XII. Ulusal Astronomi Toplantısı
Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, İzmir
Eylül 2000 s.529-540

Güneş'in Global İklim Üzerine Etkisi

A. Kılçık, A. Ökten
İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi
Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Özet

Özellikle son yıllarda dünyanın global sıcaklığında ciddi değişimler gözlenmektedir. Bu çalışmada bu değişimlerin sebepleri ve global iklimde getireceği sonuçlar incelenmeye çalışılmış olup, bu değişimlerde güneşin rolü araştırılmıştır. Bu amaç için Kuzey Yarımküre'de çeşitli enlem ve boylamlara dağılmış 12 ülke göz önüne alınmış ve 1958-1980 dönemi için yıllık ortalama global sıcaklık değeri elde edilmiştir. Elde edilen global sıcaklığın yıllık değişimleri ile güneş aktivitesinin dönemsel göstergelerinden biri olan güneş leke sayıları (Wolf sayısı) arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda global sıcaklıkla güneş leke sayıları arasında bariz bir ilişki bulunamamıştır.

1. Giriş

Bugün biliyoruz ki, varlığımızı borçlu olduğumuz güneş tamamen sakin bir yıldız olmayıp yayınladığı enerji miktarında peryodik değişimler göstemektedir. Bunlar 27 günlük rotasyon periyoduna bağlı değişimler, 11 ve 80 yıllık güneş leke çevrimlerine bağlı değişimler vb. Bu değişimlerin dünya ve yakın uzay çevresine etkisi bilinmektedir. Buna örnek olarak; özellikle yüksek enlemlerdeki iletkenlerde -petrol boru hatlarında, elektrik trafolarında, volkanik kayalarda- güneş aktivitesine bağlı olarak aşırı voltajların ölçülmesi, radyo dalgaları yoluyla yapılan haberleşmelerde aksaklıkların meydana gelmesi gibi... hatta bazı bilimadamlarına göre güneşin dünya iklimi üzerinde de bir etkisi olduğu savunulmaktadır. Özellikle 1645-1715 Maunder Minimumu döneminde güneş aktivitesinin çok düşük olması ve buna paralel olarak

Avrupa ve Kuzey Amerika'da küçük bir buzul çağının yaşanması bu düşünceyi destekler niteliktedir. Bahsedilen dönemde global sıcaklığın bugünkü değerinden yaklaşık 1 °C daha düşük olduğu belirlenmiştir.

19. yüzyılın sonlarında güneş lekeleri ve iklim arasında ilişki olduğunu savunan birçok düşünce vardı. Bu düşünce 1843 yılında bir amatör astronom olan Heinrich Schwabe'nin bir bildirisi ile başladı. Fakat, yapılan istatistik çalışmalar sonucunda korelasyon katsayısının istatistiksel güven sınırlarının altında kalmasından dolayı bu düşüncelerden vazgeçildi. Bundan yaklaşık 100 yıl sonra ve özellikle de 1970'li yıllardan sonra dünya ikliminde büyük dengesizliklerin gözlenmesi bu konuyu yeniden gündeme getirdi ve birçok bilimadamı dünya ikliminde meydana gelen bu düzensiz değişimlerin sebeplerini yeniden araştırmaya başladı. Son yıllarda yapılan çalışmalara göre iklimde meydana gelen bu düzensiz değişimlerin asıl sebebinin atmosferik sera gazları konsantrasyonundaki düzensiz artışlar olduğu belirtilmektedir.

2. İklim Değişiminin Sebepleri

2.1. Sera Gazlarının Etkisi

Uzun dönemli iklim verileri endüstriyel gelişmenin başlangıcına kadar sıcaklıkta düzenli değişimlerin olduğunu göstermektedir. Ne zaman ki, endüstriyel gelişim hız kazanmaya başladı, buna paralel olarak atmosferik sera gazlarının konsantrasyonu tırmanışa geçti ve akabinde iklim değişimlerinde düzensizlikler başladı. Başlıca sera gazları; *su buharı*, *karbondioksit*, *metan*, *diazot monoksit* ve *kloroflorokarbonlardır*. Endüstriyel gelişime ilaveten insan aktivitesi -fosil yakıtlarının kullanımı, ormanların hızla yokedilmesi, toprağın uygunsuz kullanımı, hava trafiğindeki artış gibi...- de sera gazları konsantrasyonunu arttırmaktadır. Her bir sera gazının ısı tutma kapasitesi farklıdır. En büyük ısı tutma kapasitesine sahip olan gazlar hidroflorokarbonlar ve perflorokarbonlardır, metan'ın ısı tutma kapasitesi karbondioksitten 21 kat daha fazla ve diazot monoksitinki ise karbondioksit'inkinin 270 katıdır. Ancak diğer gazların

atmosferdeki miktarı ve atmosferde kalış süreleri CO_2 den çok daha az olduğu için global ısınmada en büyük rolü karbondioksitin oynadığı tahmin edilmektedir.

Geçtiğimiz 100 yıllık dönem içerisinde dünyanın ortalama yüzey sıcaklığı yaklaşık olarak 0.5 $^{\circ}C$ artmıştır. Yine aynı dönemde dünya atmosferindeki CO_2 miktarı fosil yakıtlarının kullanılmasının bir sonucu olarak % 30, CH_4 oranı iki katından daha fazla ve N_2O miktarı da yaklaşık % 15 oranında artış göstermiştir. Sera gazlarındaki bu artış atmosferin ısı tutma kapasitesini arttırmıştır ve buna paralel olarak da sıcaklıklarda genel bir artış başlamıştır. Birçok bilimadamına göre iklim değişimine sebebiyet veren asıl etken güneşten ziyade atmosferik sera gazları konsantrasyonundaki bu düzensiz artışlardır. Hala birçok faktör en az sera gazı kadar iklim sistemini tedirgin etmektedir.

2.2. Aerosolların Etkisi

Yine aynı dönemde amosferdeki aerosolların miktarıda endüstriyel gelişimin bir sonucu olarak artış göstermiştir. Aerosoller havada asılı bir şekilde duran katı ve sıvı parçacıklar olup volkanik patlamalar ve endüstriyel etkiler sonucu atmosfere karışır ve atmosferin soğutma mekanizmaları olarak görev yaparlar; uzun dönemli volkanik aktiviteyi düşündüğümüzde 20. yüzyılda volkanik aktivitede bir azalış olduğu göze çarpmaktadır. Ancak aerosolların atmosferde kalış süreleri birkaç yıl kadar olup bölgesel dağılım gösterirler. Dolayısıyla da kısa dönemli bölgesel soğuma yaratırlar. Ancak sera gazları ve aerosolların iklim üzerindeki etkileri tam olarak anlaşılmış değildir ve gözlenen sıcaklıklar sera gazları artışına göre yapılan tahminlerden daha düşük çıkmaktadır. Bu sebepten dolayı da bazı bilimadamları global ısınmanın sebebinin sera gazları olmadığını ve bu olayın güneşe bağlı olarak peryodik olduğunu savunmakta ve milyonlarca yıllık dönem içerisinde benzer değişimlerin olduğunu iddia etmektedirler.

2.3 Güneşin Etkisi

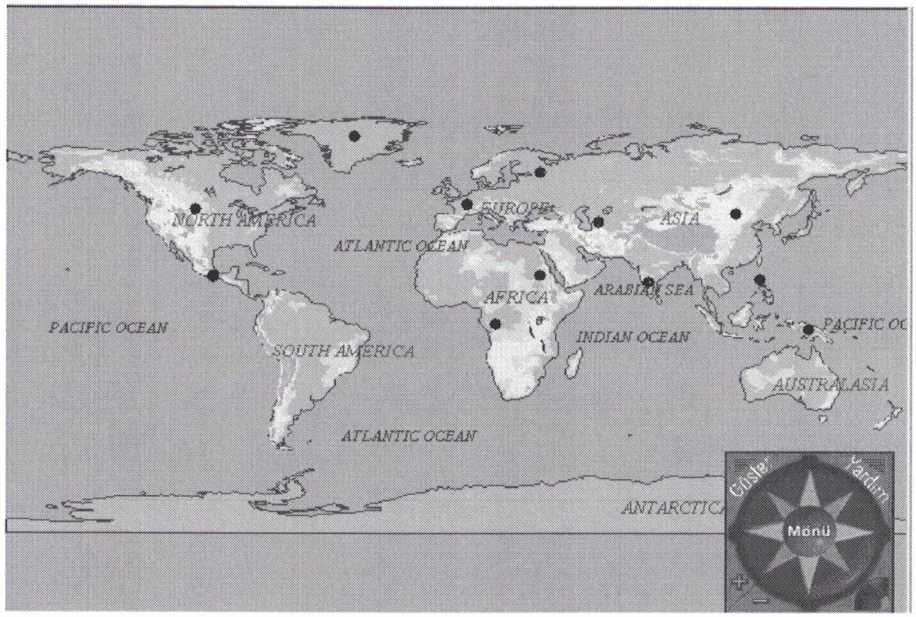
Sera gazları konsantrasyonu gibi güneş aktivitesi de geçen yüzyılda sistematik olarak artmıştır. Bunu güneş leke sayılarındaki artışta açıkca görmekteyiz. Tüm dalgaboylarında güneşten dünyaya enerji gelir. Dünya atmosferi güneşten gelen elektromağnetik ışınımın tamamının deniz seviyesine inmesini engeller. Sadece görsel ve radyo bölgesinin yüzeye ulaşmasına izin verir. Diğer dalgaboylarında gelen enerji dünya atmosferi tarafından absorblanır, ve atmosfer böylece ısıtılır. Dolayısıyla güneşin toplam ışımasında meydana gelen bir değişim dünyanın ortalama yüzey sıcaklığında meydana gelebilecek bir değişime eşlik eder. Özellikle güneş aktivitesinin etkin olduğu dönemlerde güneş rüzgarları ile gelen yüklü parçacıklar dünya yüzeyine kadar ulaşabilir, bu da dünyanın yüzey sıcaklığını geçici de olsa etkiler (bir kaç saat gibi). Dolayısıyla iklim sistemi güneşin yayınladığı toplam enerji miktarına bağlıdır. Güneşin toplam radyasyonundaki % 0.1 lik bir değişimin sıcaklıkta 0.06-0.20 $^{\circ}$C lık bir değişime neden olacağı tahmin edilmektedir (Judith Lean &David Rind, 1996).

İklim değişiminin diğer mevcut sebepleri arasında son yıllardaki stratosferik ozonun tüketilmesi, insan aktivitesi, dünya yüzeyindeki bitki örtüsünün değişimi ve okyanuslardaki sirkülasyonu sayabiliriz. Son zamanlarda birçok bilimadamı iklim değişimini açıklayabilmek için tüm bu etkilerin birlikte düşünülmesi gerektiğini savunmaktadır.

3. İklim Değişimi ve Dünyanın Geleceği

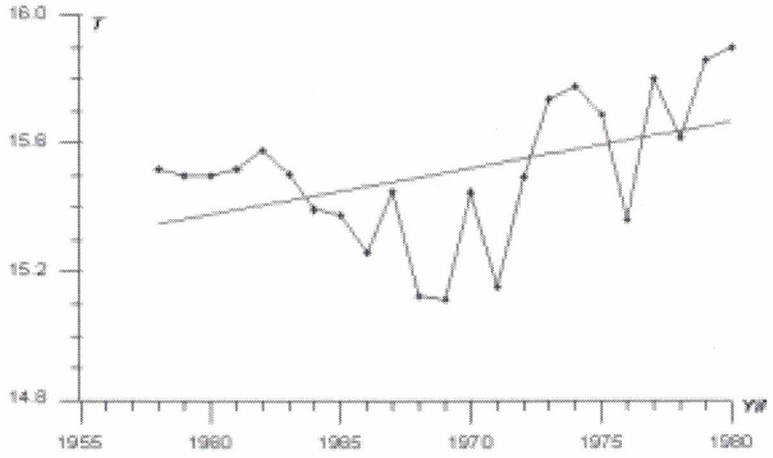
Eğer sera gazlarındaki artış bu oranda devam ederse 2050 yılına kadar global sıcaklığın 1 $^{\circ}$C ve 2100 'e kadarda 2 $^{\circ}$C kadar artacağı tahmin edilmektedir. Geçtiğimiz 100 yıllık dönemde global sıcaklıktaki yaklaşık 0.5 $^{\circ}$C 'lik artışa karşılık deniz seviyesi yüksekliği yaklaşık 20 cm artırmıştır. Eğer sıcaklık değişimi aynı oranda devam ederse 2100 yılına kadar deniz seviyesinin 20 cm, artış % 50 daha fazla olursa deniz seviyesindeki artış yaklaşık 45 cm, artış % 100 olduğu taktirde 2100 yılında deniz seviyesinin 110 cm daha yükseleceği tahmin edilmektedir. Yine sıcaklık artışına paralel

olarak Grönland ve Antartika'daki buzullarda erimeler olacağı, büyük buzul dağlarının açık denizlerde yüzeceği, şiddetli yağış ve fırtınaların meydana geleceği tahmin edilmektedir. Bugün Kanada ve Yeni Zellanda gibi bazı ülkeler iklim değişiminin sebeplerini öğrenmek ve soruna çözüm bulmak için çok büyük çaba ve para harcamaktadırlar. Eğer tahminler doğru ise bu sıcaklık artışının sebepleri ve sorunun çözümü sadece birkaç ülke için değil tüm dünya için ciddi bir problemdir.



Şekil 1. *İstasyonların dünya üzerindeki dağılımı.*

Bu çalışmada Kuzey yarım kürede yaklaşık 45'er derecelik enlem ve boylam aralıklarına dağılmış 12 ülkeye ait (Şekil 1) 1958-1980 yıllarını içeren aylık ortalama sıcaklık değerleri NOAA Internet sayfasından alınmış olup bu değerlerden itibaren her bir ülkeye ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 1).



Şekil 2. *Global sıcaklığın zamanla değişimi*

Çizelge 1. *Çin Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri .*

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağu.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
1958	-3,15	-0,19	6,62	13,49	17,47	22,01	24,54	22,15	18,92	11,72	5,54	1,47	11,72
1959	-2,86	0,92	7,39	13,41	17,24	21,51	24,31	23,71	18,87	13,61	4,79	-0,20	11,89
1960	-2,63	2,73	7,30	11,79	16,88	21,93	23,97	23,01	19,40	12,29	5,29	-1,34	11,72
1961	-2,77	0,44	6,35	13,49	17,80	22,52	24,59	23,22	18,87	12,73	6,53	-0,50	11,94
1962	-3,19	1,14	5,39	11,75	17,87	21,42	24,24	23,18	18,97	12,56	4,32	0,36	11,50
1963	-3,70	0,19	7,14	12,19	18,57	21,75	23,78	23,56	19,35	12,27	6,17	-0,09	11,77
1964	-2,20	-3,45	6,19	13,79	18,03	21,13	23,88	23,21	18,73	12,88	5,73	-0,64	11,44
1965	-1,46	0,60	5,27	11,94	18,14	21,45	23,78	22,43	18,44	13,36	6,05	-1,57	11,54
1966	-1,64	2,03	6,77	12,29	17,74	21,55	23,81	23,71	17,97	12,93	5,41	-1,90	11,72
1967	-3,14	-1,02	6,28	12,34	19,23	21,78	24,06	23,92	18,10	12,52	3,98	-3,34	11,23
1968	-2,86	-3,02	6,67	12,53	17,87	21,73	24,01	22,54	18,58	11,98	6,42	1,59	11,50
1969	-3,71	-2,91	5,51	12,62	18,66	21,02	23,75	22,82	18,76	13,18	4,07	-1,34	11,04
1970	-3,50	0,87	2,86	12,10	18,18	21,14	23,72	23,38	18,54	12,64	5,15	-0,25	11,24
1971	-2,70	-0,52	5,10	12,85	17,71	21,69	24,36	22,82	18,38	12,10	6,30	-0,49	11,47
1972	-1,66	-2,19	7,04	12,04	18,00	22,10	23,75	22,89	17,84	12,41	5,66	-0,28	11,47
1973	-1,84	1,78	6,91	13,64	17,43	21,44	23,72	23,28	18,70	12,09	5,91	-0,47	11,88
1974	-2,50	-0,99	5,11	13,32	18,26	21,20	23,79	22,57	18,65	12,17	6,10	-1,88	11,32
1975	-1,30	0,88	6,91	13,21	17,19	21,95	23,79	23,62	19,96	13,38	5,65	-2,20	11,92
1976	-2,07	1,94	4,88	11,62	17,71	20,81	22,91	22,40	18,28	12,66	3,08	-1,09	11,10
1977	-5,40	-1,10	7,00	13,16	17,59	21,50	24,14	22,84	19,08	13,74	5,38	0,90	11,57
1978	-2,75	-0,82	5,83	13,37	18,11	22,21	24,28	23,41	18,92	12,46	6,09	0,80	11,83
1979	-1,21	2,13	5,70	12,10	17,40	21,85	23,57	22,90	17,91	13,36	4,41	1,21	11,78
1980	-2,62	-0,95	5,38	11,68	17,98	22,12	23,77	22,38	18,02	12,69	7,80	-0,43	11,48
Ort.	-2,65	-0,07	6,07	12,64	17,87	21,64	23,94	23,04	18,66	12,68	5,47	-0,51	11,57

Hesaplanan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinden itibaren 12 ülkeye ait sıcaklıkların ortalaması alınarak kuzey yarımküre için ortalama bir global sıcaklık değeri elde edilmiştir (Çizelge 2).



Şekil 3. *Rölatif sayı ve global sıcaklığın zamanla değişimi*

Bu değerlerin yıllık değişimleri hesaplandığında 23 yıllık global sıcaklıkta 0.38 °C lik bir artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Söz konusu dönem için global sıcaklık değerleri incelendiğinde 1967-1968 yıllarına kadar global sıcaklıkta ciddi bir azalma (yaklaşık 0.4 °C), 1968 'den sonra ise ciddi bir artış gözlenmektedir (Şekil 2). 1968-1980 yılları arasında ortalama global sıcaklıkta 0.78 °C'lık bir artış bulunmuştur. Ayrıca indirgenen 33 yıllık ve 23 yıllık dataya fourier analizi uygulanarak güneş aktivitesinde olduğu gibi 11 yıllık bir periyodisitenin varlığı araştırılmış, ancak böyle çevrimsel bir özellik bulunamamıştır. Analiz yaklaşık 30.6 yıllık bir periyodisite vermektedir.

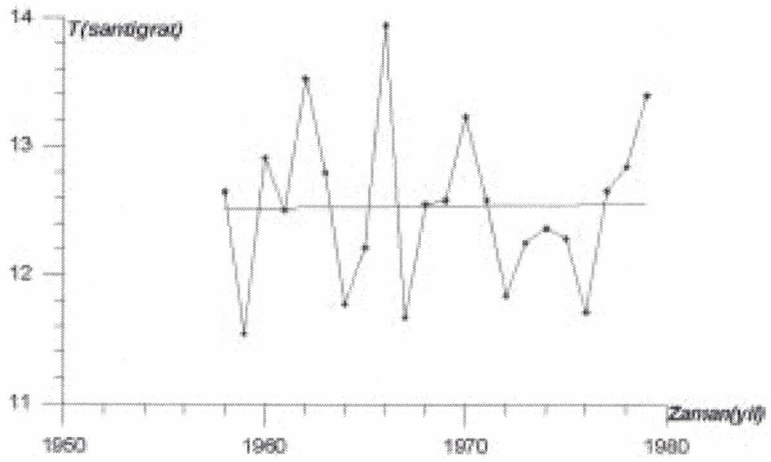
Literatürde 1940'larda başlamış olup 1970'lere kadar devam eden bir soğuma döneminin olduğu belirtilmektedir dolayısıyla da daha uzun dönemli bir çevrimsel özellik olabilir. Yapılan analizler sonucunda güneş leke çevrimleri ile global sıcaklık arasında doğrudan bir ilişki olduğunu söylemek mümkün görülmemektedir (Şekil 3).

Çizelge 2. *Ülkelere göre yıllık ortalama sıcaklık değerleri*

Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.
1958	26,20	28,26	11,72	24,88	5,12	22,66	9,58	-6,39	26,74	27,13	11,27	-0,92	15,52
1959	25,86	27,43	11,89	24,47	4,36	22,70	9,55	-7,45	26,60	27,09	12,05	1,47	15,50
1960	25,95	28,28	11,72	24,56	4,08	22,65	9,36	-6,15	26,55	27,12	11,28	0,61	15,50
1961	24,97	27,09	11,94	24,53	6,17	22,54	9,29	-7,33	26,31	26,93	12,04	1,72	15,52
1962	25,25	27,92	11,50	24,64	6,63	22,99	9,52	-6,27	26,83	26,80	10,57	0,55	15,58
1963	25,87	28,25	11,77	24,96	6,56	22,76	9,61	-6,65	26,41	26,59	10,14	-0,19	15,51
1964	25,77	27,16	11,44	24,84	4,84	22,55	9,26	-6,88	26,93	26,98	11,26	0,58	15,39
1965	25,18	27,80	11,54	25,11	6,11	22,67	9,35	-6,26	26,01	26,79	10,66	-0,41	15,38
1966	25,97	28,26	11,72	25,16	5,64	22,06	9,10	-7,57	26,46	27,26	11,42	-2,35	15,26
1967	25,62	27,19	11,23	24,83	5,85	22,51	9,53	-7,50	26,38	26,73	11,38	1,66	15,45
1968	25,82	27,46	11,50	24,80	5,30	22,00	9,23	-7,73	26,51	26,87	11,00	-1,27	15,13
1969	24,82	28,57	11,04	25,29	3,49	22,64	9,38	-7,17	26,76	27,22	10,89	-1,54	15,12
1970	25,27	27,85	11,24	24,93	5,42	22,18	9,47	-6,76	26,78	27,33	11,10	0,57	15,45
1971	25,48	27,43	11,47	24,31	6,28	22,66	9,29	-8,11	26,75	26,54	10,97	-1,23	15,15
1972	25,54	27,91	11,47	25,59	4,35	22,81	9,18	-6,45	26,18	27,03	10,64	1,66	15,49
1973	25,54	28,41	11,88	25,61	5,96	22,33	9,77	-6,26	27,13	27,28	10,99	0,24	15,74
1974	25,18	27,86	11,32	25,65	5,24	22,39	9,64	-5,00	26,74	26,84	11,17	2,29	15,78
1975	25,19	27,89	11,92	25,07	6,56	22,37	9,32	-6,61	26,78	27,04	11,11	1,64	15,69
1976	25,30	28,29	11,10	25,17	4,36	21,62	9,35	-5,14	26,42	26,81	11,45	-0,36	15,36
1977	26,22	27,64	11,57	25,35	6,06	22,61	9,98	-5,09	26,69	27,04	11,21	0,37	15,80
1978	27,10	28,12	11,83	25,13	5,95	22,52	9,54	-5,77	27,03	26,88	10,67	-1,57	15,62
1979	27,07	28,68	11,78	25,62	6,12	22,54	9,41	-5,33	26,77	26,99	10,95	-0,27	15,86
1980	27,16	28,66	11,48	25,51	5,66	22,90	9,89	-4,45	27,03	26,83	10,55	-0,42	15,90
Ort.	25,75	27,93	11,57	25,04	5,48	22,51	9,46	-6,45	26,64	26,96	11,08	0,12	15,51

1-Nijerya, 2- Sudan, 3- Çin, 4- Hindistan, 5- Kazakistan, 6- Meksika, 7- K. Amerika, 8- Görönland, 9. P. Yenigine, 10- Filipinler, 11- Fransa 12- Rusya (batı kesimi).

1958-1979 yılları için sadece Türkiye yıllık ortalama sıcaklık değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 4). Buna göre 1958-1979 yılları arasında Türkiye ortalama sıcaklığının yaklaşık 0.75 $^{\circ}$C artış gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 5). Ancak Türkiye datalarında saçılmanın çok fazla olduğu görülmektedir (Şekil 4). Bu dataya fourier analizi uyguladığımızda ise yaklaşık 4.1 ve 8.4 yıl periyodisiteli iki çevrim vermektedir. Global sıcaklıkta olduğu gibi Türkiye dataları ile de güneş aktivitesi ile iklim arasında bir ilişki olduğunu söylemek mümkün görülmemektedir.



Şekil 4. *Türkiye için yıllık ortalama sıcaklığın zamanla değişimi*

Çizelge 3. *Ülkelere göre yıllık ortalama sıcaklık farkları*

Yıl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.
59-58	-0,34	-0,84	0,18	-0,41	-0,76	0,03	-0,03	-1,06	-0,14	-0,03	0,79	2,39	-0,02
60-59	0,08	0,85	-0,17	0,09	-0,28	-0,05	-0,19	1,30	-0,04	0,03	-0,77	-0,86	0,00
61-60	-0,98	-1,19	0,22	-0,03	2,10	-0,10	-0,06	-1,18	-0,24	-0,19	0,76	1,11	0,02
62-61	0,28	0,83	-0,44	0,10	0,46	0,45	0,23	1,06	0,52	-0,13	-1,47	-1,17	0,06
63-62	0,62	0,34	0,26	0,32	-0,06	-0,24	0,09	-0,38	-0,42	-0,21	-0,43	-0,74	-0,07
64-63	-0,09	-1,09	-0,32	-0,12	-1,73	-0,21	-0,35	-0,23	0,52	0,39	1,12	0,77	-0,11
65-64	-0,59	0,64	0,09	0,27	1,27	0,12	0,09	0,62	-0,92	-0,19	-0,60	-0,99	-0,02
66-65	0,79	0,46	0,19	0,05	-0,47	-0,62	-0,25	-1,31	0,45	0,47	0,77	-1,94	-0,12
67-66	-0,35	-1,07	-0,49	-0,33	0,21	0,45	0,43	0,07	-0,08	-0,53	-0,05	4,01	0,19
68-67	0,20	0,27	0,28	-0,03	-0,55	-0,50	-0,30	-0,23	0,13	0,14	-0,37	-2,93	-0,32
69-68	-1,00	1,11	-0,47	0,49	-1,81	0,63	0,15	0,55	0,25	0,35	-0,11	-0,27	-0,01
70-69	0,44	-0,72	0,20	-0,36	1,93	-0,46	0,09	0,42	0,02	0,11	0,21	2,10	0,33
71-70	0,21	-0,42	0,23	-0,62	0,86	0,48	-0,17	-1,35	-0,03	-0,79	-0,13	-1,80	-0,29
72-71	0,06	0,48	0,00	1,28	-1,93	0,15	-0,12	1,66	-0,57	0,49	-0,33	2,90	0,34
73-72	0,00	0,50	0,41	0,02	1,60	-0,47	0,59	0,19	0,95	0,25	0,35	-1,42	0,25
74-73	-0,36	-0,55	-0,57	0,04	-0,72	0,05	-0,12	1,26	-0,38	-0,44	0,18	2,05	0,04
75-74	0,01	0,02	0,60	-0,58	1,33	-0,02	-0,33	-1,61	0,03	0,20	-0,06	-0,65	-0,09
76-75	0,12	0,40	-0,82	0,09	-2,20	-0,75	0,03	1,48	-0,36	-0,23	0,34	-2,00	-0,33
77-76	0,92	-0,65	0,48	0,18	1,70	1,00	0,63	0,04	0,27	0,22	-0,24	0,73	0,44
78-77	0,88	0,48	0,26	-0,22	-0,11	-0,09	-0,44	-0,68	0,33	-0,16	-0,53	-1,94	-0,18
79-78	-0,03	0,57	-0,05	0,49	0,17	0,02	-0,12	0,44	-0,26	0,11	0,27	1,30	0,24
80-79	0,09	-0,03	-0,29	-0,11	-0,46	0,36	0,48	0,88	0,27	-0,17	-0,39	-0,16	0,04
Değ.	0,95	0,39	-0,23	0,64	0,55	0,24	0,31	1,94	0,29	-0,30	-0,71	0,50	0,38

***Çizelge 4**. Türkiye yıllık ortalama sıcaklık değerleri*

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağu.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Ort.
1958	2,97	4,72	6,68	10,86	16,84	19,76	22,70	23,47	17,89	13,11	8,35	4,44	12,65
1959	3,26	-1,85	4,53	11,44	15,28	19,42	23,30	22,53	16,35	11,04	7,67	5,56	11,54
1960	3,48	2,94	5,46	10,24	16,53	19,49	22,98	22,18	19,00	15,67	10,15	6,86	12,91
1961	1,49	1,96	4,96	12,30	16,54	20,56	23,38	23,64	17,16	13,48	9,35	5,27	12,51
1962	2,56	2,60	8,16	10,72	16,97	20,85	24,46	24,64	19,70	14,25	11,63	5,80	13,53
1963	3,79	5,62	4,32	10,15	14,44	19,99	23,66	24,02	19,81	14,39	9,13	4,28	12,80
1964	-2,32	1,31	6,43	10,26	14,57	20,40	23,29	21,97	18,28	14,17	8,40	4,56	11,78
1965	1,83	1,10	6,32	9,72	15,20	21,14	23,61	23,21	19,82	10,93	8,25	5,50	12,22
1966	4,72	6,86	6,92	12,17	15,52	20,45	24,43	24,49	18,78	15,83	11,91	5,28	13,95
1967	1,00	-0,84	4,45	10,08	15,62	19,02	22,72	23,36	18,64	13,71	7,49	4,78	11,67
1968	0,45	2,35	5,38	12,88	18,05	19,77	23,79	21,91	18,66	13,37	9,30	4,77	12,56
1969	1,35	2,92	6,54	8,91	16,96	21,38	21,99	23,64	19,65	13,25	8,38	6,06	12,59
1970	4,41	5,55	8,20	13,57	15,64	20,83	24,20	23,12	18,83	12,35	9,30	2,82	13,23
1971	4,34	3,16	7,07	10,46	16,64	20,29	23,50	22,96	19,96	11,90	8,53	2,25	12,59
1972	-2,21	-0,03	5,83	12,96	15,67	20,53	23,76	23,00	19,45	14,08	7,21	1,86	11,84
1973	0,32	4,98	5,22	10,53	16,62	19,46	23,68	22,89	19,99	14,58	5,61	3,23	12,26
1974	-1,26	2,56	7,44	9,51	16,20	21,43	23,41	22,39	18,21	16,71	8,50	3,34	12,37
1975	1,18	1,33	7,15	12,96	15,57	20,83	24,35	23,06	19,35	12,91	7,55	1,28	12,29
1976	0,68	-0,96	4,80	10,74	15,31	19,80	22,48	21,84	18,14	14,11	9,15	4,46	11,71
1977	0,93	6,66	6,47	11,26	16,11	20,40	23,78	23,86	19,27	11,03	9,92	2,23	12,66
1978	2,59	5,94	7,57	10,66	16,44	20,19	24,30	22,26	18,51	14,44	6,18	5,08	12,85
1979	3,60	5,45	8,28	11,42	16,46	21,06	22,85	24,13	20,28	13,88	9,27	4,11	13,40
Ort.	1,78	2,92	6,28	11,08	16,05	20,32	23,48	23,12	18,90	13,60	8,69	4,26	12,54

4. Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda 1958-1980 yılları arasında global sıcaklıkta 0.38 °C lık bir artış bulunmuştur. Sıcaklık dataları incelendiğinde global sıcaklığın 1968 yılına kadar yaklaşık 0.40 °C azaldığı görülmüş olup bu durum literatürde 1940-1970 yılları aralığını içeren küçük bir soğuma dönemi olarak verilmektedir.

1968-1980 yılları arasında ise global sıcaklıkta 0.78 °C lik bir artış bulunmuştur. İndirgenen gerek 33 yıllık, gerek 23 yıllık global sıcaklık datasına Fourier Analizi uygulandığında ise analiz yaklaşık 30.6 yıllık bir peryodisite vermektedir. Sıcaklıktaki

yaklaşık 30 yıllık azalma dönemini (1940-1970) göz önüne alırsak böyle bir çevrimin olmadığını ancak daha uzun dönemli bir çevrimin olabileceği söylenebilir. Literatürde güneş leke çevrimi uzunluğu ve global sıcaklığın karşılaştırılması sonucunda global sıcaklıkta yaklaşık 80 yıllık bir çevrim olduğu iddia edilmektedir.

1958-1980 yıllarını kapsayan dönem için sıcaklık ve leke sayıları karşılaştırılmış ancak güneş leke sayıları ve sıcaklık arasında bir ilişki bulunamamıştır.

***Çizelge 5**. Türkiye yıllık ortalama sıcaklık farkları*

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağu.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Ort.
59-58	0,29	-6,58	-2,15	0,58	-1,57	-0,34	0,60	-0,94	-1,54	-2,07	-0,68	1,12	-1,11
60-59	0,21	4,79	0,92	-1,20	1,25	0,08	-0,32	-0,35	2,65	4,63	2,48	1,30	1,37
61-60	-1,98	-0,98	-0,49	2,06	0,01	1,07	0,41	1,46	-1,84	-2,19	-0,80	-1,59	-0,41
62-61	1,06	0,64	3,20	-1,58	0,43	0,29	1,07	1,00	2,54	0,77	2,28	0,53	1,02
63-62	1,23	3,02	-3,85	-0,57	-2,52	-0,86	-0,80	-0,62	0,11	0,14	-2,50	-1,52	-0,73
64-63	-6,10	-4,31	2,11	0,11	0,13	0,41	-0,36	-2,05	-1,53	-0,22	-0,73	0,29	-1,02
65-64	4,14	-0,20	-0,11	-0,53	0,63	0,74	0,32	1,24	1,54	-3,24	-0,15	0,94	0,44
66-65	2,89	5,76	0,60	2,45	0,32	-0,69	0,82	1,28	-1,04	4,90	3,66	-0,22	1,73
67-66	-3,71	-7,70	-2,47	-2,09	0,10	-1,43	-1,71	-1,13	-0,14	-2,12	-4,42	-0,50	-2,28
68-67	-0,55	3,18	0,93	2,80	2,43	0,75	1,06	-1,45	0,02	-0,34	1,82	-0,01	0,89
69-68	0,90	0,57	1,16	-3,97	-1,09	1,62	-1,80	1,73	0,99	-0,12	-0,92	1,29	0,03
70-69	3,06	2,63	1,66	4,66	-1,32	-0,56	2,21	-0,52	-0,82	-0,90	0,91	-3,24	0,65
71-70	-0,07	-2,39	-1,14	-3,11	1,00	-0,54	-0,69	-0,16	1,13	-0,46	-0,77	-0,57	-0,65
72-71	-6,55	-3,19	-1,24	2,50	-0,97	0,24	0,25	0,04	-0,52	2,18	-1,32	-0,39	-0,75
73-72	2,54	5,01	-0,61	-2,43	0,95	-1,06	-0,08	-0,11	0,54	0,50	-1,60	1,37	0,42
74-73	-1,58	-2,42	2,22	-1,02	-0,42	1,97	-0,27	-0,50	-1,78	2,13	2,89	0,10	0,11
75-74	2,43	-1,22	-0,28	3,45	-0,63	-0,60	0,94	0,67	1,14	-3,80	-0,94	-2,06	-0,08
76-75	-0,50	-2,29	-2,35	-2,22	-0,26	-1,03	-1,87	-1,23	-1,21	1,19	1,60	3,19	-0,58
77-76	0,25	7,62	1,67	0,51	0,80	0,60	1,30	2,03	1,13	-3,07	0,77	-2,23	0,95
78-77	1,67	-0,72	1,10	-0,60	0,33	-0,22	0,53	-1,60	-0,76	3,41	-3,74	2,85	0,19
79-78	1,01	-0,48	0,71	0,76	0,02	0,88	-1,46	1,87	1,78	-0,56	3,09	-0,96	0,55
Değ.	0,63	0,73	1,60	0,56	-0,38	1,30	0,14	0,66	2,40	0,77	0,92	-0,33	0,75

1958-1979 aralığı için Türkiye yıllık ortalama sıcaklıkları hesaplanmış ve Türkiye ortalama sıcaklığında 0.75 °C lik bir artış olduğu bulunmuştur. Ancak Türkiye datalarına bakıldığında büyük bir saçılma olduğu görülmektedir. Türkiye datalarına

fourier analizi uygulandığında 4.1 ve 8.4 yıllık iki çevrim vermektedir. Güneş aktivitesinde ise böyle bir çevrimsel özelliğin olmadığı bilinmektedir.

KAYNAKLAR

Arthur B. Robinson, Sallıe L. Baliunas, Willie Soon ve Zachary W. Robinson.: 1998, "Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide" (http://www.oism.org/pproject/s33p36.htm

climate-Britannica.com http://www.britannica.com/bcom/eb/article/printable/2/0,5722,24772,00.html

Cliver, E.W. ve Briakoff, V. (1998) Geo.Res.L. 25,7,1035-1038

EPA Global Warming Site: Climate (http://www.epa.gov/globalwarming/climate/index.html)

George C.Reid.: 1995, Rev. Geophysics 33 Suppl. (http://www.agu.org/revgeophys/reid00/reid00.html)

Hansen, J., R. Ruedy, J. Glascoe, and M. Sato, 1999. GISS analysis of surface temperature change. *J. Geophys. Res.* 104, 30997-31022

http://www.ngdc.noaa.gov/

IPCC(Intergovermental Panel on Climate Change) report 1995,1997,1999,2000 http://www.ipcc.ch/press/press.htm

Judith Lean ve David Rind.: 1996, Conesquences: Volume 2, Number 1 The Prospect of Global Warming http://www.circles.org/Pittsburg/kristy/prospect.html)