

21. GÜNEŞ DÖNGÜSÜ İÇİN GÜNEŞ AKTİVİTE İNDİSLERİ İLE ORTA ENLEM foF2 ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Ayşe İNCE¹, Erdinç TİMOÇİN², Ali YEŞİL¹

¹Fırat Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 23169 Elazığ, TÜRKİYE

²İnönü Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 44280 Malatya, TÜRKİYE

aince@firat.edu.tr, ertim44@hotmail.com, ayesil@firat.edu.tr

Özet: Güneş, geniş bir radyasyon aralığında ışıma yapmakta ve özellikle ultraviyole ışınları, ionosfer tabakasının iyonlaşmasında ve bu bölgedeki elektron yoğunluğu üzerinde baskın bir rol oynamaktadır. Ayrıca Güneş aktivitesi, ionosferdeki elektron yoğunluğunu değiştirmekte ve yüksek frekanslı radyo dalgaları ile yapılan haberleşme üzerinde önemli etkiler meydana getirmektedir. Bu çalışmada, 21. Güneş döngüsü için Rome (41,5° K, 12,3° D) ve Slough (51,5° K, 0,6° B) iyonsonda istasyonlarından ölçülen üzerindeki foF2'nin aylık öğlen medyan değerleri ile farklı Güneş aktivite indisleri (Güneş lekesi sayısı, Güneş parlaklık, Güneş akısı) arasındaki ilişki regresyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlardan, Güneş indisleri ile foF2 arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca bu ilişkinin mevsimlere, Güneş indislerine, artan ve azalan Güneş döngüsüne ve enleme göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Abstract: The Sun emits in a wide range of radiations. In particular, ultraviolet radiations plays a dominant role in ionization of the ionosphere and on the electron density in this region. Solar activity also changes the electron density in the ionosphere and brings significant effects on the communication with high-frequency radio waves. In this study, for the 21th solar cycle, relationship between the monthly-noon median values of foF2 on Rome (41,5° N, 12,3° E), Slough (51,5° N, 0,6° W) ionosonde stations and different solar activity indices (sunspot number, solar flux, solar flare) is examined by using regression analysis. From the regression analysis results, it seen that there is a important relation between the solar indices and ionospheric foF2. It is also observed that relation between the solar indices and the foF2 varies according to seasons, solar indices, ascending branche and descending branche of cycle 21th and latitudes.

1. Giriş

Güneş'ten gelen ultraviyole ışınları ve X-ışınları, özellikle orta ve düşük enlemler üzerindeki iyonlaşmanın temel kaynağıdır [1,2]. Bundan dolayı ionosferin yapısındaki değişimleri daha iyi anlayabilmek için ionosferik parametreler ile Güneş aktivitesi arasındaki ilişkiyi tanımlamak çok önemlidir [3-5]. Ultraviyole akı ile ilgili verilerin sınırlı olmasından dolayı, Güneş aktivite indisleri bu veriler yerine kullanılabilir. Bu indislerin en önemlileri Güneş lekesi sayısı indisi, Güneş akı indisi ve Güneş parlaklık indisi [5-6]. Güneş aktivitesi, farklı zaman skalaları üzerinden değişmektedir ve bu değişimin en göze çarpanı ise 11 yıllık Güneş döngüsüdür. Güneş döngüsü tekrarlı bir yapıya sahip olmasına rağmen, şiddeti döngüden döngüye değişiklik göstermektedir. Ayrıca Güneş döngüsünün artan ve azalan fazı boyunca Güneş aktivite indislerinin değişimi ve ionosfer üzerindeki etkileri, mevsimlere göre ve enlemelere göre farklılık göstermektedir [5-10]. Bundan dolayı ionosferik parametrelerin Güneş aktivitesine bağlılığının ve fiziksel doğasının araştırılması, güncel bir konu olarak devam etmektedir. F2 tabakasının kritik frekans değeri, ionosferik parametrelerin en önemlilerinden birisidir. Bu çalışmada, 21. Güneş döngüsü için farklı Güneş aktivite indislerinin Slough ve Rome istasyonlarından alınan foF2 öğlen medyan değerleri üzerindeki etkisi ve aralarındaki ilişki Güneş döngüsünün artan ve azalan fazına, mevsimlere ve enleme göre incelenmeye çalışılmıştır.

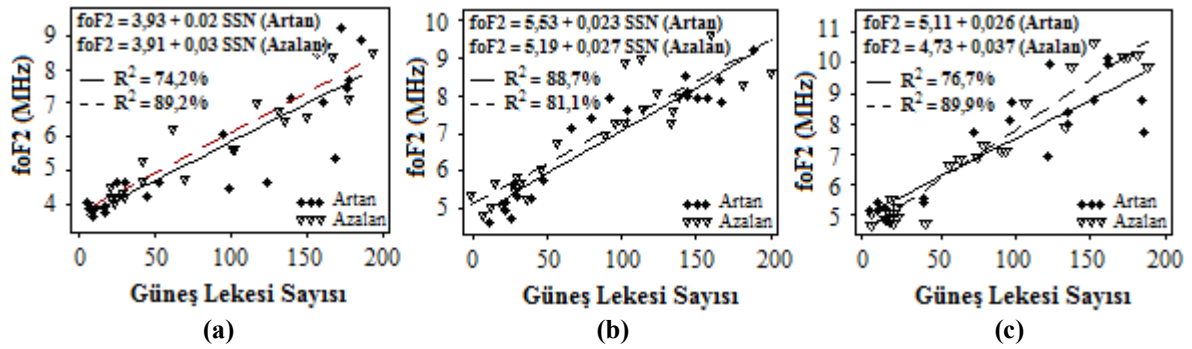
2. Veri ve Analiz Yöntemleri

Bu çalışmada, 21. Güneş döngüsü için Güneş aktivitesi ile ionosferik foF2 arasındaki ilişki, Slough ve Rome istasyonlarından alınan foF2 öğlen medyan değerleri ve Güneş aktivite indisleri (Güneş lekesi sayısı, Güneş parlaklık, Güneş akısı) arasında regresyon analizi kullanılarak incelenmeye çalışılmıştır. Bu veriler uzay fiziği interaktif data merkezinden alınmıştır [11]. 11 yıllık Güneş döngüsünde zamanla meydana gelen değişim ile foF2 arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için seçilen 21. Güneş döngüsü, artan faz (1976-1980) ve azalan faz (1981-1986) olarak iki bölüme ayrılmıştır. Her bir faz için Güneş aktivitesinde meydana gelen değişimin mevsimsel etkisi ile foF2 arasındaki ilişkiyi tespit edebilmek için ise foF2 verileri ile Güneş aktivite indisi verileri

kış (kasım, aralık, ocak, şubat), yaz (mayıs, haziran, temmuz, ağustos) ve ekinoks (mart, nisan, eylül, ekim) olmak üzere üç mevsime ayrılmıştır. Sınıflandırılan foF2 verileri ve Güneş aktivite indisi verilerinin her bir grubu arasında farklı mevsimlere, farklı Güneş aktivite indislerine, artan ve azalan Güneş fazlarına ve enleme göre regresyon analizi uygulanarak regresyon belirleme katsayıları (R^2) elde edilmiştir.

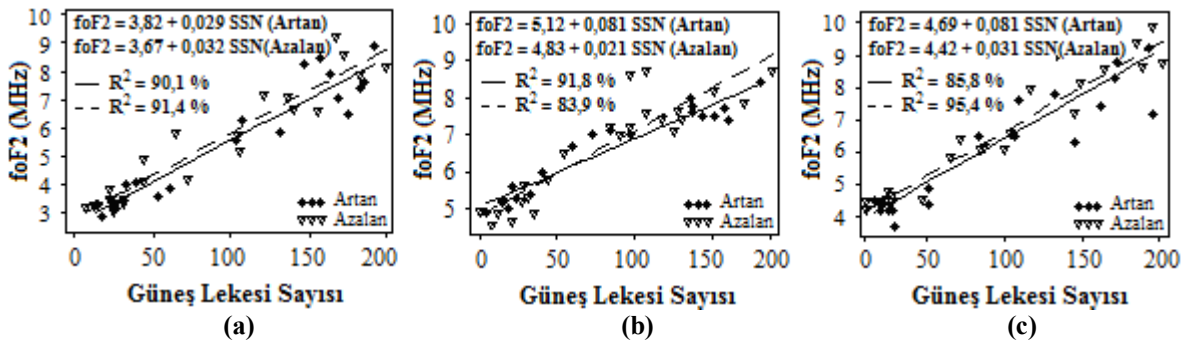
3. Bulgular

Şekil 1, farklı mevsimler için (kış, yaz ve ekinoks) 21. Güneş döngüsünün artan ve azalan fazlarında Rome istasyonundan alınan foF2 öğlen medyan verileri ile Güneş lekesi sayısı arasındaki regresyon analizi ve analizden elde edilen regresyon belirleme katsayı sonuçlarını göstermektedir. Sonuçlardan foF2 ile Güneş lekesi sayısı arasında önemli bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin mevsimlere, Güneş döngüsünün artan- azalan fazlarına göre farklılık gösterdiği net bir şekilde görülmektedir. Kış ve ekinoks dönemlerinde Güneş döngüsünün azalan fazları için foF2 ve Güneş lekesi sayısı arasında elde edilen R^2 'nin, artan faz için elde edilen R^2 değerinden büyük olduğu yani bu iki nicelik arasındaki ilişkinin daha kuvvetli olduğu görülmektedir. Yaz dönemi için ise tam tersi bir ilişki tespit edilmiştir.



Şekil 1. 21. Güneş döngüsünün artan ve azalan fazları için Rome istasyonundan alınan foF2 öğlen medyan verileri ile Güneş lekesi sayısı arasındaki ilişki. (a). Kış dönemi, (b). Yaz dönemi, (c). Ekinoks dönemi.

Şekil 2, farklı mevsimler için (kış, yaz ve ekinoks) 21. Güneş döngüsünün artan ve azalan fazlarında Slough istasyonundan alınan foF2 öğlen medyan verileri ile Güneş lekesi sayısı arasındaki regresyon analizi ve analizden elde edilen R^2 değerlerini göstermektedir. foF2 ile güneş lekesi sayısı arasında Rome istasyonu için elde edilen kuvvetli ilişkiye benzer sonuçlar Slough istasyonu içinde tespit edilmiştir. Ancak enlem derecesinin artması ile R^2 değerinin büyüdüğü yani foF2 ile Güneş lekesi sayısı arasındaki ilişkinin daha da kuvvetlendiği görülmektedir. Rome istasyonundan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Slough istasyonunda da kış ve ekinoks dönemlerinde Güneş döngüsünün azalan fazları için foF2 ve Güneş lekesi sayısı arasında elde edilen R^2 'nin, artan faz için elde edilen R^2 değerinden büyük olduğu yani bu iki nicelik arasındaki ilişkinin daha kuvvetli olduğu görülmektedir. Yaz dönemi için ise yine tam tersi bir ilişki tespit edilmiştir.



Şekil 2. 21. Güneş döngüsünün artan ve azalan fazları için Slough istasyonundan alınan foF2 öğlen medyan verileri ile Güneş lekesi sayısı arasındaki ilişki. (a). Kış dönemi, (b). Yaz dönemi, (c). Ekinoks dönemi.

Tablo1, Rome ve Slough istasyonlarından alınan foF2 ile Güneş aktivite indisleri arasında farklı fazlara ve farklı mevsimlere göre elde edilen R^2 değerlerini göstermektedir. Sonuçlardan foF2 ile Güneş aktivite indisleri arasında önemli bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin mevsimlere, Güneş döngüsünün artan-azalan fazlarına göre ve enleme göre farklılık gösterdiği net bir şekilde görülmektedir. Her iki istasyon ve tüm Güneş aktivite indisleri için elde edilen R^2 değerlerinin kış ve ekinoks dönemlerinin azalan fazlar için büyük olduğu yani ilişkinin daha kuvvetli olduğu, artan fazlar için ise R^2 değerlerinin daha küçük olduğu görülmektedir. Yaz döneminde ise R^2 değerlerinin iki istasyon ve tüm indisler için tersi yönde bir ilişki ortaya koyduğu görülmektedir. Enlem derecesinin artması ile indisler ve foF2 arasındaki R^2 değerlerinin arttığı yani ilişkinin kuvvetlendiği görülmektedir. Ayrıca foF2 ile indisler arasında elde edilen R^2 değerlerini incelediğimizde en büyük R^2 değerlerinin tüm mevsimler ve fazlar için foF2 ile Güneş akısı indisi arasında elde edildiği yani, verilerin alındığı saat için iyonosferin fiziksel yapısını en iyi şekilde bu indisin açıkladığı görülmektedir.

Tablo 1. 21. Güneş döngüsünün artan ve azalan fazları için Rome ve Slough istasyonlarında alınan foF2 öğlen medyan değerleri ile Güneş indisleri arasındaki R^2 değerleri.

Güneş İndisleri	Fazlar	Rome foF2 (MHz)			Slough foF2 (MHz)		
		Kış	Yaz	Ekinoks	Kış	Yaz	Ekinoks
Güneş Lekesi Sayısı	Artan	74,2	88,7	76,7	90,1	91,8	85,8
	Azalan	89,2	81,1	89,9	91,4	83,9	95,4
Güneş Akısı İndisi	Artan	78,0	92,2	85,4	92,8	93,7	88,6
	Azalan	91,2	83,4	94,0	93,5	85,2	96,2
Güneş Parlaklık İndisi	Artan	65,3	82,2	70,3	69,3	88,6	75,3
	Azalan	81,2	67,8	78,6	81,3	69,8	80,4

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, foF2'nun Güneş aktivitesine bağlılığı araştırılmıştır. Analiz sonuçlarından, foF2 ile Güneş aktivite indisleri arasında önemli bir ilişki olduğu, bu ilişkinin mevsimlere, Güneş döngüsünün artan-azalan fazlarına göre ve enleme göre farklılık gösterdiği ve analizin yapıldığı saat için Güneş'in iyonosferin yapısı ve elektron yoğunluğu üzerinde büyük oranda belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir.

Kaynaklar

- [1]. Chen Y., Liu Y. ve Won W., "Does the F10,7 index correctly describe solar EUV flux during the deep solar minimum of 2007-2009?", J. Geophys Res., Amerika, 116, doi: 10.1029/2010JA016301, 2011.
- [2]. Özgüç A., Ataç T. ve Pektaş R., "Examination of the solar cycle variation of foF2 for cycles 22 and 23", J. Atmos. Sol-Terr. Phys., Ukrayna, s:268-276, 2008.
- [3]. Ikubanni S. O., Adebesein B. O., Adebisi S. J. ve Adeniyi J. O., "Relationship between F2 layer critical frequency and solar activity indices during different solar epochs", Indian Journal of Radio&Space Physics, 42, s:73-81, 2013.
- [4]. Liu L., Wan W., Chen Y. ve Le H., "Solar activity effects of ionosphere", Chin Sci Bull., Çin, 56, s:268-276, 2008.
- [5]. Rishbeth H. ve Medillo M., "Patterns of F2 layer variability", J. Atmos. Sol-Terr., Ukrayna, 63, s:1611-1680, 2001.
- [6]. Liu L., Wan W., Ning B., Pirog O. M. ve Kurkin V. I., "Solar activity variations of the ionospheric peak electron density", J. Geophys Res., Amerika, 111, doi:10.1029/2006JA011598, 2006.
- [7]. Lui Y., Chen Y. I. ve Lin J. S., "Statistical investigation of the saturation effect in the ionospheric foF2 versus sunspot, solar radio noise and solar EUV radiation", J. Geophys Res., Amerika, 108, s: 1067-1073, 2003.
- [8]. Richards P. G., "Seasonal and solar cycle variations of the ionospheric peak electron density: Comparison of measurement and models", J. Geophys Res., Amerika, 106, s:803-819, 2001.
- [9]. Ataç, T., Özgüç A., "Overview of the solar activity during solar cycle 23.", Solar Physics, 233, s:139-153, 2006.
- [10]. Özgüç A., Tulunay Y., Ataç T., "Examination of the solar cycle variation of foF2 by using solar flare index for the cycle 21.", Advances in Space Research, 22 (1), s:139-142, 1998.
- [11]. <http://spidr.ngdc.noaa.gov/spidr/>