

Güneş ve Jeomanyetik Aktivite ve Bunların İnsan Fizyolojisi Üzerindeki Etkileri

James Odell, OMD, ND, L.Ac.

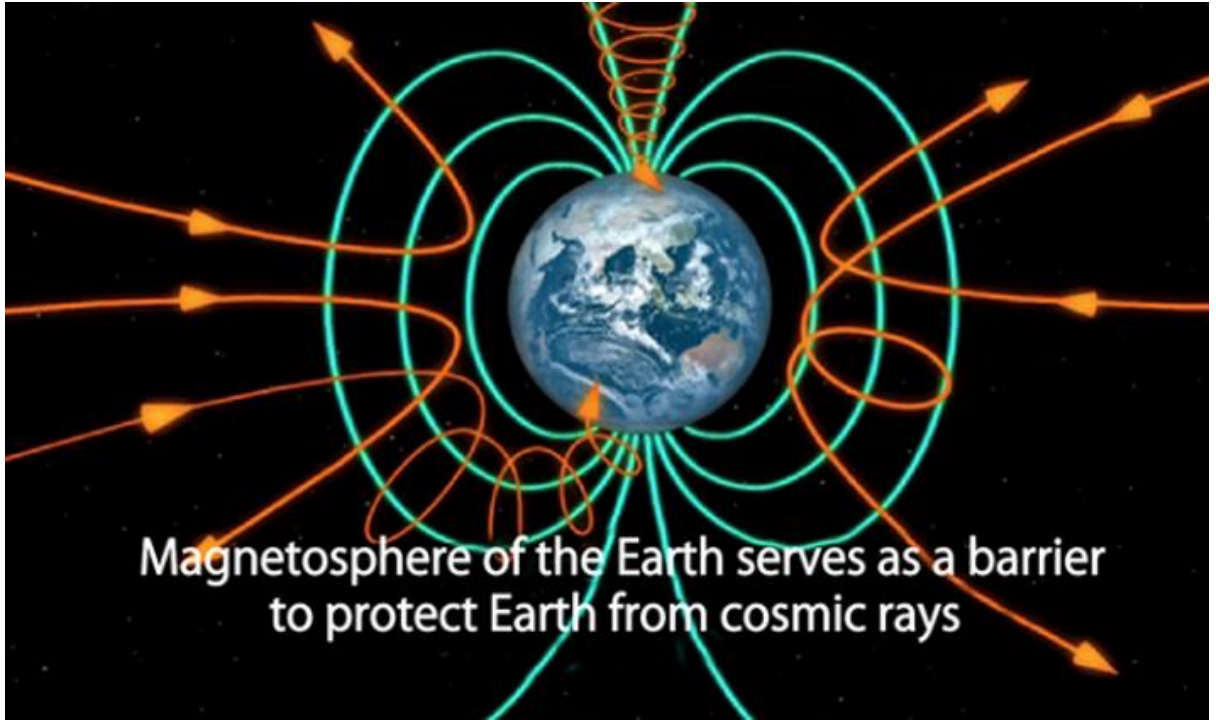
Güneş ve Jeomanyetik Aktivite (S-GMA), manyetosfer ve iyonosferdeki elektrik akımlarındaki değişikliklerin neden olduğu jeomanyetik alanın bozulmasıdır. Dünyanın jeomanyetik alanı ile etkileşime giren ve manyetosfer-iyonosfer akım sistemine enerji ekleyen güneş patlamaları, koronal kütle atımları ve yüksek hızlı rüzgar akımlarının akışındaki bu tür değişikliklerin ana nedenidir. Jeomanyetik fırtınalar, alt fırtınalar ve titreşimler jeomanyetik aktivitenin en kayda değer tezahürleridir. Çok sayıda çalışma günümüzde S-GMA'daki değişikliklerle ilişkili önemli fiziksel, biyolojik ve sağlık etkilerini tespit etmiştir. Hastane başvuruları ve sağlık kayıtları ile S-GMA arasında önemli korelasyonlar uzun süredir gözlemlenmektedir. Bugün, S-GMA'yı biyolojik etkiler ve insan sağlığı etkileriyle ilişkilendiren geniş bir araştırma grubu bulunmaktadır.

İyonosfer, Dünya'yı çevreleyen manyetik alanlarla çevrili yüksek oranda iyonize olmuş gazları tanımlayan bir terim olan plazma tabakasıdır. Plazmadaki yüklü parçacıklar manyetik alan çizgileri etrafında dönebilir ve onunla birlikte hareket ederek yüksek enerjili parçacıklar alan çizgileri boyunca Dünya'nın manyetik kutuplarına doğru akarken auroralar yaratabilir. Bu "manyetohidrodinamik süreç" Nobel Ödüllü Hannes Olof Gösta Alfvén tarafından manyetik alan çizgileri boyunca yayılan düşük frekanslı dalgaların nasıl oluştuğunu açıklamak için tanımlanmıştır.¹



Aurora Borealis - Stockholm, Sweden: Photo by [Anders Jildén \(@AndersJilden\)](#)

Manyetosferdeki durağan dalgalar, uzunlukları Dünya'nın yarıçapının birkaç katı olan birkaç manyetik alan çizgisini içerir ve bunlar uyarılır ve koparılmış bir gitar teline benzer şekilde rezonans frekanslarında salınır. Daha uzun alan çizgileri daha düşük bir rezonans frekansına sahipken, daha kısa alan çizgileri daha yüksek bir frekansta rezonansa girer. Etrafında daha fazla veya daha ağır parçacıkların döndüğü alan çizgileri daha düşük frekanslara sahip olma eğilimindedir. Güneş rüzgarı hızındaki ya da gezegenler arası manyetik alanın kutup ve yönelimindeki değişiklikler, Dünya yüzeyinde ölçüldüğü gibi dalgalar üzerinde dramatik etkilere sahip olabilir.²



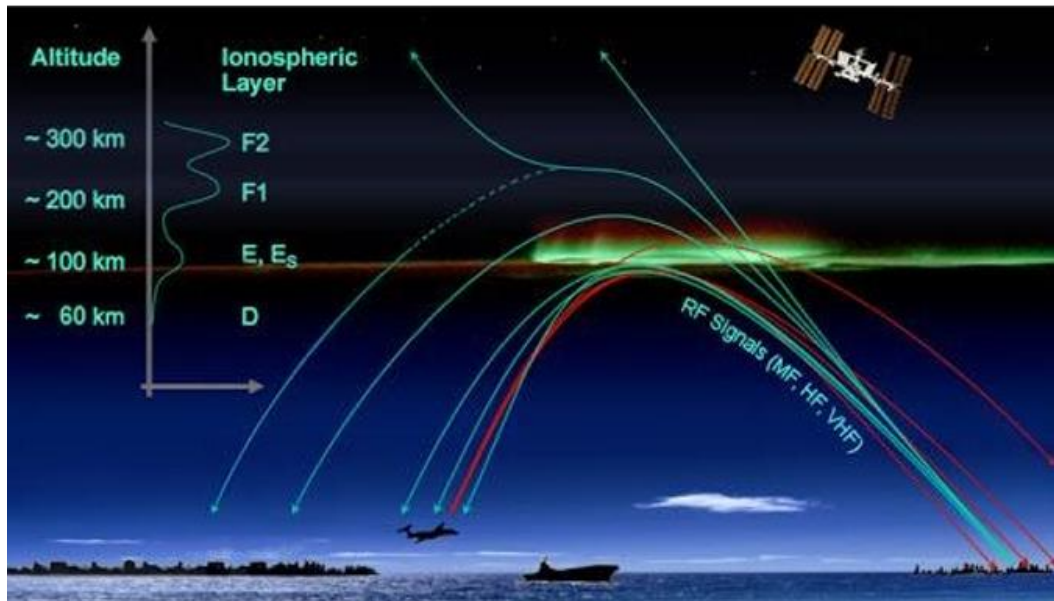
Jeomanyetik aktivite ve güneş aktivitesindeki değişiklikler veya bozulmalarla ilişkili çok çeşitli fizyolojik, psikolojik ve davranışsal değişiklikleri tanımlayan birçok çalışma yayınlanmıştır. Çalışmalar, alan çizgisi rezonanslarının artan genliklerinin özellikle kardiyovasküler sistemi etkileyebileceğini göstermiştir, çünkü büyük olasılıkla frekansları kardiyovasküler ve otonom sinir sistemlerinde bulunan birincil ritimlerle aynı aralıktadır.

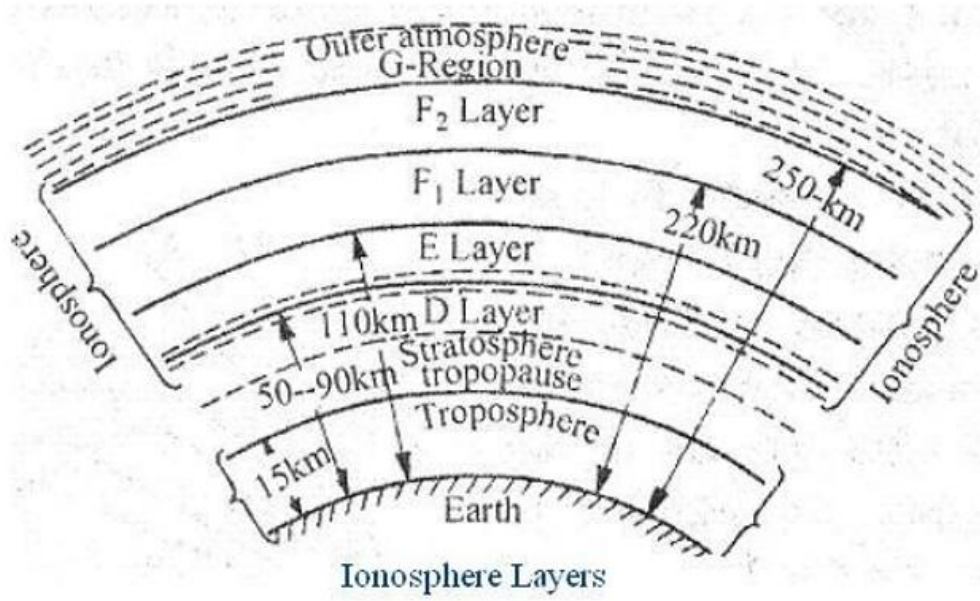
Bazı ülkelerde, manyetik alan bozuklukları kamu hava tahmin raporlarına dahil edilmektedir. (Uzay hava durumu haberlerine www.spaceweather.com adresinden erişilebilir) Daha geniş bir toplumsal ölçekte, artan şiddet, suç, sosyal huzursuzluk, devrimler ve terörist saldırıların sıklığı güneş döngüsü ve bunun sonucunda jeomanyetik alanda meydana gelen bozulmalarla ilişkilendirilmiştir.^{3, 4, 5}

Artan güneş aktivitesi sadece sosyal huzursuzluklarla ilişkilendirilmemiştir, aynı zamanda mimaride, sanatta, bilimde ve olumlu sosyal değişimde yenilik ve yaratıcılığın net bir şekilde ortaya çıktığı en büyük insani gelişme dönemleriyle ve finansal piyasalardaki değişken insan performansı ile de ilişkilendirilmiştir.6, 7, 8

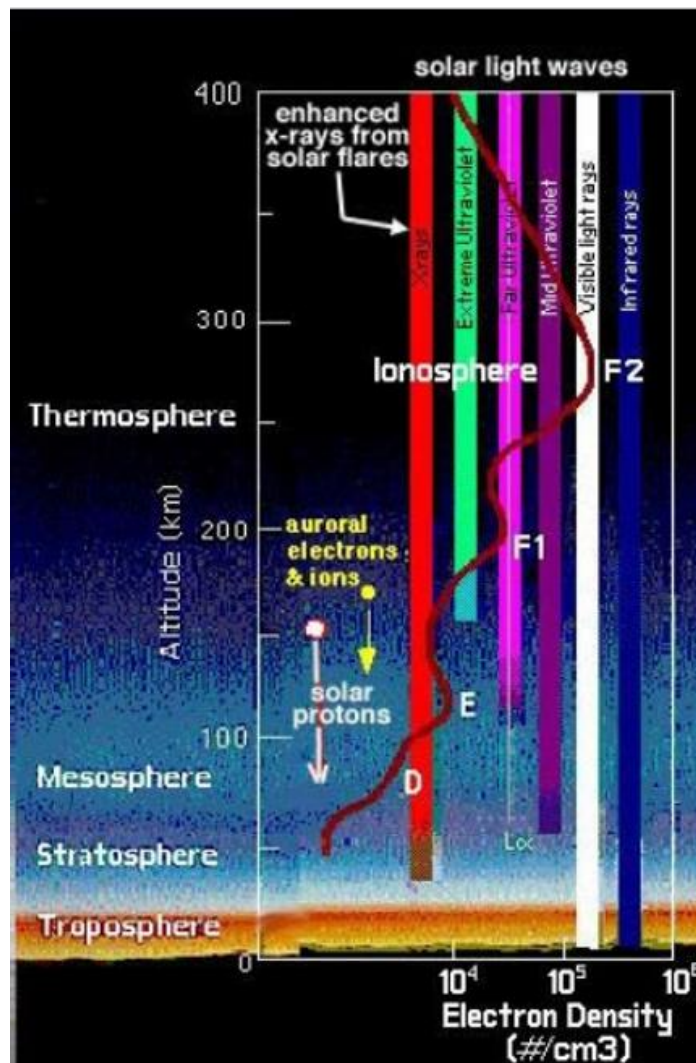
Son birkaç yıldır çeşitli araştırmalar kozmik ışın değişimlerinin ve jeomanyetik bozulmaların insan fizyolojisini etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmalar, ünlü astronom Alexander Chizhevsky'nin I. Dünya Savaşı sırasında yaptığı gözlemlere dayanmaktadır.9 Chizhevsky, sosyal çatışma ve savaşların güneş patlamalarının en yoğun olduğu dönemlerde yoğunlaştığını ve önemli insan olay ve davranışlarının güneşin döngüsünü yakından takip ettiğini gözlemlemiştir.10 Bu durum nihayetinde, bilinmeyen bazı güneş güçlerinin insan sağlığı ve davranışlarını etkilediği hipotezine yol açmış ve güneş sistemimizde meydana gelen olaylar ile Dünya'daki yaşam arasında kışkırtıcı bir bağlantı sağlamıştır.

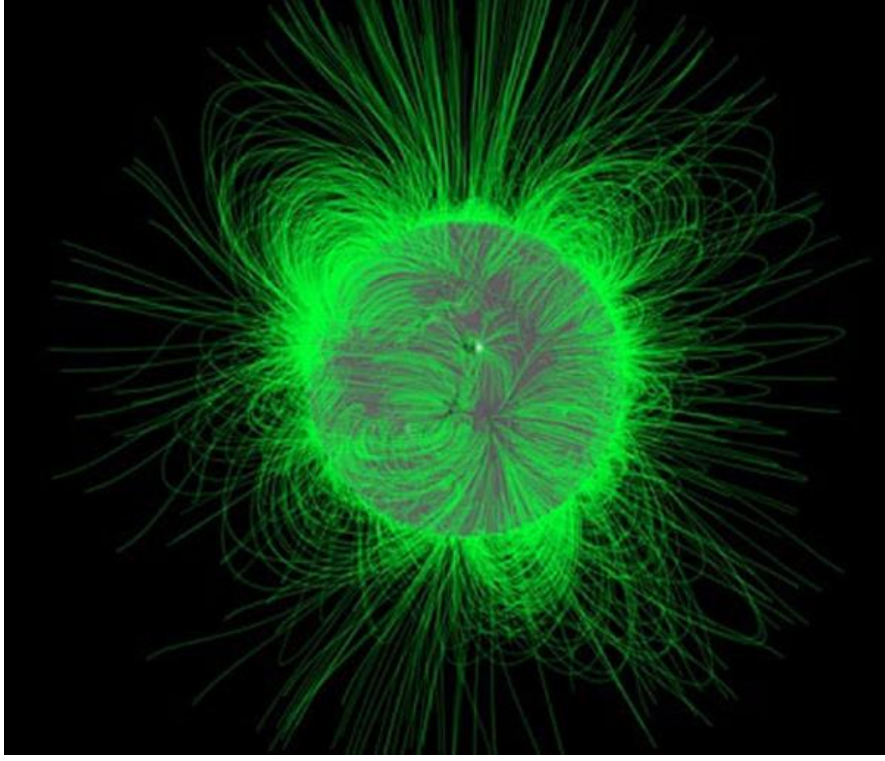
Jeomanyetik fırtınaların, yani küresel olarak kaydedilen jeomanyetik alandaki aşırı dalgalanmaların, tüm jeomanyetik aktivite biçimleri arasında en büyük biyolojik etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bir jeomanyetik fırtına sırasında iyonosferin F2 katmanı kararsız hale gelir, parçalanır ve hatta yok olabilir. Auroralar gezegenin kuzey ve güney kutup bölgelerinde görünür hale gelir. İyonosferin F2 katmanı Dünya yüzeyinden yaklaşık 220 ila 800 km (140 ila 500 mil) yükseklikte bulunur. F2 hem gündüz hem de gece boyunca telekomünikasyon için temel yansıtıcı katmandır. Jeomanyetik bir fırtına sırasında (genellikle güneş fırtınası olarak adlandırılır) iyonosfer ısınır ve bozulduğu için, iyonosfer altı yansımaya dayanan uzun menzilli radyo iletişimi zor veya imkansız olabilir ve küresel konumlandırma sistemi (GPS) iletişimi tehlikeye girebilir. Güneş fırtınaları sadece Dünya'nın manyetosferinde telekomünikasyonu etkileyen geçici bir bozulmaya neden olmakla kalmaz, aynı zamanda insan ve hayvan biyo-düzenleyici sistemleri de olumsuz etkilenebilir.



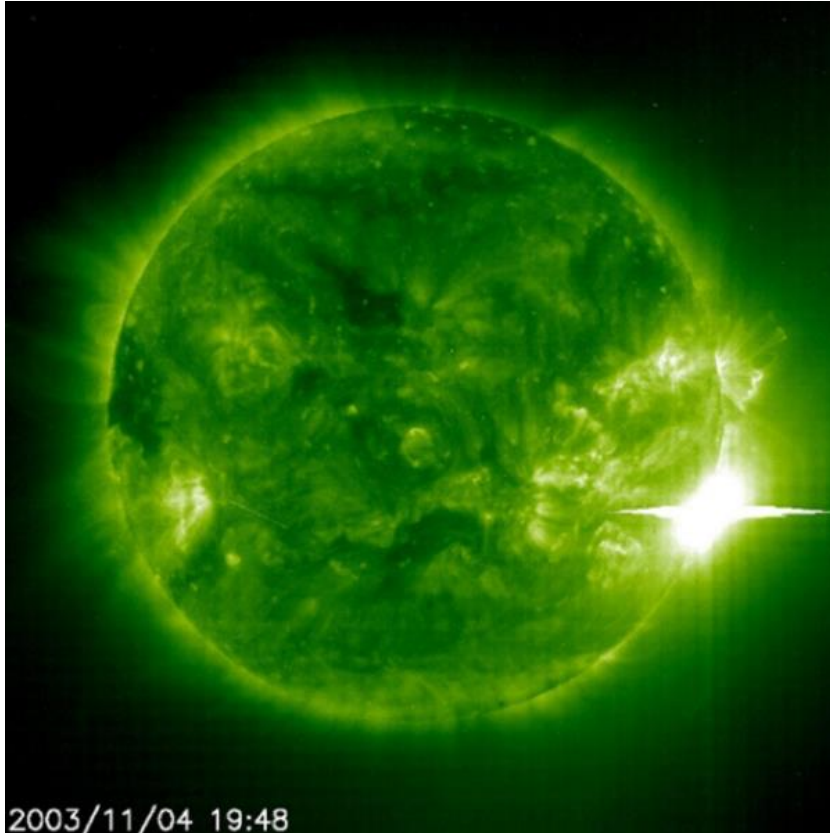


Dünya'nın üzerindeki katmanlar troposfer, stratosfer ve iyonosferdir. İyonosfer, Dünya'nın yaklaşık 90 ila 250 km üzerinde yer alır.

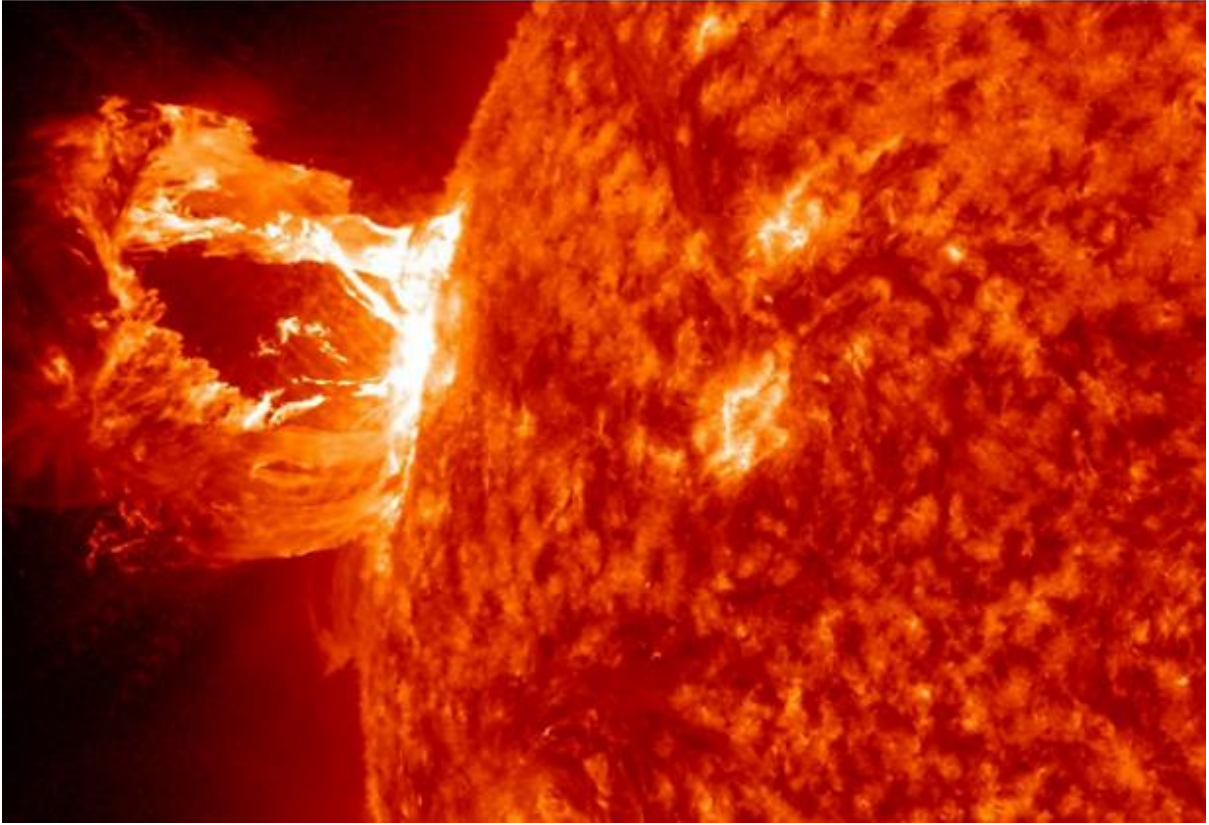




Güneş, saniyenin bir kesri ile milyarlarca yıl arasında değişen zaman ölçeklerinde dalgalanan manyetik değişken bir yıldızdır. Krediler: NASA



Güneş 4 Kasım 2003 tarihinde güçlü bir parlama gerçekleştirdi. SOHO uzay aracında bulunan 195A emisyon hattındaki Aşırı Morötesi Görüntüleyici bu olayı yakaladı:
ESA&NASA/SOHO

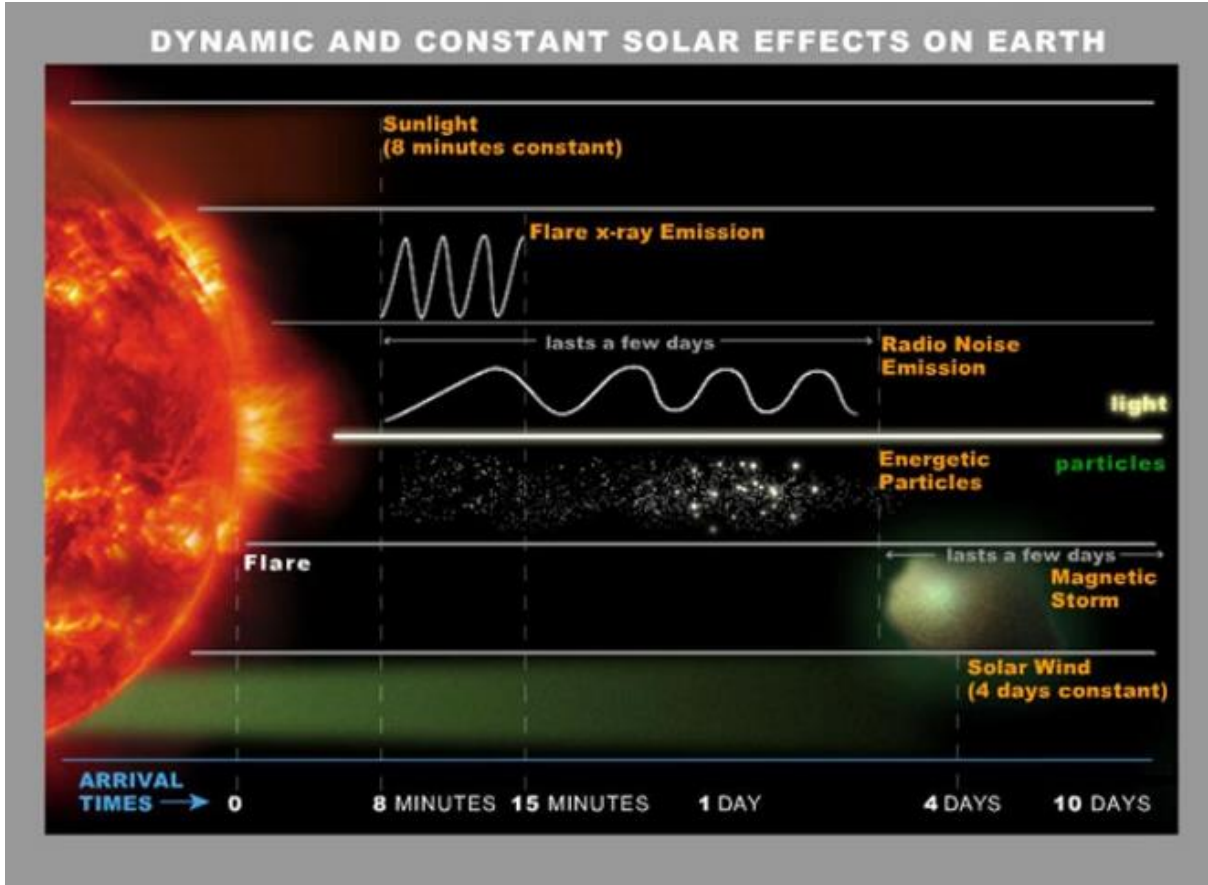


Güneş patlaması, güneş lekeleriyle ilişkili manyetik enerjinin serbest kalmasından kaynaklanan yoğun bir radyasyon patlamasıdır. Patlamalar güneş sistemimizin en büyük patlayıcı olaylarıdır. Güneş üzerinde parlak alanlar olarak görülürler ve dakikalardan saatlere kadar sürebilirler. Bir güneş patlamasını genellikle spektrumun her dalga boyunda saldığı fotonlarla (veya ışıkla) görürüz. Patlamaları izlememizin başlıca yolları x-ışınları ve optik ışıktır. Patlamalar aynı zamanda parçacıkların (elektronlar, protonlar ve daha ağır parçacıklar) hızlandığı yerlerdir.

Uzay iklimiyle ilişkili güneş aktivitesi dört ana bileşene ayrılabilir: güneş patlamaları, koronal kütle atımları, yüksek hızlı güneş rüzgarı ve güneş enerjisel parçacıkları.

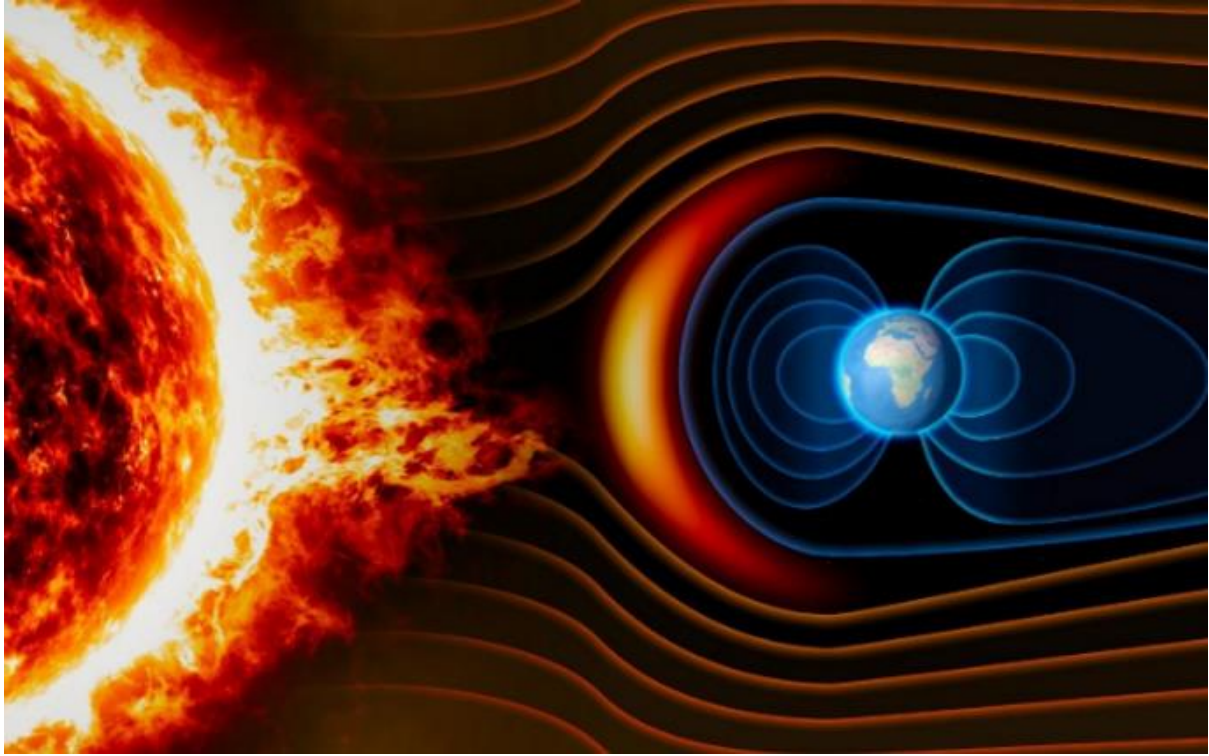
- Güneş patlamaları yalnızca Güneş'in Dünya'ya bakan tarafında meydana geldiklerinde Dünya'yı etkiler. Patlamalar fotonlardan oluştuğu için, doğrudan patlama bölgesinden dışarı doğru hareket ederler, bu nedenle eğer patlamayı görebiliyorsak, ondan etkilenebiliriz.
- CME olarak da adlandırılan koronal kütle atımları, Güneş'ten püsküren büyük plazma bulutları ve manyetik alanlardır. Bu bulutlar herhangi bir yönde püskürebilir ve daha sonra o yönde devam ederek güneş rüzgârının içinden geçebilir. Sadece bulut Dünya'ya yöneldiğinde CME Dünya'ya çarpar ve dolayısıyla etkilere neden olur.

- Yüksek hızlı güneş rüzgarı akımları güneş üzerinde koronal delikler olarak bilinen bölgelerden gelir. Bu delikler güneşin herhangi bir yerinde oluşabilir ve genellikle sadece güneş ekvatoruna yakın olduklarında ürettikleri rüzgarlar Dünya'yı etkiler.
- Güneş enerjisel parçacıkları yüksek enerji yüklü parçacıklardır ve öncelikle koronal kütle atımlarının ve güneş patlamalarının önünde oluşan şoklar tarafından salındığı düşünülmektedir. Bir CME bulutu güneş rüzgarı boyunca ilerlediğinde, yüksek hızlı güneş enerjisel parçacıkları üretilebilir ve yüklü oldukları için Güneş ile Dünya arasındaki boşluğu kaplayan manyetik alan çizgilerini takip etmeleri gerekir. Bu nedenle, yalnızca Dünya ile kesişen manyetik alan çizgilerini takip eden yüklü parçacıklar çarpmalara neden olacaktır.



Dünya'nın manyetosferi, güneş, gezegen ve yıldızlararası koşullara tepki veren dinamik, birbirine bağlı bir sistemin parçasıdır. Dünya'nın dış çekirdeğindeki yüzeyin derinliklerinde yüklü, erimiş demirin konvektif hareketiyle oluşur. Sürekli güneş rüzgârı bombardımanı manyetik alanımızın güneşe bakan tarafını sıkıştırır. Güneşe bakan taraf ya da gündüz tarafı, Dünya'nın yarıçapının altı ila 10 katına kadar uzanır. Manyetosferin güneşten uzağa bakan tarafı - gece tarafı - uzunluğu dalgalanan ve Ay'ın

60 Dünya yarıçapının çok ötesinde yüzlerce Dünya yarıçapını ölçebilen muazzam bir manyetokuyruk halinde uzanır. Bir koronal kütle atımı ya da yüksek hızlı akım Dünya'ya düştüğünde manyetosferi tamponlar. Eğer gelen güneş manyetik alanı güneye doğru yönelmişse, Dünya'nın zıt yöndeki manyetik alanıyla güçlü bir etkileşime girer. Bu durumda Dünya'nın manyetik alanı bir soğan gibi soyularak açılır ve enerjik güneş rüzgarı parçacıklarının kutuplar üzerinden atmosfere ulaşmak üzere alan çizgilerinden aşağıya doğru göç etmesine olanak tanır. Dünya yüzeyinde manyetik fırtına, Dünya'nın manyetik alan gücünde hızlı bir düşüş olarak görülür. Bu fırtınalar, Dünya'nın biyolojik düzenleyici organizmalarının (insanlar ve hayvanlar) birçoğu ile etkileşime giren jeomanyetik alan çizgisi rezonansları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir.



Dünya'nın Manyetik Alanı ile Çarpışan Güneş Rüzgarı

Schumann Rezonansları ve Güneş Radyasyonu

Schumann rezonansları (ya da frekansları), Dünya yüzeyi ile iyonosfer arasındaki boşlukta (ya da uzayda) var olan yarı-durağan elektromanyetik dalgalarıdır. 1952 yılında, Münih Teknik Üniversitesi'nden Alman fizikçi Profesör Winfried Otto Schumann, Dünya'nın kendisinin bir frekansı - bir "nabız" olup olmadığını yanıtlamaya çalıştı. Bu frekansın varlığına ilişkin varsayımı, bir küre başka bir kürenin içinde bulunduğu elektriksel gerilim oluştuğunu anlamasından kaynaklanıyordu. Negatif yüklü Dünya, pozitif yüklü iyonosferin içinde var olduğundan, ikisi arasında bir gerilim olmalı ve bu da Dünya'ya belirli bir frekans vermelidir. Bir dizi hesaplama yaparak, Dünya-iyonosfer boşluğunun nabızı olduğuna inandığı bir frekans bulmayı başardı. İki yıl sonra, 1954'te Schumann ve Herbert König, atmosferde Dünya yüzeyi ile iyonosfer

arasındaki boşlukta (ya da boşlukta) var olan güvenilir ve tahmin edilebilir frekanslar rapor ettiler. Araştırmalar, 6 ila 50 Hz (saniye başına döngü) arasında çeşitli frekansların meydana geldiğini, temel frekansın 7.83 Hz olduğunu göstermiştir.¹¹ Schumann frekanslarının binlerce yıldır insan fizyolojisini doğrudan etkilediği iyi bilinmektedir. 7.83 temel Schumann rezonansı olarak kabul edilse de, diğer frekanslar özellikle 7.8, 14, 20, 26, 33, 39 ve 45 Hertz olarak ortaya çıkar ve günlük olarak yaklaşık +/- 0.5 Hertz (Hz) değişim gösterir. Bu frekanslar, Dünya üzerindeki yaşamın çoğunun biyolojik devresini etkileyen ve rezonansa sokan bir arka plan frekansı olarak işlev görür. Bu frekanslar insan beyni, otonom sinir sistemi ve kardiyovasküler sistem frekanslarıyla doğrudan örtüşmektedir.^{12, 13, 14, 15, 16, 17}

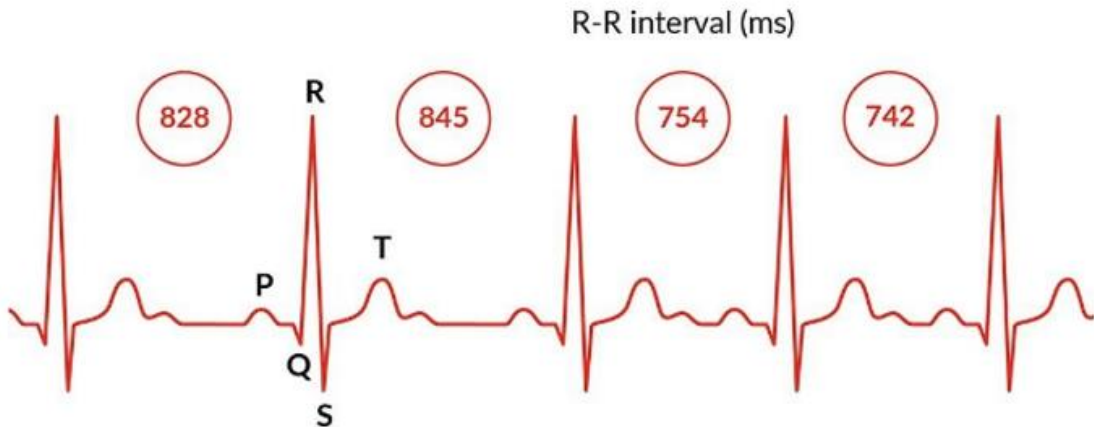
Schumann Rezonansının modlarının genliğinin güneş aktivitesine bağlı olaylardan etkilendiği de tespit edilmiştir.¹⁸ Bu nedenle, güneş ve jeomanyetik aktivitenin Schumann frekanslarını değiştirebileceği ve bunun insan fizyolojisi üzerindeki etkisini açıklayan bir mekanizma olabileceği öne sürülmektedir. İnsan düzenleyici sistemleri günlük ve mevsimsel iklimsel ve jeomanyetik değişimlere uyum sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bununla birlikte, güneş ve jeomanyetik aktivitedeki keskin değişiklikler, özellikle jeomanyetik fırtınalar, bu düzenleyici sistemleri strese sokabilir. Bu da melatonin/serotonin dengesi, kan basıncı, bağışıklık sistemi, üreme, kalp ve nörolojik süreçlerde değişikliklere neden olur.

Schumann rezonans sinyalinin S-GMA güneş lekeleri sayısı ve Kp endeksi ile son derece yüksek korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Kp-endeksi, güneş rüzgârının neden olduğu Dünya'nın manyetik alanındaki bozulmayı tanımlar. Güneş rüzgarı ne kadar hızlı eserse türbülans da o kadar büyük olur. Endeks, düşük aktivite için 0 ile yoğun bir jeomanyetik fırtınanın devam ettiği anlamına gelen 9 arasında değişir. Fiziksel mekanizma, S-GMA ile değişen ve Schumann Rezonans sinyalinin oluştuğu rezonans boşluğunun üst sınırını oluşturan iyonosferik D-bölgesi iyon/elektron yoğunluğudur. Bu, Schumann Rezonans sinyallerinin S-GMA biyofiziksel mekanizması olarak tanımlanması için güçlü bir destek sağlar ve S-GMA'nın doğal bir biyo-düzenleyici tehlike olarak sınıflandırılmasını destekler.



Kalp Atış Hızı Değişkenliği ve Güneş ve Jeomanyetik Aktivite

Kalp Hızı Değişkenliği (HRV), R-R aralığındaki periyodik değişimle ölçülen kalp hızındaki atımdan atıma değişiklikleri ifade eder. HRV, otonom sinir sisteminin fizyoloji üzerindeki girdisini araştırmak için invazif olmayan bir yöntem sağlar. R-R aralığının veya kalp hızının bir kardiyak döngüden diğerine ne kadar değiştiğini ölçer.



Milisaniye Cinsinden Ölçülen Kalp Atış Hızı Değişkenliği

Otonom sinir sistemi, merkezi sinir sisteminden periferik organlara uyarılar iletir ve kalp hızı, kan basıncı, sindirim, solunum hızı, göz bebeği tepkisi, idrara çıkma ve cinsel

uyarılma gibi bedensel işlevleri düzenler. Kalp hastalığı olmayan normal bireylerde kalp atış hızı yüksek derecede atımdan atıma değişkenlik gösterir - artmış HRV. Beden hastalandıkça KHD azalır. Azalmış kalp hızı değişkenliği, akut miyokard enfarktüsü geçirmiş hastalarda olumsuz bir prognoz taşır.19, 20

S-GMA'nın insan fizyolojisini nasıl etkilediği sorusunu yanıtlamaya çalışan araştırmacılar, otonom sinir sistemini değerlendirmek için HRV'ye yönelmişlerdir. Elde ettikleri bulgular, sinir sistemlerimizin güneş sistemimiz boyunca dalgalanan enerjisel dalgalanmalara iyi uyum sağladığını göstermektedir.

Kalp ve kardiyovasküler sistem her zaman S-GMA'nın ana biyolojik hedefi olarak kabul edilmiştir. Çok sayıda çalışma S-GMA'nın kalp atış hızı değişkenliğini ve kalp ritmini değiştirebildiğini göstermiştir. Çok sayıda çalışma ayrıca manyetik fırtınalar sırasında KHD'de önemli düşüşler olduğunu göstermiştir ki bu da jeomanyetik aktiviteyi koroner hastalık ve miyokard enfarktüsü insidansında artışla ilişkilendiren olası bir mekanizmaya işaret etmekte ve kardiyovasküler sistemin jeomanyetik rahatsızlıkların etkisi için açık bir hedef olduğunu göstermektedir.21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34

S-GMA tarafından üretilen düşük ve aşırı düşük frekanslı elektromanyetik alanların kalp atışlarının dengesini bozduğu, duyarlı veya risk altındaki bireylerde ani ölüm veya enfarktüse yol açtığı gözlemlenmiştir. Tıp uzmanları nihayet kalp krizlerinin neden manyetik bir fırtınadan önce daha ağır seyrettiğini açıklamışlardır - çünkü mikro değişimler fırtınadan 24 saat önce başlamaktadır.35, 36, 37, 38, 39

2017 yılında yapılan bir çalışma, günlük otonom sinir sistemi aktivitesinin yalnızca güneş ve jeomanyetik aktivitedeki değişikliklere yanıt vermekle kalmadığını, aynı zamanda jeomanyetik alan hattı rezonansları ve Schumann rezonansları ile ilişkili zamanla değişen manyetik alanlarla senkronize olduğunu göstermiştir. Yazarlar şu sonuca varmıştır: "Güneş ve jeomanyetik alanların insan sinir sistemi aktivitesini nasıl etkileyebileceğine dair olası bir açıklama, sinir sistemlerimiz ile jeomanyetik frekanslar (Alfvén dalgaları) veya dünya-iyonosfer rezonans boşluğundaki (Schumann rezonansları) fizyolojik ritimlerle örtüşen ultra düşük frekanslı durağan dalgalar arasındaki rezonans bağlantısıdır. "40

2018 yılında yapılan uzun vadeli bir çalışmada, bilim insanları güneş ve manyetik faktörler ile güneş ve jeomanyetik aktivitedeki değişikliklere HRV kullanılarak verilen otonom sinir sistemi tepkilerinin zamanlaması ve gecikmeleri arasındaki ilişkileri araştırmıştır.30 Normal arka plan çevresel dönemlerinde ANS tepkilerini analiz etmek için 16 katılımcıda beş aylık bir süre boyunca her hafta 72 ardışık saat boyunca kalp atış hızı değişkenliği kaydedilmiştir. Genel olarak, bu çalışma günlük ANS aktivitesinin normal rahatsız edilmemiş aktivite dönemlerinde jeomanyetik ve güneş aktivitesindeki değişikliklere yanıt verdiğini ve çeşitli çevresel faktörlerdeki değişikliklerden sonra farklı zamanlarda başladığını ve değişen zaman dilimlerinde devam ettiğini doğrulamıştır. Güneş rüzgârı yoğunluğundaki artış, biyolojik stres tepkisi olarak

yorumlanan kalp atış hızındaki artışlarla ilişkilendirilmiştir. Bulgular, enerjisel çevresel olayların psikofiziksel süreçleri etkilediği hipotezini desteklemekte olup, bu durum insanları hassasiyetlerine, sağlık durumlarına ve kendini düzenleme kapasitelerine bağlı olarak farklı şekillerde etkileyebilmektedir.⁴¹

Çalışmalar ayrıca güneş fırtınaları sırasında kan basıncında değişiklikler meydana geldiğini göstermiştir. Özellikle, bu dönemlerde yoğun jeomanyetik fırtınaların daha yaygın olması nedeniyle, kan basıncı parametrelerindeki değişimlerin solar minimum ve solar döngünün yükselen fazında solar maksimumdan daha yüksek olduğu kaydedilmiştir.^{42, 43, 44, 45}

Bir güneş döngüsü yaklaşık 11 yıllık bir süre içinde gerçekleşir, ancak bu süre 14 veya 15 yıla kadar çıkabilir. Herhangi bir güneş döngüsü sırasında, güneş lekelerinin sayısı bir maksimuma (solar maksimum) yükselir ve bir minimuma (Solar Minimum) düşer. Solar minimum, Güneş'in 11 yıllık güneş döngüsünde en az güneş aktivitesinin olduğu zamandır. Bu süre zarfında güneş lekeleri ve güneş patlamalarının aktivitesi azalır ve genellikle günlerce meydana gelmez.

Çalışmalar, Schumann rezonanslarını ve yoğunluk gücünü etkileyen artan Güneş ve Jeomanyetik Aktivitenin hepsinin HRV'deki değişikliklerle ilişkili olduğunu göstermektedir - HRV'yi azaltmaktadır - otonom sinir sisteminin bu çevresel faktörlerdeki değişikliklere hızlı bir şekilde yanıt verdiğini göstermektedir.

Sirkadiyen Ritimler (Hormon Salgılanması) ve Güneş ve Jeomanyetik Aktivite

Güneş ve Jeomanyetik Aktivitenin insan sağlığına verdiği fizyolojik zararın diğer düzenleyici sistemleri, özellikle de bazı endokrin (hormonal) bezleri etkilediği gösterilmiştir.⁴⁶ Sirkadiyen ritimler, bedene ne zaman uyuyacağını, uyanacağını ve yemek yiyeceğini söyleyen döngülerdir - her gün öngörülebilir kalıplarda salınan biyolojik ve psikolojik süreçler. Bu iç saat, günün farklı saatlerinde kişinin kendini enerjik mi yoksa yorgun mu hissedeceğini belirlemeye yardımcı olan güneş ışığı ve sıcaklık gibi dış ipuçlarından etkilenir. Diurnal (sirkadiyen) döngüde yer alan birincil endokrin sistem, başlangıçta epifiz bezi ve hipotalamus arasında çalışan melatonin/serotonin sistemidir. Hipotalamusun "biyolojik saati" içeren bölümüne suprakiazmatik çekirdek adı verilir. Beyinde ve merkezi sinir sistemi boyunca çok sayıda biyolojik işlevi düzenleyen yüksek afiniteli melatonin ve serotonin reseptörleri vardır. Ayrıca, kardiyovasküler sistem kalp, arterler ve akciğerlerdeki melatonin reseptörleri tarafından düzenlenir.^{47, 48, 49}

Güneş ve Jeomanyetik Aktivite ile ilgili çeşitli melatonin hipotezleri, jeomanyetik alandaki zamansal değişimin (güneş fırtınaları) bedenin sirkadiyen ritimlerini, özellikle de melatonin üretimini etkiliyor olabileceğini öne sürmüştür.^{50, 51} Melatonin sistemi düzensizleştğinde, birçok fiziksel ve fiziksel olmayan işlev zarar görür.

Bir çalışma, manyetik bozuklukların ve güneş fırtınalarının iskemik kalp hastalığı olan hastalarda melatonin üretimi üzerindeki olumsuz etkisine dair kanıtlar göstermiştir.⁵² Başka bir çalışma, güneş fırtınalarının esansiyel hipertansiyonu olan hastalarda melatonin üretimini düşürdüğünü göstermiştir.⁵³

Sonuç

Burada öne sürülen ve çok sayıda çalışma tarafından desteklenen hipotez, Schumann rezonans sinyalinin S-GMA seviyelerini biyolojik ve insan sağlığı etkilerine bağlamak için makul bir biyofiziksel mekanizma olduğudur. Bu, beyin sistemleri tarafından rezonanslı bir şekilde emilerek ve otonom sinir sisteminin yanı sıra serotonin/melatonin dengesini değiştirerek çalışır. Devam eden çalışmalar ve bu hipotezin doğrulanması, S-GMA'nın insanlar, hayvanlar ve diğer organizmalar için doğal bir tehdit olduğu önerisini güçlendirecektir.

Referanslar:

1. Alfvén, Hannes. *Cosmical electrodynamics*. Рипол Классик, 1963.
2. McPherron, Robert L. "Magnetic pulsations: their sources and relation to solar wind and geomagnetic activity." *Surveys in Geophysics* 26, no. 5 (2005): 545-592.
3. Ertel, S. "Space Weather and Revolutions. Chizevsky's Sociobiological Claim Scrutinized." *Studia Psychologica* 38.1/2." (1996).
4. Ertel, S. "Cosmophysical correlations of creative activity in culture history." *Biophysics* 43, no. 4 (1998): 696-702.
5. Krivelyova, A. & Robotti, C. *Playing the field: Geomagnetic storms and international stock markets*. (Working paper, Federal Reserve Bank of Atlanta, 2003).
6. Ertel, S. "Cosmophysical correlations of creative activity in culture history." *Biophysics* 43, no. 4 (1998): 696-702.
7. Lean, Judith. "Evolution of the Sun's spectral irradiance since the Maunder Minimum." *Geophysical Research Letters* 27, no. 16 (2000): 2425-2428.
8. Gorbanev, Mikhail. "Can solar activity influence the occurrence of economic recessions?." (2015): 235-264.
9. Gumarova, L., G. Cornelissen, D. Hillman, and F. Halberg. "Geographically selective assortment of cycles in pandemics: meta-analysis of data collected by Chizhevsky." *Epidemiology & Infection* 141, no. 10 (2013): 2173-2184.
10. Payne, Buryl. "Solar Cycle and Wars."
11. Besser, BP "Synopsis of the historical development of Schumann resonances." *Radio Science* 42, no.02 (2007): 1-20.
12. Pobachenko, S. V., A. G. Kolesnik, A. S. Borodin, and V. V. Kalyuzhin. "The contingency of parameters of human encephalograms and Schumann resonance electromagnetic fields revealed in monitoring studies." *Biophysics* 51, no. 3 (2006): 480-483.
13. Price, Colin, and Alexander Melnikov. "Diurnal, seasonal and inter-annual variations in the Schumann resonance parameters." *Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics* 66, no. 13-14 (2004): 1179-1185.
14. Rapoport, S. I., N. K. Malinovskaia, V. N. Oraevskii, F. I. Komarov, A. M. Nosovskii, and L. Vetterberg. "Effects of disturbances of natural magnetic field

- of the Earth on melatonin production in patients with coronary heart disease." *Klinicheskaia meditsina* 75, no. 6 (1997): 24-26.
15. Otsuka, Kuniaki, Germaine Cornelissen, Tsering Norboo, Emiko Takasugi, and Franz Halberg. "Chronomics and "glocal"(combined global and local) assessment of human life." *Progress of Theoretical Physics Supplement* 173 (2008): 134-152.
 16. Hamer, J. R. "Biological entrainment of the human brain by low frequency radiation." *Northrop Space Labs* 36 (1965): 65-199.
 17. Oraevskiĭ, V. N., T. K. Breus, R. M. Baevskiĭ, S. I. Rapoport, V. M. Petrov, Z. H. V. Barsukova, and A. T. Rogoza. "Effect of geomagnetic activity on the functional status of the body." *Biofizika* 43, no. 5 (1998): 819.
 18. Pazos, M., B. Mendoza, P. Sierra, E. Andrade, D. Rodríguez, V. Mendoza, and R. Garduño. "Analysis of the effects of geomagnetic storms in the Schumann Resonance station data in Mexico." *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 193 (2019): 105091.
 19. Malik, Marek, and A. John Camm. "Heart rate variability." *Clinical cardiology* 13, no. 8 (1990): 570-576.
 20. Acharya, U. Rajendra, K. Paul Joseph, Natarajan Kannathal, Choo Min Lim, and Jasjit S. Suri. "Heart rate variability: a review." *Medical and biological engineering and computing* 44, no. 12 (2006): 1031-1051.
 21. Baevsky, R. M., V. M. Petrov, G. Cornelissen, F. Halberg, K. Orth-Gomer, T. Akerstedt, K. Otsuka et al. "Meta-analyzed heart rate variability, exposure to geomagnetic storms, and the risk of ischemic heart disease." (1997): 201-206.
 22. Caswell, Joseph M., Manraj Singh, and Michael A. Persinger. "Simulated sudden increase in geomagnetic activity and its effect on heart rate variability: Experimental verification of correlation studies." *Life sciences in space research* 10 (2016): 47-52.
 23. Cornélissen, Germaine, Franz Halberg, Tamara Breus, Elena V. Syutkina, Roman Baevsky, Andi Weydahl, Yoshihiko Watanabe et al. "Non-photic solar associations of heart rate variability and myocardial infarction." *Journal of atmospheric and solar-terrestrial physics* 64, no. 5-6 (2002): 707-720.
 24. Chernouss, Sergey, Antoly Vinogradov, and Elvira Vlassova. "Geophysical hazard for Human health in the circumpolar Auroral Belt: evidence of a relationship between heart rate variation and electromagnetic disturbances." *Natural hazards* 23, no. 2-3 (2001): 121-135.
 25. Dimitrova, S., I. Angelov, and E. Petrova. "Solar and geomagnetic activity effects on heart rate variability." *Natural hazards* 69, no. 1 (2013): 25-37.
 26. Dimitrova, S., E. S. Babayev, F. R. Mustafa, I. Stoilova, T. Taseva, and K. Georgieva. "Geomagnetic storms and acute myocardial infarctions morbidity in middle latitudes." *Sun Geosph* 4 (2009): 72-78.
 27. Gmitrov, J., and C. Ohkubo. "Geomagnetic field decreases cardiovascular variability." *Electro-and Magnetobiology* 18, no. 3 (1999): 291-303.
 28. Giannaropoulou, E., M. Papailiou, H. Mavromichalaki, M. Gigolashvili, L. Tvildiani, K. Janashia, P. Preka-Papadema, and Th Papadima. "A study on the various types of arrhythmias in relation to the polarity reversal of the solar magnetic field." *Natural hazards* 70, no. 2 (2014): 1575-1587.
 29. Mavromichalaki, H., M. Papailiou, S. Dimitrova, E. S. Babayev, and P. Loucas. "Space weather hazards and their impact on human cardio-health state parameters on Earth." *Natural hazards* 64, no. 2 (2012): 1447-1459.

30. McCraty, Rollin, Mike Atkinson, Viktor Stolc, Abdullah A. Alabdulgader, Alfonsas Vainoras, and Minvydas Ragulskis. "Synchronization of human autonomic nervous system rhythms with geomagnetic activity in human subjects." *International journal of environmental research and public health* 14, no. 7 (2017): 770.
31. Otsuka, K., G. Cornélissen, A. Weydahl, B. Holmeslet, T. L. Hansen, M. Shinagawa, Y. Kubo et al. "Geomagnetic disturbance associated with decrease in heart rate variability in a subarctic area." *Biomedicine & pharmacotherapy* 55 (2000): s51-s56.
32. Otsuka, K., Y. Ichimaru, G. Cornelissen, A. Weydahl, B. Holmeslet, O. Schwartzkopff, and F. Halberg. "Dynamic analysis of heart rate variability from 7-day Holter recordings associated with geomagnetic activity in subarctic area." In *Computers in Cardiology 2000. Vol. 27 (Cat. 00CH37163)*, pp. 453-456. IEEE, 2000.
33. Otsuka, K., T. Yamanaka, G. Cornelissen, T. Breus, S. M. Chibisov, R. Baevsky, F. Halberg, J. Siegelova, and B. Fiser. "Altered chronome of heart rate variability during span of high magnetic activity." *Scripta Medica (Brno)* 73 (2000): 111-116.
34. Watanabe, Y., G. Cornélissen, F. Halberg, K. Otsuka, and S-I. Ohkawa. "Associations by signatures and coherences between the human circulation and helio-and geomagnetic activity." *Biomedicine & pharmacotherapy* 55 (2000): s76-s83.
35. Jaruševičius, Gediminas, Tautvydas Rugelis, Rollin McCraty, Mantas Landauskas, Kristina Berškienė, and Alfonsas Vainoras. "Correlation between changes in local earth's magnetic field and cases of acute myocardial infarction." *International journal of environmental research and public health* 15, no. 3 (2018): 399.
36. Breus, Tamara Konstantinovna, Vladimir Nikolaevich Binhi, and Anatolii Alekseevich Petrukovich. "Magnetic factor in solar-terrestrial relations and its impact on the human body: physical problems and prospects for research." *Physics-Uspekhi* 59, no. 5 (2016): 502.
37. Breus, T. K., Baevskii, R. M. & Chernikova, A. G. Effects of geomagnetic disturbances on humans functional state in space flight. (2012).
38. Gurfinkel, Yu I., A. L. Vasin, R. Yu Pishchalnikov, R. M. Sarimov, M. L. Sasonko, and T. A. Matveeva. "Geomagnetic storm under laboratory conditions: randomized experiment." *International journal of biometeorology* 62, no. 4 (2018): 501-512.
39. Krylov, Viacheslav V. "Biological effects related to geomagnetic activity and possible mechanisms." *Bioelectromagnetics* 38, no. 7 (2017): 497-510.
40. McCraty, Rollin, Mike Atkinson, Viktor Stolc, Abdullah A. Alabdulgader, Alfonsas Vainoras, and Minvydas Ragulskis. "Synchronization of human autonomic nervous system rhythms with geomagnetic activity in human subjects." *International journal of environmental research and public health* 14, no. 7 (2017): 770.
41. Alabdulgader, Abdullah, Rollin McCraty, Michael Atkinson, York Dobyns, Alfonsas Vainoras, Minvydas Ragulskis, and Viktor Stolc. "Long-term study of heart rate variability responses to changes in the solar and geomagnetic environment." *Scientific reports* 8, no. 1 (2018): 1-14.

42. Azcárate, T., B. Mendoza, and J. R. Levi. "Influence of geomagnetic activity and atmospheric pressure on human arterial pressure during the solar cycle 24." *Advances in Space Research* 58, no. 10 (2016): 2116-2125.
43. Dimitrova, Sv, I. Stoilova, and I. Cholakov. "Influence of local geomagnetic storms on arterial blood pressure." *Bioelectromagnetics: Journal of the Bioelectromagnetics Society, The Society for Physical Regulation in Biology and Medicine, The European Bioelectromagnetics Association* 25, no. 6 (2004): 408-414.
44. Gmitrov, Juraj. "Geomagnetic disturbance worsen microcirculation impairing arterial baroreflex vascular regulatory mechanism." *Electromagnetic biology and medicine* 24, no. 1 (2005): 31-37.
45. Zenchenko, T. A., S. Dimitrova, I. Stoilova, and T. K. Breus. "Individual responses of arterial pressure to geomagnetic activity in practically healthy subjects." *Klinicheskaia meditsina* 87, no. 4 (2009): 18-24.
46. Vencloviene, Jone, Ruta Marija Babarskiene, and Deivydas Kiznys. "A possible association between space weather conditions and the risk of acute coronary syndrome in patients with diabetes and the metabolic syndrome." *International journal of biometeorology* 61, no. 1 (2017): 159-167.
47. Pang, S.F., Li, L., Ayre, E.A., Pang, C.S., Lee, P.P., Xu, R.K., Chao, P.H., Yu, Z.H. and Shiu, S.Y., 1998: "Neuroendocrinology of melatonin in reproduction: recent developments". *J Chem Neuroanat* 14(3-4): 157-166.
48. Viswanathan, M., Laitinen, J.T. and Saavedra, J.M., 1993: "Vascular melatonin receptors". *Biol Signals* 2(4): 221-227.
49. Guardiola-Lemaitre, B., 1998: "Development of animal models for the chronobiotics of melatonin analogs". *Therapie* 53(5): 439-444.
50. Bergiannaki, J-D., T. J. Paparrigopoulos, and Costas N. Stefanis. "Seasonal pattern of melatonin excretion in humans: relationship to daylength variation rate and geomagnetic field fluctuations." *Experientia* 52, no. 3 (1996): 253-258.
51. Close, James. "Are stress responses to geomagnetic storms mediated by the cryptochrome compass system?." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, no. 1736 (2012): 2081-2090.
52. Rapoport, S. I., N. K. Malinovskaia, V. N. Oraevskii, F. I. Komarov, A. M. Nosovskii, and L. Vetterberg. "Effects of disturbances of natural magnetic field of the Earth on melatonin production in patients with coronary heart disease." *Klinicheskaia meditsina* 75, no. 6 (1997): 24-26.
53. Rapoport, S. I., A. M. Shatalova, V. N. Oraevskii, N. K. Malinovskaia, and L. Vetterberg. "Melatonin production in hypertonic patients during magnetic storms." *Terapevticheskii Arkhiv* 73, no. 12 (2001): 29-33.