



## MİKROGRAVİTENİN ELEKTROENSAFALOGRAF BULGULARI ÜZERİNE ETKİSİ: BİR DERLEME ÇALIŞMASI

Serdar SARITAŞ<sup>1</sup>, Sultan TARLACI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İnönü Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği Bölümü, 44000, Malatya, Türkiye

<sup>2</sup>Üsküdar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, 34768, İstanbul, Türkiye

**Özet:** Tüm diğer canlılar gibi insanlar da yeryüzündeki fizik kanunları çerçevesinde doğar ve yaşarlar. Ancak bu durum 20 yy. ortasından itibaren değişmiş ve insanlar, uzay yolculuklarına başlayarak, bu kuralların dışında yaşamayı tecrübe etmeye başlamıştır. Uzay, düşük yerçekimi (mikrogravite) ve kozmik radyasyon gibi zorlukları olduğu gibi, uzay araçları (Uluslararası uzay istasyonu-ISS da dahil) da kısıtlı bir alana mahkum olma, izolasyon, aile ve sosyal çevreden ayrı kalma gibi güçlükleri de beraberinde getirmektedir. Tüm bu zorluklar, insan fizyolojisi ve psikolojisine de etki etmektedir. Özellikle sinirbilim alanında bu sorunları, denge (vestibüler sistem), uzay oryantasyonu, görme, propriyosepsiyon, motor kontrol ve uyku konusunda görmek mümkündür. Bu problemlerin anlaşılması ve tedavisi için yerdeki kontrol merkezi ile daima iletişim kurulur. Ayrıca uzay aracı içinde bulunan tanı araçlarından da yararlanır. Taşınabilir olması ve kullanımı kolay olduğu için en sık kullanılan yöntemlerden birisi elektroensafalogramdır (EEG). Şu ana kadar daha çok yer işgal eden ve ağır bir cihaz olan MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) ve CT (Bilgisayarlı Tomografi) uzaya taşınmamış, sadece astronotların uzay uçuş öncesi ve sonrası beyin görüntüleri alınabilmektedir. Bu derleme yazısı sınırlı literatür bilgisi ışığında astronotların uzay uçuşu sırasındaki EEG değişikliklerini kısmen de olsa açıklayabilmek üzere hazırlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Astronot, Kozmonot, Uzay Uçuşu, EEG, Mikrogravite


### Effect of Microgravity on Electroencephalogram Findings: A Review Study


**Abstract:** Like all other living organisms, humans are born and live within the framework of the laws of physics on earth. However, this situation has changed since the middle of the 20th century and people have started to experience living outside these rules by starting their space travels. While space has difficulties such as low gravity (microgravity) and cosmic radiation, space vehicles (including the International Space Station-ISS) also bring difficulties such as being confined to a limited space, isolation, being separated from family and social environment. All these difficulties also affect human physiology and psychology. Especially in the field of neuroscience, it is possible to see these problems in balance (vestibular system), space orientation, vision, proprioception, motor control and sleep. The control center on the ground is always contacted to understand and treat these problems. In addition, diagnostic tools in the spacecraft are also used. Electroencephalogram (EEG) is one of the most commonly used methods because it is portable and easy to use. Until now, MRI (Magnetic Resonance Imaging) and CT (Computerized Tomography), which occupy more space and are painful devices, could not be carried into space, only brain images of astronauts before and after space flight could be taken. This review article has been prepared to explain, albeit partially, the EEG changes of astronauts during spaceflight in the light of limited literature.

**Keywords:** Astronaut, Cosmonaut, Space Flight, EEG, Microgravity

\*Sorumlu yazar (Corresponding author): İnönü Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği Bölümü, 44000, Malatya, Türkiye

E mail: serdar.saritas@inonu.edu.tr (S. SARITAŞ)

Serdar SARITAŞ  <https://orcid.org/0000-0003-4076-9001>

Sultan TARLACI  <https://orcid.org/0000-0001-7634-1467>

**Gönderi:** 10 Aralık 2021

**Kabul:** 16 Aralık 2021

**Yayınlanma:** 01 Mayıs 2022

**Received:** December 10, 2021

**Accepted:** December 16, 2021

**Published:** May 01, 2022

**Cite as:** Saritaş S, Tarlacı S. 2022. Effect of microgravity on electroencephalogram findings: A review study. BSJ Health Sci, 5(2): 300-302.

### 1. Giriş

Uzay, düşük yerçekimi (mikrogravite) ve iyonize radyasyon gibi zorlukları olduğu gibi, uzay araçları (Uluslararası uzay istasyonu-ISS da dahil) da kısıtlı bir alana mahkum olma, izolasyon, aile ve sosyal çevreden ayrı kalma gibi zorlukları da beraberinde getirmektedir (Clement ve Reschke, 2008; Van Ombergen ve ark., 2017). Uzay ortamının, astronotların kardiyovasküler ve kas-iskelet sistemi üzerine etkileri daha sık araştırıldığından, merkezi sinir sisteminin nasıl etkilendiğine dair daha kısıtlı literatür bulunmaktadır (Van Ombergen ve ark., 2017; Marusic ve ark., 2014).

Daha önceki çalışmalarda, psikolojik sorunlar, serebrospinal sıvın beyinde toplanması, denge sorunları ve bilişsel değişikliklere dair araştırmalar yapıldığı görülmüş ancak altta yatan nöral nedenler yeterince irdelenmemiştir (Van Ombergen ve ark., 2017).

Birçok sebebi olduğu düşünülmekle beraber, özellikle yerçekiminin azalması nedeniyle, kortikal fonksiyonlarda değişiklikler meydana geldiği düşünülmektedir. Bunun neden ise yerçekimindeki azalama ile beraber vestibüler sistemdeki otolitlerin doğrusal ivmeyi sağlayan dedektörlerinin etkilenmesidir (Van Ombergen ve ark., 2017). Bu bozulma ile beraber vestibüler çekirdekler de



etkilenerek projeksiyon gönderdiği alanlar olan parieto-insular bölge, talamus ve tempoparietal bölgede etkilenmektedir (Van Ombergen ve ark., 2017).

Astronotların, uzay ortamına nörofizyolojik adaptasyonlarını incelemek üzere elektroensefalografi (EEG) başta olmak üzere fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), bilgisayarlı tomografi (CT), TMS, MEP, SSEP, VEP, sıcaklık, ağrı/termal duyarlılık ve deri iletkenliği gibi yöntemler kullanılmıştır (Stella, Ajcevic, Furlanis ve Manganotti, 2021). Ağır ve yer işgal etmesi nedeniyle fMRI cihazı uzaya taşınamamış, sadece astronotların uçuş öncesi ve uçuş sonrası kayıtları alınıp incelenmiştir. Ancak EEG cihazı taşınabilir olması ve kullanım kolaylığı nedeniyle uzaya taşınabilmiş ve astronotların görevleri esnasında elektrokortikal kayıtlar alınabilmiştir (Marusic, ve ark., 2014, Van Ombergen ve ark.,2017; Stella ve ark., 2021). Ayrıca EEG değerlendirmeleri 1977-1992 yılları arasında astronot adaylarına uygulanan tıbbi testler arasında da yer bulmuştur (Nicogossian ve ark., 2016)

İnsanlı uzay araştırmaları, her ne kadar yeryüzünde simüle edilerek yapılabilsede gerçek dış uzayda yürütülmesi çok daha gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Yerde yapılan çalışmalar da izolasyon ve kısıtlanma çok iyi taklit (simüle) edilirken, mikrogravite tam olarak taklit edilememekte ve iyonize radyasyon da etik nedenlerle kullanılamamaktadır. Zaman zaman yerde hayvan deneyleri de yapılarak mikrogravitenin ve iyonize radyasyonun etkileri incelenmiştir. Ancak belirtmek gerekir ki; iyonize radyasyon çalışmaları, sadece hayvan deneyleri ve radyoterapi alan hastalarla sınırlıdır. Bu nedenle bu derleme çalışmasında hayvan deneylerinin ve radyoterapi alan hastaların araştırma sonuçlarına yer verilmemiştir.

## 2. Düşük Yer Çekiminin (Uzay Ortamının) Beynin Elektrokortikal Aktivitesine Etkisi

EEG, yerçekimsiz ortamda (mikrogravite) beyindeki elektrokortikal aktiviteyi değerlendirmek için sıkça kullanılan bir yöntemdir (Marusic ve ark., 2014, Van Ombergen ve ark.,2017, Stella ve ark. 2021). Bu yöntemde saçlı deriye iletkenliği artırmak için jel kullanılarak elektrotlar belli bir düzende yerleştirilerek kayıt alınır (Van Ombergen ve ark., 2017). EEG iyi bir zamansal çözünürlüğe sahip olsa da düşük bir uzaysal çözünürlüğe sahiptir (Van Ombergen ve ark.,2017, Stella ve ark., 2021).

Uzay araştırmaları kapsamında beyindeki değişiklikleri değerlendirebilmek için fMRI ve CT gibi görüntüleme yöntemleri de kullanılmıştır. Ancak bu çalışmalar astronotların uzay uçuşu öncesi ve sonrası durumlarını değerlendirebilmek için yeryüzünde yapılabilmektedir. Bu çalışmalara göre bazı beyin bölgelerinde değişiklikler ve motor aktiviteleri oluşturan ağların etkilendiği bildirilmiştir (Stella ve ark., 2021).

## 3. Elektroensafalogram (EEG) İncelemeleri

Yapılan EEG incelemelerine göre, gerçek uzay uçuşu sırasında rahat uyanıklılık durumunda iken pariyeto-okspital ve sensörimotor alanlarda alfa gücünde artış olduğu görülmüştür (Cebolla ve ark., 2016, Cheron ve ark., 2006, Mathewson ve ark., 2015). Yapılan bir araştırmada ise serebellum ve vestibüler ağdaki olay ilişkili alfa değerlerinin düştüğü bildirilmiştir (Cebolla ve ark., 2016). Cheron ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre pariyeto-okspital ve sensörimotor alanın yerçekimine duyarlı olduğu ifade edilmiştir. EEG deki değişikliklerin nedeninin de bu duyarlılık olduğu düşünülmektedir (Cheron ve ark., 2006).

Uzay araştırmalarını yürütmek pahalı olduğu için zaman zaman yeryüzünde veya parabolik uçuşlarla da araştırmalar yapıldığı görülmüştür. Parabolik uçuşlar için European Airbus Zero-G adlı özel uçak kullanılmaktadır. Bu uçak, diğer uçaklara göre çok daha yüksek irtifalara ulaşabilmekte ve parabolik (bir tür dalgalanma hareketi) hareket sağlayarak astronotlara 22 saniyelik mikrogravite ortamı oluşturabilmektedir (Marusic ve ark., 2014). Bu parabolik hareketler periyodik olarak gökyüzünde yapılarak birden çok kez 22 saniyelik mikrogravite ortamı sağlanır. Parabolik uçuş çalışmaları incelendiğinde; birçok farklı nedene (stres ve anksiyete gibi) bağlı olarak farklı EEG bulguları elde edildiği bildirilmiştir (Marusic ve ark., 2014). Ayrıca parabolik uçuşlardaki mikrogravite süresinin (22 sn) kısa oluşu da EEG kayıtlarını etkileyen bir diğer önemli faktör olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle ideal araştırma koşullarının dış uzay olduğu söylenebilir.

## 4. Sonuç ve Öneriler

Kolay erişilebilir olması nedeniyle insanlı uzay araştırmalarında en sık kullanılan beyin inceleme yöntemlerinden birisi elektroensefalogramdır (EEG). Stres, anksiyete ve değişen hemodinamik faktörler gibi birçok faktör EEG kaydını etkileyebilmektedir. Ancak uzayda astronotlar görev sırasında kullanılabilecek nadir yöntemlerden biri olması nedeniyle daha uzun yıllar kullanılacağı tahmin edilmektedir.

Bugüne kadar insanlı uzay görevleri, alçak dünya yörüngesinde ya da ay görevleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Ancak 2030'lu yıllar için Mars gibi çok daha zor görevler hedeflenmektedir. Bu uzun ve her yönü ile birçok güçlüğü sahip olan Mars görevinde de fizyolojik incelemelere ihtiyaç vardır. Mars görevi için çok daha kullanışlı, pratik ve rahat erişilebilen cihazlara gereksinim duyulduğu oldukça açıktır. Bu nedenle, taşınabilir, kolay kullanılabilen ve sadece zamansal çözünürlüğü iyi olmayıp aynı zaman da uzaysal çözünürlüğü de iyi olan bir beyin görüntüleme yönteminin geliştirilmesi yararlı olabilir.

### Katkı Oranı Beyanı

Tüm yazarlar eşit oranda katkıya sahiptir. Tüm yazarlar makaleyi inceledi ve onayladı.

### Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

### Kaynaklar

- Cebolla, A., Petieau, M., Dan, B., Balazs, L., McIntyre, J., Cheron, G. 2016. Cerebellar contribution to visuo-attentional alpha rhythm: insights from weightlessness. *Sci Rep* 6, 37824.
- Cheron, G., Leroy, A., De Saedeleer, C., Bengoetxea, A., Lipshits, M., Cebolla, A., Servais, L., Dan, B., Berthoz, A., McIntyre, J. 2006. Effect of gravity on human spontaneous 10-Hz electroencephalographic oscillations during the arrest reaction. *Brain Res* 1121,104–116.
- Clement, G., Reschke M.F. 2008. *Space Neuroscience: What is it? Neuroscience in Space*. New York: Springer.
- Mathewson, K.J., Hashemi, A., Sheng, B., Sekuler, A.B., Bennett, P.J., Schmidt, L.A. 2015. Regional electroencephalogram (EEG) alpha power and asymmetry in older adults: a study of short-term test-retest reliability. *Front Aging Neurosci*, 7 (177), 1-10.
- Murasic, U., Meeusen, R., Pisot, R., Kavcic, V. 2014. The brain in micro- and hypergravity: The effects of changing gravity on the brain electrocortical activity. *European Journal of Sport Science*, 14 (8), 813-822.
- Nicogossian, A.E., Williams R.S., Huntoon, C.L., Doarn C.R., Polk, J.D., Schneider, V.S. 2016. *Space Physiology and Medicine* (14. Ch.Behavioral Health and Performance). New York: Springer
- Stella, A.B., Milos, A., Furlanis, G., Manganotti, P. 2021. Neurophysiological adaptations to spaceflight and simulated microgravity. *Clinical Neurophysiology*, 132,498-504.
- Van Ombergen, A., Demertzi, A., Tomilovskaya, E., Jeurissen, B., Sijbers, J., Kozlovskaya, IB., Parizel, PM., Van de Heyning, PH., Sunaert, S., Laureys, S., Wuyts, FL.2017. The effect of spaceflight and microgravity on the human brain. *J Neurol.*, Oct;264 (Suppl 1), 18-22.