

Güneş Lekelerinin Manyetik Sınıflandırması ve Zürih Sınıflandırması Arasındaki İlişkinin Araştırılması

Ahmet Burak Karslıoğlu^{1*}, Seray Şahin¹, Ali Kılçık¹

¹ Uzay Bilimleri Ve Teknolojileri Bölümü, Fen Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, 07058, ANTALYA

Özet

Bu çalışma kapsamında, Ocak 1986 – Haziran 2017 tarihleri arasında gözlenen güneş leke gruplarının modifiye edilmiş Zürih leke sınıflandırması, manyetik alan sınıflandırması ve güneş patlama (solar flare) enerjileri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, her bir manyetik sınıfın karmaşık güneş leke grubu (D, E ve F modifiye edilmiş Zürih leke sınıfı) içerme potansiyelleri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda: i) Gama manyetik sınıfı güneş leke gruplarının tamamı karmaşık iken hiçbir alfa manyetik sınıfı karmaşık değildir. ii) Alfa manyetik sınıfı güneş leke gruplarının çoğu basit (A, B, C ve H modifiye edilmiş Zürih leke sınıfı) gruplar olup bunların yüzde 55 ' i H grubudur. iii) Beta-Gama-Delta manyetik sınıfın %98 ' i karmaşık leke gruplarından oluşmaktadır. iv) Beta-Gama-Delta leke sınıfı diğer manyetik sınıflardan daha yüksek patlama üretme potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: (Sun:) sunspots, Güneş Sistemi Astronomisi

1 Giriş

Güneş lekeleri, güneş yüzeyinde (fotosfer tabakası) gözlenen ve etrafına göre daha koyu renkteki geçici yapılardır. Güneş yüzeyinde manyetik alanın diferansiyel dönme ile etkileşimi sonucu oluşurlar ve günler, haftalar, hatta aylarca görüldükten sonra kaybolurlar. Güçlü manyetik alan, lekelerin bulunduğu çevrenin sıcaklığını 5780°K den 4000°K ye kadar düşürür, bu nedenle lekenin bulunduğu alan çevresine göre daha koyu renkte görülür. Gelişmiş bir güneş lekesi temelde iki bölümden oluşmaktadır; i) Güneş lekесinin merkezinde yer alan ve çevresine göre daha koyu renkli bölge umbra (gölge), ii) umbranın etrafını çeviren nispeten daha açık renkli bölge ise penumbradır (yarı gölge). Umbra bölgesinde manyetik alan şiddeti en yüksek değerindedir. Güneş fotosferinde ortalama manyetik alan 1 Gauss mertebesinde iken, gelişmiş bir Güneş lekесinde manyetik alanın şiddeti birkaç bin Gauss mertebesinde olabilmektedir.

1.1 Leke Sınıflandırması

Güneş leke grupları, yüzyıllardır astronomlar ve güneş fizikçileri tarafından gözlenmektedir. Fakat güneş lekelerinin düzenli gözlem ve kayıtları 1610 yılından itibaren başlamıştır (Vaquero 2007). Güneş lekeleri, Cortie (2018) tarafından görünümüne göre 20. Yüzyılın başlarından itibaren sınıflandırılmaya başlanmıştır. Daha sonra Waldmeier (1955), güneş lekelerinin morfolojisi ve evrimini tanımlamak için Zürih sınıflandırma şemasını tanıtmıştır. Waldmeier tarafından geliştirilen bu güneş leke sınıflandırması, güneş patlamaları ve güneş lekeleri arasındaki ilişkiyi daha iyi açıklamak için McIntosh (1990) tarafından modifiye edilmiş olup günümüzde kullanılan güneş leke sınıflandırması şeklini almıştır. Bu sınıflandırma leke morfolojisi, en büyük lekenin penumbrası ve ara leke dağılımı olmak üzere temel olarak üç parametreye dayanır. Bu çalışma kapsamında sadece leke morfolojisi ile ilgilenilmiştir. Bu parametreye göre, güneş lekeleri 7 ana sınıfa ayrılmıştır (A, B, C, D, E, F ve H).

A: Tek kutuplu, penumbra içermeyen güneş lekесi. Güneş

leke grubunun başlangıcını veya sonunu gösterir. B: Çift kutuplu, penumbra içermeyen güneş lekесi. C: Öncü veya takip eden lekelerden birinde penumbra bulunan çift kutuplu güneş leke grubu. D: 10 yaş saniyesinden daha az boylamsal uzanıma sahip, grubun her iki ucunda da penumbra içeren çift kutuplu güneş leke grubu. E: 10 - 15 yaş saniyesi arasında boylamsal uzanıma sahip, grubun her iki ucunda da penumbra içeren çift kutuplu güneş leke grubu. F: 15 yaş saniyesinden daha fazla boylamsal uzanıma sahip, grubun her iki ucunda da penumbra içeren çift kutuplu güneş leke grubu. H: en büyük lekесi penumbra içeren tek kutuplu güneş leke grubu. Genellikle çift kutuplu önceki leke gruplarının kalıntılarıdır veya bozulmuş lekelerden oluşurlar. Bazen yanında birkaç küçük leke ile de gözlemlenir.

Bazı güneş leke grupları, diğer güneş leke gruplarından daha karmaşık bir manyetik yapıya sahiptir ve bu karmaşık yapıya sahip olanların güneş patlaması üretme olasılıkları daha yüksektir (Eren 2017). Bu farklılıkları anlamak için güneş lekelerinin manyetik sınıflandırılması yapılmaktadır. Kaliforniya'daki (ABD) Mount Wilson Gözlemevi tarafından yapılan bu sınıflandırmada manyetik sınıflar:

- Alpha: Tek manyetik kutuplu bir güneş lekесi grubu.
- Beta: Hem pozitif hem de negatif manyetik kutba (bipolar) sahip bir güneş leke grubu.
- Gama: Pozitif ve negatif manyetik kutupların, düzensiz dağılım gösterdiği ve bu yüzden bipolar olarak sınıflandırılmayacak kadar karmaşık manyetik yapıya sahip güneş leke grubu.
- Delta: Zıt manyetik kutuba sahip penumbra ile umbra arasındaki ayrımın 2 dereceden az olduğunu gösteren manyetik sınıf göstergesi.
- Beta-Gama: Çift manyetik kutuba sahip olmasına rağmen zıt kutupları ayıran tek bir devamlı çizgi olmayacak kadar karmaşık güneş leke grubu.
- Beta-Delta: Bir (veya daha fazla) delta güneş leke grubu içeren genel beta manyetik konfigürasyonlu bir güneş leke grubu.
- Beta-Gama-Delta: bir (veya daha fazla) delta güneş le-

* burak.5005@hotmail.com

Çizelge 1. Modifiye edilmiş Zürih leke sınıflandırması ve Manyetik sınıflandırmanın karşılaştırılması ve her bir manyetik sınıfın basit ve karmaşık leke içerme oranı.

Zürih / Manyetik Sınıf	A(%)	B(%)	C(%)	D(%)	E(%)	F(%)	H(%)
Alfa	2550 (%45.46)	8 (%0.14)	13 (%0.23)	0 (%0.)	0 (%0.)	0 (%0.)	3038 (%54.16)
Beta	11 (%0.08)	3377 (%26.11)	4103 (%31.73)	3561 (%27.54)	1507 (%11.65)	355 (%2.74)	17 (%0.13)
Beta-Delta	0 (%0)	0 (%0)	11 (%5.55)	83 (%41.91)	75 (%37.87)	29 (%14.65)	0 (%0)
Beta-Gama	0 (%0)	3 (%0.39)	47 (%6.15)	172 (%22.51)	312 (%40.83)	228 (%29.84)	2 (%0.26)
Beta-Gama-Delta	0 (%0)	0 (%0)	3 (%0.93)	51 (%15.89)	122 (%38)	144 (%44.86)	1 (%0.31)
Gama	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%20)	3 (%60)	1 (%20)	0 (%0)
Gama-Delta	1 (%14.28)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%14.28)	1 (%14.28)	4 (%57.14)	0 (%0)

kesi içeren beta-gama manyetik konfigürasyonuna sahip bir güneş leke grubu.

- h. Gama-Delta: bir (veya daha fazla) delta güneş lekesi içeren Gama manyetik konfigürasyonlu bir güneş leke grubu.

1.2 Güneş Patlamaları ve Sınıflandırılması

Güneş yüzeyinde gerçekleşen en şiddetli olaylar, ani parlamalar şeklinde gözlenen Güneş patlamalarıdır. Güneş patlamaları lekelerin oluşum dinamikleriyle yakından ilişkili olup lekeler civarında gerçekleşirler. Lekelerin bulunduğu bölgeden fıskıran plazma, iplikli yapılar şeklinde manyetik alan çizgilerini takip ederek yayılır. Bir süre sonra bu iplikli yapılar gerilim kuvvetlerine dayanamayarak kopar ve kütle atımları şeklinde uzay boşluğuna saçılır. Bir Güneş patlaması meydana geldiğinde, elektromanyetik spektrumda, radyo dalgalarından gama ışınlarına kadar uzanan geniş bir bant üzerinde ışınım yayınlanır. Güneş patlamalarının en iyi sınıflandırma metodu X-ışını şiddetine göre yapılmaktadır. Bu sınıflar; X, M, C, B ve A'dır. X sınıfı (10^{-4} W/m^2) bir patlamanın sahip olduğu enerjinin onda biri enerjiye sahip olan patlamalar M sınıfı, M sınıfının da onda biri enerjiye sahip olan patlamalar C sınıfı, C sınıfının sahip olduğu enerjinin onda biri mertebesinde bir enerjiye sahip olan patlamalar B sınıfı patlamalar, B sınıfının onda biri enerjiye sahip patlamalar ise A sınıfı patlamalar olarak adlandırılırlar.

2 Materyal ve Metod

Bu çalışmada güneş leke verileri, X-ışını Güneş patlama sınıfı verileri ve manyetik sınıf verileri temel veriler olarak kullanılmış olup, veriler Ocak 1986 – Haziran 2017 yılları aralığında günlük olarak alınmıştır. Günlük güneş leke verileri ve manyetik sınıf verileri, Sunspot Index and Long-term Solar Observations (SILSO) web sayfasından, X-ışını Güneş patlama sınıfı verileri ise National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Space Weather Prediction Center (SWPC) web sayfasından alınmıştır.

Kılıçık (2011) güneş lekerini basit (A, B, C ve H sınıfı güneş leke grupları) ve karmaşık (D, E ve F sınıfı güneş leke grupları) olmak üzere iki farklı gruba ayırarak, bu grupların farklı morfolo-

jik ve evrimsel özellikler taşıdığını göstermiştir. Bu çalışma kapsamında, her bir manyetik sınıf, basit ve/veya karmaşık Zürih leke sınıfı içerme oranlarına göre 7 farklı gruba ayrılmıştır. Normalde 8 manyetik sınıf bulunmaktadır fakat bu çalışmada kullanılan zaman aralığında Delta manyetik sınıfına ait gözlem verisi yoktur. Bu yüzden manyetik sınıflar 7 farklı gruba ayrılmıştır. Leke sınıfları ve içerdikleri manyetik sınıf yüzdeleri Çizelge-1 'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Ayrıca manyetik sınıflar X-ışını güneş patlamaları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken M sınıfı patlamalar sabit tutularak diğer sınıftaki patlamalar bu sınıfa normalize edilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, C sınıfı patlamalar 10 ile bölünerek, X sınıfı patlamalar ise 10 ile çarpılarak bütün patlama sınıfları M sınıfı cinsinden hesaplanmıştır. Gruplarda meydana gelen patlamaların toplam enerjileri hesaplanarak her bir manyetik sınıfın patlama üretme potansiyelleri elde edilmiştir.

3 Bulgular ve Sonuçlar

3.1 Manyetik Sınıflar ve Zürih Leke Sınıfları

Her bir manyetik sınıfın, modifiye edilmiş Zürih leke sınıfı içerme oranları incelenerek manyetik sınıfların basit ve karmaşık leke grubu içerme oranları hesaplanmıştır (Çizelge – 1). Çizelge-1'de ayrıntılı olarak verilen bu oranlardan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Alfa manyetik sınıfının tamamı basit leke grubu içerirken hiç karmaşık leke grubu içermemektedir.
- Alfa manyetik sınıfının büyük çoğunluğu H sınıfı leke grupları oluşturmaktadır.
- Alfa manyetik sınıfının tersine Gama manyetik sınıfının tamamı karmaşık lekelerden oluşurken hiç basit leke grubu içermemektedir.
- Beta-Delta, Beta-Gama, Beta-Gama-Delta manyetik sınıflarının büyük çoğunluğu da karmaşık leke grupları içermektedir.

Çizelge 2. Güneş lekelerinin manyetik sınıflarının patlama üretme potansiyellerinin karşılaştırılması

Manyetik Sınıf	C sınıfı Patlama Sayısı	M Sınıfı Patlama Sayısı	X Sınıfı Patlama Sayısı	Toplam Leke Grubu Sayısı	Toplam Akı $\times 10^{-5}$ W/m ²	Patlama Üretme Potansiyeli
Alfa	383	62	2	5609	318.76	0.05
Beta	4733	804	47	12931	4613.3	0.35
Beta-Delta	326	124	17	198	901.63	4.555
Beta-Gama	1172	227	17	764	1269.29	1.66
Beta-Gama	811	356	47	321	2276.99	7.09
Delta						
Gama	10	0	0	5	2.59	0.51
Gama-Delta	20	3	1	7	27.68	3.95

3.2 Manyetik Sınıfların Güneş Patlama Sınıfı Enerjileri İle Karşılaştırılması

Manyetik sınıfların X-ışın güneş patlama enerjileri ile ilişkileri araştırılmıştır. Her bir manyetik sınıfta meydana gelen C, M ve X sınıfı patlama sayıları, toplam grup sayıları ve bu patlamaların toplam enerjileri hesaplanmıştır. Bununla birlikte manyetik sınıfların patlama üretme potansiyelleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge-2'de ayrıntılı olarak verilmektedir. Buradan ortaya çıkartılan bulgular aşağıda listelenmiştir.

- Alfa, Beta ve Gama manyetik sınıfları en düşük patlama üretme potansiyellerine sahiptir.
- Beta-Gama-Delta manyetik sınıfında meydana gelen patlamaların enerjileri çok yüksek (2276.99) olup en yüksek patlama üretme potansiyeline sahiptirler.
- Beta-Gama manyetik sınıfında meydana gelen patlamaların sayısı ve enerjisi yüksek olsa da patlama üretme potansiyelleri oldukça düşüktür.

Kaynaklar

- Cortie, A. L.,: On the Types of Sun-Spot Disturbances. *Astrophys. J.* **13** (1901) 260–264
- Eren, S.; Kilcik, A.; Atay, T.; Miteva, R.; Yurchyshyn, V.; Rozelot, J. P.; Ozguc, A. : Flare-production potential associated with different sunspot groups. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **465** (2017) 68–75
- Kilcik, A., Yurchyshyn, V. B., Abramenko, V., Goode, P. R., Ozguc, A., Rozelot, J. P., Cao, W.: Time Distributions of Large and Small Sunspot Groups Over Four Solar Cycles. *Astrophys. J.* **731** (2011) 30–38
- McIntosh, P. S.,: The classification of sunspot groups. *Solar Physics* **125** (1990) 251–267
- Vaquero, J. M., Gallego, M. C., Trigo, R. M., : Sunspot numbers during 1736-1739 revisited. *Adv. in Space Res.* **40** (2007) 1895–1903
- Waldmeier, M., 1955.: Polare Fackeln. Mit 6 Textabbildungen. *Zeitschrift für Astrophysik* **38** (1955) 37–54

Erişim:

O13-1455: [UAK-2018 Program](#) — [UAK Bildiri](#) — [Turkish J.A&A.](#)