,, güneş lekelerinin iklim elemanları üzerindeki etkisinin şiddeti, bir devreden diğer devreye, bir iklim elemanından diğer bir iklim elemanına göre değişmektedir. İklim elemanları, güneş lekelerinin etkisine ve güneş lekelerinin maksimuma yaklaşp uzaklaşmasına bağlı olarak 1 ile 4 yıl arasında değişen süreler içinde gecikmelerle değişmeye uğrayarak, tepki göstermektedir (ŞEKİL 1, 3-7). Sıcaklık/ısı grubuna dahil olan iklim elemanları (hava ve denizsuyu sıcaklığı, solar enerji ve bilânçosu gibi), yağışlardan daha kısa sürede ve daha fazla etkilenmektedir. Güneş lekeleri ile iklim unsurlarının periyodiklik oranlarının devreden devreye çok değişken olması, herhangi bir devrenin "baz" alınarak (örneğin 1942-1963 yıllarını kapsayan 22 yıllık kısa bir ara devrenin sonuçlardan hareketle), geleceğe yönelik tahminlerin yapılmasına şimdilik pek imkân tanımamaktadır. Bununla birlikte, genel bir fikir vermek veya değerlendirme yapmak gerekirse; uzun devrelere ilişkin değerler, örneğin 1874-1964 rasat devresi dikkate alınarak yapılan probabilité hesaplarının 1964 yılını izleyen ilk 300 yıl içinde, nedeni güneş lekelerine bağlanabilecek herhangi bir iklim değişmesinden söz edilemeyeceğini işaret ettiği belirtilebilir. Örneğin; **GAMA probabilité dağılımına** göre bunun probabilité değeri, milyarda 2'den daha düşüktür (ŞEKİL 2).

Bu çalışmada İzmir'e göre elde edilen sonuçlar, güneş lekelerinin yıllık ortalama sayıları ile iklim elemanlarının yıllık değerleri arasındaki ilişkilere ilişkin olarak daha önce yapılan araştırmaların sonuçlarıyla karşılaştırılacak olursa başlıca şu benzerlik ve farklılıklar ortaya çıkmaktadır:

— İzmir'de güneş lekelerinin yıllık ortalama nisbî sayıları ile yağış arasında **negatif korelasyon** bulunmuştur. Buna benzer sonucu; KRIVSKY (1953) Orta Avrupa için, ERİNÇ(1957) İstanbul için ortaya koymuştur. Bu mekânlarda; güneş lekelerinin yıllık ortalama nisbî sayısı arttıkça yıllık yağışlar azalmaktadır. İzmir'in yıllık yağışlarına ilişkin olarak elde edilen sonuç, WALKER (1915) tarafından elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

— İzmir'de güneş lekelerinin yıllık ortalama nisbî sayıları ile yıllık ortalama sıcaklık arasında **pozitif korelasyon** bulunmuştur. Güneş lekelerinin nisbî sayıları arttıkça, yıllık ortalama sıcaklıklar yükselmektedir. Buna benzer sonuçlar, WALKER (1915) ve ERİNÇ (1957) tarafından da belirlenmiştir. Negatif korelasyon ise LAMB (1981)'e göre, KÖPPEN (1914) tarafından Tropikal bölge istasyonları üzerinde 1813-1910 zaman aralığı dikkate alınarak yapılan çalışmada ortaya konulmuştur.

— İzmir'de güneş lekelerinin yıllık ortalama nisbî sayıları ile yıllık ortalama aktüel basınç tutarları arasında **pozitif korelasyon** bulunmuştur. Buna benzer korelasyon, LAMB (1981)'in verdiği bilgiye göre WALKER (1915)'in Asor ve Havaii için yaptığı çalışmada belirlenmiştir.

Kısacası, güneş lekelerinin yıllık ortalama sayıları ile iklim unsurları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Ancak, bu ilişkiler, bir devreden diğer devreye, bir mekândan öteki mekâna ve bir iklim unsurundan diğer iklim unsuruna farklılık göstermektedir.

Referanslar ve notlar

ERİNÇ, S., 1957. **Tatbikî Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları**. İstanbul Teknik Üniv. Hidrojeoloji Enst. Yay. No. 2. İstanbul.

———. 1969. **Klimatoloji ve Metodları**. İstanbul Üniv. Coğrafya Enst. Yay. No. 35, İstanbul.

EROL, O., 1988. **Genel Klimatoloji** (Genişletilmiş 3. baskı). İstanbul Üniv. Yay. No.3526, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enst. Yay. No. 9, İstanbul.

- GAMOW, G., 1991. **Güneş Diye Bir Yıldız** (İkinci Basım). (Çeviren: Gülen AKTAŞ). SAY Dağıtım Ltd. Şti. Cağaloğlu İstanbul.
- GÜREL, A. H., 1975. **Buharlaştırma ve Terleme**. DSİ. Gn. Müd. Yay., Ankara.
- GÜRTAN, K., 1982. **İstatistik ve Araştırma Metodları** (İktisat ve İş İdaresine Tatbikatı). (Genişletilmiş 5. baskı). İstanbul Üniv. İşletme Fak. Yay. No. 131, İstanbul.
- LAMB, H. H., 1981. "CLIMATE: Present, Past and Future". VOLUME 1. **Fundamentals and Climate Now**. Published in the U.S.A. by Methuen & Co. New York.
- SEZER, L.İ., 1991. "Açık hava şartlarında buharlaştırma üzerine yeni bir formül denemesi". **Coğrafya Meslek Haftası** (20-24 Kasım 1991). **Bildiri Özetleri**. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Bilim ve Uygulama kolu Yay. Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, s: 47-48.
- . 1992-a. **Sezer Yöntemine Göre Aylık Ortalama Potansiyel Buharlaştırma Hesabı**. (Yayınlanmamış Bilgisayar Programı). Bornova.
- . 1992-b. **Gumbel Yöntemine Göre Ekstrem Probabilite Hesabı**. (Yayınlanmamış Bilgisayar Programı). Bornova.
- . 1993. **Karaburun Yarımadasının Fizikî Coğrafyası**. (Basılmamış Doktora Tezi). Ege Üniv. Sosyal Bil. Enst., İzmir.

¹ BAUR solar indeksi, LAMB (1981)'e göre aşağıdaki gibidir:

$$S.I. = 100 [(F / \bar{F}) - (D / \bar{D})]$$

Burada;

S.I : BAUR solar indeksini*,

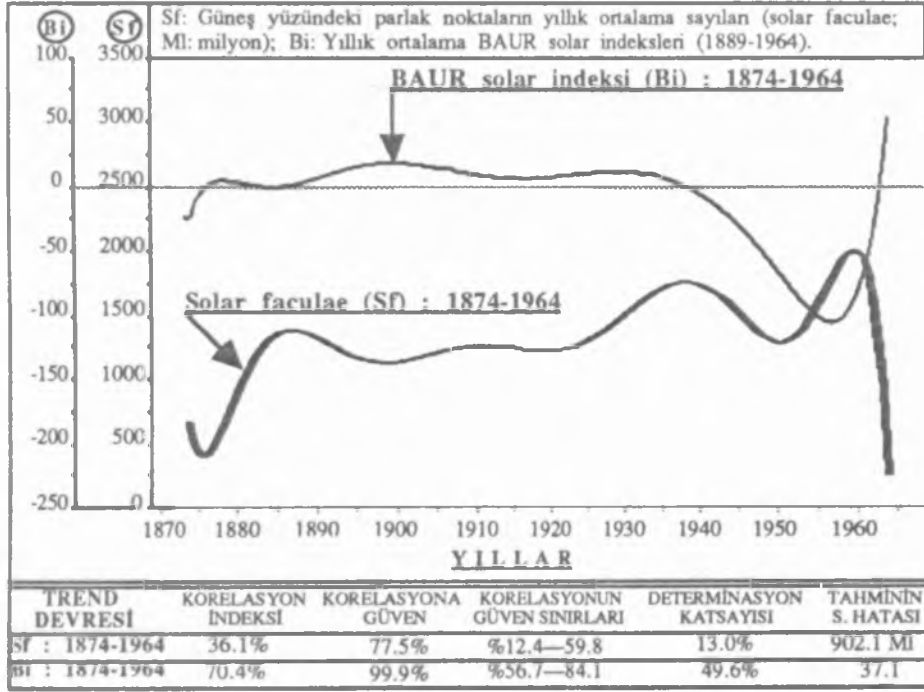
F : Parlak güneş beneklerinin (solar faculae), güneşin görülebilen yüzündeki total alanını,

\bar{F} : "F"nin uzun devre ortalamasını,

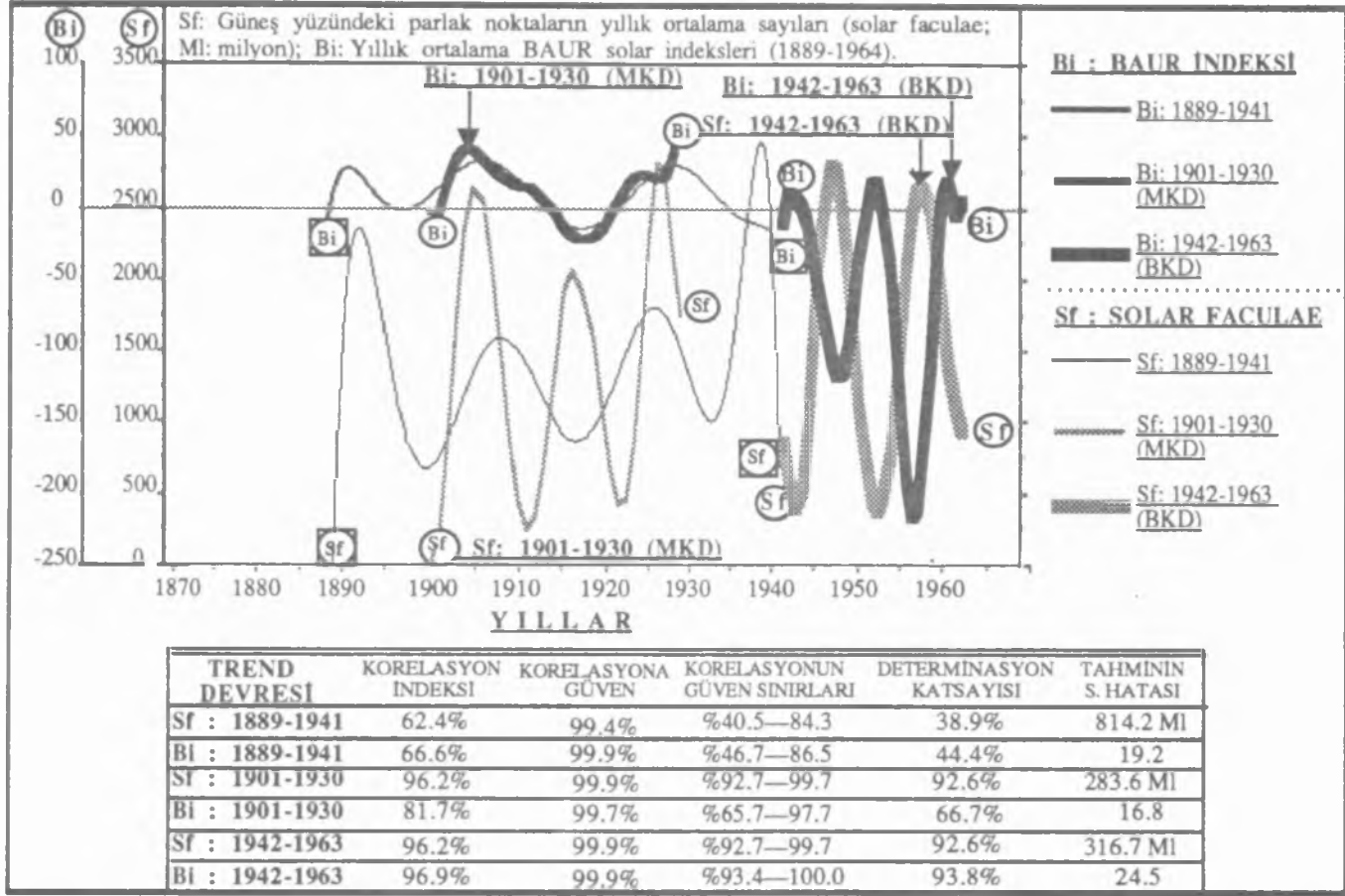
D : Güneş lekelerinin (sunspot) total alanını,

\bar{D} : "D"nin uzun devre ortalamasını ifade etmektedir.

* Bu indeksin sonucunun "0" sıfır olması, güneş lekelerinin "minimum olduğunu; "negatif yönde büyümesi" güneş lekelerinin artışı; "pozitif yönde büyümesi ise "solar faculae" yoğunluğunun artışı ifade etmektedir.



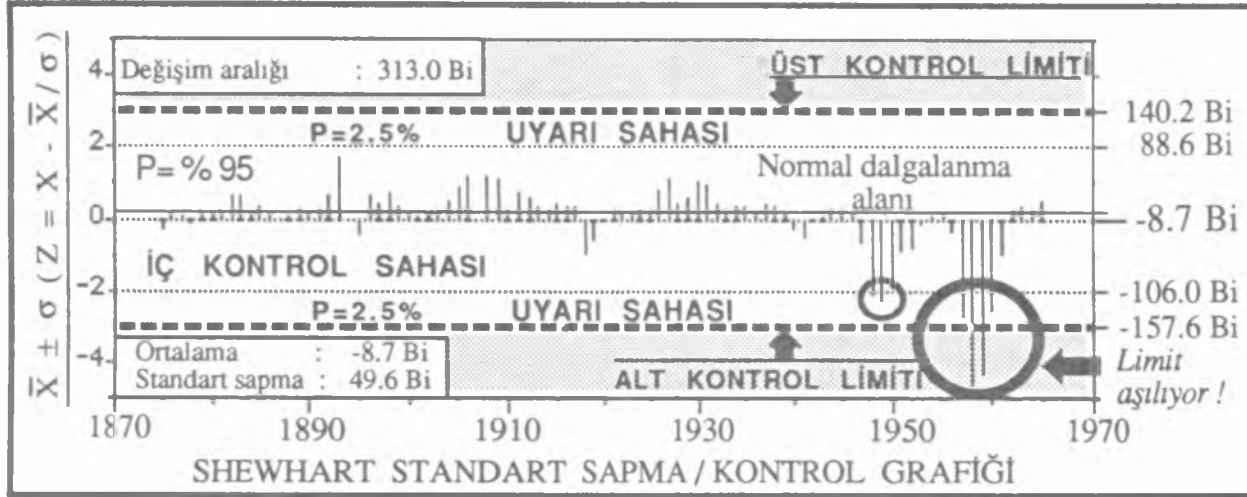
ŞEKİL 1/a : BAUR solar indeksi (Bi) ile güneş beneklerinin (Sf) 1874-1964 zaman aralığına ait 9 ncü dereceden polinomial trend eğrileri (uzun dönemde dalgalar, belirsizleşerek, "doğruya" yaklaşmaktadır. Buna bağlı olarak da eğimleri "artış/azalış" belirginleşmektedir. Dalgaların belirginleştiği, buna karşılık eğimlerin belirsizleştiği başlıca "ara devre"lere ilişkin eğrisel trendler, ŞEKİL 1/b 'de verilmiştir). Güneş yüzündeki parlak noktaların yıllık ortalama sayıları (Sf: solar faculae; milyon) ve yıllık ortalama BAUR solar indeksi değerleri (Bi), LAMB 1981, s: 468-471'den alınmıştır (1874-1964). BAUR solar indeksinin sonucunun "0" sıfır olması, güneş lekelerinin "minimum olduğunu; "negatif yönde büyümesi" güneş lekelerinin artışını; "pozitif yönde büyümesi ise "solar faculae" yoğunluğunun artışını ifade etmektedir.



ŞEKİL 1/b : Açıklama, sayfa 175'te verilmiştir.

ŞEKİL 1/b (devamı)

BAUR solar indeksi (**Bi**) ile güneş beneklerinin (**Sf**) 1889-1941, 1901-1930 (**MKD** : Milletlerarası karşılaştırma devresi) ve 1942-1963 (**BKD** : Bu çalışmada dikkate alınan karşılaştırma devresi) zaman aralıklarına ait 9 ncu dereceden polinomial trend eğrileri (nispeten kısa olan bu devrelerde dalgalar, belirginleşerek, "doğrudan" uzaklaşmaktadır. Buna bağlı olarak da eğimleri "artış/azalış" belirsizleşmektedir). Korelasyon indekslerinin güven sınırları, % 1 manidarlık seviyesine göre belirlenmiştir; "1901-1930" ara trend devresi, **ERİNÇ** (1969 s:383)'in verdiği bilgiye göre; "milletlerarası karşılaştırma devresi"ne (**MKD**) karşılık gelmektedir. Trend devresinin tamamlanmadan 1930'da kesilmesiyle, trendlere ilişkin artış eğiminin normalden yaklaşık iki katı kadar daha fazla olmasına yol açılmıştır. Bu durumda; yüksek korelasyonun anlamlılığı kaybedilmiş olduğundan söz konusu milletlerarası karşılaştırma devresinin (**MKD**) "subjektif bir karar" ile belirlenmiş olduğu söylenebilir. **BKD** : Bu çalışmada esas alınan karşılaştırma devresini (1942-1963) ifade etmektedir. Güneş yüzündeki parlak noktaların yıllık ortalama sayıları (**Sf**: solar faculae; milyon) ve yıllık ortalama BAUR solar indeksi değerleri (**Bi**), **LAMB** 1981, s: 468-471'den alınmıştır (1874-1964). BAUR solar indeksine ait sonucun "0" sıfır olması, güneş lekelerinin "minimum olduğunu; "negatif yönde büyümesi" güneş lekelerinin artışı; "pozitif yönde büyümesi ise "solar faculae" yoğunluğunun artışı ifade etmektedir.

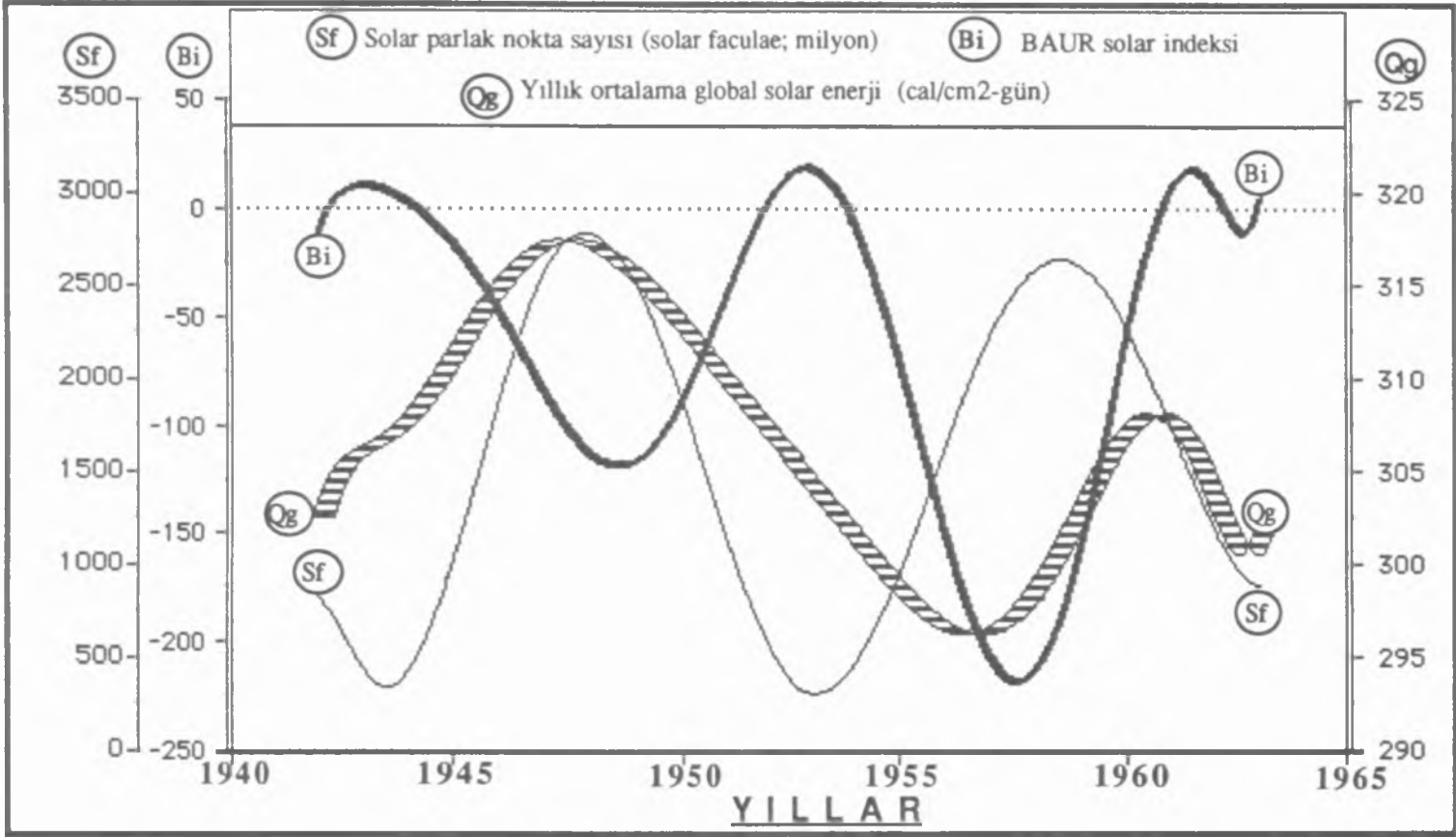


ŞEKİL 2 : Açıklama, sayfa 177'de verilmiştir.

ŞEKİL 2 (devamı)

Yıllık ortalama BAUR solar indeksine (Bi) ilişkin SHEWHART standart sapma / kontrol grafiği. Bu grafiğe göre; yıllık ortalama BAUR solar indeks değerlerinin uzun devre ortalamaları, % 99 ihtimal ile 6.9 ile -24.3 arasında değişebilir. Yıllık ortalama BAUR indeksleri % 95 ihtimalle iç kontrol sahasında (aritmetik ortalamadan ± 1.96 standart sapma/ $\pm 1.96 z$ aralığında) dalgalanma gösterebilir. BAUR indekslerinin alt ve üst kontrol limitlerini aşması ihtimali (P), pozitif yönde 2.5% ve negatif yönde 2.5% olmak üzere toplam 5 % kadardır. Güneş lekelerinin arttığı 1954-1957 yılları arasında (- 3 z değerini karşılayan alt kontrol limiti, BAUR indeksleri ile 1957 ve 1958 yılında aşılmıştır) Leopoldwille (4.4°S)'de tropopoz, 13 ayda 1 km yükselmiştir (BAUR 1963'e atfen LAMB 1981 s: 440). Bu limitlerin ortalamalar ile aşılması, 91 yıllık verilere göre güneşte oldukça ender rastlanabilecek bir olayın meydana geldiğine işaret olarak kabul edilebilir. Aynı şekilde; ortalama değerler bakımından bu limitlerin aşılması, her 11 yılda bir gibi sıkça tekrarlanmadığı sürece güneş lekelerine (sunspot) veya parlak beneklerine (solar faculae) bağlı iklim değişmelerinden söz edilemez. Nitekim; POISSON, ÜSTEL, GAMA ve GUMBEL gibi ekstrem olaylara ilişkin probabilitel dağılımları ile yapılan hesaplardan, 1964 yılından sonraki ilk 300 yıl içinde (2264 yılına kadar) solar faculae veya sunspot değerlerinin neden olabileceği bir iklim değişmesine ilişkin ihtimallerin son derece küçük değerler aldığı anlaşılmıştır. Örnek olarak, GAMA dağılımına göre; yıllık ortalama BAUR indekslerinin 91 yılda 1 kez yerine, muhtemel bir iklim değişmesini işaret edebilecek sıklıkta olmak üzere 1964-2264 yılları arasında karşılık gelen ilk 300 yıl içinde yaklaşık her onbir yılda bir kez (300 yılda 28 kez) alt kontrol limitini aşması ihtimali, milyarda 1.68 'dir. Yıllık ortalama BAUR solar indeksi değerleri (Bi), LAMB 1981 s: 468-471'den alınmıştır (1874-1964).

BAUR solar indeksine ait sonucun "0" sıfır olması, güneş lekelerinin "minimum olduğunu; "negatif yönde büyümesi" güneş lekelerinin artışı; "pozitif yönde büyümesi ise "solar faculae" yoğunluğunun artışı ifade etmektedir.

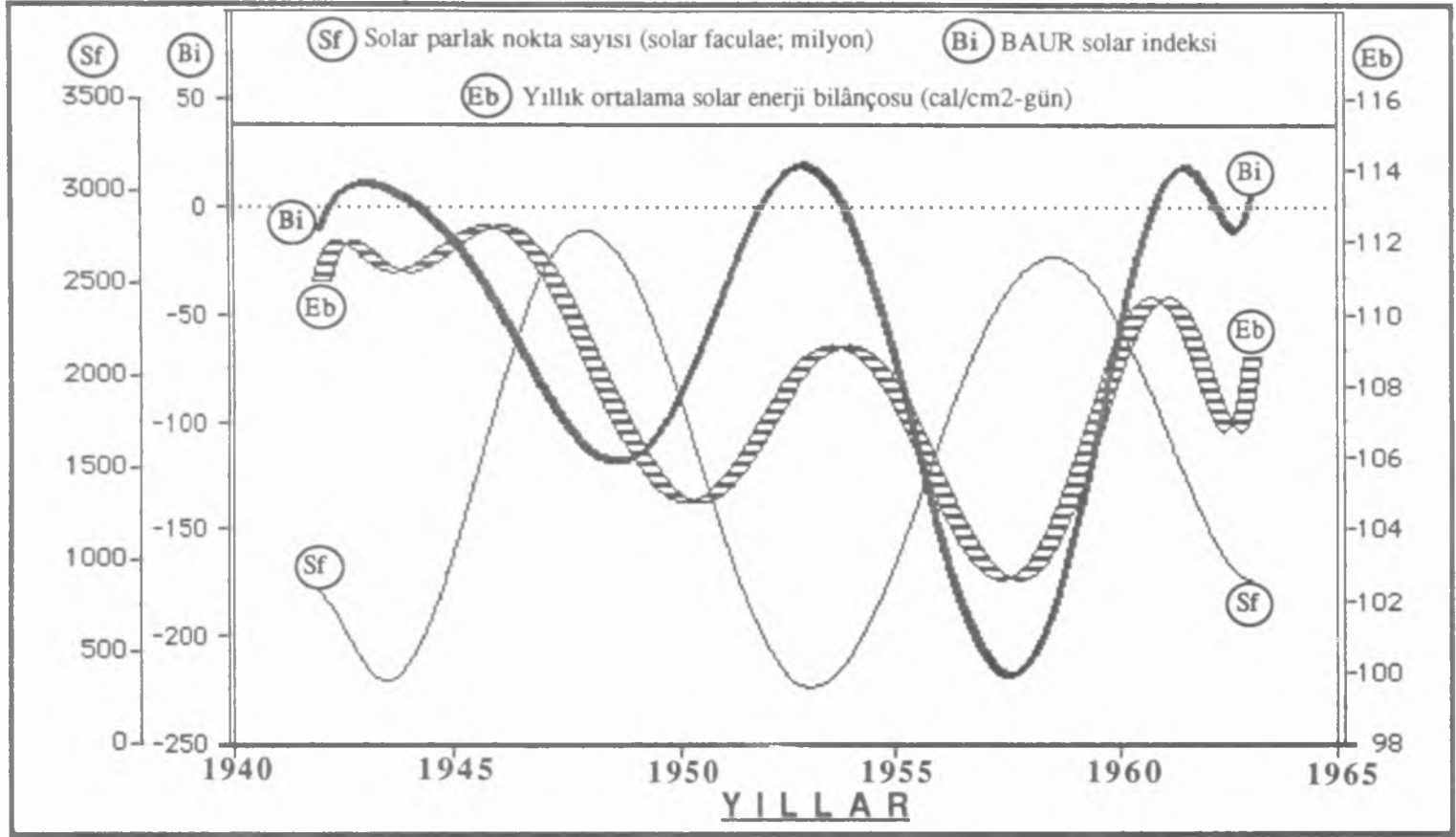


ŞEKİL 3 : Açıklama, şeklin çizelgesi ile birlikte sayfa 179'da verilmiştir.

TREND UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	KORELASYONA GÜVEN	KORELASYONUN GÜVEN SINIRLARI	DETERMİNASYON KATSAYISI	TAHMİNİN S. HATASI
SOLAR FACULAE (Sf)	96.2%	99.9%	%92.0—100.0	92.6%	316.9 Ml
BAUR S. İNDEKSİ (Bi)	96.9%	99.9%	%93.5—100.0	93.9%	24.5
SOLAR ENERJİ (Qg)	84.3%	97.1%	%68.0—100.0	71.1%	5.4 cal/cm2-g
REGRESYON UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	VARYASYON KATSAYISI	DETERMİNASYON KATSAYISI	TAHMİNİN STANDART HATASI	
Sf (X) - Qg (Y)	47.2%	Qg: 2.5%	22.2%	8.6 cal/cm2-gün	
Bi (X) - Qg (Y)	68.2%	Qg: 2.5%	46.5%	7.1 cal/cm2-gün	

ŞEKİL 3 (devamı)

Yıllık ortalama solar faculae (Sf; milyon: Ml) ve yıllık ortalama BAUR solar indeksi (Bi) ile İzmir'in yıllık ortalama global solar enerji (Qg: cal/cm2-gün) değerlerinin 9 ncu dereceden eğrisel trendleri arasındaki ilişkiler; yıllık ortalama solar faculae ve BAUR indeksleri ile yıllık ortalama global solar enerji (Qg: cal/cm2-gün) arasındaki 8 nci dereceden eğrisel regresyon analizlerine ait bazı istatistikî sonuçlar (1942-1963; trend analizlerinde hesaplamalarda kolaylık sağlanması amacıyla, bağımsız değişken "X" durumundaki "yıllar", $X=\pm 21$ aralığında $X=-21=1942$; $X=+21=1963$ olacak şekilde "X dönüşümü yapılarak" kısaltılmıştır. Korelasyon indekslerinin güven sınırları, % 1 manidarlık seviyesine göre belirlenmiştir. Regresyon analizi sonuçlarında; X etkileyen unsur, Y ise etkilenen unsur göstermektedir). Güneş yüzündeki parlak noktaların yıllık ortalama sayıları (Sf: solar faculae) ve BAUR indeksleri, LAMB 1981 s: 468-471'den alınmıştır. Yıllık ortalama global solar enerji tutarları (Qg), ANGOT tablosu (GÜREL 1975, s:8-9) ve SEZER berraklık indeksi (SEZER 1991, 1992-a) ile hesaplanmıştır.

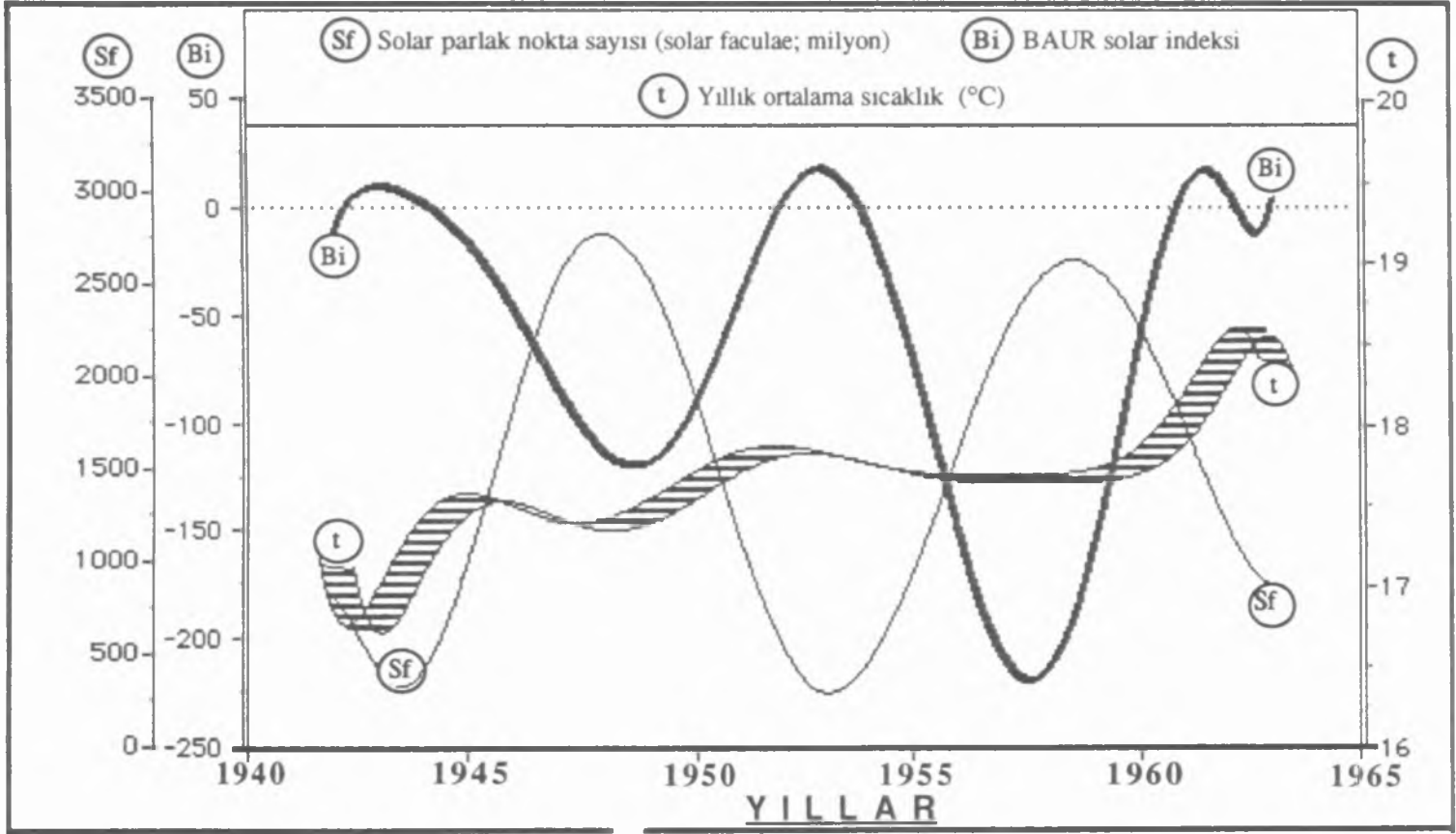


ŞEKİL 4 : Açıklama, şeklin çizelgesi ile birlikte sayfa 181'de verilmiştir.

TREND UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	KORELASYONA GÜVEN	KORELASYONUN GÜVEN SINIRLARI	DETERMİNASYON KATSAYISI	TAHMİNİN S. HATASI
SOLAR FACULAE (Sf)	96.2%	99.9%	%92.0—100.0	92.6%	316.9 Ml
BAUR S. İNDEKSİ (Bi)	96.9%	99.9%	%93.5—100.0	93.9%	24.5
EN. BİLANÇOSU (Eb)	82.5%	95.2%	%64.5—100.0	68.1%	2.6 cal/cm2-g
REGRESYON UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	VARYASYON KATSAYISI	DETERMİNASYON KATSAYISI	TAHMİNİN STANDART HATASI	
Sf (X) - Eb (Y)	61.4%	Eb: 3.3%	37.7%	3.5 cal/cm2-gün	
Bi (X) - Eb (Y)	79.1%	Eb: 3.3%	62.6%	2.7 cal/cm2-gün	

ŞEKİL 4 (devamı)

Yıllık ortalama solar faculae (**Sf**; milyon: Ml) ve yıllık ortalama BAUR solar indeksi (**Bi**) ile İzmir'in yıllık ortalama solar enerji bilânçosu (**Eb**: cal/cm2-gün) değerlerinin 9 ncu dereceden eğrisel trendleri arasındaki ilişkiler; yıllık ortalama solar faculae ve BAUR indeksleri ile yıllık ortalama solar enerji bilânçosu tutarları (**Eb**: cal/cm2-gün) arasındaki 8 nci dereceden eğrisel regresyon analizlerine ait bazı istatistikî sonuçlar (1942-1963; trend analizlerinde hesaplamalarda kolaylık sağlanması amacıyla, bağımsız değişken "X" durumundaki "yıllar", $X=\pm 21$ aralığında $X=-21=1942$; $X=+21=1963$ olacak şekilde "X dönüşümü yapılarak" kısaltılmıştır. Korelasyon indekslerinin güven sınırları, % 1 manidarlık seviyesine göre belirlenmiştir. Regresyon analizi sonuçlarında; X etkileyen unsur, Y ise etkilenen unsur göstermektedir. Güneş yüzündeki parlak noktaların yıllık ortalama sayıları (**Sf**: solar faculae) ve BAUR indeksleri, LAMB 1981 s: 468-471'den alınmıştır. Yıllık ortalama solar enerji bilânçosu tutarları (**Eb**), ANGOT tablosu (GÜREL 1975, s:8-9) ile SEZER berraklık indeksi (SEZER 1991, 1992-a) ve PENMAN (GÜREL 1975, s:8-9) bağıntılarıyla hesaplanmıştır.

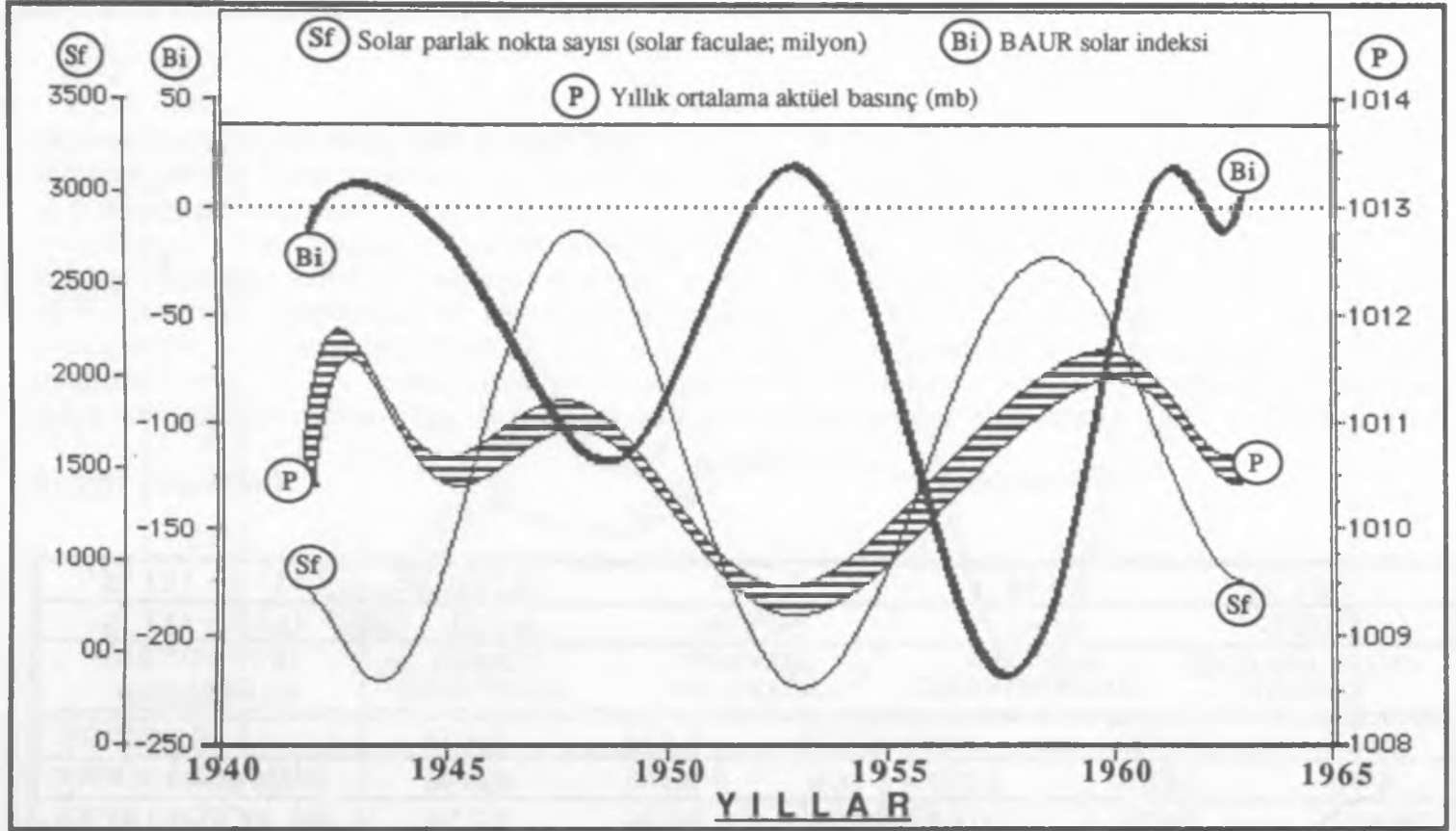


ŞEKİL 5 : Açıklama, şeklin çizelgesi ile birlikte sayfa 183'te verilmiştir.

TREND UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	KORELASYONA GÜVEN	KORELASYONUN GÜVEN SINIRLARI	DETERMINASYON KATSAYISI	TAHMİNİN S. HATASI
SOLAR FACULAE (Sf)	96.2%	99.9%	%92.0—100.0	92.6%	316.9 Ml
BAUR S. İNDEKSİ (Bi)	96.9%	99.9%	%93.5—100.0	93.9%	24.5
SICAKLIK (t)	55.5%	99.9%	%16.5—94.4	30.8%	0.7 °C
REGRESYON UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	VARYASYON KATSAYISI	DETERMINASYON KATSAYISI	TAHMİNİN STANDART HATASI	
Sf (X) - t (Y)	62.5%	t: 3.7%	39.1%	0.65°C	
Bi (X) - t (Y)	74.7%	t: 3.7%	55.9%	0.55°C	

ŞEKİL 5 (devamı)

Yıllık ortalama solar faculae (Sf; milyon: Ml) ve yıllık ortalama BAUR solar indeksi (Bi) ile İzmir'in yıllık ortalama sıcaklık (t: °C) değerlerinin 9 ncu dereceden eğrisel trendleri arasındaki ilişkiler; yıllık ortalama solar faculae ve BAUR indeksleri ile yıllık ortalama sıcaklık değerleri (t: °C) arasındaki 8 nci dereceden eğrisel regresyon analizlerine ait bazı istatistikî sonuçlar (1942-1963; trend analizlerinde hesaplamalarda kolaylık sağlanması amacıyla, bağımsız değişken "X" durumundaki "yıllar", $X=\pm 21$ aralığında $X=-21=1942$; $X=+21=1963$ olacak şekilde "X dönüşümü yapılarak" kısaltılmıştır. Korelasyon indekslerinin güven sınırları, % 1 manidarlık seviyesine göre belirlenmiştir. Regresyon analizi sonuçlarında; X etkileyen unsur, Y ise etkilenen unsur göstermektedir). Güneş yüzündeki parlak noktaların yıllık ortalama sayıları (Sf: solar faculae) ve BAUR indeksleri (Bi). LAMB 1981 s: 468-471'den alınmıştır.

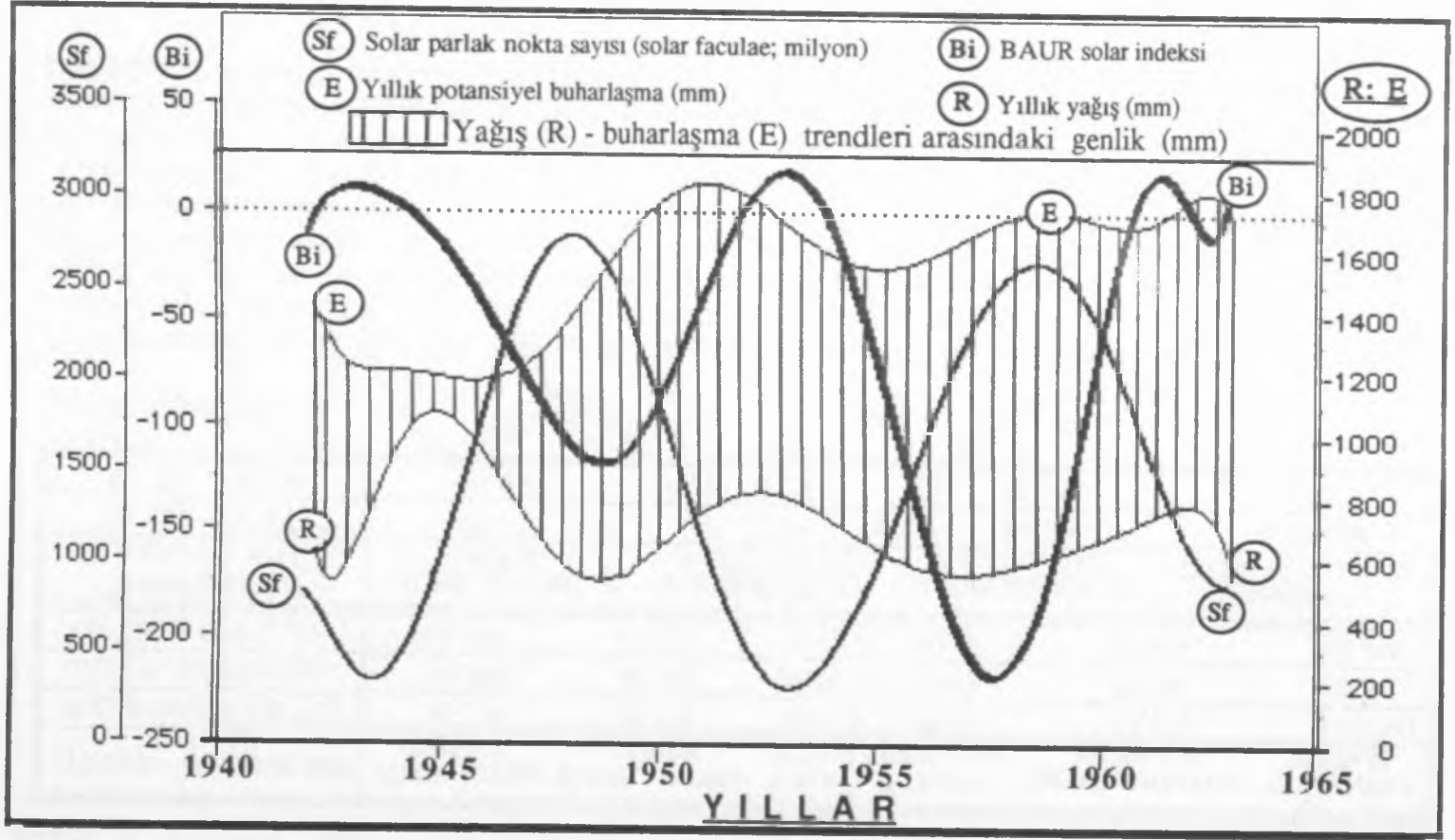


ŞEKİL 6 : Açıklama, şeklin çizelgesi ile birlikte sayfa 185'te verilmiştir.

TREND UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	KORELASYONA GÜVEN	KORELASYONUN GÜVEN SINIRLARI	DETERMINASYON KATSAYISI	TAHMİNİN S. HATASI
SOLAR FACULAE (Sf)	96.2%	99.9%	%92.0—100.0	92.6%	316.9 MI
BAUR S. İNDEKSİ (Bi)	96.9%	99.9%	%93.5—100.0	93.9%	24.5
AKTÜEL BASINÇ (P)	69.1%	63.5%	%57.7— 80.5	47.8%	0.9 mb
REGRESYON UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	VARYASYON KATSAYISI	DETERMINASYON KATSAYISI	TAHMİNİN STANDART HATASI	
Sf (X) - P (Y)	67.0%	P: 10.0%	44.9%	0.93 mb	
Bi (X) - P (Y)	54.8%	P: 10.0%	30.1%	1.05 mb	

ŞEKİL 6 (devamı)

Yıllık ortalama solar faculae (Sf; milyon: MI) ve yıllık ortalama BAUR solar indeksi (Bi) ile İzmir'in yıllık ortalama aktüel basınç (P: mb) değerlerinin 9 ncu dereceden eğrisel trendleri arasındaki ilişkiler; yıllık ortalama solar faculae ve BAUR indeksleri ile yıllık ortalama aktüel basınç değerleri (P: mb) arasındaki 8 nci dereceden eğrisel regresyon analizlerine ait bazı istatistikî sonuçlar (1942-1963; trend analizlerinde hesaplamalarda kolaylık sağlanması amacıyla, bağımsız değişken "X" durumundaki "yıllar", $X=\pm 21$ aralığında $X=-21=1942$; $X=+21=1963$ olacak şekilde "X dönüşümü yapılarak" kısaltılmıştır. Korelasyon indekslerinin güven sınırları, % 1 manidarlık seviyesine göre belirlenmiştir. Regresyon analizi sonuçlarında; X etkileyen unsur, Y ise etkilenen unsur göstermektedir. Güneş yüzündeki parlak noktaların yıllık ortalama sayıları (Sf: solar faculae) ve BAUR indeksleri (Bi), LAMB 1981 s: 468-471'den alınmıştır.



ŞEKİL 7 : Açıklama, şeklin çizelgesi ile birlikte sayfa 187'de verilmiştir.

TREND UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	KORELASYONA GÜVEN	KORELASYONUN GÜVEN SINIRLARI	DETERMİNASYON KATSAYISI	TAHMİNİN S. HATASI
SOLAR FACULAE (Sf)	96.2%	99.9%	%92.0—100.0	92.6%	316.9 MI
BAUR S. İNDEKSİ (Bi)	96.9%	99.9%	%93.5—100.0	93.9%	24.5
BUHARLAŞMA (E)	89.1%	99.5%	%77.4—100.0	79.3%	145.9 mm
YAĞIŞ (R)	84.0%	96.8%	%67.4—100.0	70.6%	121.5 mm
REGRESYON UNSURLARI	KORELASYON İNDEKSİ	VARYASYON KATSAYISI	DETERMİNASYON KATSAYISI	TAHMİNİN STANDART HATASI	
Sf (X) - E (Y)	68.8%	E: 15.5%	47.3%	223.9 mm	
Bi (X) - E (Y)	60.5%	E: 15.5%	36.6%	172.3 mm	
Sf (X) - R (Y)	59.9%	R: 24.1%	35.9%	245.5 mm	
Bi (X) - R (Y)	56.3%	R: 24.1%	31.7%	177.8 mm	

ŞEKİL 7 (devamı)

Yıllık ortalama solar faculae (Sf; milyon: MI) ve yıllık ortalama BAUR solar indeksi (Bi) ile İzmir'in yıllık yağış (R: mm) ve SEZER yöntemine göre (SEZER 1991, 1992-a) yıllık potansiyel buharlaşma (E: mm) değerlerinin 9 ncu dereceden eğrisel trendleri arasındaki ilişkiler (yağış-buharlaşma genliği, dikey tarama ile vurgulanmıştır); yıllık ortalama solar faculae ve BAUR indeksleri ile yıllık yağış (R) ve buharlaşma (E) arasındaki 8 nci dereceden eğrisel regresyon analizlerine ait bazı istatistikî sonuçlar (1942-1963; trend analizlerinde hesaplamalarda kolaylık sağlanması amacıyla, bağımsız değişken "X" durumundaki "yıllar", $X=\pm 21$ aralığında $X=-21=1942$; $X=+21=1963$ olacak şekilde "X dönüşümü yapılarak" kısaltılmıştır. Korelasyon indekslerinin güven sınırları, % 1 manidarlık seviyesine göre belirlenmiştir. Regresyon analizi sonuçlarında; X etkileyen unsur, Y ise etkilenen unsur göstermektedir). Güneş yüzündeki parlak noktaların yıllık ortalama sayıları (Sf: solar faculae) ve BAUR indeksleri (Bi), LAMB 1981 s: 468-471'den alınmıştır.