

**SON 5000 YILLIK DÖNEMDE MEYDANA GELEN SICAKLIK
SALINIMLARI İLE GÜNEŞ LEKELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER**
*(The Relations Between Climatic Fluctuations and The Sunspot Number
For The Last Period of 5000 years)*

*M. ALİ ÖZDEMİR**
*OKAN BOZYURT***

ÖZET

Dünya ikliminde değişime neden olan faktörler arasında atmosfer-okyanus ilişkisi, volkanik aktiviteler, planeter faktörler, coğrafi konum belirtildiği halde, güneş aktiviteleri ve onun sonucu olan güneş lekelerindeki değişiklikler üzerinde yeterince durulmamıştır. Güneş aktivitelerinde meydana gelen değişiklikler ve bunların global iklim üzerindeki etkisi Değişken Yıldız Hipotezi ile açıklanmaya çalışılmış, ancak bu ilişki tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır. Ayrıca 20. yüzyılda, küresel ısınma ve nedenleri ile ilgili pek çok görüş ortaya atılmış olmasına rağmen güneş aktivitelerinin iklim değişimlerine etkisi üzerinde yeterince durulmamıştır.

Bu çalışmada M.Ö. 3000 ile M.S. 2000 yılları arasında güneş lekeleri ile sıcaklık verileri arasındaki ilişkiler incelenmiş, sıcaklık değişimleri ve onun bir göstergesi olan buzul ilerleme ve gerilemeleri karşılaştırılmıştır. Güneş lekeleri sayısı M.Ö. 3000-1600, M.Ö. 100-M.S. 300, M.S. 900-1300 (Ortaçağ sıcak dönemi veya rönesans), M.S. 1850-2000 yılları arasındaki dönemlerde artmış bunun paralelinde sıcaklıklar da artmış, buna karşılık buzullar gerilemiş ve incelmıştır. Güneş lekeleri sayısı M.Ö. 1600-200, M.S. 300-800 ve 1350-1850 (Küçük Buzul Çağı) yılları arasındaki dönemlerde azalmış, sıcaklıklar düşmüş, buzullar kalınlaşmış ve ilerlemiştir.

Anahtar kelimeler: Güneş lekeleri, sıcaklık, iklim, buzul

ABSTRACT

Although many thoughts were discussed about global warming in 20 th century, climatologists didn't give importance to the role of sunspots and solar activities which is the one of factors about climatic changes in the earth in climatological studies. These important factors are atmosphere-ocean relations, volcanic activities, planetar factors, geographical position. The changes in solar activities and the effects of these changes on global climate are explained by means of the title which is called variable star hypothesis.

* Doç. Dr., AKÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, aozdemir@aku.edu.tr

** Arş. Gör., AKÜ Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, obozyurt@aku.edu.tr

However, the relations between climatic changes and sunspots can not be explained clearly.

In this study, the relations of the data of temperature and sunspots are analysed, the number of sunspots and the changes of temperature are compared with each other. At the same time glacial activities are also discussed in terms of retreat and advance between the years B.C. 3000 and 2000. The number of sunspots were maximum in B.C. 3000- B.C.1600, B.C. 100-A.C. 300, A.C. 900-1300 (Medieval warm period) and in the years 1850-2001. On the other hand, because of the fact that the number of sunspots decreased, temperatures declined, seriously, glaciers advanced, steadily in B.C.1600-B.C.200, A.C. 300-800 and 1350-1850 (Little Ice Age)

Key words: Sunspots, temperature, climate, glacier.

GİRİŞ

Jeolojik devirler boyunca ve yakın tarihimizde Dünya ikliminde önemli değişiklikler meydana gelmiştir. Bu iklim değişikliklerinin bir kısmı daha uzun süreli zaman dilimlerini içine alacak şekilde gerçekleşmiştir. Uzun zaman dilimlerini içine alan soğuma ve ısınma dönemlerinin yanı sıra daha kısa süreli soğuma ve ısınma dönemleri de meydana gelmiştir. Bu küçük çaptaki iklim değişikliklerinin günümüze en yakın olanı ana çizgileriyle 1350-1850 yılları arasını kapsayan “Küçük Buzul Çağı” ile 1850-2000 yılları arasındaki küresel ısınma dönemidir. Küçük Buzul Çağında, kuzey ve güney kutup olmak üzere her iki yarım kürede yüksek dağlarda yer yer buzullar ilerlemiştir. İklimbilimcilere göre, “Küçük Buzul Çağı”, güneş aktivitelerinde görülen değişiklikler ve volkanik faaliyetlerin artışına bağlı olarak meydana gelmiştir.

Güneş enerjisinin kaynağı, çok yüksek basınç ve sıcaklık altında hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında açığa çıkan enerjidir. Güneş soğan halkaları gibi merkezden dışa doğru nükleer reaksiyon, radyasyon, konveksiyon, ışık küre (fotosfer), renk küre (kromosfer) ve taç (korona) gibi zonlardan veya kuşaklardan oluşmaktadır. Saydam ve parlak gaz zonu olan fotosferde güneş lekeleri (sunspot) denilen koyu renkli lekeler ve fenerler bulunur. Güneş lekeleri, gaz akımlarının güneş yüzeyine çıktığı yerlerde çapları 800 ile 80000 km arasında değişen ve çıplak gözle görülebilen lekelerdir. Lekelerin artması radyo dalgalarına, magnetik fırtınalara ve kutup ışıklarına neden olmaktadır. Her leke güçlü bir magnetik alan merkezidir (Atalay, 1998, s.12). Güneş fizikçileri ve gök bilimciler yaptıkları çalışmalar sonucunda, güneş lekeleri sayısı ile güneş aktiviteleri arasında bir ilişki olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Güneş aktivitelerinin dönemsel olarak arttığı ve azaldığı periyotlar, lekelerin dönemsel artış ve azalışlarını içine alan periyotlar ile çakışmaktadır. Güneş lekeleri sayısında artış olduğunda güneş aktivitelerinde de (güneş patlamaları, manyetik fırtınalar, v.b.) bir artış, azalma olduğunda bir gerileme gözlenmiştir.

Güneş lekeleri ile iklim değişiklikleri arasında bağlantı olabileceği zaman zaman düşünülmüştür. Türk coğrafya camiasının duayenlerinden merhum Prof. Dr. Sırrı Erinç bu konuda da çalışma yapmıştır. İstanbul’u örnek alarak 1860-1948 döneminde güneş lekeleri sayıları ile sıcaklık ve yağış değerleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Güneş lekelerinin azaldığı dönemlerde sıcaklıkta azalma, yağışta artış, lekelerin arttığı dönemlerde sıcaklıkta artış, yağışta azalış meydana geldiğini belirtmiştir (Erinç, 1957, s.145-150). Daha sonra buna benzer bir çalışma İzmir baz alınarak yapılmış ve 1942-1990 yılları arasında güneş lekeleri ile iklim unsurları arasındaki ilişki olduğu, bu ilişkilerin mekana, döneme ve iklim unsuruna göre değiştiği belirtilmiştir (Sezer, 1994, s.171).

20. YY’ da Klimatoloji ile ilgili yapılan çalışmalarda dünya iklimi üzerinde etkili olan faktörler arasında güneş aktivitelerinin rolüne yeterince önem verilmemiştir. Özellikle son 50 yılda yapılan çalışmalarda küresel ısınmadan söz edilmektedir. Isınma faktörleri tartışılırken dünya ikliminin önemli elemanlarından olan atmosfer-okyanus ilişkisi, volkanik aktiviteler, planeter faktörler üzerinde yeterince durulurken güneş aktivitelerinde meydana gelen değişiklikler ihmal edilmiştir. Güneş aktivitelerinde meydana gelen değişiklikler ve bunların global iklim üzerindeki etkisi Değişken Yıldız Hipotezi başlığı altında ele alınmıştır.

A. GÜNEŞ LEKELERİ

Bu çalışmada önemli bir iklim parametresi olan sıcaklık ile güneş lekeleri konusu ele alınmış olup bu iki veri karşılaştırılmış ve sonuçları ortaya konulmuştur.

Güneş lekeleri, güneş yüzeyinde, çok güçlü güneş fırtınaları ile güçlü elektromanyetik faaliyetlerin varlığını gösteren siyah noktalara verilen addır (Foto 1). Güneş lekeleri, güneşin çeşitli tabakaları üzerinde meydana gelen geçici olaylardır. Fotosfer üzerinde oluşan bu olaylar gözle görülmez.¹

Güneş lekelerinin koyu olmasının nedeni, lekelerin bulunduğu yüzeylerde sıcaklığın etrafına nazaran daha düşük olmasıdır. Sayısal olarak ifade etmek gerekirse, güneşin yüzey sıcaklığı ortalama olarak 5000 °C dir. Güneş lekelerinin sıcaklığı ise ortalama olarak 4000°C dir. Lekelerin boyutları farklıdır. Bazılarının genişliği dünyanın genişliğinden defalarca daha büyüktür.

¹ www.koeri.boun.edu.tr/astronomy/gunes.html

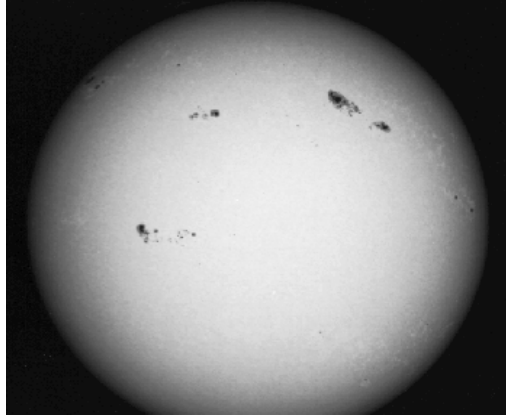


Foto 1. Güneş Lekeleri (www.koeri.boun.edu.tr/astronomy/güneş.html)

B.GÜNEŞ LEKELERİ VE GÜNEŞ AKTİVİTELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Güneş fiziği alanında yapılan araştırmalar, güneş yüzeyinde meydana gelen lekeler ile aktiviteler arasında sıkı bir bağ olduğunu göstermektedir. Başka bir ifade ile lekelerin bulunduğu alanlarda çok güçlü elektro manyetik fırtınalar meydana gelmektedir. Güneş yüzeyinde beliren noktalar zamanla büyümekte ve birkaç hafta sonra şiddetli elektromanyetik fırtına olarak, plazma ile beraber boşluğa fışkırmaktadır (Foto 2). Bu Elektromanyetik fırtınalar, güneşin kutbuna göre kuzey çıkışlı ise (-) negatif, güney çıkışlı ise (+) pozitifdir.² Güneşte patlamaların meydana geldiği alanlarda lekeler meydana gelmektedir. Bu nedenle güneş yüzeyindeki lekeler ile aktivitelerin sayısındaki artış doğru orantılıdır.

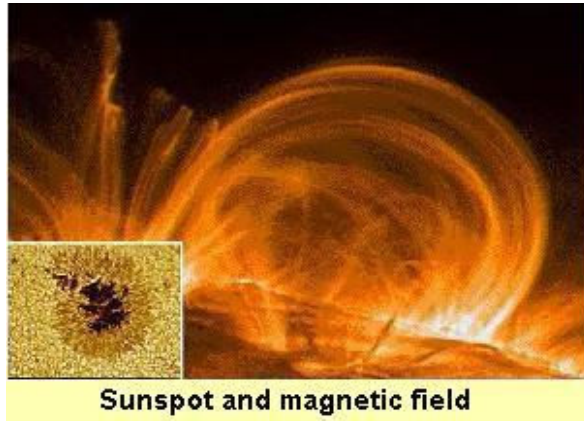


Foto 2. Güneş lekeleri ve manyetik alan (<http://bilgikitabi.tripod.com/sunspot.jpg>)

² <http://bilgikitabi.tripod.com/sunspot.jpg>

Güneş lekeleri sayılarındaki dönemsel artış ve azalışları içeren çok çeşitli ölçeklerde periyotlar mevcuttur. Bu periyotlar içinde en küçük ölçekli olanı 11 yıllık periyotlardır. Bu periyodun başında güneş lekeleri sayısı minimumdan başlayarak periyodun orta noktasında artarak maksimum değerine ulaşır. Periyodun sonuna doğru ise tekrar azalarak başlangıç noktasına ulaşır (<http://bilgikitabi.tripod.com/sunspot.jpg>).

C. GÜNEŞ LEKELERİ, GÜNEŞ RADYASYONU VE BİR İKLİM ELEMANI OLAN SICAKLIK ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Dünya atmosferinin dış sınırına gelen güneş enerjisine, güneş sabitesi (solar constant) denir ve ortalama olarak $2.00 \text{ call/cm}^2/\text{dk.}$ dır. Güneş radyasyonu ölçümleri sonucunda solar konstant değerlerinde küçük salınımlar olduğu tespit edilmiştir (Fairbridge, 1987, s.505) Ortalama 2 olan solar konstant değerleri, lekelerin sayısı ve buna bağlı olarak aktivitelerin azaldığı dönemlerde $1.96 \text{ call/cm}^2/\text{dk.}$, arttığı dönemlerde ise $2.04 \text{ call/cm}^2/\text{dk.}$ arasında değişir ve hava sıcaklığını etkiler. Solar konstant değerindeki bu artış ve azalışların birinci nedeni güneş lekeleri, ikinci nedeni ise dünyanın güneşe olan uzaklığındaki değişimlerdir (Erol, 1985, s.32). Güneş enerjisinde meydana gelen bu değişiklikler ile doğrudan güneş lekeleri arasında bağlantı vardır. Solar constant değeri, 1.96 call'ye düştüğü zaman dünya ikliminde uzun vadede bir soğuma görülürken, 2.04 call'ye yükseldiğinde ise iklimde yine uzun dönemde bir ısınma görülmektedir. Bu nedenle, kanaatimizce güneş lekeleri dünya iklimini etkileyen temel faktörler arasında düşünülmelidir.

Dünyaya gelen güneş enerjisi miktarı ile güneş lekeleri sayıları arasında bir ilişki olduğu şu örnekte de görülmektedir. Nitekim, 1800-1899 yılları arasındaki yüz yıllık dönemde mayıs ayı güneş lekeleri sayısı, ortalama olarak 4215 olarak tespit edilmiştir. 1900-1999 yılları arasındaki dönemde ise 6053'tür. Yine bu araştırmaya göre 1900-1999 yılları arasında güneşten dünyaya gelen ışık ve enerji 1800-1899 yılları arası dönemine göre %144 oranında artmıştır. 20. yüzyılda dünyaya gelen bu ışık ve enerji oranı 18. yüzyıla göre ise %240 oranında fazladır.³

D. SON 5000 YILLIK DÖNEMDE GÜNEŞ LEKELERİ VERİLERİ VE SICAKLIK DALGALANMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

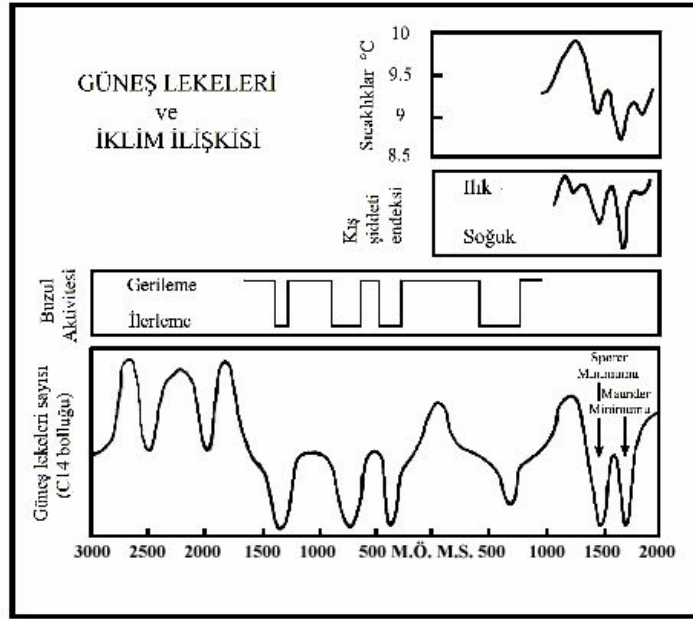
Güneş lekeleri sayısı tarih boyunca farklı metotlarla kayıtlara geçirilmiştir. Bunlardan en fazla kullanılanı teleskopun icadıyla güneşin gözlemlenerek güneş yüzeyindeki lekelerin sayısının günlük, aylık ve yıllık ortalamalar şeklinde kaydedilmesidir. Ne var ki bu yöntemle tutulan kayıtlara ait istatistiksel verilere ulaşmak henüz kolay değildir. Teleskopla güneş lekelerinin gözlemlenmesi ise 17. yüzyılda başlamıştır.

³ <http://bilgikitabi.tripod.com/sunspot.jpg>

Önceki dönemler için C 14 yöntemi ile inceleme yapılmaktadır. Bu yöntemle binlerce yıl gerilere giderek güneş lekelerinde meydana gelen değişimler ağaç halkaları üzerinde dolaylı olarak tespit edilebilmektedir. Kullanılan bir diğer yöntem ise kutup alanlarında ve çevresinde görülen aurora yani kutup ışıkları ile ilgili tutulan raporlardır. Lekelerin sayısı arttıkça güneş patlamaları artmakta bu nedenle dünyanın manyetik alanında değişiklikler, dalgalanmalar olmakta, kutup bölgelerine ise aurora şeklinde yansımaktadır. Dolaylı olarak auroralar güneş aktiviteleri ile olduğu kadar güneşteki lekeler ile de sıkı bir ilişki içindedir.⁴

Bu çalışmada güneş lekeleri ile ilgili verilerin önemli bir bölümü, teleskop gözlemleri sonucu tutulan kayıtlar olup, daha önceki dönemler C 14 yöntemi ile tespit edilmiş değerlerdir.

Son buzul çağı olan Würm'den bu yana dünya ikliminde genel bir ısınma eğilimi göze çarpmaktadır. Özellikle son 5000 yıllık dönemde meydana gelen iklimsel salınımlar ile ilgili veriler daha fazladır. Günümüze doğru geldikçe iklim ile ilgili veriler artmaktadır. Şekil 1'de son 5000 yıllık dönemde güneş lekeleri sayısındaki artış ve azalışlar ile buzulların ilerleme-gerileme ya da büyüme-küçülmeleri arasındaki ilişkiler görülmektedir.



Şekil 1. M.Ö. 3000-M.S. 2000 yılları arasında güneş lekeleri sayıları ile buzul aktivitelerinde görülen salınımlar (http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/lia/possible_causes.html).

⁴ <http://earth.usc.edu/geol150/evolution/lastmillenia.html>

M.Ö. 3000 yılından günümüze doğru güneş lekeleri sayıları, sıcaklıklar ve buzul ilerleme ve gerilemeleri kronolojik olarak ele alınacaktır.

Güneş lekeleri sayısının arttığı dönemler, M.Ö. 3000-1600, M.Ö. 100-M.S. 300, M.S. 900-1300 ile günümüze doğru 1850-2000 yılları arasındadır. Bu dönemlerde güneş lekeleri sayısının artmasına bağlı olarak sıcaklıklar artmış, buzullar ise gerilemiş ve incelmıştır (Şekil 1).

Güneş lekeleri sayısının düştüğü dönemler ise M.Ö. 1600-200, M.S. 300-800 ile M.S. 1350-1850 (Küçük Buzul Çağı) yılları arasındadır. Sözü edilen bu dönemlerde sıcaklıklar lekelerin sayısına paralel olarak düşmüş buzullar ise ilerlemiş ve kalınlaşmıştır (Şekil 1).

Güneş lekeleri sayısının genel olarak yüksek seyrettiği dönemlerde de daha küçük çapta artış ve azalışlar göze çarpmaktadır. Örneğin M.Ö. 3000-M.Ö. 1600 arasında böyle bir durum göze çarpmaktadır. M.Ö. 3000 ile 2500 yılları arasında leke sayısı belirgin bir şekilde artmış, leke sayılarındaki bu artışlara paralel olarak sıcaklıklar yükselmiş buzullar ise gerilemiş ve incelmıştır. M.Ö. 2500 yılında ise leke sayısı azalmış, sıcaklık düşmüştür. M.Ö. 2500-2000 arasındaki artıştan sonra 2000 yılında oldukça keskin bir düşüş olmuştur. M.Ö. 1800-1600 yılları arasındaki sıcak dönemden sonra yıllarca sürecek soğuk bir döneme geçilmiştir.

M.Ö. 1600-M.Ö. 300 yılları arasında genel olarak güneş lekeleri sayısı ve sıcaklıklar oldukça düşüktür. Fakat bu dönemde de güneş lekeleri sayılarında ve sıcaklıklarda daha küçük çapta artış ve azalışlar görülmektedir. M.Ö.1400 yılı güneş lekeleri sayısının minimal seviyede seyrettiği bir yıl olmuştur. M.Ö. 700 ve 400 yılı güneş lekeleri sayısının minimal seviyede seyrettiği bir yıl olarak karşımıza çıkmaktadır. M.Ö. 500 yılında leke sayısı artsa da bu artış daha önceki dönemlere nazaran yetersizdir. M.Ö. 400 yılındaki düşüşten sonra miladi 0 yılına kadar düzenli bir artış kaydedilmiş bu artışlara paralel olarak sıcaklıklar yükselmiş buzullar gerilemiştir. Miladi 0 yılından itibaren ise tekrar düşüşler başlamış, bu durum M.S. 300 yılında belirginleşmiştir. Güneş lekelerindeki bu düşüş M.S. 700 yılına kadar sürmüştür.

M.S. 900-1300 yılları arası **Ortaçağ Sıcak Dönemidir**. Bu dönemde dünya üzerinde ortalama sıcaklıklarda önemli artışlar kaydedilmiştir. Oliver ve Fairbridge'ye göre o dönemde ortalama sıcaklıklar bugüne göre 1°C, deniz seviyesi ise 0.5 m daha yüksekti. (Oliver and Fairbridge, 1987, s.547). M.S. 1200 yıllarında sıcaklıklar maksimuma ulaşmıştır. Orta Çağ, özellikle 9-10 YY lar buzulların bütün dünyada geriledikleri nispeten sıcak bir dönemdir. Bu sıcak dönem Avrupa'da belirgin sosyo-ekonomik ve buna bağlı olarak sosyo-kültürel değişikliklere yol açmıştır. İslanda ve Grönland'ta kalabalık

Norman yerleşmelerinin kuruldukları dönemdir. Orta Çağ sonlarına doğru bu yerleşmeler tekrar ilerleyen buzulların altında kalmıştır (Erinç, 1971, s.173).

Bu dönemden sonra meydana gelen en önemli iklim değişikliği **Küçük Buzul Çağı** olarak adlandırılan soğuma dönemidir. Lamb'a göre Küçük Buzul Çağı ana hatları ile 1550-1850 yılları arasında kapsamaktadır (Lamb, 1984). Küçük Buzul Çağı 1580 ile 1700 yılları arası kabul edilebilir (Oliver and Fairbridge, 1987, s.547). (Şekil 3). Ortaçağ Sıcak Döneminden sonra Küçük Buzul Çağında (1350-1850) genel olarak güneş lekeleri sayısı minimal seviyede seyretmiştir. 1600-1700 yılları arasında ortalama sıcaklıklarının günümüzden yaklaşık 1°C daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu dönemlerde sıcaklıklarda önemli düşüşler yaşanmış, buzullar ilerlemiştir (Şekil 1). Sıcaklıklardaki düşüşler özellikle 1400 lerin ortalarına doğru ivme kazanmıştır (Şekil 2 ve 3). 1500 lere doğru sıcaklıklarda tedrici bir artış görülmesine karşın 1500 lerin ortalarından sonra tekrar azalışa geçmektedir. Sıcaklık değerlerinde 1600 lerin sonlarında ve 1700 lerin sonlarında keskin düşüşler göze çarpmaktadır (Şekil 2). 17. ve 18. yüzyıllarda sıcaklıklarda meydana gelen ani düşüşler sosyo-ekonomik yapıyı da derinden etkilemiştir. 17. YY'da İskandinavya'da sıcaklıklar düşmüş, ekim yapılan bir çok sahada ekinler olgunlaşmamış yeşil kalmış, bu nedenle bu soğuk döneme Küçük Buzul Devri veya Yeşil Yıllar adı verilmiştir (Erinç, 1971, s.173). Bu örnekte iklim değişikliklerinin toplumsal yaşamla ne kadar iç içe olduğu açık olarak görülmektedir. Küçük Buzul Çağının bazı dönemlerinde de çok küçük çapta ısınmalar görülmüş olmakla birlikte bu dönemin genel karakteri sıcaklık ortalamalarının düşük olmasıdır. Güneş lekeleri sayılarına baktığımızda 1700'lerin başlarında leke sayıları uzun bir süre minimal seviyede seyretmiştir. Lekeler 1727 yılında artmaya başlamış olmakta birlikte günümüz ile karşılaştırıldığında bu artış bir hayli düşüktür. Hatta 1711 ve 1712 yıllarında artarda iki yıl boyunca hiç güneş lekesi görülmemiştir Bu nedenle bu yıllarda leke sayısı 0 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Nitekim Şekil 4'te yer alan güneş lekeleri grafiğinde de bu salınımlar net bir şekilde görülmektedir.

Öte yandan Küçük Buzul Çağı Avrupa kıtasının bir çok bölgesini farklı zamanlarda etkilemiştir. 1640-1650 yılları arasında İsviçre'de buzullaşma maksimum noktasına ulaştı. 1670-1705 yılları arasında ise Avusturya'da, 1720-1750 yılları arasında Norveç'te, 1816-1825 yılları arasında tüm dünyada buzullarda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Küçük Buzul Çağı'nın son dönemlerini içine alan 1850-1890 yılları arasında Kanada ve İzlanda'da önemli buzullaşmalar tespit edilmiştir⁵.

Güneş lekeleri ile sıcaklık değişimleri arasındaki ilişkiyi daha net olarak gözler önüne sermesi bakımından 1700-2001 yılları arasında mayıs

⁵ www.koeri.boun.edu.tr/astromy/güneş.html

ayı güneş lekeleri sayısına ait veriler teleskop verilerine dayanarak elde edilmiştir. Şekil 4 ve 5'e genel olarak bakıldığında sıcaklık ve güneş lekelerinin yaptığı salınımlar arasındaki uyum net bir şekilde görülmektedir. Şekil 4 te 1700'lerin başlarından günümüze kadar güneş lekeleri sayısının genel olarak arttığı, sıcaklık değerlerinin de buna paralel olarak artış gösterdiği görülmektedir.

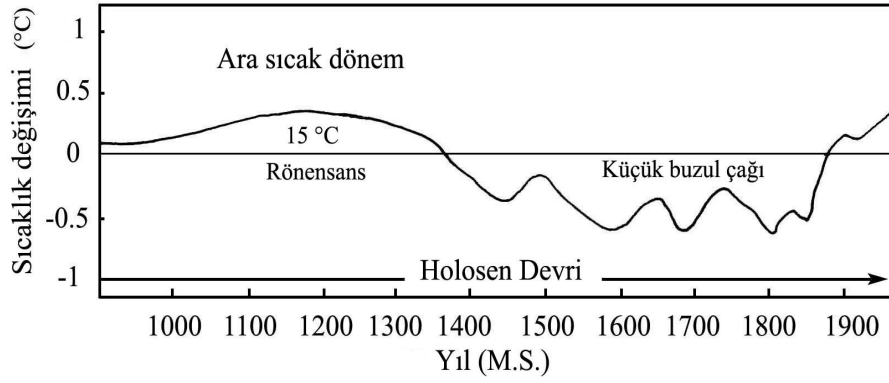
Yukarıda bahsedildiği üzere 1727 yılından itibaren güneş lekelerinde genel bir artış görülmüştür. Bu artış ortalama olarak 1770'lı yılların sonlarına kadar sürmüştür. Fakat leke sayılarındaki bu artışlar günümüzdeki artışlara oranla oldukça düşüktür. 1780'lerden itibaren 1800'lü yılların başına kadar lekeler düşük seviyelerde seyretmiştir. Sıcaklıklarda 1800'lü yılların ortalarında görülen hafif bir yükselişin benzeri güneş lekeleri sayılarında da görülmektedir. Özellikle 1847 ile 1850 yılları arasında güneş lekeleri sayısı yüksek değerlerde seyretmiştir. 1848'de güneş lekeleri sayısı 125 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Sıcaklıklarda 1850'li yıllardan sonra kısa süreli bir düşüş yaşanmıştır (Şekil 2). Sıcaklıklarda yaşanan bu düşüş güneş lekeleri sayısında 1870'li yıllardan sonra başlamış olup 1900'lü yılların başlarına kadar sürmüştür (Şekil 4).

Şekil 5'de sıcaklık değerleri **Küresel Isınma Dönemi** içindeki 1880 ile 2000 yılları arasında kapsamaktadır. 1880'den 1900'a kadar sıcaklıklar genel olarak artma eğilimindedir. Buna karşılık sıcaklıklardaki bu artışın yaklaşık olarak 1900 ile 1920 arasında yerini genel bir düşüşe bıraktığı görülmüyor. Güneş lekeleri sayısında yine sıcaklık salınımlarında olduğu gibi 1880 yılında belirgin bir artış görülmektedir. 1880'den 1884 yılına kadar güneş lekeleri sayısı ortalama olarak 10'dan 70'e çıkmıştır (Şekil 4). Aynı şekilde sıcaklıklar, yaklaşık 1880 ile 1884 arasında ortalama 0.2 °C artmıştır (Şekil 5). Ortalama sıcaklıklarda 0.2°C, 3-4 yıllık zaman dilimi ele alındığında önemli bir artış olarak karşımıza çıkmaktadır. Güneş lekeleri sayısındaki değişimler daha net olarak tablo 1'den görülmektedir. Öte yandan sıcaklıklarda 1900'lerden itibaren 1904-1905 yılları arasına kadar keskin bir düşüş göze çarpmaktadır. Bu düşüş yerini 1904 yılında bir artışa bırakmıştır. 1904'ten sonra ise yaklaşık 1910 yılına kadar yine keskin düşüşü tekrarlamıştır. 1910 ile 1917 ve 1918 yılları arasında belirgin bir artış grafikte net bir şekilde görülmektedir (Şekil 5). Sıcaklıklarda görülen bu artış ve azalışların bir benzerini yine sözü edilen bu yıllarda güneş lekeleri sayısında görmek mümkündür. Güneş lekeleri sayısı 1903 yılında 3 iken daha sonra artarak 1905 yılında 64, 1906 yılında az bir düşüş ile 54, 1907 yılında da yeniden artarak 62'e erişmiştir (Tablo 1)⁶. 1908 yılından itibaren azalmaya başlayan güneş lekeleri sayısı minimum noktasına 1913 yılında ulaşmıştır. Sözü edilen bu yılda güneş lekesi sayısı 1 olarak tespit edilmiştir. Daha sonra 1917 yılına kadar düzenli bir artış eğilimi gösteren lekeler

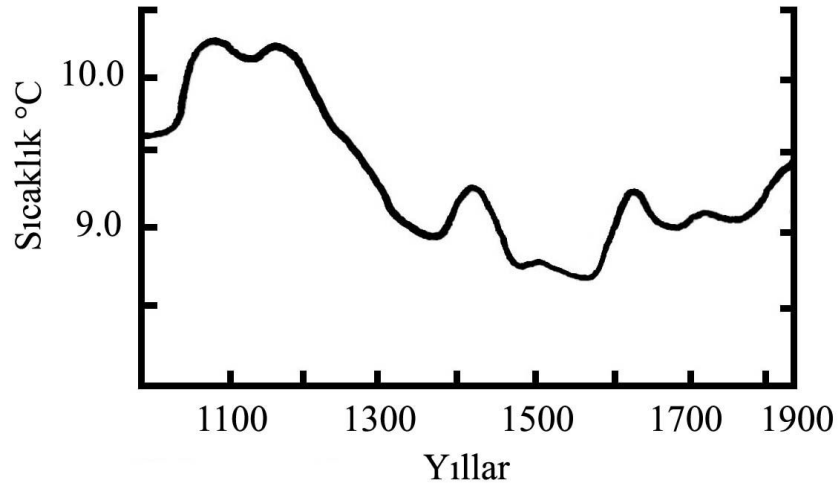
⁶ www.sidc.oma.be/index.php3

maksimum noktasına 1917 yılında ulaşmıştır. 1917 yılında güneş lekeleri sayısı 104 olarak kaydedilmiştir (Tablo 1). Burada dikkat edilirse sıcaklıklarda 1907 ile 1917 arasında bir düşüş yaşanmış daha sonra yaklaşık 1917 ile 1919 arasında belirgin bir tırmanış göze çarpmaktadır (Şekil 5). 1917 ile 1937 arası olan 20 yıllık dönem boyunca güneş lekeleri sayısında meydana gelen dönemsel artışlar 1937-1957 döneminde meydana gelen artışlara nazaran daha düşük seviyelerde seyretmiştir. 1918'den 1937 yılına kadar güneş lekeleri sayısı 100 ün üzerine çıkamamıştır. 1937 yılından itibaren ise 11 yıllık dönemler zarfında güneş lekeleri sayısı 100'ün üzerine çıkmıştır. 1937-1957 arası dönem içinde yer alan 1953 ve 1954 yıllarında güneş lekeleri sayısında keskin düşüşler göze çarpmaktadır. 1949 yılında güneş lekeleri sayısı 135 iken bu sayı 1950 yılında 84'e, 1951 yılında 69'a, 1952 yılında 32'ye, ve 1953 yılında 14'e, 1954 yılında ise daha da azalarak 4'e kadar düşmüştür. Bu rakam güneş lekeleri ortalama sayısı ele alındığında son derece düşük bir değerdir. Güneş lekeleri sayısında yaşanan bu ciddi azalma iklimlere de yansımıştır. Sıcaklık grafiğinde 1948-1949 ile 1955-1956 arasında sıcaklıklarda ani düşüşler görülmektedir. Özellikle 1953-1954 kışları kayıtlara göre son derece sert geçmiş, 1954 kışında İstanbul boğazında büyük buz parçalarının ve bankizlerin geçişine tanık olunmuştur. 1955 yılında artmaya başlayan güneş lekeleri sayısı en yüksek değerine 1957 yılında ulaşmıştır. Söz konusu bu yılda kaydedilen güneş lekeleri sayısı 190 olmuştur. Leke sayısında ki bu yüksek değerler 1961'e kadar sürmüştür. Sıcaklık grafiğinde de 1960 a doğru sıcaklığın giderek arttığını, bu yıldan itibaren 1968-1969'a kadar sıcaklıklarda belirgin düşüşlerin olduğu görülüyor (Şekil 5). Nitekim 1960'tan sonra sıcaklıklarda yaşanan düşüşler güneş lekeleri sayılarında yaşanan düşüşlerle paralellik göstermiştir. Grafikte güneş lekeleri sayısı 1960 tan yaklaşık olarak 1968-1969 a kadar azalma sürecine girmiştir. Bu süreç 1970'ten itibaren ise yerini 1976 yıllarına kadar sürecek olan bir artışa bırakmıştır (Şekil 4). Bu artışlara paralel sıcaklıklarda da bir artış meydana gelmiştir (Şekil 5). 1975'ten 2001 yılına kadar genel olarak her 11 yılda bir güneş lekeleri sayısında periyodik artış ve azalışlara rastlanılmaktadır (Şekil 4). Sıcaklıklar da buna paralel olarak 11 yıllık periyotlar dahilinde artmış ve azalmıştır (Şekil 5).

Şekil 4 ve Şekil 5'e bakıldığında 1850 lerden günümüze doğru, güneş lekeleri sayısı ve sıcaklıklar her ne kadar belirli periyotlar dahilinde düşüşler gözlemlense de, genel eğilim artış yönünde olmuştur. Bu nedenle küresel ısınma döneminde buzullarda önemli gerilemeler meydana gelmektedir.



Şekil 2. Son 1000 yılda meydana gelen sıcaklık değişimleri (<http://earth.usc.edu/geol150/evolution/lastmillenia.html>)

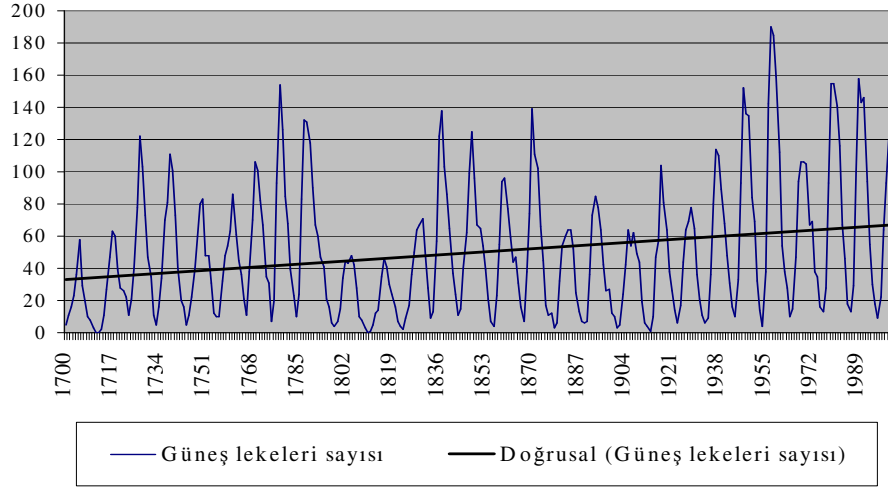


Şekil 3. 1100-1900 yılları arası sıcaklık dalgalanmaları (www.grisda.org/origins/10051.htm)

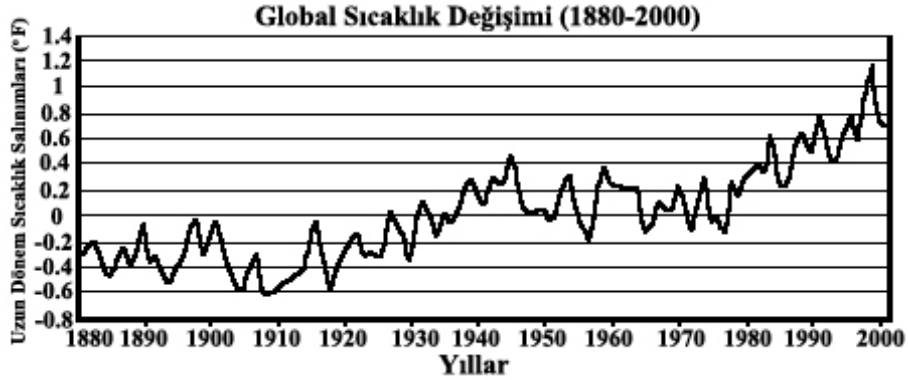
Tablo 1: 1700-2001 Yılları arasında Mayıs ayı Güneş Lekeleri Sayısı ortalaması
(www.sidc.oma.be/index.php3)

Yıllar	Güneş lekeleri sayısı	Yıllar	Güneş lekeleri sayısı	Yıllar	Güneş lekeleri sayısı	Yıllar	Güneş lekeleri sayısı
1700	5	1738	111	1776	20	1814	14
1701	11	1739	101	1777	93	1815	35
1702	16	1740	73	1778	154	1816	46
1703	23	1741	40	1779	126	1817	41
1704	36	1742	20	1780	85	1818	30
1705	58	1743	16	1781	68	1819	24
1706	29	1744	5	1782	39	1820	16
1707	20	1745	11	1783	23	1821	7
1708	10	1746	22	1784	10	1822	4
1709	8	1747	40	1785	24	1823	2
1710	3	1748	60	1786	83	1824	9
1711	0	1749	80	1787	132	1825	17
1712	0	1750	83	1788	131	1826	36
1713	2	1751	48	1789	118	1827	50
1714	11	1752	48	1790	90	1828	64
1715	27	1753	31	1791	67	1829	67
1716	47	1754	12	1792	60	1830	71
1717	63	1755	10	1793	47	1831	48
1718	60	1756	10	1794	41	1832	28
1719	39	1757	32	1795	21	1833	9
1720	28	1758	48	1796	16	1834	13
1721	26	1759	54	1797	6	1835	57
1722	22	1760	63	1798	4	1836	122
1723	11	1761	86	1799	7	1837	138
1724	21	1762	61	1800	15	1838	103
1725	40	1763	45	1801	34	1839	86
1726	78	1764	36	1802	45	1840	65
1727	122	1765	21	1803	43	1841	37
1728	103	1766	11	1804	48	1842	24
1729	73	1767	38	1805	42	1843	11
1730	47	1768	70	1806	28	1844	15
1731	35	1769	106	1807	10	1845	40
1732	11	1770	101	1808	8	1846	62
1733	5	1771	82	1809	3	1847	99
1734	16	1772	67	1810	0	1848	125
1735	34	1773	35	1811	1	1849	96

1736	70	1774	31	1812	5	1850	67
1737	81	1775	7	1813	12	1851	65
1852	54	1889	6	1926	64	1963	28
1853	39	1890	7	1927	69	1964	10
1854	21	1891	36	1928	78	1965	15
1855	7	1892	73	1929	65	1966	47
1856	4	1893	85	1930	36	1967	94
1857	23	1894	78	1931	21	1968	106
1858	55	1895	64	1932	11	1969	106
1859	94	1896	42	1933	6	1970	105
1860	96	1897	26	1934	9	1975	16
1861	77	1898	27	1935	36	1976	13
1862	59	1899	12	1936	80	1977	28
1863	44	1900	10	1937	114	1978	93
1864	47	1901	3	1938	110	1979	155
1865	31	1902	5	1939	89	1980	155
1866	16	1903	24	1940	68	1981	141
1867	7	1904	42	1941	48	1982	116
1868	38	1905	64	1942	31	1983	67
1869	74	1906	54	1943	16	1984	46
1870	139	1907	62	1944	10	1985	18
1871	111	1908	49	1945	33	1986	13
1872	102	1909	44	1946	93	1987	29
1873	66	1910	19	1947	152	1988	100
1874	45	1911	6	1948	136	1989	158
1875	17	1912	4	1949	135	1990	143
1876	11	1913	1	1950	84	1991	146
1877	12	1914	10	1951	69	1992	94
1878	3	1915	47	1952	32	1993	55
1879	6	1916	57	1953	14	1994	30
1880	32	1917	104	1954	4	1995	18
1881	54	1918	81	1955	38	1996	9
1882	60	1919	64	1956	142	1997	22
1883	64	1920	38	1957	190	1998	64
1884	64	1921	26	1958	185	1999	93
1885	52	1922	14	1959	159	2000	120
1886	25	1923	6	1960	112	2001	111
1887	13	1924	17	1961	54		
1888	7	1925	44	1962	38		



Şekil 4. 1700-2001 yılları arası mayıs ayı güneş lekeleri sayısı



Şekil 5. 1880-2000 yılları arasında sıcaklıklarda görülen salınımlar (<http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/content/Climate.html>)

SONUÇ

Bu çalışmada son 5000 yıllık dönemde güneş lekeleri ile sıcaklıklar arasındaki ilişkiler ve onların etkisiyle ortaya çıkan buzul ilerlemeleri ve gerilemeleri karşılaştırılmıştır. Buna göre, güneş lekeleri sayısı, milattan önce 3000-1600, M.Ö. 100-M.S.300, ile M.S. 800-1300 (Ortaçağ Sıcak Dönemi) ve 1850-2000 (Küresel Isınma Dönemi) yılları arasındaki dönemlerde artmış, bunun paralelinde sıcaklıklar da artmış, buzullar gerilemiş ve incelmıştır. Buna karşılık güneş lekeleri sayısının azaldığı

dönemlerde M.Ö. 1600-200, M.S. 300-800 ve 1350-1850 (Küçük Buzul Çağı) yılları arasında sıcaklıklar düşmüş, buzullar kalınlaşmış ve ilerlemiştir.

1850'lerden sonra güneş lekeleri sayısı ve sıcaklıklarda her ne kadar belirli periyotlar dahilinde düşüşler görülse de genel eğilim günümüze kadar düzenli bir artış şeklindedir. Bu nedenle buzullarda özellikle 20. yüzyıl boyunca belirgin gerilemeler meydana gelmiştir. Küresel ısınmanın nedenleri arasında sanayileşme sonucu atmosfere salınan sera gazları birinci sırada gösterilmiş, güneş aktivitelerinin dünya iklimi üzerindeki etkisine yeterince önem verilmemiştir. Bu çalışmadaki veriler güneş aktiviteleri ile sıcaklık arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu nedenle küresel ısınmanın temel nedenleri arasında güneş lekeleri sayısındaki artışlar da değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Atalay, İbrahim, 1998, Genel Fiziki Coğrafya, s.14, Ege Üniversitesi Basımevi, İZMİR.
- Eriñç, Sırrı, 1957, Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları,s.145-150, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İSTANBUL.
- Eriñç, Sırrı,1971, Jeomorfoloji II; İstanbul Üniversitesi Yay. No:1628, İSTANBUL.
- Eriñç, Sırrı, 1996, Klimatoloji ve Metotları (Genişletilmiş 4. Baskı), Alfa Basım Yayım Dağıtım, İSTANBUL
- Erol, Oğuz, 1999, Genel Klimatoloji (Genişletilmiş 5. Baskı), Çantay Kitabevi, İSTANBUL.
- Oliver, John, E. and Fairbridge, Rhodes W., 1987, The Encyclopedia Of Climatology, Little Ice Age, s: 547, Van Nostrand Reinhold, NEW YORK.
- Gore, Al, 1992, Earth in the Balance (Ecology and the Human Spirit), s:57-59, 88-94, 96-99, Houghton Mifflin Company, BOSTON, NEW YORK, LONDON
- Lamb, H. H., 1984, Some studies of The Little Ice Age of recent centuries and its great storms, in climatic change on a Yearly and Millennial Basis.
- Pickering, Kevin T. And Owen, Lewis A., 1993, An introduction to global Environmental Issues, s: 24-32, Routledge, LONDON and NEW YORK.
- Worster, Donald, 1988, The Ends of the Earth (Perspectives on Modern Environmental History), s: 39-79, Cambridge University Press, CAMBRIDGE.
- Sezer, L. İhsan,1993,Güneş lekeleri ile iklim unsurları arasındaki ilişkiler üzerine bir inceleme: İzmir örneği (1942-1963) Ege Coğrafya Dergisi Sayı7,161-188. İzmir

İNTERNET ADRESLERİ

<http://bilgikitabi.tripod.com/sunspot.jpg>

www.koeri.boun.edu.tr/astronomy/güneş.html

<http://earth.usc.edu/geol150/evolution/lastmillenia.html>

www.sidc.oma.be/index.php3

<http://yosemite.epa.gov/oar/globalwarming.nsf/content/Climate.html>

http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/lia/possible_causes.html