

20. ve 21. GÜNEŞ ÇEVİRİMLERİ SÜRESİNCE

'FLARE INDEX'İN PERİYODİK DAVRANIŞLARI

Atila Özgüç ve Tamer Ataç
Kandilli Rasathanesi, Boğaziçi Üniversitesi,
Çengelköy, İstanbul

ÖZET: 1966 - 1986 zaman aralığı için hesaplanan Flare İndeksinde Discrete Fourie Transformu kullanılarak kısa periyotlar arandı. Önemli periyotlar olarak 47.9, 36.6, 18.0, ve 5.1 aylık periyotlar bulundu ve daha önce yapılan çalışmalarda bulunan değerlerle karşılaştırıldı. Flare indeksinden asimetri değerleri hesaplanarak ayrı bir zaman serisi elde edildi. N-S/N+S bağıntısından yararlanılarak hesaplanan bu değerlere güç spektrumu uygulandı ve bazı periyotlar bulundu.

1. GİRİŞ

Güneş patlamaları Yer-Güneş etkileşmesi bakımından en güçlü ve en etkili güneş etkinliğidir. Bu bakımdan güneş fizikçileri aktivite artışlarını izleyebilmek için günlük 'Flare

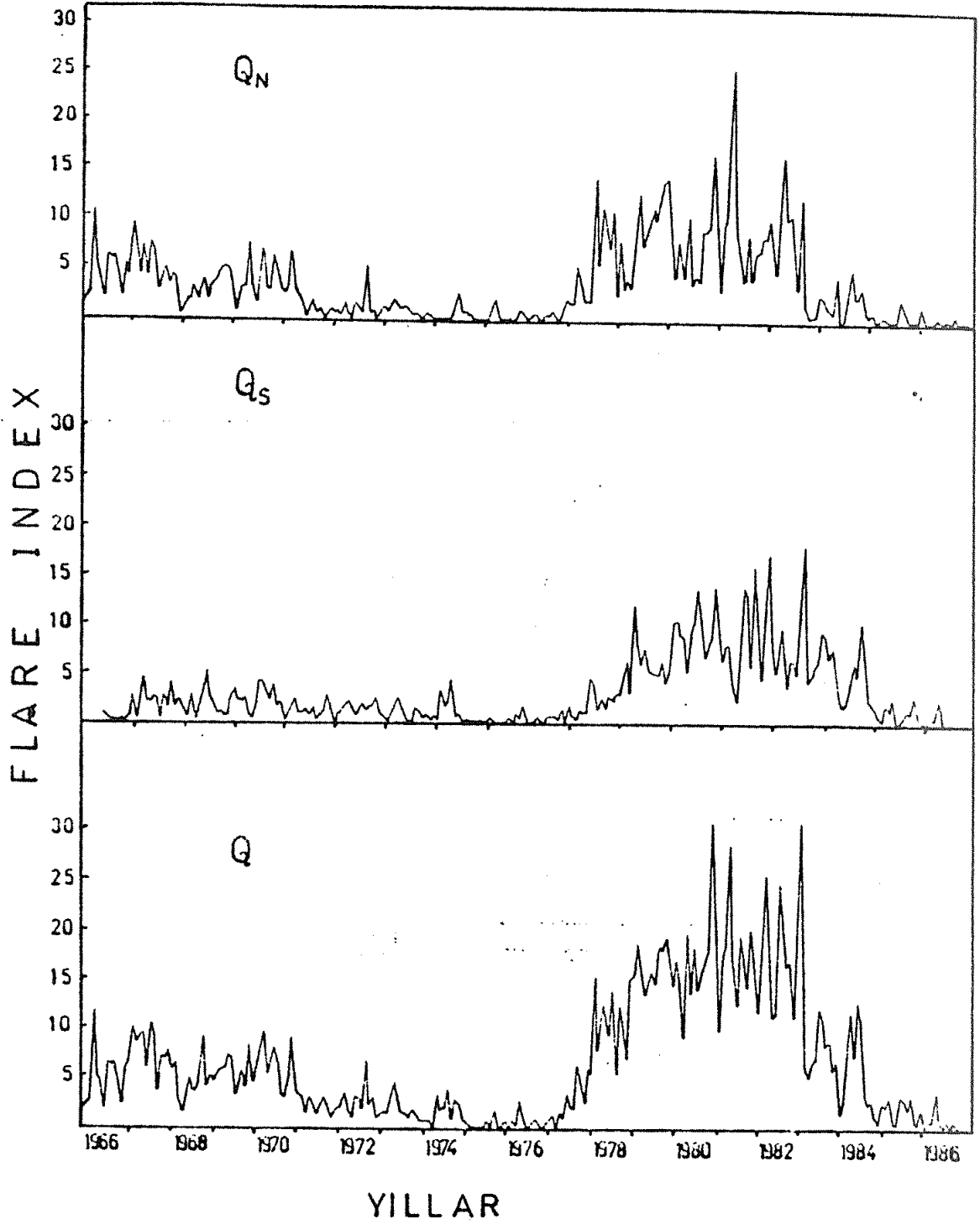
Index'i (bu değim bundan sonra FI olarak gösterilecektir.) hesaplanması fikrini geliştirmişlerdir. Bu konuda ilk bağintıyı aşağıdaki şekliyle Kleczek (1952) getirmiştir.

$$Q = i \cdot t$$

Bu bağintı kabaca, bir güneş patlaması sırasında yayınlanan toplam enerjiyi ifade etmektedir. Burada i şiddet ölçeğini, t de dakika cinsinden patlama suresini göstermektedir. Kleczek'in bu yöntemi kullanılarak günlük patlama aktivitesi 1936 dan 1986 ya kadar çeşitli araştırmacılar tarafından hesaplanmıştır (Kleczek, 1952; Knoska ve Letfus, yayınlanmamış; Knoska ve Petrsek, 1984; ve Ataç, 1987).

Güneş aktivitesinin periyodik doğası gntmize kadar birbirinden farklı aktivite indeksleri kullanılarak değerlendirilmiştir; güneş leke sayıları ve alanları, kalsiyum plaj alanları, koronal index v.b. Birbirinden farklı bu indeksler kullanılarak analiz edilen güneş aktivitesinin herkesce bilinen 11 yıllık periyodundan başka farklı periyotlara da sahip olduğu grlmüştir. Ayrıntılarından tartışma bölümünde bahsededeğimiz bir çok çalışmada bu periyotlar çeşitli yöntemler kullanılarak hesaplanmıştır (Rieger ve diğerleri, 1984; Ichimoto ve diğerleri, 1985; Akioka ve diğerleri, 1987; vb.). Güneş aktivitesinde gözlenen bu periyotlar aktivitenin doğasını ve temel ilkelerini anlamamız açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Bu çalışmada 1966-1986 yıllarını kapsayan zaman aralığı için hesaplanmış FI'lerden oluşturulan zaman serileri kullanılmıştır.

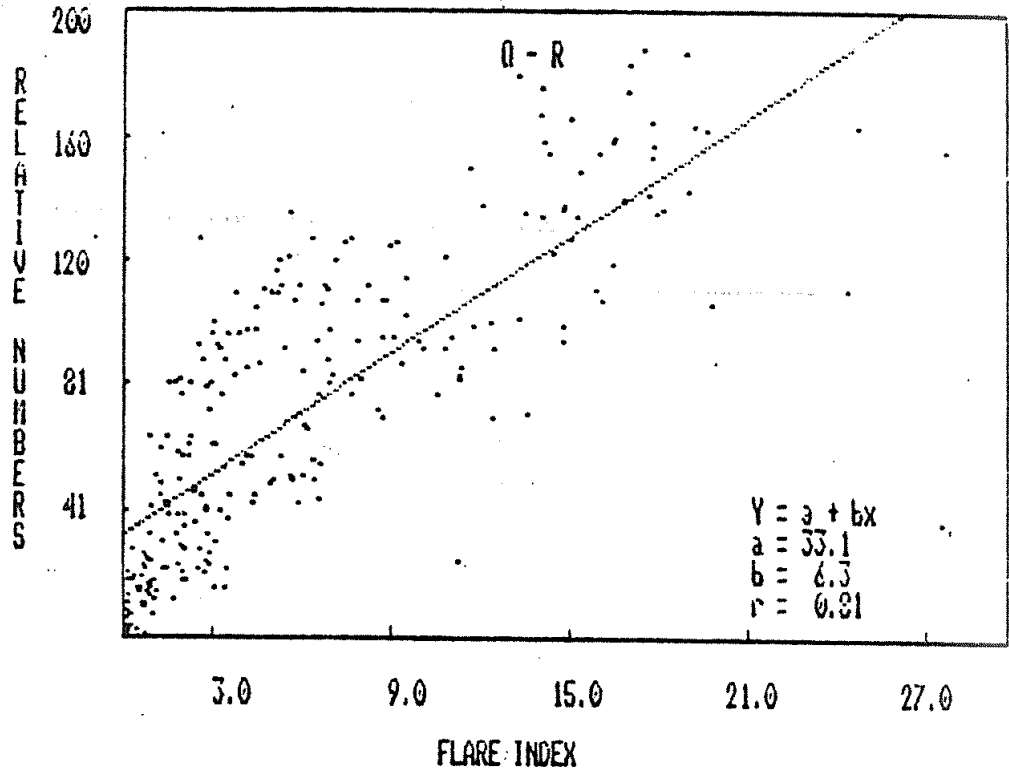


Şekil 1. 1966 - 1986 yılları için hesaplanan aylık FI değerleri. En üstten aşağı doğru güneşin kuzey ve güney yarıküreleri ve tüm güneş yüzeyi için hesaplanan değerler gösterilmiştir.

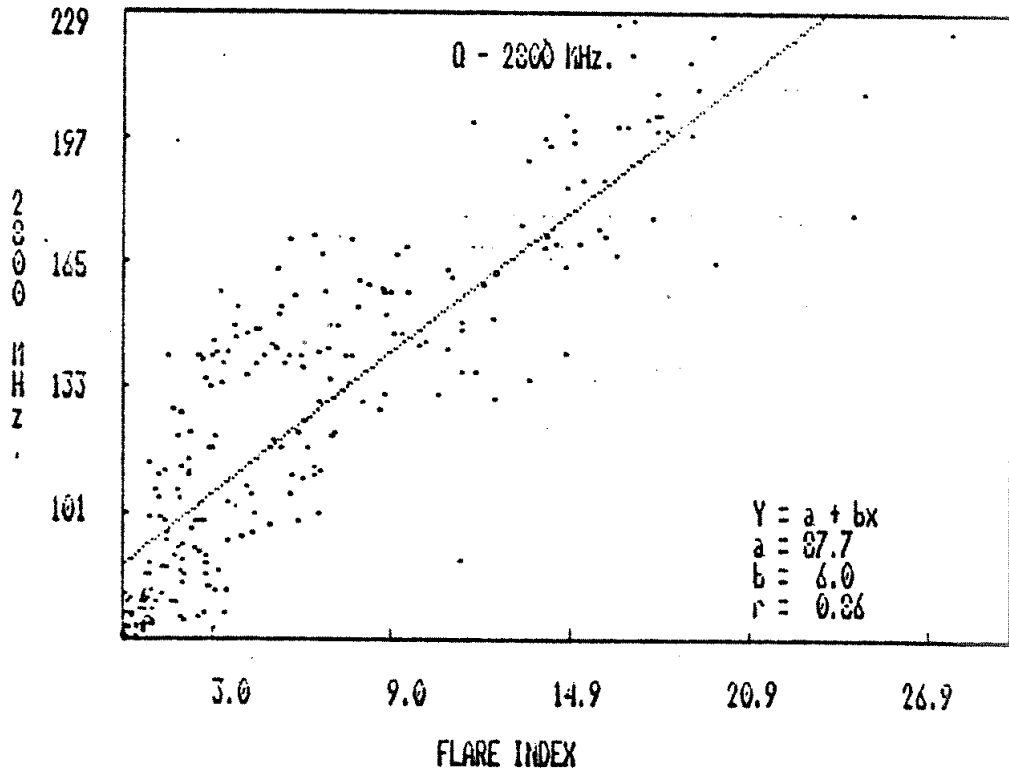
2. VERİLER VE ANALİZ

Q ile tanımladığımız FI her gün 24 saat boyunca (bazı günler hava koşulları nedeniyle daha az) gözlenen kromosferdeki aylık patlama aktivitesini temsil etmektedir. Yukarıda söz konusu olan zaman aralığı 20 ve 21. Güneş çevrimlerini içermektedir; bu zaman aralığındaki aylık FI'ler Petrusek (1984) ve Ataç (1987) tarafından hesaplanmıştır. Güneş aktivitesinin izlenmesi ve bir aydan daha büyük periyotların hesaplanması bakımından bu indeks değerleri oldukça yararlı olmuştur.

1966-1986 zaman aralığı için aylık FI'nin zamanla değişimi Şekil 1 de gösterilmiştir. Q_n ve Q_s güneşin kuzey ve güney yarıküreleri için hesaplanan değerleri Q da tüm güneş diski için hesaplanan değerleri göstermektedir. Bu şekil incelendiğinde 21. çevrimin aktivitesinin bir önceki çevrimdeki aktiviteden daha şiddetli gerçekleştiği görülmektedir. FI'nin diğer güneş aktivite indeksleriyle uyumunu göstermek için verilerimizi aynı zaman aralığındaki güneş rölatif sayıları ve güneşin 2800 MHz. de yayınladığı radyo dalgalarının enerjisinin bir ölçütü olan indeksle karşılaştırdık. Bu karşılaştırmalar Şekil 2 ve Şekil 3 de gösterilmiştir. Her iki şekilde de apsis eksenleri FI, ordinat eksenleri de diğer indeksleri göstermektedir. Her iki indeksin FI ile korelasyonları yüksek olup, uydurulan doğruların eğimleri de birbirine çok yakındır. Bu uyumluluk bize güneş aktivitesinin hesaplanan FI ile de analiz edilebileceğini göstermektedir.



Şekil 2. Hesaplanan FI değerleri ile rülatif leke sayılarının dağılımı. Karşılaştırma amacıyla bir doğru geçirilmiştir.



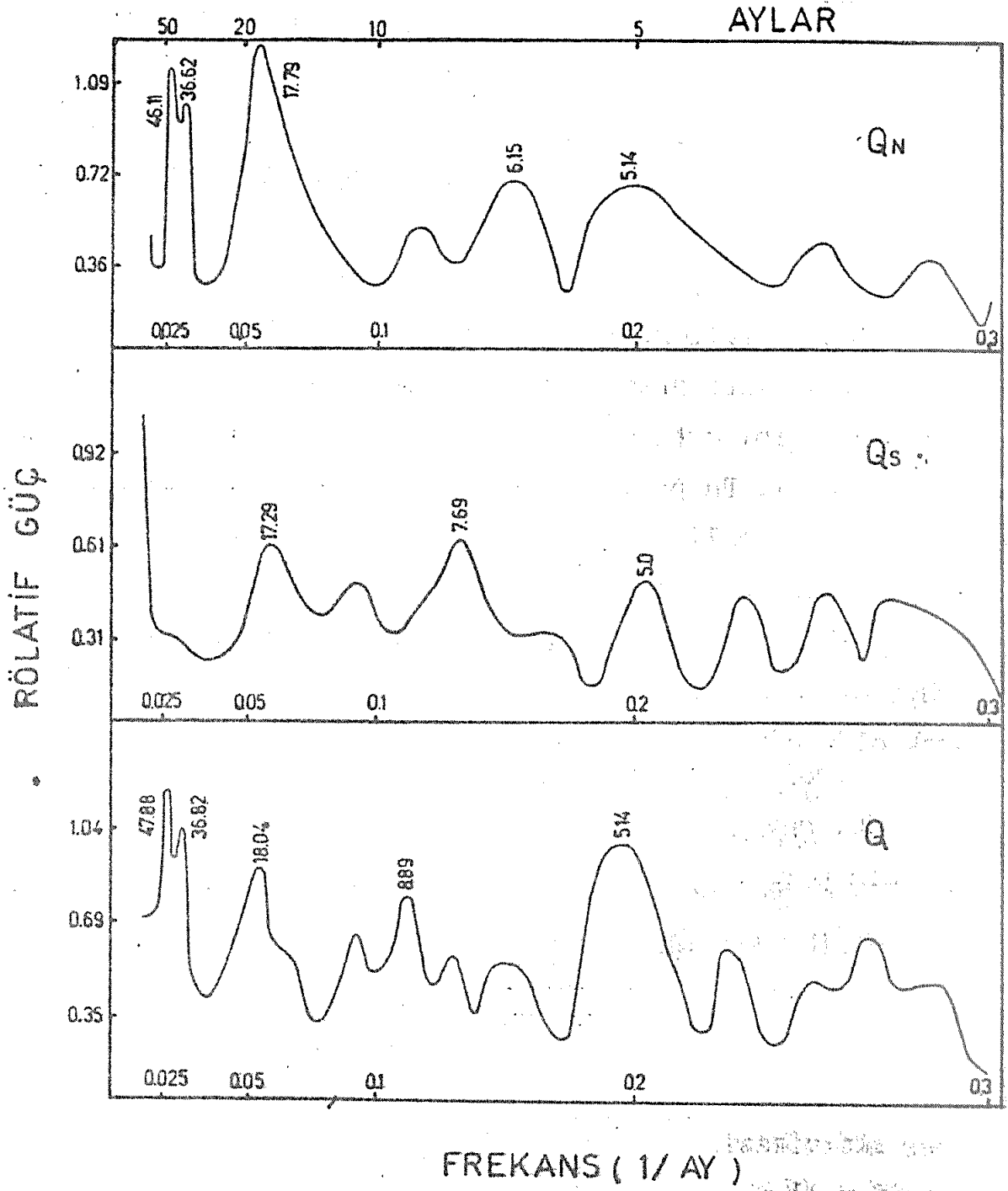
Şekil 3. Hesaplanan FI değerleri ile 2800 MHz. deki güneş akısının dağılımı. Karşılaştırma amacıyla bir doğru geçirilmiştir.

ÇİZELGE I

Tüm güneş, kuzey ve güney yarıküre verilerinden, 20. ve 21. çevrim verilerinden, ve 1972-1977 arası verilerinden bulunan periyotlar (ay cinsinden verilmiştir.).

Q	Qn	Qs	Çev. 20	Çev.21	min.
47.9	46.1	-	43.6	43.1	-
36.8	36.6	-	-	-	36.6
18.0	17.8	17.3	16.5	18.4	16.0
8.9	6.2	7.7	7.0	8.9	7.4
5.1	5.1	5.0	5.1	5.1	-

Elimizdeki bu 21 yıllık FI verisindeki periyotları bulmak için harmonik analiz uygulaması sırasında Discrete Fourier Transformı (DFT) kullandık. Elde edilen güç spektrumundaki önemli periyotlar uzunluk sırasıyla 47.9, 36.8, 18.0, ve 5.1 aylık periyotlardır. Bütün serilerden elde edilen periyotları içeren sonuçlar Çizelge I de verilmiştir. Şekil 4 de Qn, Qs ve Q zaman serilerinin güç spektrumları frekansın fonksiyonu olarak çizilmiştir. Q periyodogramındaki en dikkat çekici periyotlar 47.9 ve 5.14 aylık olanlardır. Qn ve Qs periyodogramlarında 17.8 aylık periyotlar çok belirgindir. Qs periyodogramında ne 47.9 aylık ne de 36.8 aylık periyotlar gözlenememektedir. Bulduğumuz bu periyotların Her iki çevrimde de olup olmadığını anlamak için 20 ve 21. çevrime ait zaman serileri için de ayrı ayrı güç spektrumları hesaplandı. Bu analiz sonucu 36.8 aylık periyot ha-

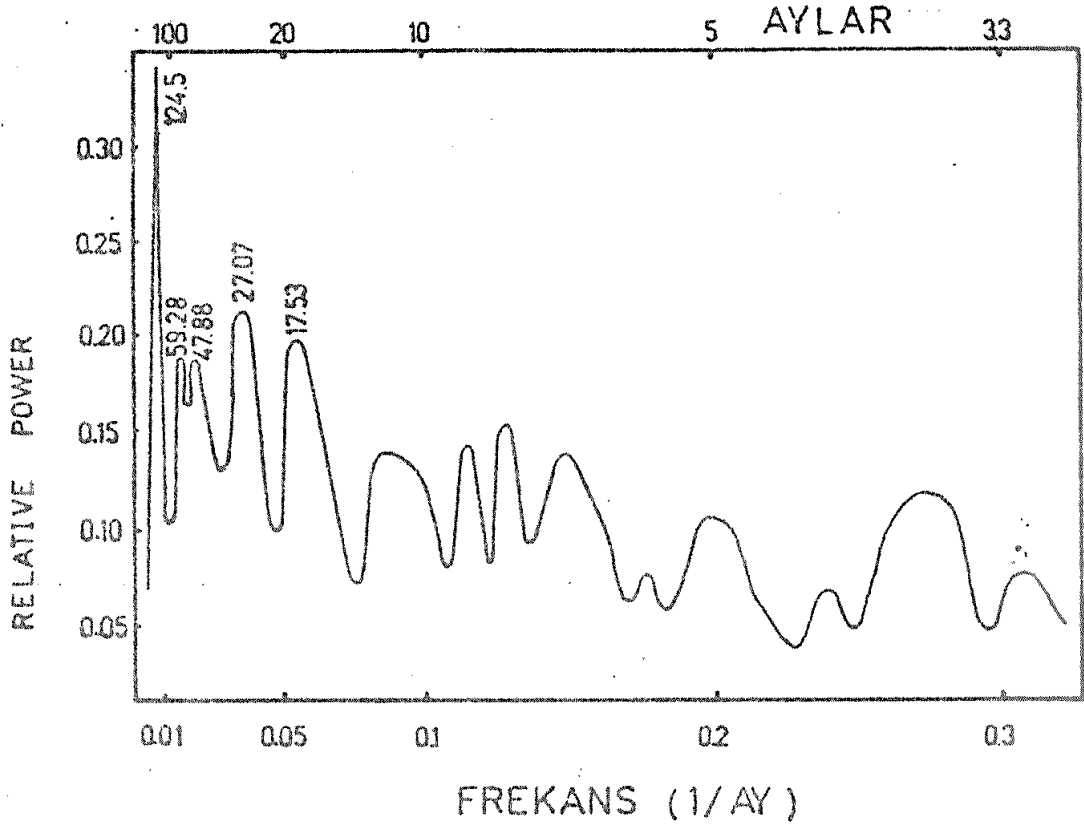


Şekil 4. Güneşin kuzey ve güney yarıküreleri ile tüm yüzeyi için elde edilen güç spektrumları.

riç diğeri bütün periyotları bu periyodogramlarda da gözledik. 21. çevrimin güç spektrumunda 5.1 aylık periyot çok belirgin olmasına rağmen 20. çevrim için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. 20. çevrimin güç spektrumunda en belirgin periyot 43.6 aylık olan periyottur. 5.1 aylık periyot da bu çevrimde görülmekle birlikte önemi diğer periyotlardan farklı değildir. Güneş aktivitesinin minimum olduğu döneme rastlayan 1972-1977 yılları arasında bu kısa periyotların gözlenip gözlenemediğini ortaya koymak için bu yıllar arası FI'lere DFT uygulandı. Bu periyodogramlarda 5.1 aylık periyoda rastlanmadı. En önemli periyot 16.0 ay olarak kendini gösterdi. 21. çevrimde bulunan periyotların içinde en belirgin olanı 18.4 aylık olanıdır. Bu değeri 20. çevrimde 16.5 ay olarak görüyoruz. Fakat her iki çevrimin verisi bir arada kullanılarak elde edilen spektrumda da bu periyot 18.0 ay olarak görülmektedir. 21. çevrimde gözlenen periyotların istatistik önemi 20. çevrimde gözlenenlerle karşılaştırıldığında son çevrimin periyotlarının gerçeklik bakımından daha inandırıcı bir özellik taşıdığı görülmektedir.

3. N - S ASİMETRİSİ

Güneş aktivitesinde gözlenen kuzey-güney asimetrisinin uzun dönemli yıllık veya aylık değişimler gösterdiği istatistik olarak belirlenmiştir. Waldmeier (1957, 1971) asimetrinin 11 yıllık çevrimle uyumlu bir gidim göstermediğini, Vizoso ve Ballester (1987) de asimetri eğrisinin aktivite eğrileriyle farklı fazlar gösterdiğini, eğrideki tepelerin güneş aktivite çevriminin minimum safhasında bulunduğunu belirtmişlerdir. Knoska ve Krivsky (1978) 20. çevrim için patlamaların gözlenen sıklıklarını araştırırken, kuzey yarıküre-



Şekil 5. Asimetri zaman serisinin güç spektrumu.

de patlama sayısının güney yarıküreden daha önce maksimuma eriştiğini görmüşlerdir. Ataç'da (1987) 20. çevrimim FI'nin zamanla değişimini incelediği çalışmasında aynı konuya işaret etmektedir.

İki yarıküre arasındaki asimetriyi aşağıdaki ifadeyle tanımladık:

$$A = (Q_n - Q_s) / (Q_n + Q_s)$$

Burada Q_n ve Q_s kuzey ve güney yarıküreler için ayrı ayrı hesaplanmış aylık FI'lerdir. Hesaplanan bu A değerlerinin oluşturduğu zaman serisindeki periyotları analiz etmek için güç spektrumu analizi yapıldı. Şekil 5 de bu serinin güç spektrumu frekansın fonksiyonu olarak çizilmiştir. Burada

en dikkat çeken tepeler 124.5, 27.0, ve 17.5 aylık peryotlara denk düşen tepelerdir. Özgüç ve Üçer (1987) yeşil korona parlaklık aktivitesinin asimetrisini incelerken önemli peryotların varlığını işaret ettiler. Bunların üçü 2.5, 4 ve 5 yıllık peryotlar bu çalışmada bulduğumuz 2.25, 3.99 ve 4.9 yıllık peryotlarla uyusmaktadır.

4. TARTIŞMA

Bulduğumuz bu peryotların başka aktivite indeksleri kullanılarak yapılan analizlerde de gözlenip gözlenmediğinin belirlenmesinin ilginç olacağını düşünerek bulduğumuz her periyodu ayrı ayrı inceledik.

47.9 aylık (3.9 yıllık) peryot: Rao (1973) leke gruplarının ortalama yaşama sürelerini ve güneşin tüm yüzeyinde birim zamanda oluşan lekelerin sayılarını kullanarak bu periyodun varlığını göstermiştir. Rusin ve diğerleri (1987) 20. çevrinde yeşil korona aktivitesinden elde edilen koronal indeksle 3.45 yıllık bir peryot bulmuştur.

36.8 aylık (3.1 yıllık) peryot: 1947-1978 yıllarını kapsayan güneşin 10 cm radyo akı aktivitesinden yararlanan Hughes ve Kesteren (1981), 3.0 yıllık bir peryot bulmuştur. Djurovic ve Stajik (1985), 1944-1978 yılları arası güneş lekeleri ve 1968-1977 yılları jeomagnetik aa indeksi değerleri ile bu periyodu 3.3 yıl olarak bulmuşlardır.

18.0 aylık (1.5 yıllık) peryot: Belmont ve diğerleri (1966) 10.7 cm. radyo akısını kullanarak 19 ay civarında bir peryota rastladılar. Yacob ve Bhargava (1968) leke sayıları ve yer manyetizmasının yatay bileşeninin sayısal değerlerini kullanarak 1905-1965 zaman aralığı için yaptıkları çalışmada 16.3 aylık periyodu buldular; istatistik ana-

lizler sonucu bu peryodun hem güneş hem de jeomagnetik aktivite içersinde gerçek bir olay olma olasılığının oldukça kuvvetli olduğunu gösterdiler. 20. ve 21. çevrimde gözlenen importansı 1 ya da 1 den büyük patlamaların sayısından oluşturdukları zaman serisinde Ichimoto ve diğerleri (1985) 16.7 aylık peryotun varlığını göstermişlerdir. 19. çevrim sırasında kuzey yarıkürede patlamaların oluşumunun 18 aylık bir peryot gösterdiğini de Bai (1987) söylemiştir. 1869-1986 yılları arasındaki leke gruplarının ortalama ve toplam alanları ile yaptıkları çalışmada Akioka ve diğerleri (1987) 17 aylık peryodu bulmuşlardır. Mayfield ve Lawrence (1985) aktif bölgelerdeki toplam manyetik enerji ile patlama üretim oranı arasında önemli bir ilişki olduğunu belirlediler. Buradan hareketle 18 aylık peryodun güneş leke aktivitesinde de görülmesinin gerektiğini söyleyebiliriz.

5.1 aylık peryot: Vitinskii (1962) relatif leke sayılarıyla yaptığı çalışmalarda güneş aktivitesinin 11 yıllık çevrimler içersinde önemli çalkantıların varlığına dikkat çekmiştir. Bu çalkantıların süresinin 3 aydan bir yıla kadar sürdüğünü belirtmiş ve ortalama sürenin 5 ay olduğunu göstermiştir. Wolff'un (1983) çalışmasında da aylık leke verilerinden elde edilen sonuçlarda 5 aylık peryodun muhtemel olduğunu belirtmektedir. Sert X ve gama ışın patlamalarından elde edilen zaman serilerinde Rieger ve diğerleri (1984) 5.13 aylık peryodun patlama oluşum sürecinde önemli rol oynadığını savunmaktadır. Kiplinger ve diğerleri (1984) 5.27 aylık peryodun varlığına işaret etmektedir. Ichimoto ve diğerleri (1985) yukarıda değindiğimiz çalışmalarında 5.16 aylık peryottan da söz etmektedirler. Raychaudhuri (1986) 1970-1982 zaman aralığında epokların süperpozisyonu

yöntemini kullanarak güneş nötron akısı verilerinde de 5 aylık periyodun varlığını göstermiştir. Ayrıca 1975-1979 yılları arasında güneş lekelerinde de bu periyodun görüldüğünü ve güneşin çekirdeğindeki 5 aylık osilasyonların gözlenen sert X-ışın patlamalarına yol açtığını da ileri sürmüştür.

Bütün bu çalışmalar göstermektedir ki, FI değerlerin kullanılarak yapılan analizler sonucu elde edilen periyotlar gerçektir ve diğer indekslerle bulunan periyotlarla uyum göstermektedir. Bu sonuç sözü edilen bu periyotların gerçekliğini kuvvetlendirmektedir. Bu arada şunu da belirtelim ki Landscheidt'in (1986) enerjetik X-ışın patlamaları verisiyle bulduğu 156, 2.8 ve 1.1 aylık periyotlar bizim serilerimizde görülmemiştir. Aynı şekilde, yeşil koronada (Rusin ve diğerleri, 1987) ve stratosferik rüzgarlarda (Shapiro ve Ward, 1962) rastlanan 26 aylık periyot da 20 ve 21. çevrimi kapsayan bu çalışmada görülmemiştir. Gelecekte güneşe ait aktivite indeksleri ve jeomanyetik indekslerle yapılacak ayrıntılı çalışmalar bize bu konuda fikir verecektir.

KAYNAKLAR

- Akioka, M., Kubota, J., Suzuki, M., Ichimoto, K., ve Tohmura, I.: 1987 Solar Phys. 112, 313,
Ataç, T.: 1987, Astrophys. Space Sci. 135, 201.
Bai, T.: 1987, Astrophys. J. 318, L85.
Belmont, A.D., Dartt, D.G. ve Ulsstad, M.S.: 1966, J. Atmos. Sci. 23, 314.
Djurovic, D. ve Stajic, D.: 1985, Publ. Dept. Astron., Beograd, 13, 19.

- Hughes, V.A. ve Kesteven, M.L.J.: 1981, Solar Phys. 71, 259.
- Ichimoto, K., Kubota, J., Suzuki, M., Tohmura, I., ve Kurokawa, H.: 1985, Nature, 316, 422.
- Kiplinger, A.L., Dennis, B.R. ve Orning, L.E.: 1984, Bull. Amer. Astron. Soc. 16, 891.
- Kleczek, J.: 1952, Publ. Centr. Inst. Astron., No. 22, Prague.
- Knoska, S. ve Petrasek, J.: 1984, Contr. Astron. Obs. Skalnaté Pleso, 12, 165.
- Knoska, S. ve Krivsky, L.: 1978, Bull. Astron. Inst. Czech. 29, 352.
- Knoska, S. ve Letfus, V.: Catalogue of Activity of the Solar Flares 1950-1965 (Unpublished).
- Landscheidt, T.: 1986, Solar Phys. 107, 195.
- Mayfield, E.B. ve Lawrence, J.K.: 1985, Solar Phys. 96, 293.
- Özgülç, A. ve Üçer, C.: 1988, Solar Phys. 114, 141.
- Rao, K.R.: 1973, Solar Phys. 29, 47.
- Raychaudhuri, P.: 1986, Solar Phys. 106, 421.
- Rieger, E., Share, G.H., Forrest, D.J., Kanbach, G., Reppin, C., ve Chupp, E.L.: 1984, Nature, 312, 623.
- Rusin, V., Rybansky, M., Zverko, J.: 1987, Bull. Astron. Inst. Czech. 38, 181.
- Shapiro, R. ve Ward, F.: 1962, J. Atmos. Sci. 19, 506.
- Vitinskii, Y.I.: 1962, Solar Activity Forecasting, Academy Sci. U.S.S.R. Leningrad.
- Vizoso, G. ve Ballester, J.L.: 1987, Solar Phys. 112, 317.
- Waldmeier, M.: 1957, Z. Astrophys. 43, 149.
- Waldmeier, M.: 1971, Solar Phys. 20, 332.
- Wolff, C.L.: 1983, Astrophys. J. 264, 667.
- Yakob, A. ve Bhargava, B.N.: 1968, J. Atmos. Terr. Phys., 30, 1907.

