

Güneş'in Tayfsal Radyasyon Salınımında ve Güneş Yüzey İndislerinde 21-23 Güneş Aktivite Çevrimleri Boyunca Görülen Değişiklikler



**Dr. Ümit Deniz GÖKER, Boğaziçi Üniversitesi
5 Eylül 2016, TAD Kongresi**

Solar Spectral Irradiance Variability of Some Chromospheric Emission Lines Through The Solar Activity Cycles 21-23

[Umit Deniz Goker](#), [Marina Sh. Gigolashvili](#), [Natela Kapanadze](#)

(under review in *Serbian Astronomical Journal*)



* UV radyasyon ($\lambda < 400$ nm) : Dünya atmosferi'nin ısıtılması ve dinamiği için en önemli radyasyon kaynağıdır.

* Kısa-dönemli değ. (Dönme) & Uzun-dönemli değ. (Güneş Çevrimi)

* UV radyasyondaki kısa-dönemli değişim : Güneş üzerindeki parlak ve karanlık lekelerin birbirlerine göre değişimlerine bağlıdır : Güneş çevrimi esnasında, Dünya üzerinde de etkisini gösterecektir.

* Fakülalar, kısa UV dalgaboylarında çok daha etkin ve baskındır ($\lambda \leq 300$ nm).

* Güneş lekeleri, 300 nm'den çok daha büyük dalgaboylarında (görünür dalgaboyları) çok önemli hale gelmektedir.

* Güneş'in UV radyasyonundaki zaman ve tayf değişimleri, atmosferik yapıyı anlamak ve model kurmak için gereklidir.

* SAC 23: Manyetik olarak zayıftır; küçük güneş-leke grup sayıları ve plaj yüzey alanları bakımından zayıftır; büyük güneş-leke grup sayıları ve faküla alanları fazladır; Mg II indeksi, F10.7 ve E10.7 SACs 21 and 22'den zayıftır. UV tayf çizgilerinde güçlü SSI değişimi görülmüştür.

- * SSI ve ISSN değişimleri ($\lambda = 121.5 \text{ nm} - 300.5 \text{ nm}$) : 1981 – 2009 yılları aralıklarında.
- * SME (NSSDC), UARS (GDAAC), SORCE (LISIRD) ve SIDC uyduları.
- * SAC 23'ün azalan evresinde görülen güneş aktivitelerine ilişkin davranışları, SACs 21 ve 22'ün azalan evresinde görülen güneş aktivite davranışları ile karşılaştırdık.
- * SAC 23'de, güneş aktivitesinin diğer indislerine göre korelasyon sapması gösteren bazı tayf çizgileri (289.5 nm – 300.5 nm)
- * Tayf çizgilerinin zaman serisi analizi → 298.5 nm'de beklenmeyen bir artış (Fe II iyonu).

Table 1. List of the selected data for UV spectral ranges used in the present analysis is given. The space flight experiments and data archives are indicated as well.

Selected Data for Processing and Origin Region	The Spaceflight Experiments and Data Archives				
	1981-1986 cycle 21-D ^a	1987-1990 cycle 22-A ^b	1992-1996 cycle 22-D	1997-2001 cycle 23-A	2003-2009 cycle 23-D
121.5 nm (Lyman α) emission Trans. Region	SME (NSSDC)	SME (NSSDC)	UARS (GDAAC)	UARS (GDAAC)	SORCE (LISIRD)
200.5 nm - 300.5 nm emission Chromosphere	SME (NSSDC)	SME (NSSDC)	UARS (GDAAC)	UARS (GDAAC)	SORCE (LISIRD)
ISSN Solar Surface	SIDC	SIDC	SIDC	SIDC	SIDC

^a Descending

^b Ascending

- * Gözlemsel veri → 0.5 nm dalgaboyu aralığı
- * Seçilen dalgaboyları : 121.5 nm, 200.5 nm, 246.5 nm, 279.5 nm, 280.5 nm, 285.5 nm, 286.5 nm, 289.5 nm, 298.5 nm ve 300.5 nm.

* Data Analiz Yöntemi : (a) Seçilen verileri çıkarmak ve derlemek.
(b) Veriyi aynı türden veri topluluğu haline getirmek.
(c) Elde edilen veriye istatistiksel işlem uygulamak (regression ve correlation analiz yöntemi)

* İstatistiksel İşlem : (a) Eksik verilerin interpolasyon yöntemiyle tamamlanması.
(b) Timed average and smoothed average.
(c) Regression analizi (doğrusal eğilim oluşturmak için)
(d) Korelasyon katsayılarını hesaplamak.
(e) Eldeki verinin zaman serisi analizini yapmak.

* 200.5 nm – 300.5 nm dalgalıboylarına karşılık gelen tayf çizgileri : C II, Co II, Cr II, Fe II, Mg II h&k, Mn II, Ni II ve Ti II (Harrison, 1939 ve Doschek et al., 1977) $\longrightarrow$ ($< 2 \times 10^4$ K.)

* 120 nm – 400 nm : T (eff) < 5770 K ve azalan güneş aktivitesiyle ışınlm azalır.
(He I için) 587.5 nm : T (eff) > 5770 K ve azalan güneş aktivitesiyle ışınlm artar.

* Olası Aletsel Problemler:

(1) SORCE (UARS) : UV'de önemli büyüklükte bir değişim: 1630 nm – 2423 nm & 300 nm – 400 nm dalgalıboyu aralıklarında düşük sinyal-gürültü oranı (Ball et al., 2012).

(2) SORCE/SIM : TSI ve görünür tayfta negatif korelasyon & UV aralığının yakınında güçlü ve pozitif değişim (Wehrli et al., 2012).

Uzun-dönemli belirsizlikler: $\approx 0.5 - 0.1$ % (200 nm – 300 nm); $\approx 0.2 - 0.05$ % (310 nm – 400 nm); 0.05 % (400 nm – 1600 nm) (Ermolli et al., 2013).

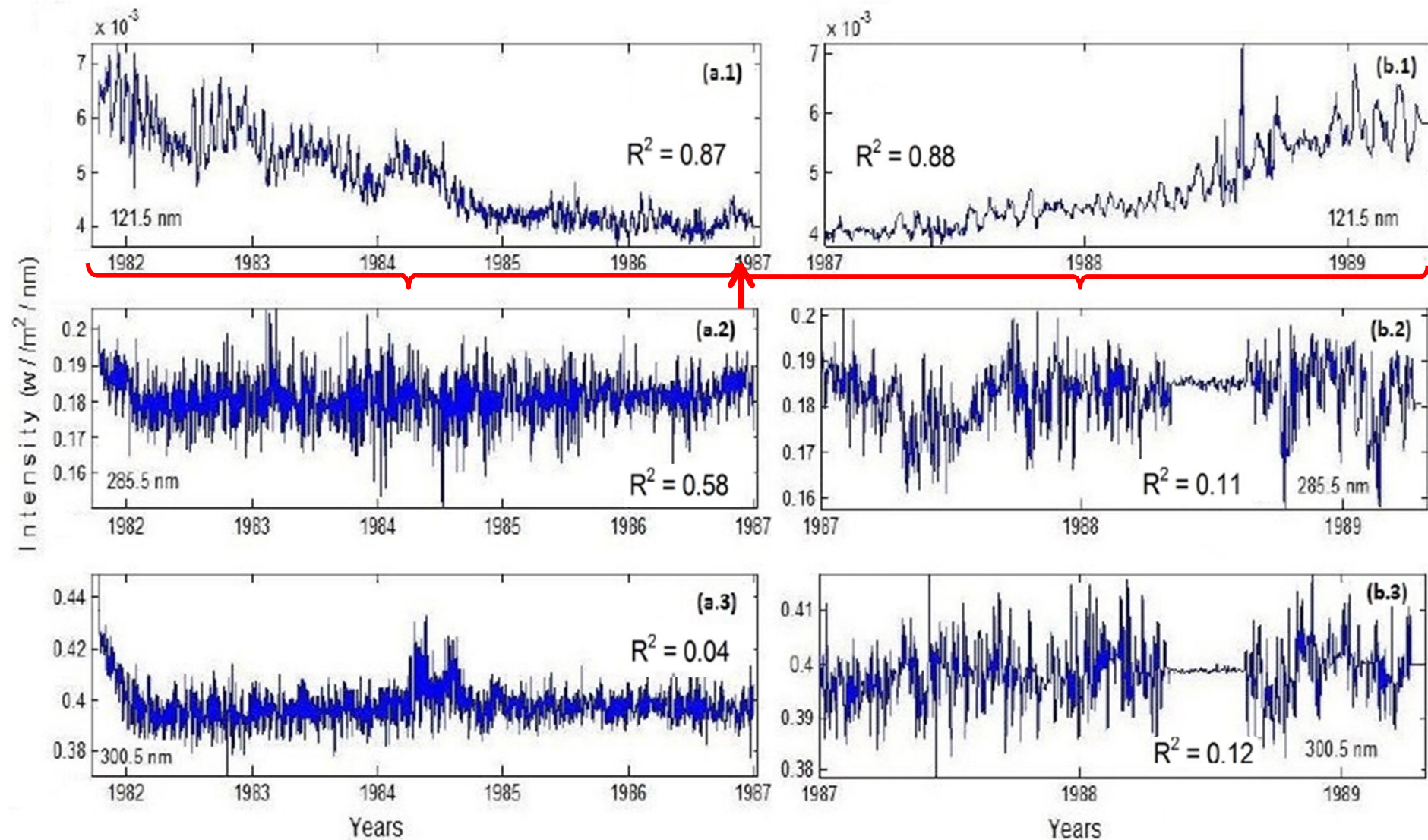


Fig. 1. (a.1), (a.2), (a.3) indicate the SSI intensity data for 121.5 nm, 285.5 nm, 300.5 nm versus years for the descending phase of SAC 21 from 8 October 1981 to 31 December 1986 and (b.1), (b.2), (b.3) indicate the SSI intensity data for 121.5 nm, 285.5 nm, 300.5 nm versus years for the ascending phase of SAC 22 from 1 January 1987 to 13 May 1989. A relatively compatible correlation to SAC variation is observed for the SSI intensity of the selected spectral lines 121.5 nm, 285.5 nm and 300.5 nm from the year 1981 to 1990. However, coefficients of determination (R^2) values have still lower proportion of the variance for some wavelengths as seen in Figs. (b.2), (a.3) and (b.3).

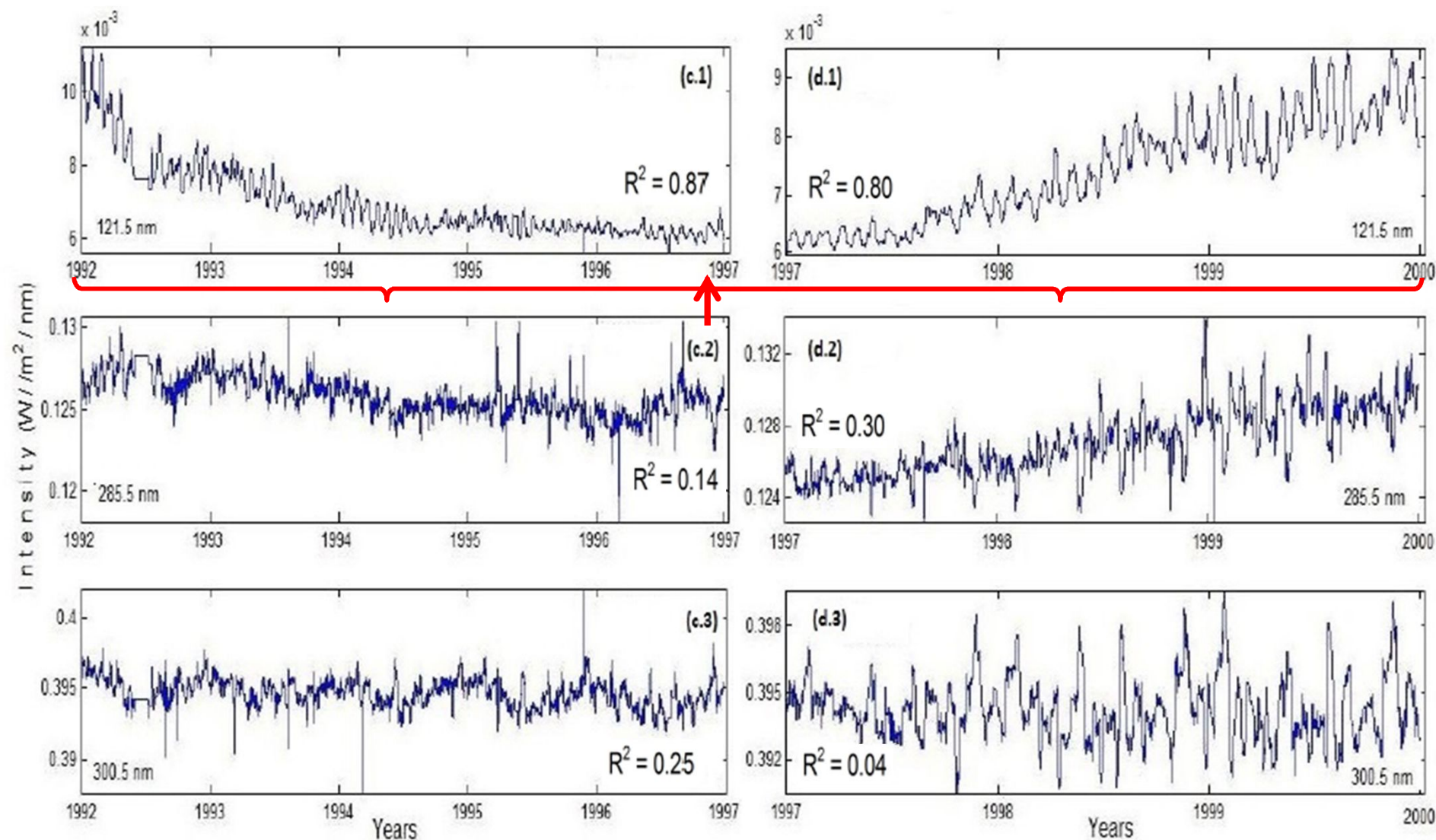
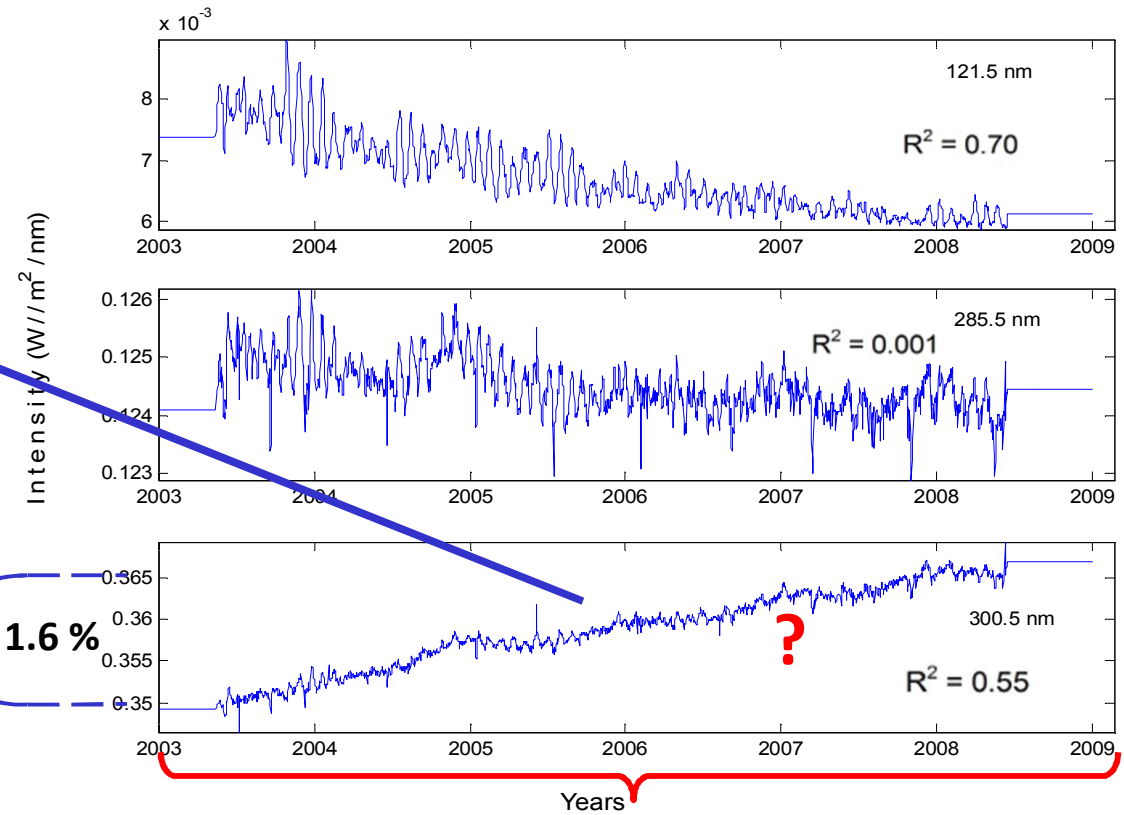


Fig. 2. (c.1), (c.2), (c.3) indicate the SSI intensity data for 121.5 nm, 285.5 nm, 300.5 nm versus years for the descending phase of SAC 22 from 31 December 1991 to 31 December 1996 and (d.1), (d.2), (d.3) indicate the SSI intensity data for 121.5 nm, 285.5 nm, 300.5 nm versus years for the ascending phase of SAC 23 from 1 January 1997 to 15 October 1999. A relatively compatible correlation to SAC variation is observed for the SSI intensity of the selected spectral lines 121.5 nm, 285.5 nm and 300.5 nm from the year 1991 to 2000. However, coefficients of determination (R^2) values have still lower proportion of the variance for some wavelengths as seen in Figs. (c.2), (c.3), (d.2) and possible (d.3).

Benzer sonuçlar, Amblard et al. (2008) tarafından da işaret edilmiştir fakat bu değişimin esas sebebinin ne olduğu halen daha açıklanamamıştır...!!!

* ISSN : küçük güneş-leke grup sayıları ile bağlantılıdır.

* F10.7 cm ve faküler alanlar : büyük-leke grup sayıları ile çok daha iyi uyum gösterirler.



Correlation coefficient values correspond to the intensity profiles of the selected spectral lines.

Spectral Lines	Correlation Coefficients (r_c)				
	1981-1986	1987-1990	1992-1996	1997-2001	2003-2009
121.5 nm	0.93	0.94	0.93	0.89	0.83
285.5 nm	0.76	0.31	0.37	0.54	0.03
300.5 nm	0.18	0.34	0.50	0.06	-0.74

Fig. 3. (e.1), (e.2), (e.3) indicate the SSI intensity data for 121.5 nm, 285.5 nm, 300.5 nm versus years for the descending phase of SAC 23 from 14 May 2003 to 14 June 2008. Positive correlation is observed for the SSI intensity of the selected spectral lines 121.5 nm and 300.5 nm from the year 2003 to 2009. In contrast to this, the correlation is not qualified for 285.5 nm as seen in Fig. (e.2) and this nonadaptive variation is supported by a very low coefficient of determination value as $R^2 = 0.001$. In any case, it shows that the unexpected increasing of 300.5 nm spectral line from the year 2003 to 2009 is caused by solar structure, not from the instrumental effect. High correlation of $R^2 = 0.55$ value indicates to this.

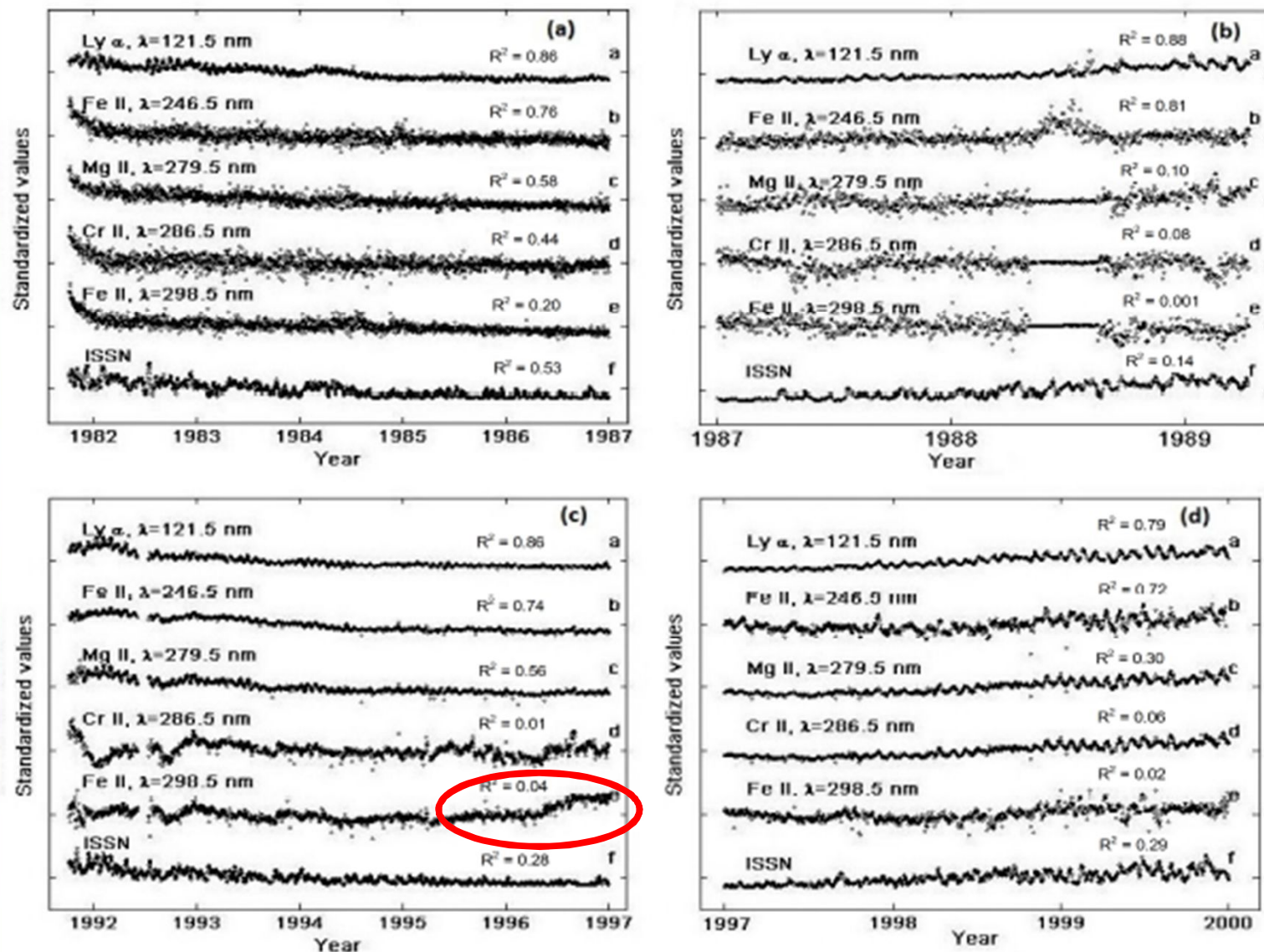
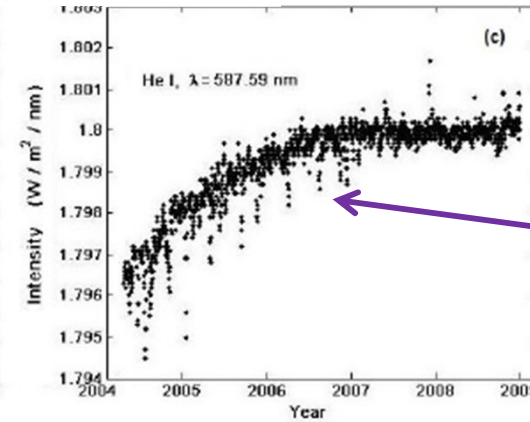
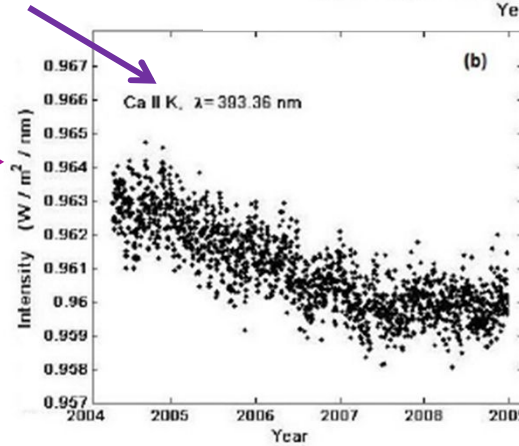
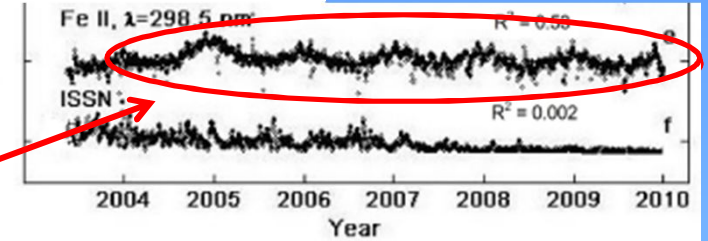
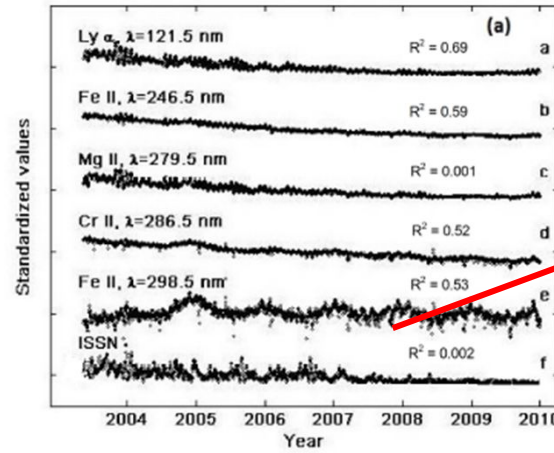


Fig. 4. (a) From the top to the bottom (a-f), variations of the standardized daily values of the selected band intensities with the corresponding elements 121.5 nm (Lyman α), 246.5 nm (Fe II), 279.5 nm (Mg II), 286.5 nm (Cr II), 298.5 nm (Fe II) and ISSN are given, respectively. Standardized values are shown as data points. Solid lines correspond to smoothed data creating by moving average of 61 points. The horizontal axis corresponds to the period 8 October 1981-31 December 1986; (b) The same parameters for the period 1 January 1987-13 May 1989; (c) The same parameters for the period 3 October 1991-31 December 1996 and (d) The same parameters for the period 1 January 1997-15 October 1999. The only unexpected variation is seen for the Fe II element (298.5 nm) after the middle of 1996 for the decreasing phase of SAC22.

Üst-fotosfer & kromosfer
(plaj alanları)
(manyetik alana duyarlı)

LISIRD
Gözlemleri



Kromosfer
(prominensler & plaj
alanları)
(manyetik alana
duyarlı)

Table 3. Correlation coefficient values correspond to the standardized daily values of the selected spectral lines with ISSN.

Spectral Lines	Correlation Coefficients (r_c)				
	1981-1986	1987-1990	1992-1996	1997-2001	2003-2009
121.5 nm	0.93	0.94	0.93	0.89	0.83
246.5 nm	0.87	0.90	0.86	0.85	0.77
279.5 nm	0.76	0.31	0.75	0.55	0.03
286.5 nm	0.66	-0.28	-0.11	0.24	-0.72
298.5 nm	0.42	0.03	0.195	0.15	-0.73
ISSN	0.73	0.38	0.53	0.54	0.04

Fig. 5. From the top to the bottom (a-f), variations of the standardized daily values of the selected band intensities with the corresponding elements 121.5 nm (Lyman α), 246.5 nm (Fe II), 279.5 nm (Mg II), 286.5 nm (Cr II), 298.5 nm (Fe II) and ISSN are given, respectively. Standardized values are shown as data points. Solid lines correspond to smoothed data creating by moving average of 61 points. The horizontal axis corresponds to the period 14 May 2003-1 January 2010. Variations of the daily values of selected emission line Ca II K (393.36 nm) intensity (b), emission line He I (587.59 nm) intensity (c) are given as well. Data are shown with points. The horizontal axis corresponds to the period 1 March 2004-31 December 2008.

A Statistical Analysis of Solar Surface Indices Through the Solar Activity Cycles 21-23

[Umit Deniz Goker](#), [Jagdev Singh](#), [Ferhat Nutku](#), [Muthu Priyal](#)

(arXiv: 1604.03011v1) (submitted to *Sun and Geosphere*)

* Güneş lekeleri, faküla veya plaj ve network yapılarında manyetik akı görüntüsü, güneş diski üzerindeki parlak ve karanlık bölgelerin etkilerinin analizini yapmakla mümkün olacaktır. Güneş leke boyutu ve grup türüne göre, güneş yüzey indislerinin zaman serisi analizi.

* **Büyük SGs (D, E, F ve G) : öncü ve takip eden leke gruplarının her ikisinde de penumbra bulunmaktadır.**

Küçük SGs : (A ve B : penumbra yok) ; (C, H ve J : en azından bir ana lekede penumbra bulunmaktadır)

* TSI (karanlık güneş-lekeleri ve parlak faküla alanlarında değişim)

* SAC 23 (parlak faküla ve kromosferik plaj alanlarında belirgin bir azalma; karanlık faküla ve plaj oranında azalma)

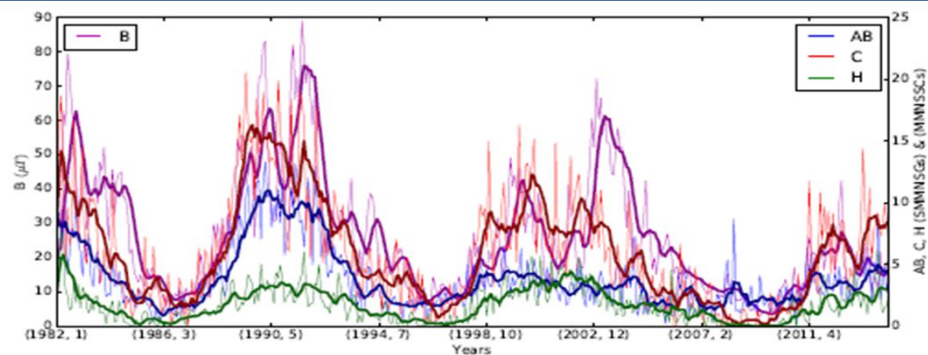
* Ca II K-akısı gözlemleri önemlidir çünkü plaj alanları güneş yüzeyinden gelen toplam manyetik akının yarısına sahiptir.

* Analizlerimizde (veri, plot çizgileri, dağılım ve bar plotlarında) Python kütüphanelerini kullandık ([Pandas](#), [NumPy](#) & [SciPy](#) and [Matplotlib](#))

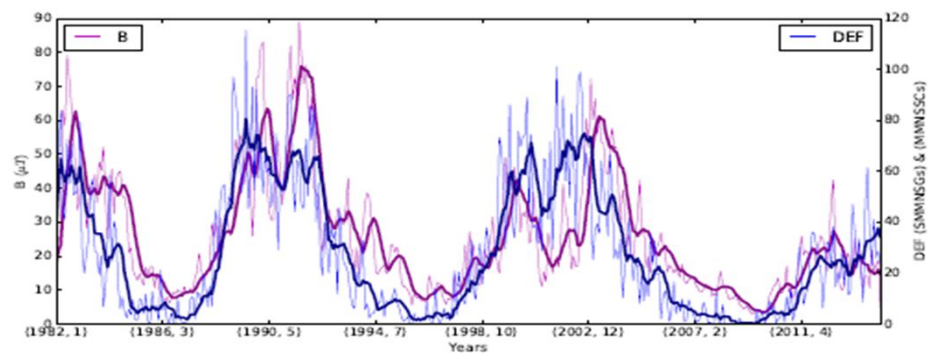


Python ile Analiz Yöntemleri

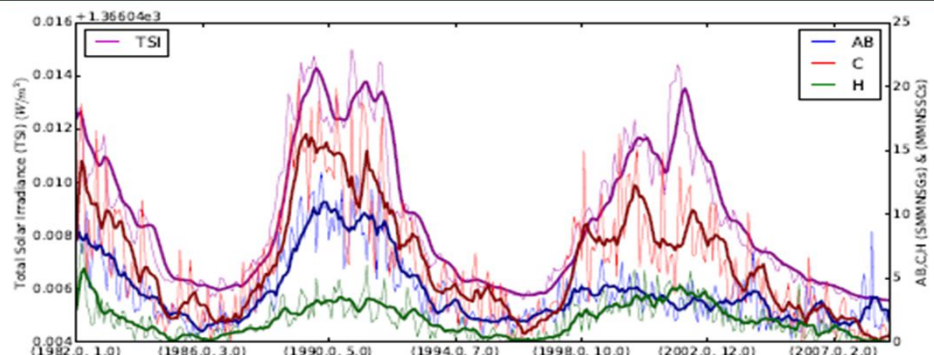
- (1) Aylık ortalamaları alınmış güneş leke sayıları, manyetik alan, TSI, FA, Ca II K-akısı, PA ve FA/Ca II K-akısı oranı verileri her ay için gruplandı (aggregate function of arithmetic mean)
- (2) Gruplama sonrası, güneş leke sayıları ve güneş yüzey indis verileri aynı ay ve yıl olmak üzere birleştirildi (merging operation)
- (3) SGs ve güneş yüzey indisleri için «Cross-correlation analysis» uygulandı (aylık ortalama veriler için - unsmoothed merged)
- (4) Zaman serilerinin hareketli ortalaması (**rolling_mean function** of Pandas) → uygulanan pencere boyutu 7 gündür.
- (5) Bar grafikleri, zaman serisi verilerinin yıllara göre gruplanması ve aritmetik ortalama yoluyla her bir yıl için verilerin ortalaması alınarak oluşturulmuştur.
- (6) Herbir güneş leke sayısı, tüm türler (gruplara) ait güneş leke sayılarının toplamına bölünerek normalize edilmiştir.
- (7) Normalizasyon sonrası, güneş leke sayıları yıllara ve her bir yılın da ayrıca ortalaması alınacak şekilde gruplanmıştır.
- (8) Her bir yıl için ortalama güneş leke sayılarının normalizasyonu:
$$\frac{AB}{TSSN} + \frac{C}{TSSN} + \frac{DEF}{TSSN} + \frac{H}{TSSN} = 1$$
- (9) Bar grafikleri çizimi için yıllık gruplama ve ortalama (dağılmadan arınma) : Her bir yıl için türlerine göre güneş leke sayılarının göreceli değişimi.
- (10) Pearson product-moment korelasyon katsayısı (Pandas **corr_function** for dataframes)



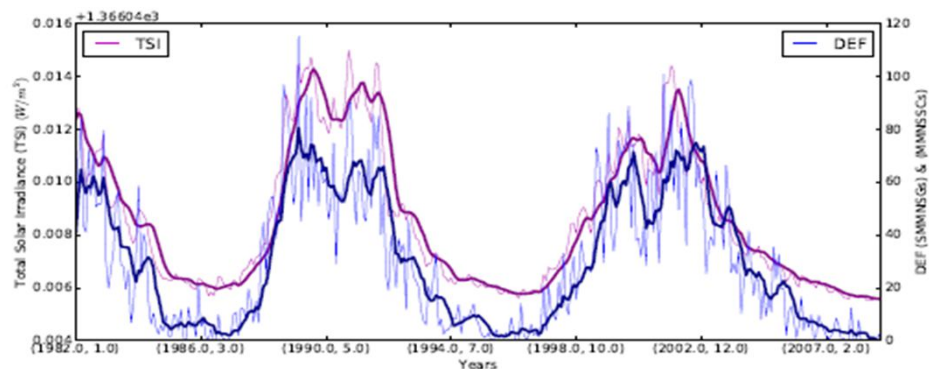
(a) Time series of AB, C and H type SGs and SSCs are compared with absolute value of the monthly grouped and averaged magnetic field. Thick lines are 15 day simple moving averages.



(b) Time series of DEF type SGs and SSCs are compared with absolute value of the monthly grouped and averaged magnetic field. Thick lines are 15 day simple moving averages.



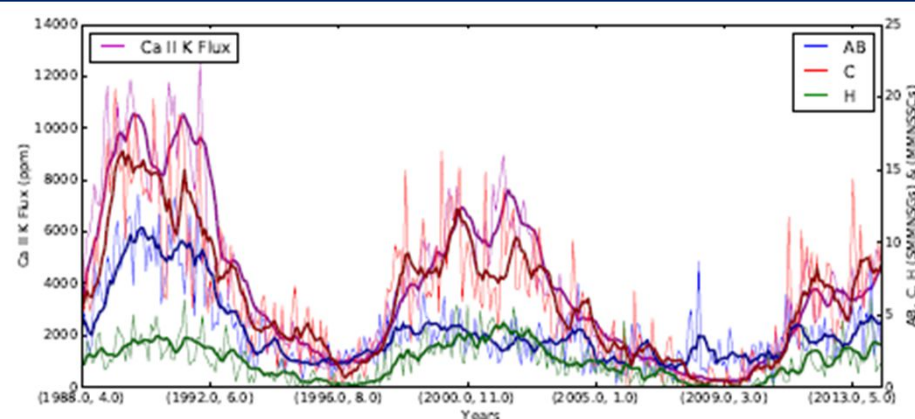
(a) Time series of monthly grouped and averaged TSI are compared with AB, C and H type SGs and SSCs. Thick lines are 15 day simple moving averages.



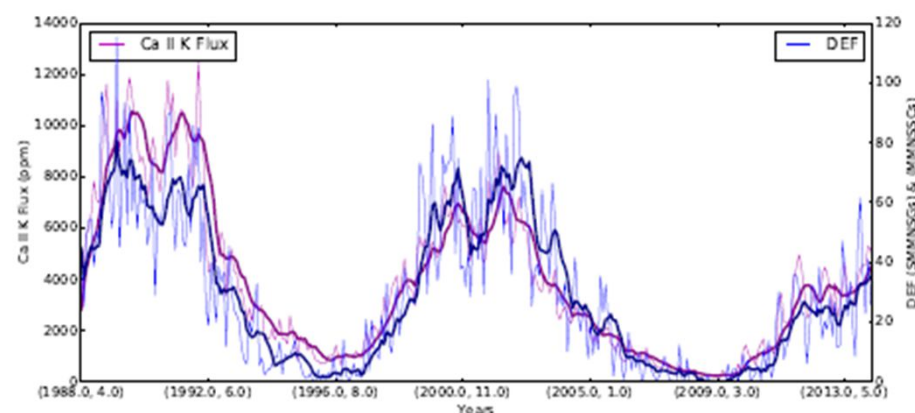
(b) Time series of monthly grouped and averaged TSI are compared with DEF type SGs and SSCs. Thick lines are 15 day simple moving averages.

Figure 1. The x -direction denotes the years and the y -direction denotes the monthly mean SGs and SSC numbers (right) and monthly mean magnetic field (left). The magnetic data start from January, 16 1982 and complete May, 1 2014 while SGs and SSC numbers start from January, 16 1982 to May, 1 2014. The SG and SSC numbers of AB, C and H in Fig. (a) and DEF in Fig. (b) are shown with blue, red, green and violet, respectively while magnetic field is shown with purple color in both figures.

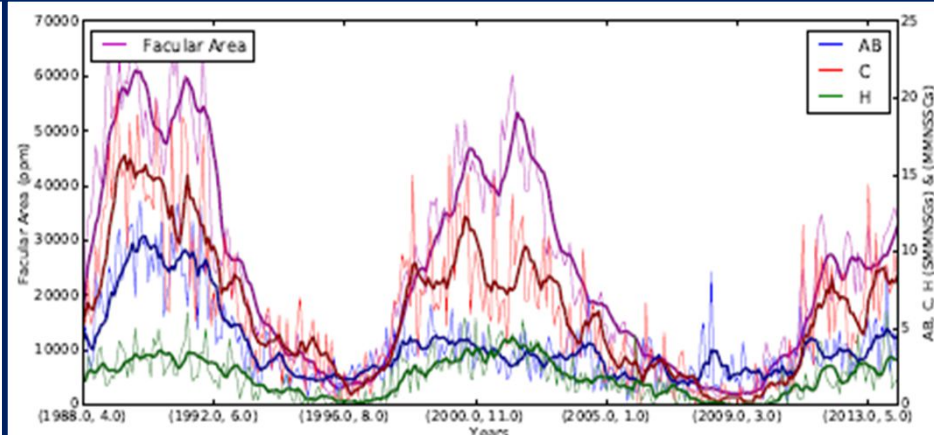
Figure 2. The x -direction denotes the years and the y -direction denotes the monthly mean SGs and SSC numbers (right) and monthly mean TSI (left). The TSI start from January, 16 1982 and complete December, 16 2008 while SGs and SSC numbers start from January, 16 1982 to December, 16 2008. The SGs and SSC numbers of AB, C and H in Fig. (a) and DEF in Fig. (b) are shown with blue, red, green and violet, respectively while TSI value is shown with purple color in both figures.



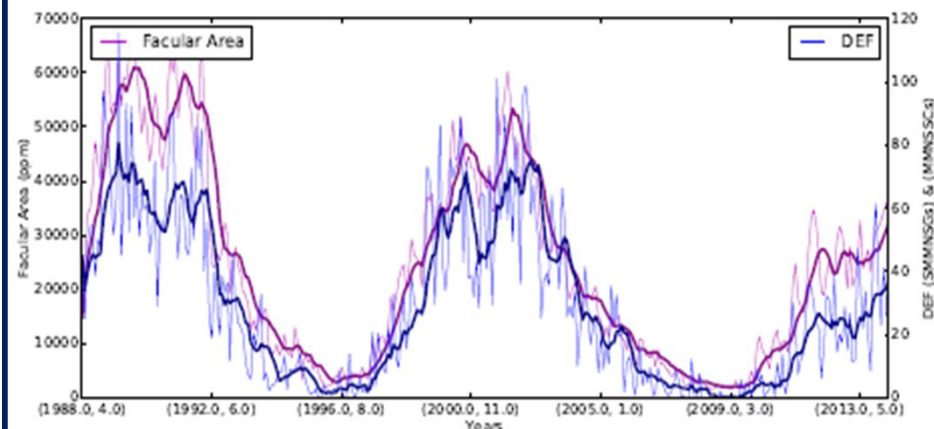
(a) Time series of monthly grouped and averaged Ca II K-flux are compared with time series of AB, C and H type SGs and SSCs. Thick lines are 15 day simple moving averages.



(b) Time series of monthly grouped and averaged Ca II K-flux are compared with time series of DEF type SGs and SSCs. Thick lines are 15 day simple moving averages.

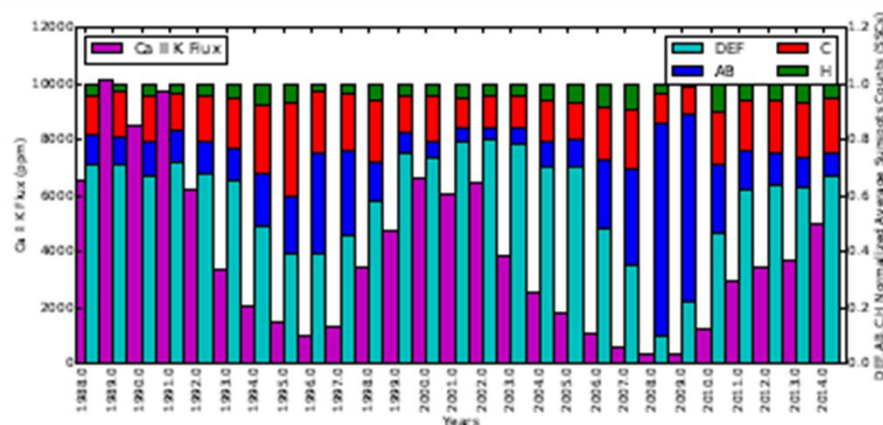


(c) Time series of monthly grouped and averaged FA are compared with time series of AB, C and H type SGs and SSCs. Thick lines are 15 day simple moving averages.

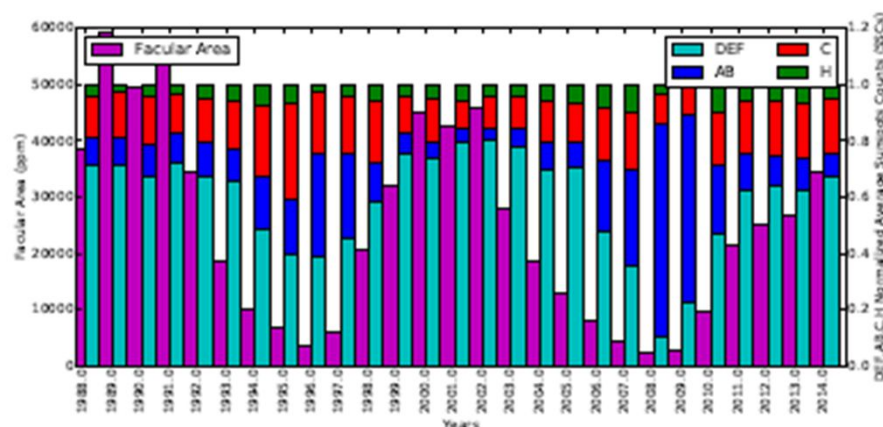


(d) Time series of monthly grouped and averaged FA are compared with time series of DEF type SGs and SSCs. Thick lines are 15 day simple moving averages.

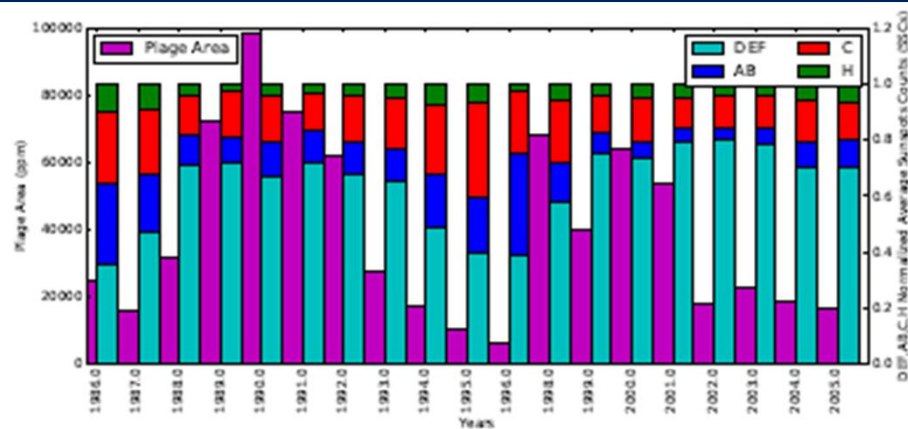
Figure 3. The x -direction denotes the years and the y -direction denotes the monthly mean SGs and SSC numbers (right) and Ca II K-flux (a, b) and FA (c, d) (left). The Ca II K-flux and FA data start from April, 25 1988 and complete April, 3 2014 while SGs and SSC numbers start from April, 25 1988 to April, 3 2014. The SGs and SSC numbers of AB, C, H and DEF in Figs. (a-d) are shown with blue, red, green and violet, respectively while Ca II K-flux and FA are shown with purple color in both figures.



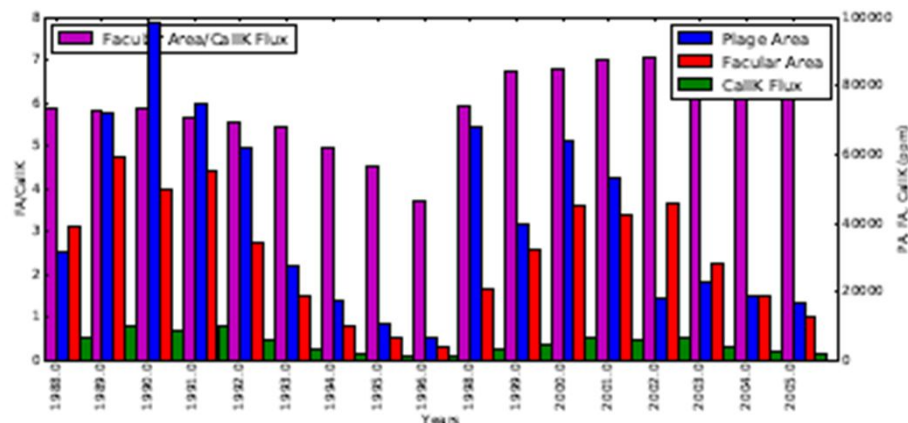
(a) Comparison of Ca II K-flux with normalized average sunspots counts in a time scale of a year is shown. The time intervals correspond to the Ca II K-flux are June, 15 1988-March, 1 2014.



(b) Comparison of FA with normalized average sunspots counts in a time scale of a year is shown. The time intervals correspond to the FA are June, 15 1988-March, 1 2014.



(c) Comparison of PA with normalized average sunspots counts in a time scale of a year is shown. The time intervals correspond to the PA are June, 15 1986-June, 15 2005.



(d) Comparison of grouped ratio of FA to Ca II K-flux with PA and FA, and Ca II K-flux in a time scale of a year is shown. The horizontal axis corresponds to the period August, 3 1988-June, 27 2005.

Figure 4. Variations of monthly mean Ca II K-flux, FA and PA data and sunspot numbers versus years are given. The horizontal axis corresponds to the period June, 15 1988-March, 1 2014 for the Figs. 4(a) and 4(b) while it corresponds to the period June, 15 1986-June, 15 2005 and August, 3 1988-June, 27 2005 for the Figs 4(c) and 4(d), respectively. The y-axis on the left-hand sides show the Ca II K-flux, FA and PA with the purple color while the averaged SSC numbers for AB, C, H and DEF classes are indicated on the right-hand sides of the y-axis with blue, red, green and light-green colors for the Figs. (a), (b) and (c), respectively. In addition to this, the y-axis on the left-hand side shows the grouped ratio of FA to Ca II K-flux with the purple color while the PA and FA, and Ca II K-flux are the blue, red and green colors are indicated on the right-hand side of the y-axis in Fig. (d).

* SG sınıflaması: Rome Obs. (SAC 21) & Learmonth Obs. (SACs 22 ve 23): NGDC Homepage

* SGs: Zürich Class. (SAC 21) & McIntosh (SACs 22 ve 23)

* TSI: SOLAR2000 data

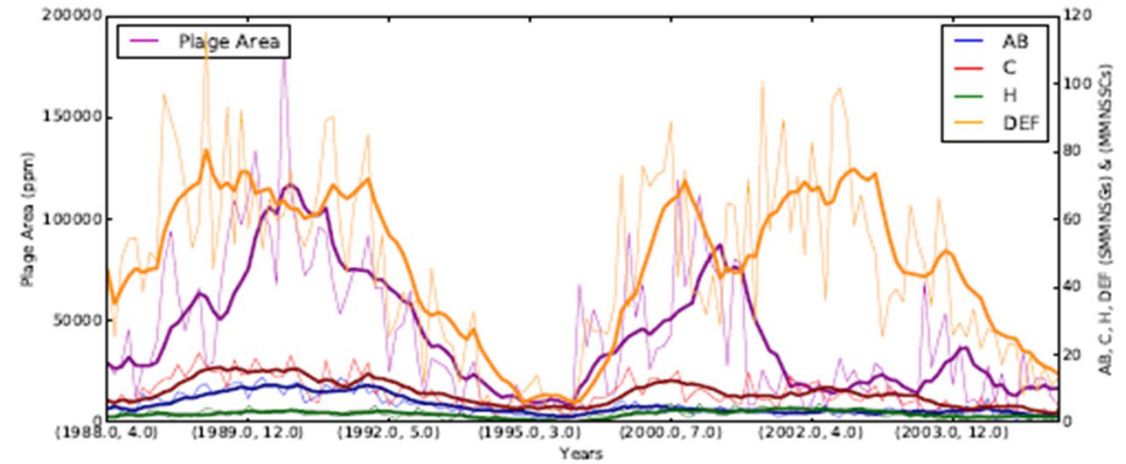
* Manyetik Alan: Wilcox Solar Obs.

* Faküla ve Ca II K-akısı: San Fernando Obs. (SFO)

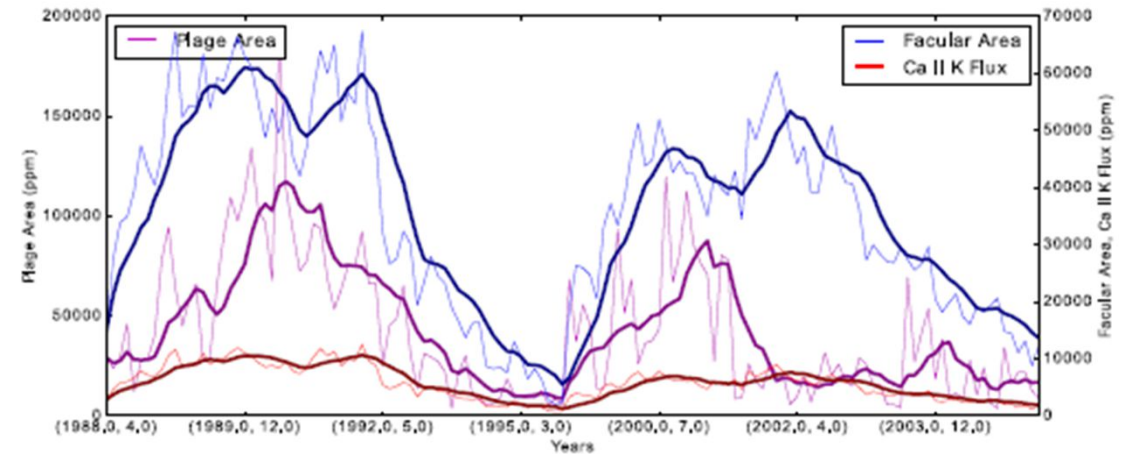
* Plage ve Ca II K-akısı: Kodaikanal Data (KKL)

Table 1. Pearson Correlation Coefficients between Solar Indices (SI) and AB, C, H and DEF type SGs.

SI	AB	C	H	DEF
B	0.626	0.632	0.455	0.630
TSI	0.736	0.840	0.754	0.896
FA	0.708	0.859	0.752	0.890
Ca II K-Flux	0.760	0.864	0.704	0.869
PA	0.612	0.595	0.266	0.411



(a) Time series of monthly grouped and averaged PA compared with time series of AB, C, H and DEF type sunspot counts are given. Thick lines are 15 day simple moving averages.



(b) Time series of monthly grouped and averaged PA compared with monthly grouped and averaged FA and Ca II K-flux are given. Thick lines are 15 day simple moving averages.

Figure 5. The x -direction denotes the years and the y -direction denotes the monthly mean SGs and SSC numbers (right) and the monthly grouped and averaged PA (left) in Fig. (a). Besides, the y -direction denotes the monthly grouped and averaged FA and Ca II K-flux (right) and the monthly grouped and averaged PA (left) in Fig. (b). The SSCs data start from April, 17 1988 and finish in December, 20 2005 while PA and FA, and Ca II K-flux data start from April, 17 1988 till to December, 20 2005. In Fig. 5 (a), the PA is shown with purple color while AB, C, H and DEF are shown with blue, red, green and yellow colors, respectively. In Fig. 5 (b), the PA is indicated with purple color while FA and Ca II K-flux are shown with blue and red color, respectively.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

- 1- Çalışmanın esası: 1981-2009 yılları arasında, 121.5 nm-300.5 nm dalgaboyları aralığındaki SSI değişimlerinin istatistiksel analizi & 1981-2010 yılları arasında tayf salma çizgilerinin standardize edilmesi ve ISSN data analizleri.
- 2- SSI analizi ve standardizasyonda, MATLAB & Güneş yüzey indislerinin analizinde, Python programlama dilleri kullanılmıştır.
- 3- 300.5 nm'de UV salma çizgi şiddetinde, negatif bir korelasyon bulduk (intensity değerindeki artış: 1.66%) & bu da 298.5 nm'de Fe II iyonuna karşılık gelmektedir. Bunlar kromosferde üretilen çizgilerdir.
- 4- En iyi fit değeri (121.5 nm) için elde edilmiştir. R^2 , 285.5 nm için, 1987'nin başından beri uyumsuzdur ve en büyük uyumsuzluk SAC 23'tedir & 300.5 nm için ise çok daha iyi sonuçlar vermektedir.
- 5- r_c en iyi sonuçları SAC 21'de 121.5 nm ve 285.5 nm için vermektedir & 121.5 nm ve ISSN arasındaki en iyi negatif fit SAC 23'de görülmektedir & 300.5 nm'de de aynı şekilde en iyi negatif fit görülmektedir. Büyük SGs'ların artan sayısı, göreli olarak çok daha iyi r_c değerini vermektedir.
- 6- Plaj bölgeleri, SSI için çok önemlidir çünkü aynı plaj bölgelerinde olduğu gibi SSI radyasyonunun büyük bir kısmı da kromosferden gelmektedir.
- 7- İyonların plotlarına geldiğimizde, 246.5 nm (Fe II) için, R^2 nin tutarlılığı SACs 21 ve 22'de çok iyi iken; SAC 23'de belirsizlik yaklaşık 30%'dur ve bu tutarsızlık, r_c hala iyi bir pozitif fite sahipken bile devam etmektedir. En iyi r_c değerleri, 279.5 nm (Mg II) için SACs 21 ve 22'de görülmüştür.
- 8- Özellikle SAC 23'ün azalan evresinde, R^2 nin açıklanamayan değişimi ve ISSN verileri ile uyumsuz değişimi çok daha belirgindir.
- 9- En iyi R^2 değeri ve r_c ye göre negatif değişim, SAC 23'ün azalan evresinde Cr II (286.5 nm) iyonunda ve Fe II (298.5 nm) iyonunda görülür ve bu iyonlar ISSN ile ters orantılı olarak değişir. Fakat, 298.5 nm için artış, SAC 22'nin azalan evresinde de görülür ve 1996'dan itibaren artmaya devam etmektedir.

10- R^2 değerleri özellikle SACs'nin azalan evrelerinde yüksektir çünkü ekstra ve bozucu etkiler söz konusu değildir (flares, CMEs, vs.)

11- Küçük SGs genellikle ISSN ile bağlantılı iken, büyük SGs ise faküler alanlar ile bağlantılıdır. Faküler alanlar, TSI’de etkilidir & Plaj alanları, bölgesel manyetik alana etki etmektedir.

12- Büyük ve küçük SGs sadece SAC 22’de benzer zaman değişimleri göstermişlerdir. AB ve C türü SGs’leri SAC 21 ve 22’de çok sayıda iken, DEF grupları tüm çevrimlerde önemli bir değişiklik göstermemişlerdir. Bu büyük lekeler özellikle TSI ve SSI değişimleri ile bağlantılıdır.

13- SAC 23’de plaj bölgelerinin toplam ve ortalama alanları azalmıştır ve plaj alanları C türü SGs’ları ile çok daha ilişkilidir. Plaj alanlarının güneş yüzeyinde kapladıkları alan 2002’nin ortalarından itibaren azalmaya başlamıştır.

14- Faküler alanlar 1996'dan 2009 ortalarına kadar artmıştır ve 2010'da tekrar artmaya başlamıştır. Faküler alanlar, büyük SGs'ları ile orantılıdır ve büyük SGs'ları özellikle 2002'den sonra çok daha aktiftir.

15- Fakülalar, plaj alanları evrimleşmeden önce evrimleşmeye başlamışlardır ve faküler alanlar 2001'den itibaren yüksek oranda iken Ca II K-akısı ise bunun tam tersidir.

16- Güneş yüzey indislerine ait zaman serisi analizlerimiz, SSI, iyonlar ve ISSN değişimlerinin istatistiksel sonuçları ile uyumludur, çünkü 285.5 nm’de SSI değişimi 1987’den itibaren sapmaya başlamıştır; halbuki 300.5 nm tayf çizgisi 2003’den sonra artmaya başlamıştır. 1987 ve 1996 önemli yıllardır, çünkü faküler alanlar 1996’da artmaya başlamıştır ve 1999 yılında Ca II K-akısı ve faküler alan uyumu birbirinden uzaklaşmaya başlamıştır. Güneş yüzeyinde faküler alanların kapladığı alan 1990’da maksimumdur.

17- Şekil 4(c)-e'den görüleceği gibi, SAC 23'ün azalan evresinde 2003'den 2010'a kadar azalma daha az iken, Fe II (298.5 nm) iyonu için 1996'da artış başlamıştır.

18- Bu çalışma, güneş lekeleri/ leke grupları sayısı ve sınıfı; faküler alanlar; Ca II K-akısı ve plaj alanlarının, SSI, kimyasal element iyonları ve ISSN üzerinde ne kadar önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

TESEKKUR
EDERIM

